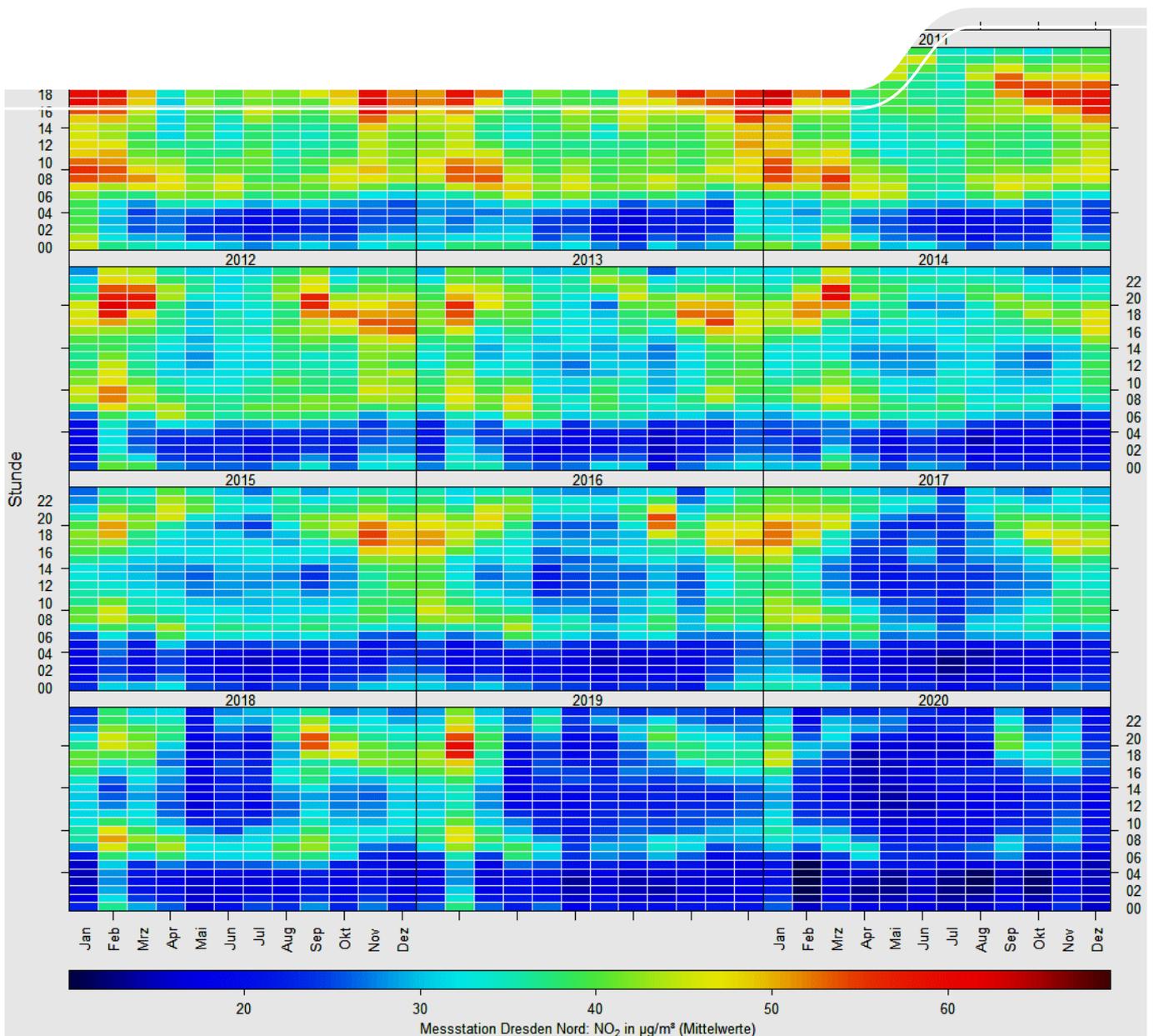




Luftqualität in Sachsen 2020



Luftqualität in Sachsen Jahresbericht 2020

Annette Pausch, Martina Straková, Dr. Susanne Bastian, Uwe Wolf

Inhaltsverzeichnis

1	Das Luftmessnetz in Sachsen	10
2	Meteorologische Bedingungen 2020	13
3	Beurteilungsgrundlagen	16
3.1	Gesetzliche Grundlagen	16
3.2	Datenqualität	18
4	Ergebnisse 2020	20
4.1	Schwefeldioxid (SO ₂).....	20
4.2	Ozon (O ₃)	22
4.3	Stickoxide (NO _x).....	30
4.4	Benzol / Toluol / Xylol	35
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.....	42
4.5.4	PM ₁₀ -Inhaltsstoffe	42
4.5.4.1	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	42
4.5.4.2	Schwermetalle	44
4.5.4.3	Elementarer und organischer Kohlenstoff (EC und OC).....	44
4.5.4.4	Black Carbon (BC).....	45
4.6	Staubniederschlag	46
4.7	Nasse Deposition	47
5	Luftqualität 2020 – Zusammenfassung	50
6	Projekte und Sondermessungen/-auswertungen	51
6.1	Zwanzig Jahre Messungen von (ultra)feinen Partikeln.....	51
6.2	Saharastaub	52
6.3	Projekt "Mobile Partikelmessungen in Leipzig im September 2020".....	56
6.4	Projekt "Ruß und Größenverteilung ultrafeiner und feiner Partikel in der Außenluft in Leipzig und Dresden und Gesundheit"	57
6.5	Projekt "Tendenzen, Verursacher und Auswirkungen der Ozonbelastung in Sachsen".....	57
6.6	Sondermessung Staubbelastung durch den Steinbruch Pließkowitz.....	58
6.7	Auswirkungen der wegen Corona geltenden Beschränkungen.....	58
	Literaturverzeichnis	65
	Anhang Datentabellen	66

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Messnetz zur Überwachung der Luftqualität	10
Abbildung 2:	Zusammenfassende klimatologische Einordnung des Jahres 2020 in Sachsen.....	13
Abbildung 3:	Abweichungen der Jahresmitteltemperatur	14
Abbildung 4:	Abweichungen des Jahresniederschlags	14
Abbildung 5:	Abweichungen der jährlichen Sonnenscheindauer.....	15
Abbildung 6:	SO ₂ -Konzentrationen an den Messstationen 2020.....	20
Abbildung 7:	Vergleich der SO ₂ -Konzentrationen im Winter und ganzjährig.....	21
Abbildung 8:	Modellierte Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration 2020.....	22
Abbildung 9:	Vergleich des Verlaufes der Ozonkonzentration am 9. August 2020.....	23
Abbildung 10:	Anzahl der Überschreitungen der Ozoninformationsschwelle	24
Abbildung 11:	Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten > 120 µg/m ³	25
Abbildung 12:	Anzahl der Tage mit 8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m ³ für die Jahre 2018, 2019 und 2020.....	25
Abbildung 13:	Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m ³ auf dem Erz- gebirgskamm	26
Abbildung 14:	Schutz der Vegetation – AOT40 (Mittelwert 2016-2020)	26
Abbildung 15:	Vergleich des AOT40 von 2020 als Mittelwert 2016 bis 2020 mit dem Einzelwert.....	27
Abbildung 16:	Entwicklung des AOT40 zum Schutz der Vegetation auf dem Erzgebirgskamm	28
Abbildung 17:	Entwicklung der Ozonkonzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf seit 1974	28
Abbildung 18:	Entwicklung des Jahresverlaufes der Ozon-Konzentration seit 1974	29
Abbildung 19:	Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration	29
Abbildung 20:	Modellierte Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration 2020	30
Abbildung 21:	Rangliste der Messstationen bzgl. der NO ₂ -Belastung 2020	31
Abbildung 22:	Rangliste der Messstationen bzgl. der NO-Belastung 2020	31
Abbildung 23:	Vergleich des Jahresverlaufes der NO ₂ -Konzentrationen.....	32
Abbildung 24:	Abnahme der NO ₂ -Konzentrationen seit 2011	33
Abbildung 25:	Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration an stark belasteten Messstationen.....	34
Abbildung 26:	Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration von 2006 bis 2020.....	34
Abbildung 27:	Jahresmittelwerte der Benzolkonzentrationen seit 2006	35
Abbildung 28:	Entwicklung des Jahresverlaufes der Benzolkonzentration.....	36
Abbildung 29:	Entwicklung der Toluolkonzentrationen in den letzten 15 Jahren	36
Abbildung 30:	Entwicklung der Xylokkonzentrationen in den letzten 15 Jahren	37
Abbildung 31:	Modellierte Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration 2020.....	38
Abbildung 32:	Rangliste der Messstationen bzgl. der PM ₁₀ -Belastung 2020.....	39
Abbildung 33:	Rangliste der Messstationen bzgl. der PM _{2,5} -Belastung 2020	39
Abbildung 34:	Vergleich des Jahresverlaufes der PM ₁₀ -Konzentrationen	40
Abbildung 35:	Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentrationen an stark belasteten Messstationen	40
Abbildung 37:	Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM _{2,5} -Konzentrationen von 2011 bis 2020.....	41
Abbildung 38:	Gebietsbezogene durchschnittliche Anzahl der Überschreitungen des PM ₁₀ -Tages- grenzwertes	42
Abbildung 39:	Rangliste der Messstellen bezüglich der PAK-Belastung 2020	43
Abbildung 40:	Entwicklung (links) und Jahresverlauf 2020 (rechts) der BaP-Konzentrationen.....	43
Abbildung 41:	Rangliste der Messstationen bezüglich der EC- und OC-Belastung.....	44

Abbildung 42: Entwicklung der BC-Jahresmittelwerte seit 2012	45
Abbildung 43: Vergleich des mittleren Tagesverlaufes der BC-Konzentrationen 2020.....	46
Abbildung 44: Sachsenkarte mit Standorten der Depositionsmessungen 2020	46
Abbildung 45: Mittlere nasse Depositionen umgerechnet auf die Fläche von Sachsen.....	48
Abbildung 46: Entwicklung der nassen Deposition anhand der gleitenden 5-Jahresmittelwerte.....	49
Abbildung 47: Langzeittrend der Partikelanzahlkonzentrationen.....	52
Abbildung 48: Trend der Anzahlkonzentration von UFP und der BC-Massenkonzentration.....	52
Abbildung 49: Deutschlandweite PM ₁₀ -Konzentrationen am 28.03.2021	53
Abbildung 50: Tagesmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration ausgewählter Stationen im März und April 2020	54
Abbildung 51: Tagesmittelwerte der PM ₁₀ - und Ruß (BC)-Konzentration im März und April 2020 an der Station Dresden-Nord	54
Abbildung 52: Tagesmittelwerte der Partikelanzahlkonzentration im März und April 2020 an der Station Dresden-Nord	55
Abbildung 53: Tagesmittelwerte der Partikelgrößenverteilung an der Station Dresden-Nord	55
Abbildung 54: Tagesmittelwerte der Partikelfraktion PM _{2.5} bis PM ₁₀ an der Station Dresden-Nord	56
Abbildung 55: Tagesmittelwerte der NO ₂ -Konzentrationen vom 01.01. bis 31.07.2020	59
Abbildung 56: Einfluss des 1. Lockdowns auf den Verkehr in Dresden.....	59
Abbildung 57: Vergleich der Messwerte der NO _x -Tagesmittelwerte und der berechneten Werte für den Untersuchungszeitraum vom 01.01.2015 bis zum 31.03.2021 an der Messstation Dresden Bergstraße.....	60
Abbildung 58: Vergleich der Messwerte der NO _x -Tagesmittelwerte und der berechneten Werte für den Zeitraum vom 01.01.2020 bis zum 31.07.2020 an der Messstation Dresden Bergstraße.....	61
Abbildung 59: Vergleich der Messwerte der NO ₂ -Tagesmittelwerte und der berechneten Werte für den Zeitraum vom 01.12.2020 bis zum 31.03.2021 an der Messstation Dresden-Nord..	61
Abbildung 60: Entwicklung der Anzahl von Sommertagen am Beispiel der Stadt Leipzig	63

Abbildungsverzeichnis Anhang

Abbildung A 1: Mittlere stündliche NO ₂ -Konzentrationen seit 2009 an der Messstation Dresden-Nord ..	87
--	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Immissionsmessnetz in Sachsen 2020	11
Tabelle 2: Zeitliche Auflösung der untersuchten Luftschadstoffe	12
Tabelle 3: Grenz- und Zielwerte sowie Informations- und Alarmschwellen für Luftschadstoffe	16
Tabelle 4: Zielwerte für Luftschadstoffe der EU-Richtlinie 2004/107/EG.....	18
Tabelle 5: Immissionswerte TA Luft - Staubniederschlag und Inhaltsstoffe im Staubniederschlag	18
Tabelle 6: Übersicht über die Messverfahren	19
Tabelle 7: Datenverfügbarkeit 2020	19
Tabelle 8: Vergleich Messwerte und berechnete Werte (Fit) als Mittelwerte ausgewählter Zeiträume 2020/21 an der Messstation Dresden-Bergstraße.....	62
Tabelle 9: Vergleich Messwerte und berechnete Werte (Fit) als Mittelwerte ausgewählter Zeiträume 2020/21 an der Messstation Dresden-Nord	62

Tabellenverzeichnis Anhang

Tabelle A 1: Jahresmittelwerte der Luftschadstoffe 2020 im Freistaat Sachsen	66
--	----

Tabelle A 2:	SO ₂ -Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020	67
Tabelle A 3:	O ₃ -Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020.....	67
Tabelle A 4:	NO-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020	68
Tabelle A 5:	NO ₂ -Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020	69
Tabelle A 6:	Benzol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020.....	70
Tabelle A 7:	Toluol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020	70
Tabelle A 8:	Xylol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020	70
Tabelle A 9:	PM _{2,5} -Monatsmittelwerte und Kenngrößen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	70
Tabelle A 10:	PM ₁₀ -Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020.....	71
Tabelle A 11:	Jahresmittelwerte und maximale Tagesmittelwerte von Schwermetallen im PM ₁₀ [ng/m^3] 2020	72
Tabelle A 12:	Jahresmittelwerte und maximale Tagesmittelwerte von PAK im PM ₁₀ [ng/m^3] 2020	72
Tabelle A 13:	Schwermetalle und Arsen im PM ₁₀	73
Tabelle A 14:	BaP im PM ₁₀ (Jahresvergleich)	74
Tabelle A 15:	Kenngrößen für elementaren und organischen Kohlenstoff im PM ₁₀	74
Tabelle A 16:	BC-Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	75
Tabelle A 17:	Anzahl Tage mit 8-Stundenmittel der Ozonkonzentration größer 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	76
Tabelle A 18:	Entwicklung des AOT 40.....	77
Tabelle A 19:	Ozon-Beurteilungswert zum Schutz der Wälder nach 39. BImSchV.....	77
Tabelle A 20:	Anzahl von Ozon-Episodentagen und Ozonepisoden (2001 bis 2020).....	78
Tabelle A 21:	Vergleich der Mittelwerte mit den Grenzwerten zum Schutz von Ökosystemen und zum Schutz der Vegetation für SO ₂ und NO _x	78
Tabelle A 22:	Überschreitung der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für SO ₂ , NO ₂ und PM ₁₀	79
Tabelle A 23:	Maximalwerte und Perzentile 2020 für SO ₂ , NO ₂ und PM ₁₀	80
Tabelle A 24:	Benzol-Jahresmittelwerte seit 2011	80
Tabelle A 25:	NO ₂ Jahresmittelwerte seit 2011	81
Tabelle A 26:	PM _{2,5} -Jahresmittelwerte seit 2011 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	81
Tabelle A 27:	PM ₁₀ -Jahresmittelwerte seit 2011	82
Tabelle A 28:	SO ₂ -Jahresmittelwerte seit 2011 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	82
Tabelle A 29:	Ozon-Jahresmittelwerte seit 2011 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	83
Tabelle A 30:	Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der O ₃ -Konzentration in Sachsen.....	83
Tabelle A 31:	Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration in Sachsen	83
Tabelle A 32:	Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration in Sachsen 2009 - 2020	84
Tabelle A 33:	pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit des Niederschlagswassers sowie gewichtete Mittelwerte der Konzentrationen im Niederschlagswasser 2020	84
Tabelle A 34:	Nasse Deposition und Jahresregenmenge 2020.....	84
Tabelle A 35:	Kenngrößen für Staubbiederschlag [$\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$]	85
Tabelle A 36:	Pb und Cd im Staubbiederschlag [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$].....	85
Tabelle A 37:	As und Ni im Staubbiederschlag [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$].....	86

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
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
Cr	Chrom
DbA	Dibenz(ah)anthracen
DWD	Deutscher Wetterdienst
EC	Elementarer Kohlenstoff (Ermittlung über chemische Analyse)
Flu	Fluoranthen
GMBI.	Gemeinsames Ministerialblatt
G	Grenzwert
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
K	Kritische Werte für den Schutz der Vegetation
JMW	Jahresmittelwert
K ⁺	Kalium-Ionen
Kfz	Kraftfahrzeug
LAI	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft, früher Länderausschuss für Immissionsschutz
LF	Leitfähigkeit

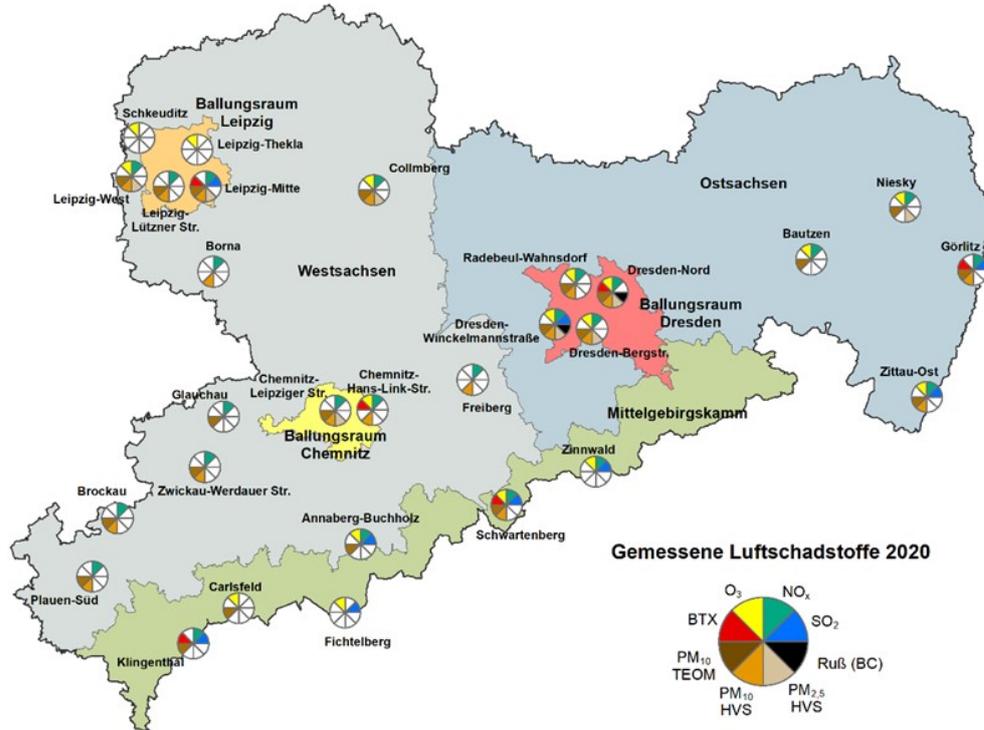
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LFZ	Langfristiges Ziel (ohne Termin)
MMW	Monatsmittelwert
MDR	Mitteldeutscher Rundfunk
Mg ⁺	Magnesium-Ionen
MPSS	Mobilitäts-Partikelgrößenspektrometer
Na ⁺	Natrium-Ionen
NH ₄ ⁺	Ammonium-Ionen
Ni	Nickel
NN	Normalnull
NO	Stickstoffmonoxid
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
RR	Regenmenge
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

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. 2020 wurden dazu an 29 stationären Messstationen kontinuierlich Messdaten erfasst (Abbildung 1). In der Tabelle 1 sind Angaben zu diesen Stationen und den dort gemessenen Schadstoffen zusammengefasst. 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,
- Messungen im städtischen Hintergrund,
- Messungen im ländlichen Hintergrund.

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 2020

Messstelle	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./ Str. 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		•			•	•	•	•	•	•	
Collmburg	Gipfelplateau	313	ländlicher Hintergrund		•	•		•	•	•	•			
Dresden-Nord	Schlesischer Platz	112	städtisch/ Verkehr		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Dresden-Winckelmannstr	Winckelmannstr./ Schnorrstr.	116	städtischer Hintergrund	•	•	•		•	•	•	•			•
Dresden-Bergstr.	Bergstr. 78-80	150	städtisch/ Verkehr		•	•		•	•	•	•	•	•	
Fichtelberg	Gipfelplateau	1214	Höhenstation	•		•								
Freiberg	Helmertplatz	393	städtischer Hintergrund		•				•				•	•
Glauchau	Güterbahnhofstr. 25	233	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		•	•		•	•	•	•			•
Leipzig-Thekla	Kiebitzstr.	110	vorstädtisches Gebiet			•								
Niesky	Sproitz, An der Aue	148	Ländlicher Hintergrund		•	•		•	•		•			
Plauen DWD	Nach den Drei Bergen 2a	385	vorstädtisches Gebiet			•								
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
---	---	---

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 (HG): 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, Xylol, 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 2020

- Umbaumaßnahmen am Standort Plauen-DWD von August 2020 bis März 2021; dadurch Ausfall der Messungen zur nassen Deposition in diesem Zeitraum
- Juli 2020: Einstellung der Ozon-Messung an der Messstation Plauen-DWD; Umsetzung der Ozon-Messung nach Brockau und Beginn der Messung am 15. Juli 2020
- Beginn der Ozon-Messung an der Station Leipzig-Mitte
- Einstellung der Ozon-Messung in Leipzig-Thekla zum Jahresende 2020. Grund: Seit Frühjahr 2020 unplausible, stark schwankende Einzelmesswerte im Vergleich zu anderen Stationen und dem langjährigen Messverlauf. Auf der messtechnischen Seite konnten keine Fehler gefunden werden. Es wird vermutet, dass eine lokale Quelle die Messwerte an diesem Standort beeinflusste. Die Station befindet sich nahe einer Abwasserpumpstation. (Daten der Station Leipzig-Thekla fließen nicht in die Auswertungen für 2020 ein.)
- noch keine Endvalidierung der Ozondaten 2020 von der Station Fichtelberg; Überprüfungen durch Vergleichsmessungen dauern an
- Annaberg-Buchholz: Einstellung der UFP- und BC-Messungen im Juli bzw. im August 2020
- Radebeul-Wahnsdorf: Beginn der UFP- und BC-Messungen im Oktober 2020

2 Meteorologische Bedingungen 2020

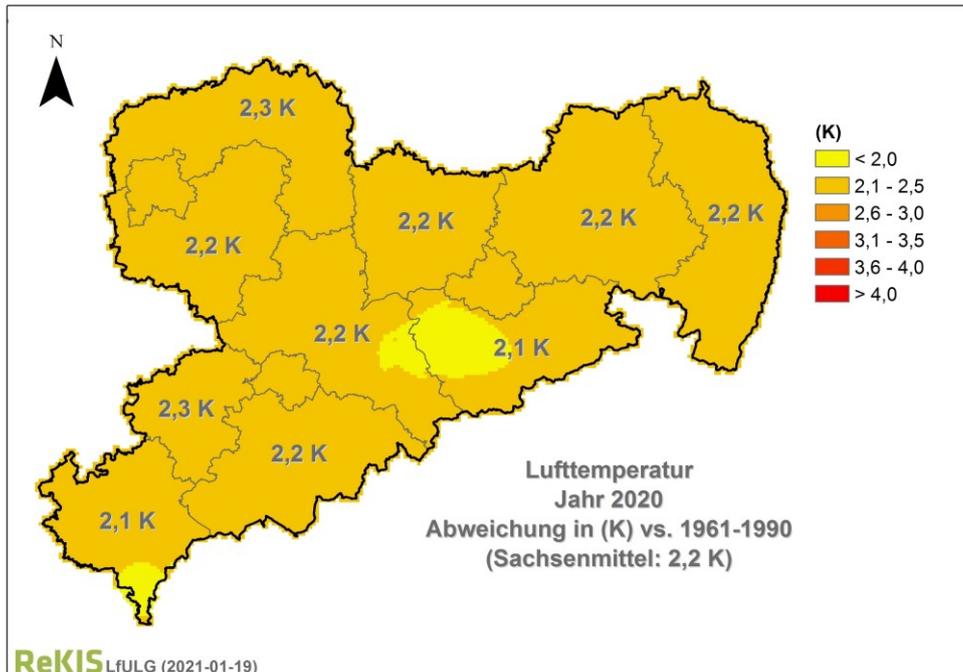
Die Luftqualität wird stark von meteorologischen Bedingungen beeinflusst. Sowohl der Ausstoß von Luftschadstoffen (z. B. durch verstärktes Heizen bei tiefen Temperaturen) als auch deren Ausbreitung in der Atmosphäre sind unmittelbar mit dem Witterungsverlauf verbunden.

Abbildung 2 zeigt eine zusammenfassende klimatologische Einordnung von 2020 für die Elemente Lufttemperatur, Niederschlag und Sonnenstunden auf der Basis von Jahres-, Jahreszeiten-, Monatswerten und Vegetationsperioden (VP). 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 2019/20			Frühjahr			Sommer			Herbst			
Lufttemperatur	4,3K			1,0K			2,0K			1,6K			
Niederschlag	6%			-39%			-3%			5%			
Sonnenstunden	11%			47%			7%			23%			
Zeitbezug	Dez'19	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Lufttemperatur	3,4K	4,2K	5,3K	1,4K	2,6K	-1,0K	1,6K	1,0K	3,4K	1,5K	1,3K	2,0K	2,6K
Niederschlag	-42%	-47%	136%	-10%	-86%	-19%	-7%	-52%	45%	1%	107%	-84%	-58%
Sonnenstunden	50%	35%	-29%	57%	94%	6%	-1%	14%	8%	49%	-35%	80%	57%
Zeitbezug	VP I						VP II						
Lufttemperatur	1,0K						2,0K						
Niederschlag	-33%						±0%						
Sonnenstunden	28%						21%						
Zeitbezug	Jahr												
Lufttemperatur	2,2K												
Niederschlag	-9%												
Sonnenstunden	23%												
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							

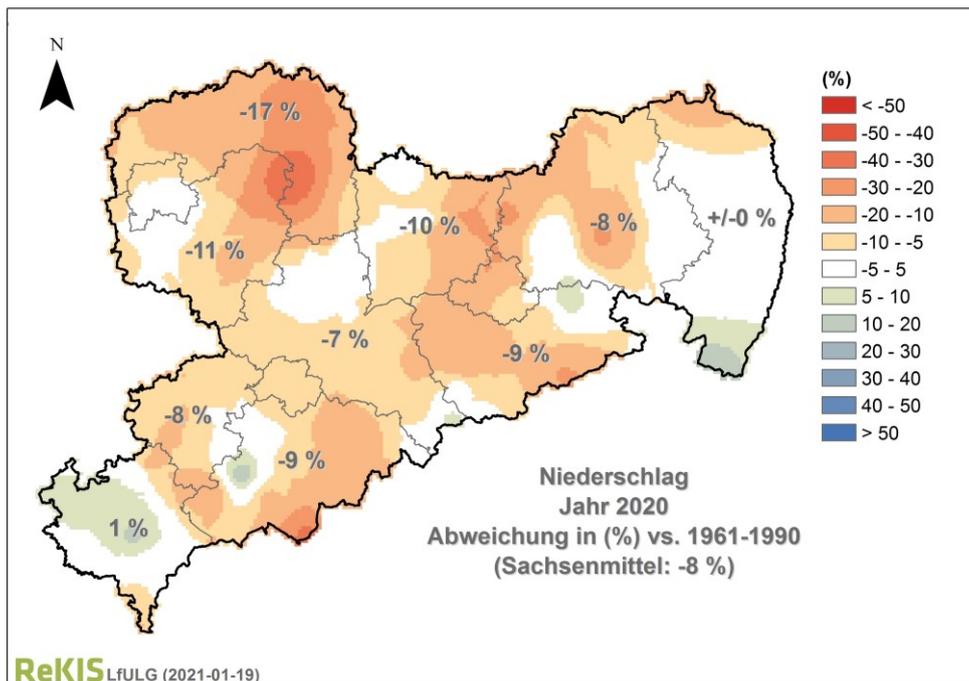
Abbildung 2: Zusammenfassende klimatologische Einordnung des Jahres 2020 in Sachsen, im Vergleich zum Referenzwert 1961-1990

Das Jahr 2020 war das dritte Jahr in Folge mit zu wenig Niederschlag, zu hohen Temperaturen und überdurchschnittlich vielen Sonnenstunden. Der Winter war mit +4,3 K extrem zu warm, das Frühjahr mit 39 Prozent weniger Niederschlag extrem zu trocken und mit +47 Prozent extrem sonnenscheinreich. Im Sommer herrschten im August überdurchschnittlich hohe Temperaturen (+3,4 K). Obwohl der Jahresdurchschnitt ein Niederschlagsdefizit von -9 Prozent ergab, gab es Monate, die viel zu feucht (August und Oktober) bzw. extrem zu feucht (Februar) waren.



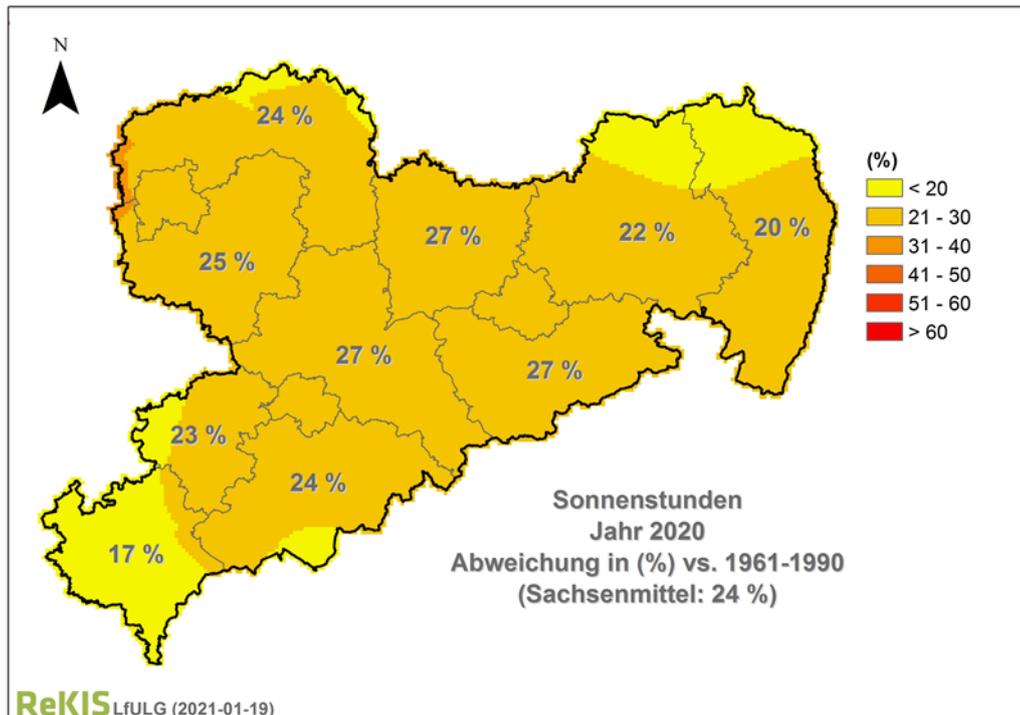
Daten: DWD, Datenverarbeitung & Kartenerstellung: LfULG

Abbildung 3: Abweichungen der Jahresmitteltemperatur [K] für 2020 vs. 1961-1990 in sächsischen Landkreisen



Daten: DWD, Datenverarbeitung & Kartenerstellung: LfULG

Abbildung 4: Abweichungen des Jahresniederschlags [%] für 2020 vs. 1961-1990 in sächsischen Landkreisen



Daten: DWD, Datenverarbeitung & Kartenerstellung: LfULG

Abbildung 5: Abweichungen der jährlichen Sonnenscheindauer [%] für 2020 vs. 1961-1990 in sächsischen Landkreisen

In Ergänzung zur klimatologischen Einordnung des Jahres 2020 sind in Abbildung 3 bis Abbildung 5 regionale Differenzierungen für die Landkreise in Sachsen dargestellt. Detaillierte Informationen zur Witterung 2020 stellt das LfULG im Internet unter "[Jahresrückblick 2020 – Wetter trifft auf Klima](https://www.klima.sachsen.de/jahresrueckblicke-wetter-trifft-klima-12409.html)"¹ bereit.

Die Fortsetzung der Reihe zu warmer Winter begünstigte die weitere Verringerung der Konzentrationen von Feinstaub PM₁₀ und Stickstoffdioxid in der Außenluft. Die PM₁₀-Konzentrationen lagen auf dem niedrigsten Niveau seit Beginn der Messungen im Jahr 1999 (Kapitel 4.5). Im Vergleich zu den beiden extrem zu warmen Jahren 2018 und 2019 waren die Ozonkonzentrationen 2020 wieder niedriger (Kapitel 4.2).

Auf den Einfluss der Maßnahmen zur Einschränkung der Coronapandemie auf die Luftqualität im Jahr 2020 wird im Kapitel 6.7 eingegangen.

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 - 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 (GMBI. 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	JM W	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)*		berechnet aus Stundenmittelwerten	ein Tag	menschliche Gesundheit
kritischer Wert			20	berechnet aus Stundenmittelwerten	01.01.-31.12. und 01.10.-31.03.	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	berechnet aus Stundenmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit

NO _x [µg/m ³]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
kritischer Wert	30	berechnet aus Stundenmittelwerten	01.01.-31.12.	Vegetation

O ₃ [µg/m ³]	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

CO [mg/m ³]	8-h-Wert	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Grenzwert	10	gleitender Mittelwert, berechnet aus Stundenmittelwerten	8 Stunden	menschliche Gesundheit

Benzol [µg/m ³]	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	berechnet aus TMW	01.01.- 31.12.	menschliche Gesundheit
Grenzwert Stufe 2 (Prüfvorbehalt)	20	berechnet aus TMW	01.01.- 31.12.	menschliche Gesundheit
Nationales Reduktionsziel für Deutschland im städtischen Hintergrund	13,6	berechnet aus TMW 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

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

* maximal zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr

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

Luftschadstoff im PM ₁₀	Zielwert: Jahresmittel [ng/m ³]	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel
Arsen	6	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12	menschliche Gesundheit
Cadmium	5	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12	menschliche Gesundheit
Nickel	20	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12	menschliche Gesundheit
Benzo(a)pyren	1	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12	menschliche Gesundheit

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

Luftschadstoff	Immissionswert Jahresmittel	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 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 6 sind die zu Grunde liegenden Messverfahren und Normen zusammengestellt.

