

Luftqualität in Sachsen

Jahresbericht 2014



Inhalt

1	Das Luftmessnetz in Sachsen	9
2	Meteorologische Bedingungen 2014	11
3	Beurteilungsgrundlagen	13
3.1	Gesetzliche Grundlagen	13
3.2	Datenqualität	16
4	Ergebnisse 2014	17
4.1	Schwefeldioxid (SO ₂).....	17
4.2	Ozon (O ₃)	18
4.3	Stickoxide (NO _x)	24
4.4	Benzol	27
4.5	Feinstaub PM ₁₀ und PM _{2,5} sowie PM ₁₀ -Inhaltsstoffe	28
4.5.1	PM ₁₀ und PM _{2,5} -Jahresmittelwerte.....	28
4.5.2	PM ₁₀ -Episoden	32
4.5.3	Anzahl der PM ₁₀ - Überschreitungstage	34
4.5.4	PM ₁₀ -Inhaltsstoffe.....	35
4.6	Staubniederschlag.....	40
4.7	Nasse Deposition	40
5	Luftqualität 2014 – Zusammenfassung	42
6	Projekte	43
	Sondermessungen auf Grund von Bürgerbeschwerden 2014:.....	43
	Sondermessung Saharastaub – Untersuchung des Einflusses des Saharastaubs auf die PM ₁₀ -Konzentration während der PM ₁₀ -Episode vom 20. März bis 6. April 2014	44
	Forschungsprojekt Wirkung der Umweltzone Leipzig – wenig gegen Feinstaub, aber viel für die Gesundheit	48
	EU-Projekte UltraSchwarz und UFIREG – Projektergebnisse	51
7	Literaturverzeichnis	54
8	Anhang	55

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Messnetz zur Überwachung der Luftqualität (Quelle Geobasisdaten: GeoSN).....	9
Abbildung 2:	Zusammenfassende klimatologische Einordnung des Jahres 2014 in Sachsen (Datenzeitraum 1881 bis 2014)	11
Abbildung 3:	Abweichungen der Jahresmitteltemperatur [K] für 2014 vs. 1961–1990 in sächsischen Landkreisen (Datenquelle: DWD, Kartenerstellung: LfULG).....	12
Abbildung 4:	Abweichungen des Jahresniederschlags [%] für 2014 vs. 1961–1990 in sächsischen Landkreisen (Datenquelle: DWD, Kartenerstellung: LfULG).....	12
Abbildung 5:	Abweichungen der jährlichen Sonnenscheindauer [%] für 2014 vs. 1961–1990 in sächsischen Landkreisen (Datenquelle: DWD, Kartenerstellung: LfULG)	13
Abbildung 6:	SO ₂ -Konzentration am 11.11.2014 auf dem Schwarzenberg.....	18
Abbildung 7:	Modellierte Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration in Sachsen 2014 (Quelle Geobasisdaten: GeoSN).....	18
Abbildung 8:	Anzahl der Überschreitungen der Ozoninformationsschwelle in den vergangenen 15 Jahren im Vergleich zu den Temperaturwerten	19
Abbildung 9:	Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Ozonzielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (höchster 8-Stundenmittelwert des Tages > 120 µg/m ³ - Mittelwert 2012–2014).....	20
Abbildung 10:	Entwicklung der Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Ozonwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit auf dem Erzgebirgskamm	20
Abbildung 11:	Schutz der Vegetation – AOT40 2014 (Mittelwert 2010–2014)	21
Abbildung 12:	Entwicklung des AOT40 zum Schutz der Vegetation auf dem Erzgebirgskamm	21
Abbildung 13:	Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration	22
Abbildung 14:	Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf 1974 bis 2014.....	23
Abbildung 15:	Entwicklung des Jahresverlaufes der Ozonkonzentration seit 1974 an der Station Radebeul-Wahnsdorf	23
Abbildung 16:	Modellierte Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration in Sachsen 2014 (Quelle Geobasisdaten: GeoSN).....	24
Abbildung 17:	Rangliste der Messstellen bzgl. der NO ₂ -Belastung 2014.....	25
Abbildung 18:	Rangliste der Messstellen bzgl. der NO-Belastung 2014	25
Abbildung 19:	Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration an stark belasteten Messstellen von 2005 bis 2014.....	26
Abbildung 20:	Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration von 1999 bis 2014.....	27
Abbildung 21:	Jahresmittelwerte der Benzolkonzentration an verkehrsnahen Messstationen seit 2000	28
Abbildung 22:	Modellierte Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration in Sachsen 2014 (Quelle Geobasisdaten: GeoSN).....	29
Abbildung 23:	Modellierte Jahresmittelwerte der PM _{2,5} -Konzentration in Sachsen 2014 (Quelle Geobasisdaten: GeoSN).....	29
Abbildung 24:	Rangliste der Messstellen bzgl. der PM ₁₀ -Belastung 2014	30
Abbildung 25:	Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration an stark belasteten Messstellen von 2005 bis 2014	31
Abbildung 26:	Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration 2000 bis 2014 (Hot Spots ³).....	31
Abbildung 27:	Rückwärtstrajektorien am 24.01.2014, 12 Uhr Endpunkt der Trajektorienbahnen Görlitz	33
Abbildung 28:	Vergleich der Anzahl der monatlichen Einzelüberschreitungen (Summe über die Stationen) von 2011 bis 2014.....	34
Abbildung 29:	Gebietsbezogene durchschnittliche Anzahl der Überschreitungen des PM ₁₀ -Tagesgrenzwertes von 50 µg/m ³ seit 2005.....	35
Abbildung 30:	Rangliste der Messstellen bezüglich der PAK-Belastung 2014.....	36
Abbildung 31:	Entwicklung der BaP-Jahresmittelwerte in den Jahren 2005 bis 2014.....	37
Abbildung 32:	Jahresverlauf der partikelgebundenen BaP-Konzentrationen 2014	37
Abbildung 33:	Entwicklung der Pb-Jahresmittelwerte in den Jahren 2005 bis 2014 an ausgewählten Messstellen	38
Abbildung 34:	Entwicklung der Cd-, As-, Cr- und Ni-Jahresmittelwerte in den Jahren 2005 bis 2014 an der Messstelle Dresden-Nord.....	39

Abbildung 35:	Entwicklung der nassen Deposition seit 1991 anhand des gleitenden 5-Jahresmittelwertes, 1995 (Mittelwert 1991 bis 1995) entspricht 100 Prozent	42
Abbildung 36:	Rückwärtstrajektorien am 24.03.2014, 12 Uhr, Endpunkt der Trajektorienbahnen Schwartenberg	45
Abbildung 37:	Rückwärtstrajektorien (5 Tage) am 05.04.2014, 12 Uhr, Endpunkt der Trajektorienbahnen Schwartenberg	46
Abbildung 38:	Entwicklung des mittleren Tagesganges der Woche für die Partikelanzahlkonzentration PN30-200 nm an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte von 2010 bis 2013.....	49
Abbildung 39:	Partikelanzahl- und Rußkonzentration (schwarzer Kohlenstoff kleiner als 1 µm) während der Maifeuernacht in Dresden 2012	51
Abbildung 40:	Vergleich des mittleren Wochenganges von Sonntag bis Sonnabend der UFP-Konzentration zwischen den Luftgütemessstationen Ústí nad Labem und Annaberg-Buchholz (Die Messstation in Annaberg-Buchholz befindet sich näher an der Straße als in Ústí nad Labem, daher ist der Unterschied zwischen Werk- und Wochenendtagen an der Messstation in Annaberg-Buchholz ausgeprägter.)	52
Abbildung 41:	Vergleich des mittleren Tagesganges (CET=mitteleuropäische Zeit) der UFP-Konzentration zwischen den Luftgütemessstationen Ústí nad Labem und Annaberg-Buchholz.....	52
Abbildung 42:	Vergleich der mittleren UFP-Konzentrationen während der verschiedenen Jahreszeiten zwischen UFIREG- und UltraSchwarz-Städten; Zeitraum: Mai 2012 bis April 2014 außer Chernivtsi (Januar 2013 bis Dezember 2014 aufgrund des verspäteten Messbeginns)	53
Abbildung 43:	Probenahmegefäß für Staubbiederschlagsmessungen (Bergerhoff-Sammler).....	69
Abbildung 44:	Eigenbrodt-Sammler zur Bestimmung der nassen Deposition	69

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Untersuchte Luftschadstoffe	9
Tabelle 2:	Immissionsmessnetz in Sachsen 2014	10
Tabelle 3:	Grenz- und Zielwerte sowie Informations- und Alarmschwellen für Luftschadstoffe	14
Tabelle 4:	Übersicht der Messverfahren	16
Tabelle 5:	Datenverfügbarkeit 2014	17
Tabelle 6:	Vergleich der Jahresmittelwerte der PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Konzentrationen von 2005 bis 2014 an verkehrsnahen Messstellen	31
Tabelle 7:	PM ₁₀ -Episoden 2014	32
Tabelle 8:	Verhältnis der PM _{2,5} zur PM ₁₀ -Konzentration während der Feinstaubepisoden	34
Tabelle 9:	Vergleich der PAK-Summenwerte im PM ₁₀ (2001 bis 2014)	36
Tabelle 10:	Entwicklung der Jahresmittelwerte der EC-Konzentrationen im PM ₁₀ an ausgewählten Verkehrsstationen seit 2005	40
Tabelle 11:	Mehrfund von PM ₁₀ -Inhaltsstoffen in µg/m ³ und relativ (in Prozent) zum Mehrfund der PM ₁₀ -Konzentration während der Saharastaubepisode	47

Anhang

Tabelle A 1: Jahresmittelwerte der Luftschadstoffe 2014 im Freistaat Sachsen	55
Tabelle A 2: SO ₂ -Monatsmittelwerte [µg/m ³]	55
Tabelle A 3: O ₃ -Monatsmittelwerte [µg/m ³]	56
Tabelle A 4: NO-Monatsmittelwerte [µg/m ³]	56
Tabelle A 5: NO ₂ -Monatsmittelwerte [µg/m ³]	57
Tabelle A 6: Benzol-Monatsmittelwerte [µg/m ³]	57
Tabelle A 7: Toluol-Monatsmittelwerte [µg/m ³]	57
Tabelle A 8: Xylol-Monatsmittelwerte [µg/m ³]	57
Tabelle A 9: PM ₁₀ -Monatsmittelwerte [µg/m ³]	58
Tabelle A 10: PM _{2,5} -Monatsmittelwerte [µg/m ³]	58
Tabelle A 11: Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Inhaltsstoffe	59
Tabelle A 12: Maximale Tagesmittelwerte der PM ₁₀ -Inhaltsstoffe	59
Tabelle A 13: Kenngrößen für elementaren und organischen Kohlenstoff im PM ₁₀	59
Tabelle A 14: Kenngrößen der PM _{2,5} -Konzentration	60
Tabelle A 15: Schwermetalle und Arsen im PM ₁₀ (Jahresvergleich Pb, Cd, As, Cr, Ni)	60
Tabelle A 16: BaP im PM ₁₀ (Jahresvergleich)	61
Tabelle A 17: Kenngrößen für Staubbiederschlag [g/m ² ·d]	61
Tabelle A 18: Pb und Cd im Staubbiederschlag [µg/m ² ·d]	62
Tabelle A 19: Gewichtete Mittelwerte der Konzentrationen im Niederschlagswasser	62
Tabelle A 20: Nasse Deposition	63
Tabelle A 21: Überschreitung der O ₃ -Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit	63
Tabelle A 22: Überschreitung der O ₃ -Zielwerte zum Schutz der Pflanzen nach 39. BImSchV	64
Tabelle A 23: O ₃ -Beurteilungswert zum Schutz der Wälder nach 39. BImSchV	65
Tabelle A 24: Überschreitung der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für SO ₂ , NO ₂ und PM ₁₀ nach 39. BImSchV	65
Tabelle A 25: Jahresmittelwerte der Benzolkonzentration	66
Tabelle A 26: Maximalwerte und Perzentile für SO ₂ , NO ₂ und PM ₁₀	66
Tabelle A 27: Vergleich der Mittelwerte mit den Grenzwerten zum Schutz von Ökosystemen und zum Schutz der Vegetation für SO ₂ und NO _x	67
Tabelle A 28: Vergleich der Jahresmittelwerte mit den Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit für NO ₂ und PM ₁₀ nach der 39. BImSchV	67
Tabelle A 29: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der O ₃ -Konzentration in Sachsen	68
Tabelle A 30: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentration in Sachsen	68
Tabelle A 31: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration in Sachsen	68
Tabelle A 32: Anzahl von Ozon-Episodentagen und Ozonepisoden (2000 bis 2014)	68

Abkürzungsverzeichnis

A	Alarmschwelle
ABl.	Amtsblatt
AIL	Auswerte- und Informationszentrum Luft
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)fluoranthren
BC	Black Carbon (Rußbestimmung über optisches Messverfahren – Schwärzungsgrad)
BfUL	Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BjF	Benzo(j)fluoranthren
BkF	Benzo(k)fluoranthren
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)
EU	Europäische Union
Flu	Fluoranthren
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)
I	Immissionswert
Inp	Indeno(1,2,3-cd)pyren
K	Kritische Werte für den Schutz der Vegetation
K ⁺	Kalium-Ionen
LAI	Länderausschusses für Immissionsschutz
LF	Leitfähigkeit
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LFZ	Langfristzielwert (ohne Termin)
Mg ⁺	Magnesium-Ionen
N	Stickstoff
Na ⁺	Natrium-Ionen
NH ₄ ⁺	Ammonium-Ionen

Ni	Nickel
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
S	Informationsschwelle
SO ₂	Schwefeldioxid
SO ₄ ²⁻	Sulfat-Ionen
TA	Technische Anleitung
TEOM	Tapered Element Oscillating Microbalance (Oszillierende Mikrowaage – Messverfahren zur kontinuierlichen Massebestimmung von Partikeln)
TÜV	Technischer Überwachungsverein
TROPOS	Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V.
UBA	Umweltbundesamt
UV	Ultraviolett-(Strahlung)
Z	Zielwert

Einheiten

%	Prozent
a	Jahr
d	Tag
g/m ² ·d	Gramm pro Quadratmeter und Tag
K	Kelvin
kg/ha·a	Kilogramm pro Hektar und Jahr
kPa	Kilopascal
mg/l	Milligramm pro Liter
mm	Millimeter
mg/m ³	Milligramm pro Kubikmeter
µg/m ³	Mikrogramm pro Kubikmeter
µg/m ² ·d	Mikrogramm pro Quadratmeter und Tag
µm	Mikrometer
µS/cm	Mikrosiemens pro Zentimeter
ng/m ³	Nanogramm pro Kubikmeter

1 Das Luftmessnetz in Sachsen

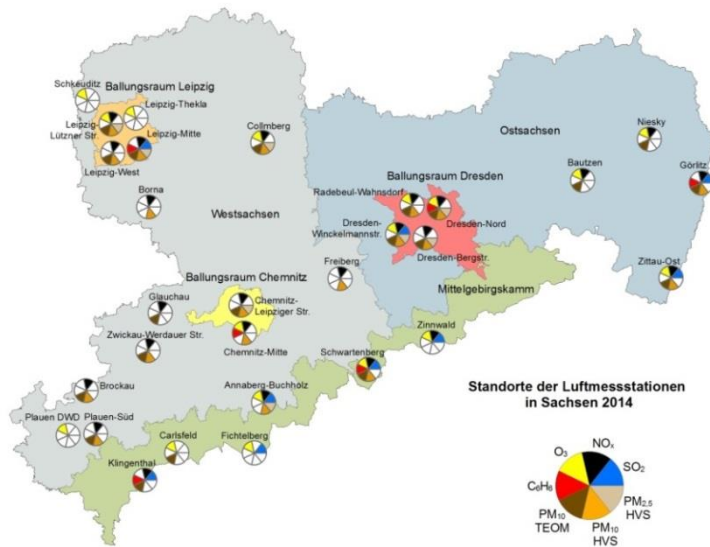


Abbildung 1: Messnetz zur Überwachung der Luftqualität (Quelle Geobasisdaten: GeoSN)

Der Freistaat Sachsen betreibt zur Überwachung der Luftqualität ein landesweites Luftmessnetz mit derzeit 29 Messstationen (Abbildung 1, Tabelle 2). Ziel und Aufgaben sind

- die Kontrolle der Einhaltung von gesetzlichen Vorgaben und Vorschriften zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Pflanzen und Ökosysteme,
- die Information der Bevölkerung über die aktuelle Luftqualität, insbesondere bei Überschreitung von Schwellwerten,
- Langzeituntersuchungen - Analyse von Trends zu einzelnen Schadstoffkomponenten und Gebieten.

Dabei werden Gebiete unterschiedlicher Belastungssituationen beurteilt durch

- verkehrsnahen Messungen,
- Messungen im städtischen Hintergrund,
- Messungen im ländlichen Hintergrund.

