



## Informationen über Ozon 2010

### 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 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 über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen- 39. 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. Kraftfahrzeugfahrten sollten bei Werten über  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  soweit möglich eingeschränkt werden.

## 5 Messungen und Ergebnisse

Das Bayer. Landesamt für Umwelt (LfU) hat im Jahr 2010 an 57 kontinuierlichen Luftmessstationen die Konzentrationen verschiedener Luftschadstoffe gemessen. In 29 der Messstationen wird auch Ozon erfasst. Die Messergebnisse aus dem Jahr 2010 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  $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der Station Tiefenbach/Altenschneeberg gemessen.

Die **maximalen Stundenmittelwerte** unterscheiden sich zwischen den verschiedenen o.g. Gebiets-typen 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 2010 an 9 Tagen an insgesamt 14 Messstationen auf. Überschreitungen von  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden in Jahr 2010 nicht registriert. Die Zunahme der Anzahl der Überschreitungen der Informationsschwelle gegenüber den beiden Vorjahren ist meteorologische begründet. Mit  $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden an der Station Andechs/Rothenfeld der höchste Stundenmittelwert 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.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als höchster Achtstundenmittelwert während eines Tages im Mittel über drei Jahre bei 25 zugelassenen Überschreitungen. Dieser Wert wird im Mittel an keiner Station überschritten. Zum Schutz der Vegetation ist ein AOT40-Wert von  $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$  im Mittel über fünf Jahre festgelegt. Dieser Wert wird in Andechs und Erlangen geringfügig überschritten.

Tabelle 1: Ergebnisse kontinuierlicher Ozon-Messungen im Jahr 2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Messbeginn	MW	W98	8hGMW	1hHW	AOT40 2010	AOT40 2006-2010
Messstation		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
Andechs/Rothenfeld	Apr 04	57	132	179	198	22524	19907
Ansbach/Residenzstraße	Sep 90	35	103	138	152	7809	8017
Arzberg/Egerstraße	Dez 80	43	111	146	158	11743	10574
Aschaffenburg/Bussardweg	Sep 79	35	117	160	187	13812	14705
Augsburg/LfU	Jul 00	44	123	160	169	17126	17240
Bad Hindelang/Oberjoch	Jun 10	-	-	( 156 )	( 164 )	-	-
Bad Reichenhall/Nonn	Feb 85	48	123	157	167	13768	11798
Erlangen/Kraepelinstraße	Apr 04	41	125	175	188	17958	18264
Garm.-Partenk./Kreuzeckbahnstraße	Jan 84	50	123	161	170	16147	15803
Hof/Berliner Platz	Sep 85	43	112	151	165	-	13694
Kempten(Allgäu)/Westendstraße	Okt 90	47	128	173	180	19226	17337
Kleinwallstadt/Hofstetter Straße	Jan 94	40	123	166	192	17050	16707
Kulmbach/Konrad-Adenauer-Straße	Jun 92	40	116	163	168	14647	13867
Mehring/Sportplatz	Mai 93	46	121	155	167	15710	15158
München/Johanneskirchen	Jul 93	46	126	161	186	17909	14894
München/Lothstraße	Mrz 89	40	125	170	177	17432	12855
München/Stachus	Feb 78	31	96	129	141	5775	3328
Naila/Selbitzer Berg	Okt 95	47	112	148	153	11618	13224
Neustadt a.d.Donau/Eining	Sep 90	45	122	162	177	16318	16755
Neu-Ulm/Gabelsbergerstraße	Jul 92	36	123	162	178	-	11500
Nürnberg/Bahnhof	Jan 78	34	114	173	190	12624	10293
Passau/Stelzhamerstraße	Apr 05	29	104	135	144	7864	9076
Regen/Bodenmaier Straße	Aug 90	40	114	139	149	12894	12422
Regensburg/Rathaus	Jun 91	28	92	127	146	4495	5523
Schweinfurt/Obertor	Jul 92	38	113	158	166	11608	12809
Tiefenbach/Altenschneeberg	Jan 84	56	127	150	156	14739	15876
Trostberg/Schwimmbadstraße	Mai 92	39	118	155	163	14160	14157
Weiden i.d.Opf./Nikolaistraße	Jan 96	39	114	150	157	13186	11728
Würzburg/Kopflinik	Mai 93	39	121	162	170	15022	13283

MW = Jahresmittelwert  
W98 = 98 %-Wert der Summenhäufigkeit

1hHW = höchster Stundenmittelwert  
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

