

Daten zur Nürnberger Umwelt

3. Quartal 2015
Juli-August-September

Auszug
Ozon und Sommersmog
im Sommer 2015

Die lufthygienische Situation – drittes Quartal 2015

Das dritte Quartal 2015 war geprägt von ungewöhnlicher Trockenheit und Hitze, was sich auch bei der Ozonbelastung der Außenluft bemerkbar machte. Der Juli war deutschlandweit der sechstwärmste Juli seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881 und brach am 5. Juli in Kitzingen einen Hitzerekord von 40,3 °C. In Nürnberg wurde am Jakobsplatz am gleichen Tag mit 40,1 °C erstmals ein Stundenmittelwert von mehr als 40 °C gemessen. Der folgende Monat wurde zum zweitwärmsten August seit 1881. Er führte zur größten Bodentrockenheit seit 50 Jahren. Die Durchschnittstemperatur lag im August deutschlandweit um 2,8°C über dem Durchschnitt der Referenzperiode von 1981 bis 2010. Es gab 20 Prozent mehr Sonnenstunden als im Durchschnitt. Erst der September brachte leichte Entspannung und in Nürnberg fielen ca. 20 mm Niederschlag. Bayernweit gab es im September 50 mm Regen (Referenzwert: 72 mm). Dieser Niederschlag war aber ungleich verteilt, so gab es im Alpenvorland bis zu 150 mm und im südlichen Mittelfranken nur ca. 10 mm.

Feinstaub:

Die Feinstaubbelastung lag in den Monaten Juli bis September in einem jahreszeitlich durchschnittlichen Rahmen und war unbeeinflusst von der Hitzewelle. Bei der Feinstaubfraktion PM₁₀ wurde der Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ nach der 39. BImSchV nicht überschritten, der höchste Tagesmittelwert erreichte am 13. August den Wert 42 µg/m³. Es bleibt daher in 2015 bei den bisher neun Überschreitungstagen aus dem ersten Quartal 2015 (Messstation Jakobsplatz).

Bei der Feinstaubfraktion PM_{2,5} betrug die Monatsmittel im Juli an den städtischen Luftmessstationen 14 und 11 µg/m³, im August 16 und 13 µg/m³ und im September 8 und 9 µg/m³ (jeweils Messstation Flughafen / Messstation Jakobsplatz). Alle Monatsmittelwerte blieben daher deutlich unter dem ab 2015 gültigen Ganzjahresgrenzwert von 25 µg/m³ (39. BImSchV).

Im August 2015 wurde in der Luftmessstation Flughafen ein neues Feinstaubmessgerät für die Feinstaubfraktion PM₁₀ in Betrieb genommen. Dieses hat gegenüber dem alten Gerät Vorteile hinsichtlich der Art des Strahlers (langlebiges Isotop ¹⁴C mit geringerer Intensität), des Messprinzips (optisch und radiometrisch) sowie der Störempfindlichkeit gegenüber kleinen Fliegen, welche im Bereich des Flughafens häufig in großer Zahl auftreten und in der Vergangenheit zu Datenausfällen führten. Zuverlässige Messdaten für PM₁₀ am Flughafen stehen daher jetzt wieder ständig online zur Verfügung.

Stickstoffdioxid:

Die Belastung der Luft durch Stickstoffdioxid lag im Vergleich mit den letzten 6 Jahren auf einem jahreszeitlich durchschnittlichen Niveau. Die Quartalsmittelwerte betragen am Flughafen 15, am Jakobsplatz 26 und in Muggenhof 23 µg/m³. Der Jahresgrenzwert von 40 µg/m³ NO₂ wurde daher an den städtischen Luftmessstationen deutlich unterschritten.

An der verkehrsnahen Luftmessstation des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) in der Von-der-Tann-Straße wurden folgende vorläufige Monatsmittel registriert: Juli: 48 µg/m³, August: 58 µg/m³ und September: 51 µg/m³. Der Einstunden-Grenzwert der 39. BImSchV von 200 µg/m³ wurde an keiner Nürnberger Luftmessstation überschritten.

Ozon:

Bis zum Ende des dritten Quartals gab es wegen der ungewöhnlichen Wetterverhältnisse auch ungewöhnliche Ozonbelastungen in Nürnberg. Vom 1. April bis zum 31. August wurden am Flughafen 40 und am Jakobsplatz 29 Ozon-Überschreitungstage registriert. An einem Ozon-Überschreitungstag liegt mindestens ein 8-Stundenmittelwert eines Tages über dem Wert von 120 µg/m³. Gemäß der 39. BImSchV sind, gemittelt über 3 Jahre, 25 Überschreitungstage zulässig, also insgesamt 75 in drei Jahren.