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.

Tabelle 6: 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 Bl. 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, Blatt3
Feinstaub-Inhaltsstoffe PAK	Gravimetrie/Laboranalyse	DIN EN 15549 / DIN ISO 16362
Feinstaub-Inhaltsstoffe (EC, OC)	Gravimetrie/Laboranalyse	EUSAAR II, DIN CEN/TR 16243
Ruß (Black Carbon)	Abscheidung auf Filterband mit Mehrwinkelphotometer/Transmission	keine Norm vorhanden
Staubniederschlag	Bergerhoff	VDI 4320 Bl. 2, VDI 2267 Bl.16 (Pb, Cd, Ni und As)

Die Verfügbarkeit der Messdaten im Jahr 2020 (bezogen auf die jeweilige Einsatzzeit) ist in Tabelle 7 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 6. 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 7: Datenverfügbarkeit 2020

Komponentengruppe	Verfügbarkeit der Daten
SO ₂	99,1 %
O ₃	97,3 %
NO _x	99,1 %
Benzol	95,9 %
Feinstaub PM ₁₀ (TEOM)	97,3 %
Feinstaub PM ₁₀ (Gravimetrie)	99,6 %
Feinstaub PM _{2,5} (Gravimetrie)	99,5 %
EC / OC im PM ₁₀	99,8 %
Schwermetalle im PM ₁₀	99,5 %
PAK im PM ₁₀	99,6 %
Ruß (BC - optisches Messverfahren)	99,5 %
Meteorologie	99,4 %
kontinuierliches Messnetz gesamt	97,8 %

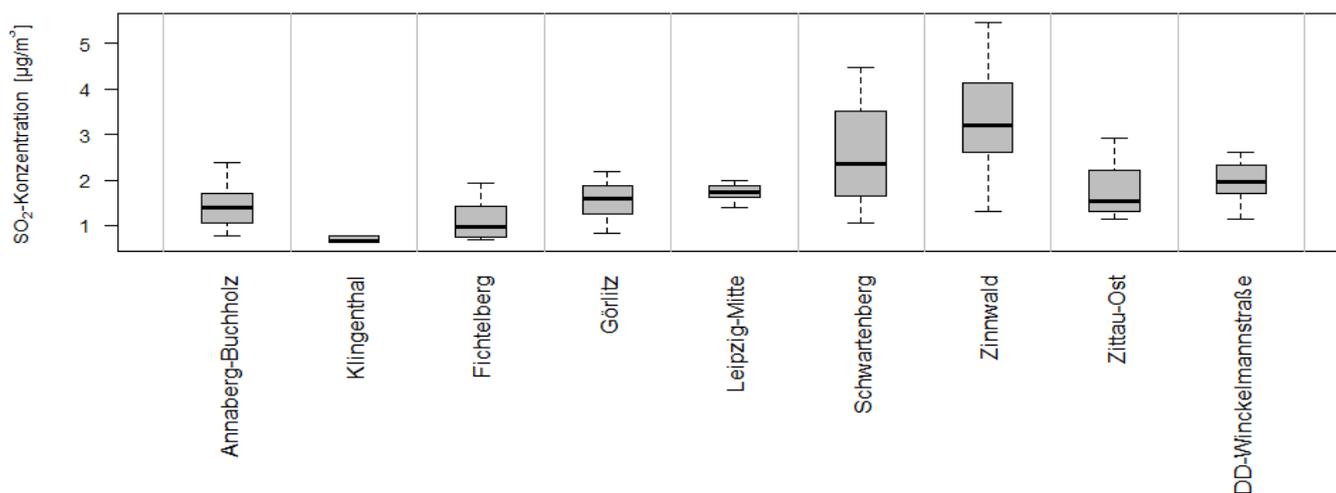
4 Ergebnisse 2020

4.1 Schwefeldioxid (SO₂)

Schwefeldioxid wurde in Sachsen im Jahr 2020 an insgesamt neun Stationen gemessen (Tabelle 1). Der in den letzten Jahren sichtbare Abnahmetrend setzte sich auch in diesem Jahr fort.

Die höchsten Stundenmittelwerte wurden am 9. September 2020 an den Messstationen Zinnwald (656 µg/m³) und Schwarzenberg (414 µg/m³) gemessen, bei Windrichtungen aus Südost. Bei Südostwetterlage treten höhere Konzentrationen bedingt durch die lokalen Industriequellen in Nordböhmen gelegentlich auf. Die Nachfrage bei den tschechischen Behörden ergab in diesem Fall allerdings keine eindeutige Ursache für diese kurzzeitig extrem hohen Konzentrationen. Die höchsten Tagesmittelwertkonzentrationen wurden an den gleichen Stationen im Erzgebirge ebenfalls am 9. September festgestellt - in Zinnwald mit 68 µg/m³ und am Schwarzenberg mit 22 µg/m³. Die besondere Situation an diesen beiden Stationen wird auch an den Boxplots der Monatswerte in Abbildung 6 sichtbar.

- Die geltenden Grenzwerte, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Stunden- und Tagesgrenzwert seit 2005) sowie die kritischen Werte zum Schutz der Vegetation (Bezugszeiträume: Kalenderjahr sowie Winterhalbjahr) wurden an keiner der Stationen überschritten und gelten als sicher eingehalten (Tabellen A 1, A 2, A 21 und A 22 im Anhang).



Datenbasis: Monatsmittelwerte;

Zur Darstellung sind sogenannte Boxplots verwendet worden. Die grauen 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 1,3 µg/m³, das untere Quartil (25%) bei 2,6 µg/m³, der Median bei 3,2 µg/m³, das obere Quartil (75%) bei 4,0 µg/m³ und der höchste Monatsmittelwert bei 5,5 µg/m³.

Abbildung 6: SO₂-Konzentrationen an den Messstationen 2020

Die Abbildung 7 zeigt, dass der kritische Wert für das Winterhalbjahr zum Schutz der Vegetation in den letzten Jahren nicht annähernd erreicht worden ist. Interessant ist, dass sich die Jahresmittelwerte und die Werte für die Winterhalbjahre, gemittelt über alle Messstationen, in den letzten zwei Jahren annähern. Das kann sicherlich auf die meteorologischen Bedingungen der letzten zwei Winter zurückgeführt werden, in denen sich untypisch wenige Inversionswetterlagen gebildet haben. Dies hat zur Folge, dass weniger Immissionen aus Südosten aus dem Böhmisches Becken ins Erzgebirge transportiert werden und sich die Luftschadstoffe weniger anreichern können.

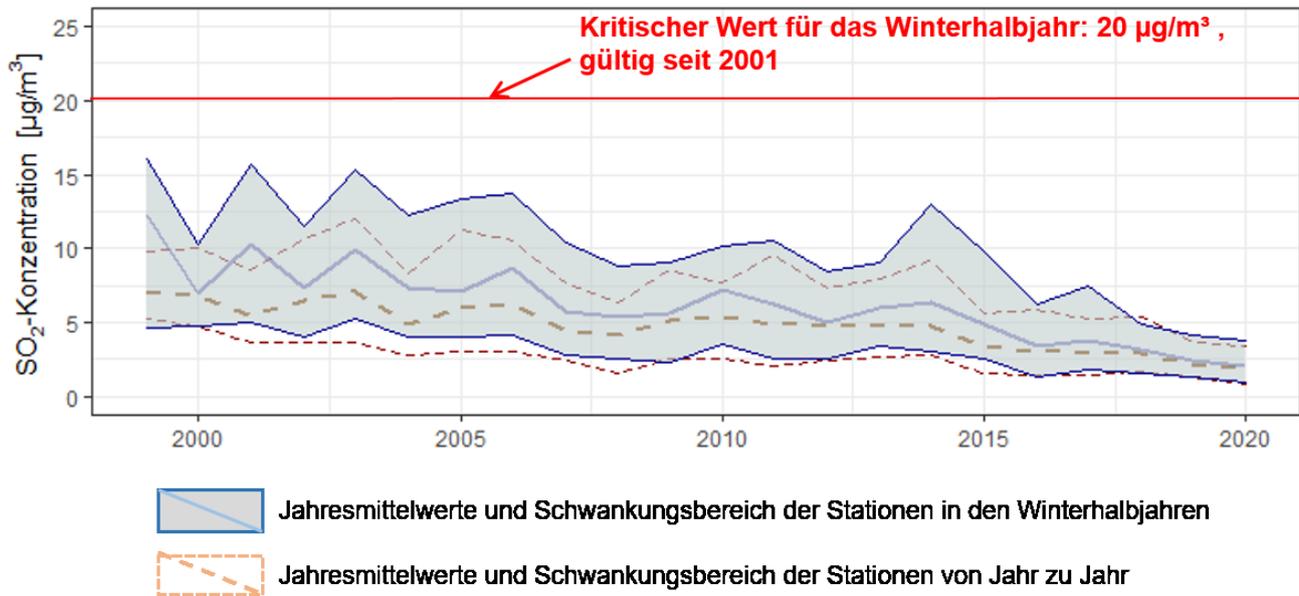


Abbildung 7: Vergleich der SO₂-Konzentrationen im Winter und ganzjährig von 1999 bis 2020 für alle Stationen im Sachsen

4.2 Ozon (O₃)

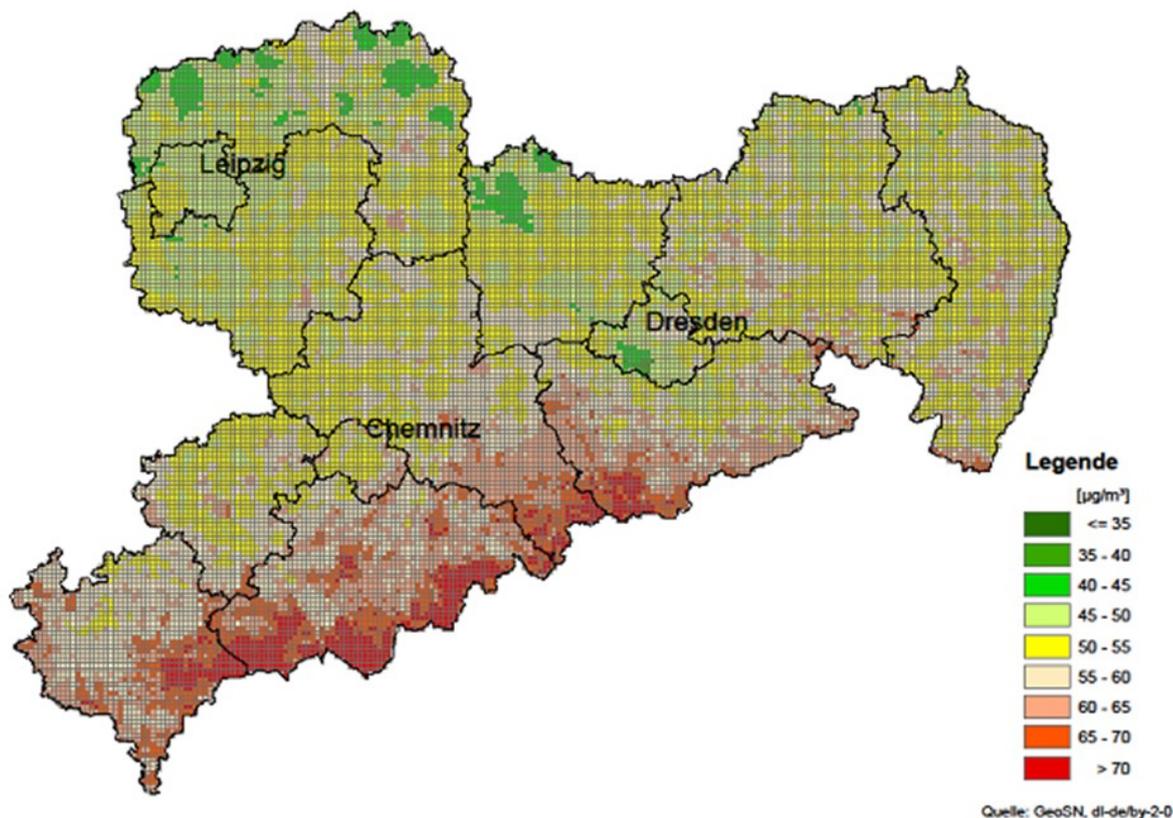


Abbildung 8: Modellierte Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration 2020

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 (Abbildung 8). Die Ozonkonzentrationen in den bodennahen Schichten weisen einen ausgeprägten Jahresgang mit Höchstwerten im Sommerhalbjahr auf.

Der Sommer 2020 war gegenüber der Klimareferenzperiode 1961 – 1990 um +2,2 K zu warm. Die Anzahl der Sonnenstunden lag mit +23 Prozent ebenfalls weit über dem Referenzwert. Schon das Frühjahr hatte durchschnittlich höhere Temperaturen (+1,0 K), die Sonnenstunden lagen mit +47 Prozent deutlich über dem Referenzwert. Besonders zeigte der April deutliche Abweichungen vom Referenzwert mit einer durchschnittlichen Temperatur von +2,6 K, Niederschlag -86 Prozent und Sonnenstunden +94 Prozent.

An den Stationen des Luftmessnetzes wurden von April bis September an 42 Tagen Stundenmitteltemperaturen über 30°C gemessen (2018: an 58 Tagen, 2019: an 48 Tagen).

Die geschilderten meteorologischen Bedingungen sind eine Voraussetzung für hohe Ozonkonzentrationen im Sommerhalbjahr. Die Ozonbelastung war 2020 aber trotzdem deutlich niedriger als in den beiden Vorjahren, die zu den wärmsten seit Messbeginn zählen.

Akute Ozonbelastungen - Überschreitung der Informationsschwelle

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

2020 wurde diese Informationsschwelle in Sachsen an einem Tag, am 9. August, an der Station Schwarzenberg in der Zeit von 11 bis 12 Uhr überschritten. Ungewöhnlich war, dass diese hohe Ozonkonzentration schon um die Mittagszeit auftrat und zum Nachmittag wieder sank. Gewöhnlich liegen die Höchstwerte in den späten Nachmittagsstunden. Einen Vergleich mit den ebenfalls auf dem Erzgebirgskamm liegenden Stationen Zinnwald und Fichtelberg zeigt Abbildung 9. 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 Schwarzenberg zusätzlich beeinflussten. Registriert wurden auch leicht erhöhte SO_2 - und Benzol-Konzentrationen zu diesem Zeitpunkt.

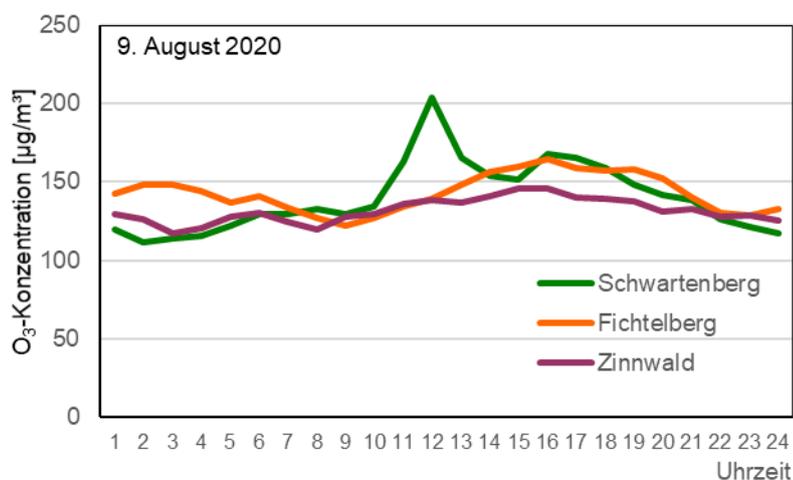


Abbildung 9: Vergleich des Verlaufes der Ozonkonzentration am 9. August 2020 auf dem Erzgebirgskamm

Dieser Effekt ist auch bekannt als Hürth-Effekt und wurde erstmals an der Station Hürth in Nordrhein-Westfalen beobachtet, welche sich ebenfalls im Einwirkungsbereich von petrochemischen Anlagen befindet.

Abbildung 10 zeigt die Überschreitungshäufigkeit der Informationsschwelle in den letzten 17 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 $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es wird angenommen, dass die Verringerung der Überschreitungshäufigkeit der Informationsschwelle ein Indiz für die Abnahme von Vorläufersubstanzen in der Luft im letzten Jahrzehnt ist. Zur Entwicklung der Vorläufersubstanzen und den Einfluss dieser auf die Ozonkonzentrationen plant das LfULG ein Forschungsprojekt (Kapitel 6.5).

² Heißer Tag: maximale 1-Stundentemperatur am Tag $> 30^\circ \text{C}$ (Grundlage alle 29 Stationen des Luftmessnetzes in Sachsen)

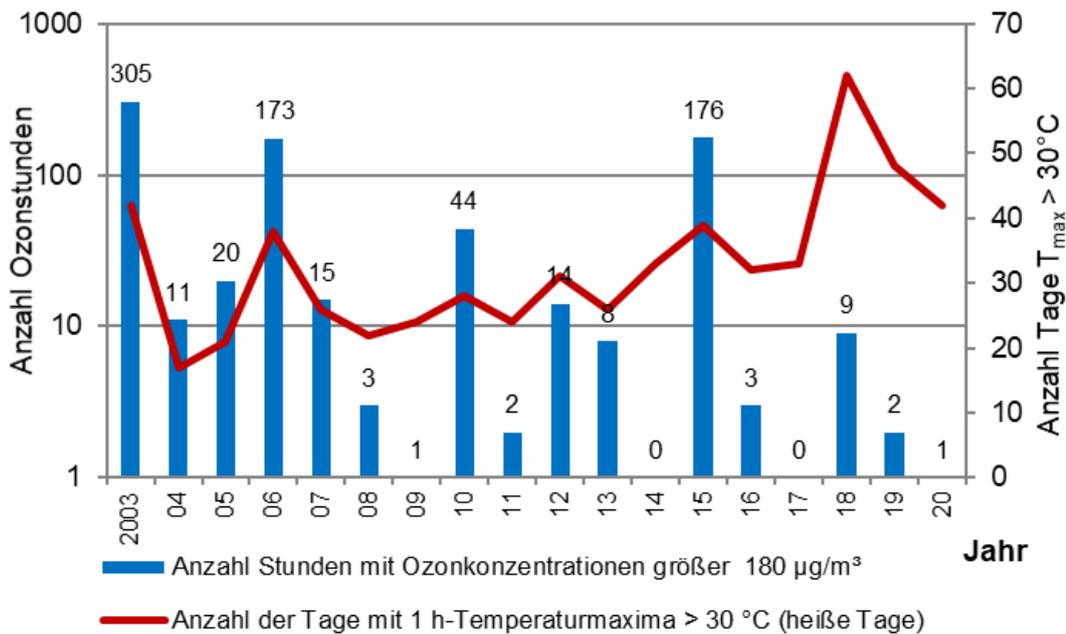


Abbildung 10: Anzahl der Überschreitungen³ der Ozoninformationsschwelle im Vergleich zur Anzahl heißer Tage seit 2003

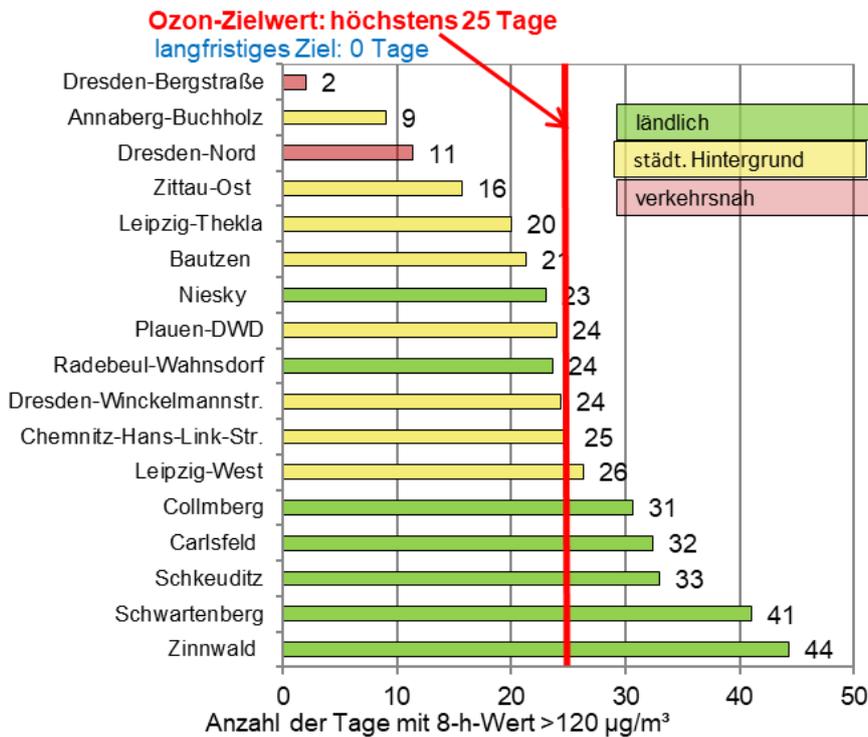
Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit

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. (Bei nicht ausreichender Verfügbarkeit der Messwerte in einem Jahr kann auch ein zweijähriger Mittelwert herangezogen werden. So wurde zum Beispiel bei der Station Leipzig-Thekla verfahren.)

Im Berechnungszeitraum 2018 bis 2020 wurde der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit an sechs (von 17⁴) Messstellen überschritten (Abbildung 11, Tabelle A 17). Die Abbildung 12 verdeutlicht für ausgewählte Stationen die großen Unterschiede bei der Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Zielwertes für die Jahre 2018 bis 2020, aus denen der Mittelwert für 2020 gebildet wird. Diese Unterschiede sind witterungsbedingt. Im extrem heißen Sommerhalbjahr 2018 mit hoher Sonneneinstrahlung fiel fast kein Niederschlag. Auch die Sommerhalbjahre 2019 und 2020 waren im Mittel zu warm. Es gab aber immer wieder Tage mit Niederschlägen. Betrachtet man das Jahr 2020 einzeln, so wurde hier der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gar nicht überschritten.

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

⁴ Ohne Station Fichtelberg, da Daten zum Zeitpunkt der Veröffentlichung noch nicht endvalidiert waren.



Hinweis: Abbildung ohne die Station Fichtelberg: 2019 war hier die Verfügbarkeit der Daten zu gering. Daten für 2020 waren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung noch nicht endvalidiert.

Abbildung 11: Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten > 120 µg/m³ (Mittelwert 2018-2020)

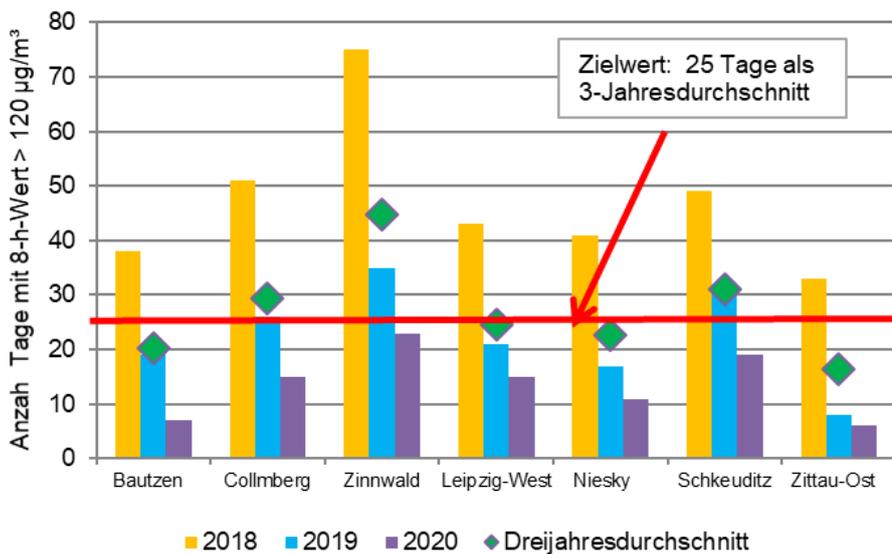


Abbildung 12: Anzahl der Tage mit 8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m³ für die Jahre 2018, 2019 und 2020 sowie die zugehörigen 3-Jahresmittelwerte nach 39. BImSchV für ausgewählte Stationen

Abbildung 13 vergleicht die Entwicklung der Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m³ auf dem Erzgebirgskamm mit dem Hintergrund (gebildet aus vier Stationen im ländlichen Bereich). Der seit Anfang 2000 beobachtete Rückgang stagnierte in den letzten Jahren und ist seit 2018 wieder etwas angestiegen. An den vier Stationen auf dem Erzgebirgskamm (Höhe der Stationen: 787 m – 1214 m) liegen die Werte durchgehend oberhalb des Zielwertes. An allen anderen Stationen

wird der Zielwert in der Regel eingehalten. Ausnahmen gibt es in Jahren mit ausgeprägten Hochdruckwetterlagen, extrem hohen Temperaturen und einer starken Sonneneinstrahlung in den Sommermonaten, wie 2018 und 2019, die sich wiederum durch die Mittelung über drei Jahre auch auf die Werte für 2020 auswirken.

Der langfristige Zielwert (Tabelle 3) wird an allen Stationen überschritten.

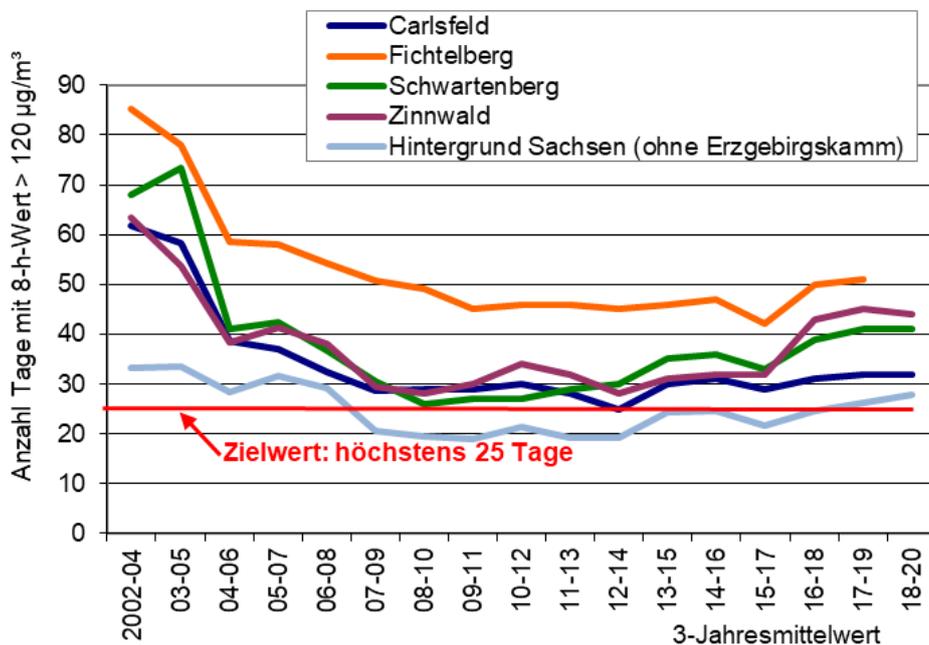
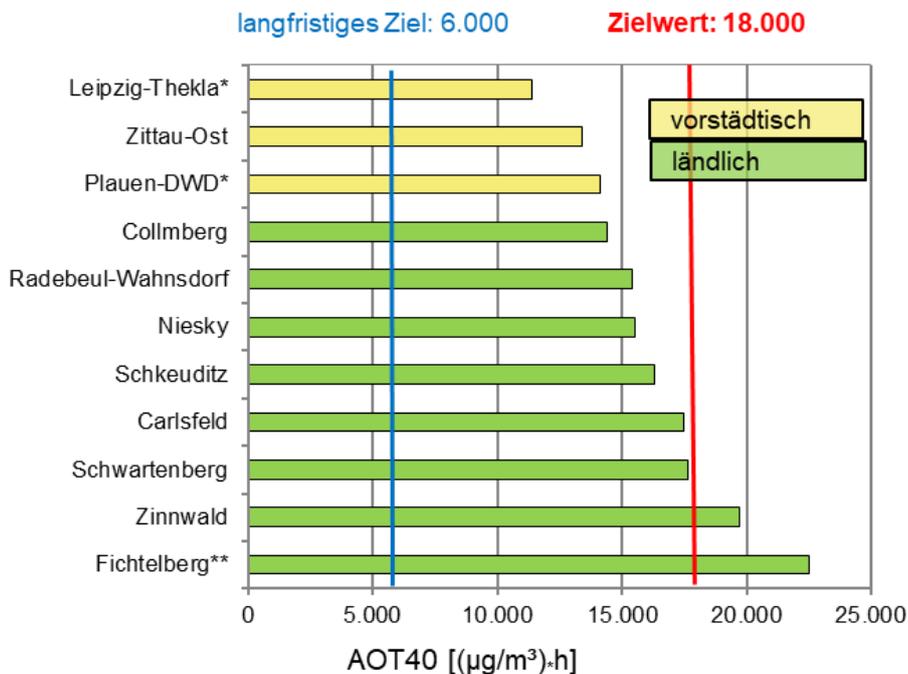


Abbildung 13: Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten größer 120 µg/m³ auf dem Erzgebirgskamm im Vergleich zum ländlichen Hintergrund – Entwicklung seit 2004

Schutz der Vegetation (AOT40)



*Leipzig-Thekla, Plauen-DWD: 4-Jahresmittelwert 2016 bis 2019

**Fichtelberg: 3-Jahresmittelwert 2016 bis 2018

Abbildung 14: Schutz der Vegetation – AOT40 (Mittelwert 2016-2020)

Grundlage zur Bewertung der Ozonsituation zum Schutz der Pflanzen sind die Stunden mit Tageslicht (8 – 20 Uhr) während der Wachstumsphase der Pflanzen von Mai bis Juli, ausgedrückt mit dem AOT40. Aufgrund der meteorologischen Schwankungen von Jahr zu Jahr wird für die gesetzliche Bewertung ein Mittelwert über fünf Jahre betrachtet.

Der AOT40-Wert wird in Sachsen an 11 Hintergrundstationen ermittelt (Abbildung 14, Tabelle A 18). Im Berechnungszeitraum 2016 bis 2020 wurde dieser an zwei Stationen überschritten (Vorjahr fünf Stationen).

Vergleicht man die AOT40-Einzelwerte von 2020 mit den gesetzlichen 5-Jahresmittelwerten (2016-2020), wie in Abbildung 15, so erkennt man, dass 2020 die Einzelwerte witterungsbedingt gegenüber den 5-Jahresmittelwerten deutlich niedriger waren.

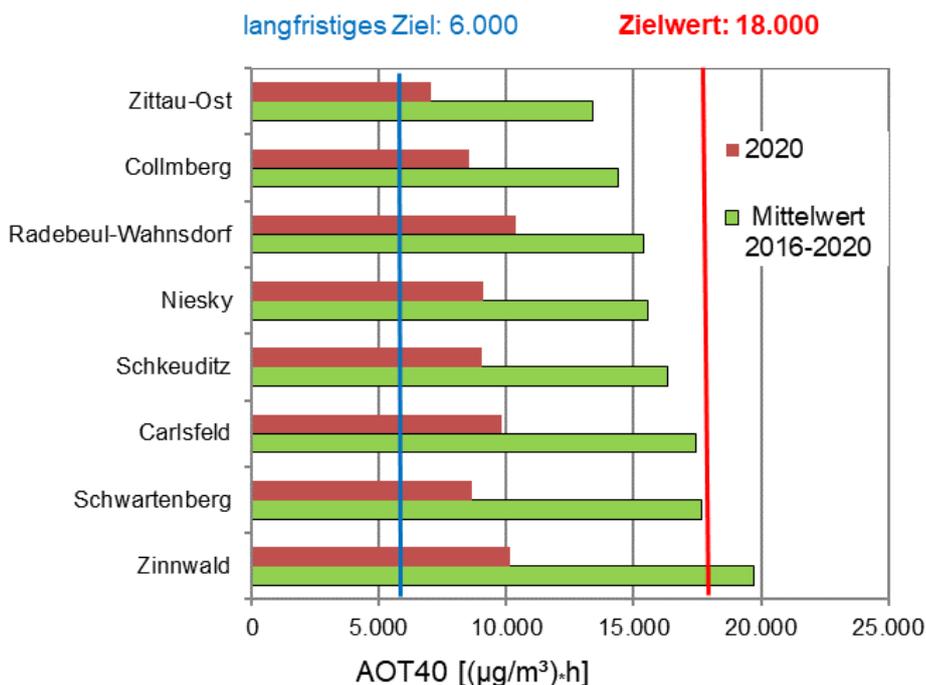


Abbildung 15: Vergleich des AOT40 von 2020 als Mittelwert 2016 bis 2020 mit dem Einzelwert AOT40 2020

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. Der Zielwert wird aber noch nicht überall in dieser Region eingehalten. Im übrigen Sachsen außerhalb des Erzgebirgskamms wird der AOT40-Zielwert in der Regel eingehalten.

Der langfristige AOT40-Zielwert von 6.000 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ wird an allen Stationen weit überschritten.

