

Ozonsituation in Sachsen 2018

Vorläufige Ergebnisse - Kurzbericht

Hohe Ozon-Konzentrationen entstehen bei länger anhaltenden Hochdruckwetterlagen mit Temperaturen über 30 °C und intensiver Sonneneinstrahlung durch chemische Reaktionen aus den Vorläufersubstanzen Stickstoffdioxid und flüchtigen Kohlenwasserstoffverbindungen. Dabei ist die Ozonbelastung in ländlichen Gebieten und im Mittelgebirge aufgrund der geringen Abbaurate des Ozons durch andere Schadstoffe und der Höhenlage am stärksten. Die Ozonkonzentrationen in den bodennahen Schichten weisen einen ausgeprägten Jahresgang mit Höchstwerten im Sommerhalbjahr auf.

Der Sommer 2018 war mit einer Temperaturabweichung von + 3,1 K zur Klimareferenzperiode 1961 – 1990 einer der wärmsten seit Messbeginn. Auch in den Monaten April und Mai lagen die Temperaturen und die Sonnenscheindauer deutlich über den Referenzwerten. An den Stationen des Luftmessnetzes wurden von April bis September an 58 Tagen Höchsttemperaturen über 30°C gemessen. Insgesamt war der Zeitraum April bis August in Sachsen deutlich zu warm (+ 3,8 K) mit durchschnittlich 39 Prozent mehr Sonnenschein und viel zu trocken.

Diese außergewöhnlichen meteorologischen Bedingungen führten zu einer hohen Ozonbelastung in Sachsen. Es kam vereinzelt zu Überschreitungen der Ozoninformationsschwelle (Kurzzeitbelastung). Der 05.07.2018 wird als Episodentage¹ eingestuft. Insgesamt herrschte von April bis Mitte September eine hohe Dauerbelastung. Der Zielwert für die menschliche Gesundheit wurde auch außerhalb des Erzgebirgskamms überschritten. Der Zielwert für die Vegetation (AOT40) konnte auf dem Erzgebirgskamm nicht eingehalten werden.

1. Akute Ozonbelastungen - Überschreitung der Informationsschwelle

Der Schwellenwert zur Information der Öffentlichkeit über kurzfristige akute Ozonbelastungen beträgt 180 µg/m³ (Stundenmittelwert).

2018 wurde diese Informationsschwelle in Sachsen an vier Tagen überschritten (Tabelle 2 und 3 im Anhang). Die Alarmschwelle von 240 µg/m³ Ozonkonzentration wurde nicht überschritten.

Abbildung 1 zeigt die Überschreitungshäufigkeit der Informationsschwelle in den letzten 15 Jahren im Vergleich zu den heißen Tagen². Die Überschreitungshäufigkeiten schwanken zwischenjährlich sehr und werden von den Witterungsbedingungen stark beeinflusst. Trotz Zunahme der heißen Tage in diesem Zeitraum, insbesondere 2018, sank im Mittel die An-

¹ Episodentag: Ozon-1-Stundenmittelwert von mehr als 180 µg/m³ an mehr als 25 Prozent der Ozonmessstellen
Ozonepisode: mindestens zwei aufeinanderfolgende Episodentage

² Maximale 1-Stundentemperatur am Tag > 30° C

zahl der Stunden mit Ozonkonzentrationen über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es wird angenommen, dass die Verringerung der Überschreitungshäufigkeit der Informationsschwelle ein Indiz für die Abnahme von Vorläufersubstanzen in der Luft im letzten Jahrzehnt ist.

