

Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes



Ausgabe Nr. 18, Erscheinungstermin: 16. Juni 1995

NO_x - LIMITIERUNG DER OZONPRODUKTION IN LÄNDLICHEN GEBIETEN!

Emissionen von Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen, z. B.: aus anthropogenen Quellen wie dem Kfz-Verkehr, reagieren bei Sonnenlicht in vielfältiger Weise und erzeugen dabei auch Ozon. In der Öffentlichkeit wird dieses Problem unter dem Thema Sommersmog diskutiert. Eine der Grundfragen dabei betrifft Minderungsstrategien: Sollen die Stickoxide (NO_x) oder die Kohlenwasserstoffe (VOC) reduziert werden, um die Ozonproduktion bestmöglich zu verringern?

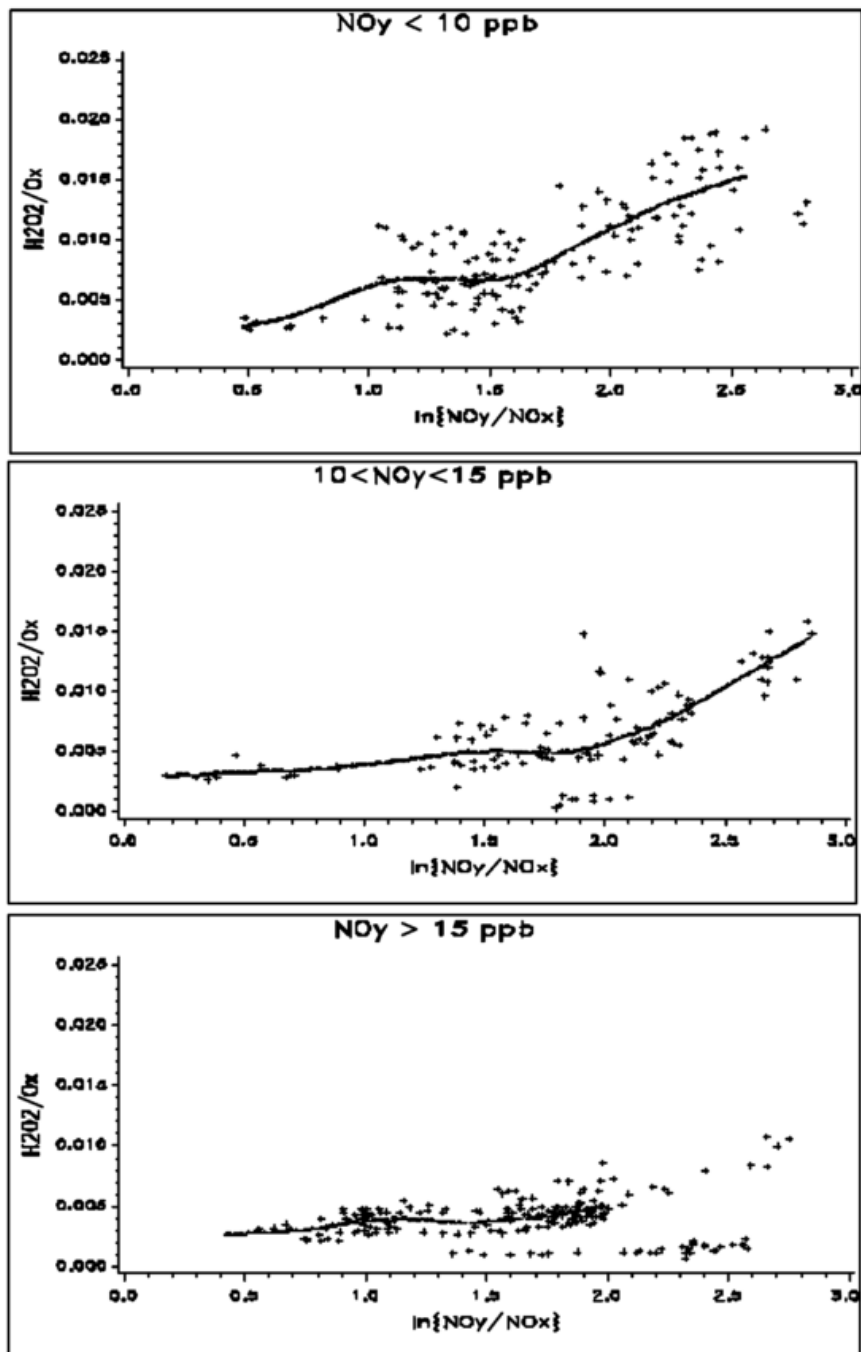
Beide Substanzklassen werden in der Atmosphäre unterschiedlich schnell abgebaut, wobei die Substanzklasse, die in geringerer Menge verfügbar ist, die Geschwindigkeit der Ozonproduktion bestimmt: In Quellnähe, also vor allem *in Städten*, bei sehr viel NO_x und im Vergleich dazu relativ wenig VOC, reagieren die beim Kohlenwasserstoffabbau entstehenden HO₂-Radikale sofort mit NO weiter zum Ozon, so daß die HO₂-Konzentration in der Luft gering bleibt: Die Ozonbildung ist *VOC-limitiert*. NO_x wird in der Atmosphäre aber rasch abgebaut, so daß in Quellferne, also *in ländlichen Gebieten*, wenig NO_x aber noch relativ viel VOC's vorhanden sind. Dort können zwar sehr viele HO₂-Radikale entstehen, die aber wegen des inzwischen verschwundenen NO nur langsam Ozon bilden: die Ozonproduktion ist *NO_x-limitiert*.