An der städtischen Luftmessstation am Flughafen (FNG) ergibt sich mit einem Mittelwert von 29 Überschreitungstagen eine Überschreitung des Zielwertes der 39. BImSchV, während am Jakobsplatz (JKP) der Zielwert mit 21 Tagen unterschritten wird.

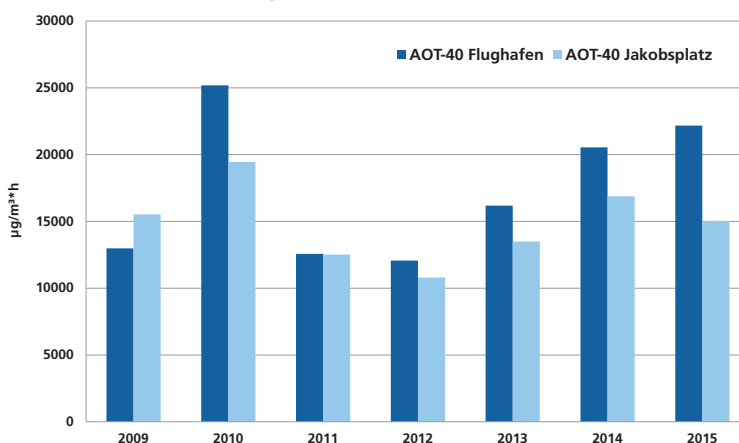
In der Innenstadt sorgen die Stickstoffmonoxid-emissionen der Kraftfahrzeuge für einen rascheren Abbau des Ozons in den Abendstunden. Im ländlichen Bereich ist das Ozon beständiger. Die Tabelle zeigt die Überschreitungstage der Kalenderjahre ab 2009.

Ozon-Überschreitungstage		
Jahr	Flughafen	Jakobsplatz
2009	24	
2010	39	28
2011	17	17
2012	14	8
2013	25	18
2014	23	17
2015	40	29
Mittelwert 2013 - 2015	29	21

Ein anderer Beurteilungswert für die Ozonbelastung, der AOT-40-Wert, betrachtet den Schutz der Pflanzen. Hier werden stündlich die Beträge über 80 µg/m³ im Zeitraum vom Mai bis Juli addiert. Die Summe soll, gemittelt über 5 Jahre, den Betrag von 18 000 µg/m³*h nicht überschreiten. Folgende Tabelle zeigt, dass dieser Zielwert im Beurteilungszeitraum 2011 bis 2015 eingehalten wurde:

AOT-40-Werte [µg/m³*h]		
Jahr	Flughafen	Jakobsplatz
2009	12 985	15 532
2010	25 187	19 456
2011	12 575	12 518
2012	12 070	10 794
2013	16 179	13 492
2014	20 545	16 882
2015	22 175	15 028
Mittelwert 2011 - 2015	16 709	13 743

In der grafischen Darstellung ist ein seit 2011 steigender Trend erkennbar, besonders bei der Messstation Flughafen.



Das Jahr 2010 war ebenfalls ein Jahr mit erhöhter Ozonbelastung. Vom 24. Juni bis zum 22. Juli 2010 gab es fast täglich einen Überschreitungstag mit mehr als 120 µg/m³ Ozon beim 8-Stundenmittelwert. Am 2. Juli 2010 wurde am Flughafen mit 228 µg/m³ der zweithöchste Stundenmittelwert seit Inbetriebnahme der Station im Jahr 1995 gemessen. Heuer lagen die Spitzenwerte am Flughafen bei 203 µg/m³ (17. Juli) und bei 201 µg/m³ (2. August) deutlich darunter. Eine Überschreitung des Alarmschwellenwertes nach der 39. BImSchV von 240 µg/m³, wie in einigen anderen Städten Deutschlands, gab es daher in Nürnberg nicht. Jedoch wurde die Informationsschwelle der 39. BImSchV von 180 µg/m³ im Juli zweimal und im August viermal überschritten. Im September ging die Ozonbelastung dann deutlich zurück. Der höchste Stundenmittelwert am Flughafen lag nur noch bei 128 µg/m³.

Messwerte im Internet:

Die aktuellen Messwerte der städtischen Luftmessstationen und sämtliche Quartalsberichte werden im Internet unter www.umweltdaten.nuernberg.de durch die Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg, Werkbereich Umweltanalytik (SUN/U) bereit gestellt.

Die Online-Version der „Daten zur Nürnberger Umwelt“ enthält auch alle Quartalsgrafiken zu den gemessenen Parametern.

<http://umweltdaten.nuernberg.de/berichte/archiv-der-quartalsberichte.html>

Zu den Quartalsberichten
„Daten zur Nürnberger Umwelt“



Zu den aktuellen Umweltdaten
im Internet:



Ozon und Sommersmog im Sommer 2015

Der Sommer 2015 war im Vergleich zu den Sommermonaten der Vorjahre recht ungewöhnlich, was die Ozonbelastung der bodennahen Luft betrifft. Die 40 Ozon-Überschreitungstage im Jahr 2015 lagen deutlich über dem Durchschnitt. Daher soll im Folgenden näher auf das Thema Ozon eingegangen werden:

Was ist Ozon und welche Eigenschaften hat es?