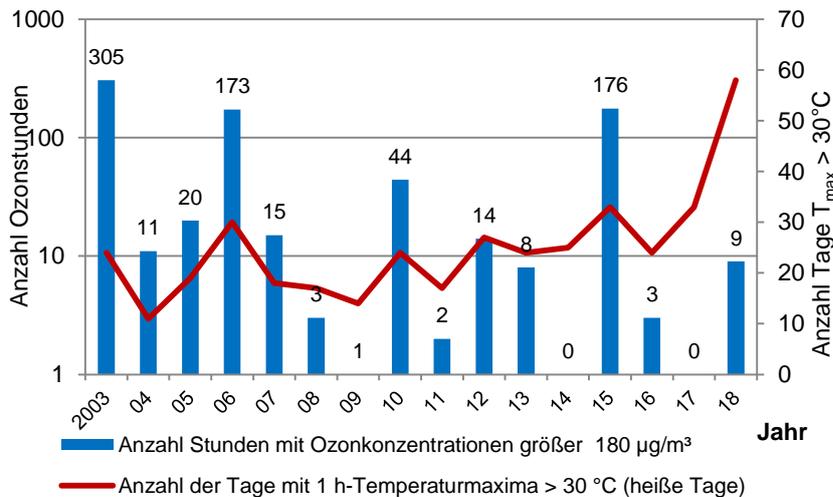


Abbildung 1: Anzahl der Überschreitungen³ der Ozoninformationsschwelle im Vergleich zur Anzahl heißer Tage in den vergangenen 15 Jahren

Mit dem Rückgang sehr hoher Messwerte ändert sich die Häufigkeitsverteilung der Ozonkonzentrationen. Abbildung 2 zeigt diese Häufigkeitsverteilung an der Station Radebeul-Wahnsdorf für das Jahr 2018 im Vergleich zum Jahr 2003, einem Jahr mit ähnlich extremer Witterung im Sommer.

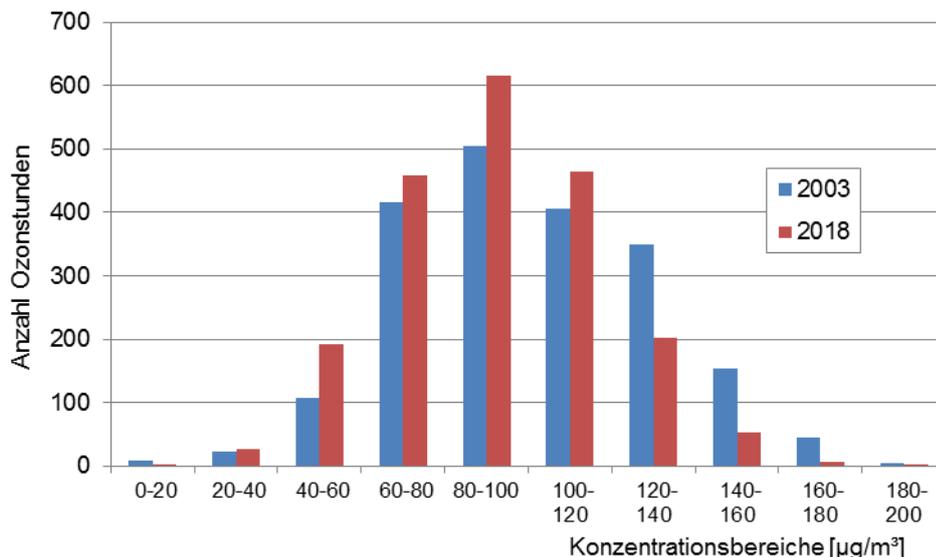


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilungen der Ozonkonzentration im Sommerhalbjahr in der Zeit von 8 bis 20 Uhr an der Station Radebeul-Wahnsdorf 2003 und 2018

Trotz ähnlicher Temperaturbedingungen gab es 2018 deutlich weniger akute Belastungen als 2003. Dafür sind viel mehr Ozonkonzentrationen zwischen 40 und $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufgetreten.

³ Summe der Einzelüberschreitungen von allen durchgehend seit 2003 gemessenen Stationen (12) in Sachsen

2. Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Zur Beurteilung einer Langzeitbelastung durch hohe Ozonkonzentrationen wird der **Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit** (Tabelle 1, Kapitel 5) herangezogen. Dazu werden die Tage aufsummiert, an denen mindestens ein gleitender 8-Stundenmittelwert größer als $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftritt. 25 Tage im Kalenderjahr mit Überschreitungen sind zulässig. Um den Einfluß von meteorologischen Schwankungen zu reduzieren, wird für die Berechnung des Zielwertes ein 3-Jahresmittelwert gebildet.

Im Berechnungszeitraum 2016 bis 2018 wurde der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit in Sachsen an sieben (von 18) Messstellen überschritten (Abbildung 3, Tabelle 4a im Anhang). Die Abbildung 4 zeigt für ausgewählte Stationen die großen Unterschiede bei der Anzahl der Tage mit Überschreitungen Zielwertes für die Jahre 2016 bis 2018, aus denen der Mittelwert für 2018 gebildet wird. Betrachtete man das Jahr 2018 einzeln, so wäre durch die extremen Witterungsbedingungen an 15 von 18 Stationen der Zielwert nicht eingehalten.

