



Luftqualität in Sachsen 2021



Luftqualität in Sachsen Jahresbericht 2021

Annette Pausch, Martina Straková, Susanne Bastian, Uwe Wolf, Juliane Höhle, Wolfgang Poppitz

Inhaltsverzeichnis

1	Das Luftmessnetz in Sachsen	9
2	Meteorologische Bedingungen 2021	12
3	Beurteilungsgrundlagen	15
3.1	Gesetzliche Grundlagen	15
3.2	WHO-Empfehlungen.....	18
3.3	Datenqualität	20
4	Ergebnisse 2021	22
4.1	Schwefeldioxid (SO ₂).....	22
4.2	Ozon (O ₃)	23
4.3	Stickoxide (NO _x)	32
4.4	Benzol / Toluol / Xylol	36
4.5	Feinstaub PM ₁₀ und PM _{2,5} sowie PM ₁₀ -Inhaltsstoffe	37
4.5.1	PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Jahresmittelwerte	38
4.5.2	PM ₁₀ -Episoden.....	41
4.5.3	Anzahl der PM ₁₀ -Überschreitungstage	41
4.5.4	PM ₁₀ -Inhaltsstoffe	42
4.5.4.1	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	42
4.5.4.2	Schwermetalle	43
4.5.4.3	Elementarer und organischer Kohlenstoff (EC und OC).....	44
4.5.4.4	Black Carbon (BC).....	44
4.6	Staubniederschlag	46
4.7	Nasse Deposition.....	47
5	Luftqualität 2021 – Zusammenfassung	50
6	Projekte und Sondermessungen/-auswertungen	51
6.1	Vergleich der Messwerte der Stationen Collmburg und Liebschützberg.....	51
6.2	Saharastaub	51
6.3	Einfluss von Niederschlagsarmut auf die Konzentration von Luftschadstoffen	54
6.4	Projekt "Mobile Partikelmessungen in Dresden im Sommer 2021".....	56
6.5	Projekt "Ruß und Größenverteilung ultrafeiner und feiner Partikel in der Außenluft in Leipzig und Dresden und Gesundheit"	57
6.6	Projekt "Tendenzen, Verursacher und Auswirkungen der Ozonbelastung in Sachsen" und "Erstellung und Erprobung eines Konzeptes zur kontinuierlichen Messung von kohlenstoffhaltigen Ozon-Vorläuferstoffen"	58
6.7	Projekt "Kontinuierliche Ammoniak-Immissionsmessungen"	59
6.8	Untersuchung der Staubbelastung durch den Steinbruch Kamenz	59
6.9	Datenerfassung des Anlagenbestands und Bilanzierung der Emissionen von Kleinf Feuerungsanlagen	60
	Literaturverzeichnis	61
	Anhang Datentabellen	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Messnetz zur Überwachung der Luftqualität	9
Abbildung 2: Zusammenfassende klimatologische Einordnung des Jahres 2021 in Sachsen	12
Abbildung 3: Abweichungen der Jahresmitteltemperatur	13
Abbildung 4: Abweichungen des Jahresniederschlags	13
Abbildung 5: SO ₂ -Konzentrationen in Abhängigkeit von der Windrichtung seit 2012 auf der Basis der Stundenmittelwerte	22
Abbildung 6: SO ₂ -Konzentrationen an den Messstationen 2021	23
Abbildung 7: Modellierete Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration 2021 für Sachsen	24
Abbildung 8: Vergleich des Verlaufes der Ozonkonzentration am 20. Juni	25
Abbildung 9: Anzahl der Überschreitungen der Ozoninformationsschwelle	25
Abbildung 10: Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten > 120 µg/m ³	26
Abbildung 11: Anzahl der Tage mit 8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m ³	26
Abbildung 12: Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m ³ auf dem Erzgebirgskamm	27
Abbildung 13: Schutz der Vegetation – AOT40 (Mittelwert 2017 - 2021)	28
Abbildung 14: Vergleich des AOT40 von 2021 als Mittelwert von 2017 bis 2021	28
Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung der in den AOT40 einfließenden Stundenmittelwerte	29
Abbildung 16: Entwicklung des AOT40 zum Schutz der Vegetation auf dem Erzgebirgskamm	29
Abbildung 17: Jahresmittelwerte der O ₃ -Konzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf	30
Abbildung 18: Entwicklung des Jahresverlaufes der Ozon-Konzentration seit 1974	30
Abbildung 19: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration	31
Abbildung 20: Modellierete Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration 2021 für Sachsen	32
Abbildung 21: Rangliste der Messstationen bzgl. der NO ₂ -Belastung 2021	33
Abbildung 22: Rangliste der Messstationen bzgl. der NO-Belastung 2021	33
Abbildung 23: Vergleich des Jahresverlaufes der NO ₂ -Konzentrationen	34
Abbildung 24: Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration an stark belasteten Messstationen	35
Abbildung 25: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration von 2007 bis 2021	35
Abbildung 26: Jahresmittelwerte der Benzolkonzentrationen seit 2007	36
Abbildung 27: Modellierete Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration 2021	38
Abbildung 28: Rangliste der Messstationen bzgl. der PM ₁₀ -Belastung 2021	39
Abbildung 29: Rangliste der Messstationen bzgl. der PM _{2,5} -Belastung 2021	39
Abbildung 30: Vergleich des Jahresverlaufes der PM ₁₀ -Konzentrationen	40
Abbildung 31: Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentrationen an stark belasteten Messstationen	40
Abbildung 32: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Konzentrationen	41
Abbildung 33: Rangliste der Messstationen bezüglich der PAK-Belastung 2021	42
Abbildung 34: Entwicklung (links) und Jahresverlauf 2021 (rechts) der BaP-Konzentrationen	43
Abbildung 35: Rangliste der Messstationen bezüglich der EC- und OC-Jahresmittelwerte 2021	44
Abbildung 36: Vergleich des mittleren Tagesverlaufes der BC-Konzentrationen	45
Abbildung 37: Sachsenkarte mit Standorten der Depositionsmessungen 2021	46
Abbildung 38: Mittlere nasse Depositionen umgerechnet auf die Fläche von Sachsen	48
Abbildung 39: Entwicklung der nassen Deposition anhand der gleitenden 5-Jahresmittelwerte	48

Abbildung 40: Vergleich der Tagesmittelwerte des Schadstoffes Ozon	51
Abbildung 41: Auswirkungen des Saharastaubs.....	52
Abbildung 42: Tagesmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration ausgewählter Stationen.....	53
Abbildung 43: Tagesmittelwerte der PM ₁₀ - und Ruß (BC)-Konzentration im Februar und März	53
Abbildung 44: Tagesmittelwerte der unterschiedlichen Partikelfraktionen.....	54
Abbildung 45: Boxplots des Trockenheitseinflusses für PM ₁₀	55
Abbildung 46: Akkumulierte relative Änderung der PM ₁₀ -Konzentrationen zum letzten Regentag	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Immissionsmessnetz in Sachsen 2021.....	10
Tabelle 2: Zeitliche Auflösung der untersuchten Luftschadstoffe.....	11
Tabelle 3: Grenz- und Zielwerte sowie Informations- und Alarmschwellen für Luftschadstoffe.....	15
Tabelle 4: Zielwerte für Luftschadstoffe der EU-Richtlinie 2004/107/EG	17
Tabelle 5: Immissionswerte TA Luft - Staubniederschlag und Inhaltsstoffe	18
Tabelle 6: WHO-Empfehlungen (AQG ... Air quality guideline, Quelle: WHO, 2021)	18
Tabelle 7: Anteil der Stationen mit Überschreitungen nach neuen WHO-Empfehlungen.....	19
Tabelle 8: Übersicht über die Messverfahren.....	20
Tabelle 9: Datenverfügbarkeit 2021	21
Tabelle 10: Anteil der Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze 2021	44

Tabellenverzeichnis Anhang

Tabelle A 1: Jahresmittelwerte der Luftschadstoffe 2021 im Freistaat Sachsen.....	62
Tabelle A 2: SO ₂ -Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021	63
Tabelle A 3: O ₃ -Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021.....	63
Tabelle A 4: NO-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021	64
Tabelle A 5: NO ₂ -Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021	65
Tabelle A 6: Benzol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021.....	66
Tabelle A 7: Toluol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021	66
Tabelle A 8: Xylol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021	66
Tabelle A 9: PM _{2.5} -Monatsmittelwerte und Kenngrößen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	66
Tabelle A 10: PM ₁₀ -Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021.....	67
Tabelle A 11: Jahresmittelwerte von Schwermetallen und PAK im PM ₁₀ [ng/m^3] 2021	67
Tabelle A 12: Maximale Tagesmittelwerte von PAK im PM ₁₀ [ng/m^3] 2021.....	68
Tabelle A 13: Schwermetalle und Arsen im PM ₁₀	68
Tabelle A 14: BaP im PM ₁₀ (Jahresvergleich).....	69
Tabelle A 15: Kenngrößen für elementaren und organischen Kohlenstoff im PM ₁₀	69
Tabelle A 16: BC-Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	71
Tabelle A 17: Anzahl Tage mit 8-Stundenmittel der Ozonkonzentration größer 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	71
Tabelle A 18: Entwicklung des AOT40.....	73
Tabelle A 19: Ozon-Beurteilungswert zum Schutz der Wälder nach 39. BImSchV	73
Tabelle A 20: Anzahl von Ozon-Episodentagen und Ozonepisoden (2004 bis 2021).....	74
Tabelle A 21: Vergleich der Mittelwerte mit den Grenzwerten zum Schutz von Ökosystemen und zum Schutz der Vegetation für SO ₂ und NO _x	74

Tabelle A 22: Überschreitung der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für SO ₂ , NO ₂ und PM ₁₀	75
Tabelle A 23: Maximalwerte und Perzentile 2021 für SO ₂ , NO ₂ und PM ₁₀	76
Tabelle A 24: Benzol-Jahresmittelwerte seit 2012	76
Tabelle A 25: NO ₂ Jahresmittelwerte seit 2012.....	77
Tabelle A 26: PM _{2,5} -Jahresmittelwerte seit 2012 [µg/m ³].....	77
Tabelle A 27: PM ₁₀ -Jahresmittelwerte seit 2012	78
Tabelle A 28: SO ₂ -Jahresmittelwerte seit 2012 [µg/m ³].....	78
Tabelle A 29: Ozon-Jahresmittelwerte seit 2012 [µg/m ³].....	79
Tabelle A 30: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der O ₃ -Konzentration in Sachsen	79
Tabelle A 31: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration in Sachsen.....	79
Tabelle A 32: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration in Sachsen.....	80
Tabelle A 33: pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit des Niederschlagswassers sowie gewichtete Mittelwerte der Konzentrationen im Niederschlagswasser 2021	80
Tabelle A 34: Nasse Deposition und Jahresregenmenge 2021	80
Tabelle A 35: Kenngrößen für Staubbiederschlag [g/m ² ·d]	81
Tabelle A 36: Pb und Cd im Staubbiederschlag [µg/m ² ·d]	81
Tabelle A 37: As und Ni im Staubbiederschlag [µg/m ² ·d].....	82

Abkürzungsverzeichnis

ABl.	Amtsblatt
AIL	Auswerte- und Informationszentrum Luft des LfULG
AOT40	Accumulated Ozone Exposure over a Threshold of 40 Parts per Billion (Kumulierte Ozonbelastung oberhalb des Zielwertes von 40 ppb)
As	Arsen
AQG	Air Quality Guidelines (WHO Luftgüteleitlinien)
BaA	Benzo(a)anthracen
BaP	Benzo(a)pyren
BeP	Benzo(e)pyren
BbF	Benzo(b)fluoranthen
BC	Black Carbon (Rußbestimmung über optisches Messverfahren – Schwärzungsgrad)
BfUL	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BjF	Benzo(j)fluoranthen
BkF	Benzo(k)fluoranthen
BTX	Benzol/Toluol/Xylol
Ca ²⁺	Calcium-Ionen
Cd	Cadmium
Cl ⁻	Chlorid-Ionen
Cor	Coronen
CHMI	Tschechisches Hydrometeorologisches Institut
Cr	Chrom
DbA	Dibenz(ah)anthracen
DWD	Deutscher Wetterdienst
EC	Elementarer Kohlenstoff (Ermittlung über chemische Analyse)
Flu	Fluoranthen
GMBI.	Gemeinsames Ministerialblatt
HVS	High Volume Sampler - Sammlung von Feinstaub PM ₁₀ auf einem Filter mit hohem Luftdurchsatz (in der Regel 720 m ³ /d)
Inp	Indeno(1,2,3-cd)pyren
JMW	Jahresmittelwert
K	Kritische Werte für den Schutz der Vegetation
K ⁺	Kalium-Ionen
Kfz	Kraftfahrzeug
LAI	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft, früher Länderausschuss für Immissionsschutz
LF	Leitfähigkeit
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
MMW	Monatsmittelwert
MDR	Mitteldeutscher Rundfunk
Mg ⁺	Magnesium-Ionen
MPSS	Mobilitäts-Partikelgrößenspektrometer
Na ⁺	Natrium-Ionen
NH ₄ ⁺	Ammonium-Ionen

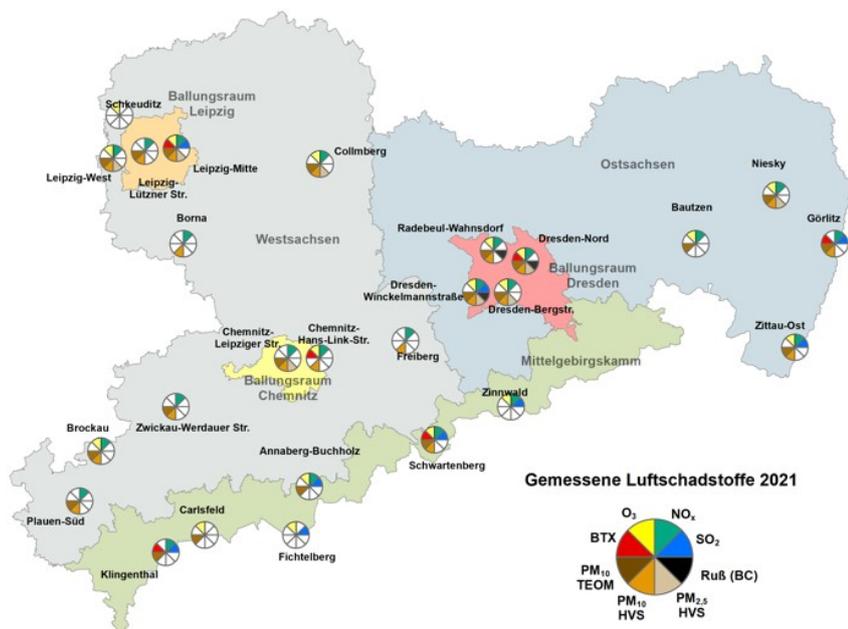
Ni	Nickel
NN	Normalnull
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO ₃ ⁻	Nitrat-Ionen
NO _x	Stickoxide
O ₃	Ozon
OC	Organischer Kohlenstoff (Ermittlung über chemische Analyse)
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PM _{2,5}	Particulate Matter - Feinstaub (Partikel mit aerodynamischem Durchmesser kleiner 2,5 µm)
PM ₁₀	Particulate Matter – Feinstaub (Partikel mit aerodynamischem Durchmesser kleiner 10 µm)
Pb	Blei
SO ₂	Schwefeldioxid
SO ₄ ²⁻	Sulfat-Ionen
ST-NS	Staubniederschlag
TA	Technische Anleitung
TEOM	Tapered Element Oscillating Microbalance (Oszillierende Mikrowaage – Messverfahren zur kontinuierlichen Massebestimmung von Partikeln)
TMW	Tagesmittelwert
TROPOS	Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V.
UBA	Umweltbundesamt
UFP	Ultrafeine Partikel
WHO	Weltgesundheitsorganisation

Einheiten

Symbol	Einheit	Symbol	Einheit
%	Prozent	m	Meter
a	Jahr	mm	Millimeter
°C	Grad Celsius	mg/m ³	Milligramm pro Kubikmeter
d	Tag	µg/m ³	Mikrogramm pro Kubikmeter
g/m ² ·d	Gramm pro Quadratmeter und Tag	µg/m ² ·d	Mikrogramm pro Quadratmeter und Tag
h	Stunde	(µg/m ³)·h	Mikrogramm pro Kubikmeter und Stunde
K	Kelvin	µm	Mikrometer
kg/ha·a	Kilogramm pro Hektar und Jahr	µS/cm	Mikrosiemens pro Zentimeter
kPa	Kilopascal	ng/m ³	Nanogramm pro Kubikmeter
mg/l	Milligramm pro Liter	ppb	parts per billion (Teile pro Milliarde -10 ⁻⁹)

1 Das Luftmessnetz in Sachsen

Zur Überwachung der Luftqualität betreibt der Freistaat Sachsen ein landesweites Luftmessnetz. 2021 wurden dazu an 26 stationären Messstationen kontinuierlich Messdaten erfasst (Abbildung 1). In der Tabelle 1 sind Angaben zu diesen Stationen und den dort gemessenen Schadstoffen zusammengefasst. Zusätzlich werden an drei Stationen ultrafeine Partikel und Ruß (BC) gemessen. Das Luftmessnetz wird durch ein Depositionsmessnetz ergänzt (Kapitel 4.7).



Quelle Geobasisdaten: GEOSN, dl-de/by-2-0

Abbildung 1: Messnetz zur Überwachung der Luftqualität

Ziele und Aufgaben der Überwachung der Luftqualität sind:

- die Kontrolle der Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Pflanzen und Ökosysteme,
- die Information der Öffentlichkeit über die aktuelle Luftqualität, insbesondere bei Überschreitungen von Schwellenwerten,
- Langzeituntersuchungen – Analyse von Trends zu einzelnen Luftschadstoffen und in verschiedenen Gebieten von Sachsen, insbesondere in Ballungsgebieten.

Dabei werden Gebiete unterschiedlicher Belastungssituationen beurteilt durch:

- verkehrsnahen Messungen (neun Messstationen),
- Messungen im städtischen Hintergrund (acht Messstationen),
- Messungen im ländlichen Hintergrund (neun Messstationen).

Welche Luftschadstoffe in welcher zeitlichen Auflösung bestimmt werden, ist in Tabelle 2 zusammengefasst. Zur Bewertung der Schadstoffkonzentrationen werden zusätzlich an allen Messstationen meteorologische Komponenten gemessen.

Tabelle 1: Immissionsmessnetz in Sachsen 2021

Messstationen	Standort	Höhe über NN [m]	Typisierung nach EU-Richtlinie	Luftschadstoffe										
				SO ₂	NO _x	O ₃	BTX	PM ₁₀ -TEOM	PM ₁₀	PM _{2,5}	EC/OC	PM ₁₀ -Inhalt	ST-NS	
Annaberg-Buchholz	Talstr./ Straße der Einheit	545	städtischer Hintergrund	•	•	•		•						
Bautzen	Stieberstr./ Goethestr.	203	städtischer Hintergrund		•	•		•						
Borna	Sachsenallee 45	145	städtisch/Verkehr		•				•				•	•
Brockau	Elsterberger Str. 4	430	ländlicher Hintergrund		•	•		•	•		•			•
Carlsfeld	Weitersglashütte 2a	896	Höhenstation			•		•						
Chemnitz-Hans-Link-Str.	Hans-Link-Str. 4	318	städtischer Hintergrund		•	•			•				•	•
Chemnitz-Leipziger Str.	Leipziger Str. 109	327	städtisch/Verkehr		•			•	•	•	•	•	•	
Collnberg	Gipfelplateau	313	ländlicher Hintergrund		•	•		•	•	•	•			
Dresden-Nord	Schlesischer Platz	112	städtisch/Verkehr		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Dresden-Winkelmanstr.	Winkelmanstr./ Schnorrstr.	116	städtischer Hintergrund	•	•	•		•	•	•	•			•
Dresden-Bergstr.	Bergstr. 78-80	150	städtisch/Verkehr		•	•		•	•	•	•	•	•	
Fichtelberg	Gipfelplateau	1214	Höhenstation	•		•								
Freiberg	Helmertplatz	393	städtischer Hintergrund		•				•				•	•
Görlitz	Zeppelinstr. 10	210	städtisch/Verkehr	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•
Klingenthal	Graslitzer Straße	540	städtischer Hintergrund	•	•		•	•						
Leipzig-Lützner Str.	Lützner Str. 36	110	städtisch/Verkehr		•			•	•		•	•		
Leipzig-Mitte	Willy-Brandt-Platz Am Hallischen Tor	110	städtisch/Verkehr	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Leipzig-West	Nikolai-Rumjanzew-Str. 100	115	städtischer Hintergrund		•	•		•	•	•	•			•
Niesky	Sproitz, An der Aue	148	ländlicher Hintergrund		•	•		•	•	•	•			
Plauen-Süd	Hofer Landstr./ Oelsnitzer Str.	343	städtisch/Verkehr		•			•	•					
Radebeul-Wahnsdorf	Altwahnsdorf 12	246	ländlich, stadtnah		•	•		•	•		•	•	•	
Schkeuditz	Leipziger Str. 59	122	ländlich, stadtnah			•								
Schwartenberg	Gipfel	785	Höhenstation	•	•	•	•	•	•		•	•		
Zinnwald	Hochmoorweg 7	877	Höhenstation	•	•	•								•
Zittau-Ost	Brückenstr. 12	230	vorstädtisches Gebiet	•	•	•		•	•				•	•
Zwickau-Werdauer Str.	Werdauer Str./ Crimmitsch. Str.	267	städtisch/Verkehr		•			•	•					•

Stationen zur Beurteilung verkehrsnaher Belastungen	Stationen zur Beurteilung allgemeiner städtischer Belastungen	Stationen zur Beurteilung der regionalen Vorbelastungen
---	---	---

SO₂ = Schwefeldioxid; NO_x = Stickoxide; O₃ = Ozon; BTX = Benzol/Toluol/Xylol

PM₁₀ TEOM = Feinstaub Fraktion < 10 µm, kontinuierliches Messverfahren (Messgerät TEOM, oszillierende Mikrowaage);

PM₁₀ = Feinstaub Fraktion < 10 µm, gravimetrisches Messverfahren (Messgerät Digital DHA 80 - HVS);

PM_{2,5} = Feinstaub Fraktion < 2,5 µm, gravimetrisches Messverfahren (Messgerät Digital DHA 80 - HVS);

EC/OC = elementarer und organischer Kohlenstoff in der PM₁₀-Fraktion;

PM₁₀-Inhalt = PM₁₀-Inhaltsstoffe; ST-NS = Staubniederschlag;

städtischer Hintergrund: Stadtgebiet mit dichter Bebauung im Umfeld der Station, nicht an stark befahrenen Straßen;

vorstädtisches Gebiet: Stadtrandlage mit lockerer Bebauung im Umfeld der Station, nicht an stark befahrenen Straßen.

Tabelle 2: Zeitliche Auflösung der untersuchten Luftschadstoffe

Messdauer/Mittelungszeit	Luftschadstoff
Stundenmittelwerte	Stickoxide, Ozon, Schwefeldioxid, Feinstaub PM ₁₀ (TEOM), Benzol, Toluol, Xylole, ultrafeine Partikel, Ruß (BC-optisches Messverfahren)
Tagesmittelwerte	Feinstaub PM ₁₀ und PM _{2,5} (gravimetrisches Messverfahren - HVS), Inhaltsstoffe im Feinstaub PM ₁₀ : Schwermetalle, Arsen, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, elementarer und organischer Kohlenstoff (chemische Analysen)
Wochenmittelwerte	im Niederschlag gelöste Stoffe zur Bestimmung der nassen Deposition
Monatsmittelwerte	Staubniederschlag einschließlich dessen Gehalt an Blei (Pb), Cadmium (Cd), Arsen (As) und Nickel (Ni)

Betreiber der Messstationen ist die Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL), die die Daten der Auswerte- und Informationszentrale Luft (AIL) des LfULG zur Bewertung der Luftqualität in Sachsen kontinuierlich übermittelt. Aktuelle Informationen zum Luftmessnetz stehen im Internet unter www.luft.sachsen.de zur Verfügung. Zusätzlich zum stationären Luftmessnetz werden auch zeitlich begrenzte Sondermessungen durchgeführt, z. B. auf Grund von Bürgerbeschwerden oder im Rahmen von EU-Programmen (Kapitel 6).

Änderungen / Besonderheiten im Messnetz 2021

- Wiederinbetriebnahme der Messungen zur nassen Deposition nach Umbaumaßnahmen am Standort Plauen-DWD im April
- Schließung der Station Glauchau zum Jahreswechsel 2020/2021
- Errichtung einer Messstation auf dem Liebschützberg im August 2021; die Station löst ab 2022 die Messungen auf dem Collmberg ab
- Schließung der Station Collmberg zum Jahreswechsel 2021/2022

2 Meteorologische Bedingungen 2021

Die Luftqualität wird stark von meteorologischen Bedingungen beeinflusst. Sowohl der Ausstoß von Luftschadstoffen (z. B. durch verstärktes Heizen bei tiefen Temperaturen) als auch deren Ausbreitung in der Atmosphäre sind unmittelbar mit dem Witterungsverlauf verbunden.

Abbildung 2 zeigt eine zusammenfassende klimatologische Einordnung von 2021 für die Elemente Lufttemperatur, Niederschlag und Sonnenstunden auf der Basis von Jahres-, Jahreszeiten- und Monatswerten. Die farblichen Hervorhebungen betreffen die Randbereiche der Verteilungen über die jeweiligen Abweichungen und zielen auf das Sichtbarmachen von Extremen in den unterschiedlichen Zeitskalen ab.

Zeitbezug	Winter 2020/21			Frühjahr			Sommer			Herbst			
Lufttemperatur	1,4K			-0,7K			1,6K			1,0K			
Niederschlag	1%			-6%			51%			-28%			
Sonnenstunden	20%			6%			2%			6%			
Zeitbezug	Dez'20	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Lufttemperatur	2,6K	1,0K	0,7K	1,1K	-1,8K	-1,4K	3,7K	1,6K	-0,5K	1,7K	0,5K	0,9K	1,7K
Niederschlag	-58%	54%	7%	-21%	-38%	42%	-2%	77%	79%	-49%	-53%	18%	40%
Sonnenstunden	57%	-36%	41%	27%	-2%	-7%	28%	0%	-21%	8%	30%	-21%	-11%
Zeitbezug	Jahr												
Lufttemperatur	0,8K												
Niederschlag	13%												
Sonnenstunden	3%												

Lufttemperatur:

Perzentil (%)	5	10	20	80	90	95
Eigenschaft	extrem zu kalt	viel zu kalt	zu kalt	zu warm	viel zu warm	extrem zu warm

Niederschlag:

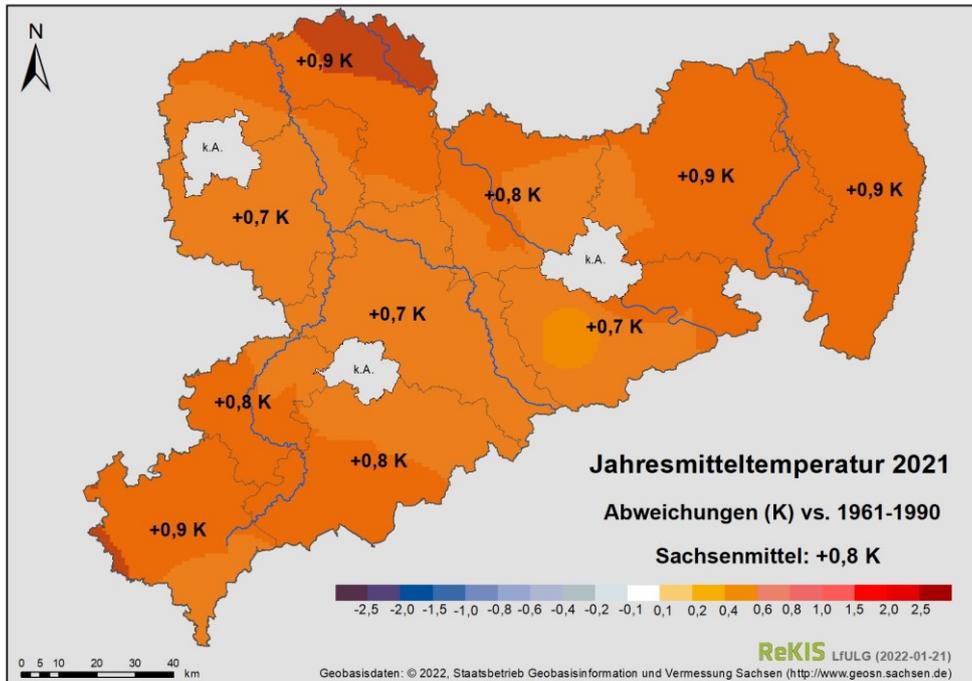
Perzentil (%)	5	10	20	80	90	95
Eigenschaft	extrem zu trocken	viel zu trocken	zu trocken	zu feucht	viel zu feucht	extrem zu feucht

Sonnenstunden:

Perzentil (%)	5	10	20	80	90	95
Eigenschaft	extrem zu sonnenarm	viel zu sonnenarm	zu sonnenarm	zu sonnenreich	viel zu sonnenreich	extrem zu sonnenreich

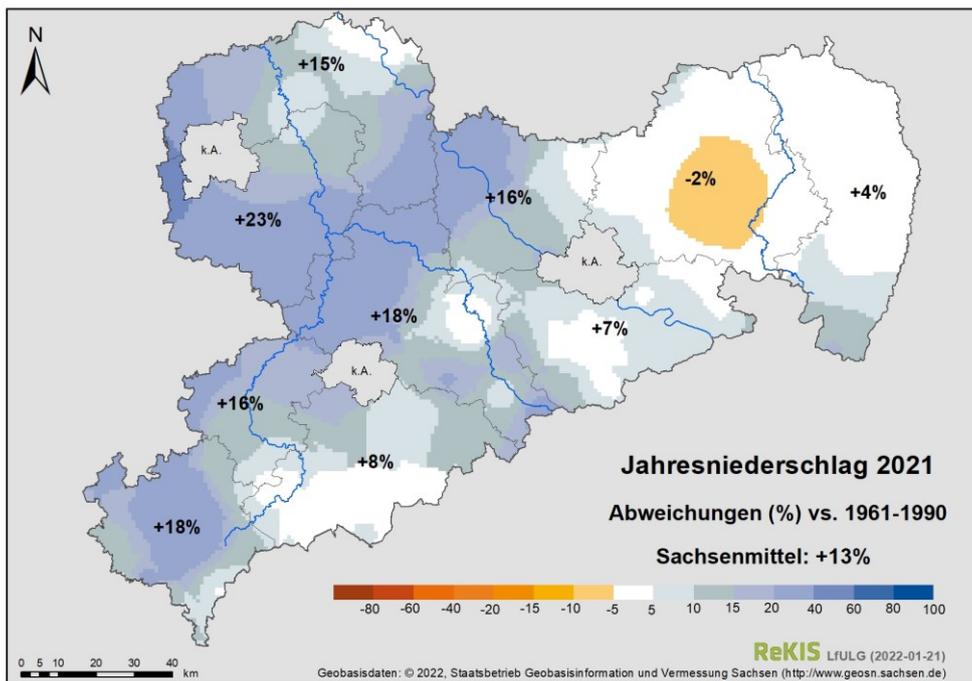
Abbildung 2: Zusammenfassende klimatologische Einordnung des Jahres 2021 in Sachsen, im Vergleich zum Referenzwert 1961-1990

Das Jahr 2021 war im Durchschnitt 0,8 K wärmer und 13 Prozent niederschlagsreicher als die Referenzperiode 1961 bis 1990. Gegenüber den vorangegangenen Jahren mit deutlich höheren Temperaturen und mehr Sonnenstunden sowie hohen Niederschlagsdefiziten war das Jahr 2021 gemäßigt. Insbesondere gab es im Sommer deutlich mehr Niederschlag. Der August war mit +79 Prozent extrem zu feucht und viel zu sonnenscheinarm. Auch der Winter war etwas zu warm. Hier lösten sich Zeitabschnitte mit viel Sonnenstunden und solche mit trüben Tagen ab.



Daten: DWD, Datenverarbeitung & Kartenerstellung: LfULG

Abbildung 3: Abweichungen der Jahresmitteltemperatur [K] für 2021 vs. 1961 – 1990 in sächsischen Landkreisen (ohne kreisfreie Städte)



Daten: DWD, Datenverarbeitung & Kartenerstellung: LfULG

Abbildung 4: Abweichungen des Jahresniederschlags [%] für 2021 vs. 1961 – 1990 in sächsischen Landkreisen (ohne kreisfreie Städte)

In Ergänzung zur klimatologischen Einordnung des Jahres 2021 sind in Abbildung 3 und Abbildung 4 regionale Differenzierungen der Temperatur und des Niederschlages für die Landkreise in Sachsen dargestellt. Im Gegensatz zur Temperatur, die in Sachsen relativ gleichmäßig verteilt war, gab es deutliche Unterschiede bei den Niederschlägen zwischen West- und Ostsachsen. Detaillierte Informationen zur Witterung 2021 stellt das LfULG im Internet unter "[Jahresrückblick 2021 – Wetter trifft auf Klima](https://www.klima.sachsen.de/jahresrueckblicke-wetter-trifft-klima-12409.html)"¹ bereit.