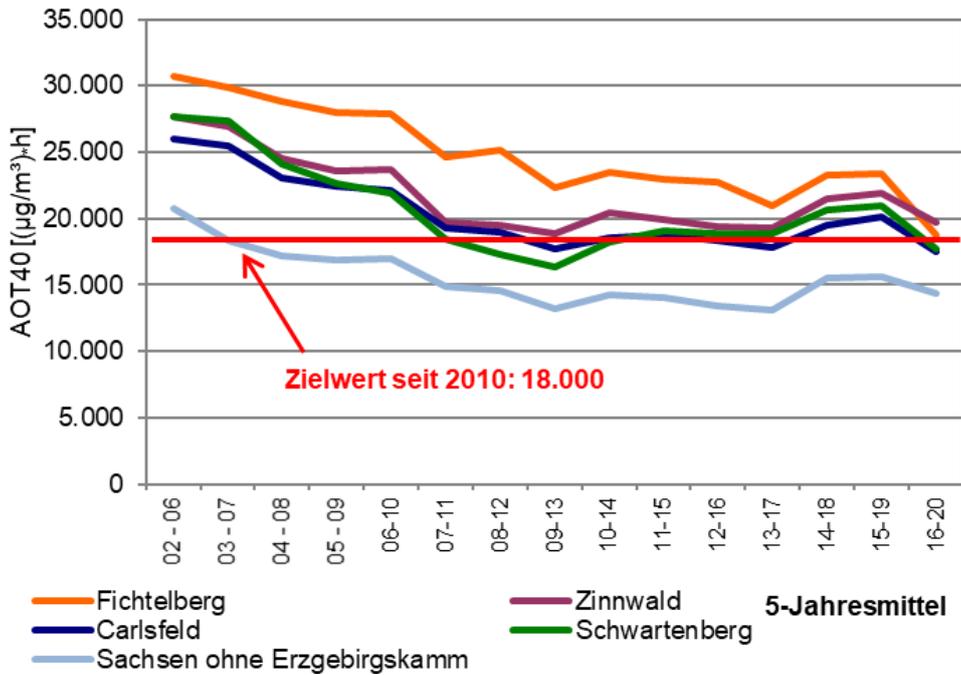


Abbildung 16: Entwicklung des AOT40 zum Schutz der Vegetation auf dem Erzgebirgskamm im Vergleich zum sächsischen Hintergrund

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

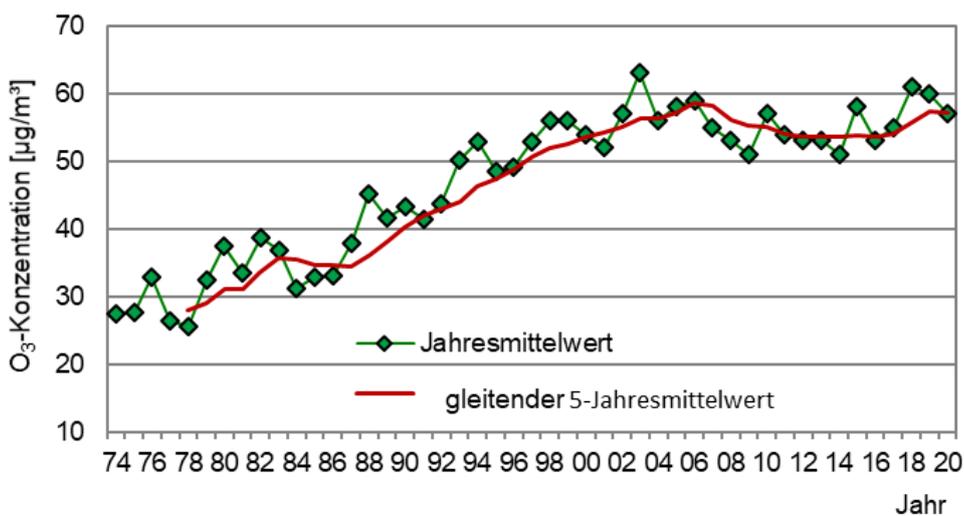


Abbildung 17: Entwicklung der Ozonkonzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf seit 1974

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). Der Jahresverlauf der Ozonkonzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf seit 1974 verdeutlicht, dass der Konzentrationsanstieg seit Mitte der 70er Jahre gleichmäßig über das Jahr verteilt ist und sich nicht auf die Sommermonate beschränkt (Abbildung 18).

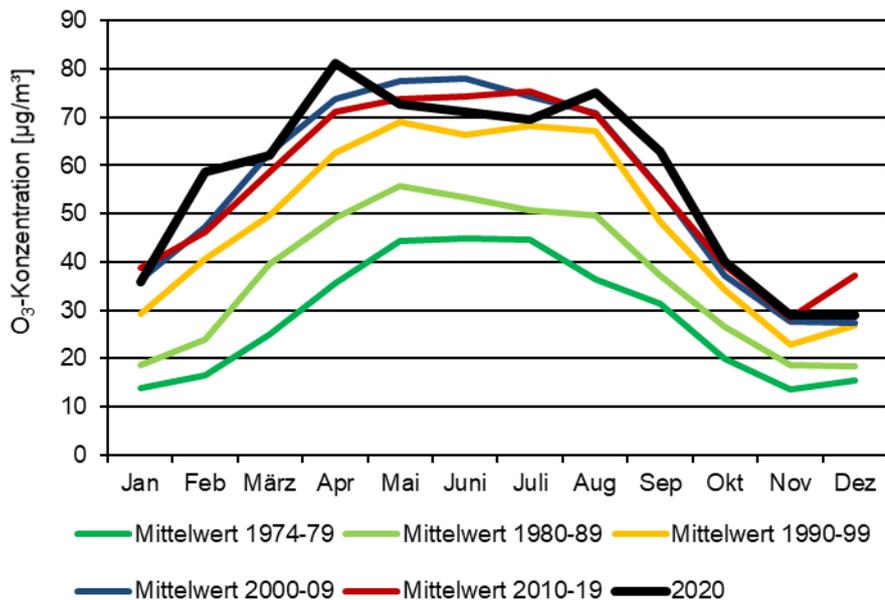


Abbildung 18: Entwicklung des Jahresverlaufes der Ozon-Konzentration seit 1974 an der Station Radebeul-Wahnsdorf

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.

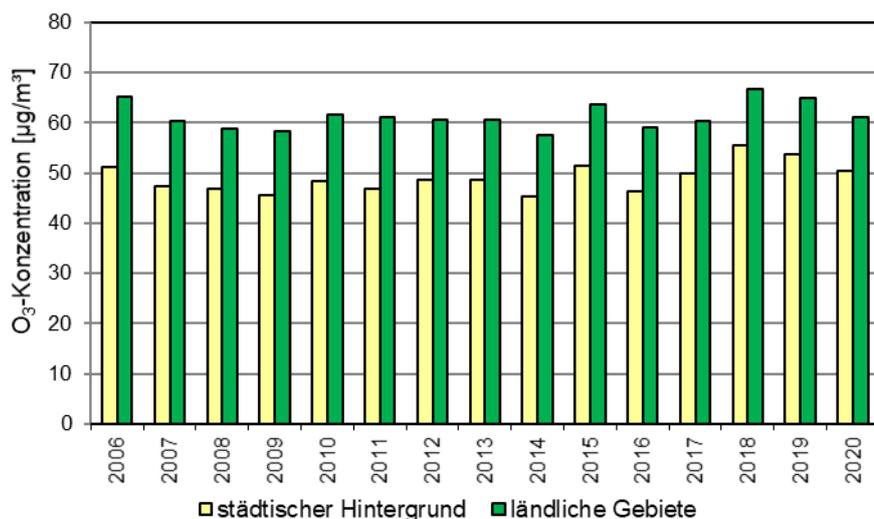


Abbildung 19: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration

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 2020 an der Station Leipzig-Mitte mit 131 µg/m³ gemessen.
- 2020 gab es das zweite Jahr in Folge keine Überschreitung des NO₂-Jahresgrenzwert von 40 µg/m³ im sächsischen Luftmessnetz. Der höchste Jahresmittelwert wurde an der Station Dresden-Bergstraße mit 29 µg/m³ ermittelt - 6 µg/m³ weniger als im Vorjahr.

Eine Übersicht der räumlichen Verteilung der NO₂-Jahresmittelwerte für das Jahr 2020 in ganz 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 Abbildung 21 und Abbildung 22. Die höchsten NO₂- und NO-Konzentrationen werden in der Regel an verkehrsnahen Stationen gemessen, die niedrigsten im ländlichen Hintergrund.

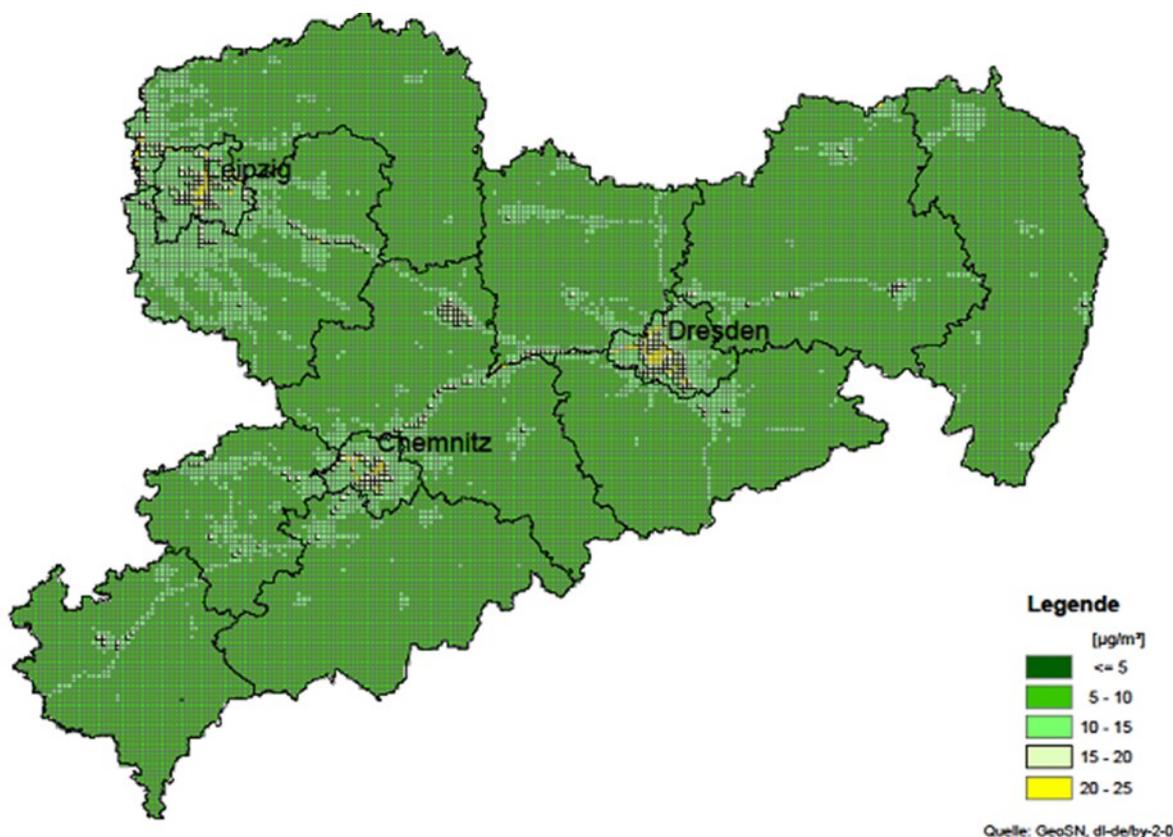


Abbildung 20: Modellierte Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration 2020

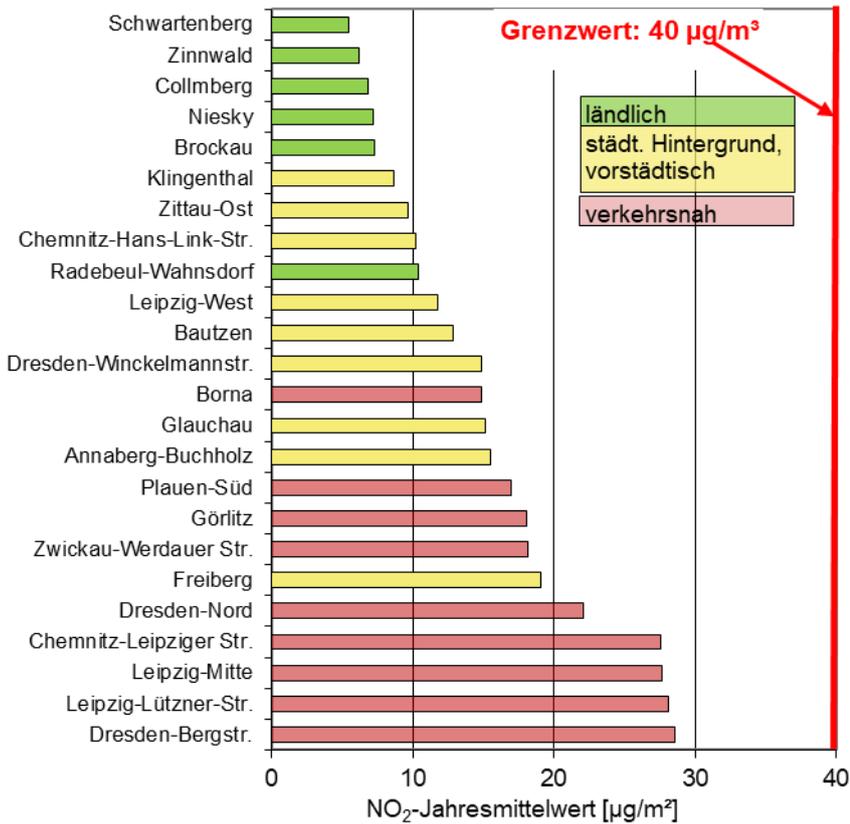


Abbildung 21: Rangliste der Messstationen bzgl. der NO₂-Belastung 2020

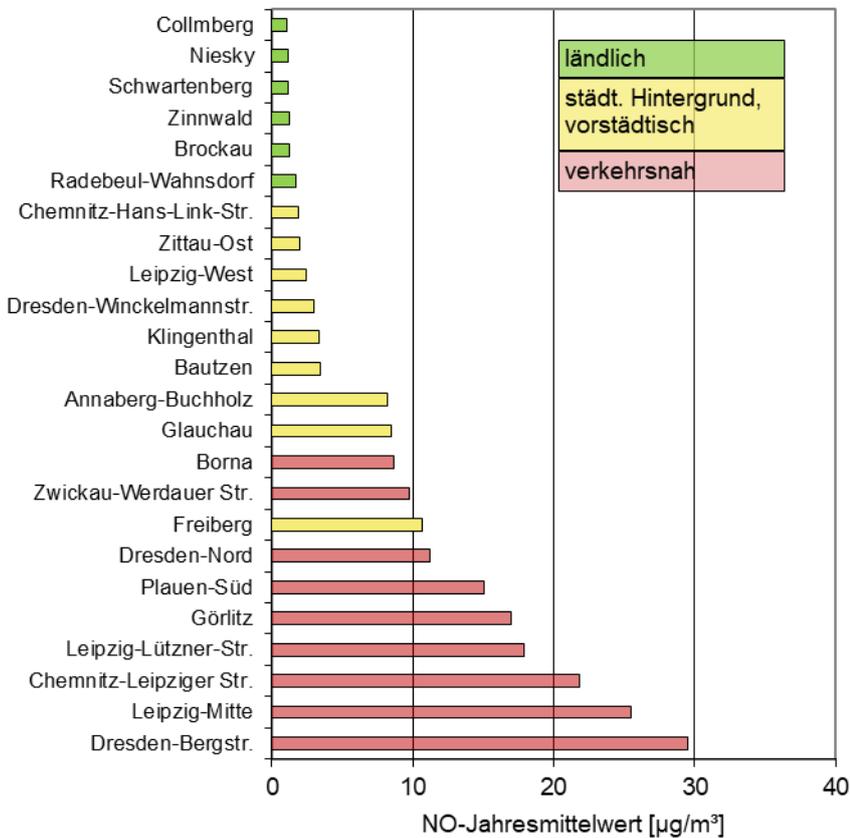


Abbildung 22: Rangliste der Messstationen bzgl. der NO-Belastung 2020

Stickoxide entstehen bei Verbrennungsprozessen (Kraftwerke, Industrie, Hausbrand, Straßenverkehr). An verkehrsnahen Messstellen 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 wird das Jahr 2020 mit dem Vorjahr 2019 und dem Schwankungsbereich der monatlichen NO₂-Konzentrationen von 2014-2018. Die NO₂-Monatswerte lagen 2020, insbesondere an der verkehrsnahen Station, deutlich niedriger als in den Vorjahren. Auch bundesweit ist dieser Rückgang zu verzeichnen (UBA, 2021).

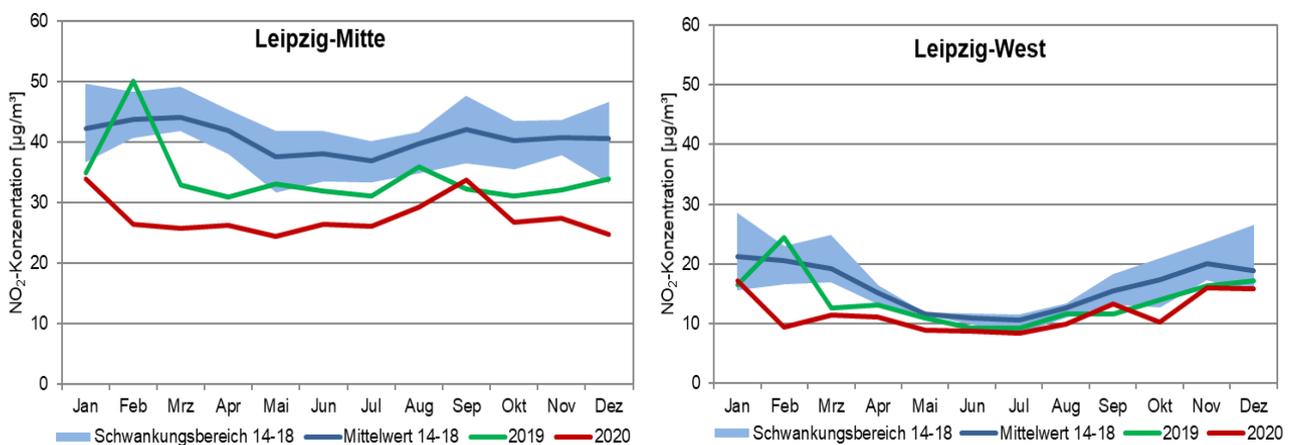


Abbildung 23: Vergleich des Jahresverlaufes der NO₂-Konzentrationen 2020 mit 2019 und dem Schwankungsbereich 2014-2018 an den Stationen Leipzig-Mitte und Leipzig-West

Der Rückgang der NO₂-Konzentrationen 2020 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 2020 die NO₂-Konzentrationen zusätzlich durch Maßnahmen zur Eindämmung der Coronapandemie beeinflusst wurden, insbesondere durch einen Rückgang des Verkehrsaufkommens (Kapitel 6.7).

Stündlicher Trend der Stickstoffdioxid-Konzentrationen seit 2011

Die NO_2 -Konzentrationen nahmen in den letzten Jahren im Tagesverlauf nicht gleichmäßig ab. Dies ist exemplarisch für die Messstation Dresden-Nord im Titelbild des Berichts gezeigt (Abbildung A 1). Die Analyse des Trends in Abhängigkeit von der Tagesstunde und vom Wochentag nach der Theil-Sen-Methode mit dem Openair-Package in R (THEIL, 1950; SEN, 1968; KUSCH, 1989 und CARSLAW, 2012) verdeutlicht einen starken Einfluss der Tages- und Wochenzeit auf die Höhe der Reduktion in den letzten zehn Jahren (Abbildung 24).

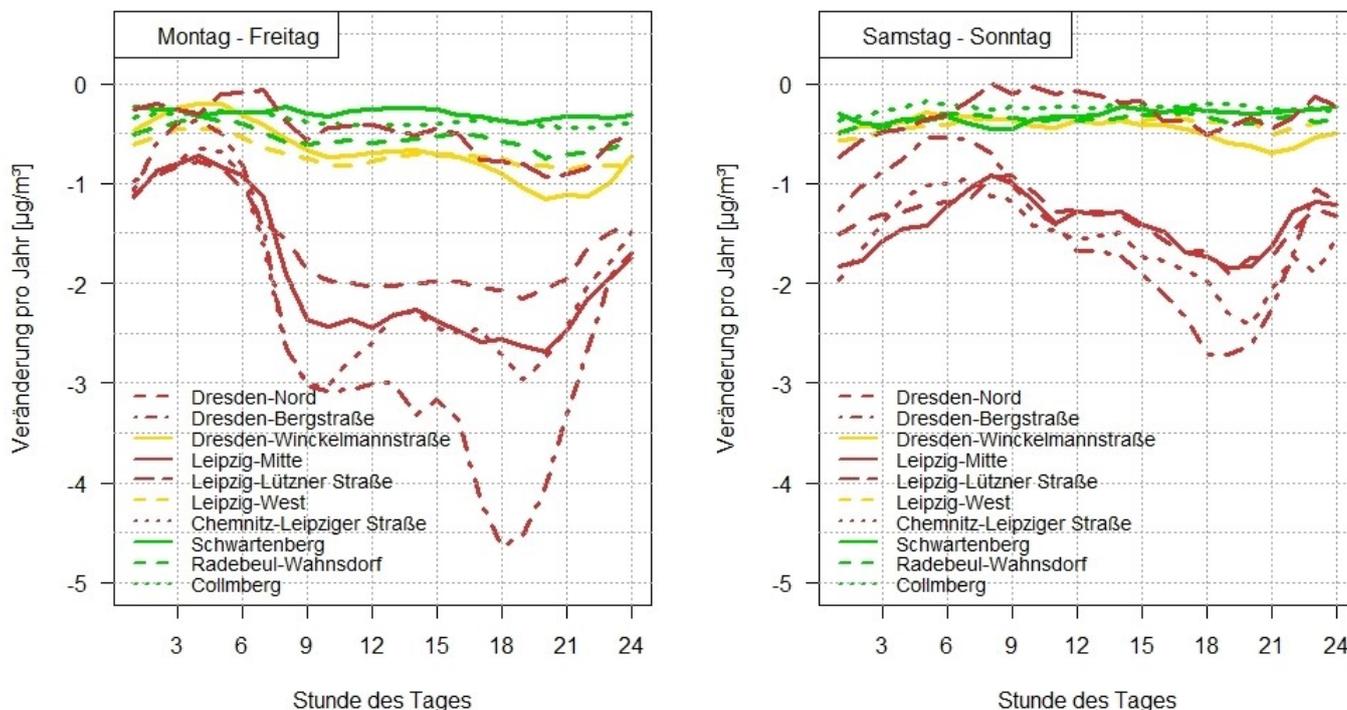


Abbildung 24: Abnahme der NO_2 -Konzentrationen seit 2011 in Abhängigkeit der Tagesstunde und des Wochentags an ausgewählten Stationen (Daten in Mitteleuropäischer Zeit)

Die absolute Verringerung der NO_2 -Konzentration ist mit Ausnahme der Lützner Straße in Leipzig (wegen der durch Baustellen-bedingten großer Schwankungen über mehrere Jahre) an den verkehrsnahen Stationen (rote Linien) größer als an den städtischen und ländlichen Hintergrundstationen (gelbe bzw. grüne Linien) und verkehrsbedingt im Mittel am Wochenende wiederum geringer als an den anderen Wochentagen. Die deutlichste Reduktion bis etwa $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr wurde für die Dresdner Bergstraße in den Abendstunden von Montag bis Freitag bestimmt. Betrachtet man dagegen die prozentuale Abnahme, dann unterscheiden sich die Ergebnisse für die unterschiedlichen Stationstypen nicht so deutlich.

Die Entwicklung der NO_2 -Jahresmittelwerte einiger verkehrsnaher, stark belasteter Messstellen in den letzten 10 Jahren zeigt Abbildung 25. Der höchstbelastete Standort war 2020 die Station Dresden-Bergstraße mit $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Rückgang der Konzentrationen an dieser Stelle um $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zum Vorjahr. Der zeitliche Verlauf der gebietsbezogenen Jahresmittelwerte von 2006 bis 2020 ist in Abbildung 26 und Tabelle A 31 dargestellt.

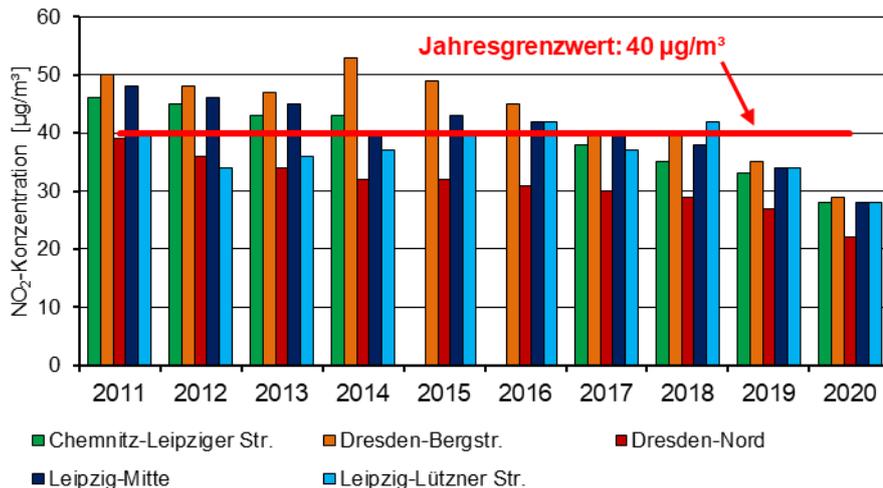


Abbildung 25: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an stark belasteten Messstationen von 2011 bis 2020

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 im Durchschnitt um 40 Prozent. In den ländlichen Gebieten halbierte sich das schon niedrige Konzentrationsniveau in diesem Zeitraum.

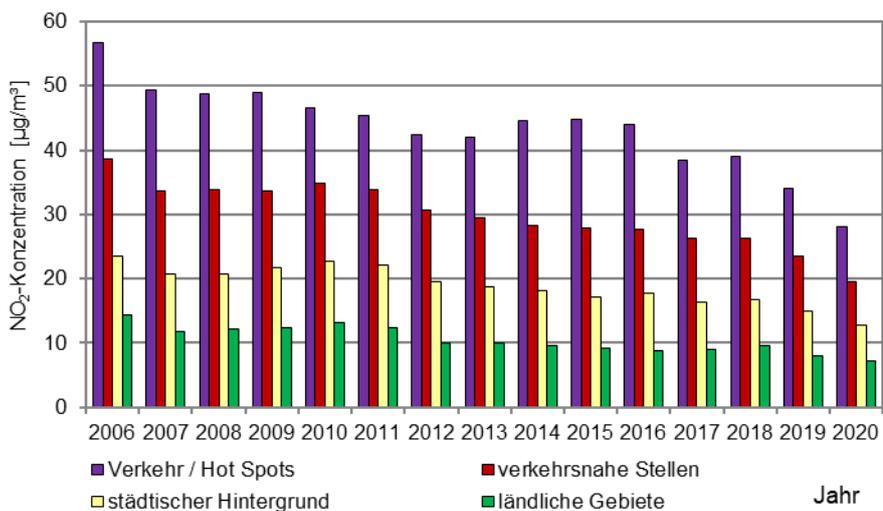


Abbildung 26: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration von 2006 bis 2020⁵

■ Der NO_x-Grenzwert von 30 µg/m³ zum Schutz der Vegetation wird in Sachsen an den Hintergrundmessstellen Schwartenberg, Collberg und Niesky überwacht. Die Jahresmittelwerte sind seit Jahren auf einem sehr niedrigen Niveau (Tabelle A 21).

⁵ Verkehr / Hot Spots: Stationen Dresden-Bergstraße, Leipzig-Lützner Straße, Chemnitz-Leipziger Straße mit sehr hohem Verkehrsaufkommen und in Straßenschluchten gelegen

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 2020 zwischen $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (auf dem Schwartenberg) und $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (in Görlitz).

■ Der Benzol-Jahresgrenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird in Sachsen an allen Messstellen sicher eingehalten.

Die Entwicklung der Benzolkonzentrationen in den letzten Jahren ist in Abbildung 27 und Tabelle A 24 dargestellt. Erhöhte Konzentrationen können bei austauscharen Wetterlagen, insbesondere an verkehrsnahen Messstationen auftreten. Die Messstation auf dem Schwartenberg wird bei südöstlicher Windrichtung durch Emissionen aus dem nordböhmischen Industriegebiet beeinflusst. Dadurch kann es kurzzeitig zu erhöhten Benzolkonzentrationen kommen.

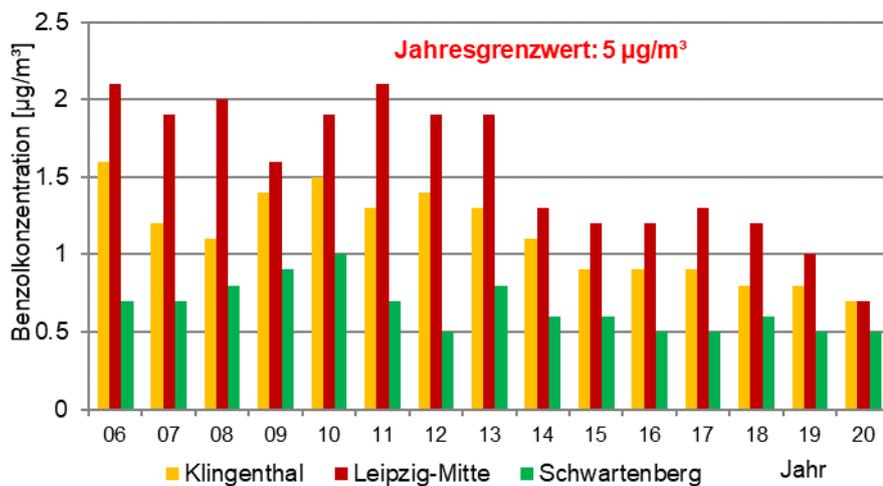


Abbildung 27: Jahresmittelwerte der Benzolkonzentrationen seit 2006 an der verkehrsnahen Station Leipzig-Mitte, an der städtischen Hintergrundstation Klingenthal und auf dem Schwartenberg (ländlicher Hintergrund)

Benzol hat einen ausgeprägten Jahresgang mit höheren Konzentrationen im Winter. Abbildung 28 vergleicht den Jahresverlauf verschiedener Jahre (2011, 2016 und 2020). Der Rückgang der Konzentrationen ist an der verkehrsnahen Station (links) in jedem Monat erkennbar, im städtischen Hintergrund hauptsächlich in den Wintermonaten (rechts). Eine Auswirkung der Zunahme von Holzfeuerungsanlagen auf die Benzol-Konzentrationen ist bisher nicht erkennbar.

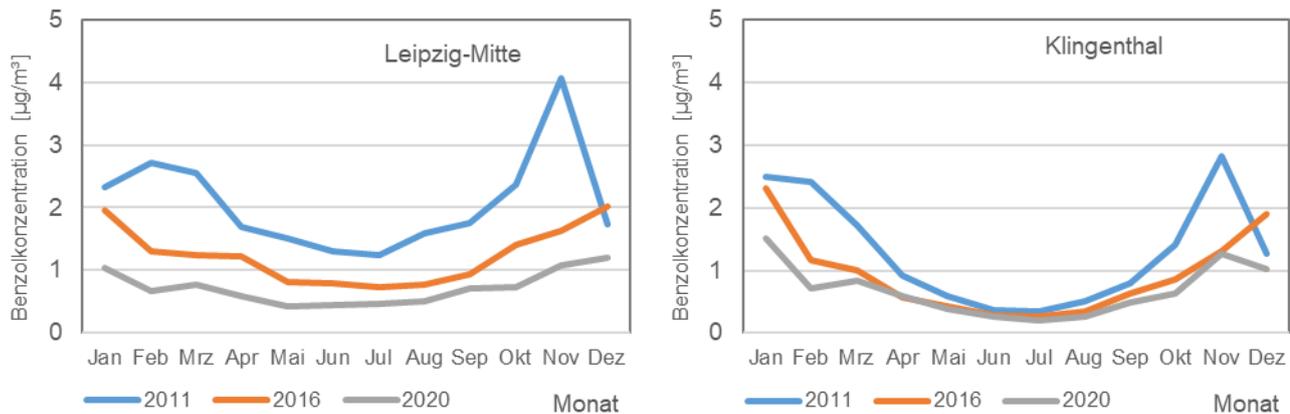


Abbildung 28: Entwicklung des Jahresverlaufes der Benzolkonzentration an einer verkehrsnahen Station (links) und einer Station im städtischen Hintergrund (rechts)

Entwicklung von Toluol und Xylol

Für die aromatischen Kohlenwasserstoffe Toluol und Xylol (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 der Tabelle A 7 und der Tabelle A 8 sind die Messwerte für Toluol und Xylol für 2020 zusammengefasst. Die Abbildung 29 bzw. Abbildung 30 zeigen die Entwicklung der Jahresmittelwerte in den letzten 15 Jahren beispielhaft für eine verkehrsnahen Station in Leipzig, eine Station im städtischen (Klingenthal) und eine Station im ländlichen Hintergrund (Schwarzenberg). Im verkehrsnahen Bereich sind im betrachteten Zeitraum die Konzentrationen um circa die Hälfte gesunken. Beim Vergleich der Messwerte von verkehrsnahen Stationen mit denen im städtischen und ländlichen Hintergrund sind drei unterschiedliche Konzentrationsniveaus deutlich zu erkennen.