Vergleicht man wiederum die Einzeljahre 2003 und 2018 (Tabelle 4b im Anhang), so gibt es einen Rückgang der Überschreitungen des Zielwertes von ca. 40 Prozent.

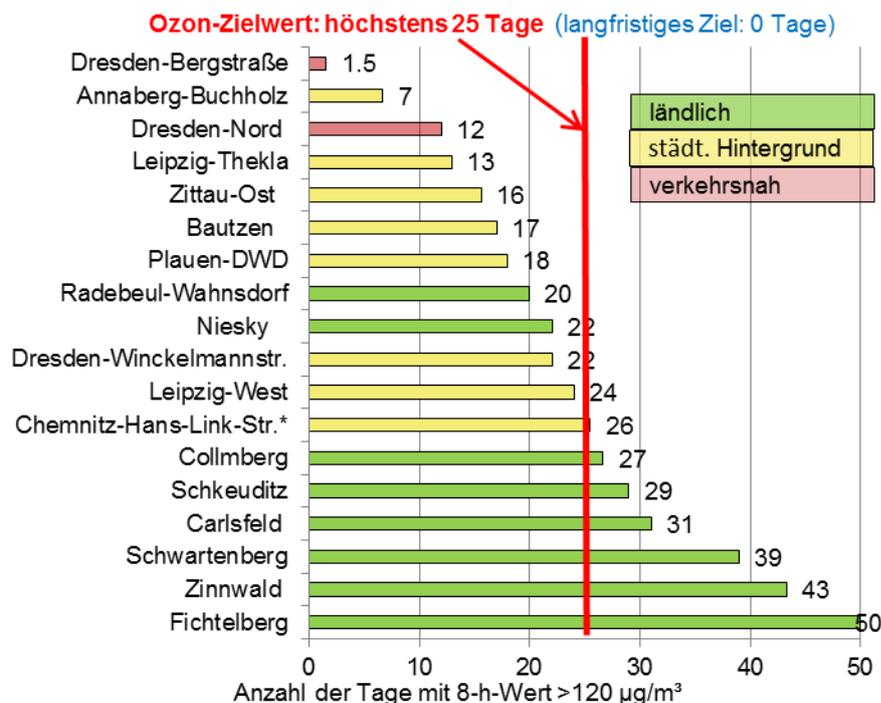


Abbildung 3: Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Mittelwert 2016-2018; vorläufiges Ergebnis, Stand 10. Oktober 2018)

* Messbeginn Chemnitz-Hans-Link-Straße und Dresden Bergstraße: 01.01.2017, damit nur Werte aus 2017 und 2018 berücksichtigt (39.BImSchV Anlage7, B, Pkt. 2)

Der seit Anfang 2000 beobachtete Rückgang der Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stagniert in den letzten Jahren (Abbildung 5). An den vier Stationen auf dem Erzgebirgskamm (Höhe der Stationen: 787 m – 1214 m) hat sich ein mittlerer Wert oberhalb des Zielwertes eingeepegelt. An allen anderen Stationen wird der Zielwert in der Regel eingehalten. Ausnahmen gibt es in Jahren mit ausgeprägten Hochdruckwetterlagen, extrem hohen Temperaturen und einer starken Sonneneinstrahlung in den Sommermonaten, wie im Jahr 2018.

Der langfristige Zielwert (Tabelle 1) wird an allen Stationen überschritten.