Das insgesamt durchwachsene Wetter beeinflusste die Luftqualität positiv. Feinstaub- und Stickstoffdioxidkonzentrationen lagen auf dem Niveau des Vorjahres und deutlich unter denen der vorangegangenen Fünfjahresperiode. Unterstützt wurde das durch den relativ milden Winter. Nur während der Kälteperiode vom 7. bis 15. Februar lagen die PM₁₀- und NO₂-Konzentrationen deutlich über den mittleren Konzentrationen des Winters 2020/2021. Auf die Saharastaubepisode vom 23. bis 26. Februar mit kurzzeitig deutlich erhöhten PM₁₀-Konzentrationen wird im Kapitel 6.2 näher eingegangen. Aufgrund des wechselhaften und niederschlagsreichen Sommers lagen die Ozonkonzentrationen deutlich unter denen der letzten Jahre.

¹ <https://www.klima.sachsen.de/jahresrueckblicke-wetter-trifft-klima-12409.html>

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Gesetzliche Grundlagen

Zu den wichtigsten gesetzlichen Grundlagen für die Immissionsüberwachung (Tabelle 3 bis 5) gehören:

- 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065),
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24.07.2002 (GMBl. S. 511-605),
- Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (ABl. L 152),
- Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (ABl. L 23),
- Richtlinie (EU) 2015/1480 der Kommission vom 28. August 2015 zur Änderung bestimmter Anhänge der Richtlinie 2004/107/EG und 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend Referenzmethoden, Datenvalidierung und Standorte für Probenahmestellen zur Bestimmung der Luftqualität (ABl. L 226/4).

Tabelle 3: Grenz- und Zielwerte sowie Informations- und Alarmschwellen für Luftschadstoffe der EU-Richtlinie 2008/50/EG und der 39. BImSchV

SO ₂ [µg/m ³]	1-h-Wert	24-h-Wert	JMW	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Alarmschwelle	500			gleitender Stundenmittelwert	drei aufeinander folgende Stunden	menschliche Gesundheit
Grenzwert	350 (24-mal)*			Stundenmittelwert	volle Stunde	menschliche Gesundheit
Grenzwert		125 (3-mal)*		Basis: Stundenmittelwerte	ein Tag	menschliche Gesundheit
kritischer Wert			20	Basis: Stundenmittelwerte	01.01.-31.12. und 01.10.-31.03.	Vegetation

* maximal zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr

NO _x [µg/m ³]	JMW	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
kritischer Wert	30	Basis: Stundenmittelwerte	01.01.-31.12.	Vegetation

NO ₂ [µg/m ³]	1-h-Wert	JMW	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Alarmschwelle	400		gleitender Stundenmittelwert	drei aufeinander folgende Stunden	menschliche Gesundheit
Grenzwert	200 (18-mal)*		Stundenmittelwert	volle Stunde	menschliche Gesundheit
Grenzwert		40	Basis: Stundenmittelwerte	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit

* maximal zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr

O₃ [µg/m³]	1-h-Wert	8-h-Wert	AOT40	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Zielwert		120 (25-mal)*		höchster gleitender 8-Stundenmittelwert eines Tages (Mittelwert über 3 Jahre)	8 Stunden	menschliche Gesundheit
Zielwert			18.000 (µg/m ³) h	AOT40, berechnet aus Stundenmittelwerten (Mittelwert über 5 Jahre)	Mai bis Juli (8-20 Uhr)	Vegetation
langfristiges Ziel		120		höchster gleitender 8-Stundenmittelwert eines Tages	8 Stunden	menschliche Gesundheit
langfristiges Ziel			6.000 (µg/m ³) h	AOT40, berechnet aus Stundenmittelwerten	Mai bis Juli (8-20 Uhr)	Vegetation
Informations- schwelle	180			Stundenmittelwert	volle Stunde	menschliche Gesundheit
Alarm- schwelle	240			Stundenmittelwert	volle Stunde	menschliche Gesundheit

* maximal zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr

CO [mg/m³]	8-h-Wert	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Grenzwert	10	gleitender Mittelwert, berechnet aus Stundenmittelwerten	8 Stunden	menschliche Gesundheit

Benzol [µg/m³]	JMW	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Grenzwert	5	berechnet aus Stundenmittelwerten	01.01.- 31.12.	menschliche Gesundheit

Partikel PM _{2,5} [µg/m ³]	JMW	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Grenzwert Stufe 1	25	Basis: Tagesmittelwerte	01.01.- 31.12.	menschliche Gesundheit
Grenzwert Stufe 2 (Prüfvorbehalt)	20	Basis: Tagesmittelwerte	01.01.- 31.12.	menschliche Gesundheit
Nationales Reduktionsziel für Deutschland im städtischen Hintergrund	13,6	Basis: Tagesmittelwerte des städtischen Hintergrundes	01.01.- 31.12.	menschliche Gesundheit

Partikel PM ₁₀ [µg/m ³]	24-h-Wert	JMW	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Grenzwert	50 (35-mal)*		berechnet aus Stunden- oder Tagesmittelwerten	ein Tag	menschliche Gesundheit
Grenzwert		40	berechnet aus Stunden- oder Tagesmittelwerten	01.01.- 31.12.	menschliche Gesundheit

* maximal zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr

Pb im PM ₁₀ [µg/m ³]	JMW	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Grenzwert	0,5	Basis: Tagesmittelwerte	01.01.- 31.12.	menschliche Gesundheit

Tabelle 4: Zielwerte für Luftschadstoffe der EU-Richtlinie 2004/107/EG und der 39. BImSchV - PM₁₀-Inhaltsstoffe

PM ₁₀ - Inhaltsstoffe [ng/m ³]	Zielwert: JMW	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Arsen	6	Basis: Tagesmittelwerte	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit
Cadmium	5	Basis: Tagesmittelwerte	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit
Nickel	20	Basis: Tagesmittelwerte	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit
Benzo(a)pyren	1	Basis: Tagesmittelwerte	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit

Tabelle 5: Immissionswerte TA Luft – Staubniederschlag und Inhaltsstoffe im Staubniederschlag

Luftschadstoff	Immissionswert JMW	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Staubniederschlag	0,35 [g/m ² ·d]	berechnet aus Monatsmittelwerten	ein Jahr	keine schädlichen Umwelteinwirkungen
Blei	100 [µg/m ² ·d]	berechnet aus Monatsmittelwerten	ein Jahr	keine schädlichen Umwelteinwirkungen
Arsen	4 [µg/m ² ·d]	berechnet aus Monatsmittelwerten	ein Jahr	keine schädlichen Umwelteinwirkungen
Cadmium	2 [µg/m ² ·d]	berechnet aus Monatsmittelwerten	ein Jahr	keine schädlichen Umwelteinwirkungen
Nickel	15 [µg/m ² ·d]	berechnet aus Monatsmittelwerten	ein Jahr	keine schädlichen Umwelteinwirkungen

3.2 WHO-Empfehlungen

Die neuen globalen Luftgüteleitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wurden am 22. September 2021 veröffentlicht. Sie geben den aktuellen Stand der Wissenschaft zu gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen wieder.

Tabelle 6: WHO-Empfehlungen (AQG = Air quality guideline, Quelle: WHO, 2021)

Luftschadstoff	Mittelungszeit	Zwischenziele				AQG-Richtwert
		1	2	3	4	
PM _{2,5} [µg/m ³]	Jahr	35	25	15	10	5
	24 Stunden ^a	75	50	37,5	25	15
PM ₁₀ [µg/m ³]	Jahr	70	80	30	20	15
	24 Stunden ^a	150	100	75	50	45
O ₃ [µg/m ³]	Warme Jahreszeit ^b	100	70	-	-	60
	8 Stunden ^a	160	120	-	-	100
NO ₂ [µg/m ³]	Jahr	40	30	20	-	10
	24 Stunden ^a	120	50	-	-	25
SO ₂ [µg/m ³]	24 Stunden ^a	125	50	-	-	40
CO [mg/m ³]	24 Stunden ^a	7	-	-	-	4

a 99-Perzentil (d. h. 3-4 Überschreitungstage pro Jahr),

b Durchschnitt des maximalen 8-Stunden-Mittelwerts der O₃-Konzentration in den sechs aufeinanderfolgenden Monaten mit der höchsten O₃-Konzentration im Sechsmonatsdurchschnitt

Im Ergebnis der umfangreichen Literaturrecherche empfiehlt die WHO nun deutlich strengere Luftqualitätswerte. Mittlerweile liegen zahlreiche Hinweise für gesundheitliche Schäden vor, die die Luftverschmutzung bei noch niedrigeren Konzentrationen als bislang angenommen verursacht. In Tabelle 6 sind die empfohlenen Luftqualitätswerte und sogenannte "Interimtargets" (Zwischenziele) dargestellt (WHO, 2021).

Mit Blick auf die Luftschadstoffkonzentrationen in Sachsen im Jahr 2021 ergäben sich nach den neuen WHO-Richtwerten folgende Überschreitungen (Tabelle 7):

Tabelle 7: Anteil der Stationen mit Überschreitungen nach neuen WHO-Empfehlungen

Luftschadstoff	Mittelungszeit	Überschreitung der Zwischenziele [%]				Überschreitung des AQG-Richtwerts [%]
		1	2	3	4	
PM _{2,5}	Jahr	0	0	0	38	100
	24 Stunden	0	0	0	88	100
PM ₁₀	Jahr	0	0	0	0	31
	24 Stunden	0	0	0	11	37
O ₃	Warme Jahreszeit	0	94			100
	8 Stunden	0	61			100
NO ₂	Jahr	0	4	22		65
	24 Stunden	0	13			65
SO ₂	24 Stunden	0	0			0
CO*	24 Stunden	0				0

*objektive Schätzung

Um die WHO-Richtwerte zu erreichen, wären weitere Minderungen der Luftschadstoffkonzentrationen, mit Ausnahme bei CO und SO₂, unerlässlich. Insbesondere bei PM_{2,5} und Ozon wird der von der WHO vorgeschlagene Richtwert flächendeckend überschritten. Da es sich bei Ozon aber um einen sekundären Luftschadstoff mit einer sehr komplexen Bildungschemie aus verschiedenen Vorläuferstoffen handelt, kann eine Minderung nur durch Maßnahmen auf allen Ebenen, von lokal bis global, erfolgen.

3.3 Datenqualität

Die Durchführung der Immissionsmessungen im Luftmessnetz, die Luftprobenahmen mit Sammelsystemen sowie die PM₁₀- und PM_{2,5}-Massebestimmung aus den Filterproben liegen in Verantwortung der BfUL, Geschäftsbereich 2 – Immissions- und Strahlenschutz. Die Analysen aus den Sammlungen werden seit 2016 ebenfalls von der BfUL, Geschäftsbereich 5 – Umweltanalytik und Naturschutzmonitoring, durchgeführt. Das umfangreiche Qualitätsmanagement der BfUL sichert eine hohe Qualität der Daten. In Tabelle 8 sind die zu Grunde liegenden Messverfahren und Normen zusammengestellt.

Tabelle 8: Übersicht über die Messverfahren

Komponente	Messverfahren	Norm
Ozon	UV-Absorption	DIN EN 14625
Stickoxide	Chemilumineszenz	DIN EN 14211
Schwefeldioxid	UV-Fluoreszenz	DIN EN 14212
Benzol/Toluol/Xylol	Gaschromatografie	DIN EN 14662 Blatt 3
Feinstaub (PM ₁₀ /PM _{2,5})	Gravimetrie (HVS)	DIN EN 12341, VDI 2463 Blatt 11
Feinstaub PM ₁₀	Oszillierende Mikrowaage (TEOM)	(Gleichwertigkeit nachgewiesen) DIN EN 16450
Feinstaub-Inhaltsstoffe Pb, Ni, As, Cd	Gravimetrie/Laboranalyse	VDI 2267, Blatt 1 DIN EN14902, VDI 2267, Blatt 3
Feinstaub-Inhaltsstoffe PAK	Gravimetrie/Laboranalyse	DIN EN 15549 / DIN ISO 16362
Feinstaub-Inhaltsstoffe (EC, OC)	Gravimetrie/Laboranalyse	In Anlehnung an DIN EN 16909, EUSAAR II, DIN CEN/TR 16243
Ruß (Black Carbon)	Abscheidung auf Filterband mit Mehrwinkelphotometer/Transmission	keine Norm vorhanden
Staubniederschlag	Bergerhoff	VDI 4320 Blatt 2, VDI 2267 Blatt 16 (Pb, Cd, Ni und As)

Alle Messungen der gasförmigen Komponenten beziehen sich auf eine Temperatur von 20 °C und einen Druck von 101,3 kPa. Bei Partikeln und in Partikeln zu analysierenden Stoffen werden für die Angabe des Probevolumens die Umgebungsbedingungen Lufttemperatur und Luftdruck am Tag der Messungen zu Grunde gelegt.

Feinstaub PM₁₀ wird mit zwei Messsystemen überwacht. Das eine ist ein PM₁₀-Automat (TEOM) und das andere ein PM₁₀-Sammelsystem (HVS) mit gravimetrischer Filteranalyse im Labor. Die Ergebnisse der PM₁₀-Automaten werden stündlich aktualisiert und dienen der Information der Bevölkerung über die aktuelle Belastungslage (zum Beispiel im Internet und MDR-Videotext). Die Bewertung der PM₁₀-Belastung im gesetzlichen Sinne basiert an höher belasteten Orten auf den Ergebnissen der PM₁₀-Sammelsysteme, die eine höhere Datenqualität als die Automaten liefern. Diese Werte sind jedoch aufgrund der Laboranalyse erst einige Zeit später verfügbar.

Die Verfügbarkeit der Messdaten im Jahr 2021 (bezogen auf die jeweilige Einsatzzeit) ist in Tabelle 9 zusammengestellt. Bei diskontinuierlichen Messungen wird die Einsatzzeit durch die Messplanung bestimmt. So werden zum Beispiel die PAK jeden dritten Tag (Einsatzzeit 33 Prozent) und einige Schwermetalle nur jeden sechsten Tag analysiert (Einsatzzeit 17 Prozent). Die Automaten messen kontinuierlich

(Einsatzzeit 100 Prozent). Die EU-Richtlinien fordern eine Mindestdatenerfassung von 90 Prozent unter Berücksichtigung der Einsatzzeiten. Diese Datenverfügbarkeit wurde für alle Komponenten eingehalten.

Tabelle 9: Datenverfügbarkeit 2021

Komponentengruppe	Verfügbarkeit der Daten [%]
SO ₂	99,2
O ₃	99,0
NO _x	99,0
Benzol	96,0
Feinstaub PM ₁₀ (TEOM)	96,7
Feinstaub PM ₁₀ (Gravimetrie)	99,4
Feinstaub PM _{2,5} (Gravimetrie)	98,7
EC / OC im PM ₁₀	99,3
Schwermetalle im PM ₁₀	99,6
PAK im PM ₁₀	99,2
Ruß (BC - optisches Messverfahren)	97,4
Meteorologie	99,8
Staubniederschlag (Bergerhoff)	100,0
Nasse Deposition	91,0

4 Ergebnisse 2021

4.1 Schwefeldioxid (SO₂)

Schwefeldioxid wird in Sachsen an insgesamt neun Stationen gemessen (Tabelle 1). Der langjährige Trend zu niedrigeren Konzentrationen setzte sich auch 2021 weiter fort.

- Die seit 2005 geltenden Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Tages- und Stunden-grenzwert) sowie die seit 2001 geltenden kritischen Werte zum Schutz der Vegetation (Bezugs-zeiträume: Kalenderjahr sowie Winterhalbjahr) werden sicher eingehalten.

Der höchste Stundenmittelwert mit 111 µg/m³ wurde am 2. März an der Messstation Zinnwald bei südlicher Windrichtung gemessen. Bei Süd- bis Ostwetterlagen können an Stationen auf dem östlichen und mittleren Erzgebirgskamm höhere Konzentrationen auftreten. Ursache sind einzelne kurzzeitige Schadstofftransporte aus dem nordböhmischen Industriegebiet. Das erkennt man deutlich in einer windrichtungsabhängigen Darstellung der SO₂-Konzentrationen der letzten 10 Jahre, wie in Abbildung 5 gezeigt. Je nach Lage der Station zu den Quellen im nordböhmischen Becken treten die maximalen Konzentrationen bei südlichem Wind (Zinnwald), südöstlichem Wind (Schwartenberg) oder östlichem Wind (Fichtelberg – ohne Abbildung) auf. Es ist ein deutlicher Rückgang der SO₂-Konzentrationen, insbesondere aus dem nordböhmischen Industriegebiet, sichtbar (Abbildung 5).

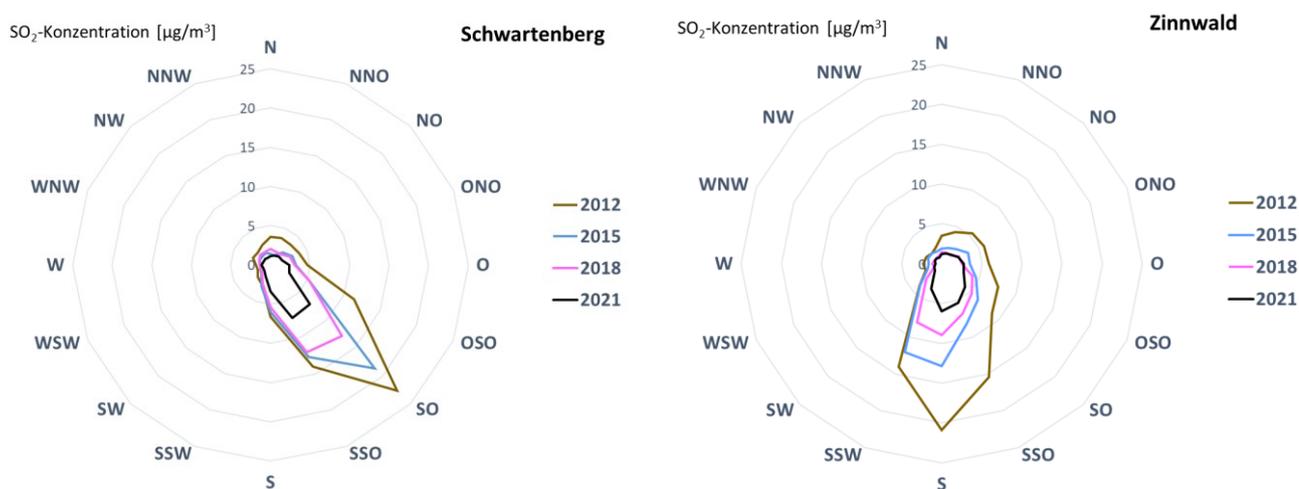
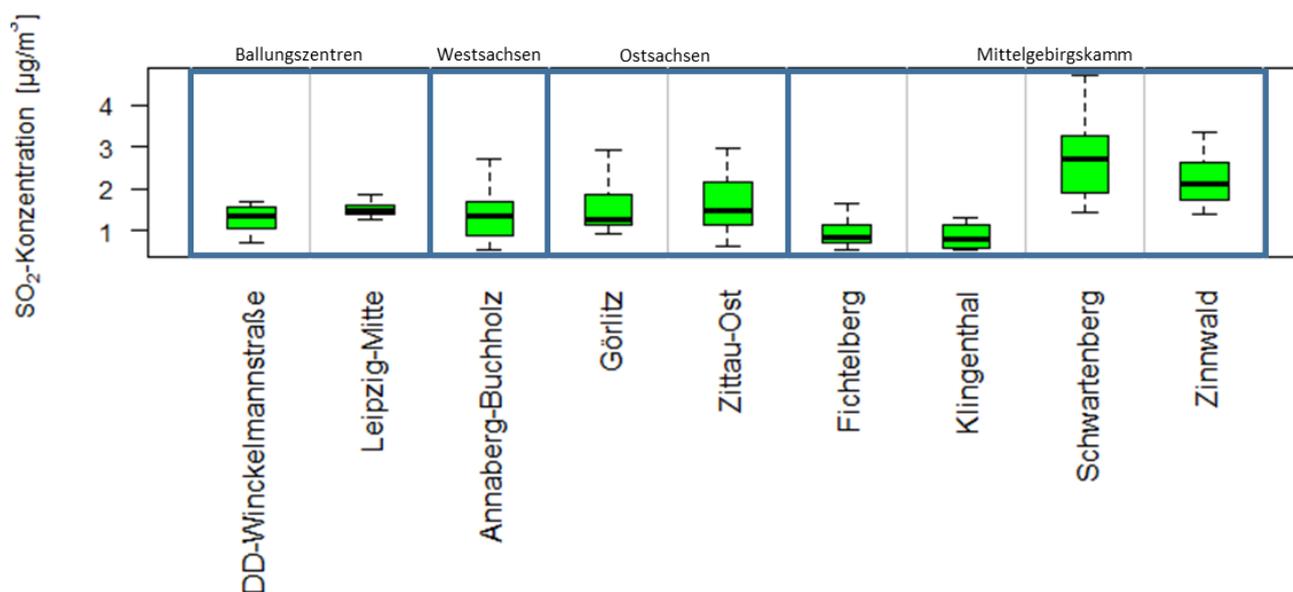


Abbildung 5: SO₂-Konzentrationen in Abhängigkeit von der Windrichtung seit 2012 auf der Basis der Stundenmittelwerte

Ein Vergleich der SO₂-Konzentrationen aller Stationen zeigen die Boxplots der Monatswerte in Abbildung 6.



Datenbasis: Monatsmittelwerte;

Zur Darstellung sind sogenannte Boxplots verwendet worden. Die grünen Boxen in der Abbildung entsprechen dem Bereich, in dem die mittleren 50 % der Daten liegen. Die dicke Linie in den Boxen ist der Median, die gestrichelten Linien werden als "Whisker" bezeichnet und grenzen die Bereiche zwischen den Extremwerten und dem unteren und oberen Quartil ein. Am Beispiel Zinnwald lässt sich der Boxplot folgendermaßen interpretieren: Bei den berechneten Monatsmittelwerten liegt das Minimum bei 1,4 µg/m³, das untere Quartil (25 %) bei 1,8 µg/m³, der Median bei 2,1 µg/m³, das obere Quartil (75 %) bei 2,6 µg/m³ und der höchste Monatsmittelwert bei 3,4 µg/m³.

Abbildung 6: SO₂-Konzentrationen an den Messstationen 2021

4.2 Ozon (O₃)

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.

Das Sommerhalbjahr 2021 (April bis September) war gegenüber der Klimareferenzperiode 1961 – 1990 im Mittel nur geringfügig um +0,7 K zu warm. Niederschläge verteilten sich ungleich (Abbildung 2, Abbildung 4). An den Stationen des Luftmessnetzes wurden von April bis September an 23 Tagen Höchsttemperaturen über 30 °C gemessen (zum Vergleich: 2018 an 58, 2019 an 48 und 2020 an 42 Tagen). Diese meteorologischen Bedingungen führten zu einer geringeren Ozonbelastung als in den Vorjahren. Eine Übersicht der räumlichen Verteilung stellt die Abbildung 7 dar.

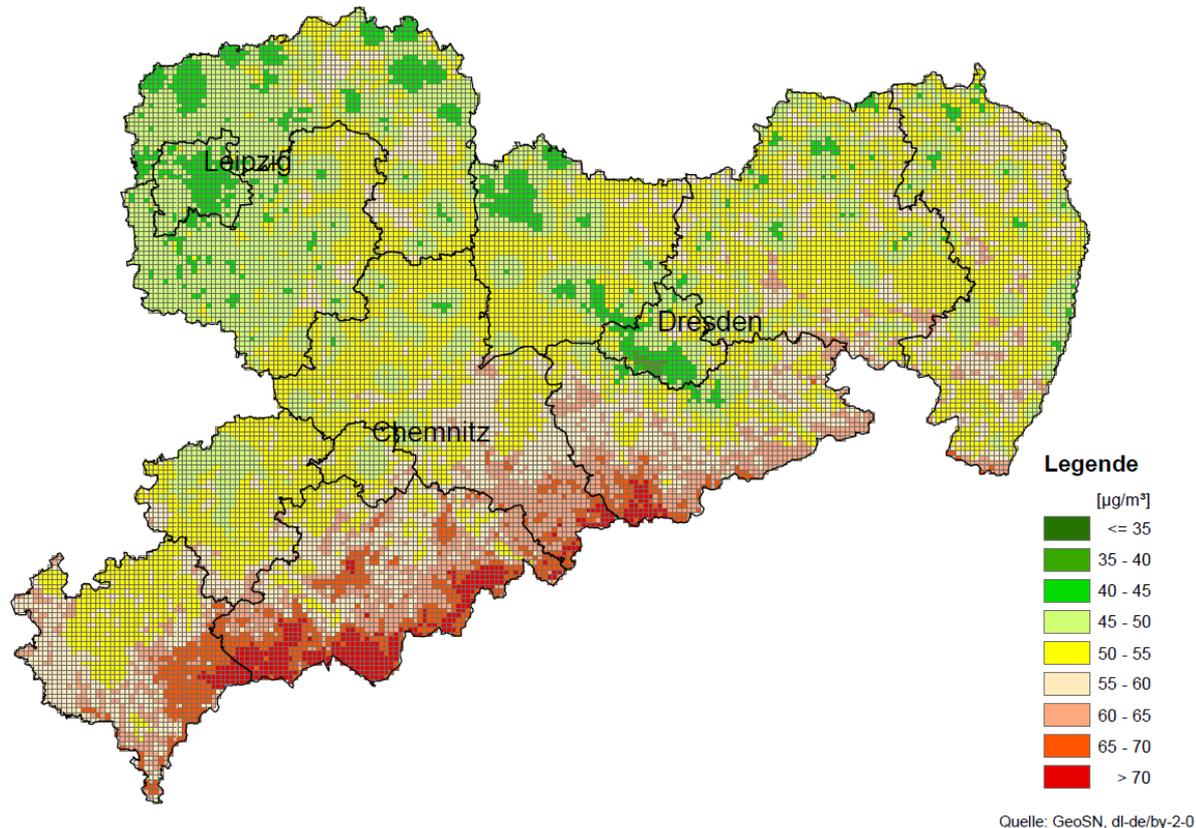


Abbildung 7: Modellierte Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration 2021 für Sachsen

Akute Ozonbelastungen - Überschreitung der Informationsschwelle

Der Schwellenwert zur Information der Öffentlichkeit über kurzfristige akute Ozonbelastungen beträgt $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Stundenmittelwert).

Im Jahr 2021 wurde diese Informationsschwelle in Sachsen nur an einem Tag, am 20. Juni, an der Station Zinnwald in der Zeit von 13 bis 14 Uhr mit $180,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ knapp überschritten. Ein Vergleich mit der ebenfalls auf dem Erzgebirgskamm liegenden Station Schwartenberg zeigt Abbildung 8.

Es ist möglich, dass durch die zu diesem Zeitpunkt herrschende Südost-Wetterlage Luftmassen aus dem Böhmischem Becken mit petrochemischer Industrie die Ozonkonzentrationen an der Station Zinnwald zusätzlich beeinflussten.

Dieser Effekt ist auch bekannt als Hürth-Effekt und wurde erstmals an der Station Hürth in Nordrhein-Westfalen beobachtet, welche sich ebenfalls im Einzugsgebiet von petrochemischen Anlagen befindet. Dafür spricht auch eine leichte Erhöhung der SO_2 -Konzentrationen.

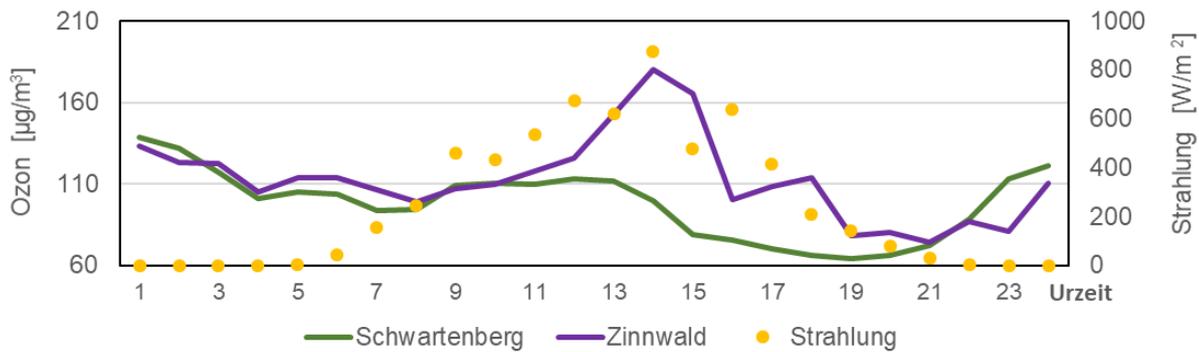


Abbildung 8: Vergleich des Verlaufes der Ozonkonzentration am 20. Juni 2021 auf dem Erzgebirgskamm

Abbildung 9 zeigt die Überschreitungshäufigkeit der Informationsschwelle in den letzten 19 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 Anzahl der Stunden mit Ozonkonzentrationen über 180 µg/m³.

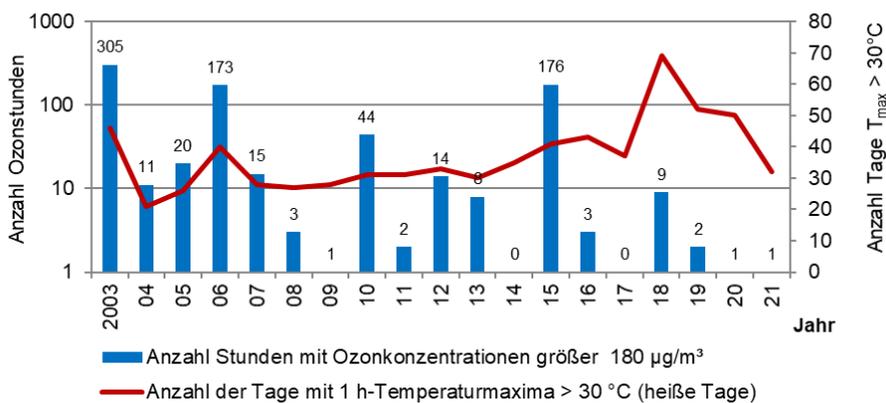


Abbildung 9: Anzahl der Überschreitungen³ der Ozoninformationsschwelle im Vergleich zur Anzahl heißer Tage seit 2003

Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit

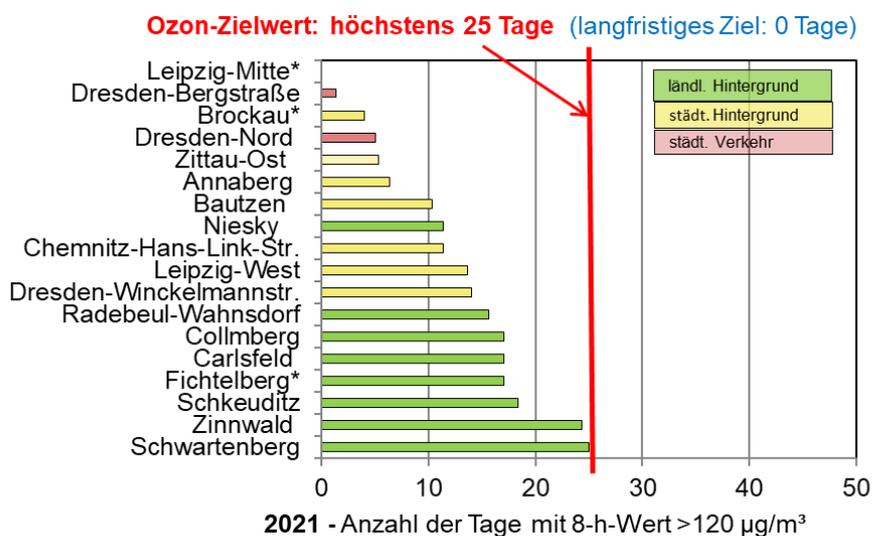
Zur Beurteilung einer Langzeitbelastung durch hohe Ozonkonzentrationen wird der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Tabelle 3) herangezogen. Dazu werden die Tage aufsummiert, an denen mindestens ein gleitender 8-Stundenmittelwert größer als 120 µg/m³ auftritt. 25 Tage im Kalenderjahr mit Überschreitungen sind zulässig. Um den Einfluss von meteorologischen Schwankungen zu reduzieren, wird für die Berechnung des Zielwertes ein 3-Jahresmittelwert entsprechend der 39. BImSchV gebildet.

