

Über Ozon und seine wenig wirksame Bekämpfung

Reduktion des wichtigen Vorgängerschadstoffs Stickoxid bewirkt keine Besserung

Von René Weiersmüller*

Sommersmog bedeutet hohe Ozonwerte in der heissen Jahreszeit. Seit rund 20 Jahren sind intensive Bestrebungen im Gang, diese sommerliche Ozonbelastung zu reduzieren. Der Autor des folgenden Artikels vertritt die Auffassung, dass das Ausbleiben entsprechender Erfolge auf einer Fehleinschätzung der Ozonbildungsmechanismen beruht.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Ozonforschung sind die Vorläuferschadstoffe Stickoxide (NO_x) und flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC) zusammen mit Sonnenlicht für den grössten Teil der Ozonbelastung verantwortlich. Diese Erkenntnisse beruhen im Wesentlichen auf Modellrechnungen und Laborversuchen. Diese Theorie ist in der Praxis ebenso schwierig zu beweisen wie zu widerlegen, ist doch die Sonnenstrahlung mit weiteren, ebenfalls mehr oder weniger auf die Ozonwerte einwirkende Wetterparametern verknüpft. Dazu gehören beispielsweise lokale und überregionale Winde, Luft- und Bodentemperaturen, vertikale Temperaturverteilungen, Niederschläge usw. Die realitätsnahe Untersuchung einzelner Einflussgrössen wird dabei oft durch die (nicht variierbare) Wettersituation erschwert.

Zuerst Ozonabbau - dann Ozonbildung

Kompliziert wird die Angelegenheit ferner wegen der als Ozonvorläufer angesehenen Stickoxide (NO_x), die im Sommer hauptsächlich vom motorisierten, katalysatorlosen Strassenverkehr stammen. Primär wird zwar vom Verkehr Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, das vorerst Ozon (O₃) zerstört. Dieses Stickstoffmonoxid wird aber grösstenteils und relativ schnell in Stickstoffdioxid (NO₂) umgewandelt, welches dann angeblich die Ozonbildung begünstigt.

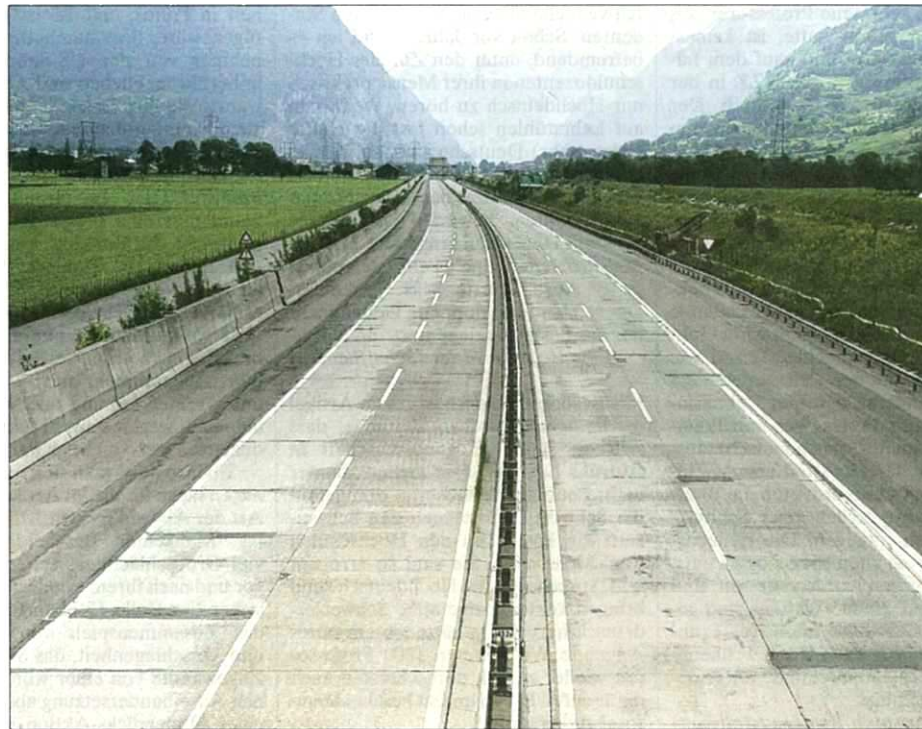
Die Eigenschaften der Stickoxide, für den Abbau des Ozons ebenso verantwortlich zu sein wie für dessen Entstehung, erfordern eine differenziertere Beurteilung gemessener Ozonwerte: In Emittentennähe - also beispielsweise neben Strassen - sind Ozonmittelwerte wie Tages- oder Jahresmittel vor allem wegen des morgendlichen Ozonabbaus durch Stickstoffmonoxid praktisch immer tiefer als an emittentfernen Orten. Ozonmittelwerte sind daher selbst im Sommer nahezu wertlos und unterliegen auch keiner Grenzwertforderung. Ozonmittelwerte sind lediglich ein Indiz für saubere Luft. Die seit etwa 20 Jahren landesweit steigenden *Ozonjahresmittelwerte* sind demzufolge (und paradoxerweise) weitgehend auf die Anstrengungen zur Erreichung einer saubereren Luft zurückzuführen.