Ozon besteht aus drei Sauerstoffatomen (O_3), während es beim gewöhnlichen Luftsauerstoff (O_2) nur zwei sind. Das Ozon in großen Höhen (15-25 km) schützt uns vor der schädlichen UV-Strahlung. In Bodennähe jedoch können erhöhte Ozon-Konzentrationen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Ozon ist bei hohen Konzentrationen, zum Beispiel bei technischen Anwendungen, sehr giftig. Es steht im Verdacht, Krebs zu erzeugen und hat ein eindeutig genotoxisches Potential. Unter Laborbedingungen kann Ozon ab $40-50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ geruchlich wahrgenommen werden. In der Umgebungsluft, zusammen mit anderen Gerüchen, ist Ozon normalerweise nicht zu riechen.

Die in der Umgebungsluft vorkommende Ozon-Konzentration liegt in Nürnberg im Jahresmittel bei ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und erreicht im Sommer Maximalwerte von ca. $160-200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Luftverunreinigungen wie Stickstoffoxide und flüchtige Kohlenwasserstoffe führen im Sommer zu größeren Konzentrationen von Ozon in der Außenluft. An Tagen mit erhöhter Ozonbelastung der Außenluft spricht man auch von Sommersmog bzw. Photosmog.

Nach der „39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ vom 2. August 2010 sollen die Bürger ab einer gemessenen Ozonkonzentration von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Einstundenmittelwert) über die erhöhte Belastung informiert werden (=Informationsschwelle). Ab $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soll zusätzlich eine Warnung vor einer erhöhten Ozonkonzentration erfolgen (=Alarmschwelle). Im Nürnberger Stadtgebiet wird die Ozonkonzentration der Außenluft an drei Orten gemessen: In den städtischen Luftmessstationen am Jakobsplatz (Stadtzentrum), am Flughafen (ländliche Umgebung) und in der Luftmessstation des Landesamtes für Umwelt in Muggenhof. An der Luftmessstation am Nürnberger Flughafen wurde im Zeitraum vom 1. Januar bis zum 30. September 2015 sechs Mal der Informationsschwellenwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon überschritten. Die Alarmschwelle von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon wurde in Nürnberg in den ersten Quartalen 2015 nicht erreicht. Seit 1992, dem Beginn der Ozonmessungen in den städtischen Luftmessstationen, wurde die Alarmschwelle erst zweimal überschritten: 1993 am Hauptmarkt ($248 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sowie 1997 am Flughafen ($242 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Informationsschwelle $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Das Bayerische Landesamt für Umwelt veröffentlicht folgende Hinweise zur Ozon-Informationsschwelle:

„Für die Unterrichtung der Bevölkerung über mögliche begrenzte und vorübergehende gesundheitliche Auswirkungen bei besonders empfindlichen Gruppen der Bevölkerung ist im Fall einer kurzen Exposition ein Wert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Informationsschwelle) während einer Stunde festgesetzt. Vorsorglich sollten Personen, die erfahrungsgemäß gegenüber Luftschadstoffen empfindlich reagieren, bei Werten über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ungewohnte und erhebliche körperliche Anstrengungen im Freien vermeiden. Ebenso wird von sportlichen Ausdauerleistungen (z.B. Jogging) abgeraten.“

„Einzelne Personen können bei länger andauernden Ozonkonzentrationen auch im Bereich unterhalb des Informationswertes unter körperlicher Belastung Beeinträchtigungen erleiden.“

Alarmschwelle $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ab dieser Außenluftkonzentration gelten die Hinweise für die Informationsschwelle nicht nur für besonders empfindliche Personen, sondern für alle Bevölkerungsgruppen. Das Umweltbundesamt (5) gibt dazu folgende Auskünfte:

„Die gesundheitlichen Wirkungen von Ozon bestehen in einer verminderten Lungenfunktion, entzündlichen Reaktionen in den Atemwegen und Atemwegsbeschwerden. Bei körperlicher Anstrengung, also bei erhöhtem Atemvolumen, können sich diese Auswirkungen verstärken. Empfindliche oder vorgeschädigte Personen, zum Beispiel Asthmatiker, sind besonders anfällig und sollten bei hohen Ozonwerten körperliche Anstrengungen im Freien am Nachmittag vermeiden.“

Weitere Informationen zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Sommersmogs sind auch verfügbar unter (2), (3), (4) und (5).

Wie entstehen Ozon und Sommersmog?