Die Messungen erfolgen kontinuierlich. Welche Luftschadstoffe in welcher zeitlichen Auflösung bestimmt werden, ist in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Untersuchte Luftschadstoffe

Messdauer/Mittelungszeit	Luftschadstoff
Stundenmittelwerte	Stickoxide, Ozon, Schwefeldioxid, Feinstaub PM ₁₀ , Benzol, Toluol, Xylol, Ruß (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)
Monatsmittelwerte	Staubniederschlag einschließlich dessen Gehalt an Blei (Pb) und Cadmium (Cd)
Wochenmittelwerte	im Niederschlag gelöste Stoffe zur Bestimmung der nassen Deposition

Tabelle 2: Immissionsmessnetz in Sachsen 2014

Messstelle	Standort	Höhe über NN [m]	Typisierung nach EU-Richtlinie	Luftschadstoffe											Met.	
				SO ₂	NO _x	O ₃	BTX	PM ₁₀ TEOM	PM ₁₀	PM _{2,5}	EC	OC	PM _{10-I}	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-Mitte	Lohstraße	300	städtischer Hintergrund		•	•	•		•					•	•	•
Chemnitz-Leipziger Str.	Leipziger Str. 109		städtisch/Verkehr		•			•	•	•	•			•		•
Collmburg	Gipfelplateau	313	ländlicher Hintergrund		•	•		•	•	•	•	•				•
Dresden-Nord	Schlesischer Platz	112	städtisch/Verkehr		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Dresden-Winkelmannstr	Winkelmannstr./ 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	ländlich		•	•		•								•
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 der regionalen Vorbelastung	Stationen zur Beurteilung der allgemeinen städtischen Belastung	Stationen zur Beurteilung verkehrsnaher Belastungen
---	---	---

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

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

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

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

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

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

PM_{10-I} = PM₁₀-Inhaltsstoffe;

ST-NS = Staubniederschlag;

Met. = Meteorologie;

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 (siehe Kapitel 6 Projekte).

2 Meteorologische Bedingungen 2014

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 des Witterungsverlaufes im Jahr 2014 in Sachsen für die Elemente Lufttemperatur, Niederschlag und Sonnenstunden auf der Basis von Jahres-, Jahreszeiten- und Monatswerten. Die farblichen Hervorhebungen zielen auf das Sichtbarmachen von Extremen in den unterschiedlichen Zeitskalen Monat, Jahreszeit und Jahr.

Zeitbezug	Winter (2013/2014)			Frühjahr			Sommer			Herbst			
Lufttemperatur	extrem zu warm			extrem zu warm						extrem zu warm			
Niederschlag	extrem zu trocken												
Sonnenstunden	viel zu sonnenreich												
Zeitbezug	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Lufttemperatur													
Niederschlag													
Sonnenstunden													
Zeitbezug	Jahr												
Lufttemperatur	extrem zu warm												
Niederschlag	zu trocken												
Sonnenstunden													

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 2014 in Sachsen (Datenzeitraum 1881 bis 2014)

Das Jahr 2014 ist extrem zu warm (+2,1 K) und zu trocken (-10 %) ausgefallen. Der Winter (2013/14) war mit +3,2 K extrem zu warm, mit -55 % extrem zu trocken und mit +41 % viel zu sonnenreich. Das Frühjahr war extrem zu warm (+2,3 K), wobei nur das gehäufte Auftreten von (Stark-) Regenereignissen im Mai (Einstufung: viel zu feucht) einer weitergehenden Trockenheit entgegenwirkte. Der Sommer war bei dieser vorgenommenen Einordnung unauffällig, obwohl der Juli als extrem zu warm auf der Grundlage der 134-jährigen Datenverfügbarkeit (seit 1881) eingestuft wurde. Der Herbst fiel mit +2,2 K ebenfalls extrem zu warm aus, wobei insbesondere der November viel zu warm und sehr trocken war. Wie bereits erwähnt ist im Mai 2014

überdurchschnittlich viel Niederschlag gefallen, wobei neben einer generell hohen Ereignisdichte auch sehr starke bis extreme Einzelereignisse auftraten. Neben dem Mai trat auch der September als zu feuchter Monat hervor. Auch hier bestand die hohe Monatssumme zum Großteil aus einzelnen Starkregenereignissen. Der Vollständigkeit halber ist der viel zu sonnenarme Dezember 2014 zu erwähnen.

Insgesamt war das Jahr 2014 von sehr vielen und auch sehr stark ausgeprägten witterungsbedingten Extremen begleitet. Somit stellt es ein Musterbeispiel für die derzeit vorherrschenden Klimarahmenbedingungen hinsichtlich des voranschreitenden Klimawandels in Sachsen dar.

In Ergänzung zur zusammenfassenden klimatologischen Einordnung des Jahres 2014 sind in den Abbildung 3 bis Abbildung 5 regionale Differenzierungen für die Landkreise in Sachsen dargestellt.

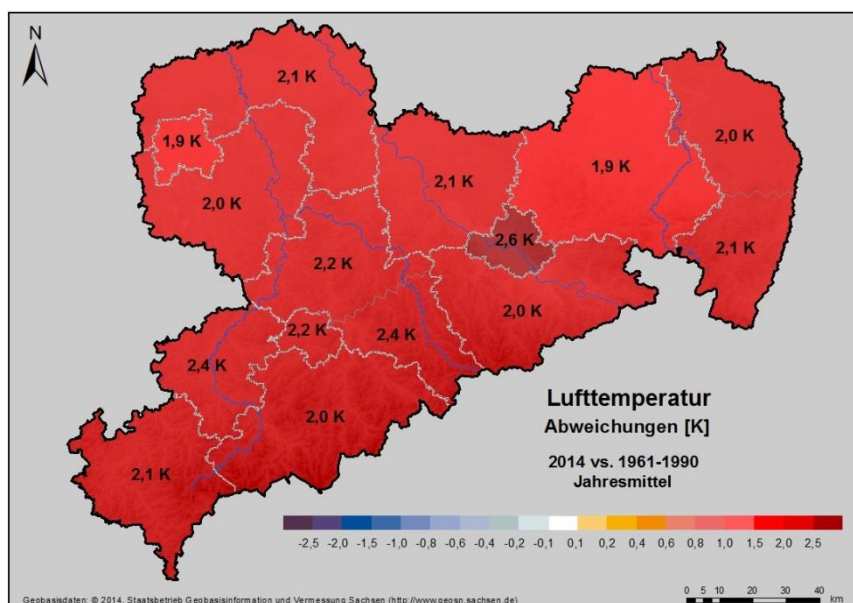


Abbildung 3: Abweichungen der Jahresmitteltemperatur [K] für 2014 vs. 1961–1990 in sächsischen Landkreisen (Datenquelle: DWD, Kartenerstellung: LfULG)

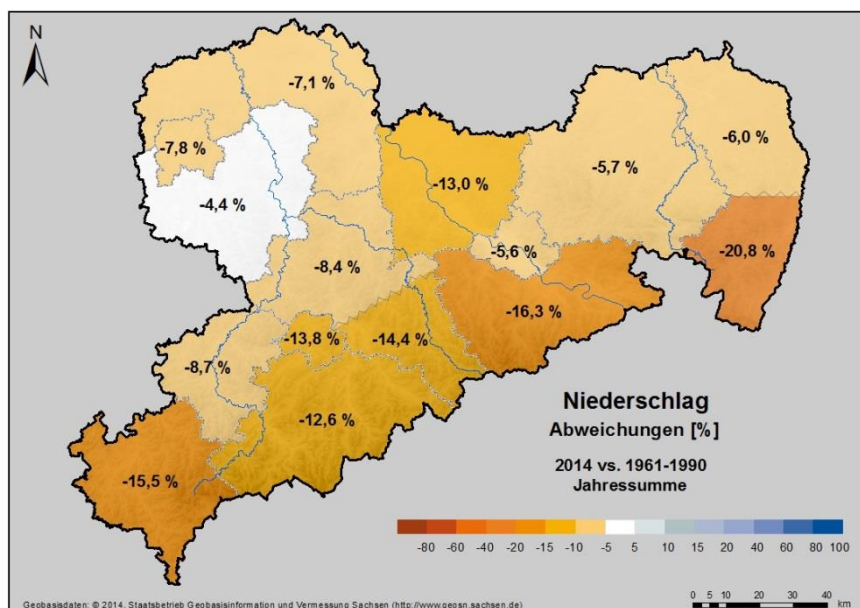


Abbildung 4: Abweichungen des Jahresniederschlags [%] für 2014 vs. 1961–1990 in sächsischen Landkreisen (Datenquelle: DWD, Kartenerstellung: LfULG)

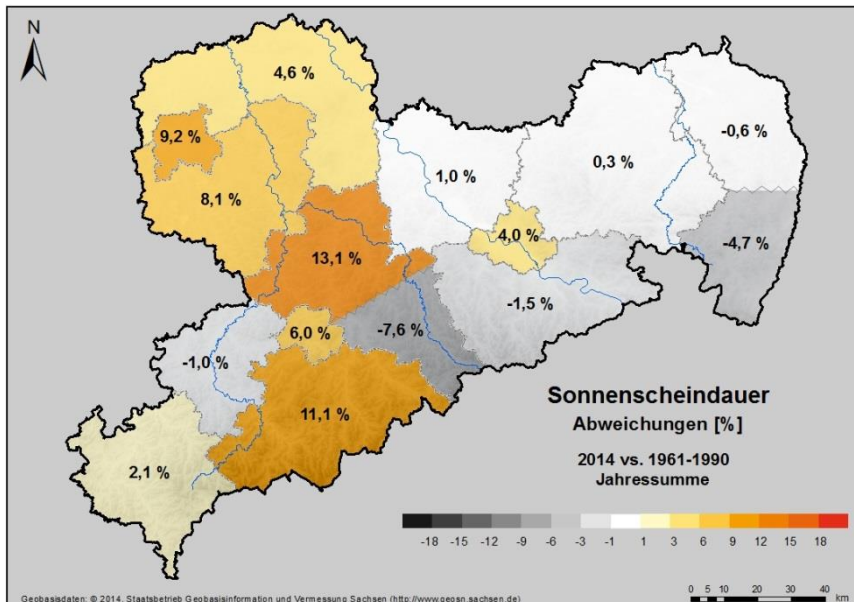


Abbildung 5: Abweichungen der jährlichen Sonnenscheindauer [%] für 2014 vs. 1961–1990 in sächsischen Landkreisen (Datenquelle: DWD, Kartenerstellung: LfULG)

Der Einfluss der Witterungsbedingungen auf die Luftqualität ist mit denen des Vorjahres vergleichbar. Detaillierte Informationen zur Witterung 2014 (Jahresrückblick „2014 - Wetter trifft auf Klima“) und zur Klimaentwicklung in Sachsen („Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen“) stellt das LfULG im Internet bereit (DWD/LfULG 2015 und LfULG 2014a)

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Gesetzliche Grundlagen

Zu den wichtigsten gesetzlichen Grundlagen für die Immissionsüberwachung (Tabelle 3) 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, Cadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (ABl. L 23).

Tabelle 3: Grenz- und Zielwerte sowie Informations- und Alarmschwellen für Luftschadstoffe

SO ₂ [µg/m ³]	1-h-Wert	24-h-Wert	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV	500			gleitender Stundenmittelwert	drei aufeinander folgende Stunden	menschliche Gesundheit	A
	350 (24-mal)*			Stundenmittelwert	volle Stunde	menschliche Gesundheit	G seit 2005
		125 (3-mal)*		berechnet aus Stundenmittelwerten	ein Tag	menschliche Gesundheit	G seit 2005
			20	berechnet aus Stundenmittelwerten	01.01.-31.12. und 01.10.-31.03.	Vegetation	K seit 19.7.01

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

NO ₂ [µg/m ³]	1-h-Wert	24-h-Wert	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV	400			gleitender Stundenmittelwert	drei aufeinander folgende Stunden	menschliche Gesundheit	A
	200 (18-mal)*			Stundenmittelwert	volle Stunde	menschliche Gesundheit	G seit 2010
			40	berechnet aus Stundenmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	G seit 2010

NO _x [µg/m ³]	1-h-Wert	24-h-Wert	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV			30	berechnet aus Stundenmittelwerten	01.01.-31.12.	Vegetation	K seit 19.7.01

CO [mg/m ³]	8-h-Wert	24-h-Wert	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV	10			gleitender Mittelwert, berechnet aus Stundenmittelwerten	8 Stunden	menschliche Gesundheit	G seit 2005

Benzol [µg/m ³]	1-h-Wert	24-h-Wert	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV			5	berechnet aus Stundenmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	G seit 2010

Partikel PM ₁₀ [µg/m³]	1-h-Wert	24-h-Wert	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV		50 (35-mal)*		berechnet aus Tagesmittelwerten	ein Tag	menschliche Gesundheit	G seit 2005
			40	berechnet aus Stundenmittelwerten oder Tagesmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	G seit 2005

Partikel PM _{2,5} [µg/m³]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV	25	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	Z seit 2010
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV – Stufe 1	25	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	G ab 2015
EU-Richtlinie 2008/50 – Stufe 2 (Prüfvorbehalt)	20	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	G ab 2020
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV, berechnet vom UBA	13,6	berechnet aus Tagesmittelwerten, nationales Reduzierungsziel für den Mittelwert der städtischen Hintergrundstationen in Deutschland	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	Z bis 2020

Pb als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion [µg/m³]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2008/50 und 39. BImSchV	0,5	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	G seit 2005
LAI-Empfehlung 2012 zu TA Luft Nr. 4.8	0,1	Anhaltspunkt für Sonderfallprüfung bei Anlagengenehmigung	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	ab 2012

As als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion [ng/m³]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2004/107/EG und 39. BImSchV	6	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	Z ab 2013

Cd als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion [ng/m³]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2004/107/EG und 39. BImSchV	5	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	Z ab 2013

Ni als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion [ng/m³]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2004/107/EG und 39. BImSchV	20	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	Z ab 2013

BaP als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion [ng/m³]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
EU-Richtlinie 2004/107/EG und 39. BImSchV	1,0	berechnet aus Tagesmittelwerten	01.01.-31.12.	menschliche Gesundheit	Z ab 2013

Staubniederschlag [g/m² · d]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
TA Luft	0,35	berechnet aus Monatsmittelwerten	ein Jahr	keine erheblichen Belästigungen	I

Pb im Staubniederschlag [µg /m² · d]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
TA Luft	100	berechnet aus Monatsmittelwerten	ein Jahr	keine schädlichen Umwelteinwirkungen	I

Cd im Staubniederschlag [µg/ m² · d]	Jahresmittel	Berechnungsvorschrift	Zeitbezug	Schutzziel	Wert
TA Luft	2	berechnet aus Monatsmittelwerten	ein Jahr	keine schädlichen Umwelteinwirkungen	I

* maximal zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr

G = Grenzwert;

S = Informationsschwelle;

I = Immissionswert

A = Alarmschwelle;

Z = Zielwert;

LFZ = Langfristzielwert (ohne Termin),

K = Kritische Werte für den Schutz der Vegetation

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. Die Analysen aus den Sammlungen werden vom TÜV Süd durchgeführt. Das umfangreiche Qualitätsmanagement der BfUL sichert eine hohe Qualität der Daten. In Tabelle 4 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 sofort veröffentlicht und dienen der Information der Bevölkerung über die aktuelle Belastungslage (z. B. 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 4: Übersicht der 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, DIN EN 14907
Feinstaub PM ₁₀	Oszillierende Mikrowaage (TEOM)	(Gleichwertigkeit nachgewiesen)
Feinstaub-Inhaltsstoffe (Pb, Ni, As, Cd)	Gravimetrie/Laboranalyse	DIN EN14902
Feinstaub-Inhaltsstoffe (PAK)	Gravimetrie/Laboranalyse	EN 15549 / DIN ISO 16362
Feinstaub-Inhaltsstoffe (Ruß)	Gravimetrie/Laboranalyse	VDI 2465 Bl.1
Ruß	Abscheidung auf Filterband mit Mehrwinkel-photometer/Transmission	Keine Norm vorhanden
Staubniederschlag	Bergerhoff	VDI 2119 Bl. 2, VDI 2267 Bl.16 (Blei und Cadmium)
Nasse Deposition	Niederschlagsammlung (Eigenbroth)/ Laboranalyse	VDI 4320 Bl. 1 pH: DIN EN ISO 10523, LF: DIN EN 27888 Ca ²⁺ , Mg ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ : DIN EN ISO 14911 SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ : ISO 10304-1

Die Verfügbarkeit der Immissionsdaten im Jahr 2014 (bezogen auf die jeweilige Einsatzzeit) ist in Tabelle 5 zusammengestellt. Bei diskontinuierlichen Messungen wird die Einsatzzeit durch die Messplanung bestimmt. So werden z. B. die PAK jeden dritten Tag (Einsatzzeit 33 %) und einige Schwermetalle nur jeden 6. Tag analysiert (Einsatzzeit 17 %). Die Automaten messen kontinuierlich (Einsatzzeit 100 %). Die EU-Richtlinien fordern eine Mindestdatenerfassung von 90 % unter Berücksichtigung der Einsatzzeiten. Diese Datenverfügbarkeit wurde für alle Komponenten eingehalten.

