



## Informationen über Ozon 2008

### 1 Allgemeine Daten zum Ozon

Ozon ist ein unsichtbares Gas und ein natürlicher Spurenbestandteil der Luft. Es enthält ein Sauerstoffatom (O) mehr als „normaler“ Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und hat daher die chemische Formel O<sub>3</sub>. Ozon zerfällt leicht unter Bildung von Sauerstoff; es reagiert begierig mit anderen Stoffen und wirkt dabei oxidierend. In fremdstofffreier Luft wird Ozon unter Laborbedingungen bereits ab Konzentrationen von ca. 40 - 50 µg/m<sup>3</sup> wahrgenommen (Geruchsschwellenwert). In fremdstoffhaltiger Umgebungsluft ist der typische Eigengeruch des Ozons jedoch erst bei viel höheren Konzentrationen eindeutig wahrnehmbar. Ozonimmissionen in den in Bayern in der Außenluft auftretenden Konzentrationen sind daher nicht zu riechen.

Ozonkonzentrationen in der Luft werden in Mikrogramm (µg) pro Kubikmeter (m<sup>3</sup>) oder in Milligramm (mg) pro Kubikmeter angegeben, darüber hinaus auch in ppm (parts per million) oder ppb (parts per billion). Bei einem Luftdruck von 1013 hPa und einer Temperatur von 20 °C besteht folgender Zusammenhang:

$$200 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,200 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,100 \text{ ppm} = 100 \text{ ppb}$$

(1 µg = ein millionstel Gramm; 1 mg = ein tausendstel Gramm)

### 2 Ozonloch und bodennahe Ozonbelastung

Die Verteilung des Ozons in der Lufthülle unserer Erde (Atmosphäre) ist sehr ungleichmäßig. So befinden sich ca. 90% des Ozons in den oberen Luftschichten (Stratosphäre: ca. 10 bis 50 km Höhe). Es entsteht dort aus Sauerstoff unter dem Einfluss der ultravioletten (UV-) Strahlung. Durch das stratosphärische Ozon wird der schädliche Anteil der UV-Strahlung größtenteils absorbiert, wohingegen die für das Leben auf der Erde notwendige Licht- und Wärmestrahlung im Wesentlichen durchgelassen wird.

Seit Ende der 70er Jahre wird insbesondere über dem Südpol während unserer Herbst- und Wintermonate ein deutlicher Abbau des stratosphärischen Ozons festgestellt. Ein Phänomen, das als „Ozonloch“ bezeichnet wird. Das verursachen zu einem großen Teil Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW).

Während das stratosphärische Ozon aufgrund seiner schützenden Wirkung lebenswichtig ist, schadet eine Zunahme der Ozonkonzentration in den unteren Luftschichten (Troposphäre: bis ca. 10 km Höhe) der Umwelt.

### 3 Ursachen für bodennahes Ozon

Schadstoffe, wie Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Staub, gelangen direkt in die Umgebungsluft (= Emission). Dort breiten sie sich je nach meteorologischen Bedingungen aus (= Transmission) und wirken dann auf die Umwelt ein (= Immission). Im Gegensatz dazu wird Ozon nur sehr selten direkt emittiert. Sein Vorkommen in den unteren Luftschichten ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass zwischen der oberen (Stratosphäre) und der unteren Luftschicht (Troposphäre) ein geringer Luftaustausch stattfindet; vor allem aber entsteht unter dem Einfluss der bodennah ankommenden, energiereichen UV-Strahlung durch chemische Umwandlungen weiteres Ozon. Dies findet damit nur bei Sonneneinstrahlung statt. Sie ist an sonnigen Sommertagen am stärksten ausgeprägt und führt in der Regel zu erhöhten Ozonkonzentrationen im Zeitraum zwischen ca. 13<sup>00</sup> Uhr und 19<sup>00</sup> Uhr.

Die Ozonbildung wird erheblich verstärkt, wenn die Luft mit bestimmten Schadstoffen verunreinigt ist, insbesondere mit Kohlenwasserstoffen und Stickstoffoxiden. Dabei ist zwischen vom Menschen verursachten (anthropogenen) und natürlichen Schadstoffemissionen zu unterscheiden:

Bei anthropogenen Ursachen steht der Kraftfahrzeugverkehr an erster Stelle. Kraftfahrzeuge setzen sowohl Stickstoffoxide als auch Kohlenwasserstoffe in großen Mengen frei.