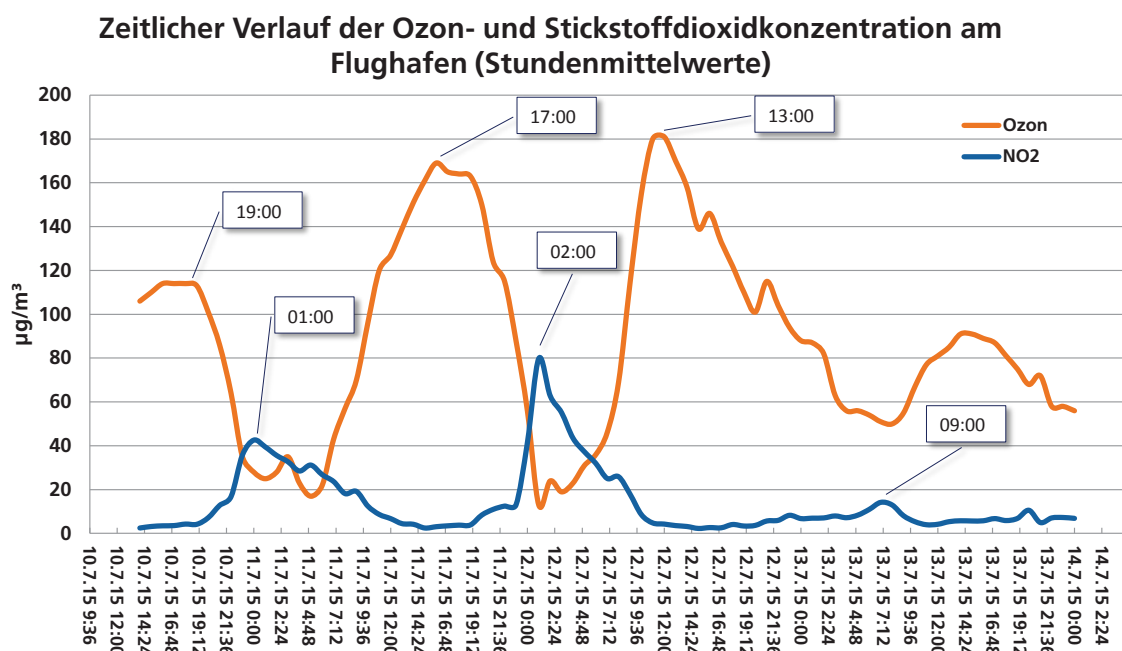
Bodennahes Ozon entsteht bei starker Sonneneinstrahlung bei Anwesenheit von Stickstoffoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, Volatile Organic Compounds, wie unverbrannte Benzin-Bestandteile oder natürliche Terpene aus Wäldern). Diese werden daher auch als Vorläuferverbindungen bezeichnet. Die Reduzierung der Vorläufersubstanzen war daher in der Vergangenheit ein wichtiges Ziel der Umweltpolitik

zur Verringerung der Ozonbelastung (z.B. durch die „VOC-Richtlinie“ 1999/13/EG von 1999). Von den VOC fördern die ungesättigten Kohlenwasserstoffe (Olefine, Terpene) und Aromaten (zum Beispiel Benzol und Toluol) die Ozonentstehung am stärksten. Methan hat das geringste Ozonbildungspotential und wird oft messtechnisch nicht berücksichtigt. Man spricht dann von den Nicht-Methan-VOC (NMVOC).

Das energiereiche UV-Licht der Sonnenstrahlung wirkt auf die Vorläuferverbindungen in der Luft ein und bildet dabei zahlreiche energiereiche Verbindungen. Diese Reaktionsprodukte wirken reizend und werden als Photooxidantien bezeichnet. Das Ozon ist der wichtigste Bestandteil, jedoch nicht der am stärksten reizende. Durch die Messung des Ozons als Leitsubstanz kann der Photosmog gut quantifiziert werden.

Es gibt zwei wesentliche Entstehungswege für den Sommersmog:

- A) Das UV-Licht wirkt mit seiner Strahlungsenergie auf Stickstoffdioxidmoleküle (NO₂) in der Luft ein, die überwiegend aus Abgasen des Straßenverkehrs stammen, und spaltet einzelne Sauerstoffatome (•O) ab. Diese sind im Vergleich zu den sonst vorkommenden Sauerstoffmolekülen (O₂) sehr energiereich und reaktionsfreudig. Die Sauerstoffatome verbinden sich daher schnell mit den in großer Überzahl vorhandenen Sauerstoffmolekülen zum Ozon, welches dann aus drei Sauerstoffatomen besteht (O₃) und seinerseits sehr reaktionsfreudig ist. Das Ozon kann zum Beispiel schnell mit dem Stickstoffmonoxid (NO) aus den Abgasen von Kraftfahrzeugen reagieren und Stickstoffdioxid (NO₂) bilden, welches dann wiederum zur Ozonbildung beiträgt.
- B) Das einzelne, reaktionsfreudige Sauerstoffatom aus dem Stickstoffdioxid kann aber auch mit Wassermolekülen (H₂O) reagieren, indem es diesen ein Wasserstoffatom entzieht. Dabei entstehen zwei OH-Radikale, welche durch ein freies Elektron sehr reaktionsfreudig sind und rasch mit Kohlenwasserstoffen reagieren können, welche dann selbst zu Radikalen werden. Diese reagieren dann mit dem Luftsauerstoff und bilden Peroxyalkylradikale, die wiederum reaktionsfreudig sind und leicht ein Sauerstoffatom an Stickstoffmonoxid-Moleküle abgeben können, was wieder zu einer Bildung von Stickstoffdioxid (NO₂) führt. Die OH-Radikale verbrauchen sich dabei nicht und können dies noch viele Male wiederholen, was dann nach einem Ozonreichen Tag zu langsam steigenden NO₂-Werten führt. Die OH-Radikale wirken also als Katalysator für die NO₂-Bildung. Die folgende Grafik mit Ozon- und NO₂-Messwerten aus der Luftmessstation Flughafen verdeutlicht die Vorgänge:



Die Ozonmaxima bauen sich typischerweise erst am späten Nachmittag bis Abend auf. Während der Nachtstunden nimmt die Ozonkonzentration (orangene Linie im Diagramm auf Seite 7) langsam ab, während die Stickstoffdioxidkonzentration (blaue Linie im Diagramm auf Seite 7) deutlich ansteigt. Obwohl nach Mitternacht die NO₂-Emissionen durch den Kraftfahrzeug- und Flugverkehr stark vermindert sind, gibt es dann oft erhöhte Stickstoffdioxidwerte.

Wird das Ozon in der Nacht nicht vollständig abgebaut, so kann am nächsten Tag die Ozonbildung auf diesem „Sockel“ aufbauen und dadurch höhere Spitzen erreichen als am Vortag.

Eine erhöhte UV-Einstrahlung und nur geringe Mengen an Luftverunreinigungen gibt es auf den Gipfeln höherer Berge. Wegen der geringeren Konzentration an Luftverunreinigungen kann sich dort eine höhere Ozonbelastung bilden, die langsamer abgebaut wird als im Tal. Daher ist es nicht verwunderlich, dass zum Beispiel in Österreich auf dem „Hohen Sonnblick“ in 3106 Metern Höhe die Ozon-Jahresmittelwerte bei 95 bis 105 µg/m³ liegen (6), während es in Nürnberg lediglich etwa 38-48 µg/m³ sind.

Weitere Reizstoffe beim Sommersmog

Peroxyacetylnitrat (PAN):

PAN entsteht aus der Oxidation von Kohlenwasserstoffen (VOC) in Gegenwart von NO₂. Es ist die zweitwichtigste Komponente des Photosmogs und im Schnitt zu rund 10% daran beteiligt. PAN gilt als noch giftiger und reizender als das Ozon. Es ist im Gegensatz zum Ozon gut wasserlöslich, was die Reizwirkung auf die Schleimhäute verstärkt. In Zeiten und Gegenden mit starker Belastung durch Photosmog, beispielsweise in Los Angeles in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, wurden bis zu 200 µg/m³ PAN nachgewiesen, worauf wirksame Maßnahmen zur Abgasminderung bei Kraftfahrzeugen eingeführt wurden, zum Beispiel der geregelte Katalysator für Otto-Motoren. Gelangt PAN in größere atmosphärische Höhen, so ist es dort in der Kälte relativ stabil und kann so vom Wind über längere Strecken transportiert werden. Da es beim Zerfall wieder NO₂ freisetzt, gilt es auch als Reservoirgas für NO₂.

Peroxybenzoylnitrat (PBN):

PBN ist eines der vielen Nebenbestandteile des Photosmogs und in geringerer Konzentration vorhanden als PAN. Es bildet sich aus NO₂ und aromatischen Kohlenwasserstoffen unter Einwirkung von Sonnenlicht.

Wasserstoffperoxid, H₂O₂:

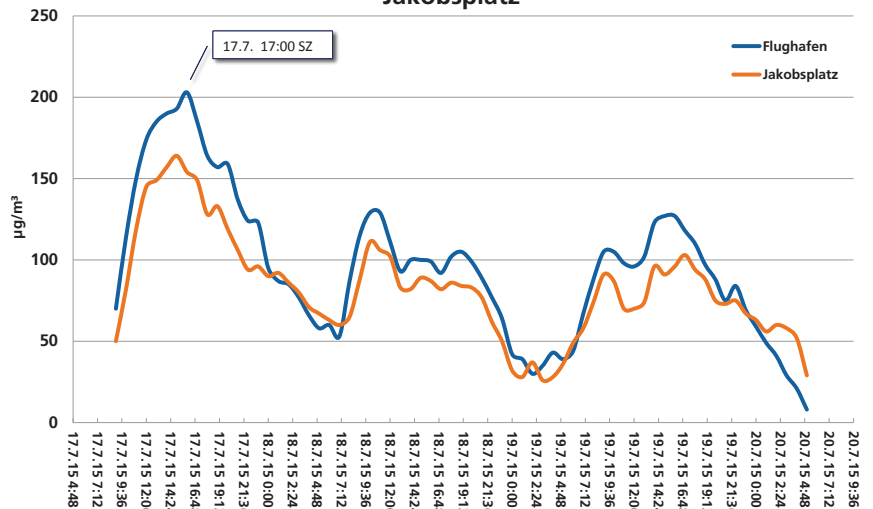
Wasserstoffperoxid ist der dritt wichtigste Bestandteil des Photosmogs und ist ein oft eingesetztes Oxidations- und Desinfektionsmittel. Beim Sommersmog bildet es sich aus zwei Hydroperoxyl-Radikalen ($2 \bullet\text{HO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$).

Ferner spielen auch einige Aldehyde eine Rolle, z.B. Acrolein und Formaldehyd. Auch diese sind starke Reizstoffe, aber weniger stark am Photosmog beteiligt. Weitere Informationen dazu können unter (1) bis (7) erhalten werden.

Ozon-Konzentration am Stadtrand und in der Innenstadt

Die Grafik rechts zeigt Ozon-Messwerte für die Luftmessstation Jakobsplatz (orange) und Flughafen (blau) vom Juli 2015 mit dem Maximum am 17. Juli. Am Flughafen wurden fast durchgängig höhere Ozon-Konzentrationen gemessen als am Jakobsplatz.

Vergleich der Ozonkonzentration am Flughafen und am Jakobsplatz

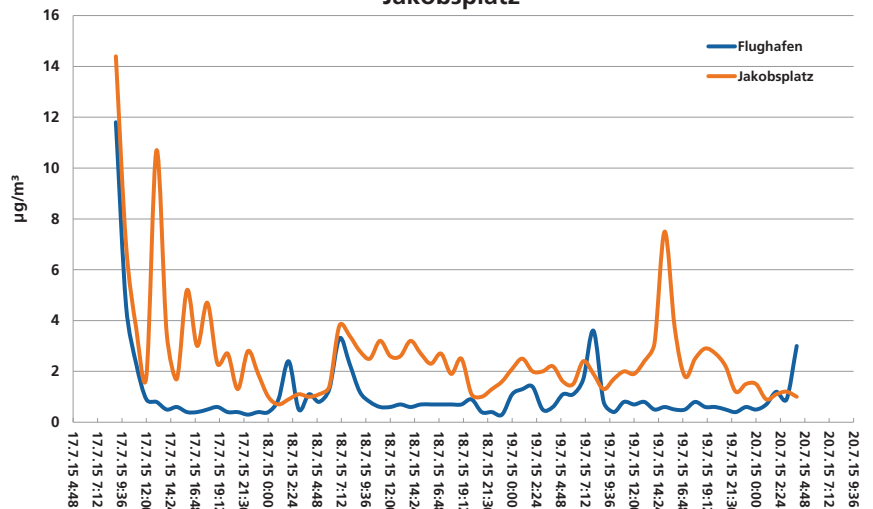


Betrachtet man die Stickstoffmonoxid-Konzentrationen (NO) dieser beiden Luftmessstationen, so erkennt man leicht die Unterschiede:

Die Luft an der Luftmessstation Jakobsplatz ist durch die größere Nähe zu den Emissionen des Straßenverkehrs stärker mit Stickstoffmonoxid belastet als die Luft am Flughafen (ländlicher Hintergrund).

Das Stickstoffmonoxid reagiert mit dem Ozon, in der Innenstadt kommt es somit zu einem schnelleren Ozonabbau als im ländlichen Bereich. Da sich bei dieser Reaktion jedoch das Reizgas Stickstoffdioxid bildet, ist hinsichtlich des Reizpotentials auf die Atemwege leider wenig gewonnen.