Tabelle 5: Datenverfügbarkeit 2014

Komponentengruppe	Verfügbarkeit der Daten
SO ₂	99,1 %
O ₃	99,1 %
NO _x	99,0 %
Benzol	95,0 %
Feinstaub PM ₁₀ (TEOM)	97,5 %
Feinstaub PM ₁₀ (Gravimetrie)	99,2 %
Feinstaub PM _{2,5} (Gravimetrie)	99,2 %
Ruß im PM ₁₀	99,0 %
Schwermetalle im PM ₁₀	98,8 %
PAK im PM ₁₀	99,2 %
Ruß (optisches Messverfahren)	92,7 %

4 Ergebnisse 2014

4.1 Schwefeldioxid (SO₂)

Die Jahresmittelwerte der Schwefeldioxidkonzentrationen sind seit den letzten 15 Jahren auf gleichem niedrigem Niveau.

- ✓ Die **Grenzwerte** zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Langzeit- und akute Belastungen sowie die **kritischen Werte für den Schutz der Vegetation** (Tabelle 3) werden seit Jahren weit unterschritten.

Die Auswertungen der Messdaten nach den Kriterien der RL 2008/50/EG und der 39. BImSchV sind in den Tabelle A 1, Tabelle A 2, Tabelle A 24, Tabelle A 26 und Tabelle A 27 im Anhang zusammengestellt.

SO₂-Jahresmittelwerte lagen 2014 zwischen 3 µg/m³ in Klingenthal, auf dem Fichtelberg und an der Station Leipzig-Mitte und 9 µg/m³ auf dem Schwartenberg. Die etwas höhere Belastung im Erzgebirge im Gebiet um Seiffen ist auf einzelne kurzzeitige Schadstofftransporte aus den nordböhmisches Industriegebieten bei Süd-Ost-Wetterlagen zurückzuführen. Während dieser Episoden konnten auch erhöhte Konzentrationen von organisch-chemischen Verbindungen nachgewiesen werden, die als Ursache für die häufig auftretenden Geruchsbelastungen angesehen werden (LfULG 2011).

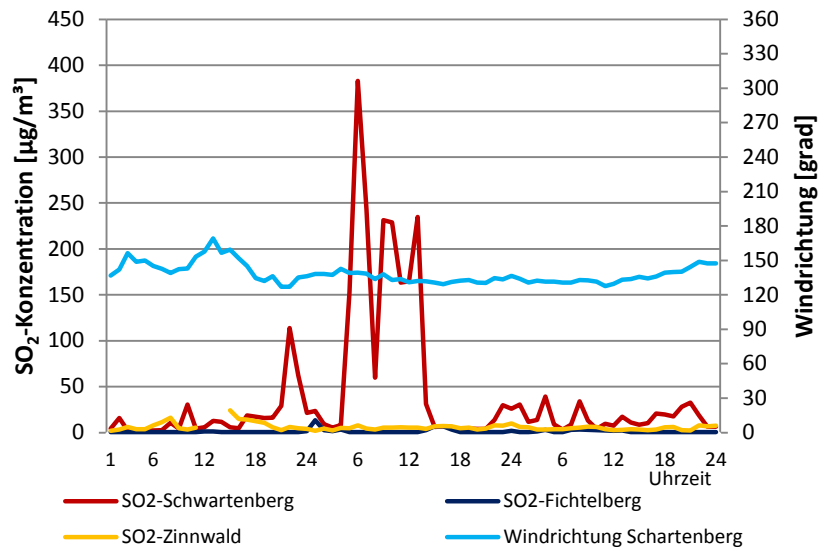


Abbildung 6: SO₂-Konzentration am 11.11.2014 auf dem Schwartenberg

Am 11.11.2014 kam es zu einem extremen Anstieg der SO₂-Konzentrationen auf dem Schwartenberg bei einer Windrichtung auf Süd-Ost (Abbildung 6). Eine Stunde lag die SO₂-Konzentration über dem Stunden-grenzwert von 350 µg/m³ (24 Überschreitungsstunden sind im Jahr zulässig). Andere Stationen östlich und westlich auf dem Erzgebirgskamm waren nicht betroffen. Zusätzlich kam es im Gebiet von Seiffen - Olbernhau bis nach Marienberg zu erheblichen Geruchsbelastungen und Beschwerden aus der Bevölkerung. Als wahrscheinliche Ursache werden Wartungsarbeiten in der tschechischen Raffinerie Česká rafinérská mit austretenden Verbrennungsgasen, die u. a. Schwefelwasserstoff enthalten, vermutet (Ekologické centrum Most, 2014).

4.2 Ozon (O₃)

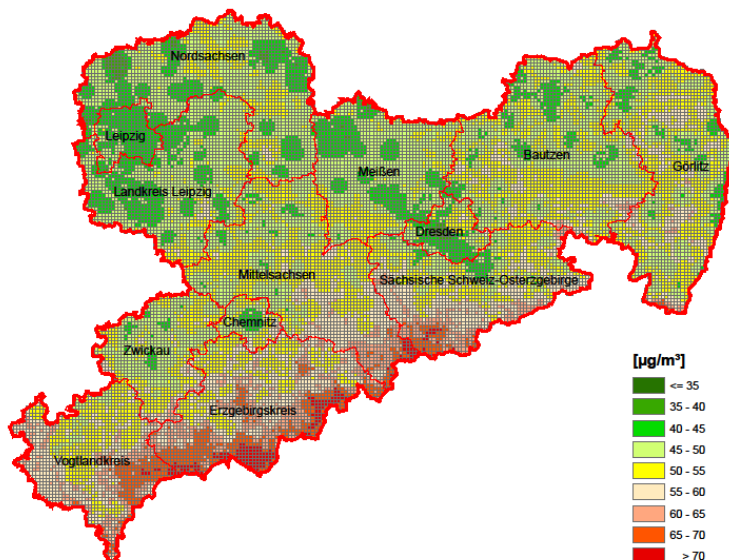


Abbildung 7: Modellierte Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration in Sachsen 2014 (Quelle Geobasis-daten: GeoSN)

Hohe Ozonkonzentrationen entstehen bei länger anhaltenden Hochdruckwetterlagen mit Temperaturen über 30 °C und intensiver Sonneneinstrahlung durch chemische Reaktionen aus den Vorläufersubstanzen Stickstoffdioxid und Kohlenwasserstoff. Dabei findet von Tag zu Tag eine Anreicherung von Ozon in der Atmosphäre statt. Die Ozonkonzentrationen in den bodennahen Luftschichten weisen einen ausgeprägten Jahresgang mit Höchstwerten im Sommerhalbjahr auf.

Die Ozonbelastung ist in ländlichen Gebieten und im Mittelgebirge aufgrund der geringen Abbauraten des Ozons durch andere Schadstoffe und der Höhenlage am stärksten (Abbildung 7). So wurden auf dem Fichtelberg die höchsten Konzentrationen im Jahresdurchschnitt mit 79 µg/m³ registriert. Dagegen sind die Konzentrationen in den Kernbereichen größerer Städte, wie z. B. an der Messstelle Dresden-Nord mit 37 µg/m³ im Jahresdurchschnitt aufgrund des Ozonabbaus durch andere Schadstoffe deutlich geringer.

Die Ozonmonats- und -jahresmittelwerte für alle Stationen sind in Tabelle A 3 zusammengefasst. Die höchsten Ozonmonatsmittelwerte gab es im Juli, dem Monat mit den höchsten Temperaturen.

Akute Belastungen – Überschreitung von Zielwerten, Informations- und Alarmschwellen 2014

Bei Überschreitung der Informationsschwelle von 180 µg/m³ als Einstundenmittelwert wird vom LfULG automatisch ein Fax bzw. eine E-Mail an verschiedene Medien zur Information der Öffentlichkeit versendet. Diese Nachricht enthält u. a. auch Hinweise zum Verhalten der Bevölkerung bei hoher Ozonbelastung.

Dieser Schwellwert wurde 2014 trotz sehr hoher Temperaturen und intensiver Sonneneinstrahlung im Juli nicht überschritten. Abbildung 8 zeigt die Überschreitungshäufigkeit der Informationsschwelle der letzten 15 Jahre im Vergleich zum 8-Stunden-Temperaturmittel. Die Überschreitungshäufigkeiten schwanken zwischenjährlich sehr stark und werden von den Witterungsbedingungen beeinflusst. Trotzdem ist aber ein Rückgang der Überschreitungshäufigkeit zu erkennen – ein Indiz für die Abnahme von Vorläufersubstanzen in der Luft.

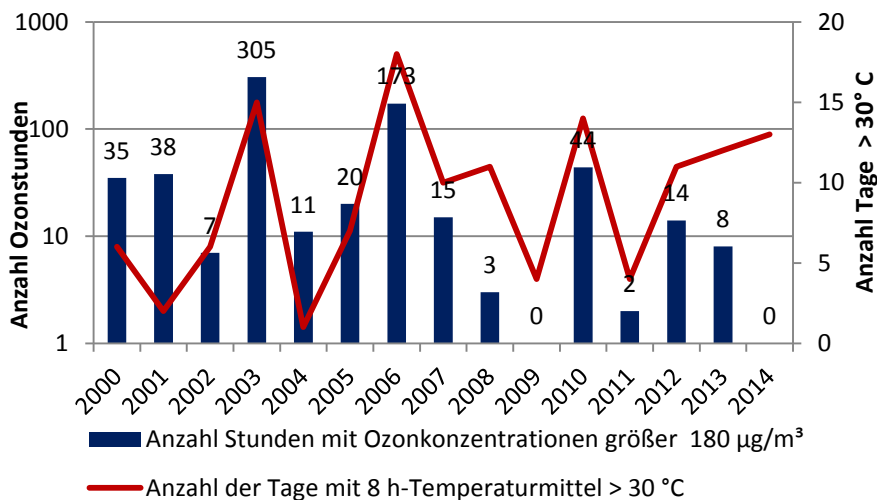


Abbildung 8: Anzahl der Überschreitungen¹ der Ozoninformationsschwelle in den vergangenen 15 Jahren im Vergleich zu den Temperaturwerten²

¹ Summe der Einzelüberschreitungen von allen durchgehend gemessenen Stationen in Sachsen

² 8 h-Mittelwert der Temperatur an mindestens einer Messstation größer 30 °C

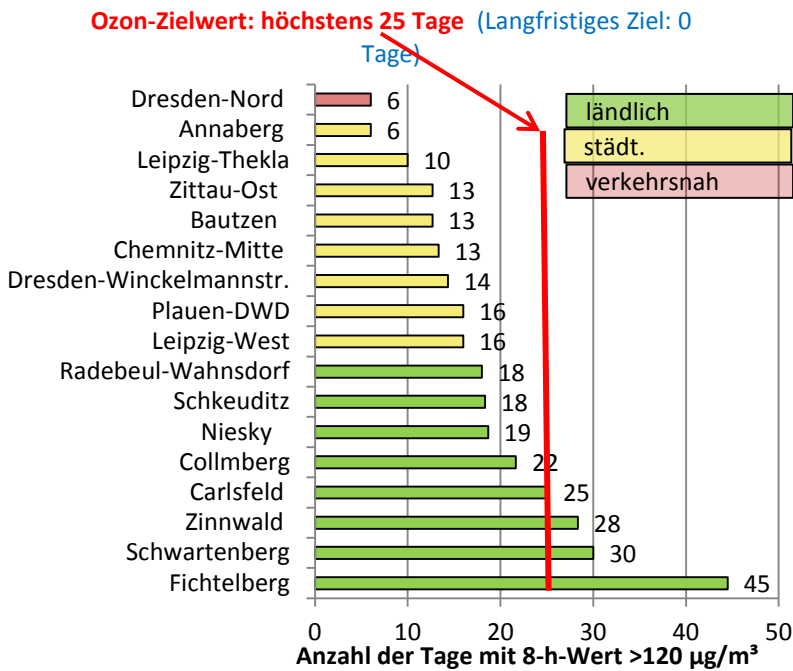


Abbildung 9: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Ozonzielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (höchster 8-Stundenmittelwert des Tages > 120 µg/m³ - Mittelwert 2012–2014)

Im Berechnungszeitraum 2012 bis 2014 wurde der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit in Sachsen an drei Messstellen überschritten (Abbildung 9, Tabelle A 21). Alle drei Messstationen befinden sich auf dem Erzgebirgskamm. Aber auch auf dem Erzgebirgskamm ist die Anzahl der Tage mit Ozon-8-Stundenmittelwerten > 120 µg/m³ in den letzten Jahren rückläufig (Abbildung 10). An der Station Carlsfeld im westlichen Erzgebirge wurde 2014 zum ersten Mal knapp der Zielwert eingehalten. Ansonsten gab es sachsenweit im Vergleich zum Vorjahr keine wesentlichen Veränderungen.

Fast die Hälfte aller Einzelüberschreitungen des Ozon-8-Stundenmittelwertes > 120 µg/m³ (45 Prozent) wurde 2014 im Juli registriert, dem Monat mit den im Mittel höchsten Temperaturen. Dagegen betrug der Anteil der Einzelüberschreitungen im deutlich kühleren August nur 2 Prozent.

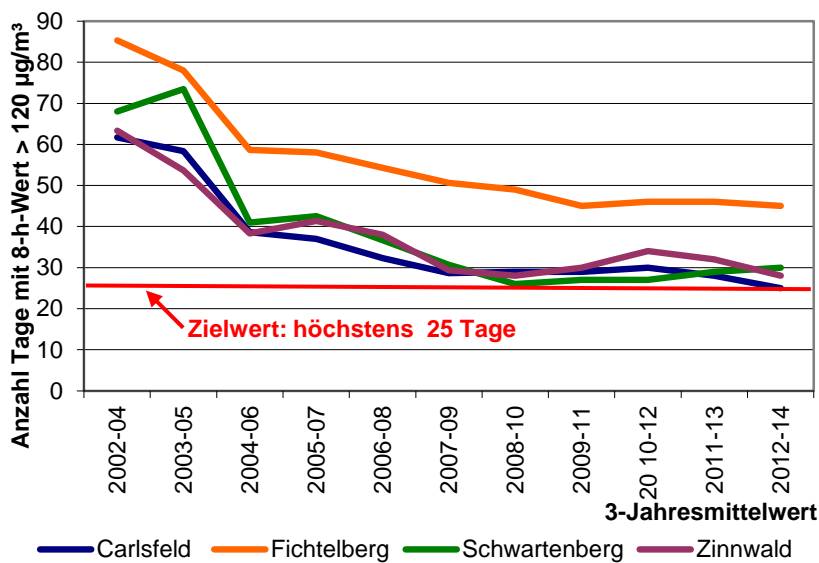


Abbildung 10: Entwicklung der Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Ozonwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit auf dem Erzgebirgskamm

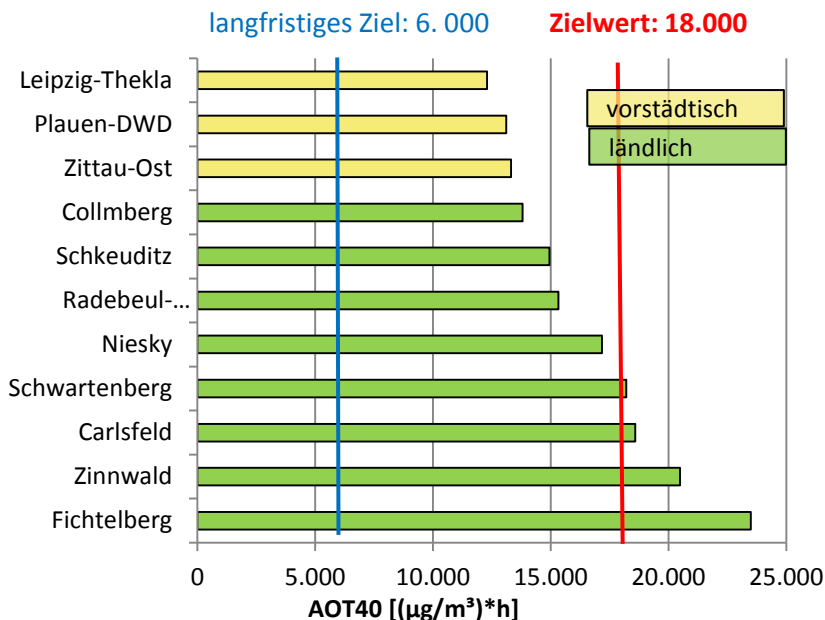


Abbildung 11: Schutz der Vegetation – AOT40 2014 (Mittelwert 2010–2014)

Grundlage zur Bewertung der Ozonsituation zum Schutz der Pflanzen sind die Monate Mai bis Juli (Wachstumsphase der Pflanzen). Der Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40) wurde in Sachsen im Berechnungszeitraum 2010 bis 2014 (5-Jahresmittel) an 4 von 11 Messstellen überschritten (Vorjahr 2 von 11 Messstellen). Alle Messstellen mit Überschreitungen befinden sich auf dem Erzgebirgskamm (Abbildung 11, Tabelle A 22). Aber auch bei diesen Messstationen ist langfristig ein Trend zu niedrigeren AOT40-Werten zu erkennen, wie Abbildung 12 veranschaulicht. Weil der AOT40 zwischenjährlich sehr schwankt, darf die flächendeckende Zunahme des AOT40 in 2014 gegenüber 2013 nicht überbewertet werden.