Werte in Klammern: Kein vollständiger Jahresdatensatz

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

Tabelle 2: Überschreitungshäufigkeiten im Jahr 2010

Messstation	Anzahl der Tage mit				Anzahl der Werte mit		
	8hGMW 2010	8hGMW 2008-2010	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	34	21	8	0	243	17	0
Ansbach/Residenzstraße	5	2	0	0	21	0	0
Arzberg/Egerstraße	12	4	0	0	60	0	0
Aschaffenburg/Bussardweg	19	12	1	0	92	1	0
Augsburg/LfU	20	14	0	0	122	0	0
Bad Hindelang/Oberjoch	( 14 )	-	( 0 )	( 0 )	( 153 )	( 0 )	( 0 )
Bad Reichenhall/Nonn	18	8	0	0	82	0	0
Erlangen/Kraepelinstraße	22	20	2	0	143	6	0
Garm.-Partenk./Kreuzeckbahnstraße	20	13	0	0	129	0	0
Hof/Berliner Platz	12	4	0	0	68	0	0
Kempten(Allgäu)/Westendstraße	28	17	0	0	172	0	0
Kleinwallstadt/Hofstetter Straße	23	15	1	0	141	2	0
Kulmbach/Konrad-Adenauer-Straße	16	7	0	0	86	0	0
Mehring/Sportplatz	17	11	0	0	80	0	0
München/Johanneskirchen	28	13	1	0	154	2	0
München/Lothstraße	23	10	0	0	146	0	0
München/Stachus	4	1	0	0	15	0	0
Naila/Selbitzer Berg	7	4	0	0	44	0	0
Neustadt a.d.Donau/Eining	23	13	0	0	112	0	0
Neu-Ulm/Gabelsbergerstraße	24	10	0	0	123	0	0
Nürnberg/Bahnhof	15	6	1	0	79	3	0
Passau/Stelzhammerstraße	4	1	0	0	12	0	0
Regen/Bodenmaier Straße	12	6	0	0	54	0	0
Regensburg/Rathaus	1	2	0	0	4	0	0
Schweinfurt/Obertor	12	9	0	0	71	0	0
Tiefenbach/Altenschneeberg	23	15	0	0	243	0	0
Trostberg/Schwimmbadstraße	18	8	0	0	78	0	0
Weiden i.d.Opf./Nikolaistraße	16	6	0	0	89	0	0
Würzburg/Kopfclinik	21	10	0	0	114	0	0

1hHW = höchster Stundenmittelwert

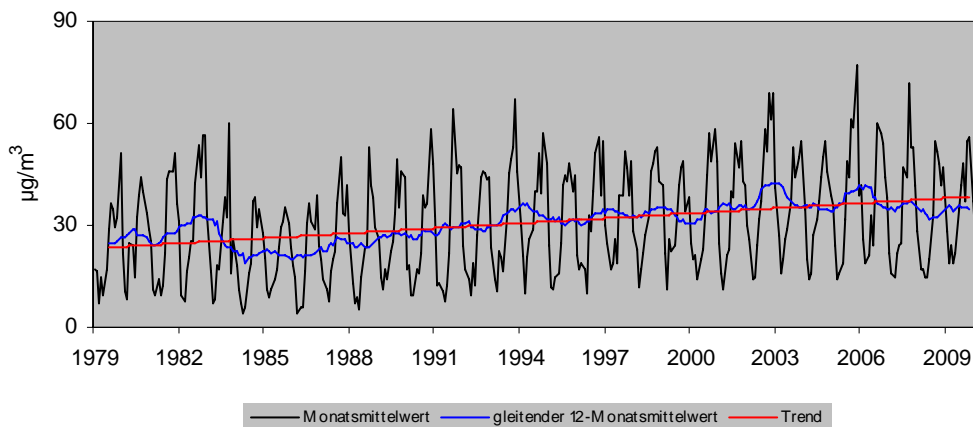
8hGMW = höchster Achtstundenmittelwert  
eines Tages (stündlich gleitend)