Vergleich der NO-Konzentration am Flughafen und am Jakobsplatz

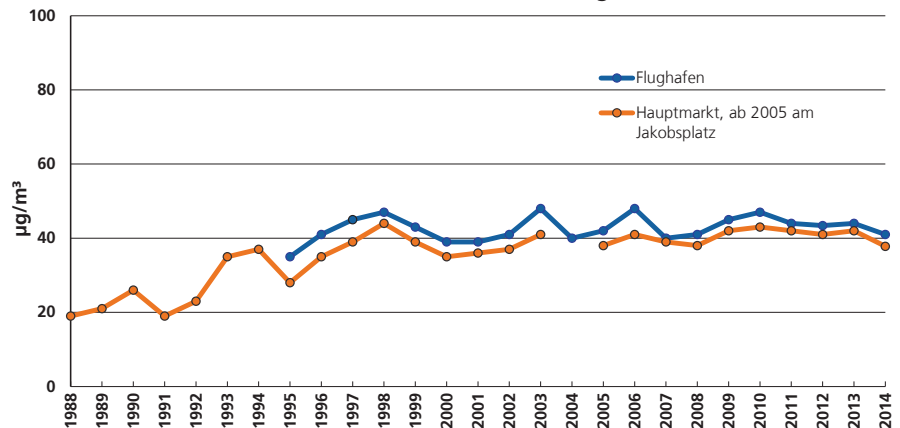


Entwicklung der Ozon-Konzentration – ein Rückblick

Die folgenden Grafiken zeigen die an den städtischen Luftmessstationen gemessenen Ozon-Jahresmittelwerte und die maximalen Stundenwerte:

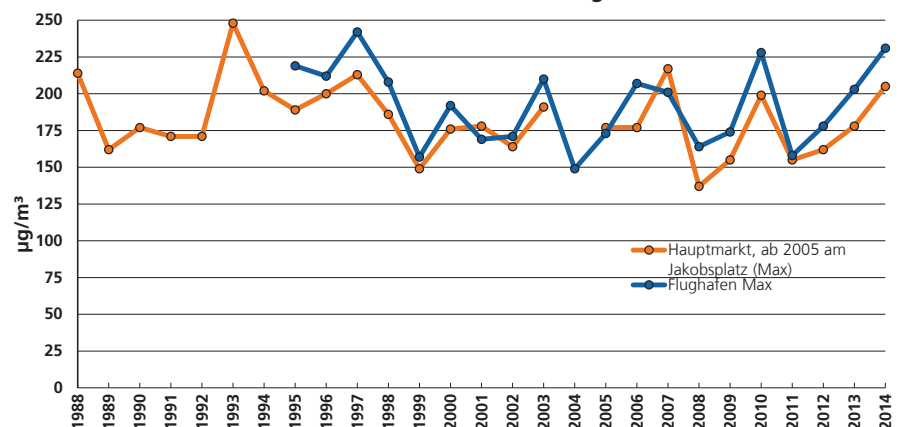
Bei den Jahresmittelwerten ist in Nürnberg kein klarer langfristiger Trend erkennbar. Es scheint sich in den letzten Jahren seit 2010 ein leichter Abwärtstrend anzudeuten.

Jahresdurchschnittswerte Ozon der Nürnberger Messstationen



Bei den maximalen Stundenmittelwerten ist seit 2011 eine stetige Steigung zu erkennen. Wie sich das in den nächsten Jahren weiter entwickeln wird, bleibt jedoch abzuwarten. Deutschlandweit gibt es laut Umweltbundesamt ((5), Stand 2015) einen sinkenden Trend bei den Maximalwerten ab dem Jahr 1990.

Maximale Ozon-Stundenwerte der Nürnberger Messstationen



Die European Environment Agency (8) ermittelte für Deutschland einen deutlichen sinkenden Trend in den Sommermonaten (Juni-August) und einen schwächeren steigenden Trend in den Wintermonaten (Dezember-Februar).

Dies legt den Schluss nahe, dass für die langjährige Entwicklung in Nürnberg nicht die Sonneneinstrahlung während der Sommermonate entscheidend war, sondern die Konzentration der Vorläuferverbindungen. Der lange Zeit angestiegene Anteil der PKW mit Dieselmotoren führte in den letzten Jahren zu steigenden NOx-Emissionen, da die nach

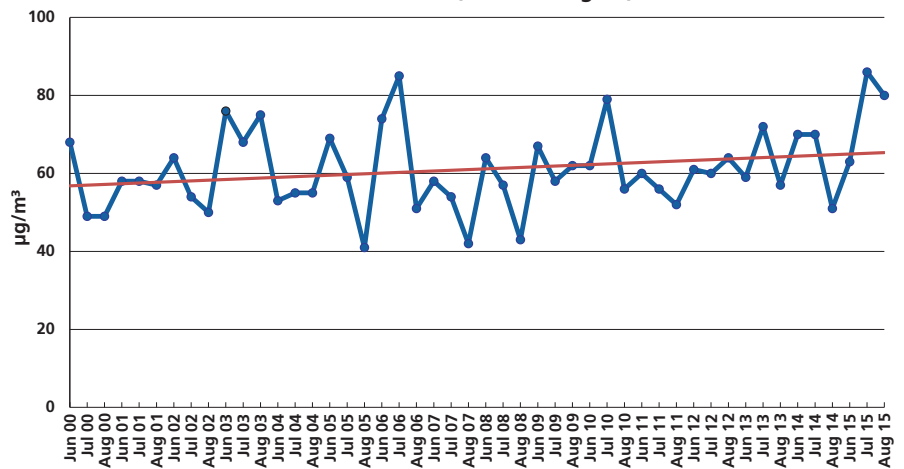
den Emissionsklassen Euro 5 und Euro 6 (Dieselmotoren) erlaubten Emissionen noch deutlich höher sind als bei den Ottomotoren. Im realen Fahrbetrieb ist der Unterschied noch wesentlich größer, daher dürfte dies die Hauptursache für die anhaltende Ozonbelastung der Luft ausmachen.