Stickstoffoxide entstehen daneben vor allem bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (z.B. Kohle, Öl, Gas) in Feuerungsanlagen von Industrie, Gewerbe und privaten Haushalten. Kohlenwasserstoffe werden darüber hinaus in größerem Umfang bei der Herstellung und Verwendung von lösemittelhaltigen Produkten, insbesondere Lacken und Farben, freigesetzt.

Beide Schadstoffgruppen sind auch auf natürlichen Ursprungs, Stickstoffoxide beispielsweise bei Vulkanausbrüchen und bei Gewittern und Kohlenwasserstoffe in Wäldern und bei Gärprozessen.

Aus diesen Vorläufersubstanzen (Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe) entsteht über komplizierte Reaktionsmechanismen insbesondere an sehr warmen Sonnentagen großräumig Ozon in höheren Konzentrationen. Diese Verhältnisse sind in ganz Europa zu registrieren.

### 4 Immissionswerte und Verhaltensempfehlungen

In der Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen - 33.BImSchV sind Zielwerte sowie Informations- und Alarmschwellen für Ozon angegeben. Danach gilt ab 2010 als Zielwert ein höchster Achtstundenmittelwert eines Tages, berechnet aus stündlich gleitenden Achtstundenmittelwerten, von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - er darf an höchstens 25 Tagen eines Jahres überschritten werden – und ein AOT40-Wert (Erläuterung siehe Seite 4) von  $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ , gemittelt über 5 Jahre. Die Informations- und Alarmschwellen liegen bei  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Stundenmittelwert. 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  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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. Bei Ozonkonzentrationen über  **$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$**  (Alarmschwelle) wird diese Empfehlung für die Gesamtbevölkerung ausgesprochen. Einzelne Personen können bei länger andauernden Ozonkonzentrationen auch im Bereich unterhalb des Informationswertes unter körperlicher Belastung Beeinträchtigungen erleiden. Kraftfahrzeuge sollten bei Werten über  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht benutzt werden.

## 5 Messungen und Ergebnisse

Das Bayer. Landesamt für Umwelt (LfU) hat im Jahr 2008 an 57 kontinuierlichen Luftmessstationen die Konzentrationen verschiedener Luftschadstoffe gemessen. In 28 der Messstationen wird auch Ozon erfasst. Die Messergebnisse aus dem Jahr 2008 sind in **Tabelle 1** zusammengestellt. Sie lassen eine unterschiedliche Belastungssituation erkennen.

Bei den **Jahresmittelwerten** (MW) ist eine deutliche Abstufung zwischen den Messstationen in unmittelbarer Straßennähe (z.B. München/Stachus), in Stadtrandgebieten (z.B. München/Johanneskirchen) und in stadtfernen Gebieten (z.B. Tiefenbach/Altenschneeberg) festzustellen. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass in den Gebieten mit höheren Luftschadstoffgehalten (Straßennähe, Stadtzentren) insbesondere in den Nachtstunden ein Abbau des Ozons durch Reaktionen mit den Luftschadstoffen stattfindet und sich damit insgesamt niedrigere Tages- und Jahresmittelwerte ergeben. Der höchste Jahresmittelwert wurde mit  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der in 750 Meter über Seehöhe gelegenen Station Tiefenbach/Altenschneeberg gemessen.

Die **maximalen Stundenmittelwerte** unterscheiden sich zwischen den verschiedenen o.g. Gebietstypen weniger stark. Auch hier gibt es aber i.d.R. in den Stadtgebieten und insbesondere in unmittelbarer Straßennähe niedrigere Werte.