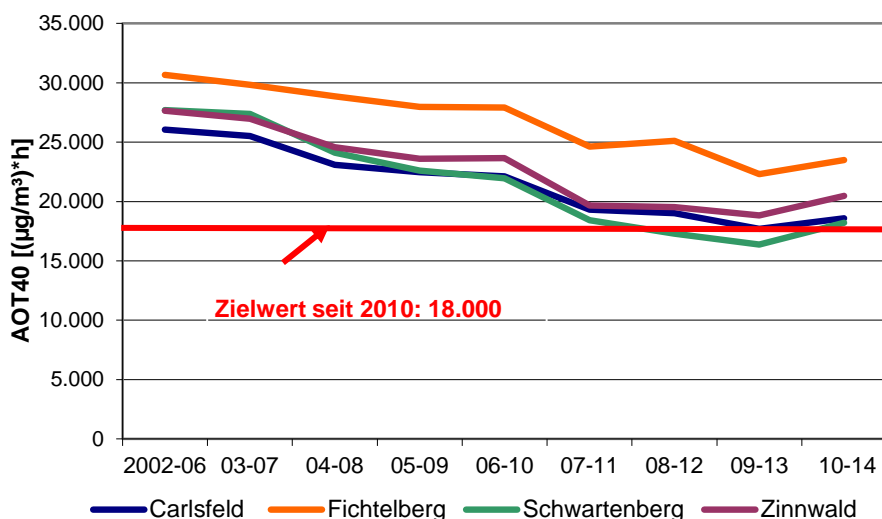


Abbildung 12: Entwicklung des AOT40 zum Schutz der Vegetation auf dem Erzgebirgskamm

Die in der 39. BImSchV festgelegten langfristigen Ziele zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz der Vegetation (Tabelle 3) werden derzeit in Sachsen an allen Messstationen überschritten (Abbildung 9 und Abbildung 11). Angaben der Beurteilungswerte zum Schutz der Wälder nach 39. BImSchV sind in der Tabelle A 23 zusammengefasst.

Zeitliche Entwicklung der Ozonkonzentration

- In den letzten 15 Jahren sind die gebietsbezogenen Ozonkonzentrationen im Wesentlichen auf gleichem Niveau (Abbildung 13 und Tabelle A 29).
- Der Langzeittrend an der Station Radebeul-Wahnsdorf in Abbildung 14 zeigt ab Anfang der 1970er-Jahre bis zum Jahr 2006 einen Anstieg der Ozonkonzentrationen im Mittel von durchschnittlich 1,2 µg/m³ pro Jahr. Seit 2006 steigen die Ozonkonzentrationen nicht mehr. Es ist dagegen ein allmählicher Rückgang zu verzeichnen.
- Der Jahresverlauf der Ozonkonzentrationen an der Station Radebeul-Wahnsdorf in Abbildung 15 verdeutlicht, dass der Konzentrationsanstieg seit Mitte der 1970er-Jahre gleichmäßig über das Jahr verteilt ist und nicht durch meteorologisch bedingte Extremwerte im Sommer verursacht wird. Auch hier sieht man, dass der Trend zu höheren Ozonkonzentrationen in den letzten Jahren gestoppt ist.
- Untersuchungen zu den Häufigkeitsverteilungen weisen auf einen Trend zu mittleren Ozonkonzentrationen hin. Für sehr niedrige und hohe Ozonkonzentrationen sinkt die Häufigkeit.
- Den Rückgang hoher Ozonkonzentrationen erkennt man ebenfalls an den Entwicklungen der Konzentrationen in Bezug auf die Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit bzw. zum Schutz der Pflanzen. Dies kann ein erstes Indiz für einen Rückgang der Ozonbelastung sein und ist damit auch ein Beleg für den Erfolg vieler Maßnahmen zur Minderung des Ausstoßes der Vorläufersubstanzen zur Ozonbildung, wie zum Beispiel der flüchtigen organischen Stoffe und Stickoxide, in Mitteleuropa.

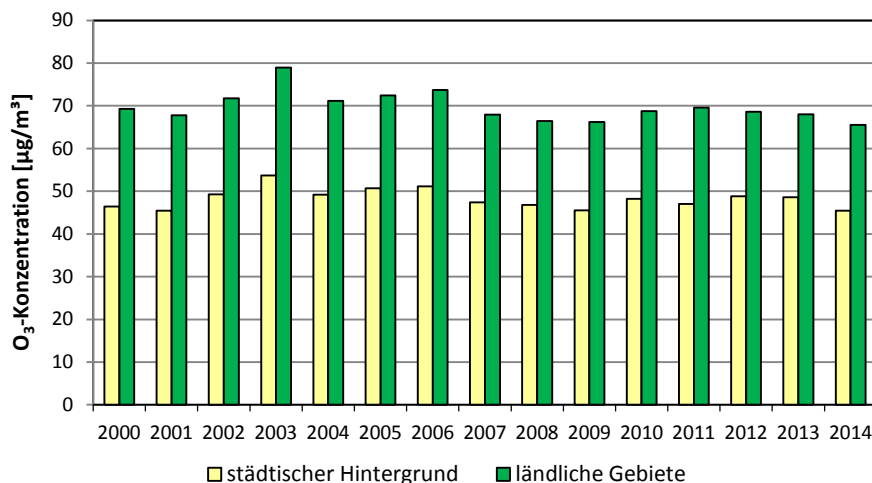


Abbildung 13: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration

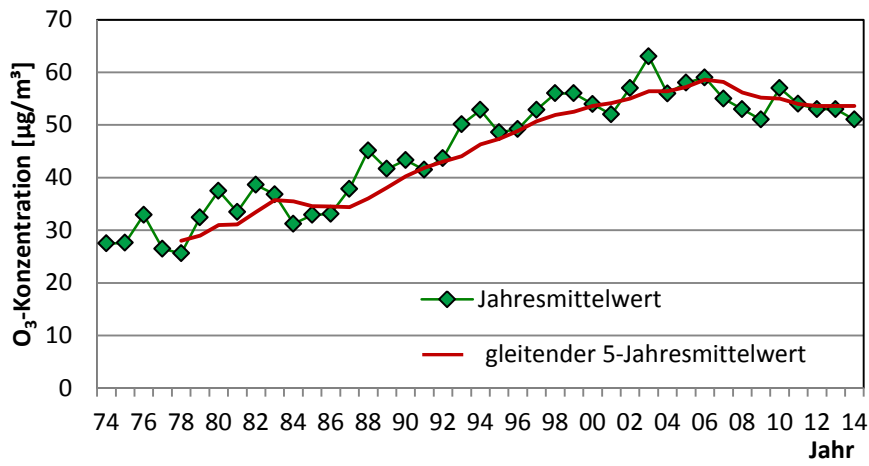


Abbildung 14: Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf 1974 bis 2014

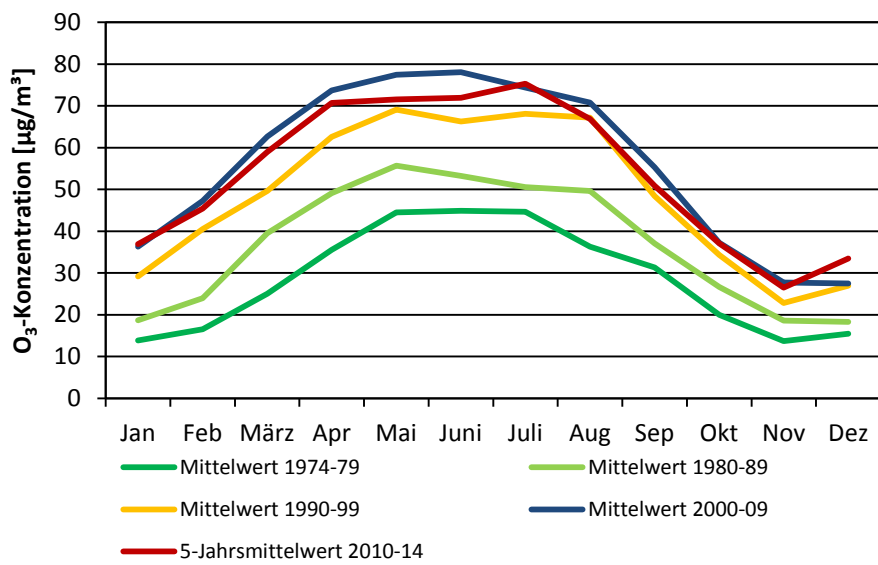


Abbildung 15: Entwicklung des Jahresverlaufes der Ozonkonzentration seit 1974 an der Station Radebeul-Wahnsdorf

4.3 Stickoxide (NO_x)

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

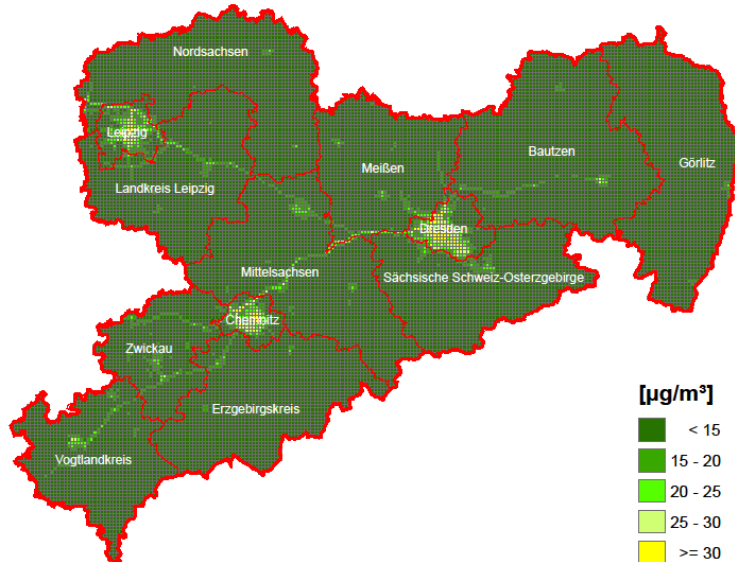


Abbildung 16: Modellerte Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in Sachsen 2014 (Quelle Geobasisdaten: GeoSN)

Die Jahresmittelwerte der NO₂- und NO-Konzentrationen haben sich 2014 gegenüber dem Vorjahr an der Mehrzahl der Stationen nicht geändert. Eine Ausnahme bildete die Station Dresden-Bergstraße. Hier erhöhten sich die NO₂-Konzentrationen deutlich um 6 µg/m³ auf 53 µg/m³. Damit war die Station, wie auch in den vergangenen Jahren, diejenige mit den höchsten NO₂- und NO-Konzentrationen. Die niedrigsten Konzentrationen wurden wieder an den ländlichen Hintergrundstationen gemessen.

Eine Übersicht der räumlichen Verteilung der Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in ganz Sachsen zeigt Abbildung 16. Man erkennt, dass die höchsten Belastungen an verkehrsreichen Straßen und in den Zentren größerer Städte auftreten. Das veranschaulichen auch die Ranglisten der Messstellen für die NO₂- und NO-Konzentrationen in Abbildung 17 und Abbildung 18.

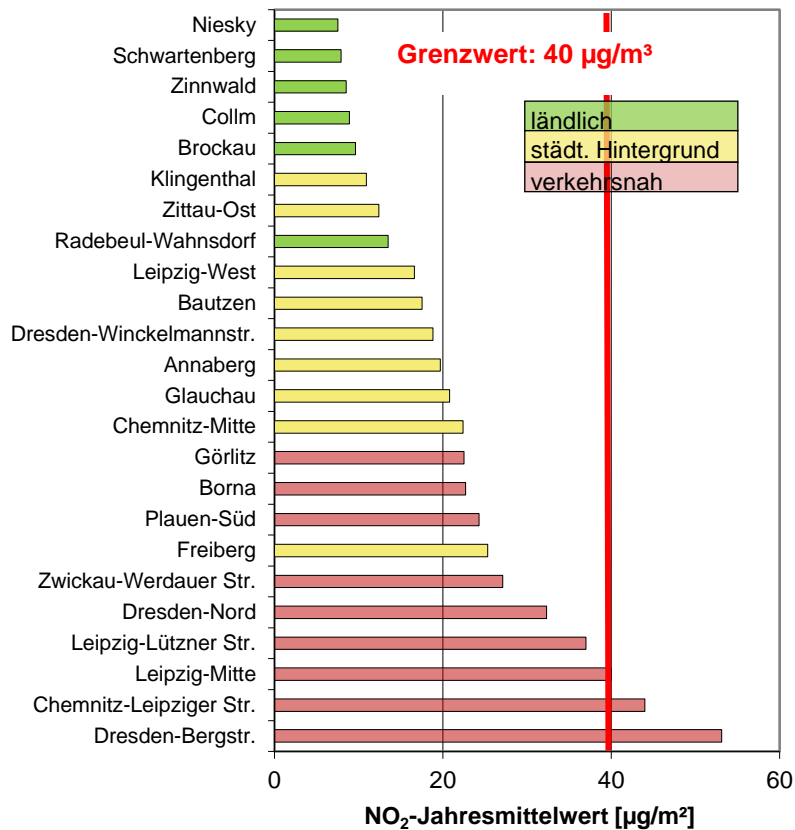


Abbildung 17: Rangliste der Messstellen bzgl. der NO₂-Belastung 2014

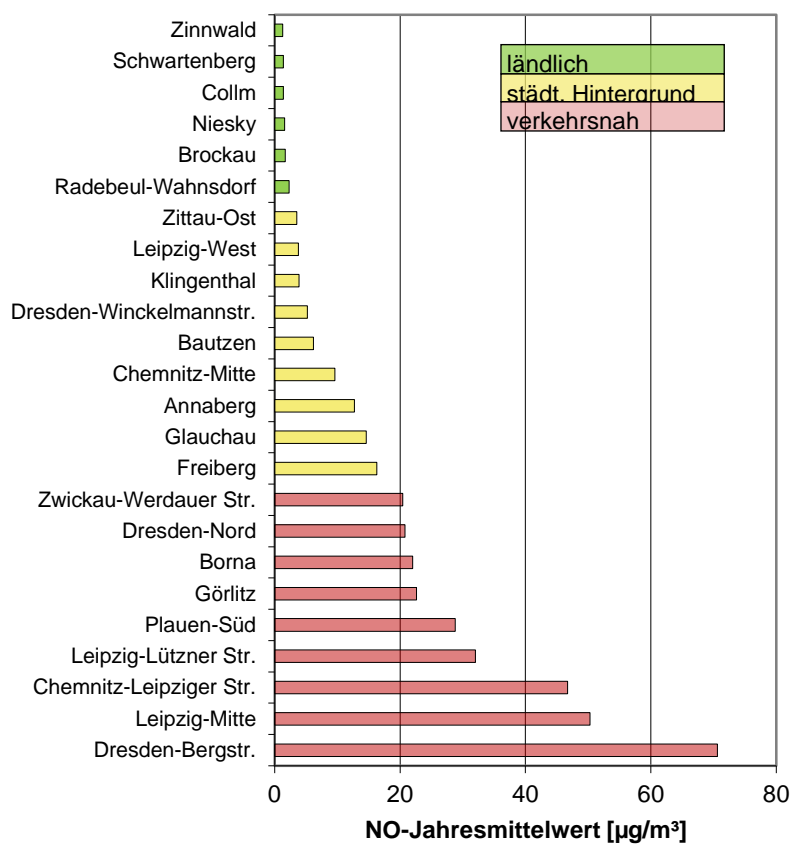


Abbildung 18: Rangliste der Messstellen bzgl. der NO-Belastung 2014

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 wurde 2014 in Sachsen flächendeckend eingehalten (Tabelle A 24).

! Der **Jahresgrenzwert** von 40 µg/m³ zur Beurteilung einer Dauerbelastung wurde an den verkehrsnahen Messstellen in Dresden-Bergstraße, und Chemnitz-Leipziger Straße überschritten. In Leipzig konnte an der Messstelle Leipzig-Mitte mit 40 µg/m³ erstmals der Jahresgrenzwert eingehalten werden.