Ob zukünftige Reduzierungen der NOx-Emissionen im Straßenverkehr eine Trendwende bewirken werden, bleibt abzuwarten. Ein weiterer Ausbau der Elektromobilität wird sich bei den NOx-Emissionen in jedem Fall positiv auswirken.

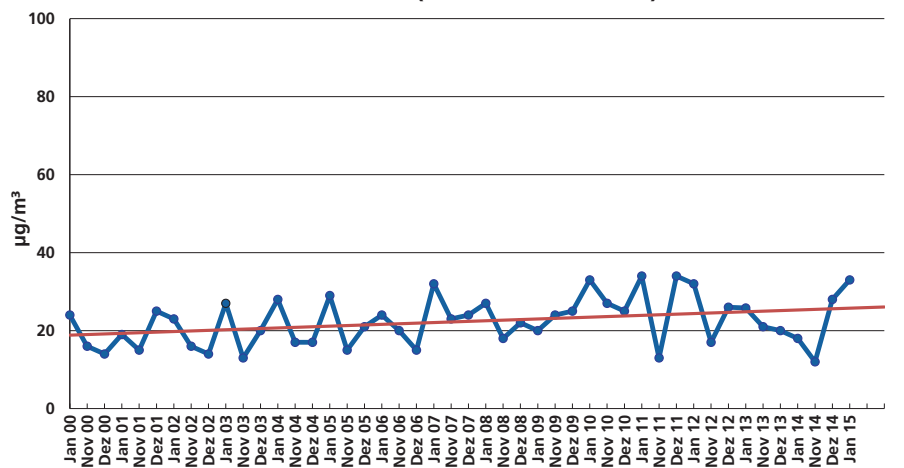
Schaut man sich die Entwicklung nur für die Sommer- und Wintermonate an, so ergeben sich für Nürnberg folgende Grafiken:

Die Ozon-Mittelwerte der Sommermonate Juni bis August, gemessen am Flughafen, ergeben einen leicht steigenden Trend. Bei den Wintermonaten November bis Januar sieht es ähnlich aus.

**Monatsmittelwerte Ozon am Flughafen Nürnberg
Sommermonate (Juni bis August)**



**Monatsmittelwerte Ozon am Flughafen Nürnberg
Wintermonate (November bis Januar)**



Die Ferneinträge von Vorläuferverbindungen sind jedoch lokal nicht beeinflussbar und werden sicher auch zukünftig zum Photosmog in den Sommermonaten beitragen. Auch natürliche Vorläufer-substanzen, wie beispielsweise die Terpene aus den Wäldern, werden zukünftig zur Ozonbildung beitragen. Die längerfristige Entwicklung des Klimas mit möglicherweise zunehmenden Trocken- und Hitzeperioden im Sommer dürfte für die zukünftigen Spitzenbelastungen durch den Sommersmog entscheidend sein.

Dipl.Ing. (FH) Klaus Menge
Fachbereich Immissionen, SUN/U-M5

Literatur:

- (1) Die lufthygienische Situation im dritten Quartal 2015 in Nürnberg.
In: „Daten zur Nürnberger Umwelt 3-2015“
- (2) Bodennahes Ozon und Sommersmog, LfU, Schäffler, Stroh, Ott, 2015
- (3) Informationen über Ozon, LfU, Ref. 24/ Falb, Juli 2014
- (4) www.wikipedia.de (Sommersmog), 2015
- (5) <http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/ozon-belastung>, Stand 10/2015
- (6) Ozonbericht 2009-2011, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Österreich
- (7) Römpf, Lexikon Umwelt, 2. Auflage, 2000
- (8) Air quality in Europe – 2014 report, European Environment Agency, 2014

Die Lage der Luftmessstationen im Stadtgebiet



Standort	Betreiber	Charakteristik
Flughafen Nürnberg	Stadt Nürnberg	Stadtrand / Hintergrundbelastung
Jakobsplatz	Stadt Nürnberg	Innenstadt / Hintergrundbelastung
Muggenhof	Stadt Nürnberg + LfU	Innenstadt / Hintergrundbelastung
Hauptbahnhof	Landesamt für Umwelt (LfU)	Hauptverkehrsstraße
Von-der-Tann-Straße	Landesamt für Umwelt (LfU)	Hauptverkehrsstraße