Konzentrationen mit Stundenmittelwerten über  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  traten im Jahr 2008 erstmals seit Beginn der Messungen nicht auf. Mit jeweils  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden an den Stationen Erlangen/Kraepelinstraße und Kleinwallstadt/Hofstetter Straße die höchsten Stundenmittelwerte gemessen. Der höchste Stundenmittelwert seit Beginn der Messungen im Jahr 1978 war mit  $307 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (entsprechend  $266 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit dem zwischenzeitlich im Rahmen der europäischen Harmonisierung angewandten Messverfahren) im Jahr 1992 an der Station Aschaffenburg/Bussardweg gemessen worden. Weitere Einzelheiten über die Häufigkeiten der Überschreitung verschiedener Bezugswerte können der Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 1: Ergebnisse kontinuierlicher Ozon-Messungen im Jahr 2008 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Messbeginn	MW	W98	8hGMW	1hHW	AOT40
Messstation		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$
Andechs/Rothenfeld	Apr 04	57	117	148	152	18463
Ansbach/Residenzstraße	Sep 90	36	101	116	152	8099
Arzberg/Egerstraße	Dez 80	41	103	120	127	8810
Aschaffenburg/Bussardweg	Sep 79	36	115	154	160	14956
Augsburg/LfU	Jul 00	47	117	145	156	18134
Bad Reichenhall/Nonn	Feb 85	43	111	131	142	11503
Erlangen/Kraepelinstraße	Apr 04	42	123	156	170	21403
Garm.-Partenk./Kreuzeckbahnstraße	Jan 84	51	114	134	140	14461
Hof/Berliner Platz	Sep 85	45	112	133	142	13749
Kempten(Allgäu)/Westendstraße	Okt 90	48	120	144	152	18737
Kleinwallstadt/Hofstetter Straße	Jan 94	41	118	150	170	17966
Kulmbach/Konrad-Adenauer-Straße	Jun 92	39	108	128	143	11571
Mehring/Sportplatz	Mai 93	44	116	142	161	15882
München/Johanneskirchen	Jul 93	43	111	128	148	12626
München/Lothstraße	Mrz 89	41	108	127	145	10883
München/Stachus	Feb 78	26	81	96	108	1272
Naila/Selbitzer Berg	Okt 95	46	104	126	132	9987
Neustadt a.d.Donau/Eining	Sep 90	44	114	137	148	14895
Neu-Ulm/Gabelsbergerstraße	Jul 92	36	108	135	146	11083
Nürnberg/Bahnhof	Jan 78	34	104	132	145	9033
Passau/Stezhamerstraße	Apr 05	29	104	120	135	9067
Regen/Bodenmaier Straße	Aug 90	40	112	144	154	14330
Regensburg/Rathaus	Jun 91	35	112	137	144	11104
Schweinfurt/Obertor	Jul 92	39	114	141	160	15532
Tiefenbach/Altenschneeberg	Jan 84	63	121	136	149	18670
Trostberg/Schwimmbadstraße	Mai 92	37	108	125	136	11142
Weiden i.d.Opf./Nikolaistraße	Jan 96	40	111	130	142	12915
Würzburg/Kopfclinic	Mai 93	40	111	136	151	13963

MW = Jahresmittelwert

1hHW = höchster Stundenmittelwert

W98 = 98 %-Wert der Summenhäufigkeit

8hGMW = höchster Achtstundenmittelwert  
eines Tages (stündlich gleitend)AOT40 = Summe der Differenzen zwischen stündlichen Konzentrationen und  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei Messwerten  $> 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in der Zeit vom 01.05. bis 31.07. eines Jahres für die Stunden von 08<sup>00</sup> Uhr bis 20<sup>00</sup> Uhr MEZ

Die Messwerte sind auf Normaldruck von 1013 hPa und eine Temperatur von 20 °C bezogen

Tabelle 2: Überschreitungshäufigkeiten im Jahr 2008

Messstation	Anzahl der Tage mit			Anzahl der Werte mit		
	8hGMW	1hHMW		8hGMW	1hHW	
	> 120 µg/m <sup>3</sup>	> 180 µg/m <sup>3</sup>	> 240 µg/m <sup>3</sup>	> 120 µg/m <sup>3</sup>	> 180 µg/m <sup>3</sup>	> 240 µg/m <sup>3</sup>
Andechs/Rothenfeld	10	0	0	55	0	0
Ansbach/Residenzstraße	0	0	0	0	0	0
Arzberg/Egerstraße	0	0	0	0	0	0
Aschaffenburg/Bussardweg	11	0	0	42	0	0
Augsburg/LfU	15	0	0	54	0	0
Bad Reichenhall/Nonn	2	0	0	9	0	0
Erlangen/Kraepelinstraße	22	0	0	105	0	0
Garm.-Partenk./Kreuzeckbahnstraße	9	0	0	40	0	0
Hof/Berliner Platz	6	0	0	20	0	0
Kempten(Allgäu)/Westendstraße	19	0	0	88	0	0
Kleinwallstadt/Hofstetter Straße	15	0	0	78	0	0
Kulmbach/Konrad-Adenauer-Straße	3	0	0	13	0	0
Mehring/Sportplatz	14	0	0	49	0	0
München/Johanneskirchen	5	0	0	13	0	0
München/Lothstraße	2	0	0	7	0	0
München/Stachus	0	0	0	0	0	0
Naila/Selbitzer Berg	2	0	0	7	0	0
Neustadt a.d.Donau/Eining	10	0	0	43	0	0
Neu-Ulm/Gabelsbergerstraße	3	0	0	9	0	0
Nürnberg/Bahnhof	2	0	0	9	0	0
Passau/Steinhamerstraße	0	0	0	0	0	0
Regen/Bodenmaier Straße	6	0	0	21	0	0
Regensburg/Rathaus	6	0	0	19	0	0
Schweinfurt/Obertor	11	0	0	44	0	0
Tiefenbach/Altenschneeberg	19	0	0	116	0	0
Trostberg/Schwimmbadstraße	3	0	0	8	0	0
Weiden i.d.Opf./Nikolaistraße	3	0	0	13	0	0
Würzburg/Kopfclinic	8	0	0	26	0	0