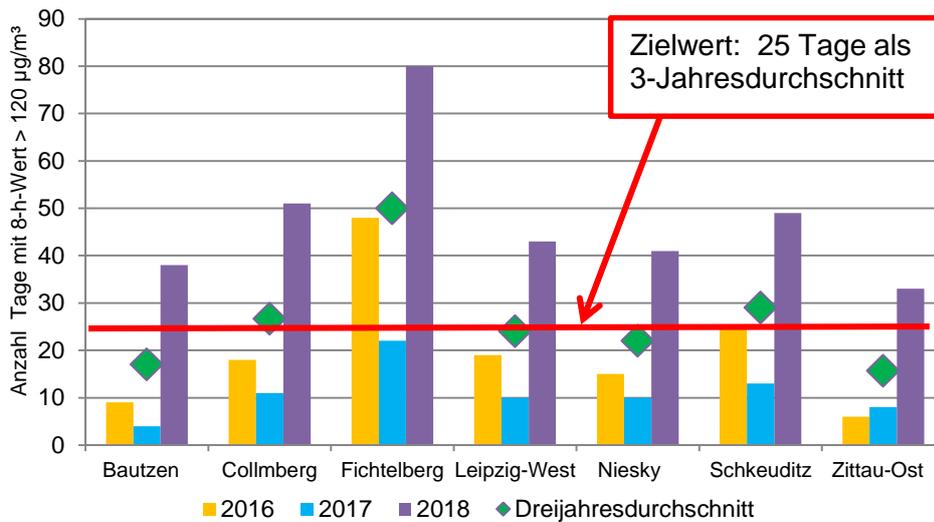


Abbildung 4: Anzahl der Tage mit 8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m³ für die Jahre 2016, 2017 und 2018 sowie den zugehörigen 3-Jahresmittelwerten nach 39.BImSchV für ausgewählte Stationen

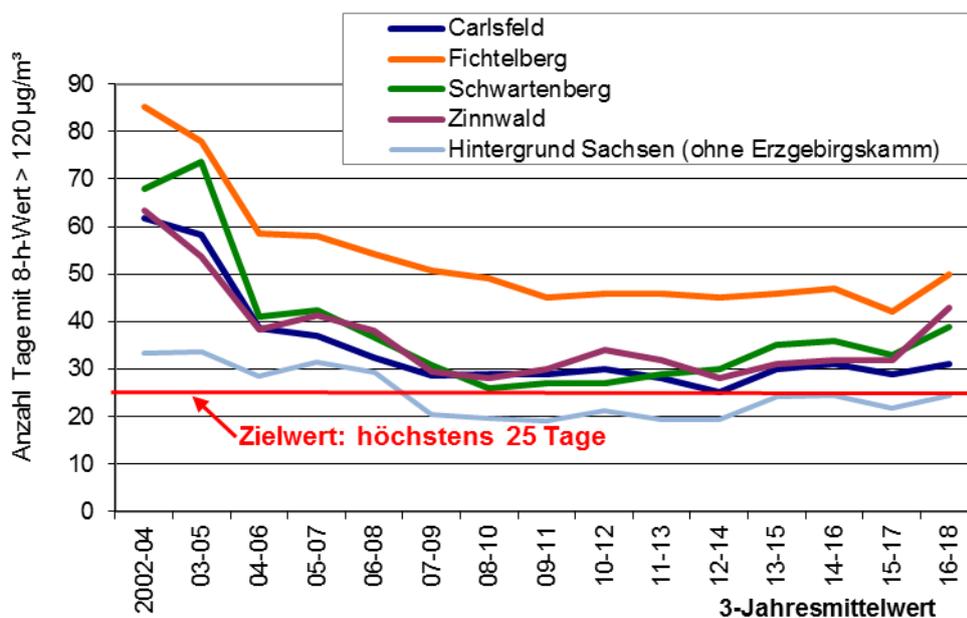


Abbildung 5: Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m³ an Stationen auf dem Erzgebirgskamm im Vergleich zum sächsischen regionalen Hintergrund – Entwicklung seit 2004 (2018 vorläufige Werte)

3. Schutz der Vegetation (AOT40)

Grundlage zur Bewertung der Ozonsituation zum Schutz der Pflanzen sind die Stunden mit Tageslicht (8 – 20 Uhr) während der Wachstumsphase der Pflanzen von Mai bis Juli, ausgedrückt mit dem AOT40⁴. Aufgrund der meteorologischen Schwankungen von Jahr zu Jahr wird ein Mittelwert über fünf Jahre betrachtet.