Für alle drei Städte existieren entsprechend den Festlegungen in der 39. BImSchV Luftreinhaltepläne, in denen mittel- und langfristige Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffbelastung ausgewiesen sind. Die Pläne sind im Internet unter <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/3610.htm> veröffentlicht.

Die EU (Europäische Kommission 2013) genehmigte mit Beschluss vom 20.02.2013 für diese Städte eine Verlängerung der Frist zur Einhaltung des NO₂-Jahresgrenzwertes bis spätestens 01.01.2015. Während des Verlängerungszeitraums gilt der Jahresgrenzwert für NO₂ weiterhin zuzüglich einer maximalen Toleranzmarge von 50 Prozent. Unter Berücksichtigung diese Toleranzmarge wurde der NO₂-Jahresgrenzwert auch in Dresden und Chemnitz eingehalten.

✓ Der **NO_x-Grenzwert** von 30 µg/m³ zum Schutz der Vegetation wird in Sachsen an den regionalen Hintergrundmessstellen Schwartenberg, Collmburg und Niesky überwacht. Die Jahresmittelwerte sind seit Jahren auf einem niedrigen Niveau (Tabelle A 27).

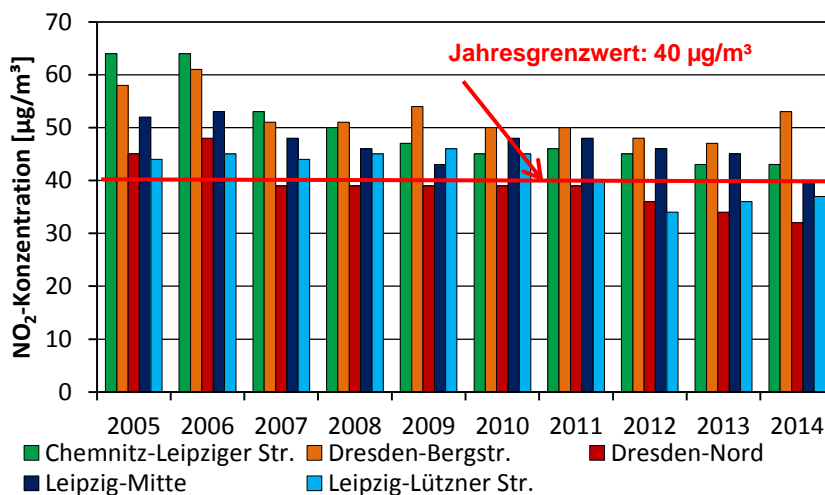


Abbildung 19: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an stark belasteten Messstellen von 2005 bis 2014

Die Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte einiger verkehrsnaher, stark belasteter Messstellen zeigt Abbildung 19. Der zeitliche Verlauf der gebietsbezogenen Jahresmittelwerte von 2000 bis 2014 ist in Abbildung 20. und Tabelle A 30 dargestellt. In den vergangenen 15 Jahren erfolgte – abgesehen von meteorologischen Schwankungen – eine allmähliche Minderung der NO₂-Belastung in Sachsen. An den verkehrsnahen Messstellen betrug die Reduzierung im Durchschnitt 10 µg/m³, im städtischen Hintergrund 7 µg/m³. Auch das schon niedrige Niveau in den ländlichen Gebieten verringerte sich nochmals in diesem Zeitraum ca. um 5 µg/m³. In den letzten 10 Jahren nahmen auch an den Hot Spots³ die Konzentrationen im Mittel ab.

³ Stationen Dresden-Bergstraße, Leipzig-Lützner Straße, Chemnitz-Leipziger Straße, an denen erst vor ca. 10 Jahren die Messungen begannen, mit sehr hohem Verkehrsaufkommen und in Straßenschluchten gelegen

Der Trend zu geringeren NO₂-Konzentrationen wird aber zum einem durch einen steigenden Anteil von Diesel-PKW an der Kfz-Flotte und zum anderen durch die weiterhin hohen motorbedingten Emissionen von Stickoxiden im realen Fahrbetrieb bei Fahrzeugen bis einschließlich Abgasnorm EURO 5 verzögert.

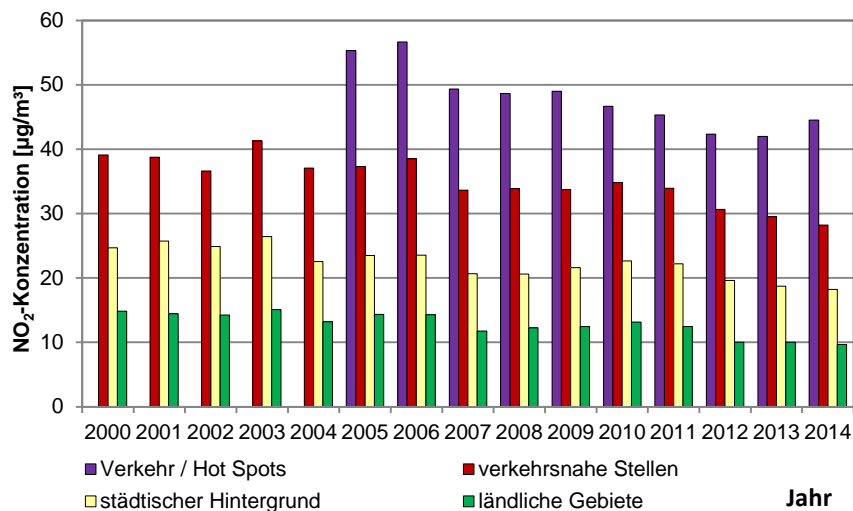


Abbildung 20: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration von 1999 bis 2014

Entgegen dem allgemeinen Trend erhöhten sich die NO₂-Konzentrationen an der Station Dresden-Bergstraße gegenüber dem Vorjahr um 6 µg/m³. In den vorhergehenden Jahren war ein leichter aber stetiger Abwärtstrend an dieser Station zu verzeichnen. Die Verkehrszahlen an der Zählstelle Mommsenstraße stiegen 2014 gegenüber 2013 um 1,5 Prozent. Betrachtet man den Zeitraum der letzten sieben Jahre (ab 2008 liegen Kfz-Zahlen vor), haben sich aber die Verkehrsdaten 2014 zum siebenjährigen Mittel nicht geändert.

Die Ursache dieser doch deutlichen Erhöhung ist nicht eindeutig zu definieren. Verkehrsfluss, meteorologische Bedingungen (hohe Lufttemperaturen im Juli, die die Umwandlung von NO in NO₂ durch hohe Ozonkonzentrationen begünstigten, höhere Anteile von Stunden mit geringer Windgeschwindigkeit) und die Bauarbeiten im Umfeld der Messstation kommen in Betracht.

4.4 Benzol

- ✓ Der seit 2010 gültige **Benzol-Jahresgrenzwert** von 5,0 µg/m³ wird seit 15 Jahren an allen sächsischen Messstellen eingehalten.

Die Jahresmittelwerte lagen 2014 zwischen 0,6 µg/m³ auf dem Schwarzenberg und 1,8 µg/m³ in Görlitz (Tabelle A 6).

Zeitliche Entwicklung der Benzolkonzentration

Die zeitliche Entwicklung der Benzolkonzentrationen in den letzten 15 Jahren für verkehrsnaher Messstationen wird in der Abbildung 21 dargestellt. Benzol ist der einzige straßenverkehrsgeprägte Luftschadstoff, der unabhängig von den jeweils vorherrschenden meteorologischen Verhältnissen 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. In den letzten sieben Jahren verblieb die Benzolkonzentration auf gleich niedrigem Niveau. Ein wieder zunehmender Einfluss der Verbrennung von Festbrennstoffen in Kleinf Feuerungsanlagen ist bisher nicht erkennbar.

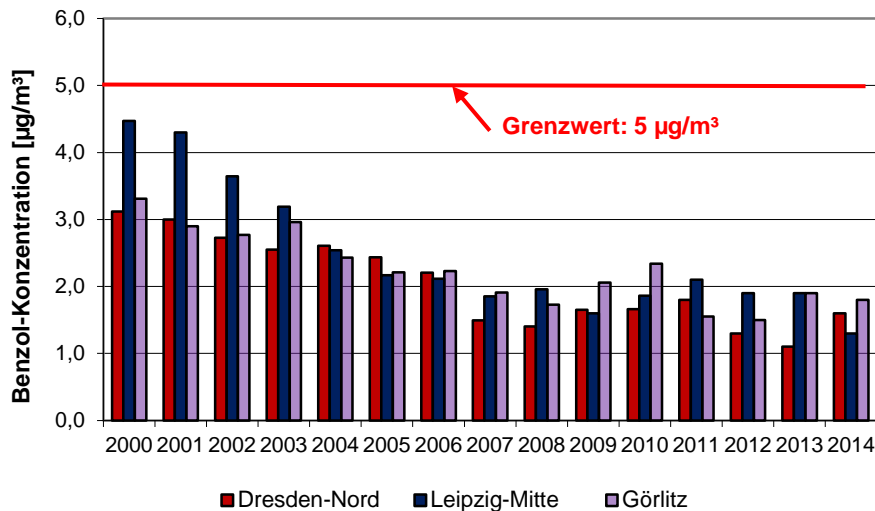


Abbildung 21: Jahresmittelwerte der Benzolkonzentration an verkehrsnahen Messstationen seit 2000

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 z. B. durch die Tierhaltung verursacht.

Zur Feinstaubbelastung tragen zum einen lokale Emissionen bei, zum anderen haben auch regionale und überregionale Ferneinträge einen großen Einfluss. Einträge durch natürliche Quellen (z. B. Saharastaub, Seesalz) spielen mit Bezug auf den Jahresmittelwert in Sachsen nur eine untergeordnete Rolle.

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

- ✓ Der **PM₁₀-Jahresgrenzwert** von 40 µg/m³ als Kennzeichen einer Dauerbelastung wird seit 10 Jahren flächendeckend eingehalten.
- ✓ Der ab 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. 2014 konnte der Tagesgrenzwert in den Städten Leipzig, Dresden und Chemnitz nicht eingehalten werden.

4.5.1 PM₁₀ und PM_{2,5}-Jahresmittelwerte

Abbildung 22 und Abbildung 23 zeigen die räumlichen Verteilungen der PM₁₀- bzw. der PM_{2,5}-Konzentrationen im Jahr 2014 in Sachsen. Man erkennt ein Ost-West-Gefälle, mit geringen PM₁₀- Belastungen im Erzgebirge und im Vogtland. Der niedrigste Jahresmittelwert mit 11 µg/m³ wurde in Carlsfeld im regionalen Hintergrund

des Westerzgebirges gemessen. Erhöhte PM_{10} und $PM_{2,5}$ -Konzentrationen findet man dagegen in den Ballungszentren insbesondere an verkehrsnah gelegenen Messstellen. Spitzenreiter beim PM_{10} -Jahresmittelwert waren die verkehrsnahen Stationen Dresden-Bergstraße und Leipzig-Lützner Straße mit $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Abbildung 24 enthält eine Rangliste aller Stationen bezüglich der PM_{10} -Belastung.

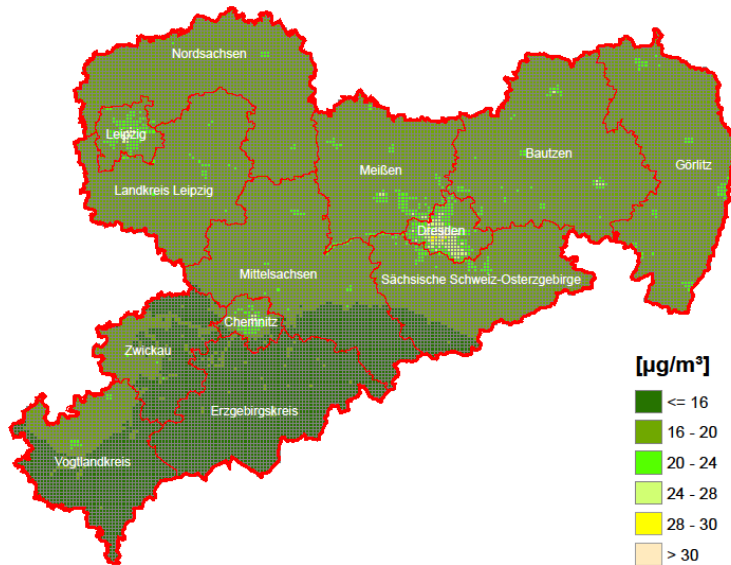


Abbildung 22: Modellierte Jahresmittelwerte der PM_{10} -Konzentration in Sachsen 2014 (Quelle Geobasisdaten: GeoSN)

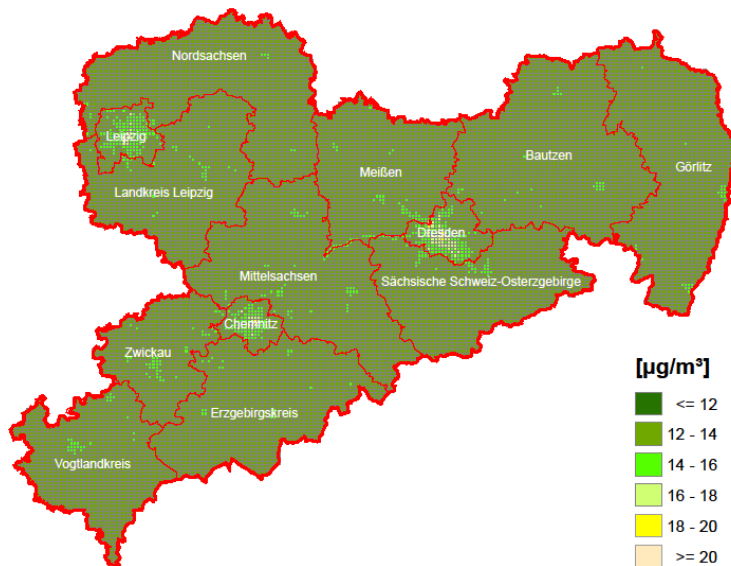


Abbildung 23: Modellierte Jahresmittelwerte der $PM_{2,5}$ -Konzentration in Sachsen 2014 (Quelle Geobasisdaten: GeoSN)

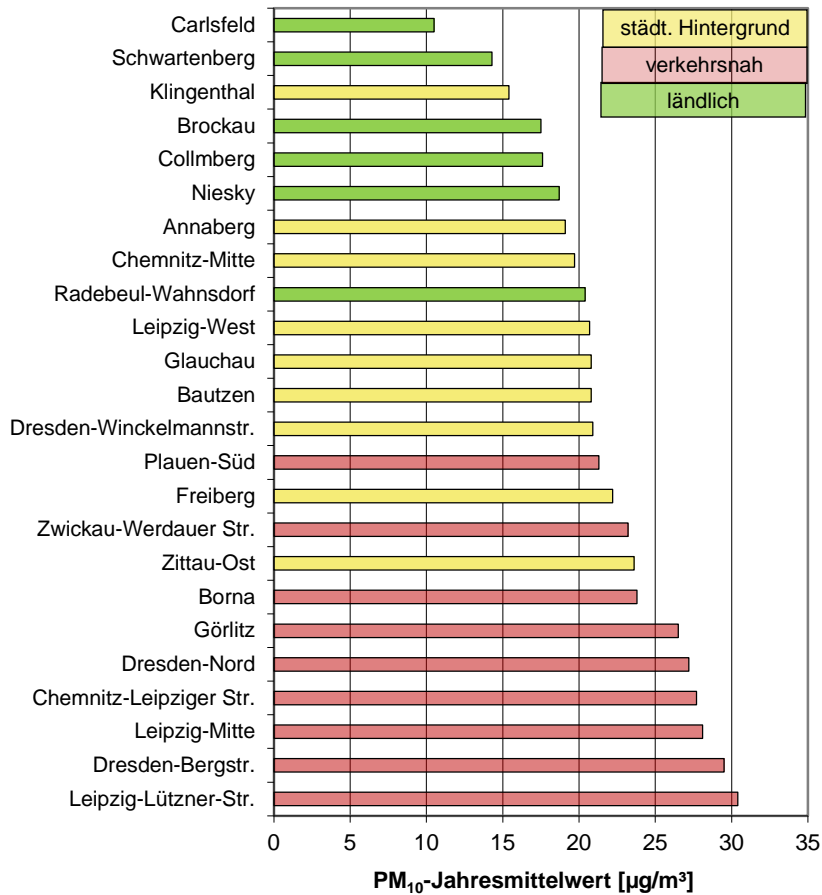


Abbildung 24: Rangliste der Messstellen bzgl. der PM₁₀-Belastung 2014

Zeitliche Entwicklung der PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentrationen

Die Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte einiger verkehrsnaher stark belasteter Messstellen sowie gebietsbezogene Daten werden in den Abbildung 25 und Abbildung 26 und der Tabelle A 31 dargestellt. In Tabelle 6 sind die Jahresmittelwerte der PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentrationen der letzten 10 Jahre für verkehrsnaher Messstellen zusammengefasst. Insgesamt sind die verkehrsnahen Feinstaubkonzentrationen in beiden Kategorien um etwas mehr als 20 Prozent niedriger als vor 10 Jahren. Die PM₁₀-Konzentrationen im ländlichen und städtischen Hintergrund reduzierten sich in den letzten 15 Jahren im Mittel um ca. 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

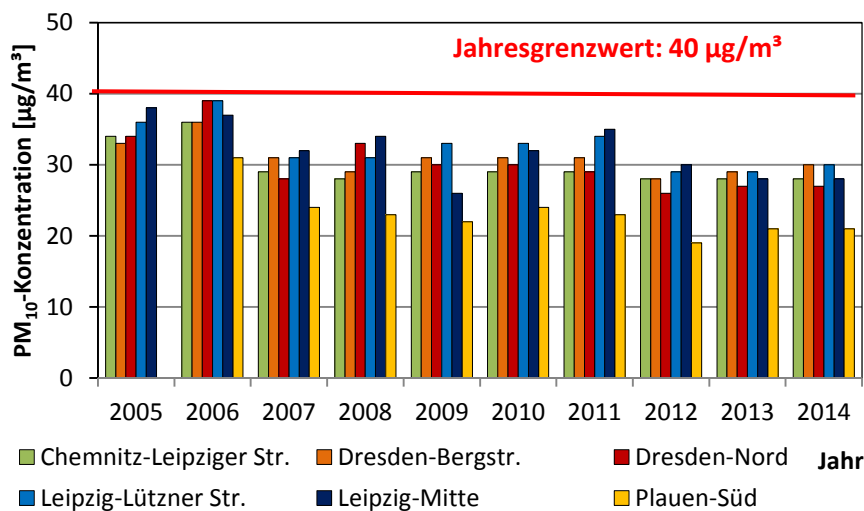


Abbildung 25: Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration an stark belasteten Messstellen von 2005 bis 2014

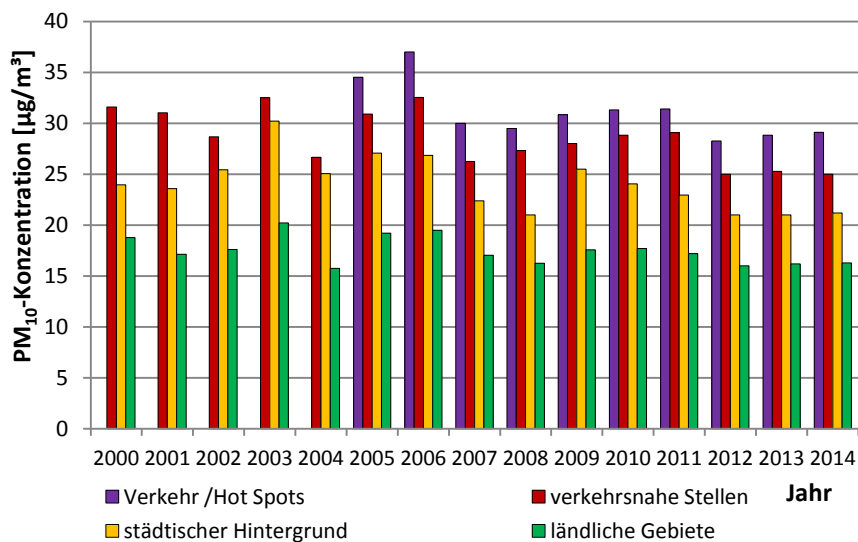


Abbildung 26: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration 2000 bis 2014 (Hot Spots³)

Tabelle 6: Vergleich der Jahresmittelwerte der PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentrationen von 2005 bis 2014 an verkehrsnahen Messstellen

Station		Jahresmittelwert [µg/m ³]									
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PM ₁₀	Leipzig-Mitte	38	37	32	34	26	32	35	30	28	28
	Dresden-Nord	34	39	28	33	30	30	29	26	27	27
	Chemnitz-Leipziger Str.	34	36	29	28	29	29	29	28	28	28
PM _{2,5}	Leipzig-Mitte	24	23	19	17		22	20	18	18	18
	Dresden-Nord	23	24	17	17	20	19	19	16	17	17
	Chemnitz-Leipziger Str.	23	23	18	17	17	20	18	16	17	17

4.5.2 PM₁₀-Episoden

Bei Überschreiten des PM₁₀-Tagesgrenzwertes an drei oder mehr aufeinanderfolgenden Tagen an mindestens 25 % der Messstationen in Sachsen wird der Zeitraum zumeist als PM₁₀-Episode eingestuft. Während PM₁₀-Episoden, die vor allem im Winter und in der Übergangszeit auftreten, herrschen austauscharme Hochdruck-Wetterlagen mit schwachen Winden und niedrigen Inversionen. Der Austausch von Luftschadstoffen ist sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung stark eingeschränkt, sodass 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. Mit schwachen östlichen Winden können zusätzlich vorbelastete Luftmassen nach Sachsen gelangen.

Nach o. g. Kriterium wurden im 2014 fünf PM₁₀-Episoden in Sachsen beobachtet (Tabelle 7):

Tabelle 7: PM₁₀-Episoden 2014

Zeitraum	Anzahl der Tage	Mittlere PM ₁₀ -Konzentration in µg/m ³ im regionalen Hintergrund (Jahresdurchschnitt: 16 µg/m ³)	Mittlere PM ₁₀ -Konzentration in µg/m ³ im städtischen Hintergrund (Jahresdurchschnitt: 21 µg/m ³)	verkehrsnahe mittlere PM ₁₀ -Konzentration in µg/m ³ (Jahresdurchschnitt: 26µg/m ³)
23.01. bis 26.01.2014	4	40	50	61
28.01. bis 31.01.2014	4			
04.03. bis 14.03.2014	11	44	52	64
29.03. bis 06.04.2014	9	43	49	59
03.12. bis 05.12.2014	3	38	47	73

Die **PM₁₀-Episoden im Januar** waren überwiegend durch Ferneintrag geprägt. Mit schwachen Winden aus östlicher Richtung erreichten am 23. Januar Luftmassen mit hohen Feinstaubkonzentrationen Sachsen (Abbildung 27). Nordostdeutschland lag bis zum 26. Januar unter Hochdruckeinfluss. Am 27. Januar gelangte ein Tiefdruckgebiet nach Sachsen. Damit verlagerten sich die schadstoffreichen Luftmassen zwischenzeitlich in Richtung Nord-Ost. Ab 28. Januar stiegen die PM₁₀-Konzentrationen bei Süd-Ost-Wetterlage beginnend in Ostsachsen wieder deutlich und verbreiteten sich bis zum 30. Januar über ganz Deutschland. In an Sachsen angrenzende Gebiete von Polen und Tschechien wurden ebenfalls während der gesamten Zeit hohe PM₁₀-Konzentrationen gemessen.

Großflächig hohe PM₁₀-Konzentrationen in Deutschland und den angrenzenden Gebieten in Polen und Tschechien prägten die **Episode vom 4. bis 14. März**. Bei einer austauscharmen Hochdruckwetterlage führten überwiegend lokale Emissionen (Hausbrand und Verkehr) zum Anstieg der Feinstaubwerte.

NOAA HYSPLIT MODEL
 Backward trajectories ending at 1200 UTC 24 Jan 14
 GDAS Meteorological Data

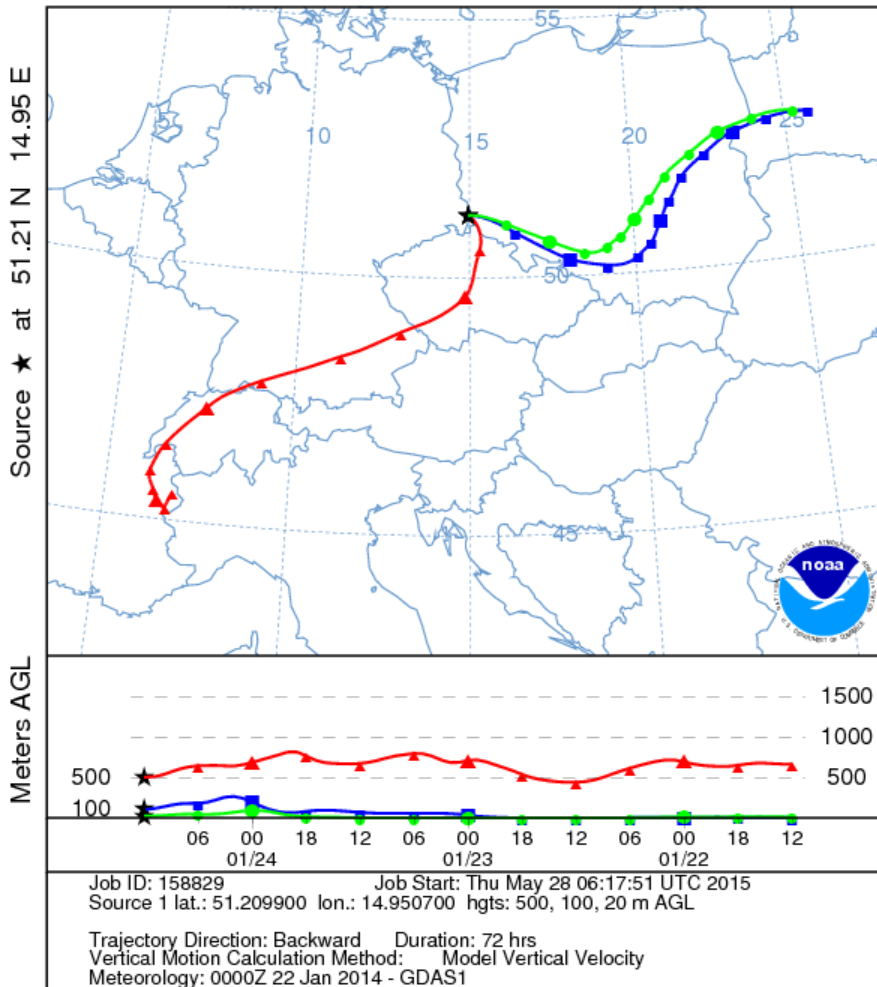


Abbildung 27: Rückwärtstrajektorien am 24.01.2014, 12 Uhr Endpunkt der Trajektorienbahnen Görlitz
 (Quelle: <http://ready.arl.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtype=archive>, abgerufen am 28.05.15)

Ende März bis Anfang April herrschten größtenteils austauscharme Wetterlagen in Sachsen, die zu einem Anstieg der Feinstaubkonzentrationen in der Luft führten. Vom 29. März bis 6. April bildete sich daraus eine **PM₁₀-Episode**. Gleichzeitig gelangten Anfang April mit südlichen Strömung Luftmassen aus Nordafrika bis nach West- und Mitteleuropa. Diese Luftmassen transportierten Saharastaub, der ebenfalls die Feinstaubwerte beeinflussen kann. Vertiefte Untersuchungen (siehe Kapitel 6 Projekte, Sondermessung Saharastaub) zeigten aber, dass der Saharastaub keinen Einfluss auf die Feinstaubkonzentration in Sachsen hatte. Dagegen trug neben Straßenverkehr und Hausbrand auch die Landwirtschaft, insbesondere Gülleausbringung (vergleiche Seite 46) zur Feinstaubbelastung während dieser Episode bei.

Für die **PM₁₀-Episode im Dezember** war neben lokalen Emissionen auch Ferneintrag eine Ursache. Bei Winden aus Nord-Ost bis Ost stiegen die PM₁₀-Konzentrationen hauptsächlich in Norddeutschland und Nordsachsen an. Die Erzgebirgsregion und auch das Böhmisches Becken in Tschechien waren vom Ferneintrag aus östlichen Regionen nicht betroffen.

Während der Feinstaubepisoden ändert sich die großemäßige Zusammensetzung des Feinstaubes in der Luft. Größere Partikel sinken auf Grund der Schwerkraft schneller zu Boden, sodass bei längeren Transportwegen der prozentuale Anteil von PM_{2,5} im PM₁₀ steigt. In Tabelle 8 ist das Verhältnis PM_{2,5} zu PM₁₀ gebiets-

bezogen zusammengefasst. Man erkennt deutlich den Anstieg des Verhältnisses während der der Feinstaubepisoden im Vergleich zum Jahresdurchschnitt.

Tabelle 8: Verhältnis der PM_{2,5} zur PM₁₀-Konzentration während der Feinstaubepisoden

	PM _{2,5} /PM ₁₀ - Jahresdurchschnitt	Verhältnis PM _{2,5} /PM ₁₀ während der Feinstaubepisoden im Januar (überwiegend Feineintrag)	Verhältnis PM _{2,5} /PM ₁₀ während der Feinstaubepisoden Anfang März (überwiegend lokale Emissionen)
verkehrsnahe	0.62	0.82	0.66
Städtischer Hintergrund	0.74	0.90	0.73
Ländlicher Hintergrund	0.72	0.88	0.82

Die Zahl der Tage mit PM₁₀-Konzentrationen größer 100 µg/m³ ist 2014 wie auch schon im Vorjahr auffallend niedrig. Insgesamt gab es nur sechs einzelne Tagesmittelwerte größer 100 µg/m³, zwei am Neujahrstag, drei verursacht durch das traditionelle Brauchtumsfeuer in der Nacht vom 30. April zum 1. Mai sowie ein einzelner Tagesmittelwert in Höhe von 109 µg/m³ PM₁₀ in Görlitz während der Dezemberepisode (in der polnischen Nachbarstadt Zgorzelec wurden am diesem Tag 137 µg/m³ PM₁₀ gemessen).

4.5.3 Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage

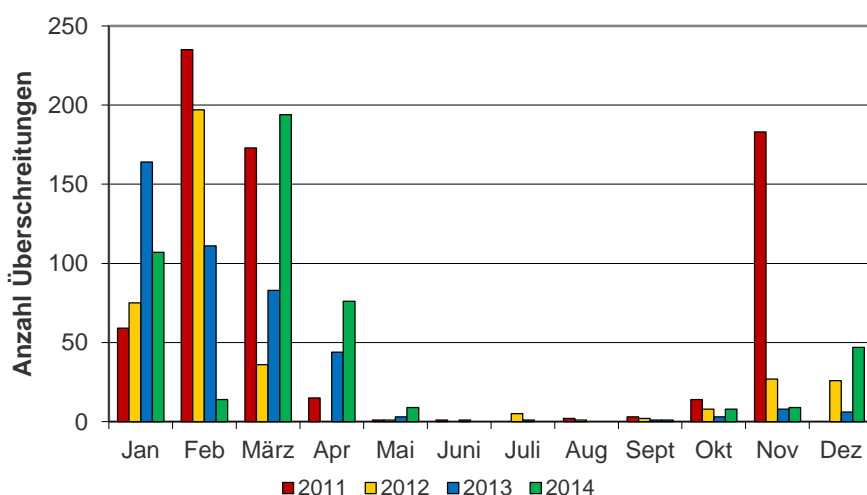


Abbildung 28: Vergleich der Anzahl der monatlichen Einzelüberschreitungen (Summe über die Stationen) von 2011 bis 2014

Die Anzahl der Tage mit Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ variiert von Jahr zu Jahr ebenso wie deren monatliche Verteilung beträchtlich (Abbildung 28). Ursache sind wechselnde meteorologische Bedingungen, aber auch im Einzelfall lokale Quellen (z. B. Bautätigkeit). Insgesamt wurden 2014 an 55 Tagen PM₁₀-Tagesmittelwerte von mehr als 50 µg/m³ registriert (Vorjahr: 67 Tage).

56 Prozent der Einzelüberschreitungen betrafen verkehrsnahen Messstellen, 30 Prozent Messstellen im städtischen und 14 Prozent Messstellen im regionalen Hintergrund⁴. Gegenüber dem Vorjahr erhöhte sich die Summe der Einzelüberschreitungen an verkehrsnahen Stationen⁵ und Stationen im städtischen Hintergrund um mehr als 10 Prozent. Dagegen sanken die Einzelüberschreitungen im ländlichen Hintergrund (Abbildung 29).