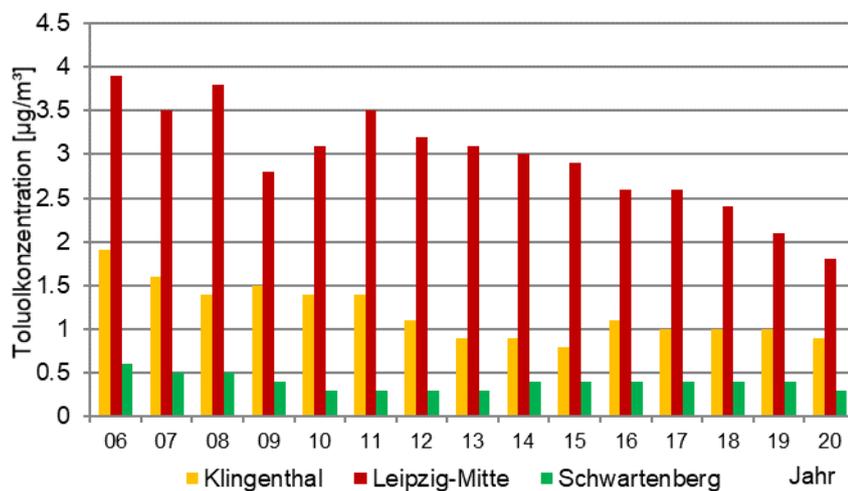


Abbildung 29: Entwicklung der Toluolkonzentrationen in den letzten 15 Jahren

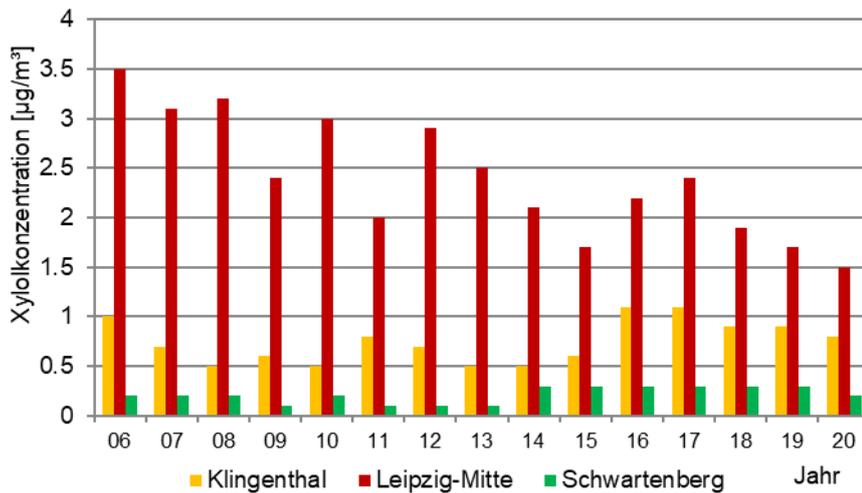


Abbildung 30: Entwicklung der Xyloolkonzentrationen in den letzten 15 Jahren

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 am 27. und 28. März 2020 (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

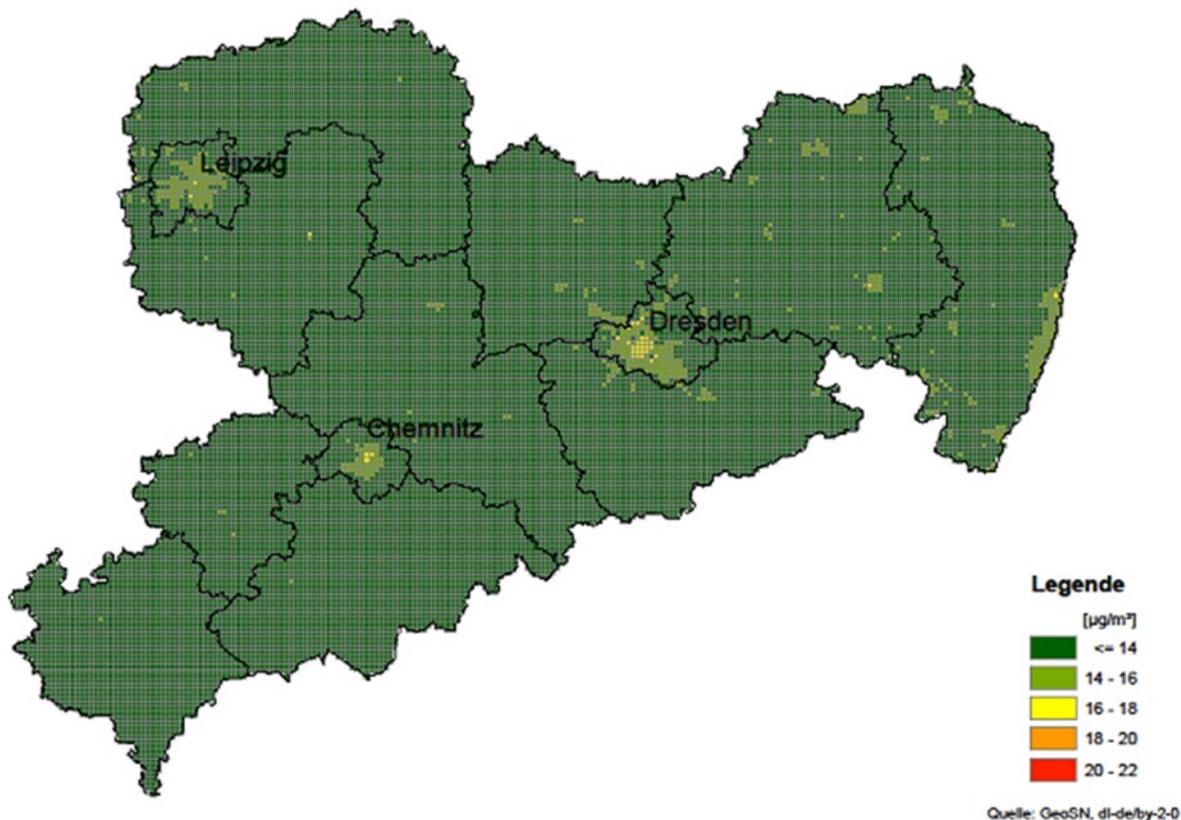


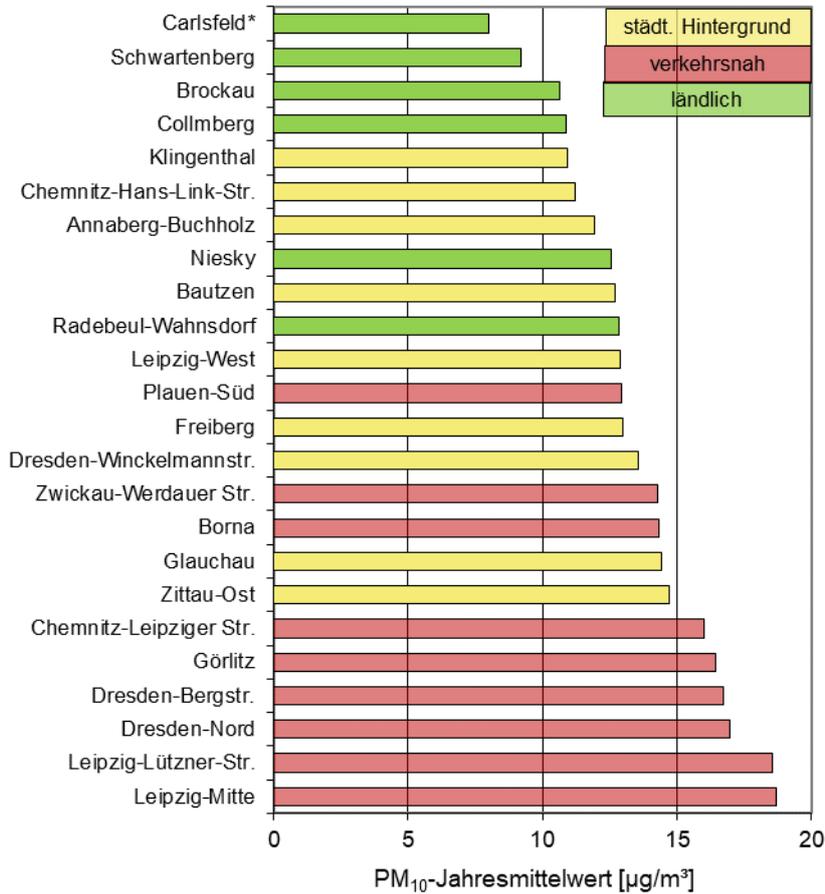
Abbildung 31: Modellierte Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration 2020

Abbildung 31 zeigt die räumliche Verteilung der PM₁₀-Konzentrationen im Jahr 2020 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 höher.

Spitzenreiter beim PM₁₀-Jahresmittelwert mit 19 µg/m³ waren die beiden verkehrsnahen Messstationen in Leipzig (Tabelle A 1). Die niedrigsten Jahresmittelwerte wurden an den Messstationen im ländlichen Hintergrund im Erzgebirge gemessen.

Die Abbildung 32 enthält eine Rangliste aller Stationen bezüglich der PM₁₀-, die Abbildung 33 eine Rangliste der PM_{2,5}-Belastung. 2020 lagen an allen Messstationen die PM₁₀ und PM_{2,5}-Jahresmittelwerte unter denen von 2019 - im Mittel um circa 10 Prozent.

PM₁₀-Konzentrationen zeigen in der Regel einen deutlichen Jahresgang mit höheren Konzentrationen in der kalten Jahreszeit (Heizperiode, ungünstigere Ausbreitungsbedingungen). In Abbildung 34 ist der Jahresverlauf der PM₁₀-Konzentrationen beispielhaft für eine verkehrsnahen Station (Leipzig-Mitte) und für eine Station im städtischen Hintergrund (Leipzig-West) dargestellt. Verglichen wird das Jahr 2020 mit dem Vorjahr 2019 und dem Schwankungsbereich der monatlichen PM₁₀-Konzentrationen von 2014 bis 2018. Der deutlich zu warme Winter führte zu niedrigeren Konzentrationen im Winter, so dass das Jahr 2020 keinen ausgeprägten Jahresgang aufweist. Auch fehlen die in früheren Jahren typischen PM₁₀-Episoden im Winter und Frühjahr (Kapitel 4.5.2).



*Verfügbarkeit: 89,4 Prozent

Abbildung 32: Rangliste der Messstationen bzgl. der PM₁₀-Belastung 2020

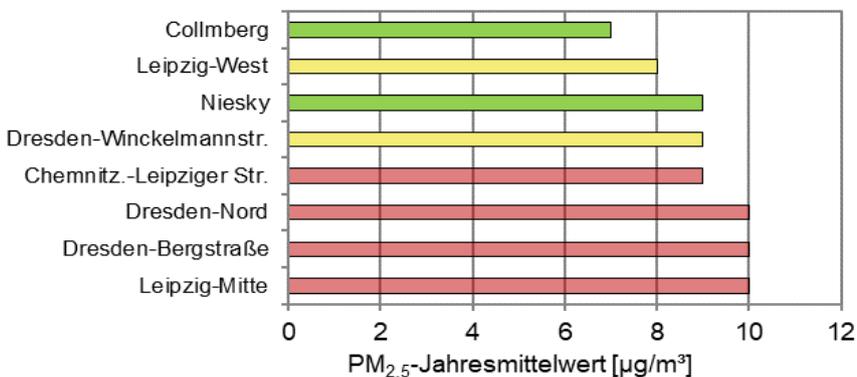


Abbildung 33: Rangliste der Messstationen bzgl. der PM_{2,5}-Belastung 2020

Zusammengefasst kann der Rückgang der PM₁₀-Konzentrationen 2020 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 - insbesondere ein deutlich zu warmer Winter
- Keine regionalen und überregionalen 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.

Der Einfluss von Maßnahmen zur Eindämmung der Coronapandemie, insbesondere durch einen Rückgang des Verkehrsaufkommens für die Feinstaubkonzentrationen wird als gering eingeschätzt.

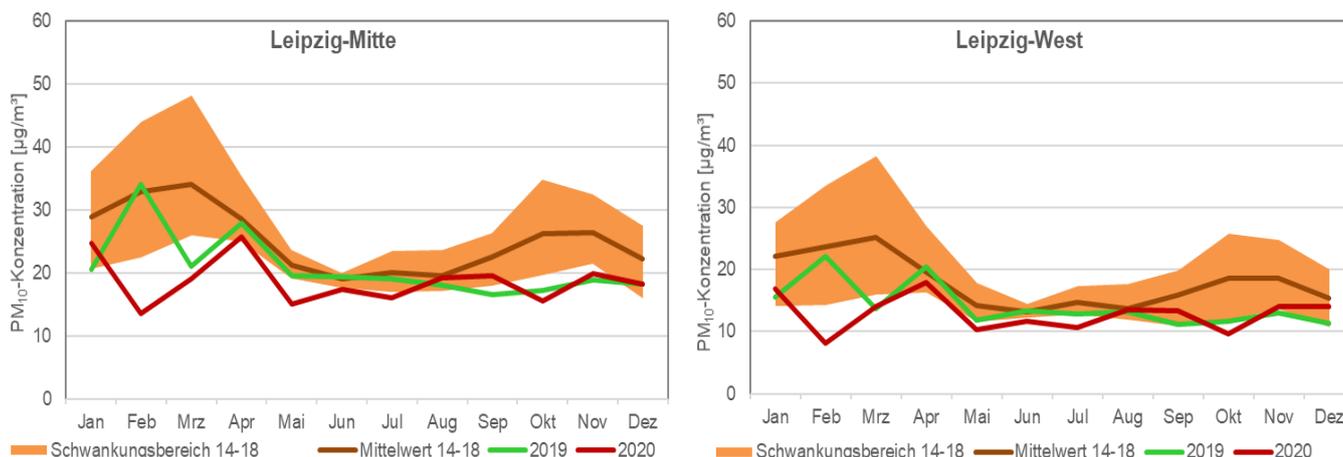


Abbildung 34: Vergleich des Jahresverlaufes der PM₁₀-Konzentrationen 2020 mit 2019 und dem Schwankungsbereich 2014-2018 an den Stationen Leipzig-Mitte (verkehrsnahe) und Leipzig-West (städtischer Hintergrund)

Die Entwicklung der PM₁₀-Jahreswerte an einigen verkehrsnahen stark belasteten Messstationen sowie gebietsbezogene PM₁₀- bzw. PM_{2,5}-Daten werden in Abbildung 35, Abbildung 36, Abbildung 37 und in Tabelle A 32 dargestellt. Der abnehmende Trend der Jahresmittelwerte ist in beiden Feinstaub-Größenklassen deutlich erkennbar. Ein Unterschied zwischen Hot Spots (hochbelastete Messstellen in Straßenschluchten) und den übrigen verkehrsnahen Messstellen ist im Gegensatz zu den PM₁₀-Konzentrationen bei PM_{2,5} nicht erkennbar. Das heißt, dass der Unterschied in diesen beiden Kategorien durch die nicht mehr im PM_{2,5} enthaltenen größeren Partikel aus Abrieben und Aufwirbelungen zustande kommt.

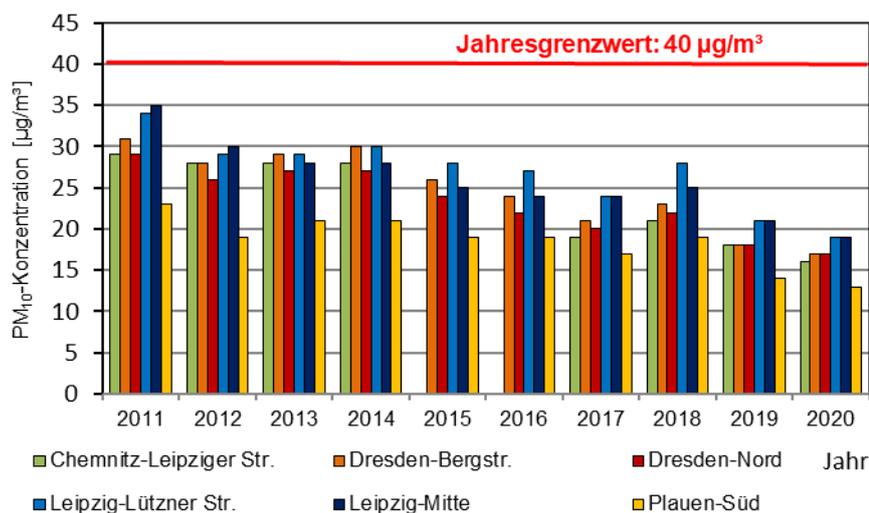


Abbildung 35: Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentrationen an stark belasteten Messstationen von 2011 bis 2020

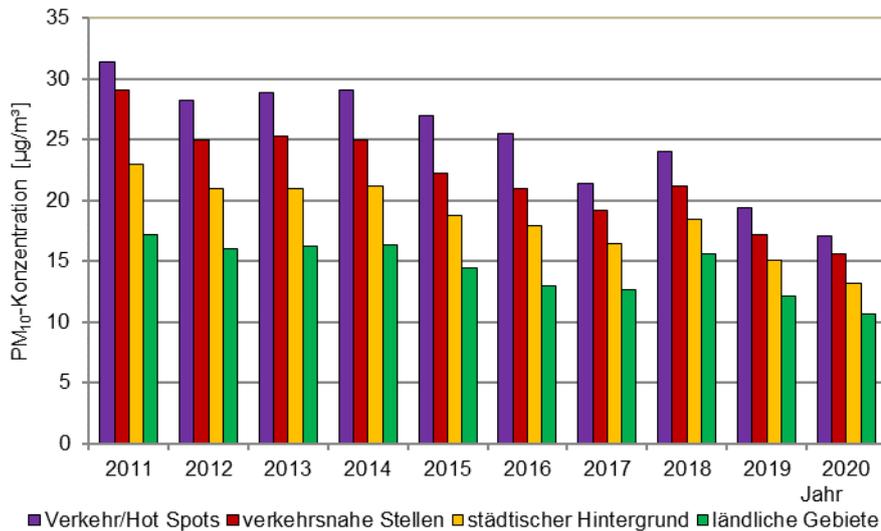


Abbildung 36: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentrationen von 2011 bis 2020

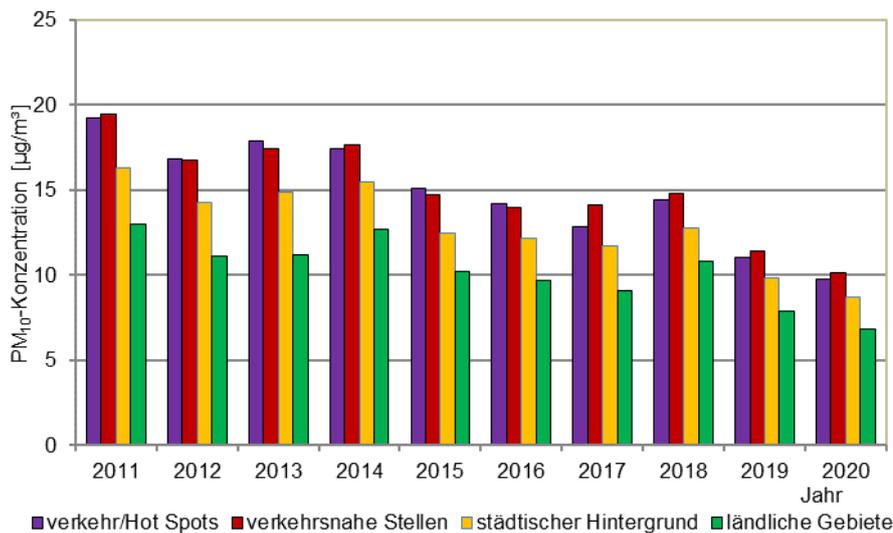


Abbildung 37: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Konzentrationen von 2011 bis 2020

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 Kfz. Oft können mit schwachen östlichen Winden zusätzlich vorbelastete Luftmassen nach Sachsen gelangen.

- Im Jahr 2020 gab es in Sachsen wie auch im Vorjahr keine PM₁₀-Episode.

4.5.3 Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage

Die Anzahl der Tage mit Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes 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). Insgesamt wurden 2020 nur an drei Tagen PM₁₀-Tagesmittelwerte von mehr als 50 µg/m³ registriert. Das ist die niedrigste Anzahl von Überschreitungstagen seit Messbeginn. Am Neujahrstag wurde durch das Silvesterfeuerwerk der PM₁₀-Tagesgrenzwert an sechs Stationen überschritten. Am 27. und 28.03.2020 erreichten mit Saharastaub angereicherte Luftströmungen Sachsen und verursachten eine hohe Feinstaubbelastung. Das führte am 27.3. an fünf und am 28.03. an zwölf Messstationen zu Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes (Kapitel 6.2).

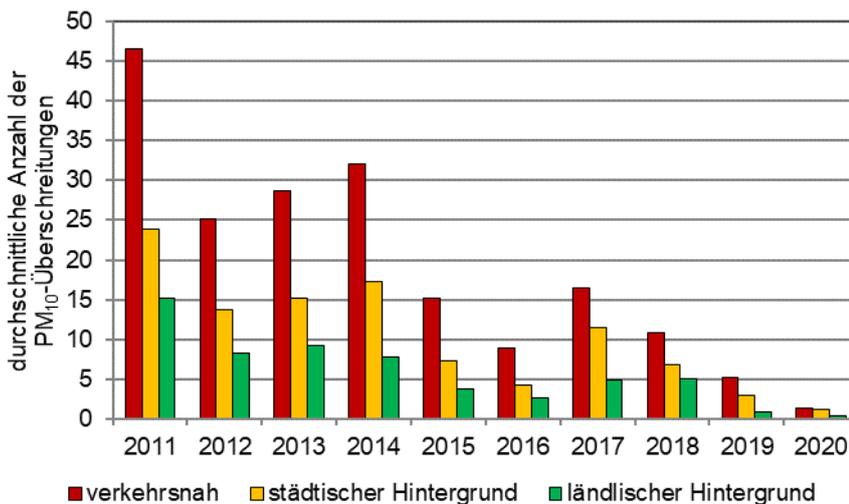


Abbildung 38: Gebietsbezogene durchschnittliche Anzahl der Überschreitungen des PM₁₀-Tagesgrenzwertes von 50 µg/m³ seit 2011 (verkehrsnahe: Hot Spots enthalten)

2020 gab es insgesamt nur 23-Einzelüberschreitungen⁶. Das sind deutlich weniger Einzelüberschreitungen als in den Vorjahren. Der überwiegende Teil der Einzelüberschreitungen betraf den städtischen Bereich. Abbildung 38 verdeutlicht nochmal den insgesamt sehr klaren Rückgang der PM₁₀-Einzelüberschreitungen in den letzten zehn Jahren.

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

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).

⁶ Einzelüberschreitungen: jährliche Summe der Überschreitungen aller Stationen, die in dem untersuchten Zeitraum von 2011 bis 2020 durchgängig gemessen haben.

- Der Zielwert von 1 ng/m³ 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 (Tabelle A 12) wird zum Vergleich der Stationen seit mehreren Jahren ein Summenwert errechnet. Diese Summenwerte sind als Rangliste für alle Messstationen in Abbildung 39 grafisch dargestellt. Die höchsten Summenwerte treten an den Messstationen in Görlitz und Zittau-Ost an der Grenze zu Polen auf.

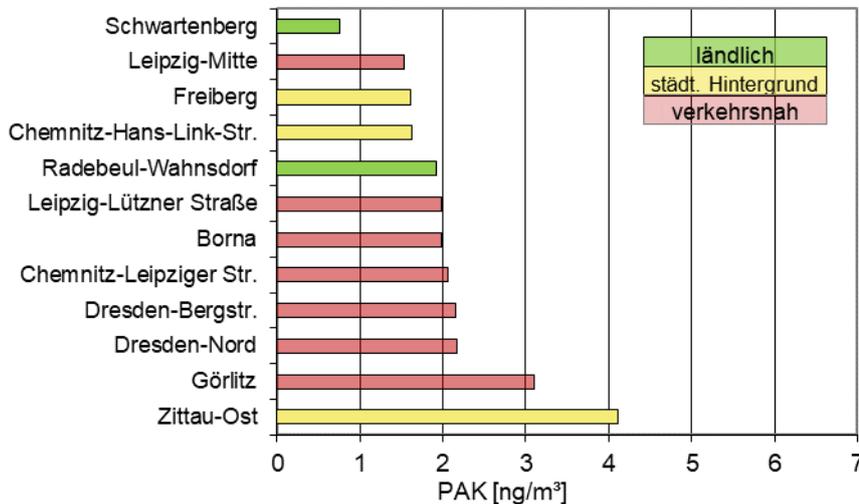


Abbildung 39: Rangliste der Messstellen bezüglich der PAK-Belastung 2020

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 40 rechts). Aber auch hier waren in den letzten Jahren die BaP-Konzentrationen rückläufig (Tabelle A 14). Vergleich man die Stationen Görlitz und Zittau-Ost mit der grenznahen polnischen Station Zgorzelec -Bohaterów Getta (Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska Wrocław, 2021), so sieht man wie in Abbildung 40 links dargestellt, insbesondere an der polnischen Station einen deutlichen Rückgang der Konzentrationen in den vergangenen fünf Jahren.

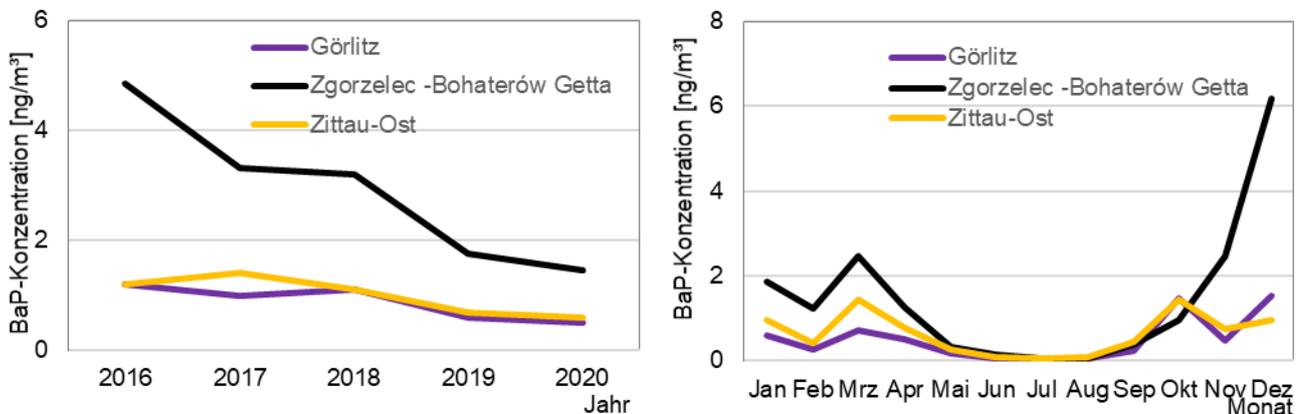


Abbildung 40: Entwicklung (links) und Jahresverlauf 2020 (rechts) der BaP-Konzentrationen in Ostsachsen im Vergleich mit der polnischen Station in Zgorzelec

4.5.4.2 Schwermetalle

- Der Blei (Pb)-Jahresgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 500 ng/m^3 wird seit Beginn der Messungen im Jahr 1998 an allen Messstellen 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/m^3 herangezogen (LAI, 2004). Dieser wird an allen Messstationen sicher unterschritten.

Die Daten für alle Messstationen sind in Tabelle A 11 (Jahreswerte und maximale Tagesmittelwerte 2020) und Tabelle A 13 (Jahresmittelwerte seit 2016) zusammengestellt.

Die Konzentrationen einiger PM_{10} -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. Insbesondere trifft das auf Nickel und Arsen zu. Einzelmesswerte unterhalb der Bestimmungsgrenze erhalten einen Ersatzwert in Höhe der halben Bestimmungsgrenze.

In den letzten fünf Jahren ist kein eindeutiger Trend bei den untersuchten Schwermetallen in Feinstaub PM_{10} erkennbar. Vergleiche über einen größeren Zeitraum vor 2016 sind nur bedingt möglich, da das Analyselabor mehrmals wechselte.

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 $<10 \text{ }\mu\text{m}$ zählen sie zu den thoraxgängigen Stoffen und sind krebserregend (IARC, 2012). An den Luftgütemessstationen in Sachsen wurden bis 31.12.2015 EC und OC nach VDI 2465 Blatt 1 bestimmt. Seit Januar 2016 erfolgt die Bestimmung nach CEN 16243. Dazu wurde das EUSAAR2-Temperaturprotokoll mit optischer Korrektur über den Transmissionswert zur Vereinheitlichung von EC-Messungen in Europa entsprechend dem Vorschlag der Europäischen Arbeitsgruppe CEN/TC 264/WG 35 vom März 2015 eingeführt.

Tabelle A 15 enthält die EC- und OC-Jahresmittelwerte und die maximalen Tagesmittelwerte der Jahre 2016 bis 2020. Zum Vergleich der Messstationen sind diese Werte für das Jahr 2020 in Abbildung 41 grafisch dargestellt. Die durchschnittlichen EC-Konzentrationen im ländlichen und städtischen Hintergrund sind wesentlich geringer als an verkehrsnahen Messstationen. Bei den OC-Konzentrationen fällt dieser Unterschied nicht so deutlich aus.

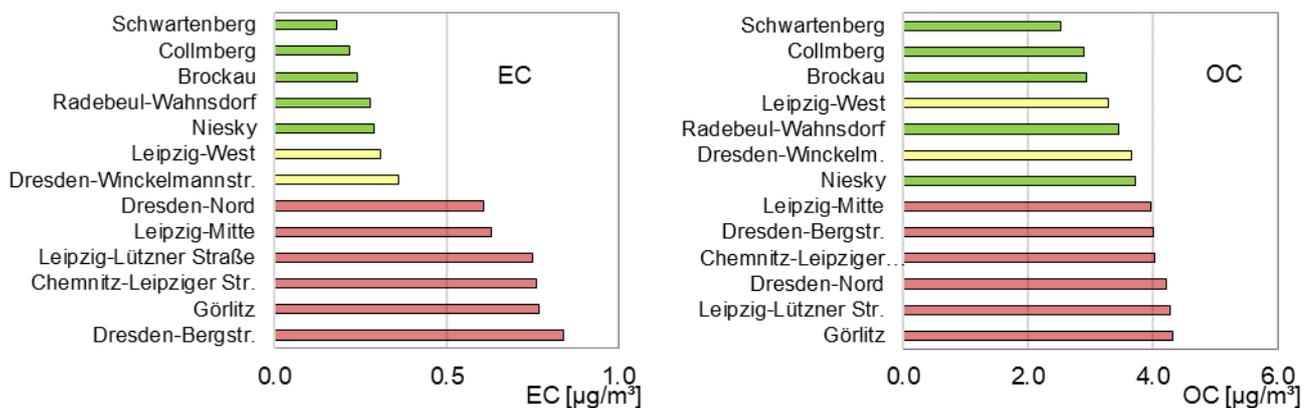


Abbildung 41: Rangliste der Messstationen bezüglich der EC- und OC-Belastung

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. Die Abbildung 42 zeigt die Entwicklung der BC-Jahresmittel von 2012 bis 2020 für die drei Stationen, an denen BC gemessen wird (Werte siehe Tabelle A 16, die Messung an der Station Annaberg-Buchholz wurde im August 2020 eingestellt und nach Radebeul-Wahnsdorf verlegt). Seit Beginn der Messung im Jahr 2012 sanken die BC-Jahresmittelwerte deutlich. Der Rückgang im verkehrsnahen Bereich betrug circa 65 Prozent. Im städtischen Hintergrund sanken die Konzentrationen in diesem Zeitraum auf ungefähr die Hälfte.

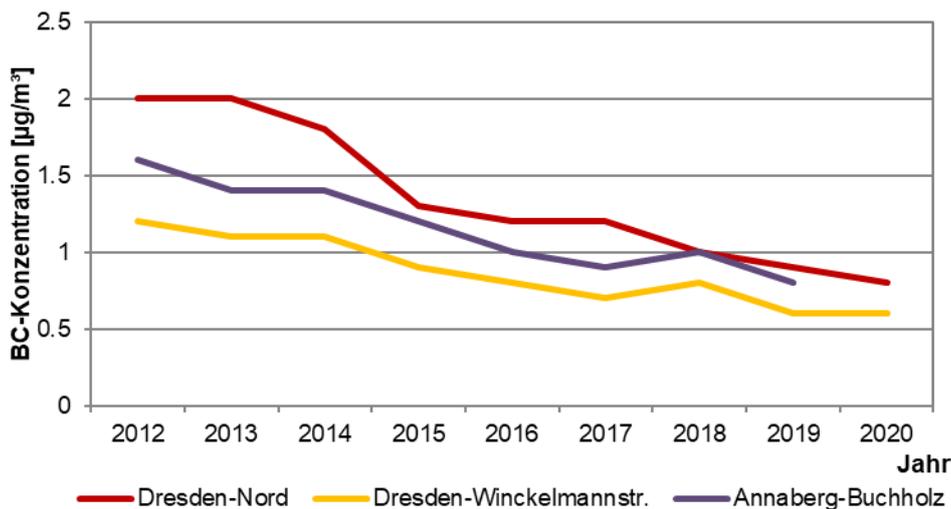


Abbildung 42: Entwicklung der BC-Jahresmittelwerte seit 2012

Der Vorteil dieses Messverfahrens ist die zeitliche Auflösung der Messwerte von einer Stunde. Damit ist eine gute Quellzuordnung möglich. In Abbildung 43 wird der Tagesverlauf der BC-Konzentration werktags und samstags an einer verkehrsnahen und an einer Station im städtischen Hintergrund gegenübergestellt. An den Wochentagen ist das Verkehrsaufkommen prägend für den Verlauf mit deutlich höheren Konzentrationen im verkehrsnahen Bereich (auch 2020, trotz Beschränkungen durch Maßnahmen zur Bekämpfung der Coronapandemie). 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. Um diesen "Samstags- oder Wochenendeffekt" näher zu untersuchen, hatte das LfULG ein Studie in Auftrag gegeben (siehe Kapitel 6.3.).

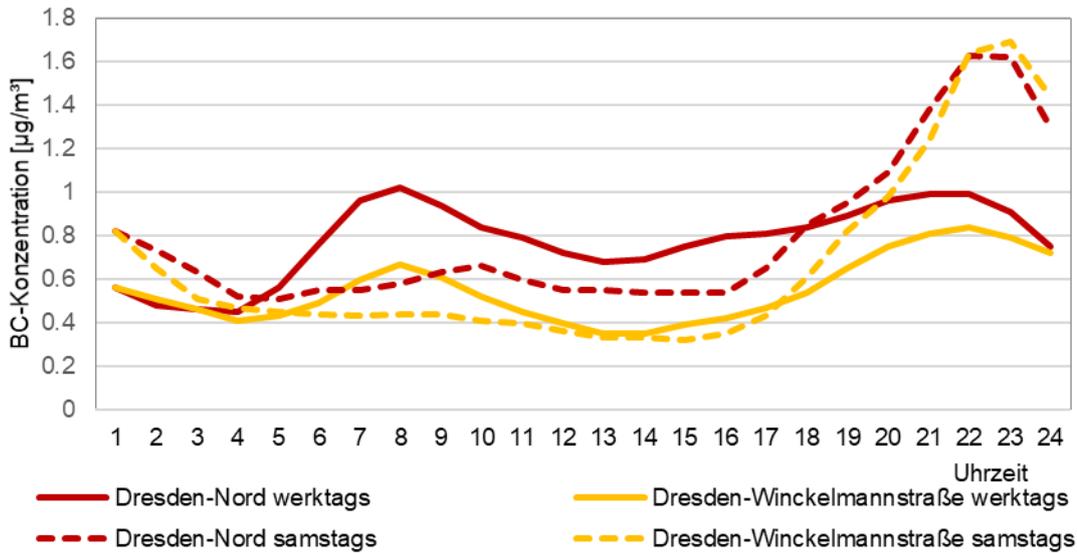


Abbildung 43: Vergleich des mittleren Tagesverlaufes der BC-Konzentrationen 2020 werktags und samstags an einer verkehrsnahen Station und einer Station im städtischen Hintergrund

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.