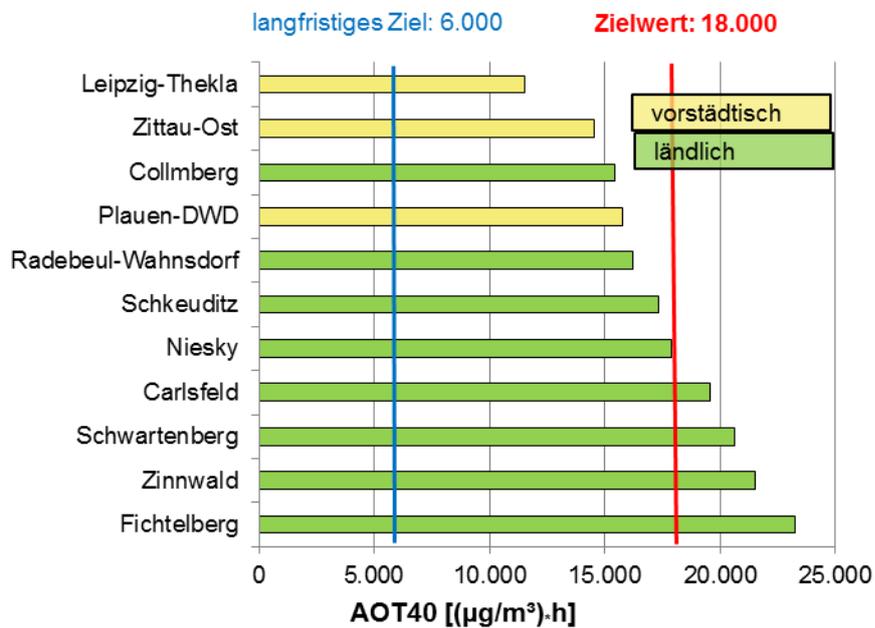


Abbildung 6: Schutz der Vegetation – AOT40 (Mittelwert 2014-2018)

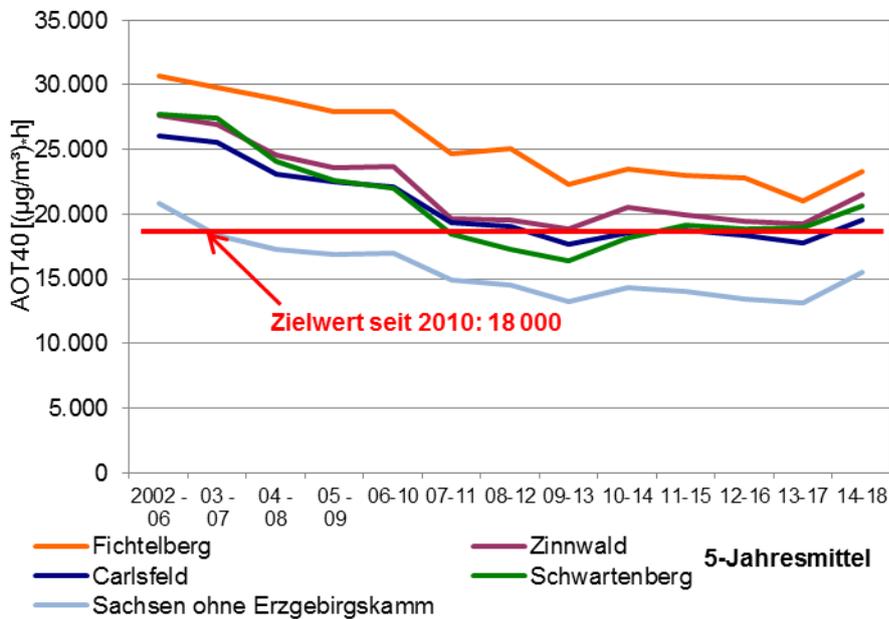


Abbildung 7: Entwicklung des AOT40 zum Schutz der Vegetation auf dem Erzgebirgskamm im Vergleich zum sächsischen Hintergrund

⁴ Definition siehe 39.BImSchV, §1; kurz: Summierte Differenz zwischen Ozonwerten über 80 µg/m³ und 80 µg/m³, Maßeinheit: (µg/m³)·h