² maximale 1-Studentemperatur am Tag > 30 ° C (Grundlage alle 26 Stationen des Luftmessnetzes in Sachsen)

³ Summe der Einzelüberschreitungen von allen 12 Stationen, die seit 2003 durchgehend Ozon gemessenen haben

Können die dreijährigen Durchschnittswerte nicht vollständig ermittelt werden, kann auch ein vollständiges Jahr zur Beurteilung herangezogen werden.

Im Berechnungszeitraum 2019 bis 2021 wurde der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit erstmals seit Messbeginn an keiner der Messstationen überschritten (Abbildung 10 und Tabelle A 17).



* Beurteilungen der Messstationen Leipzig-Mitte, Brockau und Fichtelberg nur 2021

Abbildung 10: Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten > 120 µg/m³ (Mittelwert 2019-2021)

Die Abbildung 11 verdeutlicht für ausgewählte Stationen die großen Unterschiede bei der Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Zielwertes für die Jahre 2019 bis 2021, aus denen der Mittelwert für 2021 gebildet wird. Diese Unterschiede sind witterungsbedingt.

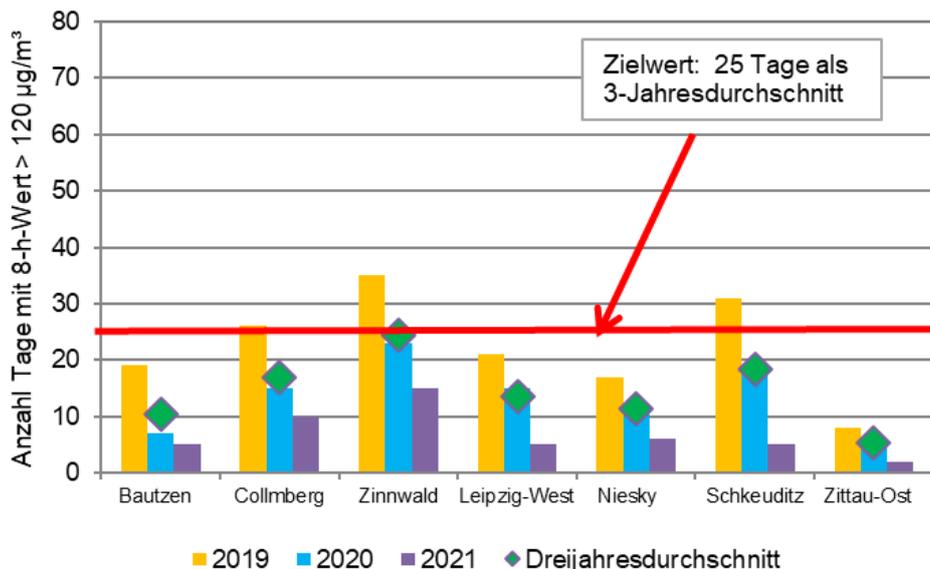
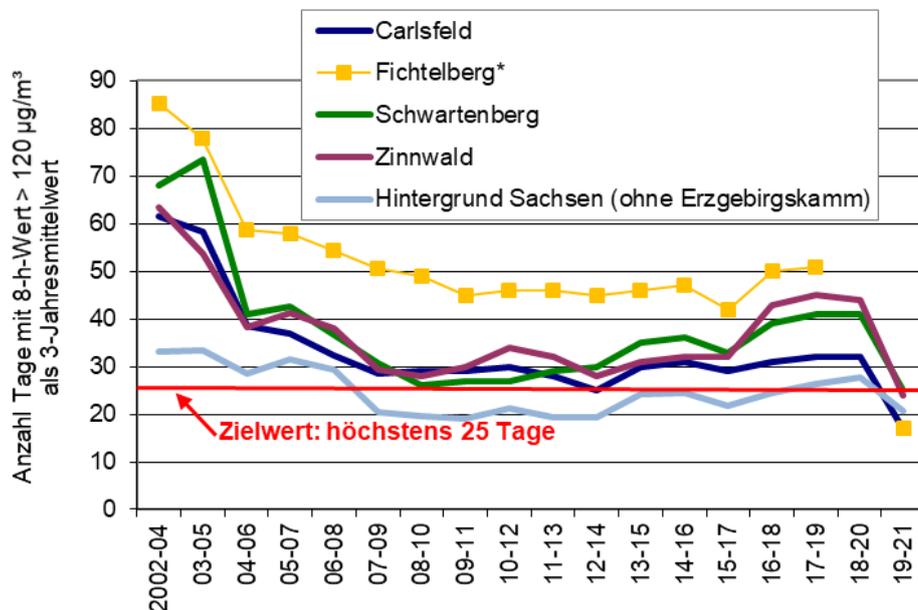


Abbildung 11: Anzahl der Tage mit 8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m³ für die Jahre 2019, 2020 und 2021 sowie die zugehörigen 3-Jahresmittelwerte nach 39. BImSchV für ausgewählte Stationen

Abbildung 12 vergleicht die Entwicklung der Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten größer $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an Stationen auf dem Erzgebirgskamm mit dem sächsischen Hintergrund (gebildet aus vier Stationen im ländlichen Bereich). Der seit Anfang 2000 beobachtete Rückgang stagnierte zuvor in den letzten Jahren. Die beiden außergewöhnlich heißen Sommer 2018 und 2019 ließen die Werte sogar wieder ansteigen. Erst in diesem Jahr fielen witterungsbedingt die Ozonkonzentrationen wieder.



*Fichtelberg: 2019 und 2020 Datenausfall. Für 2021 wird nur der Einzelwert dargestellt.

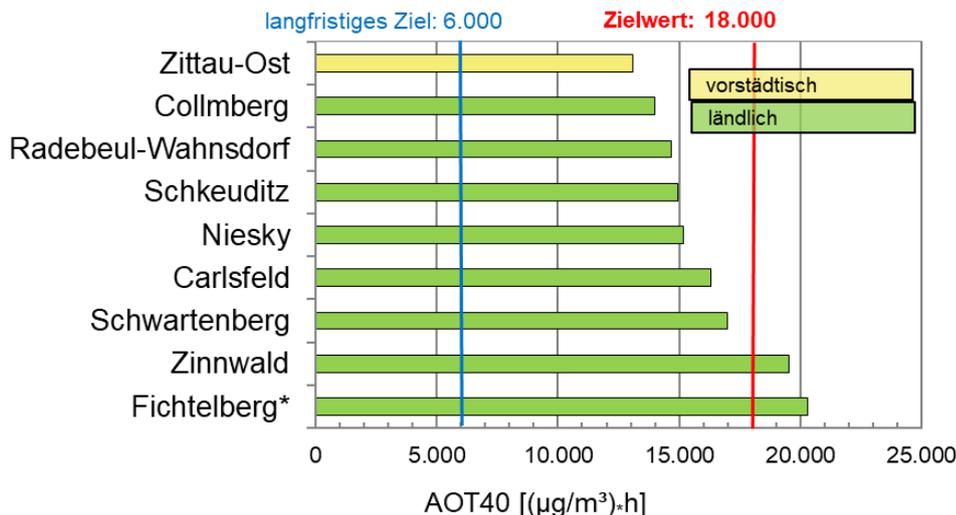
Abbildung 12: Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten größer $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf dem Erzgebirgskamm im Vergleich zum ländlichen Hintergrund – Entwicklung seit 2002 als 3-Jahresmittelwert

Schutz der Vegetation (AOT40)

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

Der AOT40-Wert wurde im Jahr 2021 für Sachsen an acht Hintergrundstationen vollständig ermittelt (Abbildung 13, Tabelle A 18). Im Berechnungszeitraum 2017 bis 2021 wurde dieser genau an zwei Stationen überschritten wie im Berechnungszeitraum 2016 - 2020.

⁴ Berechnungsvorschrift AOT40 zum Schutz der Vegetation (39. BImSchV): die im Zeitraum von Mai bis Juli summierte Differenz zwischen Ozonwerten über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei Verwendung der täglichen Stundenmittelwerte zwischen 08.00 und 20.00 Uhr mitteleuropäischer Zeit



*Fichtelberg: nur 3-Jahresmittelwert (2017, 2018 und 2021), Ausfall 2019 und 2020

Abbildung 13: Schutz der Vegetation – AOT40 (Mittelwert 2017 - 2021)

Vergleicht man die AOT40-Einzelwerte von 2021 mit den gesetzlichen 5-Jahresmittelwerten (2017 - 2021), wie in Abbildung 14, so erkennt man, dass 2021 die Einzelwerte witterungsbedingt gegenüber den 5-Jahresmittelwerten deutlich niedriger waren. Gegenüber 2020 stiegen die Werte 2021 wieder leicht an. Ursache sind die unterschiedlichen Witterungsbedingungen in den drei Monaten Mai bis Juli, die zu Berechnung des AOT40 herangezogen werden. So war zum Beispiel der Juni 2021 gegenüber dem Juni des Vorjahres um mehr als 2 °C wärmer.

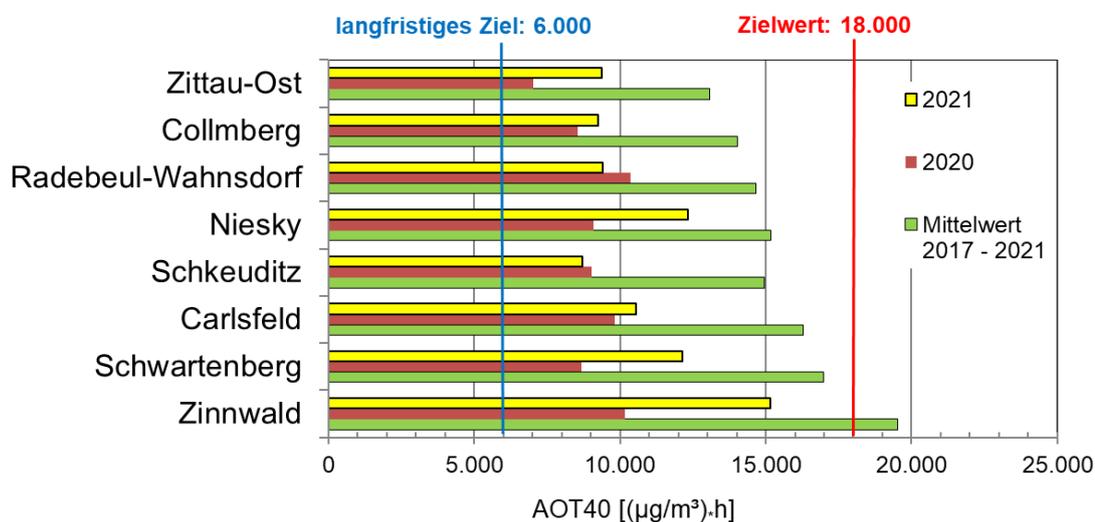


Abbildung 14: Vergleich des AOT40 von 2021 als Mittelwert von 2017 bis 2021 mit den Einzelwerten AOT40 2020 und 2021, ohne Station Fichtelberg

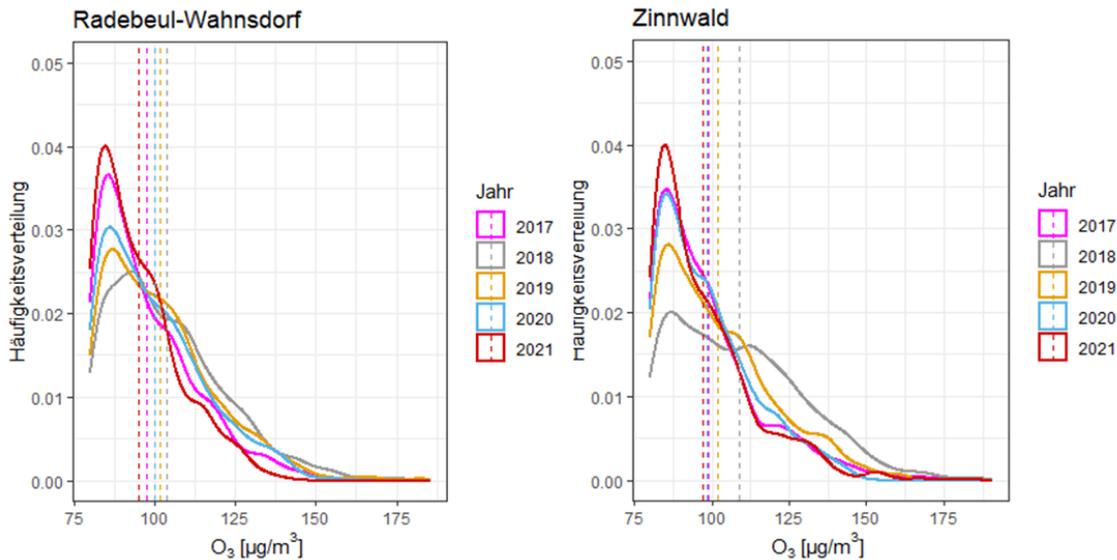
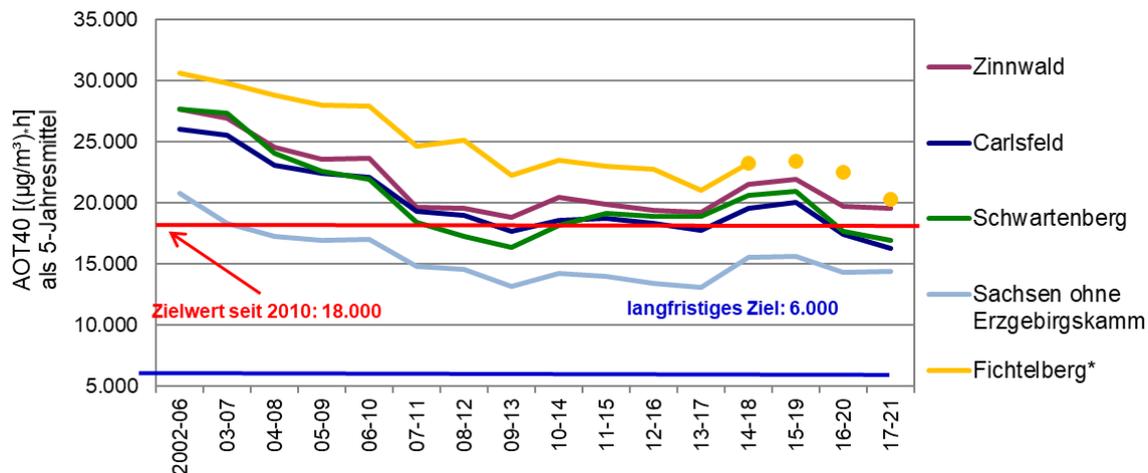


Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung der in den AOT40 einfließenden Stundenmittelwerte (Vergleich der Jahre 2017 bis 2021)

Die Abbildung 15 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Stundenmittelwerte, die in die Berechnung des AOT40 einfließen. Generell erkennt man an beiden Stationen die witterungsbedingte Verschiebung der Häufigkeit der Stundenmittelwerte von 2018 nach 2021 zu geringeren Ozon-Stundenmittelwerten. Unterschiede (mit Ausnahme vom Jahr 2017) zwischen den beiden Stationen können standortbedingt sein (Radebeul-Wahnsdorf ländlich, stadtnah gelegen; Zinnwald auf dem Erzgebirgskamm und bei bestimmten Wetterlagen durch das Industriegebiet im Böhmisches Becken beeinflusst).

Die AOT40-Werte auf dem Erzgebirgskamm liegen deutlich höher als im übrigen Sachsen. Der langfristige Trend zeigt aber auch hier einen Rückgang der Konzentrationen, wie Abbildung 16 veranschaulicht. 2021 wurde der Zielwert auch in dieser Region mit Ausnahme von Fichtelberg und Zinnwald eingehalten. Im übrigen Sachsen außerhalb des Erzgebirgskamms wird der AOT40-Zielwert in der Regel eingehalten.



*Fichtelberg: keine vollständigen 5-Jahresmittelwerte ab 2014-2018

Abbildung 16: Entwicklung des AOT40 zum Schutz der Vegetation auf dem Erzgebirgskamm im Vergleich zum sächsischen Hintergrund

Einen Ozon-Zielwert zum Schutz der Wälder gibt es nicht. In der 39. BImSchV, Anlage 7, Fußzeile ist aber eine Berechnungsvorschrift zur Beurteilung angegeben, analog zur Berechnung des AOT40 zum Schutz der Vegetation. Der Beurteilungszeitraum erstreckt sich hier von April bis September. In der Tabelle A 19 sind die Angaben zur Beurteilung zum Schutz der Wälder nach 39. BImSchV zusammengefasst. In den letzten 10 Jahren ist kein eindeutiger Trend erkennbar. Jahre mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen und hoher Sonneneinstrahlung führen auch hier zu hohen AOT40-Werten.

Entwicklung der Ozonkonzentration in Sachsen

Seit Anfang der 70er Jahre wird an der Messstation Radebeul-Wahnsdorf Ozon gemessen. Es ist die längste Ozonmessreihe in Sachsen. Im Langzeittrend stiegen hier die Ozonkonzentrationen im Jahresmittel ab Messbeginn bis Anfang der 2000er Jahre um ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr an. Danach schwankt das hohe Niveau im Wesentlichen nur witterungsbedingt (Abbildung 17).

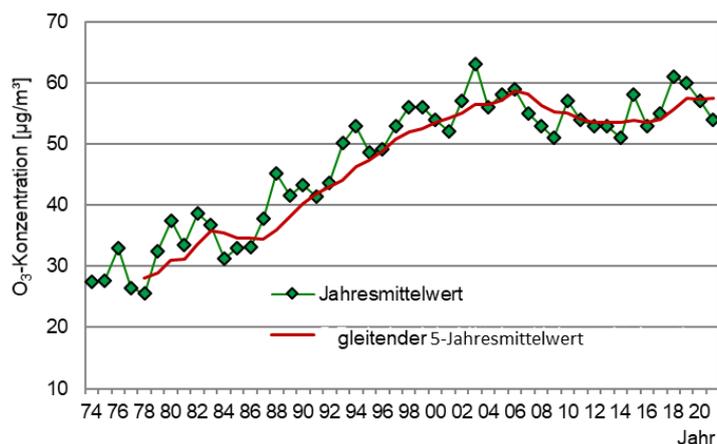


Abbildung 17: Jahresmittelwerte der O₃-Konzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf 1974 bis 2021

Der Jahresverlauf der Ozonkonzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf seit 1974, wie er in Abbildung 18 dargestellt wird, verdeutlicht, dass der Konzentrationsanstieg seit Mitte der 70er Jahre gleichmäßig über das Jahr verteilt ist. Die Monatswerte im Juli und August 2021 sanken witterungsbedingt deutlich zu den Mittelwerten der letzten 30 Jahre. Dafür übersteigt der Ozon-Mittelwert im zu warmen und sonnenscheinreichen Oktober alle langzeitigen Mittel. (Abbildung 18).

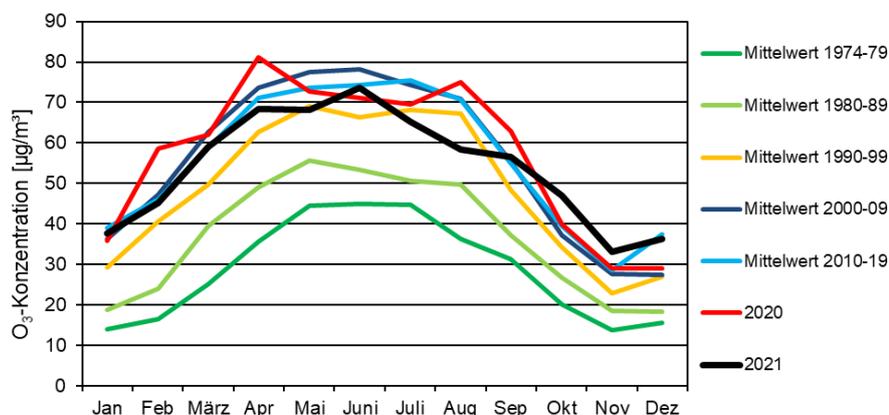


Abbildung 18: Entwicklung des Jahresverlaufes der Ozon-Konzentration seit 1974 an der Station Radebeul-Wahnsdorf, Basis Monatsmittelwerte

Die gebietsbezogenen Ozonkonzentrationen in Abbildung 19 und Tabelle A 30 zeigen in den letzten 15 Jahren keinen eindeutigen Trend. Schwankungen innerhalb dieses Zeitraumes sind meist meteorologisch bedingt. Da die Werte bei der Messstation Fichtelberg in den Jahren 2019 und 2020 ungültig sind, werden die gebietsbezogenen Ozonkonzentrationen in zwei Abbildungen dargestellt. In dem oberen Bild wurden die fehlenden zwei Jahre auf dem Fichtelberg extrapoliert. Das untere Bild stellt die gebietsbezogenen Ozonkonzentrationen mit gesonderten Werten vom Fichtelberg dar.

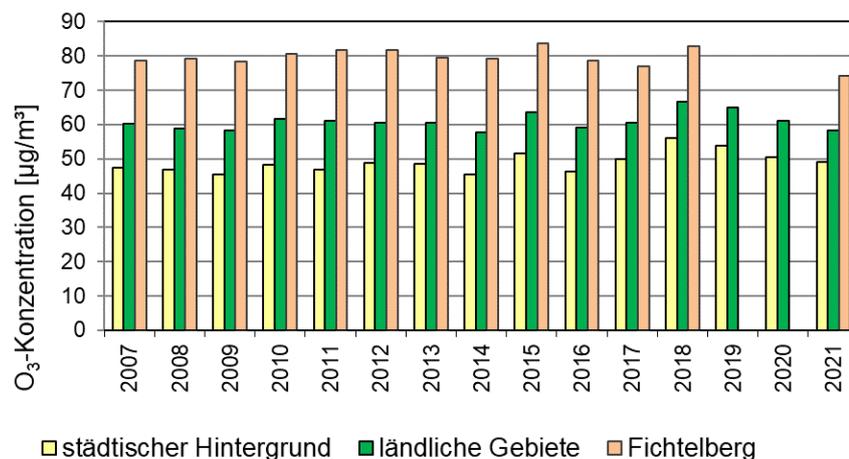
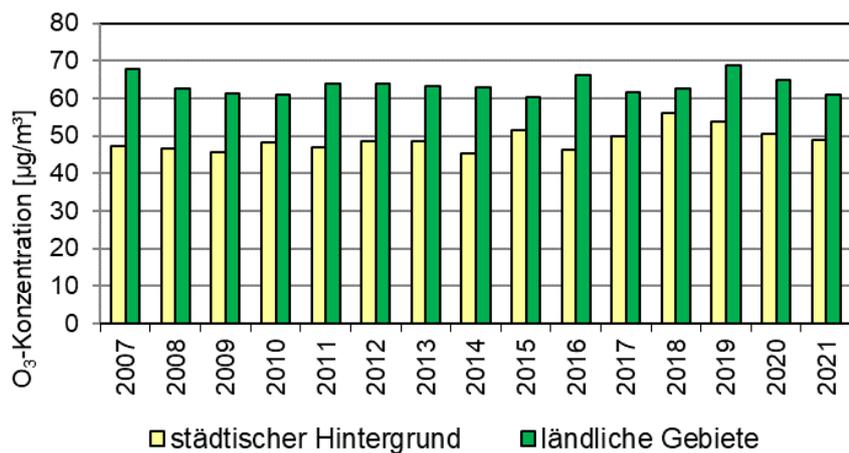


Abbildung 19: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration – mit extrapolierten Werten am Fichtelberg (oben) und mit gesonderten Messdaten der Station Fichtelberg (unten)

4.3 Stickoxide (NO_x)

Für den Luftschadstoff NO₂ existieren seit 2010 zwei Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit:

- Der NO₂-Stundengrenzwert von 200 µg/m³ als Indikator für eine akute Kurzzeitbelastung wird seit Messbeginn in Sachsen an allen Messstationen sicher eingehalten (Tabelle A 22). Der höchste Stundenwert wurde 2021 an der Station Leipzig-Lützner Straße mit 117 µg/m³ gemessen.
- 2021 gab es das dritte Jahr in Folge keine Überschreitung des NO₂-Jahresgrenzwert von 40 µg/m³ im sächsischen Luftmessnetz. Der höchste Jahresmittelwert wurde an der Station Leipzig-Lützner Straße mit 31 µg/m³ ermittelt.

Eine Übersicht der räumlichen Verteilung der NO₂-Jahresmittelwerte für das Jahr 2021 in Sachsen zeigt die Abbildung 20. Man erkennt, dass höhere Belastungen in den Zentren größerer Städte und an Hauptverkehrswegen auftreten. Das veranschaulichen auch die Ranglisten der Messstationen für die NO₂- und NO-Konzentrationen in der Abbildung 21 und Abbildung 22. Die höchsten NO₂- und NO-Konzentrationen werden in der Regel an verkehrsnahen Stationen gemessen, die niedrigsten im ländlichen Hintergrund.

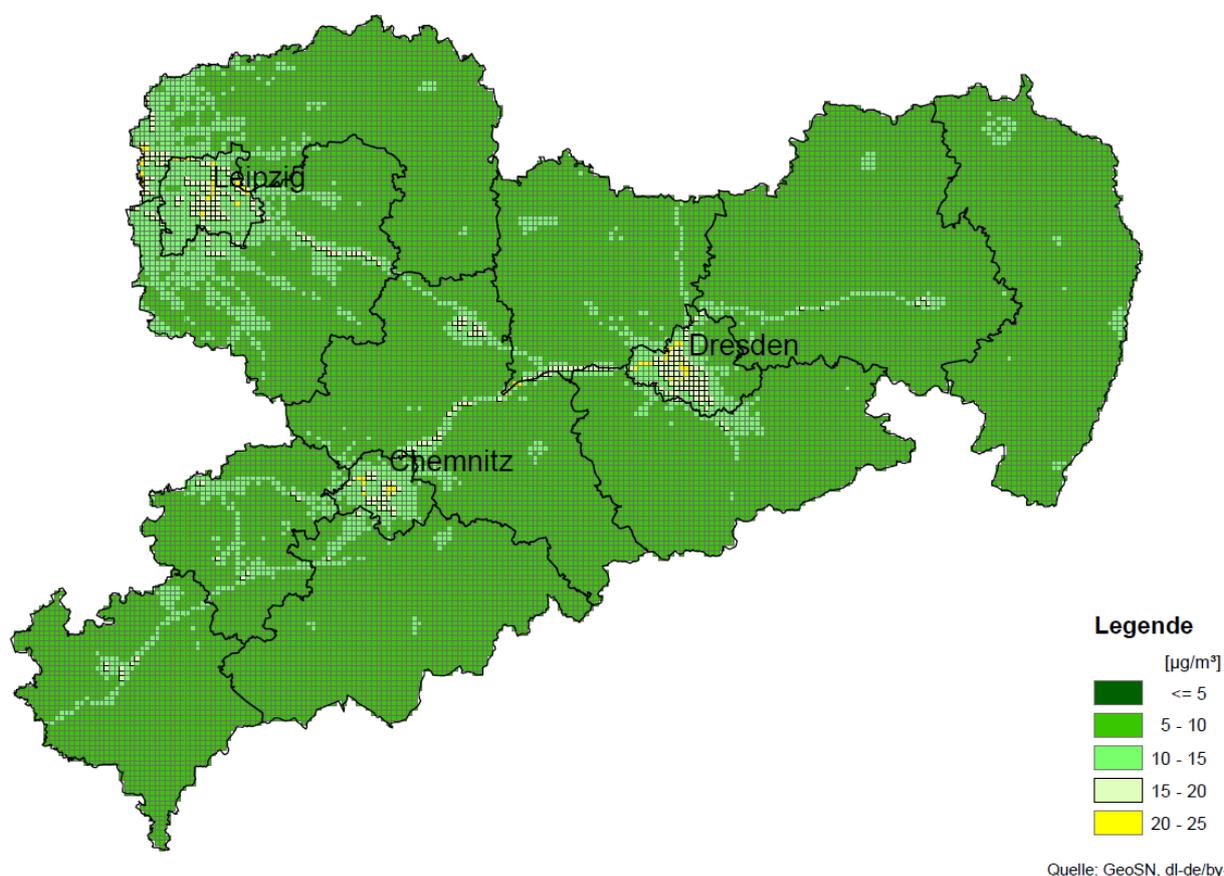


Abbildung 20: Modellierte Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration 2021 für Sachsen

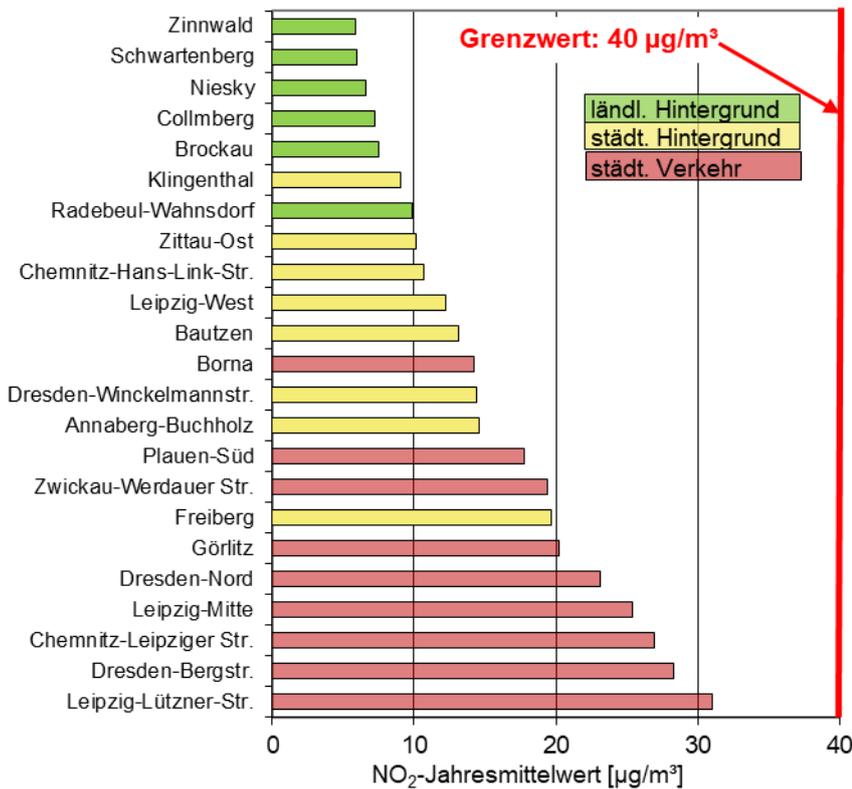


Abbildung 21: Rangliste der Messstationen bzgl. der NO₂-Belastung 2021

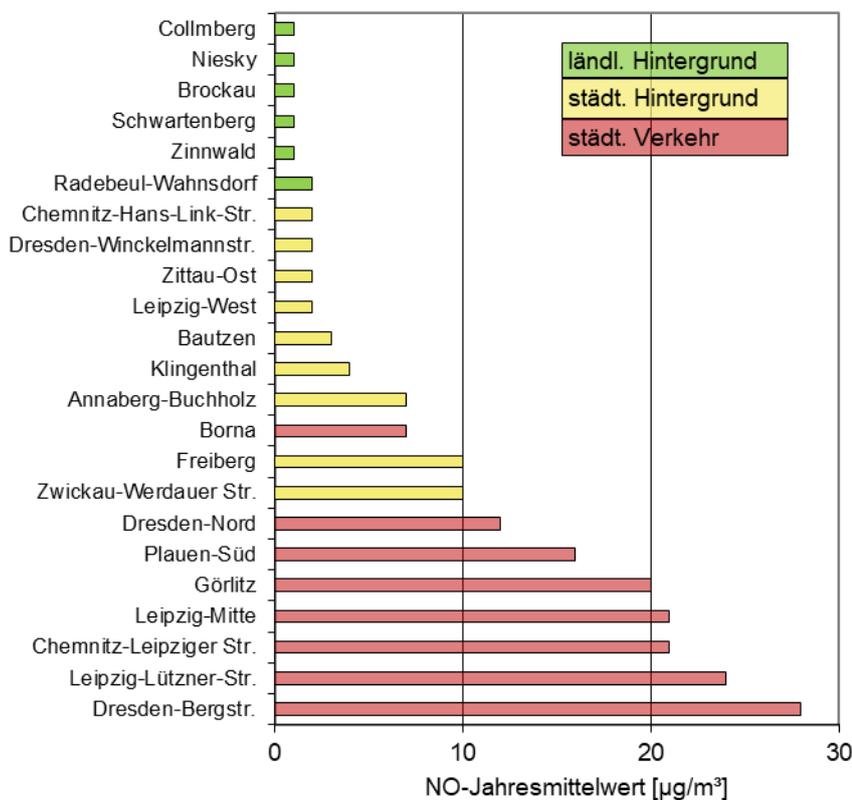


Abbildung 22: Rangliste der Messstationen bzgl. der NO-Belastung 2021

Stickoxide entstehen bei Verbrennungsprozessen (Kraftwerke, Industrie, Hausbrand, Straßenverkehr). An verkehrsnahen Messstationen übertrifft der Anteil der Stickstoffdioxidimmissionen aus dem Straßenverkehr den aus stationären Anlagen um ein Mehrfaches.