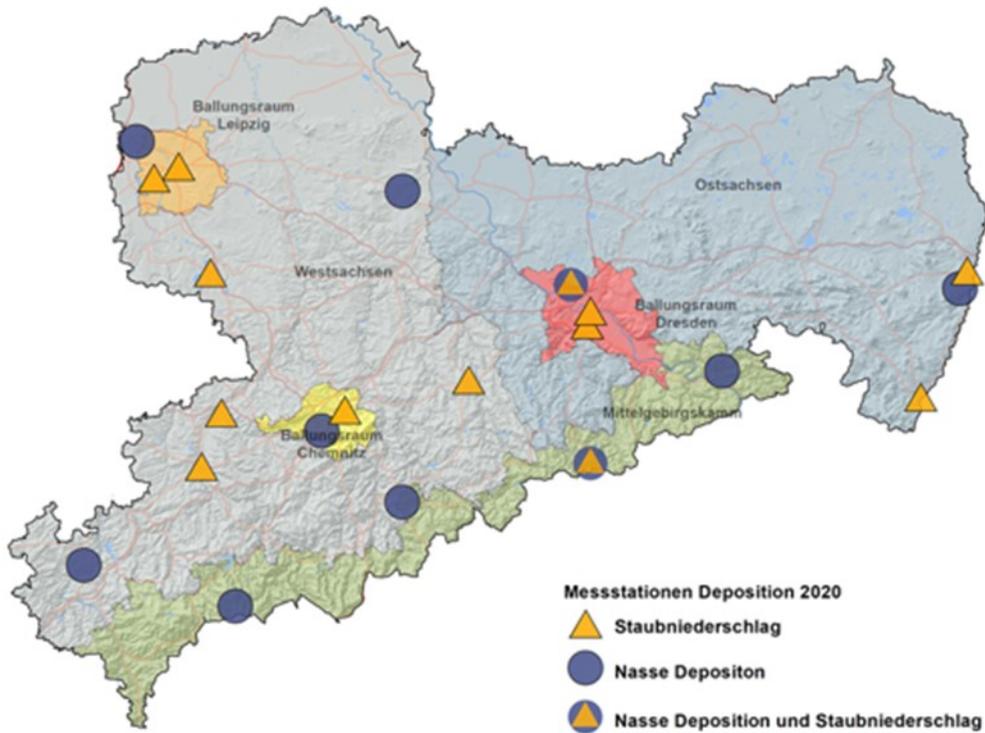


Abbildung 44: Sachsenkarte mit Standorten der Depositionsmessungen 2020

Im sächsischen Messnetz wird an 13 Messstellen der Staubbiederschlag und sein Gehalt an Pb, Cd, As und Ni bestimmt (Abbildung 44). 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 Staubbiederschlag von $0,35 \text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ wurde 2020 an allen Messstationen sicher eingehalten.

Den höchsten Jahresmittelwert mit $0,09 \text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ gab es 2020 an der Messstation Leipzig-Mitte. Hier betrug die Auslastung des Immissionswertes ca. 25 Prozent. Die höchsten Monatsmittelwerte mit $0,25 \text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ wurden an den Stationen Leipzig-West und Dresden-Winckelmannstraße gemessen.

Die Ablagerung von Staubbiederschlag 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 Staubbiederschlag (Tabelle 3) wurden sicher eingehalten.

Jahresmittelwerte und maximale Monatsmittelwerte von Pb und Cd im Staubbiederschlag sind in der Tabelle A 36, von As und Ni in der Tabelle A 37 zusammengestellt. Die höchsten 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 10 Messpunkten (Karte siehe Abbildung 44) 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. 2020 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. 2020 betrug die Leitfähigkeit sachsenweit im Mittel $10,4 \mu\text{S/cm}$. Der höchste Wert wurde mit $13,1 \mu\text{S/cm}$ in Oschatz, der niedrigste Wert ($8,8 \mu\text{S/cm}$) in Carlsfeld und Zinnwald 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^+) und Kalzium- (Ca^{2+}) -Ionen.

- Die Konzentrationen der K^+ -Ionen haben sich in den letzten 10 Jahren nicht geändert und liegen teilweise nahe den Nachweisgrenzen.
- Trotz größerer zwischenjährlicher Schwankungen sanken die Cl^- , Na^+ und Ca^{2+} -Ionenkonzentrationen in den letzten 25 Jahren.
- Bei Mg^+ -Ionen wurde seit 2016 ein Konzentrationsanstieg an allen Stationen beobachtet. Eine Erklärung konnte nicht gefunden werden, wobei hier der vorgenommene Laborwechsel als mögliche Ursache in Betracht gezogen wird.
- 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:

In der Abbildung 45 wird die Abnahme der mittleren nassen Deposition umgerechnet auf die Gesamtfläche von Sachsen im Vergleich zu den Messungen Mitte 90er und ausgewählten Jahren bis in die Gegenwart dargestellt. Seit den letzten 20 Jahren hat sich der Eintrag der luftgetragenen Schadstoffe durch den Niederschlag in Ökosysteme in Sachsen insgesamt fast halbiert (41 %).

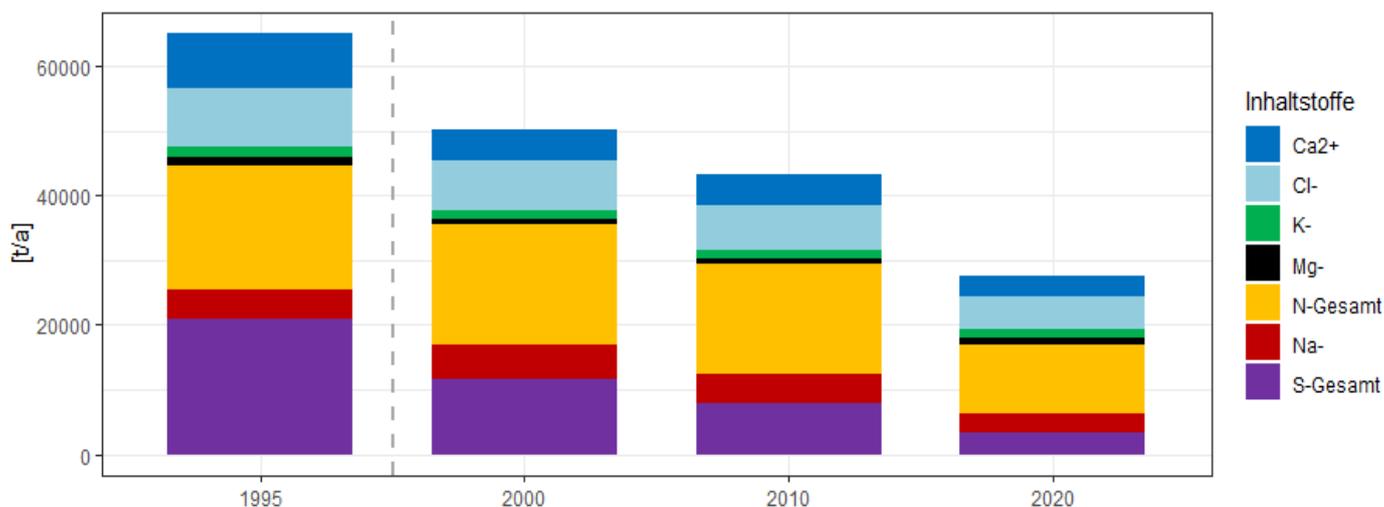


Abbildung 45: Mittlere nasse Depositionen umgerechnet auf die Fläche von Sachsen

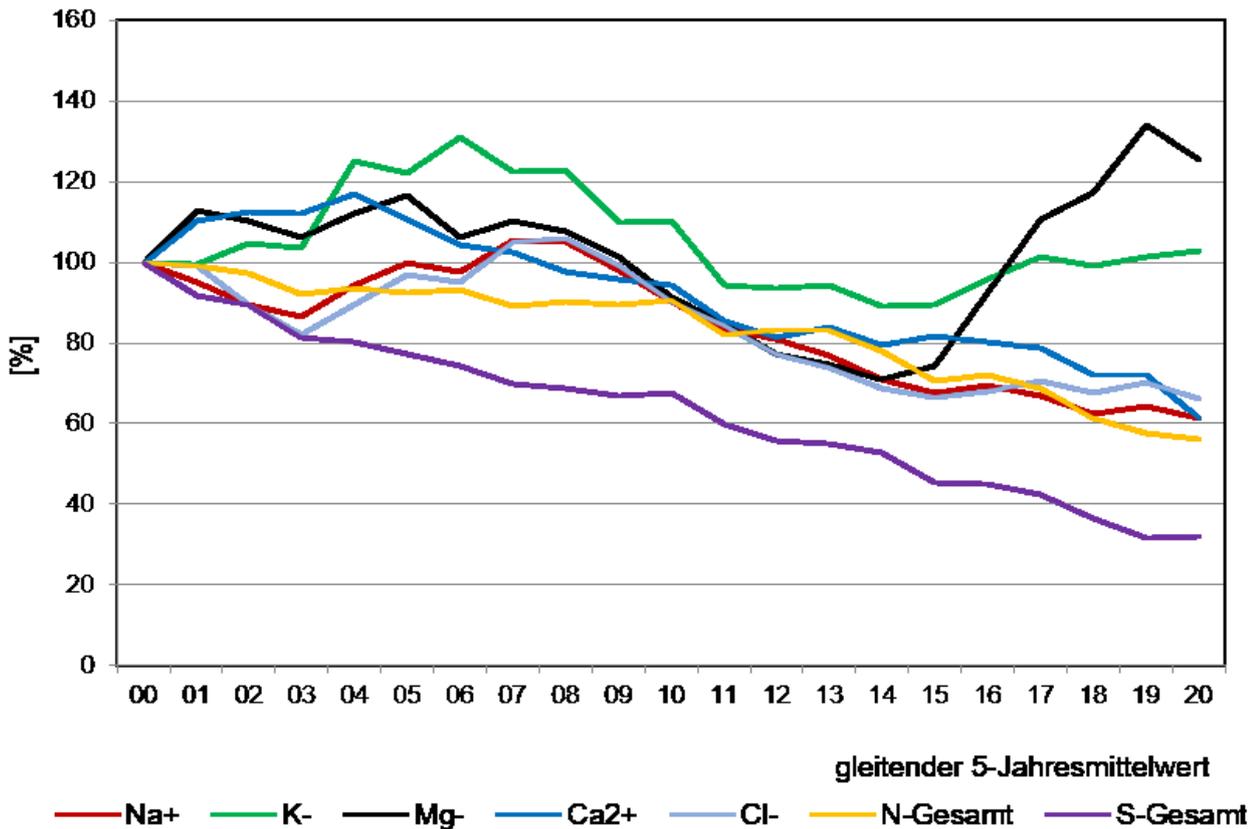


Abbildung 46: Entwicklung der nassen Deposition anhand der gleitenden 5-Jahresmittelwerte

Um den witterungsbedingten Einfluss zu reduzieren, wird in der Abbildung 46 die Entwicklung der nassen Deposition anhand der gleitenden 5-Jahresmittelwerte dargestellt.

- Die Schwefeldepositionen sanken kontinuierlich seit dem Jahr 2000 (Mittelwert von 1996 bis 2000) um ca. 70 Prozent, die Gesamtstickstoffdepositionen (aus Nitrat- und Ammoniumionen) um ca. 30 Prozent.
- Auffällig ist der Anstieg der Mg⁺-Depositionen seit 2015, auch K⁺-Depositionen haben in dieser Zeit etwas zugenommen. Diese Tendenz muss weiter beobachtet werden, auch unter dem Gesichtspunkt, dass 2015 und 2016 das Analyselabor gewechselt wurde.
- Die Na⁺-, Ca²⁺- und Cl⁻-Depositionen sanken im Mittel seit 2008.

Untersuchungen des Umweltbundesamtes (UBA, 2020) zeigen bis 2018 deutschlandweit ähnliche Tendenzen. Eine Zunahme der Mg-Depositionen ist nur in Sachsen gemessen worden, so dass der Laborwechsel als Ursache für die gestiegenen Werte in Sachsen wahrscheinlich ist.

5 Luftqualität 2020 – 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.

Feinstaub:

In den letzten 10 Jahren reduzierten sich die PM₁₀- und die PM_{2,5}-Konzentrationen kontinuierlich im Mittel um circa. 40 Prozent.

- Die Jahresgrenzwerte für PM₁₀ und PM_{2,5} wurden flächendeckend weit unterschritten.
- Seit 2015 wird auch der PM₁₀-Tagesgrenzwert an allen Stationen in Sachsen eingehalten.

Ozon:

In den Sommermonaten waren die Ozonkonzentrationen niedriger als in den beiden Vorjahren:

- Die Informationsschwelle von 180 µg/m³ wurde am 9. August eine Stunde lang auf dem Schwarzenberg überschritten.
- Die Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz der Vegetation wurden an mehreren Stationen nicht eingehalten. Das lag an der gesetzlich vorgeschriebenen, witterungsbedingten Mittelung über drei bzw. fünf Jahre. Nur auf das Jahr 2020 bezogen, wurden die Zielwerte nicht überschritten.

Stickstoffdioxid:

Die NO₂-Konzentrationen sanken in den vergangenen 15 Jahren deutlich, an den sogenannten Hot Spots im Mittel um 40 Prozent.

- 2020 es gab an sächsischen Messstationen keine Überschreitung des NO₂-Jahresgrenzwertes.
- Der Stundengrenzwert von 200 µg/m³ wird seit Beginn der Messungen sicher eingehalten.

Auch Maßnahmen zur Eindämmung der Coronapandemie wirkten sich 2020 auf die NO₂-Konzentrationen positiv aus.

Weitere untersuchte Luftschadstoffe nach 39. BImSchV und TA Luft:

Die SO₂- und Benzolkonzentrationen sind in Sachsen unauffällig. Alle Grenzwerte wurden weit unterschritten.

Die Konzentrationen von Blei, Kadmium, Arsen und Nickel im Feinstaub PM₁₀ liegen weiterhin 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 2020 an allen Messstellen 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 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 Zwanzig Jahre Messungen von (ultra)feinen Partikeln

Im Sinne der Vorsorge werden neben den gesetzlich vorgeschriebenen Luftqualitätsparametern im sächsischen Messnetz zusätzliche Messgrößen erfasst. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS) und nationalen sowie europäischen Projekten wurden seit 2001 Grundlagen zur Überwachung der wissenschaftlichen Sondermessgrößen für extrem kleine Partikel in der Außenluft geschaffen, wie sie so an keinem anderen Standort in einem Luftgütemessnetz in Deutschland existieren. Dabei stand die Messung der Partikelgrößenverteilung von ultrafeinen und feinen Partikeln sowie Ruß als schwarzer Kohlenstoff (Black Carbon - BC) im Mittelpunkt. Es ist bisher kaum üblich, ultrafeine Partikel (UFP) in Luftgütemessnetzen zu messen. Für diese Messgrößen gibt es weder Empfehlungen noch gesetzlich festgelegte Ziel- oder Grenzwerte. Sie sind in der gesetzlichen Immissionsüberwachung von Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} als sehr kleine Teilmenge enthalten. Ein gesundheitliches Risiko wird vermutet, aber die vorliegenden Studien reichen für eine grundlegende Bewertung derzeit noch nicht aus. Deshalb müssen durchgehende Messdatenreihen für epidemiologische Studien gewonnen werden.

UFP sind die kleinsten Staubteilchen der Luft. Ihr Durchmesser ist kleiner als 100 Nanometer. Gerade aufgrund ihrer geringen Größe tragen UFP aber nur sehr wenig zur Gesamtmasse des Feinstaubes bei. Deshalb ist für UFP die Messung der Partikelanzahl pro Luftvolumen geeigneter. Dafür werden in Sachsen durch das LfULG und das TROPOS Mobilitäts-Partikelgrößenspektrometer (MPSS) betrieben, zeitweise (von 2012 bis 2016) sogar an acht Standorten gleichzeitig. Derzeit konzentrieren sich die Messungen auf den Raum Dresden (durch LfULG) und Leipzig (durch TROPOS).

Die Messung der Partikelanzahlkonzentration mit dem MPSS beschränkt sich gerätebedingt auf den Partikelgrößenbereich von 10 bis 800 Nanometern. Die Variante Twin-MPSS, die in Dresden-Nord zum Einsatz kommt, misst von 5 bis 800 Nanometern. Weitere Hinweise zum Messprinzip sind in (WIEDENSOHLER, 2018) zu finden.

Die Auswertungen der langen Datenreihen an der Verkehrsmessstation Dresden-Nord zeigen insgesamt einen abnehmenden Trend der Partikelanzahlkonzentrationen zwischen 2003 und 2018 (Abbildung 47), insbesondere zu den Hauptverkehrszeiten. In den letzten beiden Jahren scheint die Partikelanzahlkonzentration wieder leicht anzusteigen, insbesondere bezüglich der kleinsten Partikel.

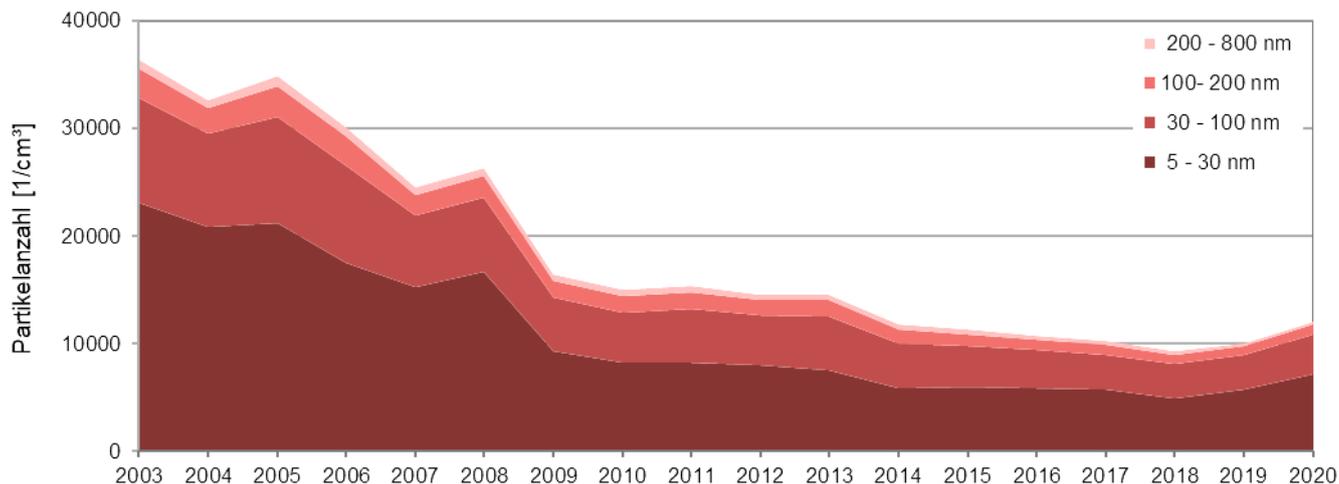


Abbildung 47: Langzeittrend der Partikelanzahlkonzentrationen der Größenbereiche 5 bis 30 nm, 30 bis 100 nm, 100-200 nm und 200 bis 800 nm an der Messstation Dresden-Nord

Nicht nur an der Messstation Dresden-Nord ist der Rückgang der Partikelanzahlkonzentrationen zu beobachten. Betrachtet man alle verfügbaren Daten der MPSS- und BC-Messungen in Sachsen seit 2010 (Abbildung 48), ist allgemein ein Rückgang der UFP- und BC-Konzentrationen im urbanen Raum, insbesondere an den verkehrsnahen Messstationen, sichtbar.

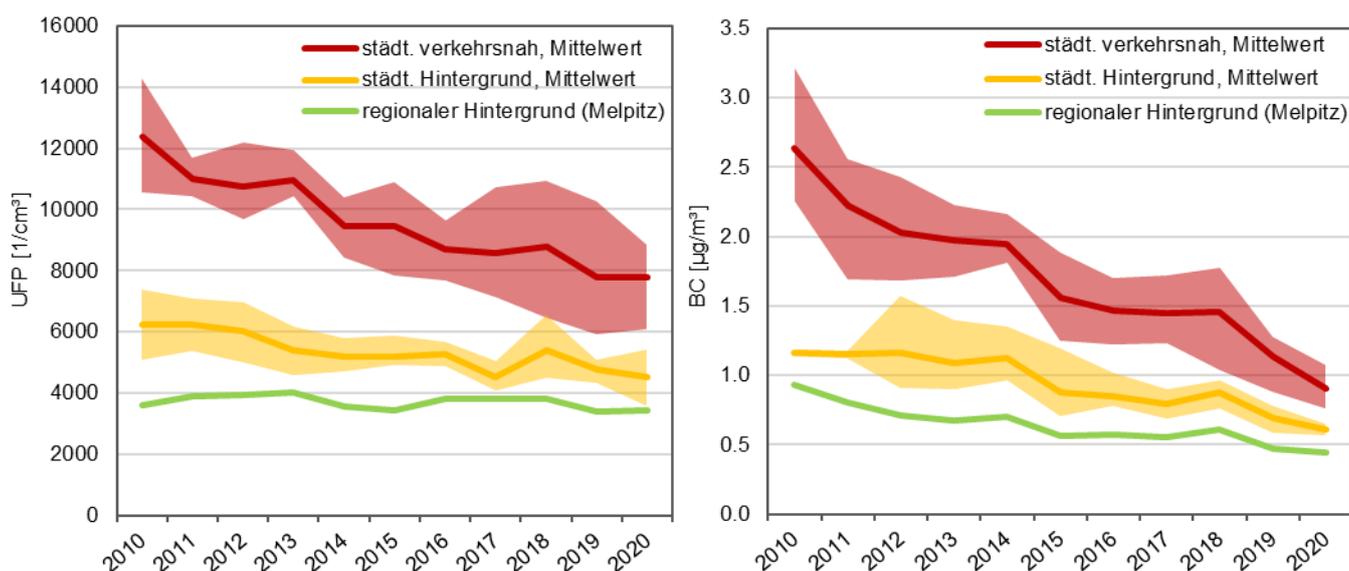


Abbildung 48: Trend der Anzahlkonzentration von UFP und der BC-Massenkonzentration, gemittelt über alle sächsische Stationen eines Typs (die heller-farblichen Bereiche kennzeichnen den Schwankungsbereich der Stationen)

6.2 Saharastaub

Mit Saharastaub angereicherte Luftströmungen verursachten am 27. und 28.3.2020 hohe Feinstaubbelastung in ganz Süd- und Mitteldeutschland (Abbildung 49). In Sachsen wurde dadurch am 27.3.2020 der Tagesgrenzwert für Feinstaub PM_{10} an fünf Luftmessstationen (Bautzen, Görlitz, Zittau-Ost, Dresden-Bergstraße und Dresden-Nord) und am 28.3.2020 an zwölf Stationen überschritten (exemplarische Dar-

stellung in Abbildung 50). Dazu gehörten: Bautzen, Görlitz, Niesky, Zittau-Ost, Dresden-Bergstraße, Dresden-Nord, Dresden-Winckelmannstraße, Radebeul-Wahnsdorf, Glauchau, Chemnitz-Leipziger Straße, Chemnitz-Hans-Link-Straße und Zwickau-Werdauer Straße. Die höchsten Tagesmittelwerte wurden am Samstag mit 63 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft in Zittau-Ost und Chemnitz-Hans-Link-Straße gemessen. Mit dem Wechsel der Windrichtung am 29.3.2020 und einsetzendem Regen gingen die Konzentrationen wieder deutlich auf das niedrige Ausgangsniveau der vorangegangenen Wochen zurück.

In die Auswertung des Saharastaubereignisses flossen Informationen von TROPOS aus den sogenannten Lidar-Messungen in Leipzig mit ein. Danach war von einer Mischung aus Saharastaub und Partikeln aus Biomasseverbrennung auszugehen. Transportiert wurde der Saharastaub nicht wie so oft von Marokko über Spanien und Frankreich, sondern aus Griechenland. Auf dem Weg von Südosten nach Deutschland nahmen die Luftströmungen daher noch weitere Partikel auf.

Tagesmittel der Feinstaubkonzentration (PM10)

28.03.2020

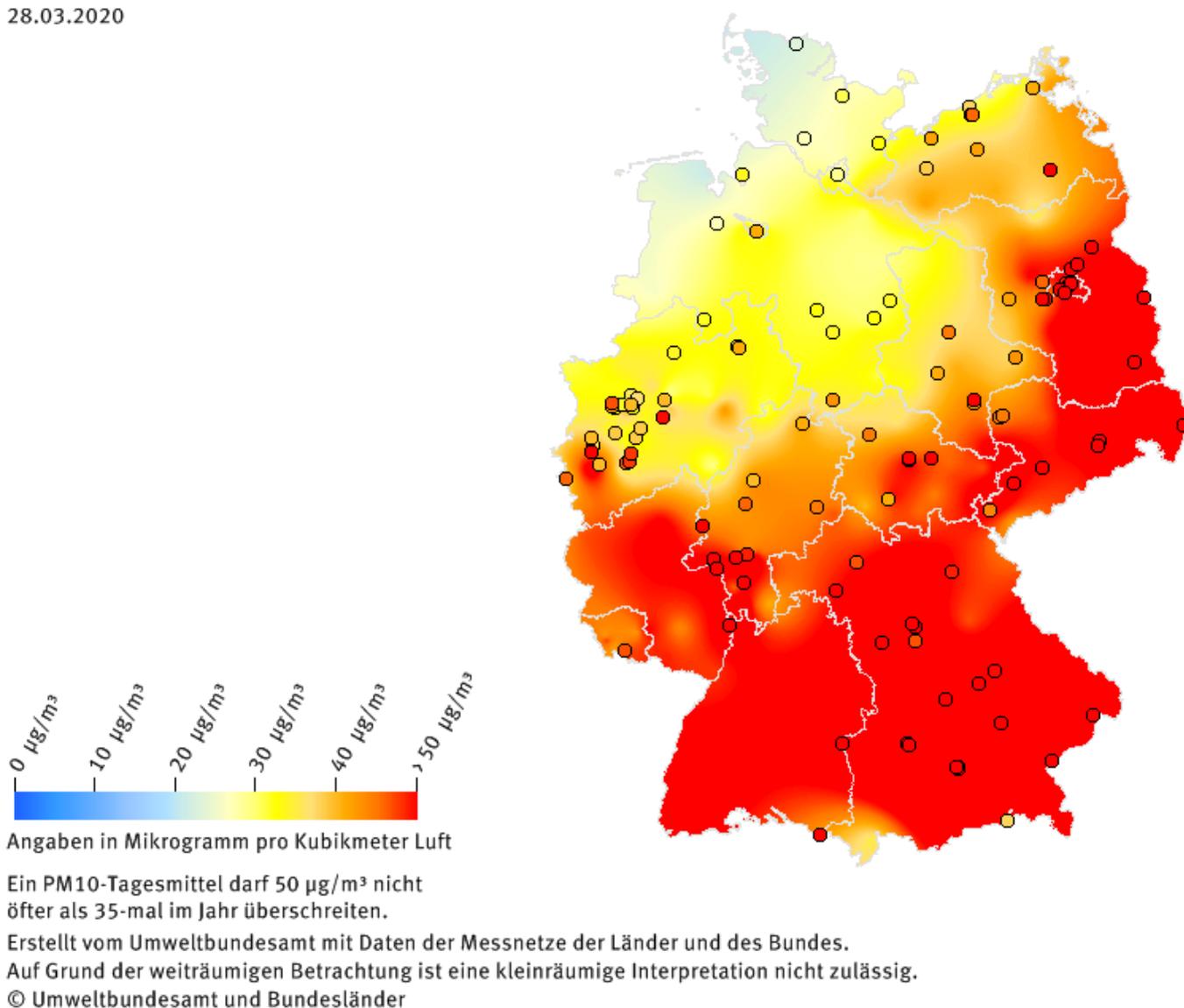


Abbildung 49: Deutschlandweite PM₁₀-Konzentrationen am 28.03.2021

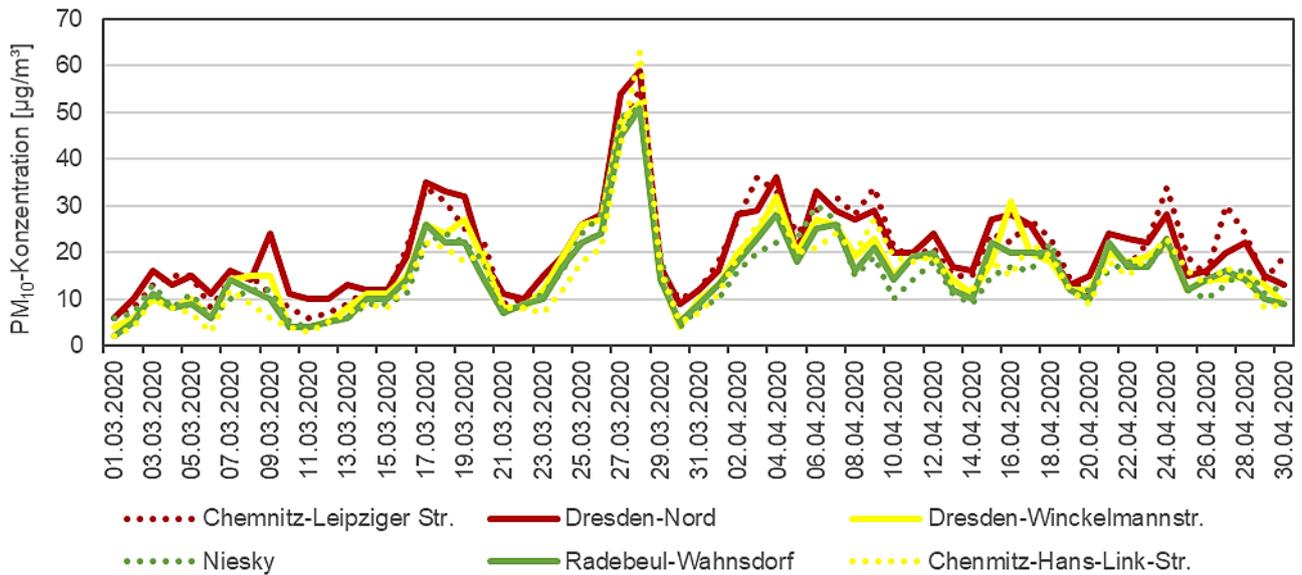


Abbildung 50: Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration ausgewählter Stationen im März und April 2020

Der Masseanteil der im Labor bestimmten Metalle entsprach in etwa dem von Tagen vor und nach dem Saharastaubereignis. Die relativen Ruß (BC)-Konzentrationen bezogen auf PM₁₀ lagen im unteren Bereich im Vergleich zum restlichen März und April (Abbildung 51).