In Ermangelung des Reaktionspartners NO reagieren die HO₂-Radikale nun mit sich selber: es entsteht Wasserstoffperoxid (H₂O₂). In Quellferne (bei wenig NO_x) ist somit die H₂O₂-Bildung gegenüber der Ozonbildung begünstigt. Mit fortschreitender Alterung enthält eine Luftmasse seit dem Verlassen der Quelle daher zunehmend mehr H₂O₂ relativ zu O₃.

Durch gleichzeitige H₂O₂- und O₃-Messungen und der Möglichkeit das "chemische Alter" einer Luftmasse zu bestimmen, läßt sich feststellen, ob die Ozonbildung NO_x oder VOC limitiert ist. Das chemische Alter läßt sich nicht in Stunden angeben, sondern kann aus dem Verhältnis verschiedener Stickstoffverbindungen ($\log(\text{NO}_y/\text{NO}_x)$, mit $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$ und $\text{NO}_y = \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{HNO}_3 + \text{N}_2\text{O}_5 + \text{PAN} + \dots$) abgelesen werden. (Näheres siehe Lit.)

An der vom Forschungszentrum Jülich betriebenen Meßstation Schauinsland im Südschwarzwald (47°54'N, 7°48'E, 1220m ü.NN.) konnten durch Meßreihen der beteiligten Substanzen diese Wirkungszusammenhänge erstmals experimentell nachgewiesen werden.

In der Abbildung ist das Verhältnis der am Schauinsland gemessenen H₂O₂- und O₃-Konzentrationen im Sommer bei Antransport von anthropogen belasteten Luftmassen aus Freiburg/Rheingraben in Abhängigkeit des chemischen Alters der Luftmassen für 3 verschiedene Belastungszustände (NO_y-Konz.) der Luft dargestellt:



H_2O_2/O_3 -Verhältnis in Abhängigkeit des chemischen Alters, sortiert nach verschiedenen NO_y -Klassen;
+ : 10-Min.-Mittel der Meßwerte;
- : Spline-Interpolation zur Verdeutlichung des Trends in den Daten.

Im Bereich I ($NO_y < 10$ ppb) steigt das Verhältnis H_2O_2/O_3 für alle beobachteten chemischen Alter. Das bedeutet, daß die Ozonproduktion schon NO_x -limitiert ist, bevor die Luft den Meßort Schauinsland erreichte. Im Bereich II ($10 < NO_y < 15$ ppb) ist die Steigung zunächst gering und erst ab einem chem. Alter von etwa 1.8 - 1.9 ist eine deutliche Zunahme zu verzeichnen. Somit setzt die NO_x -Limitierung der Ozonproduktion im Verlaufe des Überstreichens des Meßortes Schauinsland

ein. Im Bereich III (NO_y -Konzentrationen >15 ppb) deutet sich eine NO_x -Limitierung der O_3 -Produktion für Luftmassenalter über 2.0 an.

Zur Überprüfung, wann die NO_x -Limitierung der O_3 -Produktion einsetzt, wurden nur Luftmassen interpretiert, die noch vor kurzer Zeit (2-3 Stunden) anthropogenen Emissionen ausgesetzt waren. Daraus folgt, daß für Gebiete, die weiter von möglichen Emissionsorten entfernt sind, mit großer Sicherheit eine NO_x -Limitierung der Ozonproduktion erwartet werden darf.

Eine Verbesserung der Sommersmogsituation in ländlichen Gebieten kann also aus einer NO_x -Emissionsminderung erwartet werden. Insgesamt gesehen ist es natürlich sinnvoll, sowohl anthropogene NO_x - als auch VOC-Emissionen so weit wie möglich zu reduzieren.

Dr. Stefan Gilge, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

(Lit.: Gilge, St., D.Kley, A.Volz-Thomas; "Messungen von Wasserstoffperoxid und organischen Hydroperoxiden am Schauinsland im Schwarzwald - Ein Beitrag zur Charakterisierung der limitierenden Faktoren bei der Ozonproduktion"; Berichte des Forschungszentrums Jülich, Nr.: Jül-2998, Dez. 1994.)

MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR MAI 1995

Der Mai brachte an allen Stationen deutlich unternormale Gesamtozonwerte, mit einem West-Ost-Gefälle von -5 % in Uccle bis -8.1 % in Hradec Kralove.

Station	Mittel Mai 1995	langjähriges Mittel	Max.	Jahr	Min.	Jahr	Sigma
Hohenpeißenberg	336	363	395	1987	329	1993	$\pm 16,7$
Potsdam	347	376	401	1980	339	1993	$\pm 16,0$
Arosa (CH)	336	364	411	1941	327	1993	$\pm 15,8$
Hradec Kralove (CZ)	342	372	398	1991	342	1995	$\pm 13,0$
Uccle (B)	348	366	398	80/84	344	1990	$\pm 16,1$