Die NO₂-Konzentrationen hängen auch stark von den Witterungsbedingungen ab und zeigen insbesondere an Hintergrundstationen einen ausgeprägten Jahresgang mit höheren Werten in der kalten Jahreszeit (Heizperiode). Verkehrsnahen Stationen werden überwiegend durch Verkehrsemissionen beeinflusst. Dadurch ist dieser Jahresverlauf hier nicht so deutlich ausgeprägt. Dafür zeigen die NO₂-Konzentrationen verkehrsnaher Stationen - in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen - einen ausgeprägten Tages- und Wochengang.

Abbildung 23 zeigt den Jahresverlauf der NO₂-Konzentrationen für eine verkehrsnahen Station (Leipzig-Mitte) und eine Station im städtischen Hintergrund (Leipzig-West). Verglichen werden das Jahr 2021 und das Jahr 2020 mit dem Schwankungsbereich der monatlichen NO₂-Konzentrationen von 2015 - 2019. Die NO₂-Monatswerte lagen in den letzten zwei Jahren, insbesondere an der verkehrsnahen Station, deutlich niedriger als in den Vorjahren. Auch bundesweit ist dieser Rückgang zu verzeichnen (UBA, 2021).

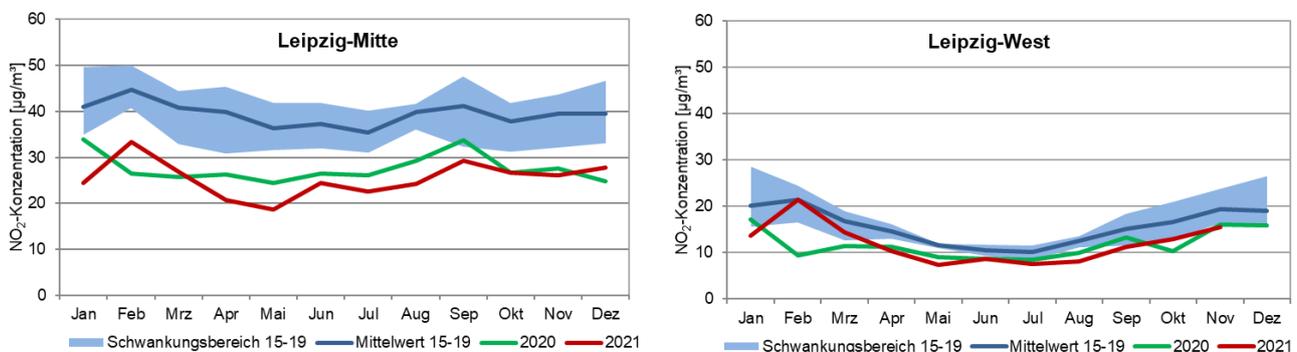


Abbildung 23: Vergleich des Jahresverlaufes der NO₂-Konzentrationen 2021 mit 2020 und dem Schwankungsbereich 2015 - 2019 an den Stationen Leipzig-Mitte und Leipzig-West

Der Rückgang der NO₂-Konzentrationen der letzten Jahre kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden, deren einzelner Anteil aber nicht in Zahlen oder Prozente gefasst werden kann und auch von Station zu Station variiert:

- günstige meteorologische Bedingungen,
- Wirkung von Maßnahmen aus den Luftreinhalteplänen der Städte (Leipzig, 2019; Dresden 2019),
- Reduktion der motorbedingten Verkehrsemissionen u. a. durch Wirksamkeit von Softwareupdates an Fahrzeugen.

Hinzu kommt, dass in den Jahren 2020 und 2021 die NO₂-Konzentrationen zusätzlich durch Maßnahmen zur Eindämmung der Coronapandemie beeinflusst wurden.

Die Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte einiger verkehrsnaher, stark belasteter Messstationen in den letzten 10 Jahren zeigt Abbildung 24. Der höchstbelastete Standort war 2021 die Station Leipzig-Lützner Straße mit 31 µg/m³. Der zeitliche Verlauf der gebietsbezogenen Jahresmittelwerte von 2007 bis 2021 ist in Abbildung 25 dargestellt.

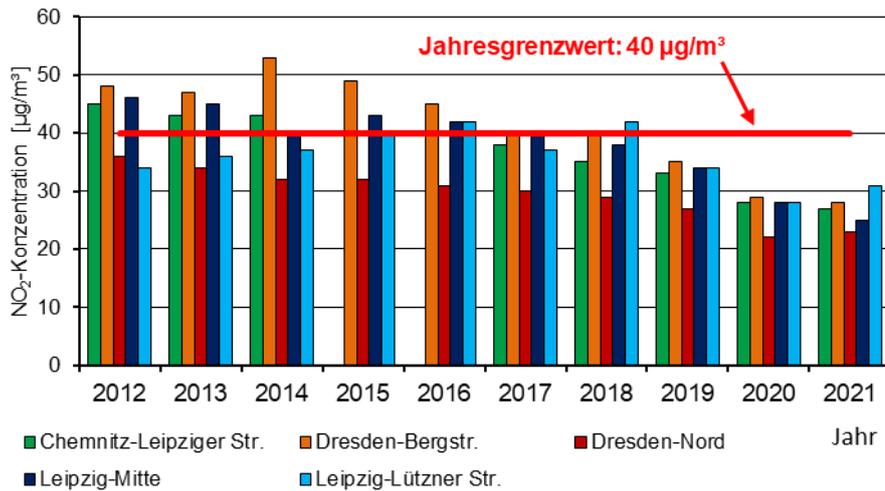


Abbildung 24: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an stark belasteten Messstationen von 2012 bis 2021

In den vergangenen 15 Jahren erfolgte – abgesehen von meteorologischen Schwankungen – eine kontinuierliche Minderung der NO₂-Belastung in Sachsen. In städtischen Bereichen – an verkehrsnahen Messstationen und auch im städtischen Hintergrund – reduzierten sich die Konzentrationen um rund 40 Prozent. In den ländlichen Gebieten halbierte sich fast das schon niedrige Konzentrationsniveau in diesem Zeitraum (Abbildung 25, Tabelle A31).

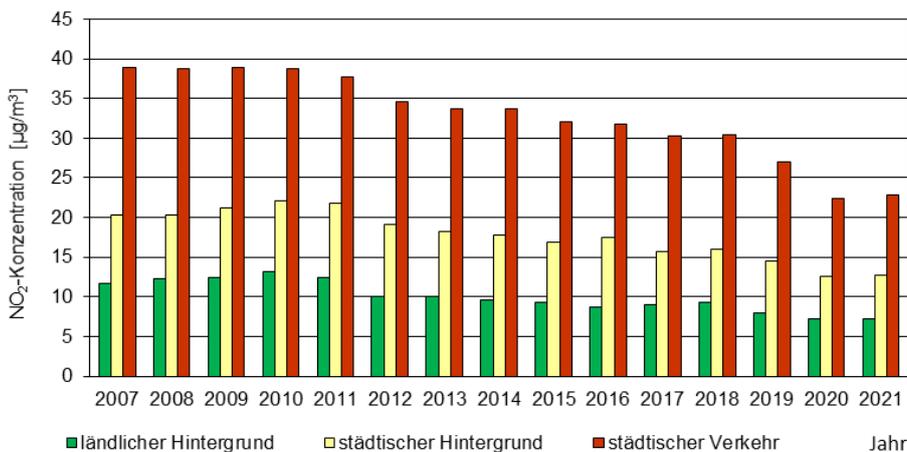


Abbildung 25: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration von 2007 bis 2021⁵

- Der NO_x-Grenzwert von 30 µg/m³ zum Schutz der Vegetation wird in Sachsen an den Hintergrundstationen Schwarzenberg, Collmburg und Niesky überwacht. Die Jahresmittelwerte sind seit Jahren auf einem sehr niedrigen Niveau von 8 bis 9 µg/m³. (Tabelle A 21).

⁵ Ab dem Jahresbericht 2021 werden die in den vorhergehenden Jahresberichten verwendeten Kategorien Verkehr / Hot Spots und verkehrsnahen Stellen zusammengeführt als städtische Verkehrsstationen

4.4 Benzol / Toluol / Xylole

Entwicklung der Benzolkonzentration

Benzol ist ein straßenverkehrsgeprägter Luftschadstoff, der seit Beginn der Messungen Mitte der 1990er Jahre kontinuierlich abgenommen hat. Ursachen sind vor allem die Verringerung des Benzolgehaltes im Kraftstoff und die bessere Ausstattung der Kraftfahrzeuge mit Katalysatoren. Die Jahresmittelwerte lagen 2021 zwischen 0,5 µg/m³ auf dem Schwartenberg und 1,0 µg/m³ in Görlitz.

- Der Benzol-Jahresgrenzwert von 5 µg/m³ wird in Sachsen seit mehr als 20 Jahren an allen Messstationen sicher eingehalten.

Die Entwicklung der Benzolkonzentrationen in den letzten 15 Jahren ist in Abbildung 26 und Tabelle A 24 dargestellt. Erhöhte Konzentrationen können bei austauscharmen Wetterlagen, insbesondere an verkehrsnahen Messstationen, auftreten. Die Messstationen Schwartenberg und Klingenthal werden bei südöstlicher Windrichtung durch Emissionen aus dem nordböhmischen Industriegebiet beeinflusst. Dadurch kann es mitunter zu kurzzeitig erhöhten Benzolkonzentrationen kommen. Es gab 2021 aber keinen Tagesmittelwert größer als 5 µg/m³. Im gesamten Messnetz waren lediglich 0,2 Prozent der Benzol-Stundenmittelwerte größer als 5 µg/m³.

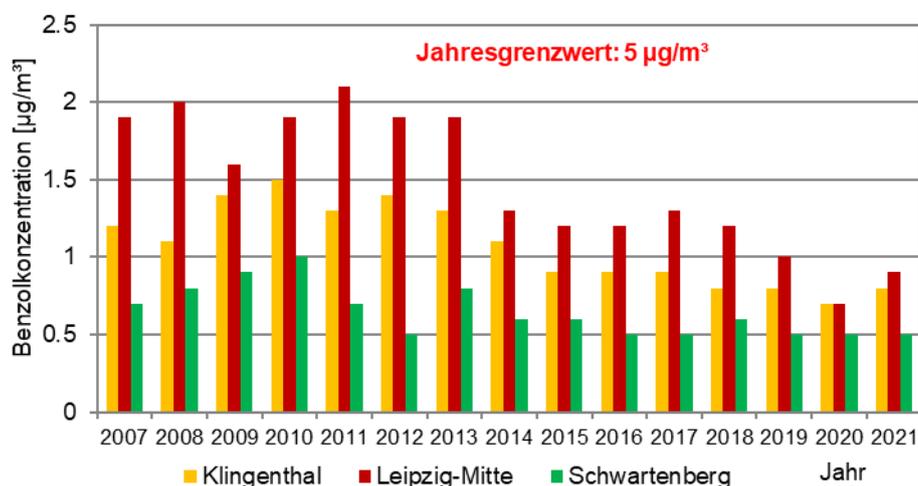


Abbildung 26: Jahresmittelwerte der Benzolkonzentrationen seit 2007 an der städtischen Verkehrsstation Leipzig-Mitte, an der städtischen Hintergrundstation Klingenthal und auf dem Schwartenberg (ländlicher Hintergrund)

Entwicklung von Toluol und Xylole

Für die aromatischen Kohlenwasserstoffe Toluol und Xylole (als Summe: meta-, ortho- und para-Xylol) ist in der Richtlinie 2008/50/EG kein Grenzwert festgelegt. Diese Luftschadstoffe, die in Lösungsmitteln und in Benzin enthalten sind, werden aber im sächsischen Luftmessnetz zusammen mit den Benzolkonzentrationen überwacht. In den Tabelle A 6 bis Tabelle A 8 sind neben den Benzol-Messwerten auch die von Toluol und Xylole für 2021 zusammengefasst. In den letzten 15 Jahren sind die Messwerte für Toluol und Xylole kontinuierlich gesunken, insbesondere an verkehrsnahen Stationen.

4.5 Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} sowie PM₁₀-Inhaltsstoffe

Unter dem Begriff „Feinstaub“ sind Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner 10 µm (PM₁₀) bzw. kleiner 2,5 µm (PM_{2,5}) zusammengefasst.

Feinstaub entsteht hauptsächlich bei thermischen Prozessen (Kraftwerke, Industrie, Gewerbe, Straßenverkehr). Im innerstädtischen Bereich trägt der Straßenverkehr erheblich zur Feinstaubbelastung bei. Hierbei verursachen sowohl die direkten Emissionen aus den Motoren – vorrangig Dieselmotoren – als auch der Reifenabrieb und aufgewirbelter Straßenstaub die Feinstaubbelastung. Eine weitere Staubquelle ist die Bildung sekundärer Partikel durch chemische Reaktionen gasförmiger Schadstoffe in der Atmosphäre. Quelle dieser sekundären Partikel ist u. a. auch die Landwirtschaft. Emissionen gasförmiger Vorläufersubstanzen, wie Ammoniak, werden zum Beispiel durch die Tierhaltung verursacht.

Zur Feinstaubbelastung tragen zum einen lokale Emissionen bei, zum anderen haben auch regionale und überregionale Einträge einen großen Einfluss. Einträge durch natürliche Quellen (zum Beispiel Saharastaub, Seesalz) spielen mit Bezug auf den Jahresmittelwert in Sachsen nur eine untergeordnete Rolle. Tagesweise kann aber Saharastaub zu einem deutlichen Anstieg der PM₁₀-Konzentrationen führen, so in der letzten Februarwoche 2021 (Kapitel 6.2).

Für Feinstaub existieren verschiedene Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Tabelle 3):

- Der PM₁₀-Jahresgrenzwert von 40 µg/m³ als Kennzeichen einer Dauerbelastung wird in Sachsen flächendeckend sicher eingehalten.
- Der seit 2015 geltende PM_{2,5}-Jahresgrenzwert von 25 µg/m³ wird ebenfalls an allen Stationen weit unterschritten.
- Kurzzeitbelastungen werden durch den PM₁₀-Tagesgrenzwert (50 µg/m³ bei 35 zulässigen Überschreitungen im Jahr) bewertet. Auch bei diesem Grenzwert gab es in Sachsen seit 2015 keine Überschreitungen mehr.

4.5.1 PM₁₀- und PM_{2,5}-Jahresmittelwerte

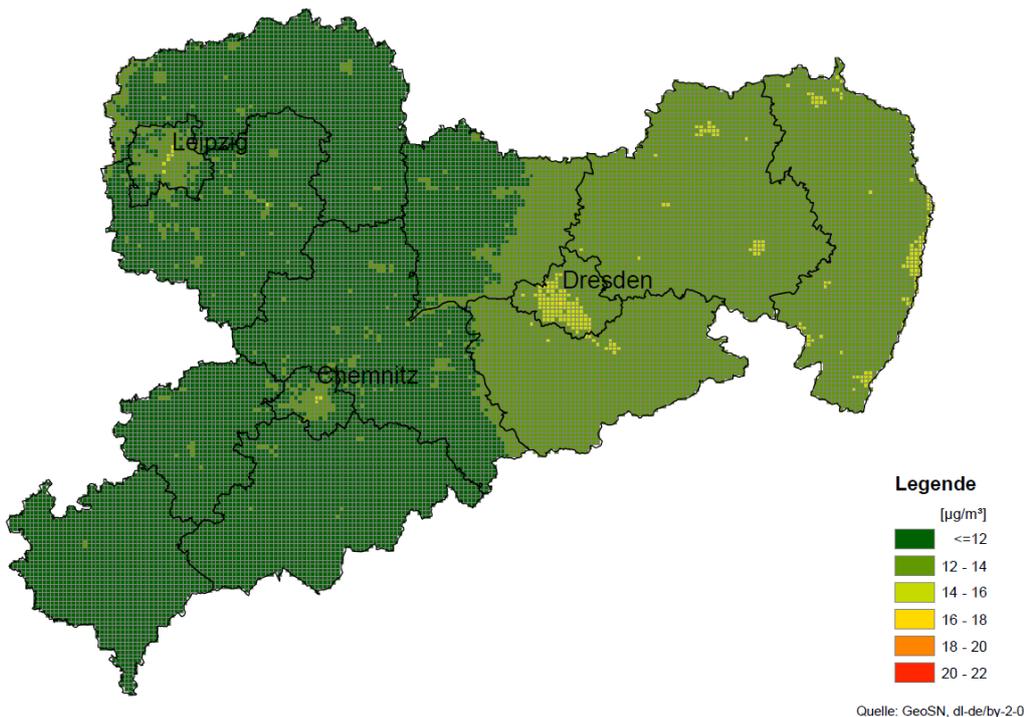


Abbildung 27: Modellerte Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration 2021

Abbildung 27 zeigt die räumliche Verteilung der PM₁₀-Konzentrationen im Jahr 2021 in Sachsen. Erhöhte PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentrationen findet man in den Ballungszentren. Das mittlere Konzentrationsniveau in Ostsachsen ist durch den grenzüberschreitenden Einfluss gegenüber Westsachsen etwas höher⁶.

Den höchsten PM₁₀-Jahresmittelwert mit 20 µg/m³ gab es an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Lützner Straße (Tabelle A 1). Der niedrigste Jahresmittelwert wurde an der ländlichen Hintergrundstation Carlsfeld im Westerzgebirge gemessen.

Die Abbildung 28 enthält eine Rangliste aller Stationen bezüglich der PM₁₀-, die Abbildung 29 eine Rangliste der PM_{2,5}-Belastung. 2021 lagen die PM₁₀-Jahresmittelwerte auf dem Niveau des Vorjahres. Bei den PM_{2,5}-Jahresmittelwerte kam es im Mittel zu einem leichten Anstieg von knapp 1 µg/m³.

⁶ Da die PM₁₀-Konzentrationen in den letzten Jahren in Sachsen zurückgegangen sind, wird ab dem Jahresbericht 2021 für die flächenhafte Darstellung eine feinere Skalierung gegenüber den vorangegangenen Jahresberichten verwendet.

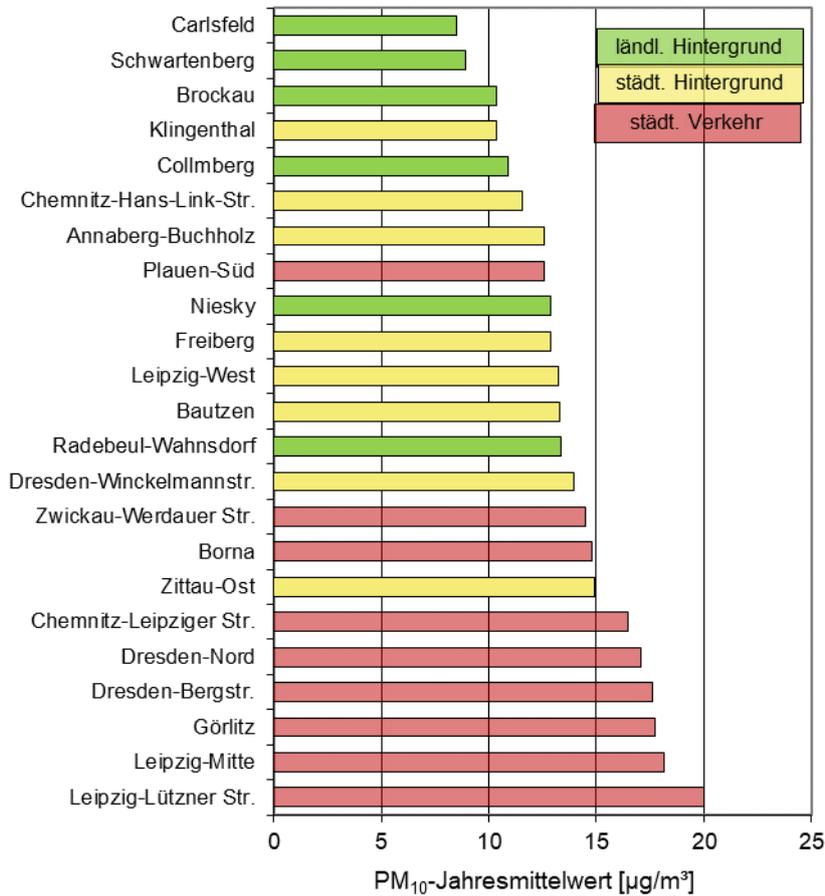


Abbildung 28: Rangliste der Messstationen bzgl. der PM₁₀-Belastung 2021

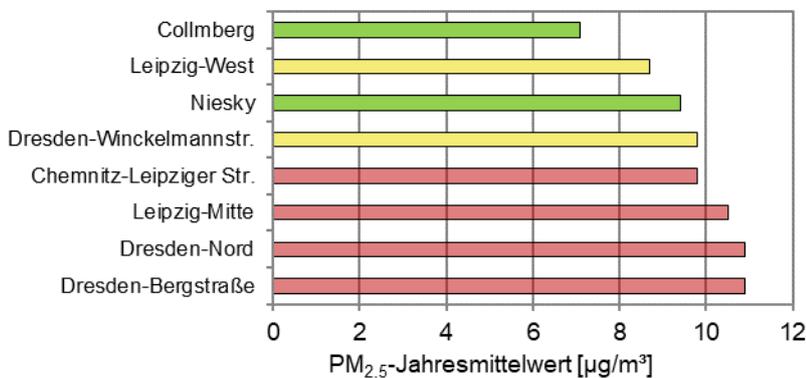


Abbildung 29: Rangliste der Messstationen bzgl. der PM_{2,5}-Belastung 2021

PM₁₀-Konzentrationen zeigen in der Regel einen deutlichen Jahresgang mit höheren Konzentrationen in der kalten Jahreszeit. In Abbildung 30 ist der Jahresverlauf der PM₁₀-Konzentrationen beispielhaft für eine verkehrsnahe Station (Leipzig-Mitte) und für eine Station im städtischen Hintergrund (Leipzig-West) dargestellt. Verglichen wird das Jahr 2021 mit dem Vorjahr 2020 und dem Schwankungsbereich der monatlichen PM₁₀-Konzentrationen von 2015 bis 2019. Man erkennt, dass die PM₁₀-Konzentrationen der Jahre 2020 und 2021 deutlich unter dem vorhergehenden Mittel von 2015 bis 2019 liegen. Der erhöhte Monatsmittelwert von Februar 2021 ist zum Großteil auf die Saharastaubepisode (Kapitel 6.2) zurückzuführen.

Die milderen Winter 2020 und 2021 führten insgesamt zu niedrigeren Konzentrationen, so dass kein ausgeprägter Jahresgang zu erkennen ist. Auch fehlen die in früheren Jahren typischen PM₁₀-Episoden im Winter und Frühjahr (Kapitel 4.5.2).

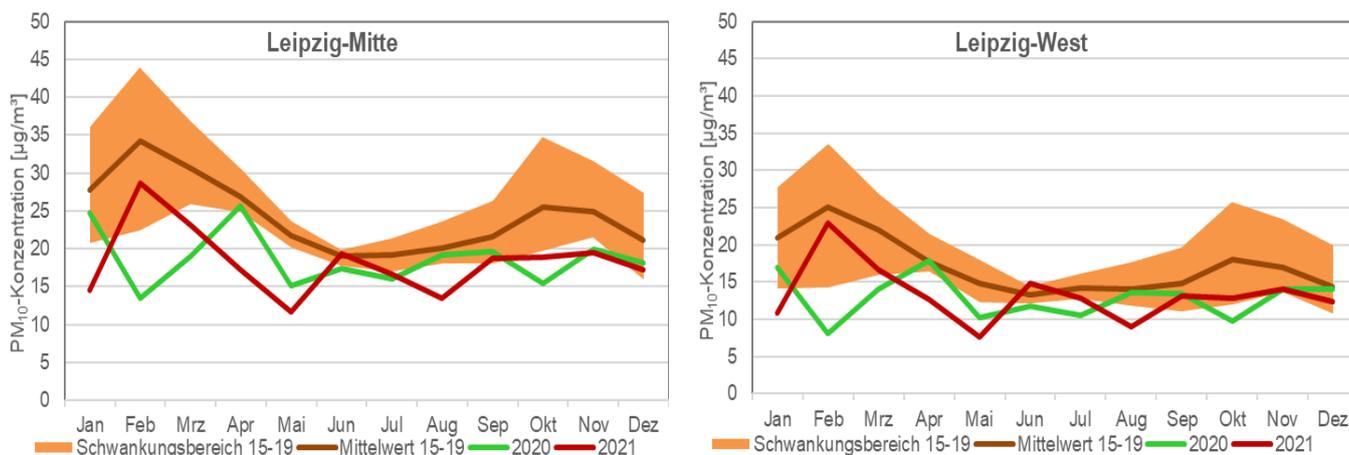


Abbildung 30: Vergleich des Jahresverlaufes der PM₁₀-Konzentrationen 2021 mit 2020 und dem Schwankungsbereich 2015 - 2019 an den Stationen Leipzig-Mitte (verkehrsnahe) und Leipzig-West (städtischer Hintergrund) – Basis: Monatswerte

Die Entwicklung der PM₁₀-Jahreswerte an einigen verkehrsnahen stark belasteten Messstationen sowie gebietsbezogene PM₁₀- bzw. PM_{2,5}-Daten werden in Abbildung 31, Abbildung 32, und in der Tabelle A 32 dargestellt. Der abnehmende Trend der Jahresmittelwerte ist in beiden Feinstaub-Größenklassen deutlich erkennbar.

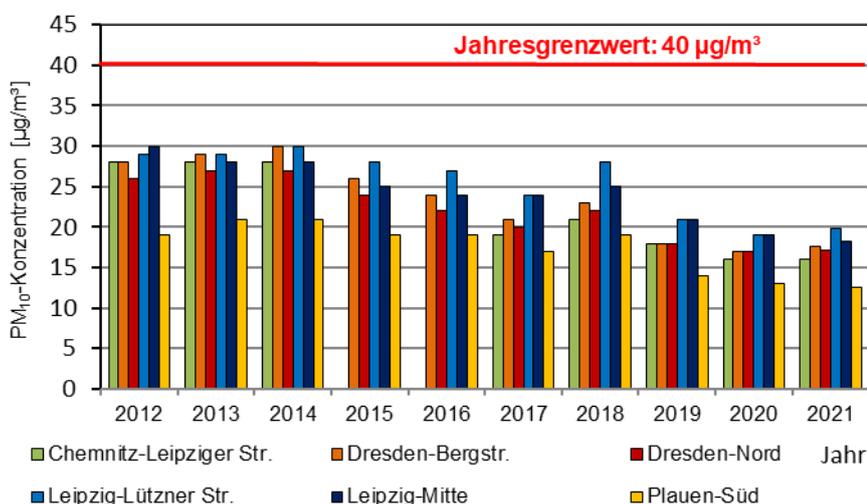


Abbildung 31: Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentrationen an stark belasteten Messstationen von 2012 bis 2021

Der Rückgang der PM₁₀-Konzentrationen in den vergangenen Jahren hat verschiedene Ursachen, deren einzelne Anteile schwer in Zahlen oder Prozente zu fassen sind und die auch von Station zu Station variieren. Dazu zählen:

- günstige meteorologische Bedingungen - insbesondere mildere Winter,
- verringerte regionale und überregionale Ferneinträge (Ausnahme Saharastaub, siehe Kapitel 6.2),
- Wirkung von Maßnahmen aus den Luftreinhalteplänen der Städte (Leipzig, 2019; Dresden, 2019),
- Reduktion der motorbedingten Verkehrsemissionen durch Flottenerneuerung.

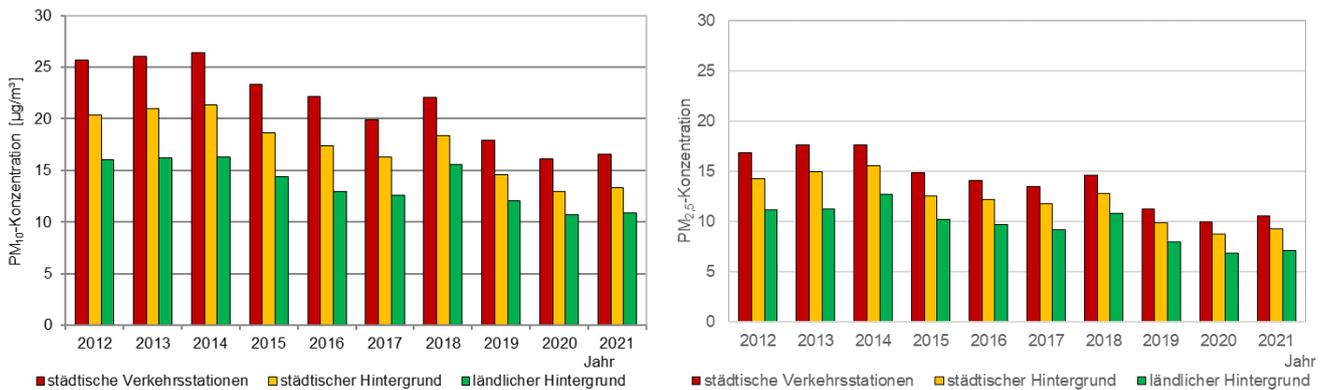


Abbildung 32: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentrationen

4.5.2 PM₁₀-Episoden

Bei Überschreiten des PM₁₀-Tagesgrenzwertes an drei oder mehr aufeinanderfolgenden Tagen an mindestens 25 Prozent der Messstationen in Sachsen wird der Zeitraum als PM₁₀-Episode eingestuft. Während der PM₁₀-Episoden, die vor allem im Winter und in der Übergangszeit auftreten, herrschen meist austauscharme Hochdruck-Wetterlagen mit schwachen Winden und bodennahen Inversionen. Der Austausch von Luftschadstoffen ist sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung stark eingeschränkt, so dass die PM₁₀-Konzentrationen in der Atmosphäre von Tag zu Tag ansteigen. Verstärkt wird der witterungsbedingte Effekt in der kalten Jahreszeit durch zusätzliche Emissionen, u. a. aus dem Hausbrand und aus längeren Kaltstartphasen der Kraftfahrzeuge. Oft können mit schwachen östlichen Winden zusätzlich vorbelastete Luftmassen nach Sachsen gelangen.

- In Sachsen gab es das dritte Jahr in Folge keine PM₁₀-Episode.

Grund sind milde Winter mit fehlenden ausgeprägten Hochdruckwetterlagen. Zusätzlich kommt hinzu, dass auch in angrenzenden Nachbarländern wie Polen und Tschechien die PM₁₀-Konzentrationen in den vergangenen Jahren deutlich zurückgegangen sind (Polen - Woiwodschaft Niederschlesien, 2021, Tschechien - CHMI, 2020).

4.5.3 Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage

Die Anzahl der Tage mit Überschreitungen des PM₁₀-Tagesgrenzwertes von 50 µg/m³ variiert von Jahr zu Jahr. Ursache sind wechselnde meteorologische Bedingungen, aber auch im Einzelfall lokale Quellen (zum Beispiel: Bautätigkeit oder Feuerwerk). 2021 wurden an elf Tagen (Vorjahr: an drei Tagen) PM₁₀-

Tagesmittelwerte von mehr als 50 µg/m³ registriert. Es gab insgesamt 45 Einzelüberschreitungen⁷. Das sind knapp doppelt so viele wie im Vorjahr. Da das Silvesterfeuerwerk pandemiebedingt in den meisten Kommunen verboten war und damit deutlich weniger Böller abgefeuert wurden, gab es am Neujahrstag nur an einer Station eine Überschreitung des Tagesgrenzwertes. Zu den meisten Einzelüberschreitungen (insgesamt 25) kam es während der Saharastaubepisode vom 23. bis 25.02.2021 (Kapitel 6.2).

4.5.4 PM₁₀-Inhaltsstoffe

An einigen Stationen wird Feinstaub PM₁₀ auf seine Inhaltsstoffe wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle und elementarer bzw. organischer Kohlenstoff untersucht (Tabelle A 11 bis Tabelle A 15 im Anhang).

4.5.4.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Ein Großteil der PAK-Belastungen wird durch Kraftwerke, Hausbrand, Kfz-Verkehr sowie Waldbrände und offene Feuer verursacht. Sie entstehen aber auch als Zwischenprodukte bei der Erzeugung von PVC, Kunststoffen, Farben und Pestiziden. PAK sind schädlich für Mensch und Umwelt und stehen im Verdacht, krebserregend zu sein (UBA, 2016).

- Der Zielwert von 1 ng/m³ (Jahresmittelwert) für die PAK-Leitsubstanz Benzo(a)pyren als Inhaltsstoff in der PM₁₀-Fraktion wird an allen Messstationen eingehalten.

Aus den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen BaP, BeP, BbF, BkF, Cor, DbA und InP wird zum Vergleich der Stationen seit mehreren Jahren ein Summenwert errechnet (Tabelle A 11). Diese Summenwerte sind als Rangliste für alle Messstationen in Abbildung 33 grafisch dargestellt. Die höchsten Summenwerte treten an den Messstationen in Görlitz und Zittau-Ost an der Grenze zu Polen auf.