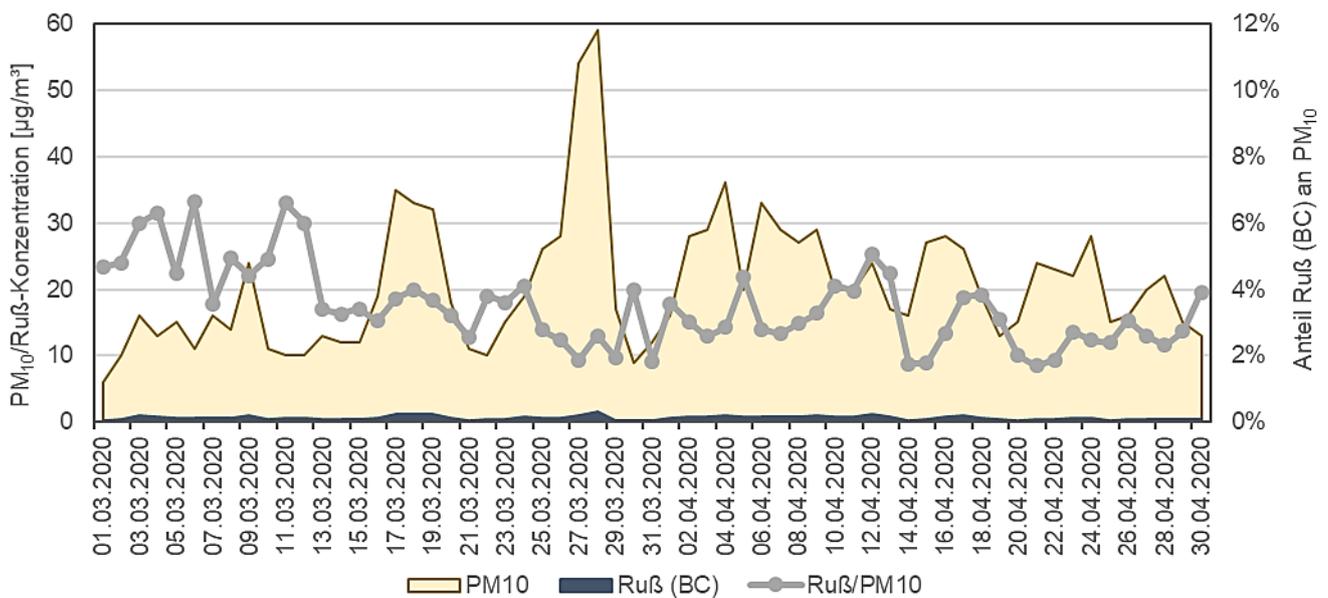


Abbildung 51: Tagesmittelwerte der PM₁₀- und Ruß (BC)-Konzentration im März und April 2020 an der Station Dresden-Nord

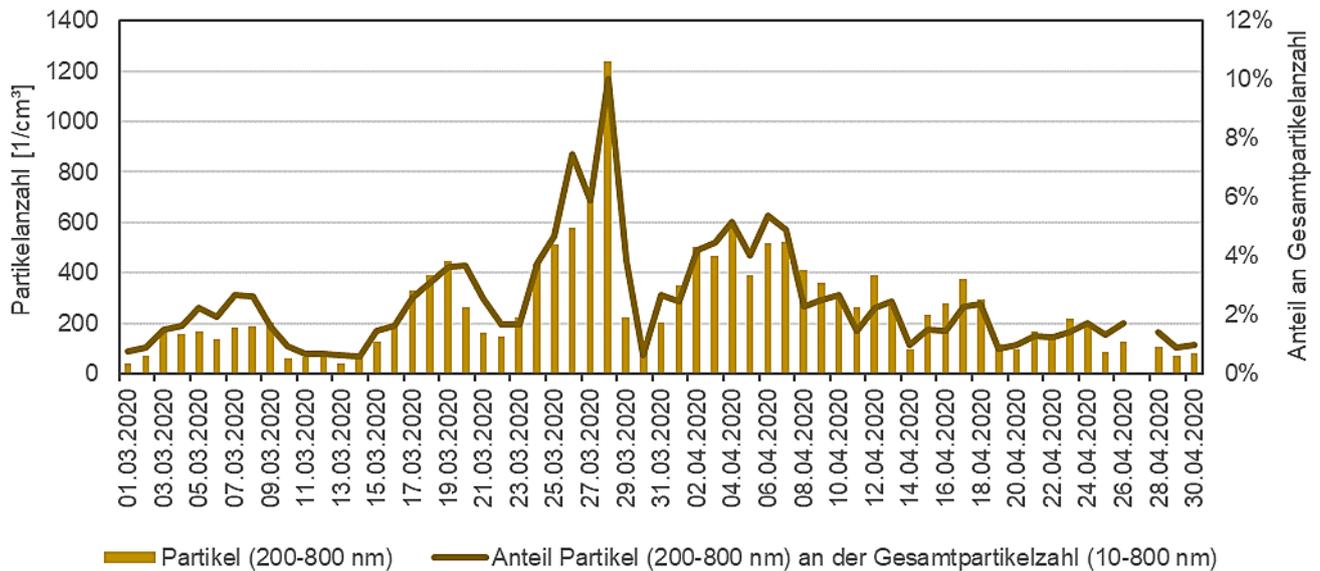


Abbildung 52: Tagesmittelwerte der Partikelanzahlkonzentration im März und April 2020 an der Station Dresden-Nord

Staubbeladene Luftmassen weisen typischerweise eine höhere Anzahlkonzentration großer Partikel auf. Im Mittel betrug der relative Anteil der Partikel von 200-800 Nanometern an der Gesamtpartikelanzahl ca. 2 % im April und Mai. Am 28.3.2020 dagegen erreichte der Anteil einen Wert von etwa 10 % (Abbildung 52). Auch die Partikelgrößenverteilungen an der Station in Dresden-Nord am 27.3. und insbesondere am 28.3.2020 (Abbildung 53) zeigen höhere Anzahlkonzentrationen im Bereich größerer Partikel. Gerätebedingt werden Partikel nur bis zu einer Größe von 800 Nanometern gezählt, während bei der Bestimmung der Feinstaubmasse auch größere Partikel bis zu einem aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern berücksichtigt werden.

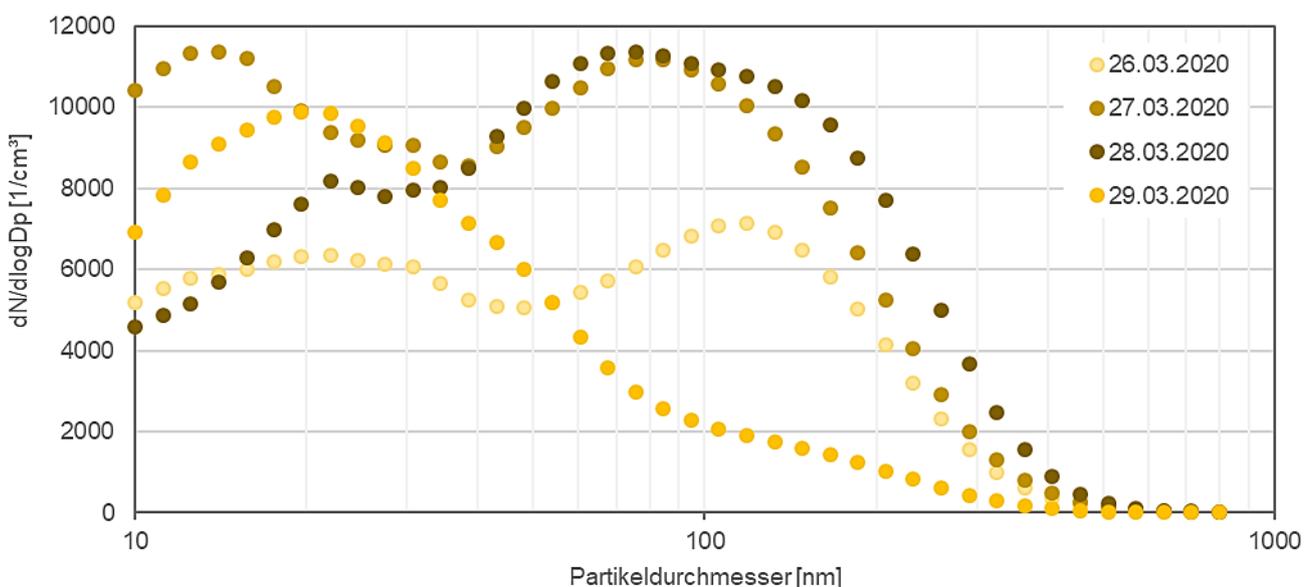


Abbildung 53: Tagesmittelwerte der Partikelgrößenverteilung an der Station Dresden-Nord

Bei der Berechnung der Partikelfraktionen zwischen $PM_{2,5}$ und PM_{10} (Abbildung 54) ist ebenfalls ein Maximum während der Saharastaubepisode sichtbar.

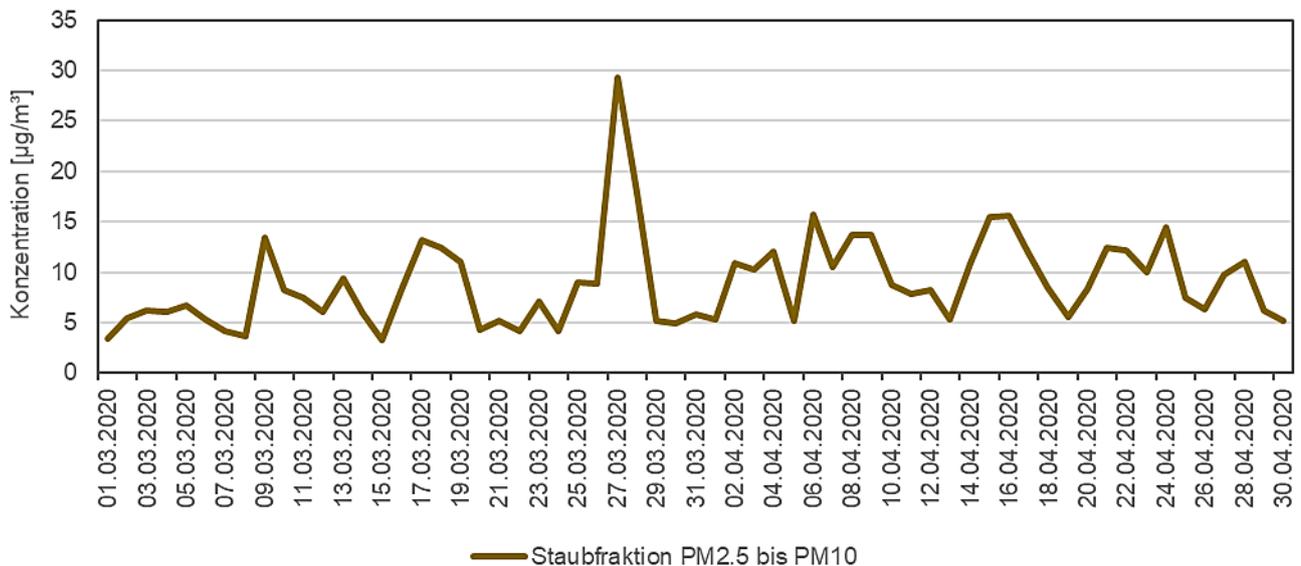


Abbildung 54: Tagesmittelwerte der Partikelfraktion PM_{2.5} bis PM₁₀ an der Station Dresden-Nord

6.3 Projekt "Mobile Partikelmessungen in Leipzig im September 2020"

Neben dem abnehmenden Trend der Partikelanzahlkonzentrationen während der Hauptverkehrszeiten hat sich in den letzten Jahren gezeigt, dass an Freitag- und Samstagabenden, vor allem im Sommerhalbjahr, teilweise höhere Schadstoffkonzentrationen im Vergleich zur restlichen Woche gemessen werden (PAUSCH, 2019). Diese Erhöhung der Konzentrationen zeigt sich insbesondere bei Partikeln im Größenbereich von 30 bis 200 nm und Ruß, ist aber beispielsweise auch bei PM₁₀ und Benzol erkennbar. Dieser sogenannte Freitag-/Samstagabendeffekt in den Sommermonaten kann an sächsischen Messstationen beobachtet werden und lässt sich nicht auf Verkehrsemissionen oder auf Emissionen temperaturbedingter Heizaktivitäten (wie während der Wintermonate) zurückführen. Es lässt sich daraus schließen, dass mit der Reduzierung der Verkehrsemissionen offensichtlich andere Quellen zunehmend an Bedeutung gewinnen. Dieser Effekt sollte mittels mobiler (Rucksack-)Messungen sowie mobiler Filtersammler einschließlich der anschließenden Bestimmung von Tracern für die Biomasseverbrennung in einem beispielhaften Gebiet in Leipzig besser charakterisiert werden.

Die mobilen Messungen wurden von TROPOS im Leipziger Stadtteil Gohlis mit seinen zahlreichen Kleingartenanlagen durchgeführt. Dort konnte an den sehr warmen Messtagen zu Beginn des Projektes Anfang September 2020 ein hohes Aufkommen von Menschen und Freizeitaktivitäten wie Grillen oder Holzfeuerung (Feuerschalen, Gartenfeuer) beobachtet werden. Ebenfalls war die Feuerstelle der Stadt Leipzig im Rosental fortlaufend belegt.

Ergebnisse

Die mobilen Partikelmessungen zeigten, dass im Messgebiet an den Tagen mit hohen Temperaturen und hohem Bevölkerungsaufkommen ein Abendeffekt zu beobachten war, d. h. die gemessenen Konzentrationen an Feinstaub PM₁₀ und Ruß (gemessen als schwarzer Kohlenstoff (black carbon - BC) stiegen im Umfeld der Kleingartenanlagen in den Abendstunden stark an. Ein Anstieg konnte ebenso an der Messstation Leipzig-Mitte beobachtet werden. Bei den abendlichen Messungen war der Konzentrationsanstieg bei Partikeln kleiner als 500 Nanometern besonders ausgeprägt. Die Auswertung der Filterproben hinsichtlich der chemischen Markerverbindung Levoglucosan zeigte, dass sich die erhöhten Belastungen mit

PM₁₀ und Ruß (BC) eindeutig auf Emissionen aus der Verbrennung von Holz und anderer Biomasse zurückführen lassen. Die Levoglucosan-Konzentrationen lagen vor allem in den Stunden nach Sonnenuntergang teilweise bis zu zwei Größenordnungen über typischen sommerlichen Tagesmittelwerten dieses Partikelinhaltsstoffes. Neben zu dieser Tageszeit erhöhten Emissionen aus Grill- und anderen Aktivitäten kann während der Messungen auch die schnelle Ausbildung einer niedrigen Bodeninversion eine Rolle gespielt haben. Durch Anreicherung der Emissionen in einem kleinen Mischungsvolumen können die Luftschadstoff-Konzentrationen stark ansteigen.

Mit den Ergebnissen dieser Studie konnte ein Beitrag zur Charakterisierung des Freitag-/Samstagabendeffektes geleistet werden. Grundsätzlich stützen die Ergebnisse die These, dass die beobachteten Anstiege der Immissionsmessungen in den Abendstunden überwiegend durch Emissionen von Freizeitaktivitäten verursacht werden. Allerdings war die Anzahl der Messungen im Projekt begrenzt. Weitere Messungen sind daher für den Sommer 2021 in Dresden vorgesehen.

Weitere Informationen unter: <https://www.luft.sachsen.de/mobile-messungen-leipzig-23281.html>

6.4 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“ untersucht 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 sind Anzahlkonzentrationen ultrafeiner Partikel, Gesamtpartikelanzahlkonzentrationen im Größenbereich von 10 bis 800 nm und Ruß (BC). Die gesetzlich festgelegten Messgrößen Feinstaub (PM₁₀), feine Partikel (PM_{2,5}) und Stickstoffdioxid (NO₂) fließen vergleichend mit in die Studie ein. Erste Erfahrungen mit gesundheitsbezogenen Untersuchungen wurden bereits in den EU-Projekten UFIREG, UltraSchwarz und OdCom in Sachsen gesammelt.

Das Projekt wird vom Helmholtz-Zentrum München durchgeführt und wurde wegen der eingeschränkten Zugangsmöglichkeiten zu den Forschungsdatenzentren aufgrund der wegen Corona geltenden Beschränkungen verlängert. Die Ergebnisse werden nach Abschluss unter <https://www.luft.sachsen.de/forschungsberichte-fachbeitraege-ab-2010-14112.html> veröffentlicht.

6.5 Projekt "Tendenzen, Verursacher und Auswirkungen der Ozonbelastung in Sachsen"

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 und 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 meteorologischen Komponenten sowie der C-haltigen Vorläufersubstanzen erwartet.

Die Ergebnisse werden nach Abschluss unter <https://www.luft.sachsen.de/forschungsberichte-fachbeitrage-ab-2010-14112.html> veröffentlicht.

6.6 Sondermessung Staubbelastung durch den Steinbruch Pließkowitz

Von Oktober 2019 bis September 2020 erfolgte eine Sondermessung zur Luftqualität in der Gemeinde Malschwitz, Ortsteil Kleinbautzen. Grund waren Bürgerbeschwerden über Belästigungen durch Staubemissionen insbesondere des Steinbruchs Pließkowitz. Gemessen wurde Staubbiederschlag und Feinstaub PM₁₀. Zur besseren Beurteilung der Messergebnisse erfolgten zusätzlich Messungen von meteorologischen Kenngrößen.

Ergebnisse der Feinstaub- und Staubbiederschlagsmessungen:

- Die Grenzwerte für Feinstaub PM₁₀ nach 39. BImSchV wurden sicher eingehalten.
- Der Feinstaubmittelwert im Messzeitraum betrug 13,3 µg/m³.
- Der PM₁₀-Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ wurde an einem Tag überschritten. Als Ursache konnten Staubemissionen aus dem Steinbruch ausgeschlossen werden.
- Nach den 12 Sprengungen gab es keine Auffälligkeiten in den PM₁₀-Messwerten.
- Der Immissionswert für Staubbiederschlag nach TA Luft wurde weit unterschritten. Der höchste Monatsmittelwert (im Mai) betrug 0,1 g/m²·d.

Neben günstigen meteorologischen Bedingungen trug auch das Staubbiederkonzept des Betreibers dazu bei, die Staubemissionen auf einem niedrigen Niveau zu halten. Gegenüber anderen Messstationen im ländlichen Hintergrund Sachsens sind die durchschnittlichen PM₁₀-Konzentrationen geringfügig erhöht, aber auf dem Niveau der nächstgelegenen Messstellen in Bautzen (städtischer Hintergrund) und Niesky (ländlicher Hintergrund). Neben dem Steinbruch können auch Emissionen von landwirtschaftlichen Nutzflächen in der Umgebung des Steinbruchs für kurzzeitige PM₁₀-Spitzen verantwortlich sein.

Abschlussbericht unter: [Sondermessung Kleinbautzen - sachsen.de](https://www.luft.sachsen.de/Sondermessung_Kleinbautzen_sachsen.de)⁷

6.7 Auswirkungen der wegen Corona geltenden Beschränkungen

Mit Beginn des Lockdowns am 23.03.2020 wurde erwartet, dass sich das deutlich gesunkene Verkehrsaufkommen in Sachsen auch auf die Immissionswerte auswirkt. Das gilt vor allem für die Stickoxide, deren Hauptquelle an verkehrsreichen Straßen der Verkehr ist. In Abbildung 55 lässt sich ein deutlicher Rückgang aber nicht erkennen, obwohl auch in Dresden der Verkehr deutlich zurückgegangen war (Abbildung 56).

⁷ https://www.luft.sachsen.de/Sondermessung_Kleinbautzen.html

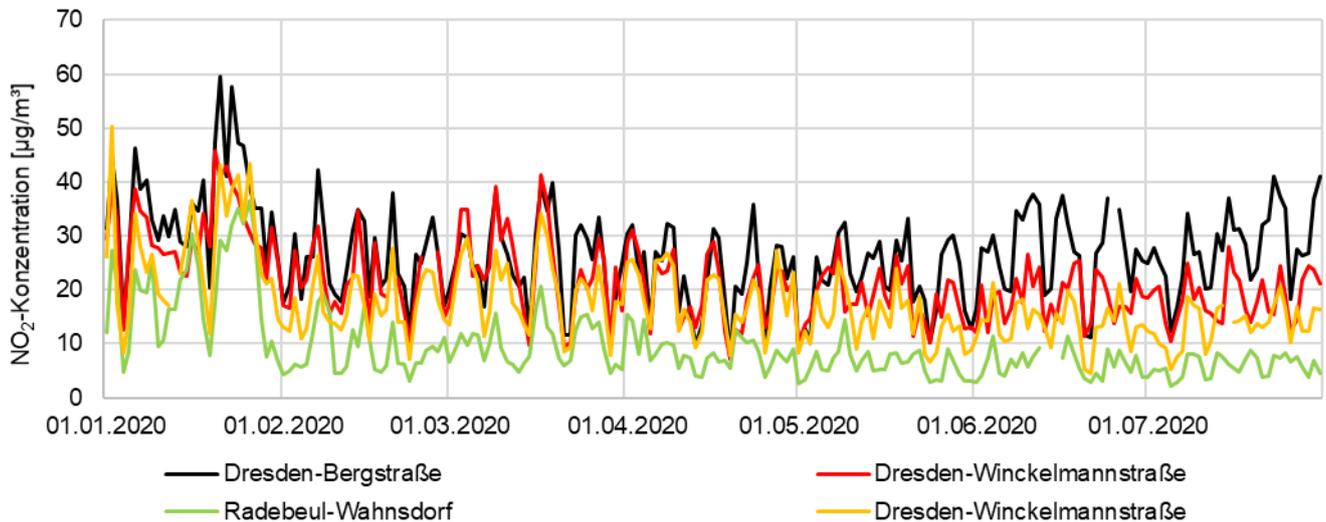
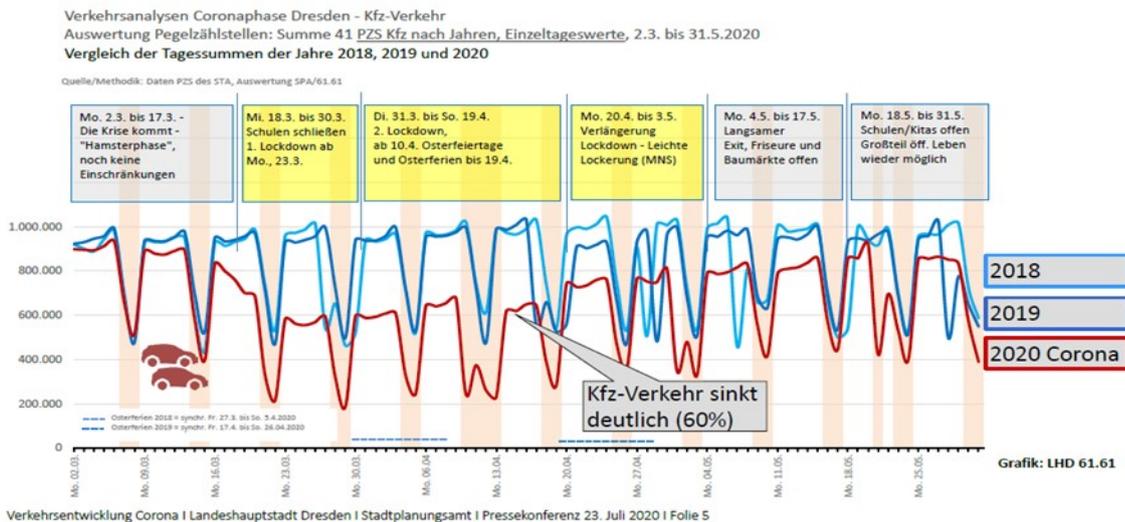


Abbildung 55: Tagesmittelwerte der NO₂-Konzentrationen vom 01.01. bis 31.07.2020

Kfz-Verkehr im Lockdown im Vergleich zu 2018/19



Quelle: Analyse von Verkehrszählenden im Zuge des COVID-19 Lockdowns März bis Mai 2020; Pressekonferenz 23. Juli 2020, 10 Uhr, Landeshauptstadt Dresden

Abbildung 56: Einfluss des 1. Lockdowns auf den Verkehr in Dresden

Ursache dafür ist der starke Einfluss der meteorologischen Situation auf die Stickoxidkonzentrationen. Um den Einfluss der Meteorologie weitgehend zu eliminieren, wurde eine Auswertung in Anlehnung an die Veröffentlichung von (PLAß-DÜLMER, 2020) durchgeführt. Bei dem beschriebenen Verfahren wird versucht, mit Hilfe von Windgeschwindigkeit und Temperatur als wesentliche meteorologische Einflussgrößen die NO_x-Konzentrationen mittels einer exponentiellen Fit-Funktion zu bestimmen. Durch den aus dem Luftreinhalteplan Dresden bekannten und beschriebenen abnehmenden Trend der Konzentrationen musste die Zeit als ein zusätzlicher Term eingeführt werden. Damit ergab sich folgende Funktion:

$$NO_x = A * \exp(-B * \text{Windgeschwindigkeit}) * \exp(-C * \text{Temperatur}) * (1 - D * \text{Zeit})$$

Die Zeit wurde dabei in fortlaufenden Jahren beschrieben. Für NO₂ muss noch der Einfluss des Ozons berücksichtigt werden, so dass die NO₂-Konzentrationen wie folgt berechnet wurden.

$$\text{NO}_2 = A * \exp(-B * \text{Windgeschwindigkeit}) * \exp(-C * \text{Temperatur}) * (1 - D * \text{Zeit}) * (1 + E * \text{O}_3)$$

Mittels dieser beiden Formeln wurden die Koeffizienten A - D bzw. A - E mit den Messwerten an den Werktagen vor dem Lockdown vom 01.01.2015 bis 20.03.2020 mit dem Excel – Solvers bestimmt. Mit Hilfe der sich daraus ergebenden Funktion ließ sich dann abschätzen, welche Werte gemessen worden wären, wenn es keinen Lockdown gegeben hätte. Aus der Differenz zwischen den zu erwartenden und den gemessenen Werten ergibt sich der ungefähre Einfluss des Lockdowns auf die Immissionsbelastung. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Vergleich der gemessenen und berechneten Werte für den gesamten untersuchten Zeitraum bis zum Beginn des Frühjahrs 2021 am Beispiel der Bergstraße in Dresden.

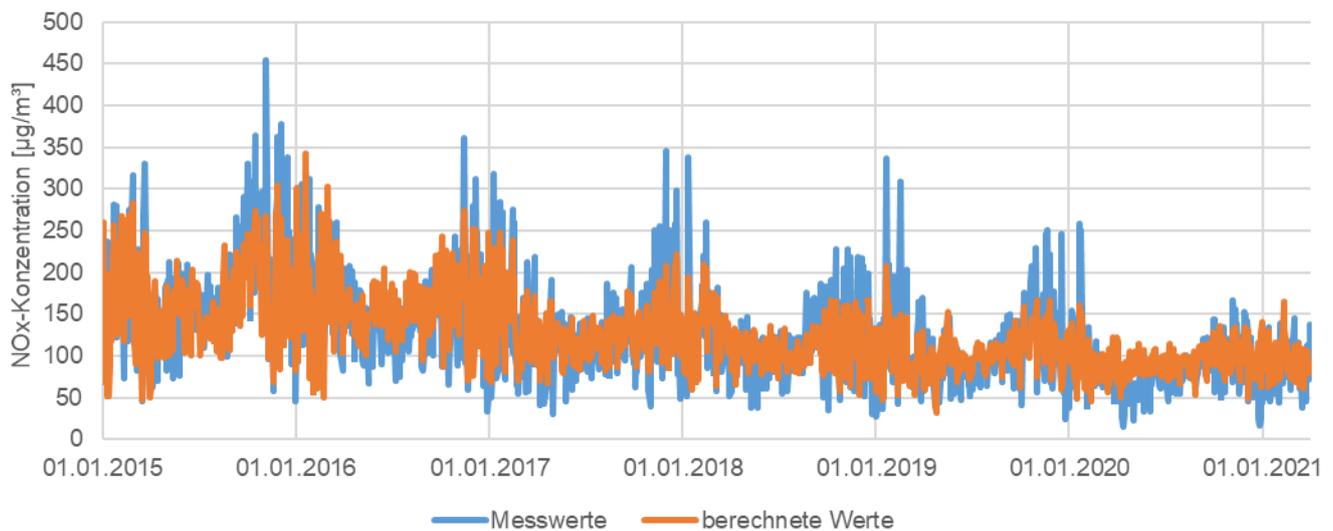


Abbildung 57: Vergleich der Messwerte der NO_x-Tagesmittelwerte und der berechneten Werte für den Untersuchungszeitraum vom 01.01.2015 bis zum 31.03.2021 an der Messstation Dresden Bergstraße

Es ist zu erkennen, dass die berechneten Werten dem Verlauf der Messwerte gut folgen, aber die gemessenen sehr hohen oder niedrigen Konzentrationswerte oft nicht erreichen. In den letzten 15 Monaten wird im Vergleich zu den Vorjahren aber eine Überschätzung der Messwerte bei der Berechnung deutlich. Das ist noch besser erkennbar, wenn nur der Zeitraum um den Lockdown dargestellt wird (Abbildung 58).

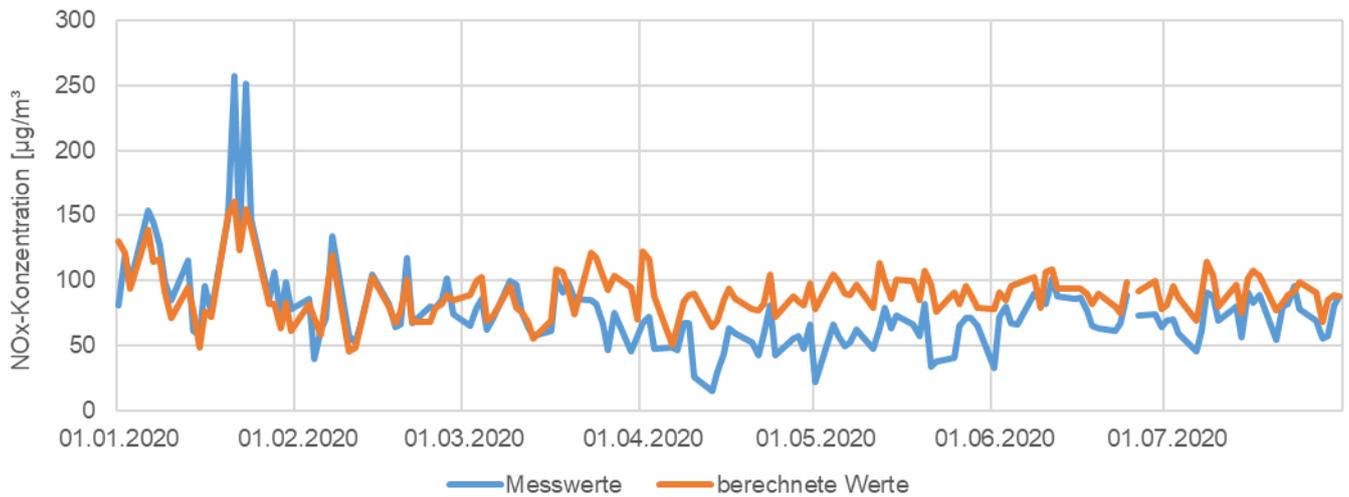


Abbildung 58: Vergleich der Messwerte der NO_x-Tagesmittelwerte und der berechneten Werte für den Zeitraum vom 01.01.2020 bis zum 31.07.2020 an der Messstation Dresden Bergstraße

Während die berechneten Werte die gemessenen bis zum 20.03.2020 gut treffen, wären danach laut Berechnung deutlich höhere Messwerte zu erwarten gewesen. Erst ab Mitte Juni stimmen die Werte fast wieder überein. Ähnlich sehen die Konzentrationsverläufe für NO_x an der Messstelle Dresden-Nord und für NO₂ an den beiden Dresdner Verkehrsmessstellen aus, wofür die folgende Abbildung 59 ein Beispiel für NO₂ während des zweiten Lockdowns ist.

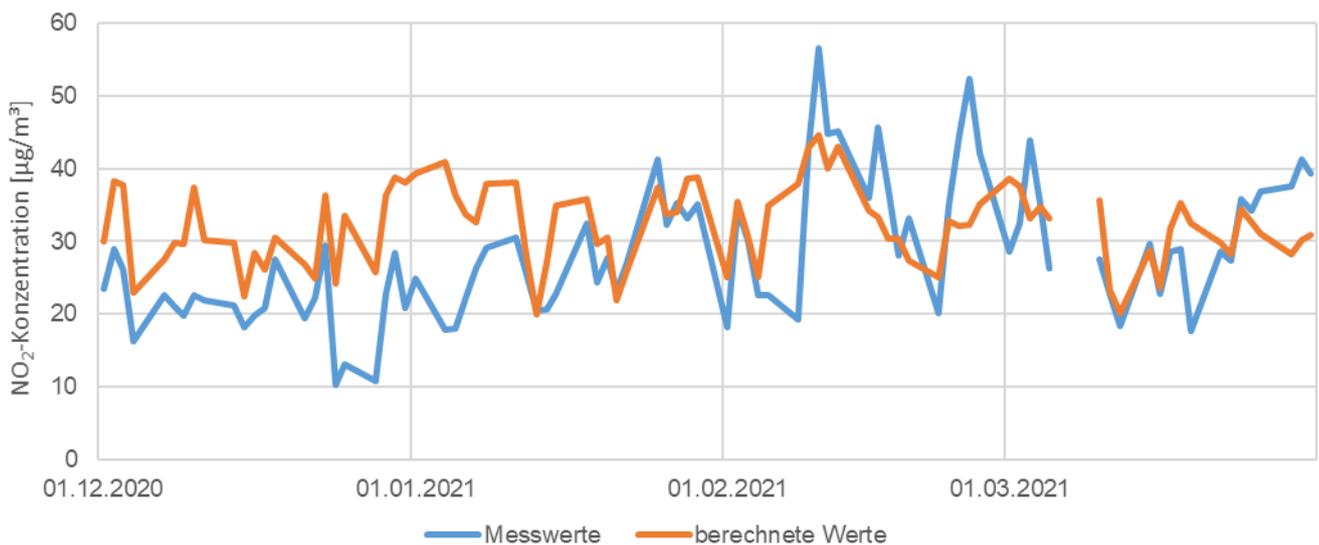


Abbildung 59: Vergleich der Messwerte der NO₂-Tagesmittelwerte und der berechneten Werte für den Zeitraum vom 01.12.2020 bis zum 31.03.2021 an der Messstation Dresden-Nord

In den beiden untenstehenden Tabellen erfolgt ein abschließender Vergleich zwischen gemittelten Messwerten und berechneten Werten für ausgewählte Zeiträume, während und nach den wegen Corona geltenden Beschränkungen. Die gelb unterlegten Zeilen weisen die gemessenen und berechneten Mittelwerte unmittelbar vor dem 1./2. Lockdown aus. Dabei zeigt sich, dass NO_x-Messwerte und berechnete Werte im Mittel sehr gut übereinstimmen. Für NO₂ ist die Übereinstimmung nicht ganz so gut. Meist lagen die gemessenen Werte leicht unter den berechneten. Ursache dafür ist vermutlich, dass außer den betrachteten Einflussgrößen noch andere Größen bei der NO₂-Bildung eine Rolle spielen.

An der Bergstraße lagen während des 1. Lockdowns die gemessenen NO₂-Konzentrationen um ca. 20 % und die entsprechenden NO_x-Konzentrationen um 35 % unter den zu erwartenden Werten (Tabelle 8). Vor dem 2. Lockdown erreichten die Messwerte wieder annähernd die prognostizierten Werte, ähnlich wie vor dem 1. Lockdown mit einer leichten Überschätzung beim NO₂. In den Tagen vor Weihnachten lagen die Messwerte in derselben Größenordnung unter den erwarteten. Bis Ende Januar fielen die Differenzen mit 11 % für NO₂ und 28 % für NO_x im Mittel etwas niedriger aus.

Tabelle 8: Vergleich Messwerte und berechnete Werte (Fit) als Mittelwerte ausgewählter Zeiträume 2020/21 an der Messstation Dresden-Bergstraße

Datum	NO _x Messwert	NO _x Fit		NO ₂ Messwert	NO ₂ Fit	
03.02.-22.03.	79.4	80.7	98 %	28.2	30.7	92 %
23.03.-19.04.	55.6	89.9	62 %	25.7	33.5	77 %
20.04.-17.05.	57.3	90.2	64 %	25.0	35.3	71 %
23.03.-31.05.	57.0	90.3	63 %	25.1	34.9	72 %
02.11.-30.11.	106.8	106.3	101 %	34.0	38.5	88 %
14.12.-31.12	58.7	97.2	60 %	24.1	35.0	69 %
14.12.-29.01.	71.3	97.2	73 %	27.2	35.3	77 %

An der Messstation Dresden-Nord waren beim 1. Lockdown die gemessenen Werte für NO₂ ca. 29 % niedriger als die berechneten, während bei NO_x der Unterschied mit 36 % in derselben Größenordnung wie an der Bergstraße lag (Tabelle 9). Während des 2. Lockdowns fiel die Differenz geringfügig niedriger als in der Bergstraße aus.