⁴ Normierte Angabe - unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Anzahl von Stationen in den einzelnen Kategorien

⁵ Berücksichtigung nur der von 2005 bis 2014 durchgängig gemessenen Stationen (entspricht 22 Stationen)

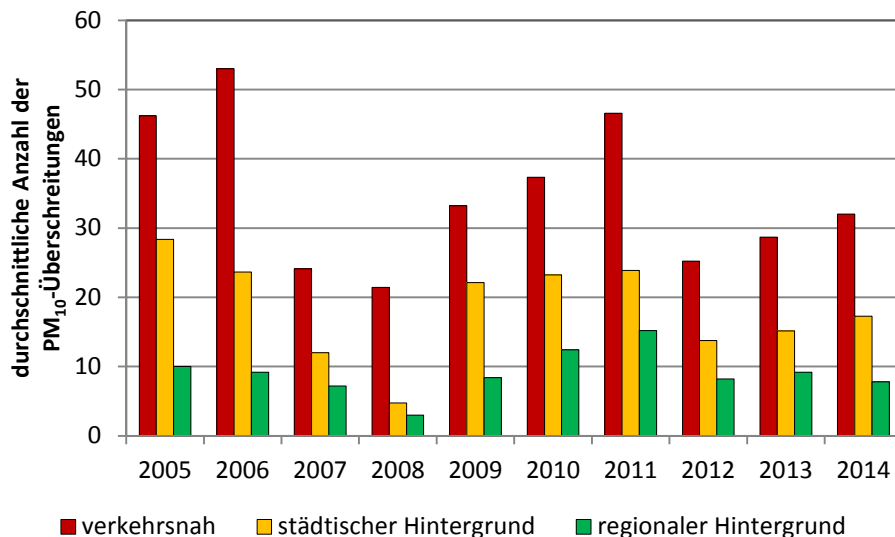


Abbildung 29: Gebietsbezogene durchschnittliche Anzahl der Überschreitungen des PM_{10} -Tagesgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seit 2005

- !** Zu einer Überschreitung des PM_{10} -Tagesgrenzwertes ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 35 zulässigen Überschreitungen im Jahr) kam es 2014 in den Städten Dresden, Leipzig und Chemnitz an verkehrsnah gelegenen Stationen.
- | | |
|----------------------------|---------------------|
| Leipzig-Lützner Straße: | 43 Überschreitungen |
| Dresden-Bergstraße: | 36 Überschreitungen |
| Chemnitz-Leipziger Straße: | 36 Überschreitungen |

Aufgrund der Grenzwertüberschreitungen in vergangenen Jahren waren für die Städte Leipzig, Dresden, Chemnitz und Görlitz Luftreinhaltepläne aufgestellt worden (LfULG 2015), in denen mittel- und langfristige Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffbelastung ausgewiesen sind. In Leipzig wurde im März 2011 eine Umweltzone eingeführt (Stadt Leipzig 2015).

4.5.4 PM_{10} -Inhaltsstoffe

An verschiedenen Stationen wird PM_{10} auf seine Inhaltsstoffe wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle, Arsen und Ruß untersucht (Tabelle A 11, Tabelle A 12 und Tabelle A 13).

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Ein Großteil der PAK-Belastung wird durch Kraftwerke, Hausbrand, Kfz-Verkehr sowie Waldbrände und offene Feuer auf landwirtschaftlich genutzten Flächen 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 2012).

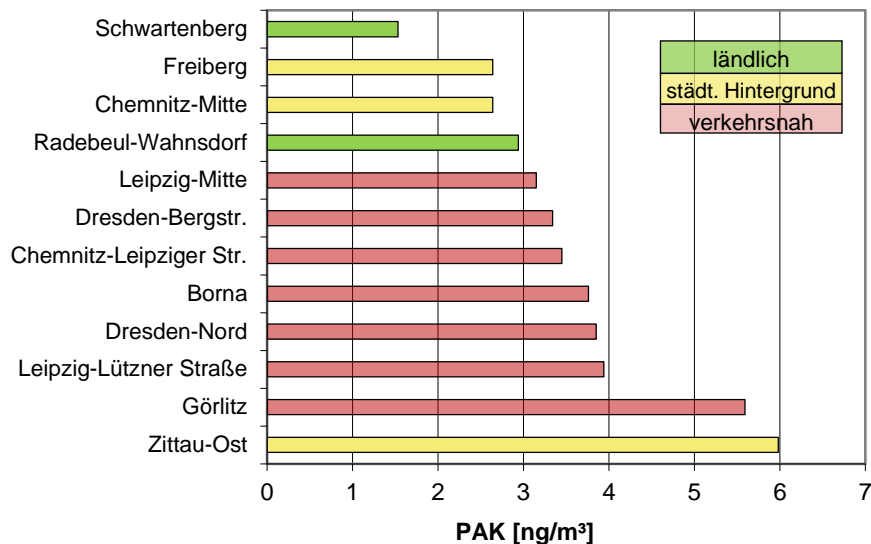


Abbildung 30: Rangliste der Messstellen bezüglich der PAK-Belastung 2014

Aus den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen BaP, BeP, BbF, BkF, Cor, DbA und InP wird zum Vergleich der Stationen seit mehreren Jahren ein Summenwert errechnet. Diese Summenwerte sind als Rangliste für alle Messstationen in Abbildung 30 grafisch dargestellt. Die höchsten Summenwerte treten an den Messstellen in Zittau und Görlitz an der Grenze zu Polen auf. Auf dem Schwartenberg wurden die geringsten PAK-Konzentrationen bestimmt.

In Tabelle 9 werden für langjährige Messstationen die Summenwerte der partikelgebundenen PAK seit 2001 dargestellt. Man erkennt große zwischenjährliche Schwankungen, sodass Trendaussagen nicht möglich sind.

Tabelle 9: Vergleich der PAK-Summenwerte im PM₁₀ (2001 bis 2014)

Station	Jahresmittelwert in [ng/m ³]													
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Borna	3.2	4.1	3.3	3.3	2.9	2.9	2.5	3.0	2.7	3.1	3.1	3.9	2.8	3.8
Dresden-Nord	4.4	5.0	4.5	4.2	4.0	4.1	3.1	3.7	3.3	3.7	3.4	5.1	3.7	3.9
Freiberg	2.9	3.4	3.3	3.2	3.0	2.9	2.8	3.1	2.4	3.1	2.8	3.4	3.2	2.6
Görlitz	7.5	7.7	7.0	6.0	7.2	6.1	4.8	6.1	4.3	5.6	6	7.2	5.4	5.6
Leipzig-Mitte	2.7	3.8	3.2	3.0	2.7	2.9	2.5	2.6	1.7	3.1	3	3.4	2.6	3.2
Leipzig-Lützner Str.	3.3	4.8	3.9	4.1	3.2	3.5	2.9	3.7	2.9	3.6	3.7	4.7	3.4	3.9
Radebeul-Wahnsdorf	3.0	4.0	3.6	3.6	3.5	3.4	3.0	3.8	3.3	3.4	3.3	4.1	3.2	2.9
Schwartenberg	1.4	1.9	1.7	1.4	1.8	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.2	2.0	1.8	1.5

Für die PAK-Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) als Inhaltsstoff in der PM₁₀-Fraktion gilt seit 2010 ein Zielwert von 1 ng/m³. Dieser wird nach vorschriftsmäßiger Rundung entsprechend der 39. BImSchV auf ganze Zahlen auch in Görlitz und Zittau eingehalten (BaP-Jahresmittelwert an beiden Stationen: 1,2 ng/m³).

Abbildung 31 stellt die zeitliche Entwicklung der Benzo(a)pyren-Jahresmittelwerte der letzten 10 Jahre an ausgewählten Messstationen dar (weitere Stationen: Tabelle A 16).

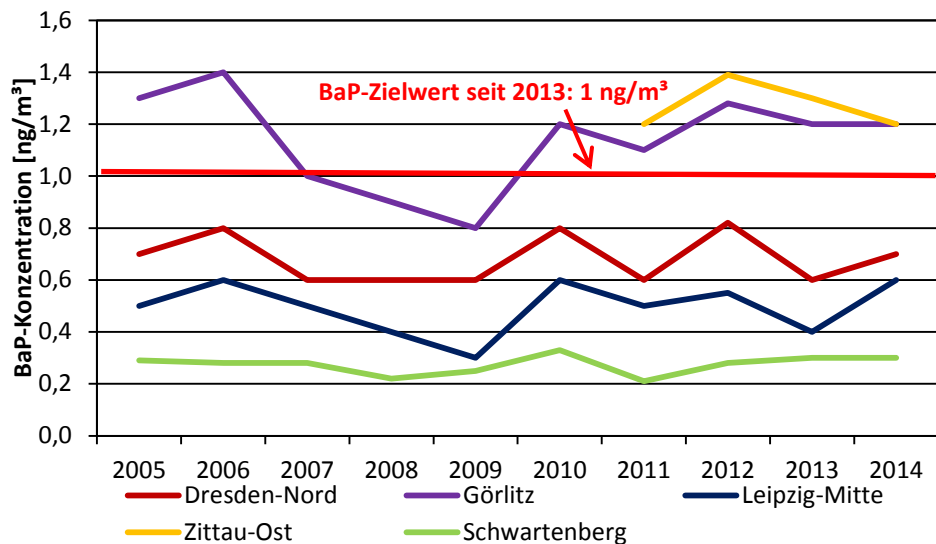


Abbildung 31: Entwicklung der BaP-Jahresmittelwerte in den Jahren 2005 bis 2014

PAK zeigen einen ausgeprägten Jahresgang mit Höchstwerten in den Wintermonaten. Im Sommer liegen die Konzentrationen dagegen nahe der Nachweisgrenze. In Abbildung 32 ist der Jahresverlauf am Beispiel von Benzo(a)pyren zu sehen. An den Messstellen in Görlitz und Zittau werden während der Heizperiode deutlich höhere BaP-Konzentrationen gemessen als an anderen Messstellen in Sachsen. Durch die Grenznahe werden diese Stationen im Winter zusätzlich durch Hausbrand und Industrieanlagen der Nachbarländer beeinflusst, Görlitz insbesondere durch die Nachbarstadt Zgorzelec (BaP-Jahresmittelwert 2014: 4,0 ng/m³ [Woje-wódzki Inspektorat Ochrony Środowiska 2015]). Zittau liegt im Dreiländereck. Die in den Wintermonaten häufig vorkommenden Ost-Wetterlagen begünstigen Schadstoffeinträge aus Polen. Bei Südost-Wetterlage gelangen Luftmassen über das Neiβetal aus Tschechien nach Zittau. PAK-Konzentrationen in Zittau und Görlitz müssen weiter kontrolliert und die Problematik auf bilateralen Treffen mit den Nachbarstaaten erörtert werden.

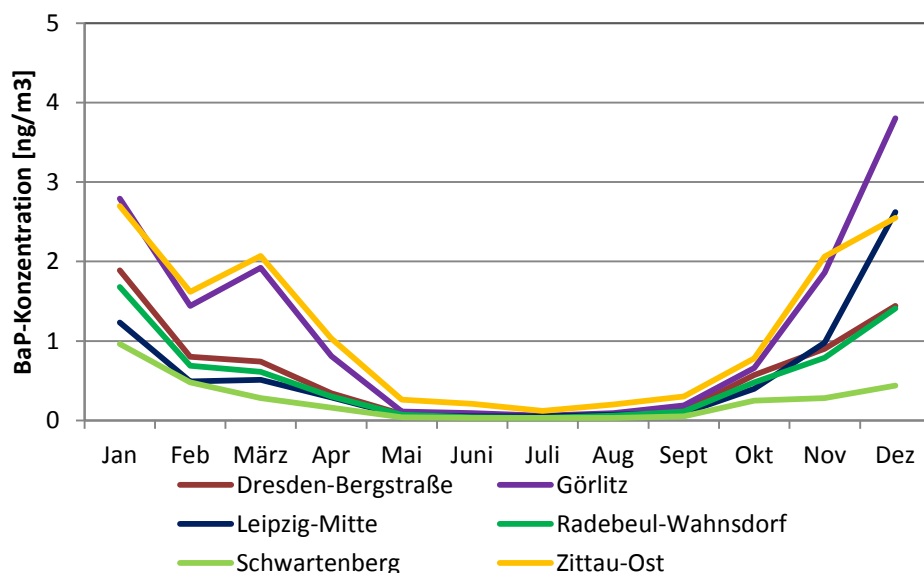


Abbildung 32: Jahresverlauf der partikelgebundenen BaP-Konzentrationen 2014

Schwermetalle

Der Bleigehalt im PM_{10} wird in Sachsen an sechs Messstellen überwacht. Die Jahresmittelwerte lagen 2014 zwischen 6 und 18 ng/m^3 . Der höchste Wert wurde, wie in den letzten Jahren, an der Station Freiberg gemessen.

- ✓ Der seit 2005 geltende **Pb-Jahresgrenzwert** zum Schutz der menschlichen Gesundheit von $0,5 \mu g/m^3$ wird seit Beginn der Messungen im Jahr 1998 an allen Messstellen weit unterschritten.

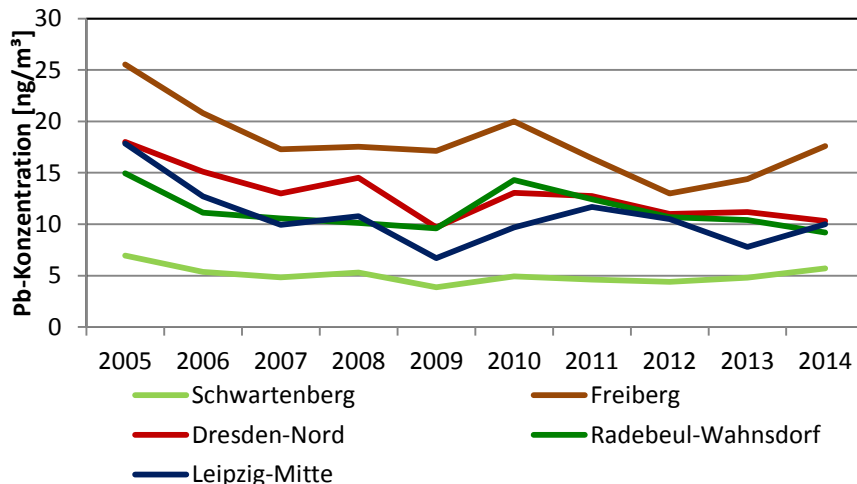


Abbildung 33: Entwicklung der Pb-Jahresmittelwerte in den Jahren 2005 bis 2014 an ausgewählten Messstellen

Die Entwicklung der Pb-Jahresmittelwerte von 2005 bis 2014 ist in Abbildung 33 und Tabelle A 15 dargestellt. Nach einer deutlichen Abnahme aufgrund der Reduzierung des Bleigehaltes im Kfz-Kraftstoff Mitte der 1990er-Jahre schwächte sich der Trend zu geringeren Konzentrationen in den letzten 10 Jahren ab.

Die seit 2013 geltenden Zielwerte für Cadmium, Nickel und Arsen werden an allen Stationen sicher eingehalten (Tabelle A 15). Die höchsten As-Jahresmittelwerte wurden mit $2,8 \text{ ng}/m^3$ an den Stationen Zittau und Görlitz gemessen und betragen weniger als 50 Prozent des Zielwertes von $6 \text{ ng}/m^3$. Die Cd- und Ni-Jahresmittelwerte lagen im Mittel bei unter 10 Prozent des Zielwertes. Für Chromkonzentrationen (Chromgesamt⁶), gibt es keinen Zielwert. Der höchste Jahresmittelwert mit $6 \text{ ng}/m^3$ wurde an der Station Leipzig-Mitte gemessen und ist damit auf dem Niveau der letzten Jahre.

⁶ Für Cr_{ges} gibt es einen Orientierungswert für Sonderfallprüfung: $17 \text{ ng}/m^3$ (LAI-Bewertungsmaßstab 2004; falls $Cr(VI)$ einen Anteil von 10 Prozent an Cr_{ges} hat [LAI 2004]).

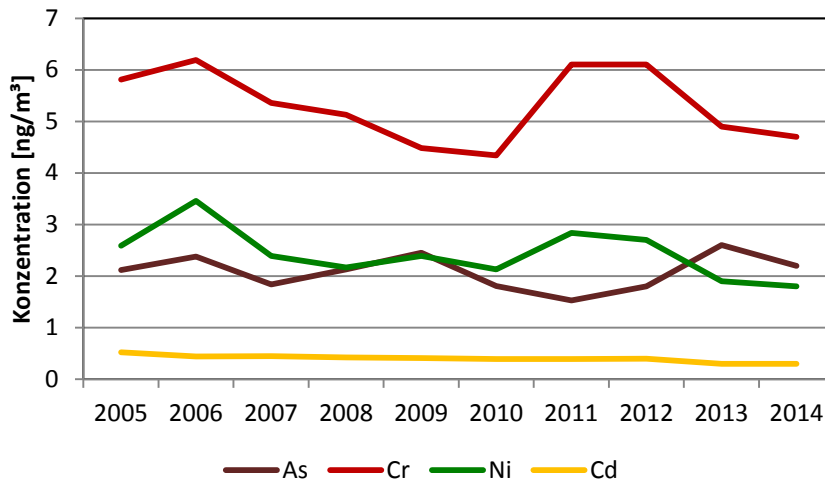


Abbildung 34: Entwicklung der Cd-, As-, Cr- und Ni-Jahresmittelwerte in den Jahren 2005 bis 2014 an der Messstelle Dresden-Nord

Stellvertretend für alle Messstellen ist in der Abbildung 34 die Entwicklung der Schwermetallkonzentrationen von Cd, As, Cr und Ni an der verkehrsnahen Messstelle Dresden-Nord für den Zeitraum 2005 bis 2014 dargestellt. In den letzten 10 Jahren ist kein eindeutiger Trend zu erkennen. Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren können mit unterschiedlichen meteorologischen Ausbreitungsverhältnissen erklärt werden.