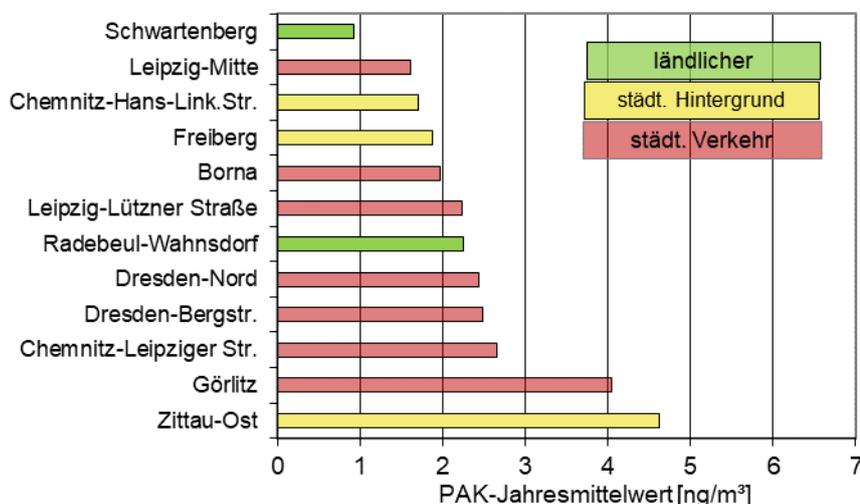
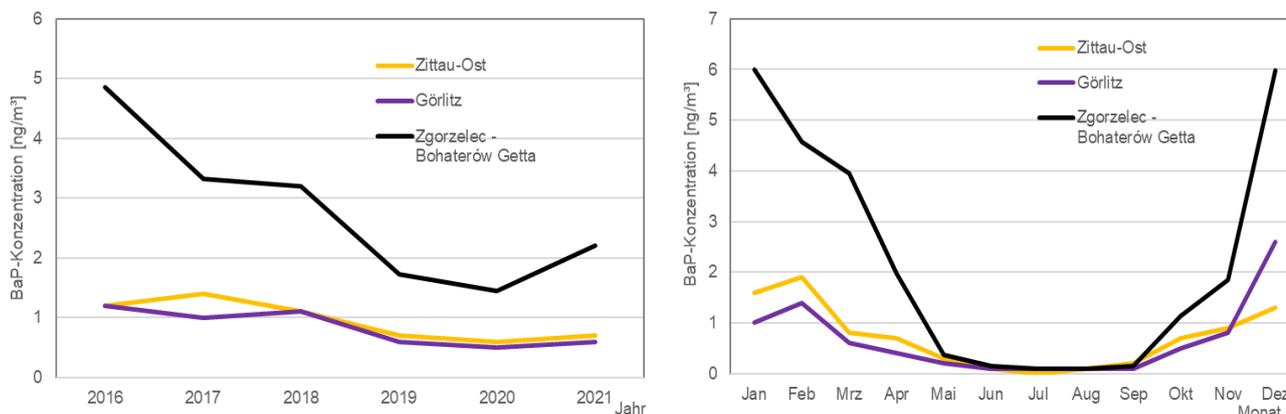


Abbildung 33: Rangliste der Messstationen bezüglich der PAK-Belastung 2021 (Summe der Jahresmittelwerte aus BaP, BeP, BbF, BkF, Cor, DbA und InP)

⁷ Einzelüberschreitungen: jährliche Summe der Überschreitungen aller Stationen, die in dem untersuchten Zeitraum von 2012 bis 2021 durchgängig gemessen haben.

Benzo(a)pyren zeigt einen ausgeprägten Jahresgang mit hohen Konzentrationen im Winter. Im Sommer dagegen liegen die Messwerte teilweise nahe der Nachweisgrenze. Die Messstationen in Görlitz und Zittau-Ost werden durch die Grenznähe im Winter zusätzlich durch Hausbrand und Industrieanlagen der Nachbarländer beeinflusst (Abbildung 34, rechts). In den letzten sechs Jahren⁸ sind die Jahresmittelwerte der BaP-Konzentrationen aber im Mittel gesunken, an den beiden deutschen Stationen um ca. 60 Prozent, an der polnischen Station in Zgorzelec noch deutlicher, obwohl 2021 dort wieder ein Anstieg zum Vorjahr zu verzeichnen war (Abbildung 34, links).



Quelle der polnischen Daten: <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives>

Abbildung 34: Entwicklung (links) und Jahresverlauf 2021 (rechts) der BaP-Konzentrationen in Ostsachsen im Vergleich mit der polnischen Station in Zgorzelec

4.5.4.2 Schwermetalle

- Der Blei (Pb)-Jahresgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 500 ng/m³ wird seit Beginn der Messungen im Jahr 1998 an allen Messstationen weit unterschritten.
- Die Zielwerte für Kadmium (Cd), Nickel (Ni) und Arsen (As) werden an allen Stationen des Luftmessnetzes sicher eingehalten.
- Für Chromkonzentrationen (Chrom-gesamt) gibt es keinen Zielwert. Deshalb wird hier zur Bewertung der Orientierungswert für die Sonderfallprüfung gemäß Nr. 4.8 der TA Luft von 17 ng/m³ herangezogen (LAI, 2004). Dieser wird an allen Messstationen sicher unterschritten.

Die Daten für alle Messstationen sind in Tabelle A 11 und Tabelle A 12 (Jahresmittelwert und maximale Tagesmittelwerte 2021) und Tabelle A 13 (Jahresmittelwerte seit 2017) zusammengestellt. In den letzten sechs Jahren⁸ ist kein eindeutiger Trend bei den untersuchten Schwermetallen in Feinstaub PM₁₀, auch auf Grund der sehr niedrigen Konzentrationen, erkennbar.

Die Konzentrationen einiger PM₁₀-Inhaltsstoffe waren in Abhängigkeit vom Standort teilweise so niedrig, dass ein großer Teil der Einzelmesswerte unter der Bestimmungsgrenze lag – also nicht mehr messtechnisch erfassbar war (Tabelle 10). Insbesondere trifft das auf die Inhaltsstoffe Nickel und Arsen zu. An der Station Schwartenberg im ländlichen Hintergrund lagen zum Beispiel 84 Prozent der Nickel-Einzelmesswerte und 71 Prozent der Arsen-Einzelmesswerte unterhalb der Bestimmungsgrenze. Einzelmesswerte unterhalb der Bestimmungsgrenze erhalten einen Ersatzwert in Höhe der halben Bestimmungsgrenze.

⁸ Aussagen über längere Trends sind durch zweimaligen Laborwechsel 2014 und 2015 unsicher

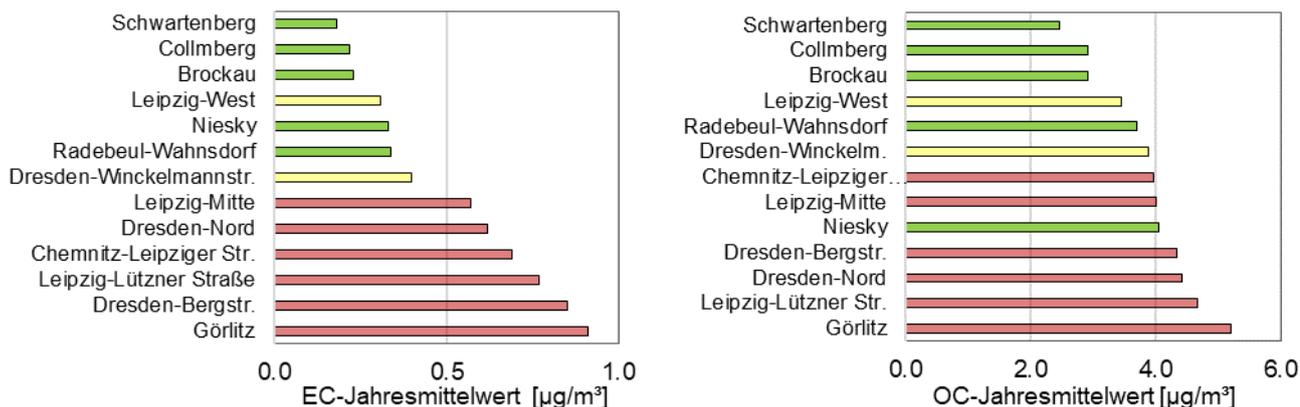
Tabelle 10: Anteil der Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze 2021

Inhaltsstoff im PM ₁₀	Bestimmungsgrenze [ng/m ³]	Anteil der Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze [%]
Blei	0,12	0
Kadmium	0,06	23
Arsen	0,56	58
Nickel	1,28	69
Chrom	0,76	4

4.5.4.3 Elementarer und organischer Kohlenstoff (EC und OC)

Elementarer Kohlenstoff und organischer Kohlenstoff entstehen bei einer unvollständigen Verbrennung von flüssigen und festen Brennstoffen. Mit einem aerodynamischen Durchmesser von <10 µm zählen sie zu den thoraxgängigen Stoffen und sind krebserregend (IARC, 2012). EC- und OC-Konzentrationen werden an 13 Stationen jeden sechsten Tag gemessen. Tabelle A 15 enthält die EC- und OC-Jahresmittelwerte und die maximalen Tagesmittelwerte der Jahre 2017 bis 2021.

In den letzten sechs Jahren⁸ liegen die OC-Konzentrationen auf annähernd gleichem Niveau. EC-Konzentrationen sind im verkehrsnahen Bereich gesunken, an Stationen im städtischen und ländlichen Hintergrund ist dagegen kein eindeutiger Trend erkennbar.



grüner Balken: Messstation im ländlichen Hintergrund, gelber Balken: Messstation im städtischem Hintergrund, roter Balken: verkehrsnaher Messstation

Abbildung 35: Rangliste der Messstationen bezüglich der EC- und OC-Jahresmittelwerte 2021

Zum Vergleich der Messstationen sind in Abbildung 35 die EC- und OC-Jahresmittelwerte für das Jahr 2021 grafisch dargestellt. Die durchschnittlichen EC-Konzentrationen im ländlichen und städtischen Hintergrund sind geringer als an verkehrsnahen Messstationen. Bei den OC-Konzentrationen fällt dieser Unterschied nicht so deutlich aus.

4.5.4.4 Black Carbon (BC)

Neben den chemischen Analysen von EC und OC im Feinstaub PM₁₀ erfolgt zusätzlich an drei Stationen eine Rußmessung mit Hilfe eines optischen Messverfahrens über den Schwärzungsgrad. Die Rußkonzentration wird in diesem Fall als schwarzer Kohlenstoff (Black Carbon - BC) bestimmt.

Der Vorteil dieses Messverfahrens ist die zeitliche Auflösung der Messwerte von einer Stunde. Damit ist eine gute Quellzuordnung möglich. In Abbildung 36 wird der Tagesverlauf der BC-Konzentration werktags und am Wochenende an einer verkehrsnahen Station, an einer Station im städtischen und einer Station im ländlichen Hintergrund gegenübergestellt. An den Wochentagen ist das Verkehrsaufkommen prägend für den Verlauf mit deutlich höheren Konzentrationen im verkehrsnahen Bereich. Die hohen Konzentrationen in den Morgenstunden ("Rush Hour") sind deutlich zu erkennen. Samstags mit reduziertem Verkehr nehmen die BC-Konzentrationen ab, jedoch nicht in den Abendstunden. Hier liegen die Konzentrationen sogar deutlich über denen der werktags gemessenen Konzentrationen. Als möglicher Grund wird ein verstärkter Betrieb von Kaminheizungen im Winter und Grill- und Lagerfeuer im Sommer gesehen. Dieser "Samstags- oder Wochenendeffekt" wurde 2021 in einer Studie näher untersucht. Der Abschlussbericht wurde in der LfULG-Schriftenreihe veröffentlicht (Voigtländer, 2022).

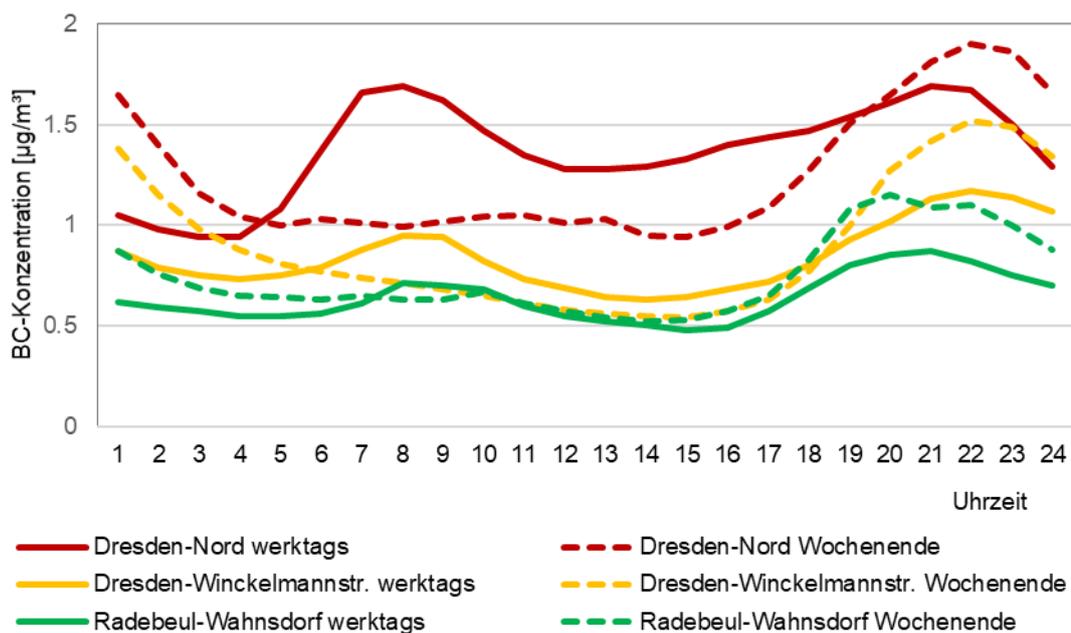


Abbildung 36: Vergleich des mittleren Tagesverlaufes der BC-Konzentrationen 2021 werktags und am Wochenende an einer verkehrsnahen Station, einer Station im städtischen und einer Station im ländlichen Hintergrund

Die BC-Jahresmittelwerte seit 2012 sind im Anhang in Tabelle A 16 zusammengestellt.

4.6 Staubniederschlag

Staubniederschlag (Deposition) ist die Ablagerung von Stoffen aus der Luft auf dem Boden oder anderen Oberflächen. Man unterscheidet trockene Deposition (trockener Staub) und nasse Deposition (Stoffe, die mit dem Niederschlag auf den Boden gelangen). Besonders wichtig sind deshalb Staubniederschlagsmessungen für Aussagen über den Schadstoffeintrag aus der Atmosphäre in Böden und Gewässer.

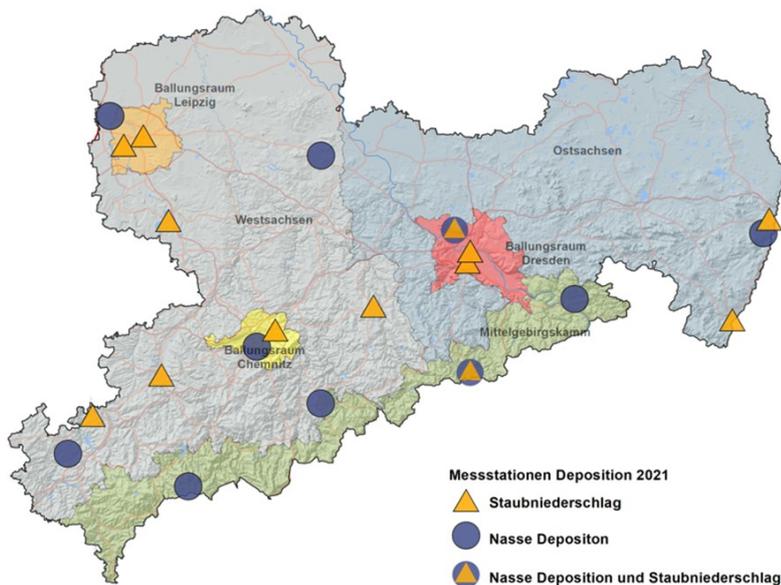


Abbildung 37: Sachsenkarte mit Standorten der Depositionsmessungen 2021

Im sächsischen Messnetz wird an 13 Messstationen der Staubniederschlag und sein Gehalt an Pb, Cd, As und Ni bestimmt (Abbildung 37). Dabei werden trockene und nasse Depositionen zusammen in einem offenen Probenahmegefäß (Bergerhoff-Sammler) einen Monat lang gesammelt. Einen großen Einfluss auf die Messergebnisse hat die Meteorologie. Bei trockener Witterung kann es zu Abwehungen und damit zu hohen Staubimmissionen kommen. Niederschläge können dagegen die Immissionen mindern.

- Der Immissionswert für den Staubniederschlag von $0,35 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ wurde 2021 an allen Messstationen sicher eingehalten.

Den höchsten Jahresmittelwert mit $0,09 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ gab es 2021 an den Messstationen Leipzig-Mitte und Borna. Hier betrug die Auslastung des Immissionswertes ca. 25 Prozent. Der höchste Monatsmittelwert mit $0,30 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ wurde im Juli an der Station Zittau-Ost gemessen.

Die Ablagerung von Staubniederschlag blieb in den vergangenen Jahren auf gleichem niedrigem Niveau (Tabelle A 35). Staubaufwirbelungen von Baustellen, Abwehungen von Feldern und Ähnliches können aber Messwerte an einzelnen Stationen zeitweise beeinflussen.

- Die Immissionswerte nach TA Luft für Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im Staubniederschlag (Tabelle 3) wurden sicher eingehalten.

Jahresmittelwerte und maximale Monatsmittelwerte von Pb und Cd im Staubniederschlag sind in der Tabelle A 36, von As und Ni in der Tabelle A 37 zusammengestellt. Höhere Belastungen werden, wie auch in den vergangenen Jahren, an der Station Freiberg gemessen, geogen und durch früheren Bergbau bedingt.

4.7 Nasse Deposition

Als nasse Deposition bezeichnet man den Eintrag luftgetragener Schadstoffe in Ökosysteme durch den Niederschlag. Sie hängt stark von den regionalen Emissionen des jeweiligen Schadstoffs und von den meteorologischen Prozessen, insbesondere von der Niederschlagsintensität und von der Niederschlagsverteilung an der Messstation, ab. Aufgrund der großen Variabilität der Witterung sollten interannuelle Schwankungen bzw. Differenzen nicht überbewertet werden.

Die Bestimmung der nassen Deposition erfolgt im Freistaat Sachsen seit 1989 an zehn Messpunkten (Karte siehe Abbildung 37) mit Hilfe von so genannten Eigenbrodt-Sammlern. Die gesammelten Niederschlagsproben (jeweils 1 Woche) werden im Labor auf ihren pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit und verschiedene Inhaltsstoffe untersucht. Aus den gewichteten Jahresmittelwerten der Schadstoffkonzentrationen (Tabelle A 33) und der Jahressumme des Niederschlages wird die nasse Deposition ermittelt (Tabelle A 34).

- In den letzten 25 Jahren hat sich in Sachsen der **pH-Wert** des Regenwassers stetig im Mittel um knapp 20 % erhöht. 2021 lag er zwischen 5,2 in Zinnwald und 5,7 in Chemnitz. (Der pH-Wert für unbelastetes Regenwasser beträgt 5,6.)
- Die **Leitfähigkeit** des Niederschlagswassers als ein Ausdruck für die Verunreinigung sank in diesem Zeitraum im Mittel um mehr als 60 Prozent, wobei die Reduzierung bis zum Jahr 2000 wesentlich deutlicher ausfiel. 2021 betrug die Leitfähigkeit sachsenweit im Mittel 10,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Der höchste Wert wurde mit 13,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in Oschatz, der niedrigste Wert (8,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$) in Carlsfeld und Marienberg gemessen.

Konzentration der Niederschlagsinhaltsstoffe:

Untersucht werden die Schwefelverbindung SO_4^{2-} , die Stickstoffverbindungen NH_4^+ und NO_3^- sowie die Konzentrationen der Chlor (Cl^-), Natrium (Na^+), Kalium (K^+), Magnesium (Mg^{2+})- und Kalzium (Ca^{2+})-Ionen.

- Die Konzentrationen der K^+ -Ionen haben sich in den letzten 10 Jahren nicht geändert und liegen teilweise nahe der Nachweisgrenze.
- Trotz größerer zwischenjähriger Schwankungen sanken die Cl^- , Na^+ - und Ca^{2+} -Ionenkonzentrationen in den letzten 25 Jahren.
- Die Konzentrationen der SO_4^{2-} - und NO_3^- -Ionen sind auch in den letzten Jahren zurückgegangen, NH_4^+ -Ionen blieben fast unverändert.

Deposition der Niederschlagsinhaltsstoffe:

Abbildung 38 vergleicht die mittleren nassen Depositionen, umgerechnet auf die Gesamtfläche von Sachsen, von 2021 mit den Depositionen der Jahre 2000, 2010 und 2020. Seit den letzten 20 Jahren hat sich der Eintrag der luftgetragenen Schadstoffe durch den Niederschlag in Ökosysteme in Sachsen insgesamt fast halbiert.

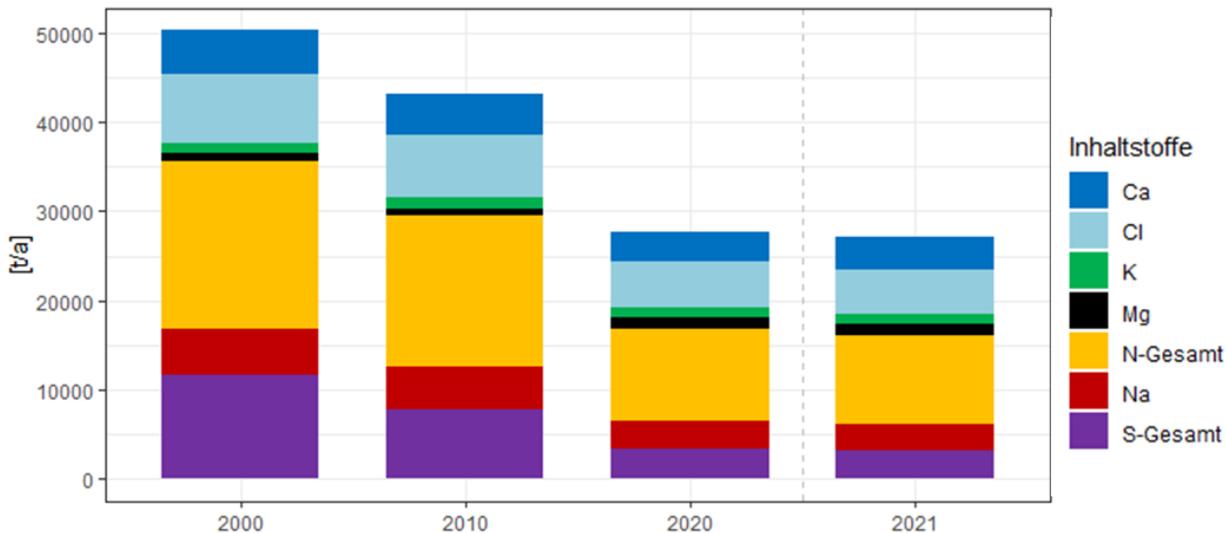


Abbildung 38: Mittlere nasse Depositionen umgerechnet auf die Fläche von Sachsen für die Jahre 2000, 2010, 2020 und 2021 nach Inhaltstoffen

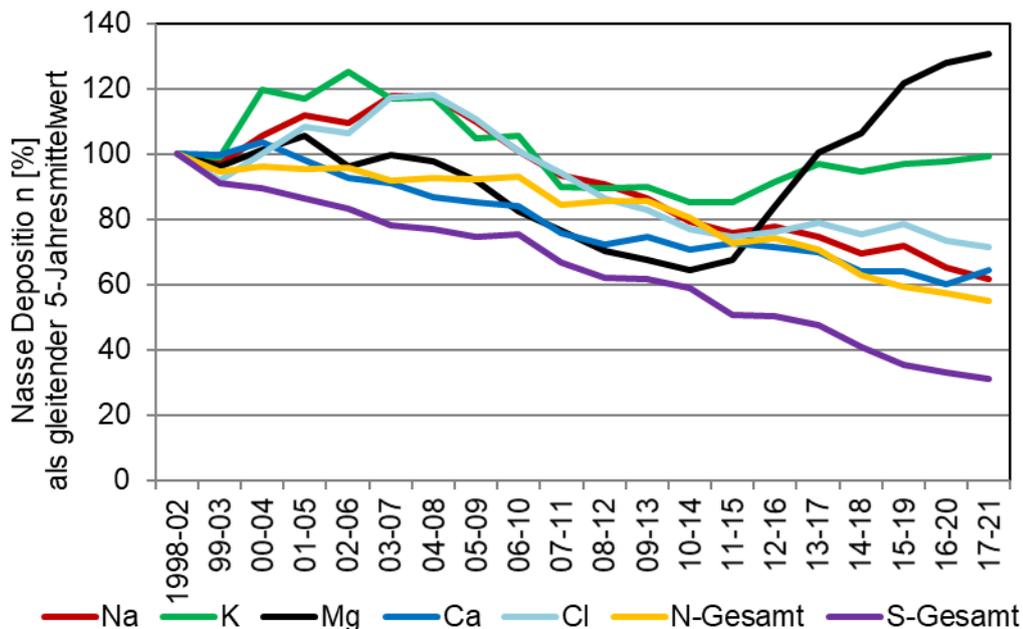


Abbildung 39: Entwicklung der nassen Deposition anhand der gleitenden 5-Jahresmittelwerte

Um den witterungsbedingten Einfluss zu reduzieren, wird in der Abbildung 39 die Entwicklung der nassen Deposition anhand der gleitenden 5-Jahresmittelwerte dargestellt.

- Die Schwefeldepositionen sanken kontinuierlich seit dem Jahr 2002 (Mittelwert von 1998 bis 2002) um ca. 70 Prozent, die Gesamtstickstoffdepositionen (aus Nitrat- und Ammoniumionen) um ca. 40 Prozent.
- Auffällig ist der Anstieg der Mg-Depositionen seit 2015. Diese Tendenz muss weiter beobachtet werden, auch unter dem Gesichtspunkt, dass 2015 und 2016 das Analyselabor gewechselt wurde.
- Die K-Depositionen nahmen in dieser Zeit etwas zu.
- Die Na-, Ca- und Cl-Depositionen sanken im Mittel seit 2008.

Untersuchungen des Umweltbundesamtes (UBA, 2020) zeigen bis 2018 deutschlandweit ähnliche Tendenzen mit Ausnahme von Mg. Eine Nachfrage bei anderen Bundesländer ergab, dass eine Zunahme der Mg-Depositionen nur in Sachsen auftritt, so dass der Laborwechsel als Ursache für die gestiegenen Werte in Sachsen wahrscheinlich ist.

5 Luftqualität 2021 – Zusammenfassung

Die Luftqualität in Sachsen hat sich in den letzten Jahren stetig verbessert und ein gutes Niveau erreicht. Grund sind zum einen die Umsetzungen von Maßnahmen aus Luftreinhalteplänen in Sachsen, zum anderen die Verbesserung der Luftqualität über die Grenzen von Sachsen hinaus. Aber auch Maßnahmen zur Reduktion der motorbedingten Verkehrsemissionen lieferten insbesondere in verkehrsnahen Bereichen ihren Beitrag.

Ozon:

In den Sommermonaten 2021 waren die Ozonkonzentrationen niedriger als in den beiden Vorjahren.

- Die Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde 2021 nur an einem Tag in Zinnwald überschritten.
- Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurde an allen Stationen eingehalten.
- Der Zielwert zum Schutz der Vegetation wurde an zwei Stationen überschritten.

Stickstoffdioxid:

Die NO_2 -Konzentrationen sanken in den letzten Jahren deutlich. In städtischen Bereichen – an verkehrsnahen Messstationen und auch im städtischen Hintergrund – reduzierten sich die Konzentrationen in den letzten Jahren knapp um die Hälfte.

- 2021 es gab an sächsischen Messstationen keine Überschreitung des NO_2 -Jahresgrenzwertes.
- Der Stundengrenzwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird seit Beginn der Messungen sicher eingehalten.

Feinstaub:

Feinstaubkonzentrationen sind deutlich geringer als noch vor 10 Jahren.

- Die Jahresgrenzwerte für PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ wurden flächendeckend weit unterschritten.
- Der PM_{10} -Tagesgrenzwert wurde sicher eingehalten.

Weitere untersuchte Luftschadstoffe nach 39. BImSchV und TA Luft:

Die SO_2 - und Benzolkonzentrationen sind in Sachsen unauffällig. Alle Grenzwerte wurden weit unterschritten.

Die Konzentrationen von Blei, Kadmium, Arsen und Nickel im Feinstaub PM_{10} liegen weit unter den relevanten Grenz- und Zielwerten. Auch der Zielwert für partikelgebundenes Benzo(a)pyren wurde eingehalten, wobei in Ostsachsen etwas höhere Werte gemessen werden als in den übrigen Teilen des Freistaates.

Die Immissionswerte der TA Luft für Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe Blei, Kadmium, Nickel und Arsen wurden 2021 an allen Messstationen eingehalten.

Es gab keine Auffälligkeiten bei den Messungen zur nassen Deposition.

6 Projekte und Sondermessungen/-auswertungen

Um Tendenzen und Verursacher für die Luftbelastungen in Sachsen detaillierter zu untersuchen, führt das LfULG zusätzlich zur Bewertung der aktuellen Luftqualität, wie sie im Jahresbericht dargestellt wird, auch Sondermessungen, -auswertungen und Forschungsprojekte durch. Dabei wird auch länderübergreifend mit verschiedenen Forschungseinrichtungen und Behörden zusammengearbeitet. Die Ergebnisse werden in Form von Fachbeiträgen bzw. Forschungsberichten in der Schriftenreihe des LfULG veröffentlicht und sind unter www.luft.sachsen.de verfügbar.

6.1 Vergleich der Messwerte der Stationen Collmberg und Liebschützberg

Im August 2021 wurde eine neue Messstation am Liebschützberg in Betrieb genommen. Diese Messstation ersetzt die im Jahr 1998 errichtete Station auf dem Collmberg, deren Messbedingungen wegen des fortschreitenden Waldwachstums nicht mehr den fachlichen Anforderungen entsprachen. Diese ländliche Hintergrundstation dient zur Überwachung der Grenz- und Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation und wird auch für die Modellierung des regionalen Hintergrundes in Sachsen verwendet.

Seit August 2021 werden die Konzentrationen der Luftschadstoffe Stickstoffoxide, Ozon sowie meteorologische Parameter ermittelt. Ab November wurde mit den Messungen von Feinstaub PM₁₀ begonnen. Die beiden Messstationen liefen bis Ende des Jahres 2021 parallel. Die Analyse beschränkte sich auf den Vergleich der Konzentrationen der Stickoxide und des Ozons. Die Abbildung 40 zeigt bei Ozon eine gute Übereinstimmung bei den Tagesmittelwerten. Auch bei den Stickoxiden gibt es ähnliche Ergebnisse.

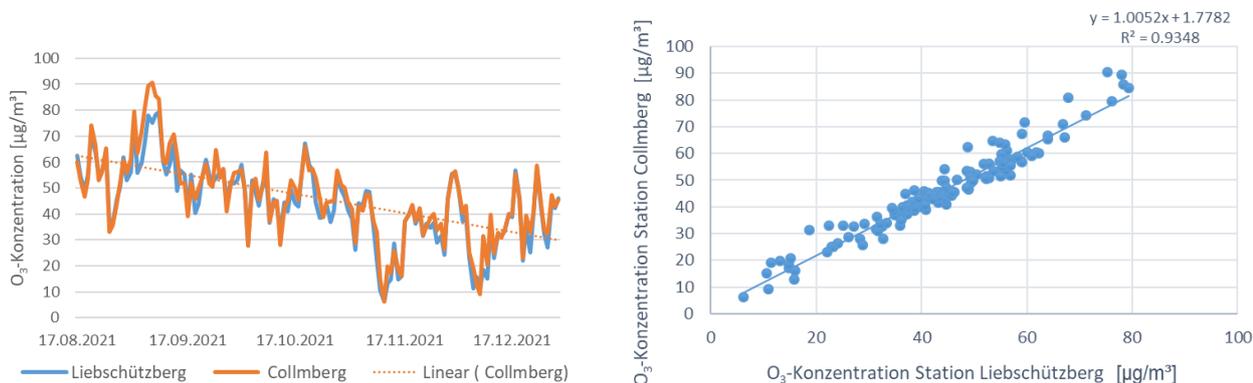


Abbildung 40: Vergleich der Tagesmittelwerte des Schadstoffes Ozon an den Stationen Collmberg und Liebschützberg

6.2 Saharastaub

Wüstensand aus der Sahara wurde Anfang Februar durch starke Winde nach Europa getragen. Aus Norden strömte Kaltluft nach Europa. Das hatte zur Folge, dass Schneeflocken mit Saharastaub versetzt wurden. Es fiel sogenannter Blutschnee, der hier in Sachsen am 7. Februar eine leicht gelbliche bis ockerfarbene Färbung annahm. Im Schnee waren deutlich verschieden gefärbte Schichten erkennbar.