Werte in Klammern: Kein vollständiger Jahresdatensatz

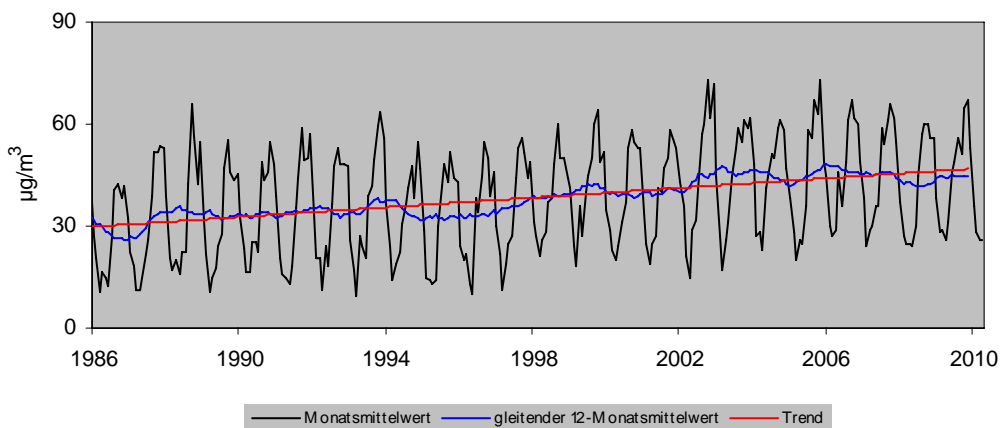
Die Langzeitauswertungen der Messergebnisse des LfU lassen an den meisten Messstationen seit Beginn der Messungen eine steigende Tendenz der Belastung erkennen. So ist eine durchschnittliche jährliche Zunahme der gleitenden 12-Monatsmittelwerte über den jeweiligen Messzeitraum z.B. an den Messstationen Schweinfurt (1992 – 2010) und München/Stachus (1979 - 2010) und Nürnberg/Bahnhof (1979 – 2010) von je  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; an den Messstationen Augsburg/LfU (1985 - 2010) und Hof/Berliner Platz (1985 – 2010) von je  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festzustellen. An den Messstationen Bad Reichenhall (1985 - 2010), Kleinwallstadt (1994 – 2010), Neu-Ulm (1992 – 2010), Neustadt a.d.Donau (1990 – 2010), Naila (1997 – 2010), Trostberg (1994 – 2010), München/Johnneskirchen (1994 – 2010) und Ansbach (1990 – 2010) sind mit Zu- bzw. Abnahmen bis zu  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  keine wesentlichen Änderungen zu beobachten. Lediglich die Stationen Andechs (2003 – 2010) und Mehring (1993 – 2010) zeigen mit einer Abnahme von  $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  einen gegenläufigen Trend, der für den Zeitraum von 2003 bis 2010 auch an den anderen Stationen erkennbar ist. Auch die höchsten Stundenmittelwerte zeigen für diesen Zeitraum eine abnehmende Tendenz. Die langfristigen Verläufe der Ozon-Konzentrationen sind beispielhaft für die Messstationen Aschaffenburg/Bussardweg, Hof/Berliner Platz und Mehring/Sportplatz dargestellt.

## Langzeitauswertungen für Ozon

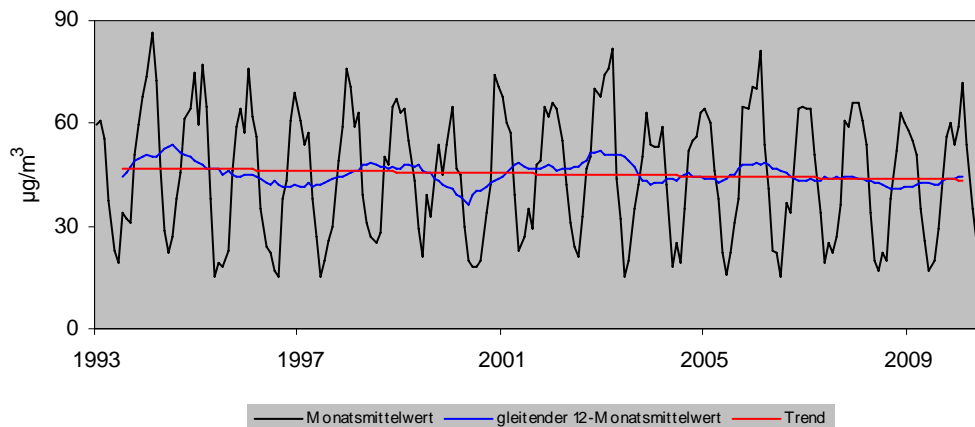
### Aschaffenburg/Bussardweg



### 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:  
Mai 2011