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40) wurde in Sachsen im Berechnungszeitraum 2014 bis 2018 an 4 von 11 Messstellen überschritten (Vorjahr 3 Stationen). Alle Messstellen mit Überschreitungen befinden sich auf dem Erzgebirgskamm (Abbildung 6, Tabelle 5a im Anhang). Der langfristige Trend zu niedrigeren Werten bei diesen Messstationen stagniert auf einem Werte oberhalb des AOT40-Zielwertes, wie Abbildung 7 veranschaulicht. Im übrigen Sachsen wird dieser Zielwert in der Regel eingehalten. In einzelne Extremjahren wie 2018 können die Einzelwerte den AOT 40-Wert von 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-h übersteigen, die 5-Jahresmittelwerte halten den Zielwert aber ein. Vergleich man die AOT40-Werte der Jahre 2003 und 2018 (Tabelle 5b), so erkennt man auch einen Rückgang der Konzentrationen um mehr als 20 Prozent. Der langfristige AOT40-Zielwert von 6.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*h wird an allen Stationen in Sachsen weit überschritten.

4. Entwicklung der Ozonkonzentration in Sachsen

Der Langzeittrend an der Station Radebeul-Wahnsdorf zeigt ab Anfang der 70er Jahre bis Mitte der 90er Jahre einen Anstieg der Ozonkonzentrationen im Jahresmittel. Danach ändern sich die Ozonkonzentrationen nicht mehr signifikant. Der Jahresverlauf der Ozonkonzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf seit 1974 verdeutlicht, dass der Konzentrationsanstieg seit Mitte der 70er Jahre gleichmäßig über das Jahr verteilt ist (Abbildung 8). Seit mehr als 15 Jahren sind die gebietsbezogenen Ozonkonzentrationen in Hinblick auf die Jahresmittelwerte aber im Wesentlichen auf gleichem Niveau geblieben.

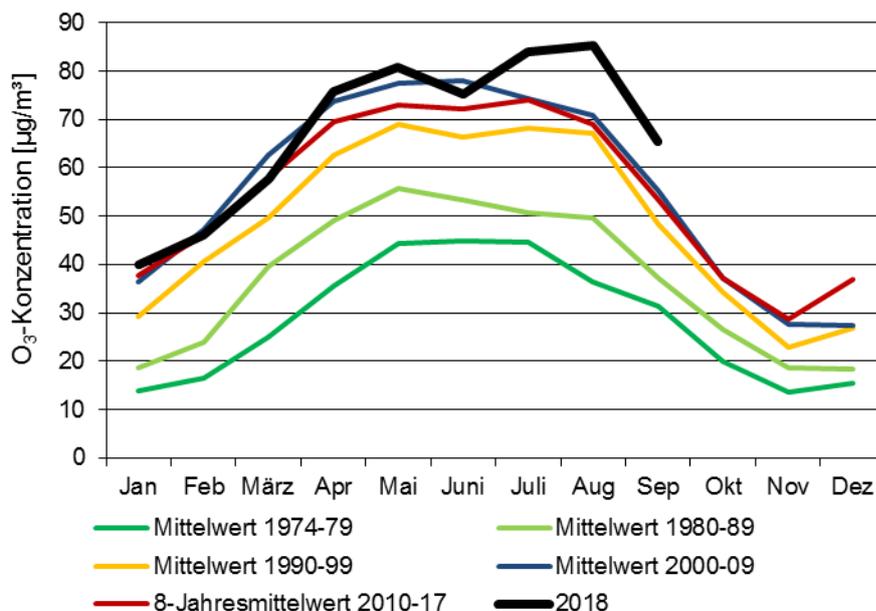


Abbildung 8: Entwicklung des Jahresverlaufes der Ozon-Konzentration seit 1974 an der Station Radebeul-Wahnsdorf

5. Gesetzliche Grundlagen

Tabelle 1: Angaben zu den Ozon-Zielwerten, zur Informations- und Alarmschwelle

O ₃ [µg/m ³]	1-h-Wert	8-h-Wert	AOT40	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV		120 (25-mal)*		höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages, berechnet aus gleitenden 8-Stundenmittelwerten (Mittelwert über 3 Jahre)	8 Stunden	menschliche Gesundheit	Z ab 2010
			18.000 (µg/m ³) h	AOT40, berechnet aus Stundenmittelwerten (Mittelwertbildung über 5 Jahre)	Mai bis Juli (8 - 20 Uhr)	Vegetation	Z ab 2010
		120		höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages während eines Kalenderjahres	8 Stunden	menschliche Gesundheit	LFZ ab 2020
			6.000 (µg/m ³) h	berechnet aus Stundenmittelwerten	Mai bis Juli (8 - 20 Uhr)	Vegetation	LFZ ab 2020
	180			Stundenmittelwert	volle Stunde	Informationsschwelle	S
	240			Stundenmittelwert	volle Stunde	Alarmschwelle	S