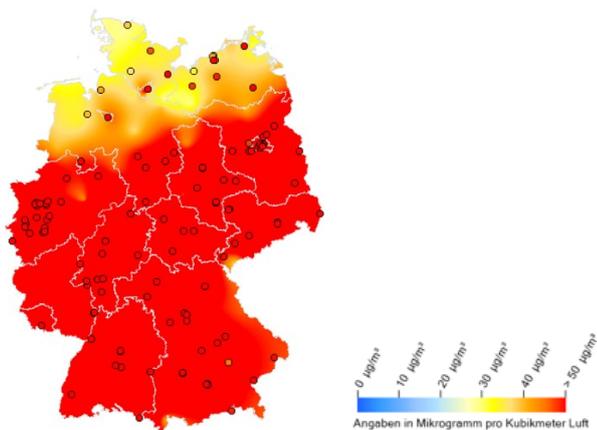
Im Gegensatz zur Saharastaubepisode Anfang Februar führte Saharastaub zwischen dem 23. und 26. Februar 2021 ohne Niederschlag zu deutlich höheren Feinstaubkonzentrationen. Der Höhepunkt wurde in Sachsen am 25. Februar erreicht. An diesem Tag kam es zu einer nahezu flächendeckenden Überschreitung des

PM₁₀-Tagesgrenzwertes (Ausnahme die äußerste Süd-Westspitze im Vogtland in Klingenthal). Der Sahara-staub beeinflusste deutlich die Sicht und führte zu einer außergewöhnlichen Himmelsfärbung (Abbildung 41).

Die höchsten Tagesmittelwerte wurden am 25. Februar mit 86 und 96 µg/m³ PM₁₀ in Leipzig und Chemnitz gemessen. Mit einsetzendem Regen gingen die Konzentrationen wieder deutlich auf das niedrige Ausgangsniveau der vorangegangenen Wochen zurück (Abbildung 42).



Foto: A. Pausch, Ref. 51, LfULG



Quelle: Umweltbundesamt

Abbildung 41: Auswirkungen des Saharastaubs links: Dresden 24. Februar: Saharastaub beeinträchtigt die Sicht, rechts: Deutschlandkarte mit Tagesmittel der Feinstaubkonzentration (PM₁₀) am 25. Februar 2021

Die absoluten Ruß-(BC)-Konzentrationen waren an den Tagen mit Saharastaub in Dresden ebenfalls erhöht. Das relative Verhältnis von Ruß(BC) zu PM₁₀ lag dagegen weitestgehend niedriger als an den anderen Tagen im Februar und März (Abbildung 43).

An Tagen mit Saharastaub verändert sich prinzipiell das Verhältnis von PM₁₀ zu PM_{2.5}. Dies verdeutlicht Abbildung 44 an der Messstation Collmberg. Insbesondere an den Tagen während der Saharastaubepi-sode war der Anteil von PM_{2.5} an PM₁₀ geringer als der der größeren Partikelfraktion von PM_{2.5} bis PM₁₀. Dies ist bei der Berechnung der PM_{2.5}-Konzentrationen aus PM₁₀-Automaten-Daten⁹ zu beachten. Da im sächsischen Luftmessnetz die PM_{2.5}-Bestimmung mittels HVS erfolgt und die Verfügbarkeit der Daten aufgrund dieser Methode erst Tage/Wochen später gewährleistet ist, wird für die Darstellung der aktuellen und zeitlich hochaufgelösten Karten des UBA auf diese Berechnung zurückgegriffen.

⁹ [Sächsische PM2.5-Daten \(sachsen.de\)](https://www.sachsen.de)

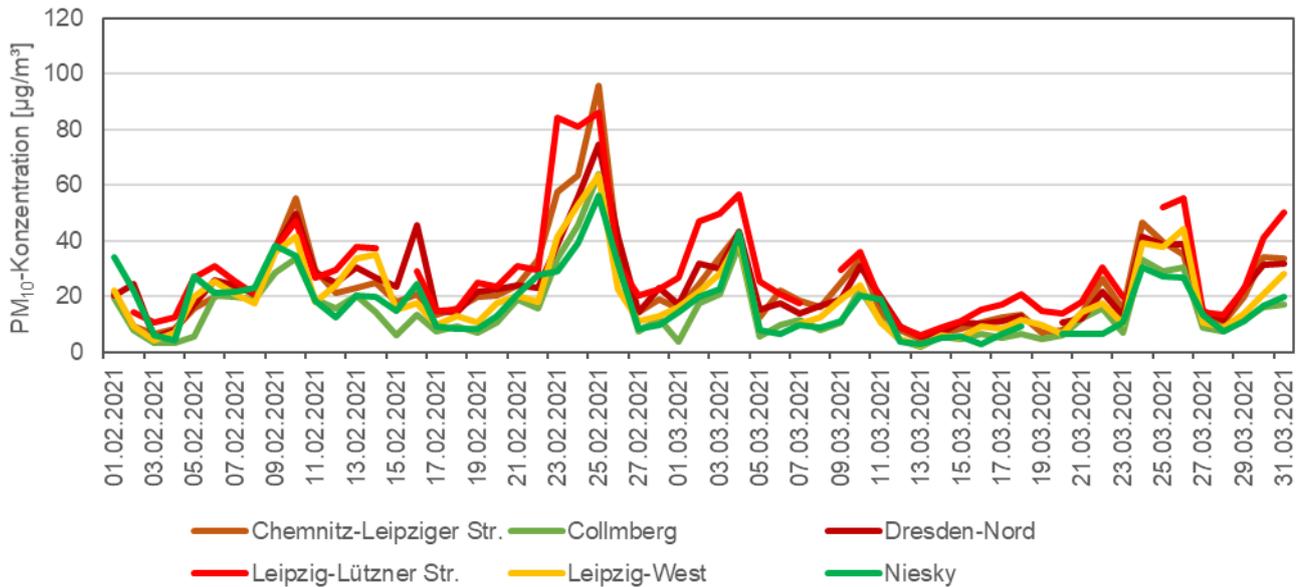


Abbildung 42: Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration ausgewählter Stationen im Februar und März 2021

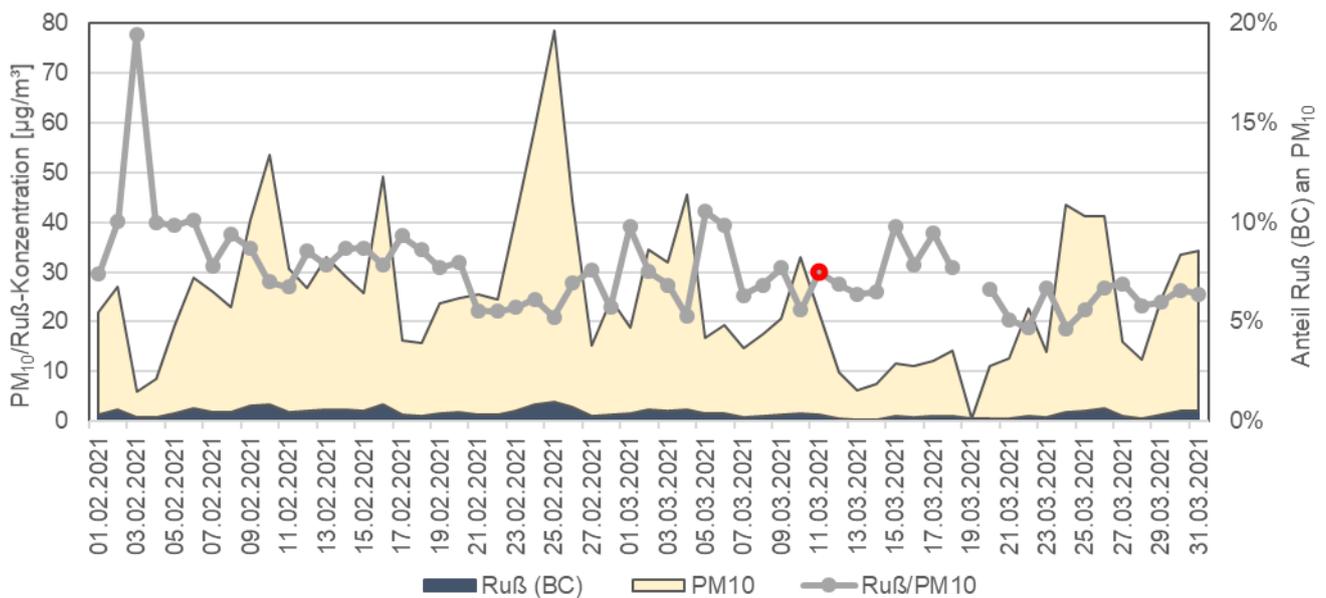


Abbildung 43: Tagesmittelwerte der PM₁₀- und Ruß (BC)-Konzentration im Februar und März 2021 an der Station Dresden-Nord (roter Punkt: Brand in Heidenau am 11.3.2021)

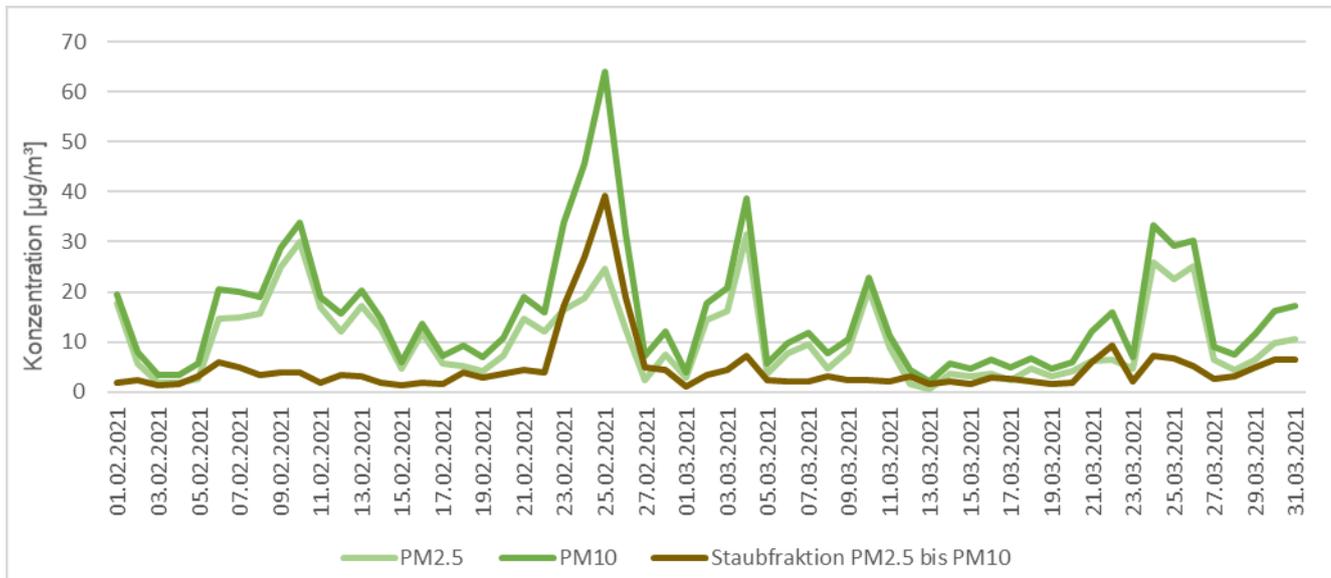


Abbildung 44: Tagesmittelwerte der unterschiedlichen Partikelfractionen an der Station Collberg im Februar und März 2021

6.3 Einfluss von Niederschlagsarmut auf die Konzentration von Luftschadstoffen

Der Einfluss von niederschlagsarmen Episoden auf die Luftschadstoffe Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon wurde im Rahmen einer umfassenden Ereignisanalyse zur Trockenheit anhand der Daten des sächsischen Luftgütemessnetzes untersucht. Verwendet wurden die langjährigen Messreihen (Tagesmittelwerte) der sächsischen Luftmessstationen, kombiniert mit Daten von möglichst nahegelegenen Niederschlagsmessstationen des DWD der Jahre 2000-2019. Die Messstationen wurden entsprechend ihres Standortes klassifiziert.

Definiert wurde dabei ein Trockentag als ein Tag, an dem weniger als 1 mm Niederschlag fiel, Tage mit ≥ 1 mm Niederschlag entsprechend als Regentage. Diese Grenze wurde gewählt, da ein nachweislicher Auswaschungseffekt erst mit einer gewissen Regenmenge auftritt. Ausgehend vom letzten Regentag (Tag 0) wurden die folgenden Trockentage gezählt als Tag 1, Tag 2, Tag 3, ... bis zum nächsten Regentag. Für die sich dadurch ergebenden Klassen wurden mittels des Statistikprogramms R (Version 4.0.5) Boxplots erstellt. Das Verfahren wurde einmal für die einzelnen Messstationen und für die Messstationsklassen sowohl für das gesamte Jahr als auch für die meteorologischen Jahreszeiten durchgeführt. Die Trockenepisoden ≥ 10 Tage wurden als relativ seltene Ereignisse zu einer Klasse zusammengefasst, um statistische Ausreißer einzuschränken.

In Abhängigkeit vom Schadstoff, dem Messstationstyp, der betrachteten Messstationen und der Jahreszeit ergaben sich dabei typische Muster, nachstehend dargestellt für PM_{10} .

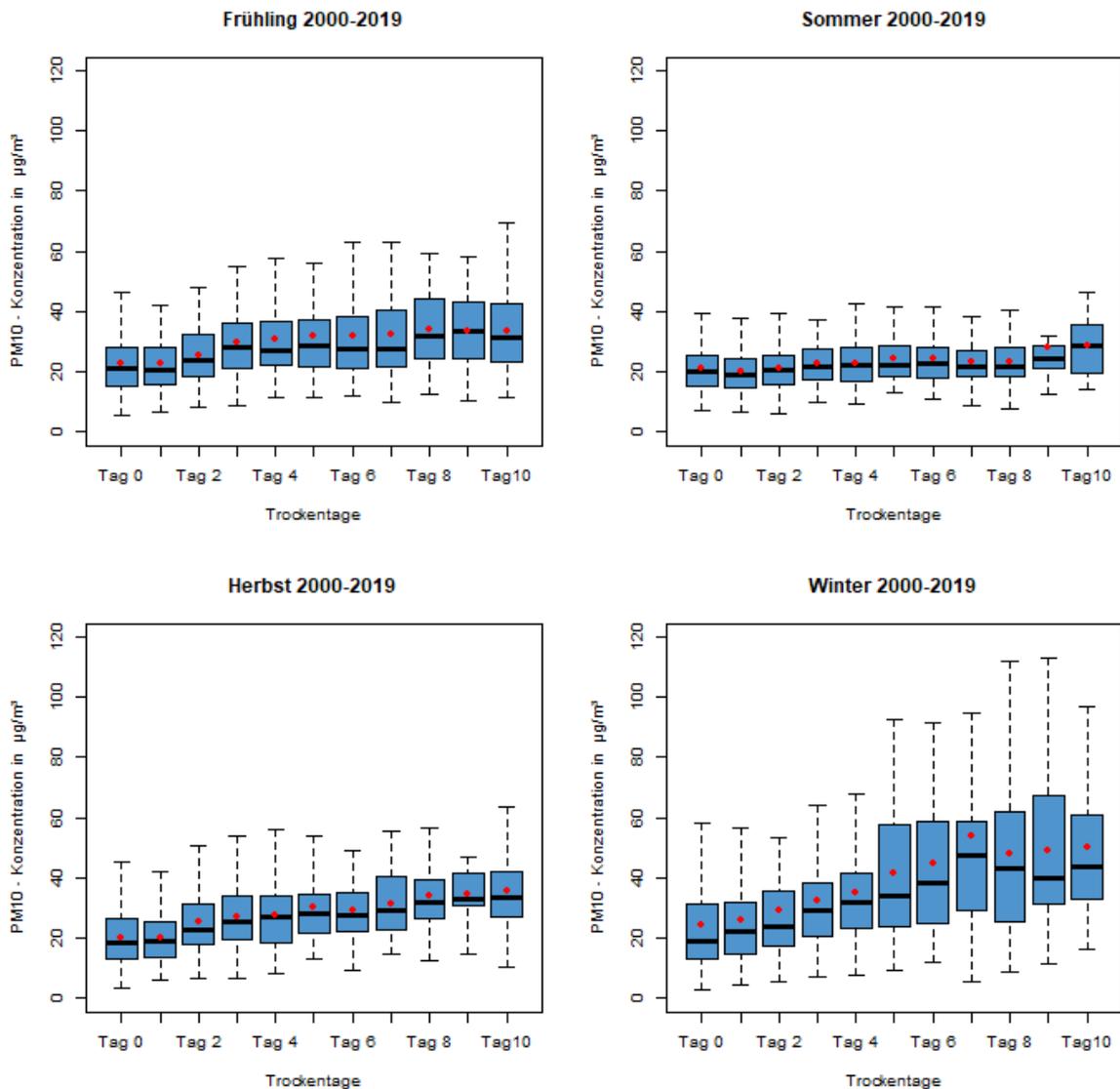


Abbildung 45: Boxplots des Trockenheitseinflusses für PM₁₀ an der Messstation Dresden-Bergstraße (rote Punkte: Mittelwerte, schwarze Linien in den Boxen: Mediane)

Sehr deutlich ist das unterschiedliche Niveau der PM₁₀-Immissionsbelastung in den verschiedenen Jahreszeiten zu erkennen. Im Winter sind die Immissionen erwartungsgemäß am höchsten. Dem entsprechend deutlich ist auch der Anstieg der Mediane (schwarzer Strich in der blauen Box) als auch der Mittelwerte (rote Punkte) bis zum 6. Tag zu erkennen. In den anderen Jahreszeiten fällt der Anstieg nicht so deutlich und stringent aus, ist aber immer noch nachweisbar. Dass es am ersten Tag nach dem Regentag mitunter einen leichten Rückgang der Immissionen gibt, ist mit dem Zeitpunkt des Niederschlags leicht erklärbar. Beginnt der Regen erst spät am Tag und waren die Immissionen an diesem Tag sehr hoch, kann das Tagesmittel an dem Regentag noch hoch sein, während am Folgetag die Konzentrationen durch die Auswaschung der Staubteilchen geringer sein kann.

Ein wie in Abbildung 45 gezeigtes Muster ist typisch für die Großstädte. In abgeschwächter Form zeigt sich dieses Muster bei PM₁₀ auch in den anderen Messstationsklassen.

Abbildung 46 zeigt die relativen Änderungen der Immissionskonzentrationen während der niederschlagsarmen Episoden, ausgehend vom letzten Regentag. Sehr gut erkennt man den kontinuierlichen Anstieg bis zum 6. Tag an allen Messstationsklassen, der über alle Klassen annähernd gleich ist.

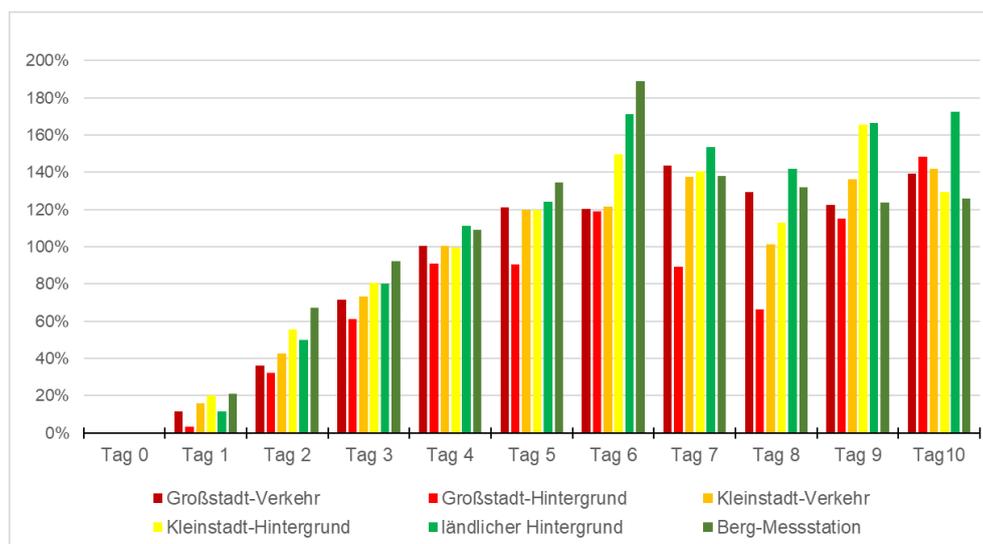


Abbildung 46: Akkumulierte relative Änderung der PM₁₀-Konzentrationen zum letzten Regentag im Winter

Alle Auswertungen bestätigen den erwarteten Anstieg während der niederschlagsarmen Episoden. Der stärkste Anstieg der Konzentration ist im Winter zu verzeichnen. Dort liegen die mittleren Konzentrationen am 6. Tag 120 % und mehr gegenüber dem letzten Regentag für alle Messstationstypen. Im Sommer liegt der Anstieg außer bei den Bergstationen bei nur 20 bis 30 %. Die Bergstationen erreichen auch im Sommer knapp 80 %. Im Frühling liegen die Anstiege bei 40 bis 60 %, im Herbst bei 60 bis 80 %, die Bergstationen erreichen im Herbst auch eine Steigerung von 120 %.

In einer weiteren, von TROPOS durchgeführten, Untersuchung wurde der Einfluss weiterer Faktoren wie Temperatur, relative Luftfeuchte, Globalstrahlung, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Niederschlag (RADOLAN), Anzahl der Trockenstunden (kumulierte Anzahl von Stunden mit 0 mm Niederschlag) sowie Stunde des Tages (0 – 23), Tag des Jahres, Wochentag und Trend berücksichtigt. Sie ergab, dass die Anzahl der Trockenstunden und die Temperatur als meteorologische Komponenten sowie der Trend die stärksten Einflüsse auf die PM₁₀-Konzentrationen haben.

Weiterführende Informationen und die Auswertungen zu Ozon und Stickstoffdioxid sind dem in 2023 erscheinenden Fachbeitrag „Ereignisanalyse“ der Abteilung 4 des LfULGs zu entnehmen.

6.4 Projekt "Mobile Partikelmessungen in Dresden im Sommer 2021"

In den letzten 10 bis 15 Jahren ist eine Abnahme der Partikelanzahlkonzentrationen vor allem an den Verkehrsstationen, insbesondere zu den Hauptverkehrszeiten sichtbar. Mittlerweile werden während der Sommerzeit in den Abendstunden am Freitag und Samstag teilweise höhere Konzentrationen als zu den Hauptverkehrszeiten gemessen.

Der Effekt ist vor allem im Größenbereich 30 bis 200 nm der Partikelanzahlkonzentrationen und BC (Ruß), aber auch bei PM₁₀ erkennbar. Eine erste Studie in Leipzig-Gohlis wies 2020 darauf hin, dass die abendlichen Luftschadstoffanstiege u. a. auf Freizeitaktivitäten wie Gartenfeuer, Gebrauch von Feuerschalen oder Grillen zurückzuführen sind. Dies sollte mithilfe mobiler Messungen von Feinstaub und Ruß in den Sommermonaten 2021 in der Dresdner Neustadt erneut untersucht werden. Um den Einfluss von Biomasseverbrennung zu analysieren, wurden mobile Filtersammler zur Bestimmung der chemischen Verbindung Levoglucosan eingesetzt.

Ergebnisse

Die mobilen Messungen in der Dresdner Neustadt wurden an insgesamt 14 Einzeltagen durchgeführt. Dabei konnte der Freitag-/Samstagabendeffekt mit erhöhten PM₁₀- und Ruß-Konzentrationen beobachtet und oft mit einem hohen Aufkommen von Menschen und Freizeitaktivitäten wie Grillen oder Gartenfeuer in Verbindung gebracht werden. Die meist vielbefahrene Hansastraße war im Gegensatz zum Umfeld der Kleingartenanlagen, dem Alaunpark sowie der angrenzenden Alaunstraße mit gut besuchten Restaurants nicht als Hot-Spot in den Messungen erkennbar. Die Ausprägung des abendlichen Effekts während des Untersuchungszeitraums hing von der Intensität und Häufigkeit der Grill- und Feueraktivitäten sowie von der Wetterlage und der Ausbildung der Bodeninversion ab. Fielen sommerliche Witterungsbedingungen mit Großveranstaltungen oder Festtagen zusammen, wie zum Beispiel am 4. September 2021 mit der Schuleinführung und dem Christopher Street Day, konnten entlang der Messroute zeitweise Spitzenkonzentrationen von 100 µg/m³ PM₁₀ und 6 µg/m³ Ruß gemessen werden. Im Vergleich dazu wurden an eher kühlen Sommerabenden selten Konzentrationen über 20 µg/m³ PM₁₀ und 2 µg/m³ Ruß pro Kubikmeter Luft bestimmt. Die Auswertung der Filterproben zeigte, dass sich die erhöhten Belastungen an sommerlichen Abenden eindeutig auf die Verbrennung von Holz und anderer Biomasse zurückführen lassen. Darauf wiesen die in den Abendstunden erhöhten Konzentrationen der chemischen Markerverbindung Levoglucosan hin.

Weitere Informationen unter: [Mobile Messungen Dresden - Luft - sachsen.de](https://www.mobile-messungen-dresden-luft-sachsen.de)

6.5 Projekt "Ruß und Größenverteilung ultrafeiner und feiner Partikel in der Außenluft in Leipzig und Dresden und Gesundheit"

Die epidemiologische Studie mit dem Kurztitel „Verbrennungsprodukte und Gesundheit“ untersuchte die kurzfristigen Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die tägliche Mortalität und Morbidität in den drei deutschen Städten Dresden, Leipzig und Augsburg für den Zeitraum 2010 bis 2017. Luftschadstoffe von primärem Interesse waren dabei die Anzahlkonzentrationen ultrafeiner Partikel, Gesamtpartikelanzahlkonzentrationen im Größenbereich von 20 bis 800 nm und Ruß (BC). Die gesetzlich festgelegten Messgrößen Feinstaub (PM₁₀), feine Partikel (PM_{2,5}) und Stickstoffdioxid (NO₂) flossen vergleichend mit in die Studie ein.

Ergebnisse

Die Analyse der Daten der Messstationen zeigte eine Reduktion aller betrachteter Luftschadstoffe im untersuchten Zeitraum. Für die ultrafeinen Partikel wurden geringere Werte an den Hintergrundstationen mit einer ausgeprägten saisonalen Variation beobachtet. Die höheren Konzentrationen traten dabei in den warmen Sommermonaten auf. Im Vergleich dazu zeigte sich für Ruß bei allen Stationen ein vergleichbares Muster mit höheren Konzentrationen in der kalten Jahreshälfte.

Die epidemiologischen Analysen wiesen auf erhöhte Risiken sowohl für respiratorische Mortalität als auch Hospitalisierung zu unterschiedlichen Zeitpunkten nach Exposition gegenüber ultrafeinen und feinen Partikeln hin. Der Analyse zufolge wiesen Frauen ein deutlich erhöhtes relatives Risiko für respiratorische Mortalität nach Exposition auf. Bei den Hospitalisierungen fanden sich deutlich höhere Risiken, je jünger die betrachtete Altersgruppe war. Außerdem stieg das relative Risiko in der kalten Jahreshälfte stärker an.

Das Projekt wurde vom Helmholtz-Zentrum München durchgeführt.

Weitere Informationen unter: [Ultrafeine Partikel/Ruß und Gesundheit - Luft - sachsen.de](https://www.luft.sachsen.de/ultrafeine-partikel-ruess-und-gesundheit)

6.6 Projekt "Tendenzen, Verursacher und Auswirkungen der Ozonbelastung in Sachsen" und "Erstellung und Erprobung eines Konzeptes zur kontinuierlichen Messung von kohlenstoffhaltigen Ozon-Vorläuferstoffen"

Seit mehr als 15 Jahren sind die gebietsbezogenen Ozonkonzentrationen in Hinblick auf die Jahresmittelwerte im Wesentlichen auf gleichem Niveau geblieben. Die Häufigkeitsverteilung der Ozonkonzentrationen hat sich jedoch verändert. Sehr kleine und sehr hohe Konzentrationen treten seltener, mittlere Konzentrationen häufiger auf. Zwar sind die akuten Belastungen, gekennzeichnet durch Überschreitungen der Informationsschwelle, trotz des durchgreifenden Erwärmungstrends gesunken. Die chronische Ozonbelastung ist aber weiterhin zu hoch. Da die Datenlage zu Ursachen und Wirkungen hoher Ozonkonzentrationen in Deutschland und Europa derzeit noch nicht zufriedenstellend ist und kaum quantitative Daten zu Bildungsprozessen, Einflussgrößen und Auswirkungen vorliegen, soll das im September 2020 gestartete Projekt unter Leitung von TROPOS zu einem verbesserten Kenntnisstand beitragen. Dabei werden die Bedeutung von Partikeln, Stickoxiden, C-haltigen Stoffen und meteorologischen Bedingungen für die Ozonkonzentration, die Wirkung des Anstiegs der Ozonkonzentrationen auf land- und forstwirtschaftliche Erträge sowie die Kohlenstoffbindung durch die Vegetation untersucht. Darüber hinaus werden als Ergebnisse bis Ende des Jahres 2023 eine einfache qualitative Angabe zu Kosten und Nutzen von möglichen Maßnahmen zur Senkung der Ozonkonzentrationen sowie Schlussfolgerungen für ein Messprogramm zur Erfassung der für die Ozonkonzentration wesentlichen Faktoren erwartet.

Nicht ausreichend erfasst ist bisher der Einfluss C-haltiger bzw. volatiler organischer Vorläufersubstanzen auf die Ozonbelastung. Dies lag bisher am Fehlen geeigneter zeitlich feinaufgelöster Messwerte. In der neuen VDI-Richtlinie 2100, Blatt 5 wurden nun zwei kontinuierliche Messverfahren beschrieben. Ein zweites Projekt zum Thema Ozon beschäftigt sich daher seit Sommer 2021 spezifischer mit der Bestimmung von Ozon-Vorläuferstoffen. In diesem Rahmen werden seit April 2022 an der Luftmessstation in Borna kontinuierlich volatile organische Verbindungen (VOC) gemessen. Nach einem Jahr Messdauer sollen sowohl Schlussfolgerungen zur Immissionssituation der VOC in Sachsen als auch zur Messnetztauglichkeit der verwendeten Geräte Ergebnisse gezogen werden.

Beide Projekte werden durch das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung betreut.

Weitere Informationen unter: [Ozonbelastung in Sachsen - Luft - sachsen.de](https://www.luft.sachsen.de/ozonbelastung-in-sachsen)

6.7 Projekt "Kontinuierliche Ammoniak-Immissionsmessungen"

Im sächsischen Luftgütemessnetz werden bisher keine Ammoniakmessungen durchgeführt. Daher ist die Datenlage zur Immission von Ammoniak in Sachsen, insbesondere im urbanen Gebiet, nicht zufriedenstellend. Vor dem Hintergrund aktueller Signale aus dem Novellierungsprozess der EU-Luftqualitätsrichtlinie zur möglichen Verschärfung der Grenzwerte für Feinstaub entsprechend der WHO-Richtwerte (WHO, 2021) rückt auch Ammoniak als ein Vorläuferstoff für Feinstaub verstärkt in den Blick. Darüber hinaus bieten sich die kontinuierlichen Immissionsmessungen zur Begleitung der Ammoniak-Emissionsminderung durch die Landwirtschaft an, insbesondere vor dem Hintergrund der bisher nicht erfüllten Minderungspflichten gemäß NEC-Richtlinie (EU 2016/2284).

Ammoniak (NH_3) nimmt in der Atmosphäre eine Schlüsselrolle ein: Es reagiert zusammen mit sauren Vorläuferverbindungen wie Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Salzsäure zu Ammoniumsulfat, -nitrat und -chlorid. Die Reaktionsprodukte sind Feststoffe und bilden einen wesentlichen Anteil an der Feinstaubmasse. Trocken deponiert, trägt NH_3 zur Nitrifikation der Umwelt bei, was eine entscheidende Rolle bei der Eutrophierung spielt. Durch Freisetzung von H^+ bei der Oxidation von NH_3 zu Nitrat tragen Ammoniak-Emissionen auch zur Versauerung von Ökosystemen bei.

In die Luft gelangt Ammoniak hauptsächlich über Emissionen aus der Landwirtschaft (v. a. Tierhaltung, Verwendung von Düngemitteln). Demnach stammen 97 % der NH_3 -Emissionen sachsenweit aus dem Agrarsektor. Weitere NH_3 -Quellen sind der Verkehr und die Industrie.