Grenzwertüberschreitungen

Die höchsten Ozonwerte und damit die meisten Grenzwertüberschreitungen kommen im Sommer bei hohen Temperaturen vor allem abseits von Emissionsquellen vor. Für allfällige Erfolge in der Ozonbekämpfung ist dabei die Zahl der Grenzwertüberschreitungen das massgebende Kriterium (und nicht beispielsweise ein einziger, aus mehr als einem Grund statistisch unsinniger maximaler Stundenmittelwert je Jahr).

Gegen Ende der achtziger Jahre ging man davon aus, dass die Zahl der Ozongrenzwertüberschreitungen nach einer 70- bis 80-prozentigen Reduktion der Stickoxide praktisch gegen null gehen würde. Seither konnten nicht nur landesweit die jährlichen Stickoxidemissionen vor allem dank Autokatalysatoren erfreulicherweise um immerhin rund 50 Prozent vermindert werden - im Ozonbedeutungssamen Sommerhalbjahr ist dieser Rückgang sogar noch grösser. Neben den dadurch wie erwähnt angestiegenen Ozonjahresmittelwerten ist die Zahl der Grenzwertüberschreitungen gesamtschweizerisch jedoch trotz Halbierung

* René Weiersmüller (Meilen) ist Chemiker HTL / Ing. SIA und hatte einige Jahre bei der Stadt Zürich im Bereich Lufthygiene gearbeitet, bevor er beim Kanton Zürich auf dem Energiesektor tätig wurde.



Die Zahl der Grenzwertüberschreitungen beim Ozon hat sich auch nach der Sperrung der Gotthardautobahn im Kanton Uri (Juni 2006) nicht signifikant verändert.

URS FLÜELER / KEYSTONE

der Vorläufer seit 1988 praktisch unverändert geblieben (vgl. Grafik).

Mit Blick auf die jährlichen sommerlichen Wetterlagen, die (frühere) Mess- und Auswertungsproblematik sowie die Repräsentativität der Messwerte für die tatsächlichen Verhältnisse in der ungestörten Atmosphäre sind allerdings gewisse Unsicherheiten im ausgewiesenen Trend zu akzeptieren. So wird das mehrheitlich schlechte Wetter im Sommerhalbjahr 2007 sicher einen vorübergehenden Einbruch in der Trendkurve hinterlassen.

Folgenlose Halbierung

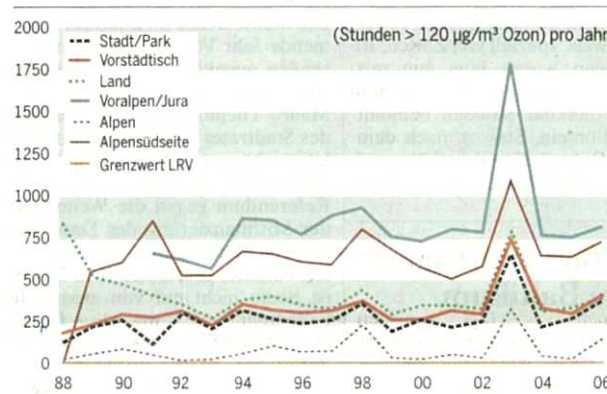
Am Wochenende sind die Stickoxidemissionen wegen des fehlenden Berufsverkehrs sowie des Sonntagsfahrverbotes für Lastwagen nahezu europaweit etwa halb so hoch wie unter der Woche. Das lässt sich mit Immissionsmessungen zweifelsfrei belegen. Die für die Einhaltung der Ozongrenzwerte erwähnte notwendige Reduktion der Vorläufer um 70 bis 80 Prozent wäre somit am Wochenende vorübergehend fast erreicht. Auf die Zahl der Halbstundenwerte über 60 ppb (parts per billion = 120 µg/m³) hat das jedoch keinen signifikanten Einfluss (siehe Tabelle, die jeweiligen Höchstwerte sind braun, die Minimalwerte blau hinterlegt). Das gilt sogar für emittentferne Orte.