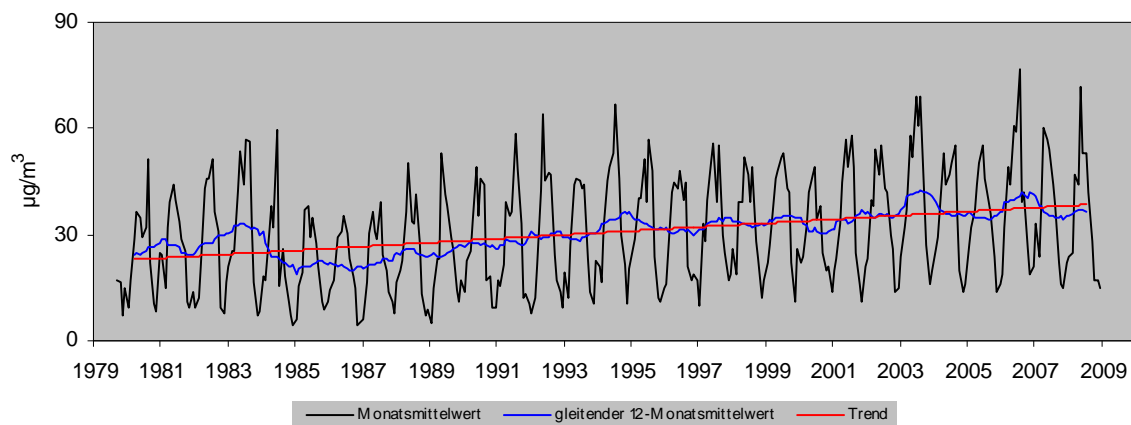
1hHW = höchster Stundenmittelwert

8hGMW = höchster Achtstundenmittelwert  
eines Tages (stündlich gleitend)

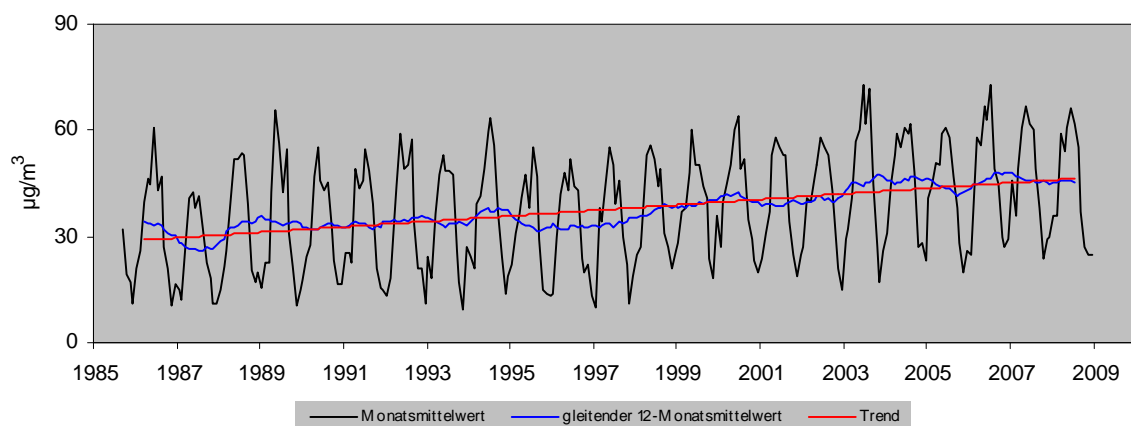
Die Langzeitauswertungen der Messergebnisse des LfU lassen an den meisten Messstationen seit Beginn der Messungen eine steigende Tendenz der Belastung erkennen. So ist eine durchschnittliche jährliche Zunahme der gleitenden 12-Monatsmittelwerte über den jeweiligen Messzeitraum z.B. an den Messstationen Schweinfurt (1992 – 2008) und München/Stachus (1979 - 2008) von  $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sowie an den Messstellen Nürnberg/Bahnhof (1979 – 2008), Augsburg/LfU (1985 - 2008), München/Lothstraße (1989 - 2008), Hof/Berliner Platz (1985 – 2008), Weiden i.d. Opf. (1996 - 2008) und Tiefenbach (1984 - 2008) von je  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festzustellen. Demgegenüber sind an den Messstationen Mehring (1993 -2008), Bad Reichenhall (1985 - 2008), Neu-Ulm (1992 – 2008) und Ansbach (1990 – 2008) mit Zu- bzw. Abnahmen bis zu  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  keine wesentlichen Änderungen zu beobachten. Die langfristigen Verläufe der Ozon-Konzentrationen sind beispielhaft für die Messstationen Aschaffenburg/Bussardweg, Hof/Berliner Platz und Mehring/Sportplatz dargestellt.