Das Projekt (11/2021-11/2023) wird vom Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS) im Auftrag des LfULG durchgeführt. Es hat zum Ziel, die Datenlage zur Ammoniak-Immissionssituation in Sachsen durch kontinuierliche, zeitlich hochaufgelöste Messungen (Stundenwerte) zu verbessern. Mittels ergänzender Passivsammler-Messungen (Monatswerte) wird die räumliche Variabilität der Ammoniak-Massenkonzentration in Sachsen untersucht sowie das Verständnis der Quellen bzw. Verursacher verbessert und gegebenenfalls Minderungspotenziale identifiziert.

Nach einem Jahr Messdauer sollen sowohl Schlussfolgerungen zur Immissionssituation in Sachsen als auch zur Messnetztauglichkeit der verwendeten Geräte gezogen werden.

Weitere Informationen unter [Kontinuierliche Ammoniak-Immissionsmessungen in Sachsen - Luft - sachsen.de](https://www.luft.sachsen.de/aktuelles/kontinuierliche-ammoniak-immissionsmessungen-in-sachsen)

6.8 Untersuchung der Staubbelastung durch den Steinbruch Kamenz

Anlass der Sondermessung sind Bürgerbeschwerden über Staubbelästigungen durch den Betrieb des Steinbruchs im Ortsteil Bernbruch.

Seit 5. Oktober 2021 werden in Kamenz, Ortsteil Bernbruch, für ein Jahr

- die Feinstaubkonzentrationen mit einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde sowie als Tagesproben auf Filter,
- der Staubbiederschlag als Monatsproben und
- meteorologische Parameter mit einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde erfasst.

Mit der Sondermessung soll geprüft werden, ob Grenz- und Immissionswerte durch den Betrieb des Steinbruchs verletzt werden. Die Messungen werden von der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) durchgeführt. Weitere Informationen und aktuelle Zwischenergebnisse sind unter: [Sondermessung Kamenz - Luft - sachsen.de](https://www.luft.sachsen.de/sondermessung-kamenz-luft-sachsen.de)¹⁰ abrufbar.

6.9 Datenerfassung des Anlagenbestands und Bilanzierung der Emissionen von Kleinf Feuerungsanlagen

Das LfULG hat 2021 eine erneute Datenabfrage der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger in Sachsen durchgeführt. Die Wiederholung der Datenabfrage von 2015/2016 erfolgte mit dem Ziel, die Daten zu aktualisieren und zu vervollständigen sowie zusätzliche Daten abzufragen, die bei der ersten Abfrage noch nicht enthalten waren.

In einem ersten vorbereitenden Schritt wurden die Softwarefirmen, die die in Sachsen zur Anwendung kommenden Kehrbezirksverwaltungsprogramme anbieten, beauftragt, ihr jeweiliges Abfragetool auf den neuen Stand zu bringen.

Die Abfrage der Bezirksschornsteinfeger der 318 sächsischen Kehrbezirke erfolgte von März bis Jahresende 2021. Die Aufbereitung und Auswertung der Daten war zum Zeitpunkt der Herausgabe des Jahresberichts noch nicht abgeschlossen.

Der zusammenfassende Bericht über den Anlagenbestand und die Emissionen von Kleinf Feuerungsanlagen in Sachsen einschließlich aller Anlagen wird voraussichtlich im Herbst 2022 auf der Homepage des LfULG unter den [Kleinf Feuerungsanlagen: Bestand und Emissionen - Luft - sachsen.de](https://www.luft.sachsen.de/kleinfuerungsanlagen-bestand-und-emissionen-luft-sachsen.de) veröffentlicht.

¹⁰ <https://www.luft.sachsen.de/sondermessung-kamenz-23331.html>

Literaturverzeichnis

- CHMI (2020): https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/Obsah_CZ.html
abgerufen am 11.04.2022
- Dresden (2019): Luftreinhalteplan 2017,
https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/luft/Aktueller_Luftreinhalteplan.php?pk_campaign=Shortcut&pk_kwd=luftreinhalteplan, abgerufen am 11.04.2022
- IARC (2012): International Agency for Research on Cancer, Diesel engine exhaust carcinogenic, World Health Organisation, Press release N°213, 12.06.2012
- LAI (2004): Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI): "Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe" vom 21.09.2004; unveröffentlicht
- Leipzig (2019): Luftreinhalteplan der Stadt Leipzig - Fortschreibung 2018, <https://www.leipzig.de/umwelt-und-verkehr/luft-und-laerm/luftreinhalteplanung/luftreinhalteplan-der-stadt-leipzig/>, abgerufen am 11.04.2022
- UBA (2016): Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe - Umweltschädlich! Giftig! Vermeidbar?
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/polyzyklische-aromatische-kohlenwasserstoffe>,
abgerufen am 11.04.2022
- UBA (2020): Nasse Deposition saurer und säurebildender Regeninhaltsstoffe
<http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/nasse-deposition-saurer-saeurebildender>,
abgerufen am 27.07.2022
- UBA (2021): Finale Daten zur Stickstoffdioxidbelastung im Jahr 2021.
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/finale-daten-zur-stickstoffdioxidbelastung-im-jahr>,
abgerufen am 10.06.2022
- VOIGTLÄNDER, J. et al. (2022): Mobile Partikelmessungen in Dresden 2021, Schriftenreihe des LfULG, Heft 9/2021, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/39732>
- WHO (2021): Globale Luftgüteleitlinien der WHO: Feinstaubpartikel (PM_{2,5} und PM₁₀), Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid. Zusammenfassung, ISBN: 978-92-890-5606-9

Anhang Datentabellen

Stationen zur Beurteilung der regionalen Vorbelastung	Stationen zur Beurteilung der allgemeinen städtischen Belastung	Stationen zur Beurteilung verkehrsnaher Belastungen
---	---	---

Tabelle A 1: Jahresmittelwerte der Luftschadstoffe 2021 im Freistaat Sachsen

Luftschadstoff [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SO ₂		O ₃		NO ₂		NO		Benzol		Toluol		Xylol		PM ₁₀		PM _{2,5}	
	Station																	
Annaberg-Buchholz	1,4	(1,4)	47	(48)	15	(16)	7	(8)	-	-	-	-	-	-	13	(12)	-	-
Bautzen	-	-	54	(53)	13	(13)	3	(3)	-	-	-	-	-	-	13	(13)	-	-
Borna	-	-	-	-	14	(15)	7	(9)	-	-	-	-	-	-	15	(14)	-	-
Brockau	-	-	54	(-)	7	(7)	1	(1)	-	-	-	-	-	-	10	(11)	-	-
Carlsfeld	-	-	63	(66)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	(8*)	-	-
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	27	(28)	21	(22)	-	-	-	-	-	-	16	(16)	10	(9)
Chemnitz-H.-Link Str.	-	-	49	(52)	11	(10)	2	(2)	-	-	-	-	-	-	12	(11)	-	-
Collmburg	-	-	58	(62)	7	(7)	1	(1)	-	-	-	-	-	-	11	(11)	7	(7)
Dresden-Bergstr.	-	-	40	(40)	28	(29)	28	(29)	-	-	-	-	-	-	18	(17)	11	(10)
Dresden-Nord	-	-	40	(44)	23	(22)	12	(11)	0,8	(0,7)	1,4	(1,4)	1,2	(1,4)	17	(17)	11	(10)
Dresden-Winckelmannstr.	1,5	(2,1)	48	(49)	14	(15)	2	(3)	-	-	-	-	-	-	14	(14)	10	(9)
Fichtelberg	1,0	(1,1)	74	(--)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Freiberg	-	-	-	-	20	(19)	10	(11)	-	-	-	-	-	-	13	(13)	-	-
Görlitz	1,5	(1,5)	-	-	20	(18)	20	(17)	1,0	(0,9)	1,7	(1,6)	1,7	(1,5)	18	(16)	-	-
Klingenthal	0,9	(0,8)	-	-	9	(9)	4	(3)	0,8	(0,7)	1,1	(0,9)	0,8	(0,8)	10	(11)	-	-
Leipzig-Lützner Str.	-	-	-	-	31	(28)	24	(18)	-	-	-	-	-	-	20	(19)	-	-
Leipzig-Mitte	1,5	(1,8)	41	(-)	25	(28)	21	(25)	0,9	(0,7)	1,7	(1,8)	1,5	(1,5)	18	(19)	11	(10)
Leipzig-West	-	-	48	(51)	12	(12)	2	(2)	-	-	-	-	-	-	13	(13)	9	(8)
Niesky	-	-	54	(54)	7	(7)	1	(1)	-	-	-	-	-	-	13	(13)	9	(9)
Plauen-Süd	-	-	-	-	18	(17)	16	(15)	-	-	-	-	-	-	13	(13)	-	-
Radebeul-Wahnsdorf	-	-	54	(57)	10	(10)	2	(2)	-	-	-	-	-	-	13	(13)	-	-
Schkeuditz	-	-	47	(52)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schwarzenberg	2,7	(2,6)	64	(68)	6	(5)	1	(1)	0,5	(0,5)	0,4	(0,3)	0,2	(0,2)	9	(9)	-	-
Zinnwald	2,2	(3,4)	68	(69)	6	(6)	1	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zittau-Ost	1,6	(1,8)	48	(48)	10	(10)	2	(2)	-	-	-	-	-	-	15	(15)	-	-
Zwickau-Werdauer Str.	-	-	-	-	19	(18)	10	(10)	-	-	-	-	-	-	15	(14)	-	-

() = Vorjahreswerte; - = keine Messung, wenn nicht anders angegeben beträgt die Verfügbarkeit der Daten zur Ermittlung des Jahresmittelwertes mindestens 90 Prozent, -- = Verfügbarkeit zu gering, * Verfügbarkeit 89,4 Prozent

Tabelle A 2: SO₂-Monatsmittelwerte [µg/m³] 2021

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	1,9	2,7	1,1	1,3	0,9	1,5	0,7	0,6	0,9	1,8	1,4	1,6	1,4
Dresden-Winckelmannstr.	1,4	3,8	1,4	1,1	1,0	1,5	1,3	0,9	0,7	1,7	1,3	1,7	1,5
Fichtelberg	1,6	1,7	0,7	0,9	0,7	1,0	0,8	0,5	0,8	1,3	0,8	0,9	1,0
Görlitz	1,7	2,9	1,3	1,0	0,9	1,3	1,2	0,9	1,2	2,2	1,6	2,0	1,5
Klingenthal	0,7	0,9	0,6	0,6	0,5	0,5	1,3	1,1	0,6	1,0	1,3	1,2	0,9
Leipzig-Mitte	1,5	2,1	1,9	1,5	1,5	1,4	1,4	1,7	1,3	1,4	1,5	1,3	1,5
Schwartenberg	2,1	3,5	1,8	1,5	2,0	3,1	2,8	1,7	2,8	4,7	2,6	4,1	2,7
Zinnwald	2,5	3,0	2,5	1,4	1,7	2,3	1,9	1,4	1,8	3,4	1,9	2,7	2,2
Zittau-Ost	2,1	3,0	2,4	1,5	1,4	1,5	0,9	0,7	0,8	1,7	1,5	2,2	1,6

Tabelle A 3: O₃-Monatsmittelwerte [µg/m³] 2021

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	37	40	53	63	67	62	50	45	38	36	32	36	47
Bautzen	35	47	56	65	71	75	63	57	54	49	35	36	54
Brockau	41	49	61	69	71	73	59	53	54	45	34	39	54
Carlsfeld	47	62	71	76	75	82	66	59	63	56	47	51	63
Chemnitz-H.-Link Str.	36	44	56	64	67	71	54	49	44	41	30	35	49
Collmberg	41	53	65	73	72	82	64	61	62	49	34	37	58
Dresden-Bergstraße	28	34	44	56	59	58	46	39	34	31	23	26	40
Dresden-Nord	25	30	39	49	55	62	53	44	38	34	23	25	40
Dresden-Winckelmannstr.	32	38	50	63	68	73	60	51	45	39	28	30	48
Fichtelberg	55	71	79	84	83	100	80	71	79	70	60	59	74
Leipzig-Mitte	28	31	45	58	60	64	50	44	38	30	22	24	41
Leipzig-West	33	39	53	64	65	70	55	50	47	37	28	31	48
Niesky	38	50	58	66	70	75	63	54	50	50	35	35	54
Radebeul-Wahnsdorf	38	45	59	68	68	74	65	58	57	47	33	36	54
Schkeuditz	33	39	52	63	66	66	55	51	50	39	28	29	47
Schwartenberg	43	53	--	78	79	89	74	67	71	60	44	45	64
Zinnwald	48	63	76	80	80	96	77	70	73	61	45	48	68
Zittau-Ost	35	46	51	62	64	64	54	47	43	43	34	33	48

- = Verfügbarkeit zu gering

Tabelle A 4: NO-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	8	11	6	4	3	5	5	5	8	9	8	9	7
Bautzen	4	4	5	3	2	2	2	2	3	3	3	4	3
Borna	7	12	8	5	4	5	5	4	7	9	12	13	7
Brockau	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Chemnitz-Leipziger Straße	19	26	20	13	13	11	16	18	26	30	36	27	21
Chemnitz-H.-Link Str.	2	3	2	2	1	1	1	1	2	2	3	2	2
Collmberg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dresden-Bergstr.	28	28	28	19	20	22	24	28	34	36	36	30	28
Dresden-Nord	14	13	13	9	8	7	8	10	12	14	18	17	12
Dresden.-Winckelmannstr.	2	4	4	2	1	2	2	2	3	3	4	5	3
Freiberg	12	14	11	6	6	5	7	6	8	13	18	12	10
Görlitz	18	19	24	18	16	14	17	20	26	23	22	25	20
Klingenthal	4	7	4	3	1	1	2	2	3	5	4	6	4
Leipzig-Lützner Str.	20	25	37	26	21	26	22	12	25	23	28	25	24
Leipzig-Mitte	19	23	20	11	14	15	18	23	25	27	30	26	21
Leipzig-West	2	4	3	1	1	1	1	1	2	2	4	3	2
Niesky	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Plauen-Süd	14	18	15	11	7	11	12	14	22	22	24	21	16
Radebeul-Wahnsdorf	2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Schwartenberg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zinnwald	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Zittau-Ost	2	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2
Zwickau-Werdauer Straße	11	16	9	7	5	7	8	7	9	12	16	14	10

Tabelle A 5: NO₂-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	17	22	17	13	9	13	11	9	15	17	16	17	15
Bautzen	17	20	17	13	8	11	9	9	12	13	14	16	13
Borna	16	23	15	12	9	12	9	9	13	15	17	20	14
Brockau	10	12	8	7	5	6	5	5	6	8	9	9	7
Chemnitz-Leipziger Straße	27	37	31	24	21	23	24	24	30	31	27	26	27
Chemnitz-H.-Link Straße	15	17	13	11	7	7	6	6	8	10	14	15	11
Collmburg	9	11	7	6	4	5	5	5	6	8	11	11	7
Dresden-Bergstr.	28	35	32	24	22	28	26	27	33	31	29	26	28
Dresden-Nord	26	32	27	22	18	18	18	19	23	24	25	25	23
Dresden-Winckelmannstraße	18	25	18	13	8	10	9	10	14	15	16	18	14
Freiberg	22	25	22	18	14	15	14	15	19	23	25	23	20
Görlitz	20	24	23	18	16	19	18	19	22	21	20	22	20
Klingenthal	14	17	11	8	5	6	5	5	6	9	10	14	9
Leipzig-Lützner Str.	27	36	37	33	28	37	29	22	35	30	29	30	31
Leipzig-Mitte	24	33	27	21	19	24	23	24	29	27	26	28	25
Leipzig-West	14	21	14	10	7	9	8	8	11	13	15	16	12
Niesky	10	13	8	6	3	4	3	3	4	6	8	10	7
Plauen-Süd	19	23	18	15	12	18	15	16	19	19	20	20	18
Radebeul-Wahnsdorf	13	19	11	7	5	6	5	6	8	11	13	14	10
Schwarzenberg	7	8	5	6	4	5	4	3	5	8	8	9	6
Zinnwald	8	9	6	6	4	4	3	3	5	7	8	8	6
Zittau-Ost	13	16	13	10	7	8	6	7	9	10	11	14	10
Zwickau-Werdauer Straße	20	30	21	19	12	17	15	14	18	21	21	23	19

Tabelle A 6: Benzol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Dresden-Nord	1,3	1,5	0,7	0,5	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1	0,8
Görlitz	--	1,5	1,1	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,6	1,0
Klingenthal	1,4	1,9	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	1,0	0,9	1,3	0,8
Leipzig-Mitte	1,2	1,4	0,7	0,5	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,1	0,9
Schwartenberg	1,0	1,0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,6	0,8	0,7	0,5

-- = Verfügbarkeit zu gering

Tabelle A 7: Toluol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Dresden-Nord	1,4	1,5	1,3	1,0	0,9	1,2	1,2	1,2	1,8	1,7	1,6	1,6	1,4
Görlitz	1,4	1,5	1,6	1,3	1,1	1,7	1,5	1,7	2,4	1,9	1,8	1,9	1,7
Klingenthal	1,0	1,7	0,7	0,6	0,5	0,9	0,8	0,7	2,2	1,6	1,0	1,2	1,1
Leipzig-Mitte	1,3	1,8	1,6	1,1	1,4	1,7	1,8	2,0	2,4	2,0	2,0	1,9	1,7
Schwartenberg	0,6	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4

Tabelle A 8: Xylol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Dresden-Nord	1,1	1,3	1,4	0,9	0,7	1,0	1,0	1,0	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2
Görlitz	1,2	1,4	1,9	1,6	1,2	1,7	1,6	1,7	2,4	1,8	1,6	1,9	1,7
Klingenthal	0,7	1,1	0,6	0,5	0,4	0,8	0,6	0,6	1,0	1,2	0,8	1,0	0,8
Leipzig-Mitte	1,1	1,9	1,5	1,3	1,0	1,3	1,3	1,6	1,9	1,6	1,7	1,5	1,5
Schwartenberg	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2

Tabelle A 9: PM_{2.5}-Monatsmittelwerte und Kenngrößen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	max. TMW* des Jahres
Chemnitz-Leipziger Staße.	9	16	12	11	6	10	8	6	10	10	11	9	10	49
Collmburg	6	12	9	7	4	8	6	4	6	7	8	7	7	32
Dresden-Bergstr.	12	20	12	10	6	11	8	7	10	11	12	12	11	45
Dresden-Nord	12	21	12	9	6	10	8	7	10	11	13	13	11	46
Dresden-Winckelmannstr.	11	20	11	9	5	9	7	6	8	10	11	12	10	44
Leipzig-Mitte	11	18	13	10	6	11	8	7	10	10	13	11	11	42
Leipzig-West	9	16	11	8	5	9	7	5	8	8	10	9	9	39
Niesky	10	17	10	8	5	10	7	5	7	10	12	12	9	44

Tabelle A 10: PM₁₀-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2021

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz**	10	22	16	15	8	14	10	8	13	15	11	11	13
Bautzen**	15	25	18	13	8	14	10	8	12	14	13	12	13
Borna*	12	25	17	14	9	16	14	10	15	16	15	14	15
Brockau*	7	17	12	12	6	13	10	7	11	11	10	8	10
Carlsfeld**	5	12	8	10	5	11	10	8	11	10	7	5	8
Chemnitz-Leipz. Str.*	12	28	20	18	11	18	15	12	17	17	18	14	16
Chemnitz-H.-Link Str.*	9	20	13	13	7	14	11	9	13	11	11	9	12
Collmburg*	8	18	13	11	7	13	11	7	11	11	11	10	11
Dresden-Bergstraße*	16	27	22	17	11	19	16	13	18	19	17	17	18
Dresden-Nord*	16	28	20	17	11	18	15	12	17	19	17	17	17
Dresden-Winckelmannstraße*	13	25	16	13	7	15	12	10	14	16	14	15	14
Freiberg*	10	22	14	14	9	15	12	9	13	14	14	10	13
Görlitz*	17	28	22	16	10	19	16	13	17	19	19	19	18
Klingenthal**	10	17	11	11	6	11	9	7	11	12	10	10	10
Leipzig-Lützner Straße*	17	33	26	20	13	22	18	13	20	20	20	18	20
Leipzig-Mitte*	15	29	23	17	12	19	17	13	19	19	19	17	18
Leipzig-West*	11	23	17	13	8	15	13	9	13	13	14	12	13
Niesky*	12	22	13	11	7	15	12	9	12	14	14	14	13
Plauen-Süd*	10	20	16	14	8	15	11	9	13	14	13	11	13
Radebeul-Wahnsdorf*	12	24	15	13	8	15	12	9	12	15	14	13	13
Schwartenberg*	5	16	10	11	5	12	9	6	9	12	7	6	9
Zittau-Ost*	16	26	17	15	8	14	12	10	14	17	16	15	15
Zwickau-Werdauer Str.*	11	25	17	16	9	16	13	10	15	14	15	13	15

* = High-Volume-Sampler-Werte, ** = kontinuierliche Messung (TEOM)

Tabelle A 11: Jahresmittelwerte von Schwermetallen und PAK im PM₁₀ [ng/m^3] 2021

Station	[ng/m^3]														
	Pb	As	Cd	Ni	Cr	BaP	BaA	BeP	BbF	BjF	BkF	Cor	Flu	DbA	InP
Borna	4,1	0,9	0,1	1,2	3,7	0,3	0,2	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,5	0,07	0,4
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	-	0,4	0,2	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,5	0,08	0,6
Chemnitz-Hans-Link Str.	4,0	0,5	0,1	0,9	2,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,06	0,4
Dresden-Bergstraße	-	-	-	-	-	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,2	0,6	0,08	0,5
Dresden-Nord	5,2	0,8	0,1	1,3	5,7	0,3	0,2	0,4	0,6	0,4	0,3	0,2	0,6	0,08	0,5
Freiberg	9,9	0,7	0,4	1,0	3,1	0,2	0,2	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,4	0,06	0,4
Görlitz	6,9	1,1	0,2	1,1	4,7	0,6	0,6	0,7	1,0	0,6	0,5	0,3	1,2	0,13	0,9
Leipzig-Lützner Straße	5,2	0,6	0,2	1,6	7,2	0,3	0,2	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2	0,5	0,07	0,5
Leipzig-Mitte	3,8	0,6	0,1	1,6	6,6	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,4	0,05	0,3
Radebeul-Wahnsdorf	4,8	0,7	0,1	0,8	1,9	0,3	0,2	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2	0,5	0,07	0,5
Schwartenberg	1,8	0,5	0,1	0,8	1,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,04	0,2
Zittau-Ost	5,9	1,3	0,2	1,5	3,7	0,7	0,5	0,7	1,1	0,7	0,6	0,4	1,0	0,15	1,0

Tabelle A 12: Maximale Tagesmittelwerte von PAK im PM₁₀ [ng/m³] 2021

Station	[ng/m ³]														
	Pb	As	Cd	Ni	Cr	BaP	BaA	BeP	BbF	BjF	BkF	Cor	Flu	DbA	InP
Borna	19	18,9	0,5	6,4	12,8	2,3	1,7	2,3	3,4	2,3	1,9	0,9	6,1	0,52	3,1
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	-	4,3	2,0	6,0	9,2	5,3	5,1	8,0	4,7	0,64	13,1
Chemnitz-Hans-Link Str.	30	1,6	0,4	4,1	14,5	1,9	1,9	1,7	2,5	1,6	1,4	0,9	4,7	0,49	2,8
Dresden-Bergstr.	-	-	-	-	-	2,9	3,4	2,7	5,6	2,7	2,3	1,4	6,4	0,86	4,8
Dresden-Nord	37	6,3	0,6	12,0	32,3	2,9	1,9	2,6	3,8	2,6	2,2	1,2	6,7	0,59	3,6
Freiberg	76	4,2	26,6	12,1	19,5	3,4	2,3	5,0	7,9	4,6	3,5	2,7	5,6	0,58	8,3
Görlitz	62	6,8	1,4	5,9	15,3	12,2	15,9	10,4	16,9	9,3	8,1	2,3	29,9	1,70	12,1
Leipzig-Lützner Straße	22	3,5	5,7	5,7	21,8	2,9	2,6	2,7	4,1	2,7	2,2	0,9	6,1	0,57	3,1
Leipzig-Mitte	16	3,5	0,4	8,4	17,4	3,0	3,0	3,1	4,4	3,0	2,4	0,8	5,7	0,58	3,4
Radebeul-Wahnsdorf	33	3,9	0,4	2,5	7,4	3,0	2,1	2,7	3,9	2,6	2,2	1,4	6,5	0,60	4,1
Schwartenberg	7	2,3	0,2	2,4	5,6	1,9	2,1	1,8	2,6	1,7	1,5	0,9	4,8	0,58	3,0
Zittau-Ost	34	7,0	1,0	12,5	39,2	5,8	6,7	4,6	6,2	4,3	3,8	2,7	10,5	1,46	7,3

- = keine Messung

Tabelle A 13: Schwermetalle und Arsen im PM₁₀ (Jahresvergleich 2017 bis 2021 für Pb, Cd, As, Cr, Ni)

Station	Jahresmittelwert [ng/m ³]														
	Pb					Cd					As				
	Grenzwert: 500 ng/m ³					Zielwert: 5 ng/m ³					Zielwert: 6 ng/m ³				
	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
Borna	-	-	3	4	4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,7	0,7	0,5	0,5	0,9
Chemnitz-H.-Link Str.*	4	5	5	3	4	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5
Dresden-Nord	6	6	6	5	5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,8
Freiberg	12	14	11	12	10	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	1,0	1,3	1,2	0,8	0,7
Görlitz	-	-	8	7	7	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	1,7	2,2	1,2	1,1	1,1
Leipzig-Lützner Str.	-	-	5	5	5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6
Leipzig-Mitte	6	6	5	4	4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6
Radebeul-Wahnsdorf	5	6	4	4	5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	1,0	1,0	0,7	0,6	0,7
Schwartenberg	3	3	2	2	2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5
Zittau-Ost	-	-	7	5	6	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	2,0	2,3	1,3	1,3	1,3

Fortsetzung Tabelle A 13

Station	Jahresmittelwert [ng/m ³]									
	Cr					Ni				
						Zielwert: 20 ng/m ³				
	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
Borna	3,2	2,8	2,3	3,9	3,7	0,9	1,0	1,0	0,9	1,2
Chemnitz-H.-Link Str.	1,2	1,5	1,5	2,2	2,1	0,8	1,0	1,0	0,8	0,9
Dresden-Nord	5,2	5,6	5,5	5,6	5,7	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3
Freiberg	2,0	2,7	2,6	3,2	3,1	0,8	1,0	1,2	0,8	1,0
Görlitz	3,8	3,9	3,8	4,0	4,7	1,1	1,1	1,2	0,9	1,1
Leipzig-Lützner Str.	6,9	8,2	7,6	8,2	7,2	1,5	1,2	1,3	1,6	1,6
Leipzig-Mitte	7,4	6,9	6,7	6,8	6,6	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6
Radebeul-Wahnsdorf	1,5	2,0	1,8	2,0	1,9	0,8	1,0	1,1	0,8	0,8
Schwartenberg	1,1	1,2	1,5	1,6	1,4	0,8	1,0	1,1	0,8	0,8
Zittau-Ost	1,3	1,6	1,5	1,8	3,7	1,0	1,0	1,0	0,9	1,5

- = keine Messung

Tabelle A 14: BaP im PM₁₀ (Jahresvergleich)

Station	BaP-Jahresmittelwert [ng/m ³] Zielwert: 1 ng/m ³									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Borna	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Chemnitz-Leipziger Straße**	0,7	0,7	0,6	--	--	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4
Chemnitz-H.-Link Str.*	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
Dresden-Bergstr.	0,7	0,7	0,6	0,3	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4
Dresden-Nord	0,8	0,6	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3
Freiberg	0,5	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2
Görlitz	1,3	1,2	1,2	0,8	1,2	1,0	1,1	0,6	0,5	0,6
Leipzig-Lützner Straße	0,7	0,5	0,7	0,3	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3
Leipzig-Mitte	0,6	0,4	0,6	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
Radebeul-Wahnsdorf	0,6	0,6	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3
Schwartenberg	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Zittau-Ost	1,4	1,3	1,2	0,9	1,2	1,4	1,1	0,7	0,7	0,7

* Die Chemnitzer Station im städtischen Hintergrund wurde zum Jahreswechsel 2016/2017 aus städtebaulichen Gründen verlegt: bis 2016 Chemnitz-Mitte, ab 2017 Chemnitz-Hans-Link-Str.

** Ausfall der Station Chemnitz-Leipziger Str. in 2015 und 2016 durch Verkehrsunfall

Tabelle A 15: Kenngrößen für elementaren und organischen Kohlenstoff im PM₁₀

Station	EC-Jahresmittelwerte					OC-Jahresmittelwerte				
	[µg/m ³]									
	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
Brockau	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	-	-	3,0	2,9	2,9
Chemnitz-Leipziger Str.	1,0	0,9	0,7	0,8	0,7	-	-	4,2	4,0	4,0
Collnberg	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	2,6	3,5	2,8	2,9	2,9
Dresden-Bergstraße	1,2	1,2	0,9	0,8	0,8	4,0	5,0	4,3	4,0	4,3
Dresden-Nord	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	4,0	5,1	4,4	4,2	4,4
Dresden-Winckelmannstr.	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	3,4	4,5	3,9	3,7	3,9
Görlitz	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	-	-	4,9	4,3	5,2
Leipzig-Lützner Straße	1,0	1,1	0,8	0,8	0,8	4,5	5,5	4,6	4,3	4,7
Leipzig-Mitte	1,0	0,9	0,7	0,6	0,6	4,1	4,9	4,2	4,0	4,0
Leipzig-West	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	3,1	4,0	3,3	3,3	3,4
Niesky	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	-	-	3,8	3,7	4,4
Radebeul-Wahnsdorf	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	3,3	4,2	3,5	3,4	3,7
Schwartenberg	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	-	2,8	2,5	2,5

Station	max. EC-Tagesmittelwerte					max. OC-Tagesmittelwerte				
	[µg/m³]									
	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
Brockau	1,2	0,9	1,7	0,7	0,9	-	-	16,0	6,0	6,4
Chemnitz-Leipziger Str.	3,9	2,8	2,2	2,2	1,5	-	-	12,2	9,2	7,1
Collmberg	1,3	0,8	0,7	0,7	0,8	10	8	7,0	5,9	8,6
Dresden-Bergstr.	2,8	3,5	2,3	2,0	1,8	13	11	14,0	8,6	10,4
Dresden-Nord	2,2	2,5	1,7	2,3	1,5	12	10	11,9	8,9	10,2
Dresden-Winckelmannstr.	1,4	2,5	1,8	1,6	1,5	12	10	12,8	8,2	9,5
Görlitz	2,8	2,2	2,7	3,2	3,5	-	-	12,6	12,2	26,4
Leipzig-Lützner Straße	2,9	2,9	2,0	2,2	1,9	19	11	9,8	8,2	10,3
Leipzig-Mitte	2,3	2,5	2,0	1,5	1,3	19	9	8,6	7,9	9,4
Leipzig-West	2,0	1,5	1,0	1,1	1,0	15	9	7,9	6,6	8,9
Niesky	2,6	1,4	1,2	1,1	2,1	-	-	10,2	8,0	18,0
Radebeul-Wahnsdorf	1,4	1,0	1,5	0,9	1,4	12	9	10,1	6,9	8,1
Schwartenberg	1,0	0,9	1,1	0,7	0,5	-	-	8,3	5,4	5,4

Messung nach EUSAAR-2-Protokoll Transmission

- = keine Messung, -- = Verfügbarkeit zu gering zur Bildung eines Jahresmittelwertes

Tabelle A 16: BC-Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Annaberg-Buchholz	1,6	1,4	1,4	1,2	1,0	0,9	1,0	0,8	0,6*	-
Dresden-Nord	2,0	2,0	1,8	1,3	1,2	1,2	1,0	0,9	0,8	1,3
Dresden-Winckelmannstraße	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7	0,8	0,6	0,6	0,9
Radebeul-Wahnsdorf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7

- = keine Messung

* Schließung der BC-Messung an der Station Annaberg-Buchholz am 27.08.2020 (Umsetzung der Messung nach Radebeul-Wahnsdorf)

- bis einschließlich 2020 zur BC-Messung PM1-Einlass, ab 2021 PM₁₀-Einlass

Tabelle A 17: Anzahl Tage mit 8-Stundenmittel der Ozonkonzentration größer 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Station	Anzahl der Tage 8h > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Annaberg-Buchholz	2	9	7	16	5	4	11	12	4	3
Bautzen	12	11	15	32	9	4	38	19	7	5
Brockau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Carlsfeld	31	26	18	47	29	12	52	33	12	7
Chemnitz-H.-Link Str.*	12	14	14	35	16	10	41	26	8	6
Collmberg	19	19	27	35	18	11	51	26	15	9
Dresden-Bergstraße	-	-	-	-	-	0	3	3	1	0
Dresden-Nord	5	5	8	24	12	3	21	10	3	2
Dresden-Winckelmannstr.	11	16	16	32	18	10	38	25	10	7
Fichtelberg	52	-	37	55	48	22	80	--	--	17
Leipzig-Mitte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Leipzig-West	15	15	18	27	19	10	43	21	15	5
Niesky	20	20	16	41	15	10	41	17	11	5
Radebeul-Wahnsdorf	21	17	16	33	20	12	28	25	18	3
Schkeuditz	18	17	20	28	25	13	49	31	19	4
Schwartenberg	27	33	30	43	36	21	60	41	22	12
Zinnwald	33	29	23	42	31	24	75	35	23	15
Zittau-Ost	17	12	9	21	6	8	33	8	6	1

Station	3-Jahresmittelwert									
	10-12	11-13	12-14	13-15	14-16	15-17	16-18	17-19	18-20	19-21
Annaberg-Buchholz	6	6	6	11	9	8	7	9	9	6
Bautzen	13	11	13	19	19	15	17	20	21	10
Brockau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4**
Carlsfeld	30	28	25	30	31	29	31	32	32	17
Chemnitz-Mitte/H.-Link Str.*	18	15	13	21	22	10	26	26	25	13
Collmberg	22	19	22	27	27	21	27	29	31	17
Dresden-Bergstraße	-	-	-	-	-	0	2	2	2	1
Dresden-Nord	7	5	6	12	15	13	12	11	11	5
Dresden-Winkelmannstr.	15	13	14	21	22	20	22	24	24	14
Fichtelberg	46	46	45	46	47	42	50	51	--	17***
Leipzig-Mitte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0**
Leipzig-West	19	15	16	20	21	19	24	25	26	14
Niesky	22	22	19	26	24	22	22	23	23	11
Radebeul-Wahnsdorf	22	19	18	22	23	22	20	22	24	15
Schkeuditz	19	17	18	22	24	22	29	31	33	18
Schwartenberg	27	29	30	35	36	33	39	41	41	25
Zinnwald	34	32	28	31	32	32	43	45	44	24
Zittau-Ost	15	13	13	14	12	12	16	16	16	5

-- = keine Messung bzw. -- = Verfügbarkeit der Messdaten zu gering

* Die Chemnitzer Station im städtischen Hintergrund wurde zum Jahreswechsel 2016/2017 aus städtebaulichen Gründen verlegt: bis 2016 Chemnitz-Mitte, ab 2017 Chemnitz-Hans-Link-Str.