Tabelle 9: Vergleich Messwerte und berechnete Werte (Fit) als Mittelwerte ausgewählter Zeiträume 2020/21 an der Messstation Dresden-Nord

Datum	NO _x Messwert	NO _x Fit		NO ₂ Messwert	NO ₂ Fit	
03.02.-22.03.	50.8	50.8	100 %	26.3	25.8	102 %
23.03.-19.04.	35.1	56.4	62 %	22.6	30.2	75 %
20.04.-17.05.	32.3	49.4	65 %	21.7	27.9	78 %
23.03.-31.05.	33.2	51.7	64 %	21.2	28.9	73 %
02.11.-30.11.	61.6	59.8	103 %	28.2	33.2	85 %
14.12.-31.12	36.0	58.1	62 %	20.4	30.1	68 %
14.12.-29.01.	45.2	60.3	75 %	24.4	31.9	77 %

Somit zeigt die obige Auswertung, dass mit dem Rückgang des Verkehrs auch niedrigere Stickoxidbelastungen verbunden waren.

Stadteffekt

Die Temperatur ist in größeren Städten nicht nur in Sachsen höher als im Umland. Dieser Effekt ist als städtische Wärmeinsel bekannt. Je nach Zusammenspiel verschiedener Parameter, wie Größe der Stadt, der Bebauungsdichte, dem Vegetationsanteil und der Durchlüftung ist diese städtische Wärmeinsel unterschiedlich stark ausgebildet. Mit fortschreitendem Klimawandel wird davon ausgegangen, dass sich die damit verbundene Hitzebelastung in den Städten zusätzlich noch verstärkt.

Anhand von städtischen Messstationen des sächsischen Messnetzes im Kombination mit dem Messnetz des Deutschen Wetterdienst sollte die Ausprägung der städtischen Wärmeinsel zunächst in den Städten Dresden, Chemnitz und Leipzig untersucht werden. Grundlage für die Nutzung der an Stationen des Luftgütemessnetzes und des DWD ermittelten Lufttemperaturen ist, dass es zwischen beiden keine durch die eingesetzte Messtechnik und den Untergrund (über Containerdach oder über Rasen) bedingten Unterschiede festgestellt werden konnten⁸.

Im Fokus der Untersuchungen steht das Ausmaß und die zeitliche Entwicklung des Stadteffekts einerseits und perspektivisch der Vergleich der Ergebnisse aus Langzeitmessungen mit den Ergebnissen von Stadtklima-Modellierungen andererseits.

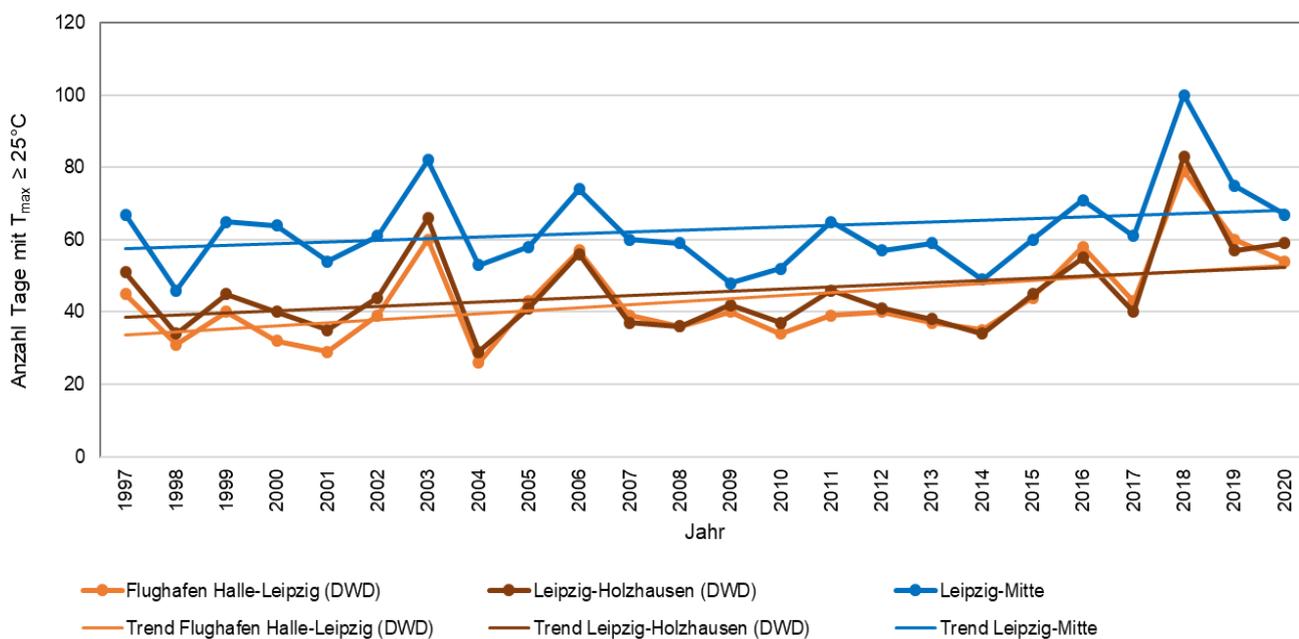


Abbildung 60: Entwicklung der Anzahl von Sommertagen am Beispiel der Stadt Leipzig

Für den Vergleich wurden die Ereignistage an DWD-Stationen auf der Basis von Stundenmittelwerten berechnet, da die Luftgütestationen im Gegensatz zu denen des DWD nicht über Einrichtungen zur Erfassung der Maximal- und Minimaltemperaturen verfügen.

⁸ <https://www.luft.sachsen.de/meteorologische-vergleichsmessungen-in-radebeul-wahnsdorf-23018.html>

Im Ergebnis der ersten Auswertungen für Luftgüte- und DWD-Stationen kann festgehalten werden:

- Der Trend bei der zeitlichen Entwicklung der Ereignistage (Beispiel Sommertage; vgl. Abbildung 60) verläuft sowohl an der sächsischen Messstation als auch an den beiden Messstationen DWD sehr ähnlich. Die Anzahl der Sommertage im Zentrum der Stadt (Station Leipzig-Mitte) liegt jedoch höher als an den Stationen des DWD am Stadtrand.
- Die absolute Höhe des Unterschieds ist abhängig von den Bedingungen vor Ort.
- Die zeitliche Entwicklung der Unterschiede in den Tagesgängen zeigt keine deutliche Zunahme des Wärmeinseleffektes über die jeweils verfügbaren Vergleichszeiträume.

Die Auswertungen werden fortgesetzt. Zusätzlich zu den vorliegenden Langzeitdaten sind zukünftig Projekte mit mobilen Messungen, die Einbeziehung von punktuellen Messungen – z. B. an interessierten Schulen im Rahmen der Initiative "Klimaschulen"⁹ - aber auch der Einsatz komplexerer Stadtklimamodelle oder die Einbeziehung von Fernerkundungsdaten angedacht.

⁹ <https://www.klima.sachsen.de/klimaschulen-in-sachsen-12616.html>

Literaturverzeichnis

- CARSLAW, D. C., and ROPKINS, K. (2012): "openair — An R package for air quality data analysis." *Environmental Modelling & Software* 27–28 (0): 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.09.008>.
- CEN 16243 (2011): Außenluftqualität - Leitfaden zur Messung von auf Filtern abgeschiedenem elementarem Kohlenstoff (EC) und organisch gebundenem Kohlenstoff (OC); deutsche Fassung CEN/TR 16243, 2011
- Dresden (2019): Luftreinhalteplan 2017, https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/luft/Aktueller_Luftreinhalteplan.php?pk_campaign=Shortcut&pk_kwd=luftreinhalteplan, abgerufen am 28.07.2021
- IARC (2012): International Agency for Research on Cancer, Diesel engine exhaust carcinogenic, World Health Organisation, Press release N°213, 12.06.2012
- KUNSCH, H. R. (1989): "The Jackknife and the Bootstrap for General Stationary Observations." *Annals of Statistics* 17 (3): 1217–41.
- 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/luftreinhaltung/luftreinhalteplan-der-stadt-leipzig/>, abgerufen am 28.07.2021
- PAUSCH, A. et al. (2019): Luftqualität in Sachsen - Jahresbericht 2018, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/34122>
- PLAß-DÜLMER, C. (13.07.2020): „Reduktion von Stickoxiden in deutschen Städten nach Corona-Lockdown – Materialien, Methoden und Analysen zum GAW Brief 76 des DWD“
- SEN, P. K. (1968): "Estimates of Regression Coefficient Based on Kendall's Tau." *Journal of the American Statistical Association* 63(324): 1379–89.
- THEIL, H. (1950): "A Rank Invariant Method of Linear and Polynomial Regression Analysis, I, II, III." *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie Wetenschappen, Series A – Mathematical Sciences* 53: 386–92, 521–25, 1397–1412
- UBA (2016): Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe - Umweltschädlich! Giftig! Vermeidbar? <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/polyzyklische-aromatische-kohlenwasserstoffe>, abgerufen am 25.05.2021
- UBA (2020): Nasse Deposition saurer und säurebildender Regeninhaltsstoffe <http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/nasse-deposition-saurer-saeurebildender>, abgerufen am 06.07.2021
- UBA (2021): Finale Daten zur Stickstoffdioxid-Belastung 2020: Rückgang setzt sich fort, <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/finale-daten-zur-stickstoffdioxid-belastung-2020>, abgerufen am 28.07.2021
- VDI 2465-1 (1996-12): Messen von Ruß (Immission) - Chemisch-analytische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes nach Extraktion und Thermodesorption des organischen Kohlenstoffes.
- WIEDENSOHLER, A. et al. (2012): Mobility particle size spectrometers: harmonization of technical standards and data structure to facilitate high quality long-term observations of atmospheric particle number size distributions. *Atmos. Meas. Tech.*, 5, 657–685, 29 March 2012. <http://www.atmos-meas-tech.net/5/657/2012/amt-5-657-2012.html>
- WIOŚ-Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska - Luftüberwachungssystem Niederschlesien (2021): [WIOŚ - Prezentacja pomiarów \(pios.gov.pl\)](https://www.wios.gov.pl), abgerufen am 26.05.2021

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 2020 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	48	16	8	-	-	-	12	-
Bautzen	-	53	13	3	-	-	-	13	-
Borna	-	-	15	9	-	-	-	14	-
Brockau	-	--	7	1	-	-	-	11	-
Carlsfeld	-	66	-	-	-	-	-	8*	-
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	28	22	-	-	-	16	9
Chemnitz-H.-Link Str.	-	52	10	2	-	-	-	11	-
Collnberg	-	62	7	1	-	-	-	11	7
Dresden-Bergstr.	-	40	29	29	-	-	-	17	10
Dresden-Nord	-	44	22	11	0.7	1.4	1.4	17	10
Dresden-Winckelmannstr.	2.1	49	15	3	-	-	-	14	9
Fichtelberg	1.1	--	-	-	-	-	-	-	-
Freiberg	-	-	19	11	-	-	-	13	-
Glauchau	-	-	15	8	-	-	-	14	-
Görlitz	1.5	-	18	17	0.9	1.6	1.5	16	-
Klingenthal	0.8	-	9	3	0.7	0.9	0.8	11	-
Leipzig-Lützner Str.	-	-	28	18	-	-	-	19	-
Leipzig-Mitte	1.8	--	28	25	0.7	1.8	1.5	19	10
Leipzig-Thekla	-	--	-	-	-	-	-	-	-
Leipzig-West	-	51	12	2	-	-	-	13	8
Niesky	-	54	7	1	-	-	-	13	9
Plauen-DWD	-	--	-	-	-	-	-	-	-
Plauen-Süd	-	-	17	15	-	-	-	13	-
Radebeul-Wahnsdorf	-	57	10	2	-	-	-	13	-
Schkeuditz	-	52	-	-	-	-	-	-	-
Schwartenberg	2.6	68	5	1	0.5	0.3	0.2	9	-
Zinnwald	3.4	69	6	1	-	-	-	-	-
Zittau-Ost	1.8	48	10	2	-	-	-	15	-
Zwickau-Werdauer Str.	-	-	18	10	-	-	-	14	-

- = keine Messung; = -- Messung ungültig / Ausfall der Messung / Verfügbarkeit zu gering

Wenn nicht anders angegeben beträgt die Verfügbarkeit der Daten zur Ermittlung des Jahresmittelwertes mindestens 90 Prozent

*Verfügbarkeit 89,4 Prozent

Tabelle A 2: SO₂-Monatsmittelwerte [µg/m³] 2020

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	1.5	0.8	2.0	1.7	1.1	1.3	0.9	1.3	1.4	1.0	1.8	2.4	1.4
Dresden-Winckelmannstr.	3.8	1.7	2.2	2.6	1.9	1.8	2.3	1.5	1.7	1.1	2.4	2.0	2.1
Fichtelberg	0.7	0.7	1.9	1.7	0.8	1.5	0.8	1.3	1.2	0.7	0.8	1.1	1.1
Görlitz	2.2	1.3	1.9	1.9	1.0	0.8	1.3	1.2	1.7	1.5	1.8	1.9	1.5
Klingenthal	0.8	0.7	1.3	1.1	0.7	0.6	0.6	0.8	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8
Leipzig-Mitte	1.7	1.7	1.6	1.9	1.4	1.5	1.8	1.9	2.4	2.0	1.7	1.7	1.8
Schwartenberg	3.9	1.5	3.7	2.5	1.0	2.1	1.7	2.9	3.4	1.6	2.3	4.5	2.6
Zinnwald	4.3	3.2	3.3	2.7	1.3	2.5	3.9	2.9	5.1	2.6	5.7	3.6	3.4
Zittau-Ost	2.9	1.6	2.6	2.5	1.4	1.4	1.3	1.1	1.6	1.5	1.3	1.9	1.8

Tabelle A 3: O₃-Monatsmittelwerte [µg/m³] 2020

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg	38	60	55	67	59	54	54	58	41	33	27	28	48
Bautzen	36	56	57	74	67	62	63	67	56	37	30	34	53
Brockau	-	-	-	-	-	-	-	72	61	42	33	28	--
Carlsfeld	59	67	71	87	74	75	69	81	67	50	48	43	66
Chemnitz-H.-Link Str.	40	59	60	74	64	61	60	63	52	37	28	29	52
Collmberg	45	62	67	87	75	75	71	81	69	44	34	30	62
Dresden-Bergstraße	23	46	46	58	53	48	50	53	39	25	18	22	40
Dresden-Nord	22	47	49	65	59	56	55	61	43	27	17	23	44
Dresden-Winckelmannstr.	29	56	55	69	64	61	61	67	49	31	20	24	49
Fichtelberg	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Leipzig-Mitte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	18	--
Leipzig-Thekla	29	51	51	61	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Leipzig-West	34	57	57	71	65	64	61	70	54	37	25	22	51
Niesky	39	59	63	77	70	64	63	65	53	38	31	30	54
Plauen-DWD	33	52	52	68	61	55	-	-	-	-	-	-	-
Radebeul-Wahnsdorf	36	59	62	81	73	71	70	75	63	40	29	29	57
Schkeuditz	37	58	58	70	63	65	60	71	53	38	26	22	52
Schwartenberg	56	66	72	92	81	77	75	88	77	51	47	35	68
Zinnwald	55	66	73	93	83	82	76	89	76	50	45	35	69
Zittau-Ost	36	53	52	64	62	57	55	57	44	36	28	32	48

= -- Messung ungültig / Ausfall der Messung / Verfügbarkeit zu gering, = - keine Messung am Standort

Tabelle A 4: NO-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	16	5	7	4	5	5	5	4	10	12	15	11	8
Bautzen	4	3	4	3	3	3	3	3	5	4	4	3	3
Borna	16	5	8	6	4	5	4	4	9	10	16	17	9
Brockau	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
Chemnitz-Leipziger Straße	40	21	18	11	11	13	15	13	24	28	41	27	22
Chemnitz-H.-Link Str.	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	5	3	2
Collmburg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Dresden-Bergstr.	48	29	25	15	19	25	25	25	35	42	39	26	29
Dresden-Nord	23	13	11	7	6	7	8	7	11	14	18	10	11
Dresden.-Winckelmannstr.	9	2	3	2	1	2	1	1	2	3	6	3	3
Freiberg	20	9	10	6	5	6	6	6	10	14	19	17	11
Glauchau	16	5	7	5	4	4	4	4	8	8	20	18	8
Görlitz	24	16	15	13	15	12	16	12	20	22	22	18	17
Klingenthal	8	3	3	3	2	2	2	2	4	3	7	2	3
Leipzig-Lützner Str.	27	12	16	14	14	14	13	13	21	19	29	23	18
Leipzig-Mitte	47	29	22	15	18	20	23	19	26	30	32	25	25
Leipzig-West	4	2	2	2	1	1	1	1	2	2	5	5	2
Niesky	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Plauen-Süd	21	11	15	13	11	13	12	13	20	15	19	17	15
Radebeul-Wahnsdorf	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	2
Schwartenberg	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Zinnwald	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
Zittau-Ost	2	1	2	3	1	1	1	1	3	2	2	3	2
Zwickau-Werdauer Straße	16	8	9	5	5	5	6	5	9	10	18	20	10

Tabelle A 5: NO₂-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	23	11	16	15	13	13	12	14	19	15	20	17	16
Bautzen	18	12	15	14	12	11	9	11	15	12	15	12	13
Borna	21	12	15	14	11	12	11	13	17	14	19	20	15
Brockau	10	4	8	8	6	5	5	6	7	7	10	12	7
Chemnitz-Leipziger Straße	37	25	25	27	23	20	24	26	34	29	35	27	28
Chemnitz-H.-Link Straße	17	10	10	9	8	7	7	7	9	9	16	13	10
Collmburg	11	5	6	5	5	4	4	6	6	6	11	11	7
Dresden-Bergstr.	36	25	26	23	22	27	28	33	37	30	32	25	29
Dresden-Nord	31	21	24	20	18	18	19	19	25	23	26	20	22
Dresden-Winckelmannstraße	23	12	15	14	11	11	10	11	17	15	21	18	15
Freiberg	27	17	20	19	14	14	14	16	23	20	24	22	19
Glauchau	20	12	16	15	12	11	11	13	18	14	19	20	15
Görlitz	21	16	18	18	18	15	18	17	21	17	18	18	18
Klingenthal	16	10	10	8	6	6	5	6	8	8	12	10	9
Leipzig-Lützner Str.	32	23	29	31	28	28	25	30	34	24	28	25	28
Leipzig-Mitte	34	26	26	26	24	26	26	29	34	27	28	25	28
Leipzig-West	17	9	11	11	9	9	8	10	13	10	16	16	12
Niesky	12	6	7	6	5	5	5	6	7	7	10	11	7
Plauen-Süd	22	15	17	16	14	16	15	18	19	16	18	17	17
Radebeul-Wahnsdorf	20	9	10	9	6	6	6	8	9	10	17	15	10
Schwartenberg	8	4	6	5	4	3	3	4	5	6	7	9	5
Zinnwald	9	6	6	5	5	4	4	5	6	6	9	10	6
Zittau-Ost	14	9	12	12	7	7	7	8	11	9	11	10	10
Zwickau-Werdauer Straße	23	16	20	17	15	14	14	16	21	17	22	23	18

Tabelle A 6: Benzol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Dresden-Nord	1.5	0.7	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	1.0	1.2	0.7
Görlitz	1.4	0.9	1.1	0.9	0.6	0.5	0.6	0.6	0.9	0.9	1.3	1.5	0.9
Klingenthal	1.5	0.7	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	1.3	1.0	0.7
Leipzig-Mitte	1.0	0.7	0.8	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.7	1.1	1.2	0.7
Schwartenberg	0.7	0.4	0.6	0.4	0.2	--	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	1.2	0.5

Tabelle A 7: Toluol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Dresden-Nord	2.0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.3	1.3	1.5	2.1	1.6	1.7	1.3	1.4
Görlitz	1.9	1.3	1.5	1.4	1.2	1.4	1.6	1.6	2.1	1.6	1.7	1.5	1.6
Klingenthal	1.3	0.6	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.8	1.1	0.9	1.2	0.7	0.9
Leipzig-Mitte	1.9	1.2	1.4	1.2	1.5	1.9	1.9	1.8	2.5	2.3	2.1	1.6	1.8
Schwartenberg	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	--	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7	0.3

Tabelle A 8: Xylol-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Dresden-Nord	2.2	1.1	1.3	1.2	1.0	1.1	1.1	1.1	1.9	1.4	1.8	1.0	1.4
Görlitz	1.7	1.5	1.3	1.4	1.3	1.3	1.6	1.5	2.0	1.5	1.6	1.2	1.5
Klingenthal	1.2	0.6	0.9	1.0	0.7	0.6	0.6	0.7	1.0	0.8	1.0	0.6	0.8
Leipzig-Mitte	1.7	1.0	1.1	1.0	1.2	1.6	1.6	1.5	2.3	2.0	1.8	1.4	1.5
Schwartenberg	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	--	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2

= -- Verfügbarkeit zu gering

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

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Chemnitz-Leipziger Staße.	12	5	10	13	9	9	8	10	9	7	11	10	9
Collmberg	8	4	9	10	6	6	5	8	6	5	7	9	7
Dresden-Bergstr.	16	6	10	12	8	8	8	10	9	8	12	14	10
Dresden-Nord	16	6	11	12	8	8	7	10	9	8	12	13	10
Dresden-Winckelmannstr.	15	5	10	12	7	7	6	8	8	7	11	14	9
Leipzig-Mitte	15	6	11	13	8	9	8	11	9	7	11	13	10
Leipzig-West	12	5	10	10	6	7	6	9	7	6	10	12	8
Niesky	12	5	11	10	7	7	6	9	8	7	11	13	9

Tabelle A 10: PM₁₀-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2020

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz**	13	7	15	17	12	11	10	13	13	9	12	12	12
Bautzen**	17	8	17	20	11	11	10	8	10	10	15	15	13
Borna*	17	9	15	20	13	14	13	16	14	11	15	17	14
Brockau*	11	6	12	17	10	10	10	13	11	7	10	10	11
Carlsfeld**	8	7	12	14	10	--	7	--	8	5	5	6	8***
Chemnitz-Leipz. Str.*	20	10	17	23	15	15	14	16	16	12	18	15	16
Chemnitz-H.-Link Str.*	12	6	13	18	11	11	11	12	12	8	11	10	11
Collmburg*	12	7	13	16	9	10	9	13	11	8	11	11	11
Dresden-Bergstraße*	23	11	18	21	14	14	15	17	17	14	18	18	17
Dresden-Nord*	24	13	19	22	14	15	15	17	17	13	18	17	17
Dresden-Winckelmannstraße*	19	8	15	18	11	11	11	14	13	11	16	16	14
Freiberg*	15	8	15	20	12	12	12	14	13	9	12	13	13
Glauchau**	18	9	17	20	13	12	12	13	14	10	17	18	14
Görlitz*	20	10	19	23	14	14	15	17	17	13	18	18	16
Klingenthal**	16	7	12	14	10	9	8	10	10	9	14	11	11
Leipzig-Lützner Straße*	24	12	19	25	17	17	16	19	20	14	20	19	19
Leipzig-Mitte*	25	14	19	26	15	17	16	19	20	15	20	18	19
Leipzig-West*	17	8	14	18	10	12	11	14	13	10	14	14	13
Niesky*	15	8	14	16	10	11	10	13	13	11	15	15	13
Plauen-Süd*	14	8	14	19	13	12	11	14	14	9	13	13	13
Radebeul-Wahnsdorf*	16	8	14	17	11	11	12	14	13	11	14	14	13
Schwartenberg*	8	5	11	16	10	10	9	12	11	7	6	8	9
Zittau-Ost*	19	8	20	22	11	12	12	15	15	11	16	15	15
Zwickau-Werdauer Str.*	17	9	16	20	13	13	12	14	14	10	16	16	14

* = High-Volume-Sampler-Werte

** = kontinuierliche Messung (TEOM)

*** = *Verfügbarkeit 89.4 %

= -- Verfügbarkeit zu gering

Tabelle A 11: Jahresmittelwerte und maximale Tagesmittelwerte von Schwermetallen im PM₁₀ [ng/m³] 2020

Station	Pb		As		Cd		Ni		Cr	
	JMW	max TMW	JMW	max TMW	JMW	max TMW	JMW	max TMW	JMW	max TMW
Borna	3.7	16	0.5	1.8	0.1	0.4	0.9	2.8	3.9	14.3
Chemnitz-H.-Link Straße	3.3	10	0.5	1.8	0.2	2.5	0.8	2.5	2.2	15.6
Dresden-Nord	4.8	24	0.8	3.9	0.2	1.7	1.2	3.8	5.6	19.3
Freiberg	11.5	103	0.8	4.9	0.3	1.7	0.8	3.2	3.2	12.8
Görlitz	6.8	128	1.1	11.5	0.2	5.6	0.9	5.6	4.0	11.7
Leipzig-Lützner Straße	5.2	18	0.6	3.1	0.1	1.0	1.6	7.2	8.2	37.1
Leipzig-Mitte	4.0	14	0.6	2.7	0.1	1.0	1.6	4.2	6.8	39.8
Radebeul-Wahnsdorf	3.6	11	0.6	3.0	0.1	0.5	0.8	3.0	2.0	5.2
Schwartenberg	1.8	7	0.5	1.3	0.1	0.4	0.8	3.4	1.6	5.6
Zittau-Ost	5.4	26	1.3	7.8	0.2	0.7	0.9	11.4	1.8	5.8

Tabelle A 12: Jahresmittelwerte und maximale Tagesmittelwerte von PAK im PM₁₀ [ng/m³] 2020

Station	BaP		BaA		BeP		BbF		BjF	
	JMW	max TMW								
Borna	0.3	2.7	0.2	1.8	0.4	3.2	0.5	3.8	0.3	2.5
Chemnitz-Leipziger Str.	0.3	3.5	0.2	1.7	0.4	3.9	0.5	4.5	0.3	3.0
Chemnitz-H.-Link Straße	0.3	2.2	0.1	1.3	0.3	2.6	0.4	3.0	0.3	2.0
Dresden-Bergstraße	0.3	3.1	0.2	1.5	0.4	3.9	0.5	4.9	0.4	3.1
Dresden-Nord	0.3	3.0	0.2	1.5	0.4	3.8	0.6	4.6	0.4	3.0
Freiberg	0.2	2.4	0.1	1.4	0.3	3.0	0.4	3.6	0.3	2.3
Görlitz	0.5	6.6	0.4	10.0	0.6	4.6	0.8	5.9	0.5	3.7
Leipzig-Lützner Straße	0.3	2.5	0.2	1.5	0.4	3.0	0.5	3.4	0.3	2.3
Leipzig-Mitte	0.2	1.8	0.1	1.3	0.3	2.4	0.4	2.7	0.2	1.8
Radebeul-Wahnsdorf	0.3	2.7	0.2	1.3	0.4	3.5	0.5	4.0	0.3	2.6
Schwartenberg	0.1	0.7	0.1	0.7	0.1	1.0	0.2	1.2	0.1	0.8
Zittau-Ost	0.7	4.0	0.5	4.7	0.8	4.7	1.0	5.6	0.7	3.6

Fortsetzung Tabelle A 12

Station	BkF		Cor		Flu		DbA		InP	
	JMW	max TMW	JMW	max TMW	JMW	max TMW	JMW	max TMW	JMW	max TMW
Borna	0.3	2.3	0.2	1.3	0.3	2.7	0.06	0.51	0.4	3.0
Chemnitz-Leipziger Straße.	0.3	2.8	0.2	0.9	0.3	2.3	0.05	0.37	0.4	2.9
Chemnitz-H.-Link Straße	0.2	1.8	0.1	1.3	0.3	2.3	0.05	0.41	0.3	2.4
Dresden-Bergstraße	0.3	2.9	0.2	1.1	0.4	2.7	0.06	0.47	0.4	2.7
Dresden-Nord	0.3	2.8	0.2	1.1	0.4	2.9	0.06	0.47	0.4	2.5
Freiberg	0.2	2.1	0.1	1.0	0.3	2.4	0.05	0.60	0.3	2.4
Görlitz	0.4	3.7	0.2	2.6	0.6	8.0	0.10	1.40	0.5	6.8
Leipzig-Lützner Straße	0.3	2.1	0.2	1.3	0.3	2.8	0.06	0.47	0.3	2.4
Leipzig-Mitte	0.2	1.7	0.1	1.1	0.3	2.7	0.05	0.43	0.3	2.4
Radebeul-Wahnsdorf	0.3	2.3	0.2	1.2	0.3	3.0	0.06	0.49	0.3	2.3
Schwartenberg	0.1	0.6	0.1	0.5	0.2	2.1	0.03	0.19	0.1	1.2
Zittau-Ost	0.6	3.4	0.3	1.4	0.7	5.8	0.11	0.66	0.7	3.6

Tabelle A 13: Schwermetalle und Arsen im PM₁₀ (Jahresvergleich 2016 bis 2020 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				
	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
Borna	-	-	-	3	4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5
Chemnitz-H.-Link Str.*	7	4	5	5	3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5
Dresden-Nord	7	6	6	6	5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	1.3	1.2	1.3	0.9	0.8
Freiberg	11	12	14	11	12	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	1.3	1.0	1.3	1.2	0.8
Görlitz	-	-	-	8	7	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	2.2	1.7	2.2	1.2	1.1
Leipzig-Lützner Str.	-	-	-	5	5	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.9	0.8	0.8	0.6	0.6
Leipzig-Mitte	6	6	6	5	4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.9	0.8	0.8	0.6	0.6
Radebeul-Wahnsdorf	6	5	6	4	4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	1.1	1.0	1.0	0.7	0.6
Schwartenberg	3	3	3	2	2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5
Zittau-Ost	-	-	-	7	5	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	1.6	2.0	2.3	1.3	1.3

Station	Jahresmittelwert [ng/m ³]									
	Cr					Ni				
	Zielwert: 20 ng/m ³									
	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
Borna	3.2	3.2	2.8	2.3	3.9	1.2	0.9	1.0	1.0	0.9
Chemnitz-H.-Link Str.	2.8	1.2	1.5	1.5	2.2	1.3	0.8	1.0	1.0	0.8
Dresden-Nord	4.5	5.2	5.6	5.5	5.6	1.4	1.2	1.2	1.3	1.2
Freiberg	2.6	2.0	2.7	2.6	3.2	1.3	0.8	1.0	1.2	0.8
Görlitz	3.6	3.8	3.9	3.8	4.0	1.4	1.1	1.1	1.2	0.9
Leipzig-Lützner Str.	7.0	6.9	8.2	7.6	8.2	1.8	1.5	1.2	1.3	1.6
Leipzig-Mitte	6.5	7.4	6.9	6.7	6.8	1.9	1.9	1.3	1.4	1.5
Radebeul-Wahnsdorf	2.6	1.5	2.0	1.8	2.0	1.2	0.8	1.0	1.1	0.8
Schwartenberg	2.5	1.1	1.2	1.5	1.6	1.2	0.8	1.0	1.1	0.8
Zittau-Ost	2.5	1.3	1.6	1.5	1.8	1.3	1.0	1.0	1.0	0.9

Tabelle A 14: BaP im PM₁₀ (Jahresvergleich)

Station	BaP-Jahresmittelwert [ng/m ³] Zielwert: 1 ng/m ³									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Borna	0.5	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
Chemnitz-Leipziger Str.	0.7	0.7	0.7	0.6	--	--	0.4	0.4	0.3	0.3
Chemnitz-H.-Link Str.*	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3
Dresden-Bergstr.	0.6	0.7	0.7	0.6	0.3	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3
Dresden-Nord	0.6	0.8	0.6	0.7	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3
Freiberg	0.5	0.5	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2
Görlitz	1.1	1.3	1.2	1.2	0.8	1.2	1.0	1.1	0.6	0.5
Leipzig-Lützner Straße	0.6	0.7	0.5	0.7	0.3	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3
Leipzig-Mitte	0.5	0.6	0.4	0.6	0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2
Radebeul-Wahnsdorf	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5	0.3	0.3
Schwartenberg	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
Zittau-Ost	1.2	1.4	1.3	1.2	0.9	1.2	1.4	1.1	0.7	0.7

= -- Verfügbarkeit 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.