* maximal zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
Z – Zielwert,

LFZ – Langfristzielwert

S – Schwellenwert

6. Zusammenfassung

Die Ozonkonzentrationen im Sommer 2018 waren witterungsbedingt außergewöhnlich hoch. Die Informationsschwelle von 180 µg/m³ wurde an 4 Tagen überschritten. Die Zielwerte zum Schutz der Gesundheit und zum Schutz der Vegetation wurden wie in den Vorjahren an Stationen auf dem Erzgebirgskamm nicht eingehalten. Zusätzlich wurde der Zielwert zum Schutz der Gesundheit auch an den Stationen Schkeuditz, Collmberg und Chemnitz-Hans-Link-St. nicht eingehalten.

Betrachtet man den Zeitraum der letzten 15 Jahre, so sind die Ozonkonzentrationen allmählich gesunken. In extremen heißen Sommern wie 2003, 2015 und 2018 steigen die Ozonwerte witterungsbedingt aber wieder deutlich an.

Abschließende Ergebnisse zur Ozonsituation 2018 erscheinen im Bericht „Luftqualität in Sachsen -Jahresbericht 2018“, der ab Juli 2018 im Internet bereitgestellt wird. Angaben zu den Messstationen in Sachsen sind unter

<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/3655.htm> abrufbar.

Anhang

Tabelle 2: Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Ozon-Informationsschwelle von 180 µg/m³ im Jahr 2018 mit Angabe der maximalen Ozonkonzentrationen

Station	Maximale Ozonkonzentrationen [µg/m ³]				Anzahl Tage
	5.7.	2.8.	8.8.	9.8.	
Annaberg-Buchholz					0
Bautzen		191			1
Carlsfeld					0
Chemnitz-Mitte					0
Collmberg	199				1
Dresden-Bergstraße					0
Dresden-Nord					0
Dresden-Winckelmannstr.	187				1
Fichtelberg					0
Leipzig-West	191				1
Leipzig-Thekla					0
Niesky					0
Plauen DWD					0
Radebeul-Wahnsdorf	183				1
Schkeuditz	183				1
Schwartenberg					0
Zinnwald	190		182	181	3
Zittau-Ost					0
Anzahl Stationen	6	1	1	1	

Tabelle 3: Anzahl der Stunden mit Überschreitungen der Ozon-Informationsschwelle von 180 µg/m³ im Jahr 2018

Station					Anzahl Stunden
	5.7.	2.8.	8.8.	9.8.	
Annaberg-Buchholz					0
Bautzen		1			1
Carlsfeld					0
Chemnitz-Mitte					0
Collmberg	4				4
Dresden-Bergstraße					0
Dresden-Nord					0
Dresden-Winckelmannstr.	1				1
Fichtelberg					0
Leipzig-West	5				5
Leipzig-Thekla					0
Niesky					0
Plauen DWD					0
Radebeul-Wahnsdorf	1				1
Schkeuditz	3				3
Schwartenberg					0
Zinnwald	3		1	1	5
Zittau-Ost					0
Anzahl der Stunden	17	1	1	1	20