** Brockau, Leipzig-Mitte: Beginn der Messung 2021

*** Fichtelberg nur 2021, da 2019 und 2020 Verfügbarkeit der Daten zu gering

Tabelle A 18: Entwicklung des AOT40

Station	AOT40 [(µg/m³)·h] Mai bis Juli									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Carlsfeld	18.277	16.199	17.804	22.955	16.424	15.554	25.044	20.465	9.827	10.557
Collmberg	13.667	8.327	15.233	15.931	11.082	10.648	24.334	17.292	8.551	9.257
Fichtelberg	27.034	17.608	22.671	26.054	20.600	18.142	28.883	--	--	13.846
Niesky	16.619	--	16.106	21.010	14.155	13.184	25.119	16.169	9.088	12.321
Radebeul-Wahnsdorf	14.016	11.099	15.918	18.061	13.139	14.159	19.771	19.614	10.367	9.394
Schkeuditz	14.283	11.323	15.163	17.767	15.538	12.275	26.015	18.709	9.015	8.699
Schwartenberg	16.460	16.720	20.632	25.049	15.630	16.492	25.304	22.289	8.662	12.124
Zinnwald	20.611	18.590	20.370	21.490	15.971	19.870	29.864	22.607	10.161	15.147
Zittau-Ost	16.494	9.929	12.312	14.565	11.020	12.593	22.284	14.162	7.040	9.373

-- = Verfügbarkeit der Messdaten zu gering

Station	AOT40 [(µg/m³)·h] Mai bis Juli 5-Jahresmittel									
	2008-12	2009-13	2010-14	2011-15	2012-16	2013-17	2014-18	2015-19	2016-20	2017-21
Carlsfeld	19.006	17.690	18.586	18.730	18.332	17.787	19.556	20.088	17.463	16.289
Collmberg	14.931	12.694	13.799	13.316	12.848	12.244	15.446	15.857	14.381	14.016
Fichtelberg	25.111	22.297	23.487	22.993	22.793	21.015	23.270	23.420*	18.804*	20.290*
Niesky	16.603	15.573	17.173	18.160	16.481	15.794	17.915	17.927	15.543	15.176
Radebeul-Wahnsdorf	15.473	14.158	15.324	14.929	14.447	14.475	16.210	16.949	15.410	14.661
Schkeuditz	15.084	13.654	14.948	14.798	14.815	14.413	17.352	18.061	16.310	14.943
Schwartenberg	17.293	16.380	18.201	19.121	18.898	18.905	20.621	20.953	17.675	16.974
Zinnwald	19.540	18.826	20.480	19.908	19.406	19.258	21.513	21.960	19.695	19.530
Zittau-Ost	13.348	12.515	13.306	13.257	12.864	12.084	14.555	14.925	13.420	13.090

* Fichtelberg: ohne 2019 und 2020

Tabelle A 19: Ozon-Beurteilungswert zum Schutz der Wälder nach 39. BImSchV

Station	AOT40 [(µg/m³)·h] April bis September									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Carlsfeld	33.108	30.557	25.226	41.739	31.615	21.073	46.315	35.839	26.256	15.865
Collmberg	23.841	19.407	22.070	30.629	21.983	15.148	44.062	31.558	23.837	13.748
Fichtelberg	44.108	35.963	35.926	50.488	39.233	27.026	53.048	--	--	20.611
Niesky	27.559	26.426	21.611	40.133	23.244	18.018	42.229	28.705	21.702	16.683
Radebeul-Wahnsdorf	23.848	20.355	21.839	33.653	23.542	19.664	35.616	32.237	26.027	13.727
Schkeuditz	23.847	20.779	20.881	32.527	25.772	16.794	42.044	31.360	22.851	12.289
Schwartenberg	28.784	33.066	30.623	46.506	31.406	23.789	46.066	38.883	27.213	17.667
Zinnwald	34.069	34.143	29.324	42.431	31.341	28.347	54.747	38.932	27.770	21.295
Zittau-Ost	26.226	20.366	17.826	28.163	18.521	17.371	39.154	23.755	18.564	13.081

-- = Verfügbarkeit der Messdaten zu gering

Tabelle A 20: Anzahl von Ozon-Episodentagen und Ozonepisoden (2004 bis 2021)

Jahr	Anzahl Episodentage	Anzahl Ozonepisoden	maximaler Stundenmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
2004	1	0	212
2005	2	0	217
2006	6	2	230
2007	0	0	282
2008	0	0	199
2009	0	0	173
2010	3	1	208
2011	0	0	186
2012	0	0	218
2013	0	0	187
2014	0	0	180
2015	6	2	230
2016	0	0	183
2017	0	0	169
2018	1	0	199
2019	0	0	185
2020	0	0	204
2021	0	0	181

Episodentag: 1-h-Mittelwerte von mehr als $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 25 Prozent der Ozonmessstationen

Ozonepisode: mindestens zwei aufeinanderfolgenden Episodentage

Tabelle A 21: Vergleich der Mittelwerte mit den Grenzwerten zum Schutz von Ökosystemen und zum Schutz der Vegetation für SO₂ und NO_x

Station	SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (Grenzwert: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)										
	Jahr 2016	Jahr 2017	Jahr 2018	Jahr 2019	Jahr 2020	Jahr 2021	Halbjahr 2016/17	Halbjahr 2017/18	Halbjahr 2018/19	Halbjahr 2019/20	Halbjahr 2020/21
Fichtelberg	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1
Schwartenberg	6	5	5	4	3	3	7	5	6	4	3

Station	NO _x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (Grenzwert: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)										
	Jahr 2012	Jahr 2013	Jahr 2014	Jahr 2015	Jahr 2016	Jahr 2017	Jahr 2018	Jahr 2019	Jahr 2020	Jahr 2021	
Schwartenberg	10	11	10	10	9	10	10	9	7	8	
Niesky	11	9	10	10	11	10	11	10	9	8	
Collnberg	12	11	11	10	11	10	10	9	9	9	

Tabelle A 22: Überschreitung der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für SO₂, NO₂ und PM₁₀ nach 39. BImSchV, Ergebnisse für den Zeitraum 2018 bis 2021

Station	SO ₂								NO ₂				PM ₁₀			
	Anzahl der Stunden 1-h-Mittel > 350µg/m ³ (zulässig 24 Stunden)				Anzahl der Tage 24-h-Mittel > 125µg/m ³ (zulässig 3 Tage)				Anzahl der Stunden 1-h-Mittel > 200µg/m ³ (zulässig 18 Stunden)				Anzahl der Tage 24-h-Mittel > 50µg/m ³ (zulässig: 35 Tage)			
	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
Annaberg-Buchholz	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	6	2	0	1
Bautzen	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	10	2	2	1
Borna	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	5	2	0	4
Brockau	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	5	1	0	1
Carlsfeld	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	1
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0*	0	0	0	10	3	2	4
Chemnitz.-Hans-Link-Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	2	2	1	1
Collnberg	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	6	1	0	1
Dresden-Bergstraße	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	12	4	2	3
Dresden-Nord	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	8	3	2	2
Dr-Winckelmannstr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	1	1
Fichtelberg	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Freiberg	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	6	2	0	2
Görlitz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	6	2	4
Klingenthal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0
Leipzig-Lützner Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	23	12	1	6
Leipzig-Mitte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	9	1	4
Leipzig-West	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	4	2	1	2
Niesky	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	9	2	1	1
Plauen-Süd	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	9	4	0	1
Radebeul-Wahnsdorf	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	7	1	1	1
Schwartenberg	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1
Zinnwald	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Zittau-Ost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	6	2	1
Zwickau-Werd.-Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	6	4	2	2

- keine Messung

Tabelle A 23: Maximalwerte und Perzentile 2021 für SO₂, NO₂ und PM₁₀

Station	SO ₂ [µg/m ³]				NO ₂ [µg/m ³]			PM ₁₀ [µg/m ³]	
	99,18-Perzentil ¹	max TMW	99,73-Perzentil ²	max. 1h-Wert	max. TMW	99,79-Perzentil ³	max 1h-Wert	90,41-Perzentil ⁴	max. TMW
Annaberg-Buchholz	6	9	12	23	35	61	76	21	79
Bautzen	-	-	-	-	39	60	84	25	60
Borna	-	-	-	-	49	57	71	24	66
Brockau	-	-	-	-	25	28	41	18	53
Carlsfeld	-	-	-	-	-	-	-	15	55
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	65	84	114	26	96
Chemnitz-H.-Link Str.	-	-	-	-	46	50	61	20	72
Collnberg	-	-	-	-	28	31	41	19	64
Dresden-Bergstr.	-	-	-	-	61	88	101	28	71
Dresden-Nord	-	-	-	-	57	72	103	28	75
Dresd.-Winckelmannstraße	9	13	14	26	50	65	79	25	65
Fichtelberg	5	9	10	30	-	-	-	-	-
Freiberg	-	-	-	-	42	72	88	21	96
Görlitz	7	9	13	34	45	62	82	29	64
Klingenthal	3	6	6	59	33	43	54	17	38
Leipzig-Lützner Str.	-	-	-	-	68	94	117	31	86
Leipzig-Mitte	4	5	12	30	54	83	105	28	86
Leipzig-West	-	-	-	-	44	63	85	22	64
Niesky	-	-	-	-	26	31	45	23	56
Plauen-Süd	-	-	-	-	37	58	78	20	58
Radebeul-Wahnsdorf	-	-	-	-	42	50	65	23	66
Schwartenberg	12	18	28	49	23	35	57	17	82
Zinnwald	10	13	25	111	20	32	69	-	-
Zittau-Ost	6	19	10	59	28	43	52	27	52
Zwickau-Werdauer Straße	-	-	-	-	54	69	83	24	73

- = keine Messung TMW = Tagesmittelwert

1 Das 99,18 Perzentil entspricht dem 4. größten Tagesmittelwert

2 Das 99,73 Perzentil entspricht dem 25. größten Stundenmittelwert

3 Das 99,79 Perzentil entspricht dem 19. größten Stundenmittelwert

4 Das 90,41 Perzentil entspricht dem 36. größten Tagesmittelwert

Tabelle A 24: Benzol-Jahresmittelwerte seit 2012

Station	Benzol-Jahresmittelwerte [µg/m ³] Grenzwert: 5 µg/m ³									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Dresden-Nord	1,3	1,1	1,6	1,2	0,9	1,0	1,0	0,9	0,7	0,8
Görlitz	1,5	1,9	1,8	1,2	1,4	1,2	1,1	0,9	0,9	1,0
Klingenthal	1,5	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8
Leipzig-Mitte	1,9	1,9	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	0,7	0,9
Schwartenberg	0,5	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5

Tabelle A 25: NO₂ Jahresmittelwerte seit 2012

Station	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (Grenzwert: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Annaberg-Buchholz	20	20	20	20	20	19	20	18	16	15
Bautzen	19	18	18	16	17	14	16	14	13	13
Borna	25	23	23	22	20	19	19	17	15	14
Brockau	11	11	10	10	10	9	9	7	7	7
Chemnitz-Leipziger Straße	45	43	43	--	--	38	35	33	28	27
Chemnitz-H.-Link Straße*	24	23	22	22	22	14	13	12	10	11
Collmberg	10	9	9	8	9	9	9	8	7	7
Dresden-Bergstraße	48	47	53	49	45	40	40	35	29	28
Dresden-Nord	36	34	32	32	31	30	29	27	22	23
Dresd.-Winckelmannstraße	20	20	19	18	19	18	19	17	15	14
Freiberg	25	25	25	19	21	23	23	21	19	20
Görlitz	23	22	22	23	24	22	22	21	18	20
Klingenthal	13	12	11	11	12	12	12	11	9	9
Leipzig-Lützner Straße	34	36	37	40	42	37	42	34	28	31
Leipzig-Mitte	46	45	40	43	42	40	38	34	28	25
Leipzig-West	19	16	17	16	17	15	16	14	12	12
Niesky	8	7	7	8	9	8	9	8	7	7
Plauen-Süd	23	25	24	23	24	22	24	21	17	18
Radebeul-Wahnsdorf	15	14	13	13	13	12	14	11	10	10
Schwartenberg	7	8	8	8	7	8	8	7	5	6
Zinnwald	8	8	8	8	6	7	7	6	6	6
Zittau-Ost	14	12	12	13	13	13	13	11	10	10
Zwickau-Werdauer Straße.	31	27	27	26	25	25	26	22	18	19

-- = Verfügbarkeit der Daten zu gering für die Bildung eines Jahresmittelwertes

* Die Chemnitzer Station im städtischen Hintergrund wurde zum Jahreswechsel 2016/2017 aus städtebaulichen Gründen verlegt: bis 2016 Daten von Chemnitz-Mitte, ab 2017 Daten von Chemnitz-Hans-Link-Str.

Tabelle A 26: PM_{2,5}-Jahresmittelwerte seit 2012 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chemnitz-Leipziger Str.	16	17	17			12	14	11	9	10
Collmberg	11	11	13	10	10	9	11	8	7	7
Dresden-Bergstr.	18	18	18	15	14	14	15	12	10	11
Dresden-Nord	16	17	17	14	13	14	15	11	10	11
Dresden-Winckelmannstr.	15	16	16	13	13	12	13	10	9	10
Leipzig-Mitte	18	18	18	15	15	14	15	12	10	11
Leipzig-West	13	14	15	12	12	11	12	9	8	9
Niesky	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9

- = keine Messung

Tabelle A 27: PM₁₀-Jahresmittelwerte seit 2012

Station	PM ₁₀ [µg/m ³] (Grenzwert: 40 µg/m ³)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Annaberg-Buchholz	19	20	19	-	-	15	17	14	12	13
Bautzen	20	22	21	21	18	17	19	15	13	13
Borna	23	23	24	21	19	17	19	15	14	15
Brockau	16	18	17	15	14	12	16	12	11	10
Carlsfeld	11	12	11	10	9	9	13	11	8*	8
Chemnitz-Leipziger Str.	28	28	28	--	--	19	21	18	16	16
Chemnitz-H.-Link Str.*	19	20	20	17	16	13	15	12	11	12
Collmburg	16	16	18	15	14	13	16	12	11	11
Dresden-Bergstraße	28	29	30	26	24	21	23	18	17	18
Dresden-Nord	26	27	27	24	22	20	22	18	17	17
Dresd.-Winckelmannstr.	20	20	21	18	17	17	18	15	14	14
Freiberg	21	21	22	19	17	15	18	14	13	13
Görlitz	26	26	26	24	23	20	22	18	16	18
Klingenthal	16	16	15	16	14	13	14	13	11	10
Leipzig-Lützner Straße	29	29	30	28	27	24	28	22	19	20
Leipzig-Mitte	30	28	28	25	24	24	25	21	19	18
Leipzig-West	19	19	21	17	17	16	18	14	13	13
Niesky	18	19	19	17	16	15	18	14	13	13
Plauen-Süd	19	21	21	19	19	17	19	14	13	13
Radebeul-Wahnsdorf	19	20	20	17	16	16	18	14	13	13
Schwartenberg	14	14	14	13	10	10	13	10	9	9
Zinnwald	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zittau-Ost	23	24	24	20	19	20	22	17	15	15
Zwickau-Werdauer Str.	22	23	23	20	19	17	20	17	14	15

- = keine Messung, -- = Verfügbarkeit der Daten zu gering für die Bildung eines Jahresmittelwertes

* Die Chemnitzer Station im städtischen Hintergrund wurde zum Jahreswechsel 2016/2017 aus städtebaulichen Gründen verlegt: bis 2016 Daten von Chemnitz-Mitte, ab 2017 Daten von Chemnitz-Hans-Link-Str.

Tabelle A 28: SO₂-Jahresmittelwerte seit 2012 [µg/m³]

Station	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Annaberg-Buchholz	-	3,7	4,3	-	-	2,3	2,8	1,6	1,4	1,4
Dresden-Winckelmannstr.	4,1	4,3	4,7	3,5	2,8	3,2	3,0	2,7	2,1	1,5
Fichtelberg	3,3	5,4	3,3	2,1	2,0	1,5	2,2	1,6	1,1	1,0
Görlitz	5,9	3,9	3,8	2,9	3,3	2,3	2,5	1,7	1,5	1,5
Klingenthal	2,4	2,7	2,8	1,6	1,5	1,9	1,7	1,3	0,8	0,9
Leipzig-Mitte	3,2	3,4	3,5	3,3	2,2	2,3	2,0	1,4	1,8	1,5
Schwartenberg	7,2	8,0	9,2	5,6	5,8	5,3	5,4	3,7	2,6	2,7
Zinnwald	7,3	6,9	7,0	5,4	4,1	4,1	3,5	3,3	3,4	2,2
Zittau-Ost	5,0	4,7	3,9	3,2	2,3	3,0	2,8	2,1	1,8	1,6

- = keine Messung

Tabelle A 29: Ozon-Jahresmittelwerte seit 2012 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Annaberg	47	48	43	50	46	48	51	52	48	47
Bautzen	53	50	49	56	49	52	59	57	53	54
Brockau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
Carlsfeld	69	67	63	70	67	66	72	71	66	63
Chemnitz-Hans-Link-Str.	-	-	-	-	-	51	57	56	52	49
Collnberg	59	59	57	62	57	58	67	65	62	58
Dresden-Bergstraße	-	-	-	-	-	41	44	43	40	40
Dresden-Nord	37	38	37	42	40	44	48	46	44	40
Dresden-Winckelmannstr.	45	47	44	49	44	49	53	52	49	48
Fichtelberg	82	80	79	84	79	77	83		-	74
Leipzig-Mitte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41
Leipzig-West	48	48	45	51	47	49	55	52	51	48
Niesky	56	56	52	60	51	55	61	58	54	54
Radebeul-Wahnsdorf	53	53	51	58	53	55	61	60	57	54
Schkeuditz	48	49	45	51	47	49	55	54	52	47
Schwartenberg	68	70	67	72	69	69	74	73	68	64
Zinnwald	71	70	67	72	69	71	77	74	69	68
Zittau-Ost	50	50	46	51	45	50	55	52	48	48

- = keine Messung

Tabelle A 30: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der O_3 -Konzentration in Sachsen

Gebiet	O_3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]															Relation	Relation	Anzahl* Mess- stationen
																2021/20	2021/07	
	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	[%]	[%]	
städtischer Hintergrund	47	47	46	48	47	49	49	45	51	46	50	56	54	50	49	97	103	5
ländlicher Hintergrund**	63	61	61	64	64	63	63	60	66	62	63	69	67	63	60	95	96	8

* Grundlage: Messstationen, an denen im betrachteten Zeitraum in der Regel durchgängig Ozon gemessen wurde.

** Station Fichtelberg im Datensatz ländliche Gebiete: Jahresmittelwerte für 2019 und 2020 wurden extrapoliert, da aufgrund geringer Datenverfügbarkeit keine Jahresmittelwerte gebildet werden konnten.

Tabelle A 31: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO_2 -Konzentration in Sachsen

Gebiet	NO_2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]															Relation 2021/20 [%]	Relation 2021/07 [%]	Anzahl* Mess- stationen
	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
städtisch/ Verkehr**	39	39	39	39	38	35	34	34	32	32	30	30	27	22	23	102	59	9
städtischer Hintergrund	21	21	22	23	22	20	19	18	17	18	16	17	15	13	13	102	62	7
ländliche Hintergrund	12	12	12	13	12	10	10	10	9	9	9	9	8	7	7	99	61	4

* Grundlage: Messstationen, an denen im betrachteten Zeitraum in der Regel durchgängig NO_2 gemessen wurde (Ausfall der Station Chemnitz-Leipziger Straße durch Unfall in 2015 und 2016)

** Zusammenführung der Stationstypen Verkehr Hot Spots und städtischer Verkehr ab Jahresbericht 2021

Tabelle A 32: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration in Sachsen 2010 - 2021

Gebiet	PM ₁₀ [µg/m ³]															Relation 2021/20 [%]	Relation 2021/07 [%]	Anzahl* Mess- stationen
	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
städtisch/ Verkehr**	28	28	29	30	30	26	26	26	23	22	20	22	18	16	17	103	60	9
städtischer Hintergrund	22	21	25	24	23	20	21	21	19	17	16	18	15	13	13	101	59	6
ländlicher Hintergrund	17	16	18	18	17	16	16	16	14	13	13	16	12	11	11	102	64	5

* Grundlage: Messstationen, an denen im betrachteten Zeitraum in der Regel durchgängig PM₁₀ gemessen wurde (Ausfall der Station Chemnitz-Leipziger Straße durch Unfall in 2015 und 2016)

** Zusammenführung der Stationstypen Verkehr Hot Spots und städtischer Verkehr ab Jahresbericht 2021

Tabelle A 33: pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit des Niederschlagswassers sowie gewichtete Mittelwerte der Konzentrationen im Niederschlagswasser 2021

Station	Leitfähigkeit	pH-Wert	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S
	[µS/cm]		mg/l										
Carlsfeld	8,9	5,3	0,17	0,11	0,10	0,27	0,30	0,57	1,07	0,60	0,44	0,24	0,20
Chemnitz	9,7	5,7	0,21	0,11	0,10	0,26	0,36	0,77	1,23	0,73	0,60	0,28	0,25
Leipzig	11,8	5,5	0,23	0,13	0,11	0,30	0,38	0,95	1,38	0,89	0,74	0,31	0,30
Marienberg	8,9	5,4	0,19	0,08	0,10	0,31	0,30	0,51	1,11	0,69	0,40	0,25	0,23
Mittelndorf	10,3	5,3	0,18	0,10	0,10	0,31	0,31	0,62	1,38	0,78	0,48	0,31	0,26
Oschatz	13,0	5,4	0,23	0,11	0,12	0,59	0,40	0,81	1,56	1,01	0,63	0,35	0,34
Radebeul	11,3	5,3	0,21	0,12	0,11	0,31	0,40	0,77	1,59	0,88	0,60	0,36	0,29
Zinnwald	9,3	5,2	0,18	0,08	0,10	0,24	0,32	0,51	1,20	0,72	0,40	0,27	0,24

Anmerkung: 2021 ohne die Stationen Görlitz und Plauen, da Verfügbarkeit der Messdaten zu gering

Tabelle A 34: Nasse Deposition und Jahresregenmenge 2021

Station	Regenmenge	Na	K	Mg	Ca	NH ₄	NO ₃	SO ₄	Cl	NH ₄ -N	NO ₃ -N	N-Ges.	SO ₄ -S
	[l/m ²]	[kg/ha*a]											
Carlsfeld	1.026,9	1,73	1,12	1,05	2,78	3,10	5,82	10,97	6,19	4,52	2,48	7,00	2,07
Chemnitz	587,1	1,23	0,64	0,58	1,55	2,13	4,54	7,21	4,31	3,53	1,63	5,16	1,44
Leipzig	625,1	1,41	0,82	0,66	1,90	2,40	5,92	8,64	5,57	4,60	1,95	6,55	1,86
Marienberg	894,1	1,68	0,76	0,92	2,73	2,71	4,60	9,96	6,21	3,57	2,25	5,82	2,07
Mittelndorf	621,7	1,13	0,59	0,65	1,91	1,90	3,83	8,58	4,82	2,98	1,94	4,91	1,61
Oschatz	543,5	1,25	0,61	0,63	3,20	2,17	4,41	8,49	5,48	3,43	1,92	5,35	1,83
Radebeul	651,2	1,40	0,79	0,69	2,03	2,62	5,03	10,38	5,71	3,91	2,34	6,25	1,90
Zinnwald	1.000,4	1,81	0,80	1,00	2,40	3,17	5,11	12,02	7,25	3,97	2,72	6,68	2,42

Anmerkung: 2021 ohne die Stationen Görlitz und Plauen, da Verfügbarkeit der Messdaten zu gering

Tabelle A 35: Kenngrößen für Staubniederschlag [g/m²-d]

Station	2017		2018		2019		2020		2021	
	JMW	max. MMW								
Borna	0,11	0,26	0,08	0,17	0,07	0,13	0,07	0,10	0,09	0,18
Brockau	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,12
Chemnitz-Hans-Link Straße*	0,05	0,07	0,05	0,15	0,04	0,06	0,05	0,09	0,06	0,15
Dresden-Nord	0,06	0,08	0,07	0,12	0,06	0,08	0,05	0,08	0,06	0,10
Dresden-Winckelmannstraße	0,06	0,17	0,07	0,16	0,06	0,12	0,06	0,25	0,06	0,14
Freiberg	0,06	0,13	0,06	0,14	0,06	0,12	0,05	0,08	0,06	0,14
Görlitz	0,08	0,13	0,08	0,17	0,07	0,13	0,08	0,18	0,08	0,19
Leipzig-Mitte	0,10	0,14	0,10	0,18	0,10	0,14	0,09	0,12	0,09	0,11
Leipzig-West	0,12	0,33	0,10	0,28	0,06	0,12	0,06	0,25	0,05	0,13
Radebeul-Wahnsdorf	0,03	0,06	0,04	0,09	0,03	0,04	0,03	0,05	0,03	0,09
Zinnwald	0,04	0,06	0,04	0,08	--	0,12	0,04	0,08	0,03	0,08
Zittau-Ost	0,12	0,34	0,07	0,14	0,05	0,26	0,07	0,17	0,07	0,30
Zwickau-Werdau. Str.	0,12	0,25	0,10	0,26	0,09	0,14	0,08	0,14	0,08	0,17

- = keine Messung

* Die Chemnitzer Station im städtischen Hintergrund wurde zum Jahreswechsel 2016/2017 aus städtebaulichen Gründen verlegt: bis 2016 Daten von Chemnitz-Mitte, ab 2017 Daten von Chemnitz-Hans-Link Str.

Tabelle A 36: Pb und Cd im Staubniederschlag [µg/m²-d]

Station	2019				2020				2021			
	Jahres-mittelwert		max. Monats-mittelwert		Jahres-mittelwert		max. Monats-mittelwert		Jahres-mittelwert		max. Monats-mittelwert	
	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
Borna	4	0,07	6	0,15	6	0,08	9	0,14	5	0,07	7	0,09
Brockau	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,04	3	0,07
Chemnitz-Hans-Link Straße*	3	0,04	6	0,07	2	0,05	5	0,11	3	0,05	7	0,09
Dresden-Nord	16	0,08	111	0,11	8	0,10	16	0,37	6	0,07	9	0,11
Dresden-Winckelmannstraße	10	0,07	45	0,21	3	0,05	5	0,07	4	0,06	5	0,13
Freiberg	31	0,30	93	0,65	18	0,20	32	0,35	18	0,27	26	0,80
Görlitz	5	0,06	9	0,08	5	0,06	7	0,09	5	0,07	8	0,11
Leipzig-Mitte	6	0,07	9	0,11	7	0,08	10	0,15	5	0,06	7	0,10
Leipzig-West	2	0,04	5	0,07	3	0,04	4	0,08	3	0,05	5	0,07
Radebeul-Wahnsdorf	3	0,06	7	0,10	3	0,05	6	0,12	3	0,06	7	0,09
Zinnwald	--	--	10	0,12	3	0,08	5	0,17	2	0,07	4	0,12
Zittau-Ost	3	0,06	5	0,25	3	0,09	5	0,47	3	0,06	5	0,17
Zwickau-Werdauer Str.	8	0,14	19	0,26	6	0,15	13	0,28	6	0,17	10	0,29

- = keine Messung

* Die Chemnitzer Station im städtischen Hintergrund wurde zum Jahreswechsel 2016/2017 aus städtebaulichen Gründen verlegt: bis 2016 Daten von Chemnitz-Mitte, ab 2017 Daten von Chemnitz-Hans-Link Str.

Tabelle A 37: As und Ni im Staubniederschlag [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Station	2019				2020				2021			
	Jahresmittelwert		max. Monatsmittelwert		Jahresmittelwert		max. Monatsmittelwert		Jahresmittelwert		max. Monatsmittelwert	
	As	Ni	As	Ni	As	Ni	As	Ni	As	Ni	As	Ni
Borna	0,5	4,5	1,0	18,2	0,6	2,5	1,0	3,3	0,6	2,4	1,1	4,0
Brockau					-	-	-	-	0,7	1,5	5,7	3,4
Chemnitz-Hans-Link Straße	0,4	1,2	0,8	2,1	0,3	1,0	0,7	1,4	0,3	1,5	0,8	2,7
Dresden.Nord	0,7	3,8	1,1	5,2	0,6	3,2	0,9	5,1	0,6	3,4	1,0	4,3
Dresden-Winckelmannstraße	0,4	1,6	0,7	3,9	0,4	1,3	0,7	1,8	0,4	1,8	0,6	3,2
Freiberg	7,4	2,5	24,5	4,4	2,2	1,6	3,5	2,2	2,2	2,1	4,0	3,5
Görlitz	0,6	2,2	1,3	4,4	0,5	2,1	0,8	3,8	0,8	2,4	3,1	3,8
Leipzig-Mitte	0,9	10,1	1,6	15,3	0,8	7,5	1,0	14,0	0,6	6,5	0,9	9,5
Leipzig-West	0,3	1,3	0,5	3,9	0,3	3,0	0,5	11,3	0,3	1,4	0,7	3,0
Radebeul-Wahnsdorf	0,3	1,3	0,5	1,9	0,3	0,9	0,8	1,5	0,4	1,3	1,7	4,0
Zinnwald	--	--	0,9	3,4	0,7	1,3	2,2	4,6	0,5	1,1	1,0	1,8
Zittau-Ost	0,5	1,1	1,0	2,4	0,6	1,3	2,0	3,5	0,5	1,6	1,1	3,2
Zwickau-Werdauer Straße	1,4	4,7	2,5	6,8	1,1	3,5	2,1	5,0	1,0	3,8	1,9	7,5

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und
Geologie (LfULG)

Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden

Telefon: + 49 351 2612-0

Telefax: + 49 351 2612-1099

E-Mail: lfulg@smekul.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

Autoren:

Annette Pausch, Susanne Bastian, Uwe Wolf, Martina Straková,
Wolfgang Poppitz, Juliane Höhle

Abteilung 5/Referat 51

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und
Geologie (LfULG)

Telefon: + 49 351 2612-5103

Telefax: + 49 351 2612-5099

E-Mail: annette.pausch@smekul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

29.07.2022

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann
aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de>
heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen
Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen
Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.
Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder
Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.
Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die
Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der
Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben
parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist
auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der
Wahlwerbung.

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle
Rechte, auch die des Nachdruckes von Auszügen und der
fotomechanischen Wiedergabe, sind dem Herausgeber
vorbehalten.

*Täglich für
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de