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

Station	EC-Jahresmittelwerte					OC-Jahresmittelwerte				
	[µg/m ³]									
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Brockau	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	-	-	-	3.0	2.9
Chemnitz-Leipziger Str.	--	1.0	0.9	0.7	0.8	-	-	-	4.2	4.0
Collmberg	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	3.0	2.6	3.5	2.8	2.9
Dresden-Bergstr.	1.4	1.2	1.2	0.9	0.8	4.8	4.0	5.0	4.3	4.0
Dresden-Nord	0.7	0.7	0.8	0.6	0.6	4.6	4.0	5.1	4.4	4.2
Dresden-Winkelmannstr.	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	3.9	3.4	4.5	3.9	3.7
Görlitz	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	-	-	-	4.9	4.3
Leipzig-Lützner Straße	1.2	1.0	1.1	0.8	0.8	5.2	4.5	5.5	4.6	4.3
Leipzig-Mitte	1.0	1.0	0.9	0.7	0.6	4.7	4.1	4.9	4.2	4.0
Leipzig-West	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	3.6	3.1	4.0	3.3	3.3
Niesky	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	..-	-	-	3.8	3.7
Radebeul-Wahnsdorf	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	3.6	3.3	4.2	3.5	3.4
Schwartenberg	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	-	-	-	2.8	2.5

Fortsetzung Tabelle 15

Station	max. EC-Tagesmittelwerte					max. OC-Tagesmittelwerte				
	[µg/m³]									
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Brockau	0.7	1.2	0.9	1.7	0.7	-	-	-	16.0	6.0
Chemnitz-Leipziger Str.	3.8	3.9	2.8	2.2	2.2	-	-	-	12.2	9.2
Collnberg	1.1	1.3	0.8	0.7	0.7	11	10	8	7.0	5.9
Dresden-Bergstr.	2.6	2.8	3.5	2.3	2.0	13	13	11	14.0	8.6
Dresden-Nord	2.1	2.2	2.5	1.7	2.3	11	12	10	11.9	8.9
Dresden-Winckelmannstr.	1.2	1.4	2.5	1.8	1.6	10	12	10	12.8	8.2
Görlitz	2.7	2.8	2.2	2.7	3.2	-	-	-	12.6	12.2
Leipzig-Lützner Straße	3.2	2.9	2.9	2.0	2.2	15	19	11	9.8	8.2
Leipzig-Mitte	2.7	2.3	2.5	2.0	1.5	12	19	9	8.6	7.9
Leipzig-West	1.6	2.0	1.5	1.0	1.1	11	15	9	7.9	6.6
Niesky	2.2	2.6	1.4	1.2	1.1	-	-	-	10.2	8.0
Radebeul-Wahnsdorf	1.0	1.4	1.0	1.5	0.9	10	12	9	10.1	6.9
Schwartenberg	0.6	1.0	0.9	1.1	0.7	-	-	-	8.3	5.4

Messung nach EUSAAR-2-Protokoll Transmission

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

Tabelle A 16: BC-Jahresmittelwerte [µg/m³]

Station	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
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
Dresden-Winckelmannstraße	1.2	1.1	1.1	0.9	0.8	0.7	0.8	0.6	0.6

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

Tabelle A 17: Anzahl Tage mit 8-Stundenmittel der Ozonkonzentration größer 120 µg/m³

Station	Anzahl der Tage 8h > 120 µg/m ³									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Annaberg-Buchholz	6	2	9	7	16	5	4	11	12	4
Bautzen	10	12	11	15	32	9	4	38	19	7
Carlsfeld	27	31	26	18	47	29	12	52	33	12
Chemnitz-H.-Link Str.*	18	12	14	14	35	16	10	41	26	8
Collmberg	18	19	19	27	35	18	11	51	26	15
Dresden-Bergstraße	-	-	-	-	-	-	0	3	3	1
Dresden-Nord	5	5	5	8	24	12	3	21	10	3
Dresden-Winckelmannstr.	11	11	16	16	32	18	10	38	25	10
Fichtelberg	40	52	-	37	55	48	22	80	--	--
Leipzig-Thekla	12	9	10	11	19	9	2	28	12	--
Leipzig-West	15	15	15	18	27	19	10	43	21	15
Niesky	25	20	20	16	41	15	10	41	17	11
Plauen-DWD	15	--	17	15	27	13	6	35	12	--
Radebeul-Wahnsdorf	20	21	17	16	33	20	12	28	25	18
Schkeuditz	17	18	17	20	28	25	13	49	31	19
Schwartenberg	28	27	33	30	43	36	21	60	41	22
Zinnwald	33	33	29	23	42	31	24	75	35	23
Zittau-Ost	10	17	12	9	21	6	8	33	8	6

Station	3-Jahresmittelwert									
	09-11	10-12	11-13	12-14	13-15	14-16	15-17	16-18	17-19	18-20
Annaberg-Buchholz	6	6	6	6	11	9	8	7	9	9
Bautzen	12	13	11	13	19	19	15	17	20	21
Carlsfeld	29	30	28	25	30	31	29	31	32	32
Chemnitz-Mitte/H.-Link Str.*	16	18	15	13	21	22	10	26	26	25
Collmberg	22	22	19	22	27	27	21	27	29	31
Dresden-Bergstraße	-	-	-	-	-	-	0	2	2	2
Dresden-Nord	6	7	5	6	12	15	13	12	11	11
Dresden-Winckelmannstr.	13	15	13	14	21	22	20	22	24	24
Fichtelberg	45	46	46	45	46	47	42	50	51	--
Leipzig-Thekla**	12	15	10	10	13	13	10	13	14	20
Leipzig-West	16	19	15	16	20	21	19	24	25	26
Niesky	19	22	22	19	26	24	22	22	23	23
Plauen-DWD**	18	18	16	16	20	18	15	18	18	24
Radebeul-Wahnsdorf	18	22	19	18	22	23	22	20	22	24
Schkeuditz	17	19	17	18	22	24	22	29	31	33
Schwartenberg	27*	27*	29	30	35	36	33	39	41	41
Zinnwald	30	34	32	28	31	32	32	43	45	44
Zittau-Ost	12	15	13	13	14	12	12	16	16	16

-- = 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.,

**Leipzig-Thekla, Plauen-DWD: 2-Jahresmittelwert 2018 und 2019

Tabelle A 18: Entwicklung des AOT 40

Station	AOT40 [(µg/m³)·h] Mai bis Juli									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Carlsfeld	18.414	18.277	16.199	17.804	22.955	16.424	15.554	25.044	20.465	9.827
Collmberg	13.422	13.667	8.327	15.233	15.931	11.082	10.648	24.334	17.292	8.551
Fichtelberg	21.600	27.034	17.608	22.671	26.054	20.600	18.142	28.883	--	--
Leipzig-Thekla	11.559	9.292	8.601	12.795	11.429	7.034	7.504	18.891	12.171	--
Niesky	18.904	16.619	--	16.106	21.010	14.155	13.184	25.119	16.169	9.088
Plauen-DWD	13.595	9.824	9.765	14.812	16.442	11.390	11.663	20.170	13.185	--
Radebeul-Wahnsdorf	15.551	14.016	11.099	15.918	18.061	13.139	14.159	19.771	19.614	10.367
Schkeuditz	15.455	14.283	11.323	15.163	17.767	15.538	12.275	26.015	18.709	9.015
Schwartenberg	16.743	16.460	16.720	20.632	25.049	15.630	16.492	25.304	22.289	8.662
Zinnwald	18.478	20.611	18.590	20.370	21.490	15.971	19.870	29.864	22.607	10.161
Zittau-Ost	12.983	16.494	9.929	12.312	14.565	11.020	12.593	22.284	14.162	7.040

-- = Verfügbarkeit der Messdaten zu gering

Station	AOT40 [(µg/m³)·h] Mai bis Juli 5-Jahresmittel									
	2007-2011	2008-2012	2009-2013	2010-2014	2011-2015	2012-2016	2013-2017	2014-2018	2015-2019	2016-2020
Carlsfeld	19.322	19.006	17.690	18.586	18.730	18.332	17.787	19.556	20.088	17.463
Collmberg	15.182	14.931	12.694	13.799	13.316	12.848	12.244	15.446	15.857	14.381
Fichtelberg	24.641	25.111	22.297	23.487	22.993	22.793	21.015	23.270	23.420	18.804
Leipzig-Thekla	12.913	12.251	11.001	12.287	10.735	9.830	9.473	11.531	11.406	11.400
Niesky	17.014	16.603	15.573	17.173	18.160	16.481	15.794	17.915	17.927	15.543
Plauen-DWD	14.526	14.080	12.678	13.111	12.888	12.447	13.171	15.772	14.570	14.102
Radebeul-Wahnsdorf	16.220	15.473	14.158	15.324	14.929	14.447	14.475	16.210	16.949	15.410
Schkeuditz	15.376	15.084	13.654	14.948	14.798	14.815	14.413	17.352	18.061	16.310
Schwartenberg	18.439	17.293	16.380	18.201	19.121	18.898	18.905	20.621	20.953	17.675
Zinnwald	19.665	19.540	18.826	20.480	19.908	19.406	19.258	21.513	21.960	19.695
Zittau-Ost	12.770	13.348	12.515	13.306	13.257	12.864	12.084	14.555	14.925	13.420

Leipzig-Thekla, Plauen-DWD: 4-Jahresmittelwert 2016 bis 2019

Fichtelberg: 3-Jahresmittelwert 2016 bis 2018

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

Station	AOT40 [(µg/m³)·h] April bis September									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Carlsfeld	31.369	33.108	30.557	25.226	41.739	31.615	21.073	46.315	35.839	26.256
Collmberg	23.216	23.841	19.407	22.070	30.629	21.983	15.148	44.062	31.558	23.837
Fichtelberg	37.374	44.108	35.963	35.926	50.488	39.233	27.026	53.048	27.337	--
Niesky	28.621	27.559	26.426	21.611	40.133	23.244	18.018	42.229	28.705	21.702
Radebeul-Wahnsdorf	25.176	23.848	20.355	21.839	33.653	23.542	19.664	35.616	32.237	26.027
Schkeuditz	23.728	23.847	20.779	20.881	32.527	25.772	16.794	42.044	31.360	22.851
Schwartenberg	30.339	28.784	33.066	30.623	46.506	31.406	23.789	46.066	38.883	27.213
Zinnwald	32.475	34.069	34.143	29.324	42.431	31.341	28.347	54.747	38.932	27.770
Zittau-Ost	20.365	26.226	20.366	17.826	28.163	18.521	17.371	39.154	23.755	18.564

Tabelle A 20: Anzahl von Ozon-Episodentagen und Ozonepisoden (2001 bis 2020)

Jahr	Anzahl Episodentage	Anzahl Ozonepisoden	maximaler Stundenmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
2003	9	3	240
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

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 SO_2 und NO_x

Station	SO_2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (Grenzwert: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)										
	Jahr 2015	Jahr 2016	Jahr 2017	Jahr 2018	Jahr 2019	Jahr 2020	Halbjahr 2015/16	Halbjahr 2016/17	Halbjahr 2017/18	Halbjahr 2018/19	Halbjahr 2019/20
Fichtelberg	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1
Schwartenberg	6	6	5	5	4	3	6	7	5	6	4

Station	NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (Grenzwert: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)										
	Jahr 2011	Jahr 2012	Jahr 2013	Jahr 2014	Jahr 2015	Jahr 2016	Jahr 2017	Jahr 2018	Jahr 2019	Jahr 2020	
Schwartenberg	13	10	11	10	10	9	10	10	9	7	
Niesky	13	11	9	10	10	11	10	11	10	9	
Collmberg	14	12	11	11	10	11	10	10	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 2017 bis 2020

	SO ₂								NO ₂				PM ₁₀			
	er Stunden l > 350µg/m ³ (24 Stunden)				er Tage el > 125µg/m ³ (3 Tage)				er Stunden l > 200µg/m ³ (18 Stunden)				er Tage el > 50µg/m ³ (35 Tage)			
	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20
Annaberg-Buchholz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	2	0
Bautzen	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	13	10	2	2
Borna	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	18	5	2	0
Brockau	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	2	5	1	0
Carlsfeld	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0*	0	0	7	10	3	2
Chemnitz.-Hans-Link-Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	3	2	2	1
Collmburg	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	5	6	1	0
Dresden-Bergstraße	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0	0	0	19	12	4	2
Dresden-Nord	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	18	8	3	2
Dr-Winckelmannstr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	7	1	1
Fichtelberg	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Freiberg	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	3	6	2	0
Glauchau	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	13	8	7	2
Görlitz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	13	6	2
Klingenthal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	1	0
Leipzig-Lützner Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	21	23	12	1
Leipzig-Mitte	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	22	12	9	1
Leipzig-West	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	11	4	2	1
Niesky	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	8	9	2	1
Plauen-Süd	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	12	9	4	0
Radebeul-Wahnsdorf	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	10	7	1	1
Schwartenberg	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0
Zinnwald	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Zittau-Ost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	13	6	2
Zwickau-Werd.-Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	10	6	4	2

- keine Messung

Tabelle A 23: Maximalwerte und Perzentile 2020 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	6	12	32	42	64	91	20	49
Bautzen	-	-	-	-	35	56	109	23	60
Borna	-	-	-	-	39	52	68	24	48
Brockau	-	-	-	-	22	29	40	19	49
Carlsfeld	-	-	-	-	-	-	-	15	46
Chemnitz-Leipziger Straße	-	-	-	-	59	86	104	26	87
Chemnitz-H.-Link Str.	-	-	-	-	33	45	60	19	63
Collnberg	-	-	-	-	24	33	45	19	50
Dresden-Bergstr.	-	-	-	-	60	93	118	27	55
Dresden-Nord	-	-	-	-	46	68	91	28	59
Dresd.-Winckelmannstraße	8	11	14	53	40	57	74	23	52
Fichtelberg	6	9	14	39	-	-	-	-	-
Freiberg	-	-	-	-	50	71	108	23	50
Glauchau	-	-	-	-	35	58	76	25	66
Görlitz	5	6	9	25	36	60	77	27	59
Klingenthal	3	4	6	38	27	35	49	19	44
Leipzig-Lützner Str.	-	-	-	-	59	93	124	31	106
Leipzig-Mitte	4	6	10	29	65	89	131	31	101
Leipzig-West	-	-	-	-	33	50	72	22	102
Niesky	-	-	-	-	24	30	43	21	51
Plauen-Süd	-	-	-	-	38	59	71	22	44
Radebeul-Wahnsdorf	-	-	-	-	37	44	57	22	51
Schwartenberg	15	22	38	414	23	34	52	17	48
Zinnwald	20	69	57	656	25	34	51	-	-
Zittau-Ost	5	6	9	19	23	40	51	25	63
Zwickau-Werdauer Straße	-	-	-	-	40	62	73	24	67

- = keine Messung

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 2011

Station	Benzol-Jahresmittelwerte [µg/m ³] Grenzwert: 5 µg/m ³									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Dresden-Nord	1.8	1.3	1.1	1.6	1.2	0.9	1.0	1.0	0.9	0.7
Görlitz	1.6	1.5	1.9	1.8	1.2	1.4	1.2	1.1	0.9	0.9
Klingenthal	1.3	1.5	1.3	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7
Leipzig-Mitte	2.1	1.9	1.9	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.0	0.7
Schwartenberg	0.7	0.5	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5

Tabelle A 25: NO₂ Jahresmittelwerte seit 2011

Station	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (Grenzwert: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Annaberg-Buchholz	25	20	20	20	20	20	19	20	18	16
Bautzen	22	19	18	18	16	17	14	16	14	13
Borna	28	25	23	23	22	20	19	19	17	15
Brockau	13	11	11	10	10	10	9	9	7	7
Chemnitz-Leipziger Straße	46	45	43	43	--	--	38	35	33	28
Chemnitz-H.-Link Straße*	27	24	23	22	22	22	14	13	12	10
Collmberg	12	10	9	9	8	9	9	9	8	7
Dresden-Bergstraße	50	48	47	53	49	45	40	40	35	29
Dresden-Nord	39	36	34	32	32	31	30	29	27	22
Dresd.-Winckelmannstraße	24	20	20	19	18	19	18	19	17	15
Freiberg	29	25	25	25	19	21	23	23	21	19
Glauchau	25	23	23	21	20	20	20	21	18	15
Görlitz	27	23	22	22	23	24	22	22	21	18
Klingenthal	15	13	12	11	11	12	12	12	11	9
Leipzig-Lützner Straße	40	34	36	37	40	42	37	42	34	28
Leipzig-Mitte	48	46	45	40	43	42	40	38	34	28
Leipzig-West	20	19	16	17	16	17	15	16	14	12
Niesky	11	8	7	7	8	9	8	9	8	7
Plauen-Süd	29	23	25	24	23	24	22	24	21	17
Radebeul-Wahnsdorf	17	15	14	13	13	13	12	14	11	10
Schwartenberg	11	7	8	8	8	7	8	8	7	5
Zinnwald	11	8	8	8	8	6	7	7	6	6
Zittau-Ost	16	14	12	12	13	13	13	13	11	10
Zwickau-Werdauer Staße.	32	31	27	27	26	25	25	26	22	18

-- = 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 2011 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Chemnitz-Leipziger Str.	18	16	17	17	--	--	12	14	11	9
Collmberg	13	11	11	13	10	10	9	11	8	7
Dresden-Bergstr.	20	18	18	18	15	14	14	15	12	10
Dresden-Nord	19	16	17	17	14	13	14	15	11	10
Dresden-Winckelmannstr.	17	15	16	16	13	13	12	13	10	9
Leipzig-Mitte	20	18	18	18	15	15	14	15	12	10
Leipzig-West	16	13	14	15	12	12	11	12	9	8
Niesky	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9

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

Tabelle A 27: PM₁₀-Jahresmittelwerte seit 2011

Station	PM ₁₀ [µg/m ³] (Grenzwert: 40 µg/m ³)									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Annaberg-Buchholz	-	19	20	19	-	-	15	17	14	12
Bautzen	24	20	22	21	21	18	17	19	15	13
Borna	26	23	23	24	21	19	17	19	15	14
Brockau	18	16	18	17	15	14	12	16	12	11
Carlsfeld	12	11	12	11	10	9	9	13	11	8*
Chemnitz-Leipziger Str.	29	28	28	28	--	--	19	21	18	16
Chemnitz-H.-Link Str.*	22	19	20	20	17	16	13	15	12	11
Collnberg	19	16	16	18	15	14	13	16	12	11
Dresden-Bergstraße	31	28	29	30	26	24	21	23	18	17
Dresden-Nord	29	26	27	27	24	22	20	22	18	17
Dresd.-Winckelmannstr.	22	20	20	21	18	17	17	18	15	14
Freiberg	24	21	21	22	19	17	15	18	14	13
Glauchau	22	21	21	21	19	21	17	19	18	14
Görlitz	30	26	26	26	24	23	20	22	18	16
Klingenthal	17	16	16	15	16	14	13	14	13	11
Leipzig-Lützner Straße	34	29	29	30	28	27	24	28	22	19
Leipzig-Mitte	35	30	28	28	25	24	24	25	21	19
Leipzig-West	22	19	19	21	17	17	16	18	14	13
Niesky	19	18	19	19	17	16	15	18	14	13
Plauen-Süd	23	19	21	21	19	19	17	19	14	13
Radebeul-Wahnsdorf	22	19	20	20	17	16	16	18	14	13
Schwartenberg	15	14	14	14	13	10	10	13	10	9
Zinnwald	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zittau-Ost	25	23	24	24	20	19	20	22	17	15
Zwickau-Werdauer Str.	32	22	23	23	20	19	17	20	17	14

- = 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 2011 [µg/m³]

Station	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Annaberg-Buchholz	-	-	3.7	4.3	-	-	2.3	2.8	1.6	1.4
Dresden-Winckelmannstr.	4.2	4.1	4.3	4.7	3.5	2.8	3.2	3.0	2.7	2.1
Fichtelberg	3.7	3.3	5.4	3.3	2.1	2.0	1.5	2.2	1.6	1.1
Görlitz	4.8	5.9	3.9	3.8	2.9	3.3	2.3	2.5	1.7	1.5
Klingenthal	2.2	2.4	2.7	2.8	1.6	1.5	1.9	1.7	1.3	0.8
Leipzig-Mitte	2.1	3.2	3.4	3.5	3.3	2.2	2.3	2.0	1.4	1.8
Schwartenberg	9.6	7.2	8.0	9.2	5.6	5.8	5.3	5.4	3.7	2.6
Zinnwald	7.3	7.3	6.9	7.0	5.4	4.1	4.1	3.5	3.3	3.4
Zittau-Ost	-	5.0	4.7	3.9	3.2	2.3	3.0	2.8	2.1	1.8

- = keine Messung

Tabelle A 29: Ozon-Jahresmittelwerte seit 2011 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Annaberg	44	47	48	43	50	46	48	51	52	48
Bautzen	51	53	50	49	56	49	52	59	57	53
Carlsfeld	70	69	67	63	70	67	66	72	71	66
Chemnitz-Hans-Link-Str.	-	-	-	-	-	-	51	57	56	52
Collmberg	59	59	59	57	62	57	58	67	65	62
Dresden-Bergstraße							41	44	43	40
Dresden-Nord	36	37	38	37	42	40	44	48	46	44
Dresden-Winckelmannstr.	44	45	47	44	49	44	49	53	52	49
Fichtelberg	82	82	80	79	84	79	77	83	--	--
Leipzig-Thekla	42	42	44	38	42	39	41	48	46	--
Leipzig-West	47	48	48	45	51	47	49	55	52	51
Niesky	56	56	56	52	60	51	55	61	58	54
Plauen-DWD	49	49	48	45	52	47	49	54	51	--
Radebeul-Wahnsdorf	54	53	53	51	58	53	55	61	60	57
Schkeuditz	48	48	49	45	51	47	49	55	54	52
Schwartenberg	70	68	70	67	72	69	69	74	73	68
Zinnwald	72	71	70	67	72	69	71	77	74	69
Zittau-Ost	48	50	50	46	51	45	50	55	52	48

Tabelle A 30: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der O₃-Konzentration in Sachsen

Gebiet	O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]												Relation	Relation	Anzahl Messstellen
													2020/19	2020/06	
	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	[%]	[%]	
städtischer Hintergrund	46	48	47	49	49	45	51	46	50	55	54	50	94	99	5*
ländliche Gebiete	58	62	61	61	61	58	64	59	60	67	65	61	94	94	7**

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

* Schließung der Station Plauen-DWD im Juli 2020.

** ohne Station Fichtelberg (Ozondaten der Station zum Zeitpunkt der Herausgabe der Daten 2020 noch nicht endvalidiert)
Neuberechnung des städtischen bzw. des ländlichen Hintergrundes ohne die beiden genannten Stationen für den Zeitraum 2009 bis 2020. Dadurch sind geringfügige Änderungen zu Vorjahresberichtes möglich.

Tabelle A 31: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in Sachsen

Gebiet	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]												Relation	Relation	Anzahl Messstellen
	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2020/19 [%]	2020/06 [%]	
Verkehr/Hot Spots	49	47	45	42	42	45	45	44	38	39	34	28	83	50	3
städtisch/Verkehr	34	35	34	31	30	28	28	28	26	26	23	20	84	51	6
städtischer Hintergrund	22	23	22	20	19	18	17	18	16	17	15	13	86	55	8
ländliche Gebiete	12	13	12	10	10	10	9	9	9	10	8	7	90	51	4

Tabelle A 32: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration in Sachsen 2009 - 2020

Gebiet	PM ₁₀ [µg/m ³]												Relation 2020/19 [%]	Relation 2020/06 [%]	Anzahl Messstellen
	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Verkehr/Hot Spots	31	31	31	28	29	29	27	26	23	26	20	17	84	46	3
städtisch/Verkehr	28	29	30	25	25	25	22	21	19	21	17	16	91	47	6
städtischer Hintergrund	25	24	23	21	21	21	19	18	16	18	15	13	88	49	7
ländliche Gebiete	18	18	17	16	16	16	14	13	13	16	12	11	89	56	5

*Grundlage: Messstellen, an denen im betrachteten Zeitraum in der Regel durchgängig NO₂ bzw. PM₁₀ gemessen wurde (Ausfall der Station Chemnitz Leipziger Straße durch Unfall in 2015 und 2016)

Tabelle A 33: pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit des Niederschlagswassers sowie gewichtete Mittelwerte der Konzentrationen im Niederschlagswasser 2020

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	8.82	5.38	0.16	0.14	0.09	0.25	0.30	0.62	1.05	0.58	0.48	0.24	0.19
Chemnitz	9.63	5.71	0.16	0.15	0.09	0.33	0.29	0.77	1.12	0.70	0.60	0.25	0.23
Görlitz	8.94	5.32	0.13	0.08	0.09	0.23	0.23	0.62	1.23	0.75	0.48	0.28	0.25
Leipzig	11.52	5.54	0.21	0.12	0.10	0.36	0.43	0.83	1.44	0.78	0.65	0.32	0.26
Marienberg	10.54	5.64	0.21	0.09	0.09	0.32	0.39	0.82	1.45	0.83	0.64	0.33	0.28
Mittelndorf	9.86	5.52	0.22	0.10	0.11	0.34	0.41	0.63	1.18	0.74	0.49	0.27	0.25
Oschatz	9.52	5.33	0.15	0.09	0.09	0.26	0.27	0.66	1.32	0.77	0.51	0.30	0.26
Radebeul	13.08	5.57	0.12	0.10	0.09	0.28	0.22	0.68	1.18	0.60	0.53	0.27	0.20
Zinnwald	8.80	5.24	0.15	0.08	0.09	0.26	0.25	0.51	1.15	0.71	0.40	0.26	0.24

Anmerkung: Für die Station Plauen-DWD liegen nur bis Juli 2020 Messwerte vor, so dass keine Jahresmittelwerte gebildet werden konnten.

Tabelle A 34: Nasse Deposition und Jahresregenmenge 2020

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	976	1.59	1.33	0.87	2.41	6.03	10.27	5.68	2.96	4.68	2.32	7.00	1.90
Chemnitz	526	0.86	0.81	0.46	1.74	4.07	5.90	3.66	1.54	3.16	1.33	4.49	1.22
Görlitz	661	0.89	0.51	0.59	1.51	4.08	8.11	4.98	1.52	3.17	1.83	5.00	1.66
Leipzig	560	1.20	0.69	0.56	2.03	4.67	8.04	4.39	2.41	3.63	1.82	5.44	1.46
Marienberg	420	0.88	0.36	0.39	1.35	3.46	6.09	3.49	1.63	2.69	1.38	4.06	1.16
Mittelndorf	675	1.48	0.68	0.72	2.27	4.24	7.97	4.96	2.77	3.29	1.80	5.09	1.66
Oschatz	609	0.93	0.54	0.55	1.56	4.03	8.04	4.67	1.67	3.13	1.82	4.94	1.56
Radebeul	340	0.41	0.34	0.31	0.94	2.31	4.02	2.05	0.73	1.79	0.91	2.70	0.69
Zinnwald	836	1.26	0.68	0.74	2.14	4.30	9.58	5.96	2.13	3.34	2.16	5.50	1.99

Anmerkung: Für die Station Plauen-DWD liegen nur bis Juli 2020 Messwerte vor, so dass keine Jahresmittelwerte gebildet werden konnten.

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

Station	2016		2017		2018		2019		2020	
	JMW	max. MMW								
Borna	0.07	0.14	0.11	0.26	0.08	0.17	0.07	0.13	0.07	0.10
Chemnitz-Hans-Link Straße*	0.08	0.14	0.05	0.07	0.05	0.15	0.04	0.06	0.05	0.09
Dresden-Nord	0.06	0.08	0.06	0.08	0.07	0.12	0.06	0.08	0.05	0.08
Dresden-Winckelmannstraße	0.05	0.09	0.06	0.17	0.07	0.16	0.06	0.12	0.06	0.25
Freiberg	0.06	0.10	0.06	0.13	0.06	0.14	0.06	0.12	0.05	0.08
Glauchau	0.07	0.14	0.06	0.10	0.07	0.19	0.06	0.11	0.05	0.09
Görlitz	0.08	0.13	0.08	0.13	0.08	0.17	0.07	0.13	0.08	0.18
Leipzig-Mitte	0.10	0.13	0.10	0.14	0.10	0.18	0.10	0.14	0.09	0.12
Leipzig-West	0.10	0.25	0.12	0.33	0.10	0.28	0.06	0.12	0.06	0.25
Radebeul-Wahnsdorf	0.03	0.05	0.03	0.06	0.04	0.09	0.03	0.04	0.03	0.05
Zinnwald	0.04	0.08	0.04	0.06	0.04	0.08	-	0.12	0.04	0.08
Zittau-Ost	0.06	0.15	0.12	0.34	0.07	0.14	0.05	0.26	0.07	0.17
Zwickau-Werdau. Str.	0.10	0.27	0.12	0.25	0.10	0.26	0.09	0.14	0.08	0.14

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	2018				2019				2020			
	Jahresmittelwert		max. Monatsmittelwert		Jahresmittelwert		max. Monatsmittelwert		Jahresmittelwert		max. Monatsmittelwert	
	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
Borna	5	0.08	8	0.18	4	0.07	6	0.15	6	0.08	9	0.14
Chemnitz-Hans-Link Straße*	3	0.06	5	0.09	3	0.04	6	0.07	2	0.05	5	0.11
Dresden-Nord	8	0.09	19	0.16	16	0.08	111	0.11	8	0.10	16	0.37
Dresden-Winckelmannstraße	6	0.11	13	0.55	10	0.07	45	0.21	3	0.05	5	0.07
Freiberg	20	0.28	44	0.68	31	0.30	93	0.65	18	0.20	32	0.35
Glauchau	4	0.08	6	0.16	3	0.07	5	0.11	3	0.07	5	0.10
Görlitz	7	0.07	13	0.10	5	0.06	9	0.08	5	0.06	7	0.09
Leipzig-Mitte	7	0.08	11	0.11	6	0.07	9	0.11	7	0.08	10	0.15
Leipzig-West	3	0.05	6	0.08	2	0.04	5	0.07	3	0.04	4	0.08
Radebeul-Wahnsdorf	4	0.07	8	0.12	3	0.06	7	0.10	3	0.05	6	0.12
Zinnwald	5	0.10	11	0.22	--	--	10	0.12	3	0.08	5	0.17
Zittau-Ost	5	0.06	8	0.10	3	0.06	5	0.25	3	0.09	5	0.47
Zwickau-Werdauer Str.	8	0.18	27	0.32	8	0.14	19	0.26	6	0.15	13	0.28

-- = Verfügbarkeit zu gering zur Bildung eines Jahresmittelwertes

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

Station	2018				2019				2020			
	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
Chemnitz-Hans-Link Straße	0.4	1.4	0.7	2.6	0.4	1.2	0.8	2.1	0.3	1.0	0.7	1.4
Dresden.Nord	-	-	-	-	0.7	3.8	1.1	5.2	0.6	3.2	0.9	5.1
Dresden-Winckelmannstraße	0.7	1.9	1.9	4.6	0.4	1.6	0.7	3.9	0.4	1.3	0.7	1.8
Freiberg	-	-	-	-	7.4	2.5	24.5	4.4	2.2	1.6	3.5	2.2
Glauchau	0.7	2.2	1.2	4.0	0.6	2.2	1.1	3.8	0.6	3.1	0.8	12.6
Görlitz	-	-	-	-	0.6	2.2	1.3	4.4	0.5	2.1	0.8	3.8
Leipzig-Mitte	-	-	-	-	0.9	10.1	1.6	15.3	0.8	7.5	1.0	14.0
Leipzig-West	0.4	1.6	0.9	4.6	0.3	1.3	0.5	3.9	0.3	3.0	0.5	11.3
Radebeul-Wahnsdorf	0.5	1.9	1.1	3.7	0.3	1.3	0.5	1.9	0.3	0.9	0.8	1.5
Zinnwald	0.6	1.5	1.3	2.9	--	--	0.9	3.4	0.7	1.3	2.2	4.6
Zittau-Ost	0.9	2.1	2.0	5.9	0.5	1.1	1.0	2.4	0.6	1.3	2.0	3.5
Zwickau-Werdauer Straße	-	-	-	-	1.4	4.7	2.5	6.8	1.1	3.5	2.1	5.0

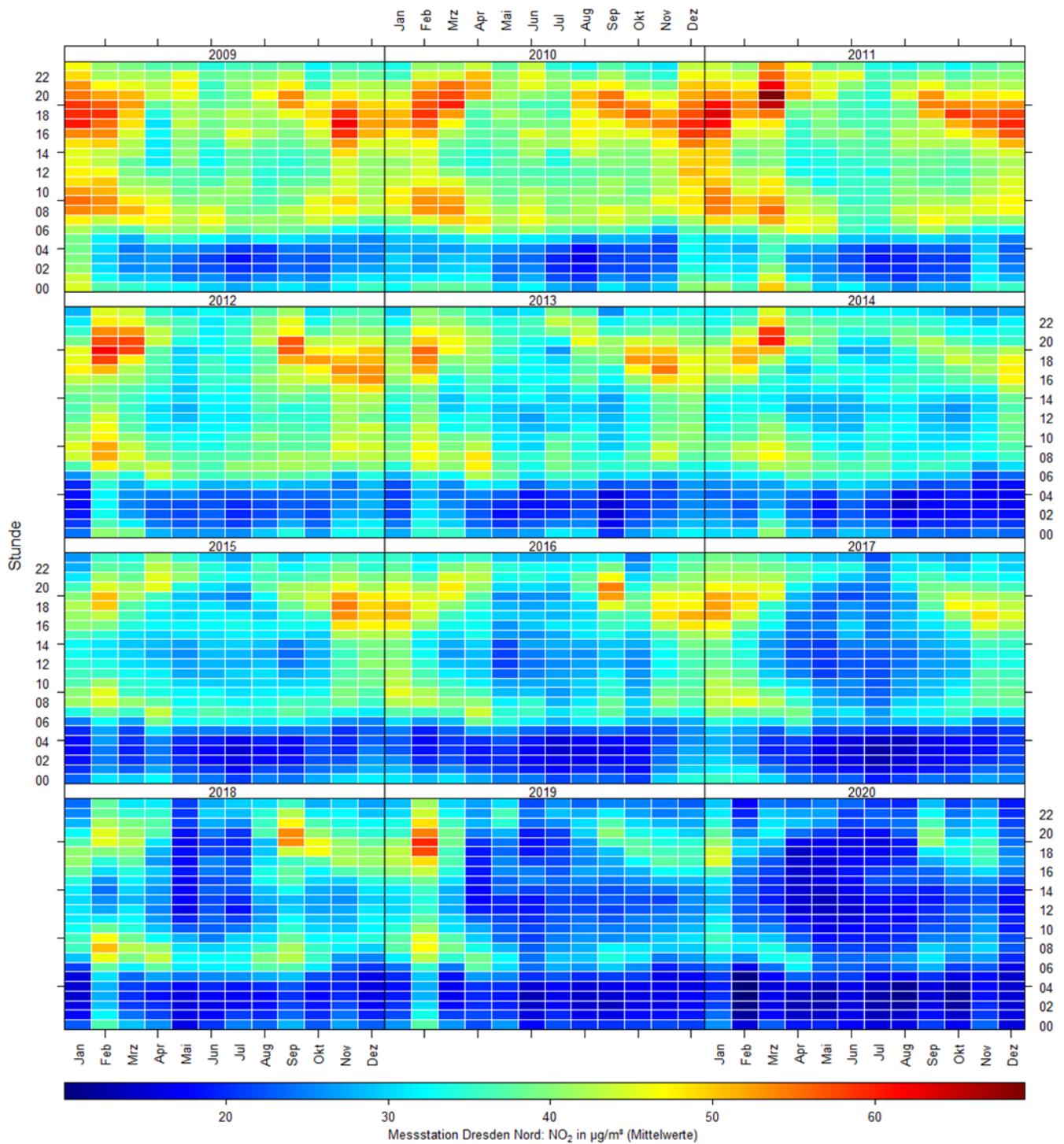


Abbildung A 1: Mittlere stündliche NO₂-Konzentrationen seit 2009 an der Messstation Dresden-Nord

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@smul.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

Autoren:

Annette Pausch, Susanne Bastian, Uwe Wolf, Martina Straková
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@smul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

28.07.2021

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