Tabelle 4: Anzahl Tage mit einem Ozon-8-Stundenmittelwert größer als 120 µg/m³ *

a) Langjährige Entwicklung

Station	3-Jahresmittelwert												
	04-06	05-07	06-08	07-09	08-10	09-11	10-12	11-13	12-14	13-15	14-16	15-17	16-18
Annaberg	13	12	12	5	6	6	6	6	6	11	9	8	7
Bautzen	22	24	19	11	12	12	13	11	13	19	19	15	17
Carlsfeld	39	37	32	29	29	29	30	28	25	30	31	29	31
Chemnitz-Hans-Link-Str.*	22	23	21	14	16	16	18	15	13	21	22	10	26
Collmberg	31	35	34	24	25	22	22	19	22	27	27	21	27
Dresden-Bergstraße	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Dresden-Nord	5	7	7	5	6	6	7	5	6	12	15	13	12
Dresden-Winckelmannstr.	-	-	-	5	14	13	15	13	14	21	22	20	22
Fichtelberg	59	58	54	51	49	45	46	46	45	46	47	42	50
Leipzig-Thekla	11	17	16	10	12	12	15	10	10	13	13	10	13
Leipzig-West	22	23	22	15	16	16	19	15	16	20	21	19	24
Niesky	30	33	29	20	18	19	22	22	19	26	24	22	22
Plauen-DWD	29	31	27	17	18	18	18	16	16	20	18	15	18
Radebeul-Wahnsdorf	30	32	29	19	18	18	22	19	18	22	23	22	20
Schkeuditz	23	26	25	19	17	17	19	17	18	22	24	22	29
Schwartenberg	41	43	37	31	26*	27*	27*	29	30	35	36	33	39
Zinnwald	38	41	38	29	28	30	34	32	28	31	32	32	43
Zittau-Ost	26	28	12	11	12	12	15	13	13	14	12	12	16

rot markiert: Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit

b) Vergleich 2003 - 2018

Station	2003	2018*	Reduktion von 2003 - 2018 auf [%]
Annaberg	30	11	37
Bautzen	60	38	63
Carlsfeld	97	52	54
Collmberg	75	51	68
Fichtelberg	118	80	68
Radebeul-Wahnsdorf	77	28	36
Schwartenberg	104	60	58
Zinnwald	94	75	80
Zittau-Ost	65	33	51

Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit: Der maximale 8-h-Wert eines Tages darf den Wert von 120 µg/m³ an höchstens 25 Tagen im Kalenderjahr überschreiten, gemittelt über 3 Jahre

*vorläufige Werte, Stand 10.10.2018

Tabelle 5: Überschreitung des Ozon-Zielwertes zum Schutz der Vegetation

a) Langjährige Entwicklung

Messstelle	AOT40 [(µg/m³)*h] Mai bis Juli 5-Jahresmittel										
	2004-08	2005-09	2006-10	2007-11	2008-12	2009-13	2010-14	2011-15	2012-16	2015-17	2014-18
Carlsfeld	23.101	22.470	22.122	19.322	19.006	17.690	18.586	18.730	18.332	17.787	19.556
Collmberg	17.513	17.631	18.255	15.182	14.931	12.694	13.799	13.316	12.848	12.244	15.446
Fichtelberg	28.867	27.970	27.909	24.641	25.111	22.297	23.487	22.993	22.793	21.015	23.270
Leipzig-Thekla	11.233	11.127	13.252	12.913	12.251	11.001	12.287	10.735	9.830	9.473	11.531
Niesky	20.818	19.981	19.450	17.014	16.603	15.573	17.173	18.160	16.481	15.794	17.915
Plauen-DWD	19.155	18.864	18.436	14.526	14.080	12.678	13.111	12.888	12.711	13.171	15.772
Radebeul-Wahnsdorf	19.733	19.147	19.152	16.220	15.473	14.158	15.324	14.929	14.447	14.475	16.210
Schkeuditz	17.152	17.271	17.877	15.376	15.084	13.654	14.948	14.798	14.815	14.413	17.352
Schwartenberg	24.115	22.599	21.959	18.439	17.293	16.380	18.201	19.121	18.898	18.905	20.621
Zinnwald	24.563	23.611	23.657	19.665	19.540	18.826	20.480	19.908	19.406	19.258	21.513
Zittau-Ost	15.108	14.358	12.717	12.770	13.348	12.515	13.306	13.257	12.864	12.084	14.555

rot markiert: Überschreitung des Zielwertes von 18.000 (µg/m³)-h zum Schutz der Vegetation

b) Vergleich 2003, 2018

	2003	2018	Reduktion von 2003 - 2018 auf [%]
Carlsfeld	34.903	25.044	72
Collmberg	25.687	24.334	95
Fichtelberg	36.492	28.883	79
Radebeul-Wahnsdorf	29.228	19.771	68
Schwartenberg	37.657	25.304	67
Zinnwald	34.254	29.864	87
Zittau-Ost	26.498	22.284	84

Berechnungsgrundlage: Monate Mai – Juli, 8.00 Uhr – 20.00 Uhr MEZ, Summation der Differenz aller Ozonstundenmittelwerte > 80 µg/m³ und 80 µg/m³