Oder umgekehrt: Unter der Voraussetzung, dass die heissen und somit Ozon-relevanten Sommertage sich mehr oder weniger gleichmässig auf die einzelnen Wochentage verteilen, müssten an den stärker mit Stickoxiden belasteten Tagen von Montag bis Freitag vermehrt Ozongrenzwertüberschreitungen auftreten. Das ist aber nicht der Fall (dieser Vergleich nach Wochentagen ist im Übrigen relativ tolerant gegenüber allen Arten von Messfehlern).

Weniger Verkehr - höhere Mittelwerte

Detaillierte Auswertungen der Jahre 2000 bis 2006 von verschiedensten Messstationen stützen die obige Erkenntnis. Mit den aus den Wochen-

Anzahl Grenzwertüberschreitungen



Entwicklung seit 1988. Nach den Spitzenwerten des Jahres 2003 haben sich die Werte wieder etwa auf dem früheren Niveau eingependelt. Ein Rückgang ist nicht ersichtlich. Quelle: Bafu

NZZ

signifikant - weder in Graubünden noch in der Innerschweiz oder im Tessin.

Fazit

Trotz der auch anderweitig erfreulichen langfristigen Reduktion der Stickoxide um gut 50 Prozent im Sommer sind keinerlei Anzeichen einer verminderten Zahl von Ozongrenzwertüberschreitungen auszumachen. Sogar die nochmalige, kurzfristige Halbierung der Stickoxide an den Wochenenden verringert die Zahl der Grenzwertüberschreitungen nicht signifikant. Und selbst massive Schadstoffumlagerungen durch Umleitungen des gesamten Gotthard-Transitverkehrs während eines Sommermonates ergeben in mittelfristiger Betrachtung weitgehend den gleichen Befund. Das untermauert den Schluss, wonach eine bleibende Einhaltung der Ozongrenzwerte - mit welchen Vorkehrungen auch immer - nicht zu verwirklichen ist. Trotzdem: Aus grundsätzlichen Überlegungen sowie wegen der individuellen Belästigung ist der immer noch ungebrochen grosse Stickoxidausstoss der Dieselmotoren umgehend einzudämmen.

Wochentag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Davos							
NO ₂ ø [ppb]	2,2	2,4	2,4	2,5	2,5	2,3	1,9
O ₃ ø [ppb]	49,7	51,2	51,0	49,1	49,2	50,3	51,2
O ₃ n > 60 ppb	323,5	312,0	285,2	256,2	290,2	272,2	321,4
Rigi							
NO ₂ ø [ppb]	2,9	3,5	3,7	3,5	3,3	2,9	2,3
O ₃ ø [ppb]	54,8	56,3	57,2	55,8	56,3	58,5	58,1
O ₃ n > 60 ppb	417,4	470,5	505,7	490,8	491,9	524,2	525,3
Tänikon							
NO ₂ ø [ppb]	5,5	6,4	6,5	6,3	6,2	5,0	3,8
O ₃ ø [ppb]	40,5	41,4	42,2	40,7	39,8	42,4	43,2
O ₃ n > 60 ppb	205,1	227,5	241,2	200,0	192,8	203,9	227,7
Zürich							
NO ₂ ø [ppb]	16,1	18,3	17,6	17,5	18,7	15,6	12,0
O ₃ ø [ppb]	35,8	36,5	38,0	36,7	34,0	38,4	40,9
O ₃ n > 60 ppb	163,3	188,2	209,4	195,3	175,1	212,1	210,4

Mittlere Stickstoffdioxid- und Ozonwerte sowie Anzahl (n) Halbstundenwerte mit mehr als 60 ppb Ozon (= 120 µg/m³) von vier verschieden vorbelasteten Messstationen, aufgeteilt nach Wochentagen vom besonders ozonaktiven Sommer 2003 (1.4.-29.9.). Die Zahl der Halbstundenwerte > 60 ppb ist auf eine lückenlose Messreihe umgerechnet. Quelle: NABEL (Bafu/Empa)

NZZ