## Langzeitauswertungen für Ozon

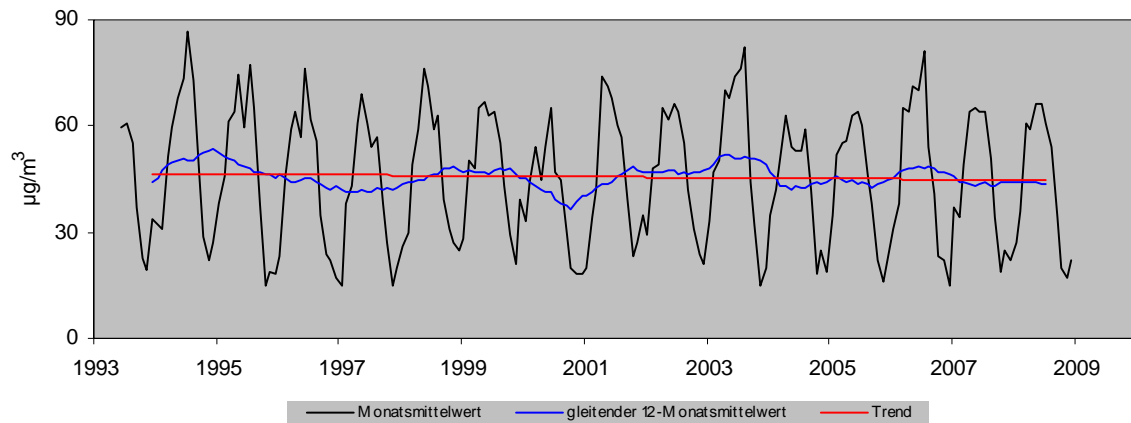
### Aschaffenburg/Bussardweg



### Hof/Berliner Platz



## Mehring/Sportplatz



## 6 Information der Öffentlichkeit

Die tägliche **Unterrichtung der Öffentlichkeit** erfolgt über das Videotextprogramm „Bayerntext“ des Bayer. Rundfunks (Tafeln 630-636) und im Internet unter <http://www.lfu.bayern.de/luft/daten>. Im Winterhalbjahr werden täglich die Messwerte von 06<sup>00</sup>, 09<sup>00</sup>, 12<sup>00</sup>, 15<sup>00</sup>, 18<sup>00</sup> und 21<sup>00</sup> Uhr veröffentlicht. Im Sommerhalbjahr werden die aktuellen Messwerte für den Zeitraum von 12<sup>00</sup> bis 21<sup>00</sup> Uhr stündlich bereitgestellt. Gegen 16<sup>00</sup> Uhr wird eine Ozonprognose für den Folgetag bekannt gegeben. Beide Informationssysteme geben Überschreitungen von Immissionswerten an. Bei **Stundenmittelwerten oberhalb 180 µg/m<sup>3</sup>** (Informationsschwelle) wird in Presse, Rundfunk und Fernsehen darauf hingewiesen, dass Personen, die erfahrungsgemäß besonders empfindlich auf Ozon reagieren, von ungewohnten körperlichen Anstrengungen im Freien sowie von besonderen sportlichen Dauerleistungen Abstand nehmen sollten.

### Impressum:

Herausgeber:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg

Telefon: (0821) 90 71 – 0  
Telefax: (0821) 90 71 – 55 56  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Postanschrift:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
86177 Augsburg

Bearbeitung:  
Ref. 23  
Stand:  
März 2009