Elementarer und organischer Kohlenstoff – EC und OC

Elementarer Kohlenstoff (Ruß) und organischer Kohlenstoff entstehen bei einer unvollständigen Verbrennung von flüssigen und festen Brennstoffen. Mit einem aerodynamischen Durchmesser von $<10\ \mu\text{m}$ zählen sie zu den thoraxgängigen Stoffen und sind krebserregend (IARC 2012).

In Tabelle A 13 im Anhang sind die EC- und OC-Konzentrationen aller Stationen für 2014 zusammengefasst. Die höchsten Jahresmittelwerte wurden an verkehrsnahen Stationen gemessen, wobei die Station Dresden-Bergstraße mit $3.7\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Vorjahr $3,9\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) die höchste EC-Konzentration erreichte. Ursache sind hier die besonders hohen Emissionen der Kraftfahrzeuge durch die Steigung der Fahrbahn von mehr als 6 Prozent stadtauswärts. Die Konzentration weist einen typischen Jahresgang auf, mit niedrigen Werten im Sommer und hohen im Winter.

Die Entwicklung der EC-Konzentrationen der letzten 10 Jahre an verkehrsnahen Stationen ist in Tabelle 10 zusammengestellt. An allen Stationen konnte ein deutlicher Rückgang in dieser Zeit registriert werden. Am stärksten reduzierte sich die EC-Konzentration an der Messstelle Leipzig-Mitte (47 Prozent des Wertes von 2005). Als Hauptursache des Rückganges im verkehrsnahen Bereich wird die schrittweise Einführung von Partikelfiltern für Dieselfahrzeuge angesehen.

Seit 2010 werden verstärkt Messungen von elementarem und organischem Kohlenstoff in den Städten Dresden und Leipzig durchgeführt. Ziel ist es, Maßnahmen aus Luftreinhalteplänen bzw. die Einführung der Umweltzone in Leipzig messtechnisch zu begleiten. EC und OC sind als Indikatoren dazu besonders geeignet, weil Änderungen im Verkehrsbereich sich unmittelbar auf deren Konzentrationen auswirken. Die Ergebnisse sind in Kapitel 6 Projekte zusammengefasst; Berichte zu diesen Sonderuntersuchungen sind im Internet eingestellt (LfULG 2012; LfULG 2013; LfULG 2014b).

Tabelle 10: Entwicklung der Jahresmittelwerte der EC-Konzentrationen im PM₁₀ an ausgewählten Verkehrsstationen seit 2005

Station	Jahresmittelwert in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Dresden-Bergstraße	5.2	5.2	5.3	4.5	4.2	4.5	4.0	3.6	3.9	3.7
Dresden-Nord	4.2	4.1	3.4	3.4	3.2	3.1	2.9	2.7	2.4	2.4
Görlitz	4.3	4.3	4.1	3.6	3.5	3.8	3.3	2.9	2.8	3.1
Leipzig-Mitte	4.8	5.4	4.5	3.9	3.2	3.4	3.1	3.0	2.6	2.7
Leipzig-Lützner Str.	3.9	4.8	4.3	4.0	3.9	3.6	3.1	2.6	2.5	2.7

4.6 Staubniederschlag

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

Im sächsischen Messnetz wird an 13 Messstellen der Staubniederschlag und sein Gehalt an Pb und Cd bestimmt. Dabei werden trockene und nasse Deposition zusammen in einem offenen Probenahmegefäß (Bergerhoff-Sammler, Abbildung 43 im Anhang) erfasst. 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.

Die Ablage von Staubniederschlag blieb in den vergangenen 10 Jahren, abgesehen von baustellenbedingten Erhöhungen und meteorologischen Einflüssen, nahezu unverändert. In Radebeul-Wahnsdorf und Zinnwald wurden 2014 die niedrigsten Jahresmittelwerte bestimmt (Tabelle A 17). Der im Jahresmittel höchste Wert mit $0,13 \text{ g}/\text{m}^2\text{d}$ wurde 2014 an der Messstation Leipzig-West ermittelt. Grund war ein erhöhter Einzelwert im August von $0,49 \text{ g}/\text{m}^2\text{d}$, dessen Ursache nicht geklärt werden konnte. Trotzdem lag auch der Jahresmittelwert an der Messstation Leipzig-West deutlich unter dem Immissionswert nach TA Luft von $0,35 \text{ g}/\text{m}^2\text{d}$.

Jahresmittelwerte und maximale Monatsmittelwerte von Pb und Cd im Staubniederschlag sind in Tabelle A 18 zusammengestellt. Wie auch in den Vorjahren wurden die höchsten Belastungen in Freiberg, bedingt durch Bergbauatlasten, gemessen. Aber auch hier lagen die mittleren Konzentrationen weit unterhalb der Immissionswerte der TA Luft (Tabelle 3).

4.7 Nasse Deposition

Als nasse Deposition bezeichnet man den Eintrag luftgetragener Schadstoffe in Ökosysteme durch den Niederschlag. Sie ist stark von den regionalen Emissionen des jeweiligen Schadstoffs und von den meteorologischen Prozessen, insbesondere von der Niederschlagsintensität und von der Niederschlagsverteilung an der Messstation, abhängig. 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 mit Hilfe von so genannten Eigenbrodt-Sammlern (Abbildung 44 im Anhang). Die gesammelten Niederschlagsproben werden im Labor auf ihren pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit und verschiedene Inhaltsstoffe untersucht. Aus den gewichteten Jahresmittelwerten der Schadstoffkonzentrationen (Tabelle A 19) und der Jahressumme des Niederschlages wird die nasse Deposition ermittelt (Tabelle A 20).

In den letzten 20 Jahren hat sich in Sachsen der pH-Wert des Regenwassers geringfügig, aber stetig erhöht. 2014 lag er zwischen 4,9 in Zinnwald auf dem Erzgebirgskamm und 5,3 in Radebaul-Wahnsdorf (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 auf ca. 45 Prozent des Wertes von 1995, wobei die Reduzierung in den ersten Jahren wesentlich deutlicher ausfiel. 2014 betrug sie im Durchschnitt 14 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Der höchste Wert wurde in Zinnwald gemessen und deutet auf den Einfluss des Industriegebietes im Böhmisches Becken hin.

Konzentration der Niederschlagsinhaltsstoffe: Untersucht wurden 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. Betrachtet man den Zeitraum der letzten 25 Jahre, sind alle gemessenen Konzentrationen gesunken. In den letzten 10 Jahren blieben die Konzentrationen auf annähernd gleichem Niveau.

Zusätzlich schwanken die Konzentrationen von Chlor- (Cl^-) und Natrium- (Na^+)-Ionen (z. B. Seesalzaerosole), aber auch Kalzium- (Ca^{2+})-Ionen zwischenjährlich stark.

Untersuchungen des Umweltbundesamtes (UBA 2013) zeigen ähnliche Tendenzen deutschlandweit.

Deposition der Niederschlagsinhaltsstoffe: Bei deutlich geringeren Regenmengen im Vergleich zum Vorjahr und annähernd gleichen Ionen-Konzentrationen im Regenwasser sanken die Depositionen für alle untersuchten Stoffe zum Vorjahr merklich. Um den witterungsbedingten Einfluss zu reduzieren, wurde in Abbildung 35 die Entwicklung der nassen Deposition sachsenweit anhand des gleitenden 5-Jahresmittelwertes dargestellt:

- Die Schwefeldepositionen haben sich seit 1995 (Mittelwert von 1991 bis 95) um 70 Prozent reduziert. Nach einer stärkeren Abnahme in den 1990er-Jahren verminderte sich der Rückgang ab 2000.
- Trotz eines leichten Anstieges Mitte der 1990er-Jahre reduzierten sich die Gesamtstickstoffdepositionen (aus Nitrat- und Ammoniumionen) um fast 25 Prozent bezogen auf 1995.
- Die Mg^+ - und Ca^{2+} -Depositionen stiegen – nach einer Abnahme in den 1990er-Jahren – ab dem Jahr 2000 wieder geringfügig an. Seit 10 Jahren sinken diese Depositionen wieder. Die Gesamtreduzierung seit 1995 beträgt mehr als 50 Prozent.
- Nach zwischenzeitlichen Schwankungen sanken die K^+ - und Cl^- -Depositionen in den letzten 20 Jahren um ca. 40 Prozent.
- Die Na^+ -Depositionen betrug im Jahr 2014 nach zwischenzeitlichen Erhöhungen um bis zu 32 Prozent etwa 80 Prozent des Ausgangswertes von 1995.

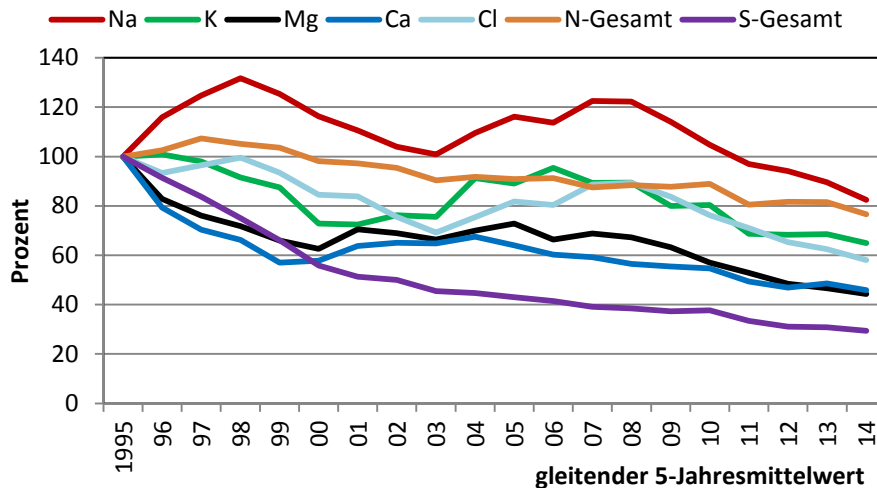


Abbildung 35: Entwicklung der nassen Deposition seit 1991 anhand des gleitenden 5-Jahresmittelwertes, 1995 (Mittelwert 1991 bis 1995) entspricht 100 Prozent

5 Luftqualität 2014 – Zusammenfassung

Die Immissionssituation in Sachsen hat sich in den vergangenen 25 Jahren stetig verbessert und ein gutes Niveau erreicht. Meteorologische Einflüsse gewinnen für die Luftqualität immer mehr an Bedeutung.

Ozon:



In den letzten Jahren steigen die Ozonkonzentrationen im Jahresmittel nicht mehr an.



Die Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz der Vegetation werden nach wie vor an Stationen auf dem Erzgebirgskamm nicht eingehalten.



2014 gab es keine Überschreitungen der Ozon-Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stickstoffdioxid:

Die NO_2 -Konzentrationen waren vergleichbar mit denen des Vorjahres.



Problematisch sind weiterhin die Konzentrationen an stark befahrenen Straßen in Ballungsräumen. Der Jahresgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde auch 2014 wieder an den Messstellen Dresden-Bergstraße und Chemnitz-Leipziger Straße überschritten.




Die Einhaltung des Stunden-Grenzwertes war sachsenweit kein Problem.

Feinstaub:

Die Feinstaubkonzentrationen ($\text{PM}_{2,5}$ und PM_{10}) waren auf dem Niveau von 2013.



Jahresgrenz- und Jahreszielwerte für PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ wurde flächendeckend weit unterschritten.

 In den Ballungsräumen konnte aber an den verkehrsnahen Stationen Leipzig-Lützner Straße, Chemnitz-Leipziger Straße und Dresden-Bergstraße der 24-Stunden-Grenzwert für Feinstaub PM₁₀ nicht eingehalten werden.

Weitere untersuchte Luftschadstoffe nach 39. BImSchV und TA Luft:

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

Die Konzentrationen von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im Feinstaub liegen weiterhin weit unter den relevanten Grenz- und Zielwerten. Auch der Zielwert für partikelgebundenes Benzo(a)pyren wurde im Berichtszeitraum nicht überschritten.

Die Immissionswerte der TA-Luft für Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe Blei und Cadmium wurden 2014 an allen Messstellen sicher eingehalten.

Durch den starken Einfluss der Meteorologie auf die nassen Depositionen sind zur Beurteilung von Trends größere Zeiträume zu betrachten. Alle untersuchten nassen Depositionen verringerten sich in den letzten 20 Jahren.

6 Projekte

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 zusammengearbeitet.

Die Ergebnisse werden in Form von Fachbeiträgen bzw. Forschungsberichten in der Schriftenreihe des LfULG veröffentlicht und sind auch unter www.luft.sachsen.de zu finden.

Sondermessungen auf Grund von Bürgerbeschwerden 2014:

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/27090.htm>

- Staubbiederschlags- und Feinstaubmessungen in Hirschfelde
- Sondermessung in Lößnitz (Erzgebirge)
- Sondermessung in St Egidien

Sondermessung Saharastaub – Untersuchung des Einflusses des Saharastaubs auf die PM₁₀-Konzentration während der PM₁₀-Episode vom 20. März bis 6. April 2014

Ausgangspunkt

Anfang April gelangten mit südlichen Strömungen Luftmassen aus Nordafrika bis nach West- und Mitteleuropa. Diese Luftmassen transportierten Saharastaub, der die Feinstaubwerte beeinflussen kann. Während dieser Zeit (Ende März bis Anfang April) herrschten überwiegend austauscharme Wetterlagen in Sachsen. Die Hochdruckwetterlage führte zu einem Anstieg der Feinstaubkonzentrationen in der Luft. Vom 29. März bis 6. April bildete sich daraus eine PM₁₀-Episode.

Nach Auskunft des Leibniz-Institutes für Troposphärenforschung e. V. (TROPOS), Arbeitsgruppe Bodengebundene Fernerkundung, befand sich der Saharastaub in ca. 2.000 m Höhe und höher und wurde mit der Höhenströmung transportiert. Der Anteil des Saharastaubes an den Aerosolen betrug in dieser Luftschicht ca. 80 bis 100 Prozent. Die Schichtung der Luftmassen war sehr stabil, sodass keine oder nur eine geringe Durchmischung der Luftschichten stattfand. Dadurch ist der Anteil von Saharastaub in bodennahen Luftschichten wesentlich geringer, kann aber durch einzelne Fallstreifen trotzdem auftreten. Von Saharastaub wären damit eher die Höhenstationen betroffen.

Messung

Um einen möglichen Anteil von Saharastaub an der Feinstaubkonzentration zu quantifizieren, wurden Filter aus den gravimetrischen PM₁₀-Messungen zusätzlich zu den regulären Untersuchungen auf Inhaltsstoffe nach 39. BImSchV auch auf Bestandteile des Saharastaubes untersucht. Die Analysen wurden für zwei ländlich regionale Hintergrundmessstationen durchgeführt:

- Station Schwartenberg (Erzgebirgskamm, Höhe 785 m und damit höchstgelegene Station in Sachsen mit PM₁₀-Messungen)
- Station Collmberg (Nordwestsachsen, Höhe 313 m)

Geplant war die Analyse der Proben auf Eisenoxid, Titandioxid, Calciumcarbonat, Calciumsulfat (Gips), Silikate, Phosphor, Verbindungen, die in Saharastaub enthalten sein können. Neben diesen genannten Stoffen wurden die Proben zusätzlich auf weitere Ionen (Tabelle 11) untersucht.

Weil die Filter in einem vorher bestimmten Zeitrhythmus auf Inhaltsstoffe untersucht werden, konnte nur an bestimmten Tagen eine erweiterte Untersuchung erfolgen:

Station	unbelastet vorher	PM ₁₀ -Episode	unbelastet nachher
Schwartenberg	21.03.2014	02.04.2014	08.04.2014
	24.03.2014	05.04.2014	
Collmberg	21.03.2014	02.04.2014	08.04.2014

Rückwärtstrajektorien

Abbildung 36 und Abbildung 37 zeigen die Rückwärtstrajektorien (5 Tage) für das Gebiet um den Schwartenberg im Erzgebirge an den Untersuchungstagen 24.03.14 (vor der Saharastaubepisode) und 05.04.14 (während der Saharastaubepisode). Am 24. März gelangten unbelastete Luftmassen aus dem Nordatlantik mit westlichen Strömungen nach Sachsen. Dagegen hatten die Luftmassen, die am 5. April Sachsen in 2.000 m Höhe (rote Linie) erreichten, in den vorhergehenden Tagen die Sahara überquert. Bodennahe Luftmassen (grüne Linie) vom 5. April kamen aus östlichen Richtungen.

NOAA HYSPLIT MODEL
 Backward trajectories ending at 1200 UTC 24 Mar 14
 GDAS Meteorological Data

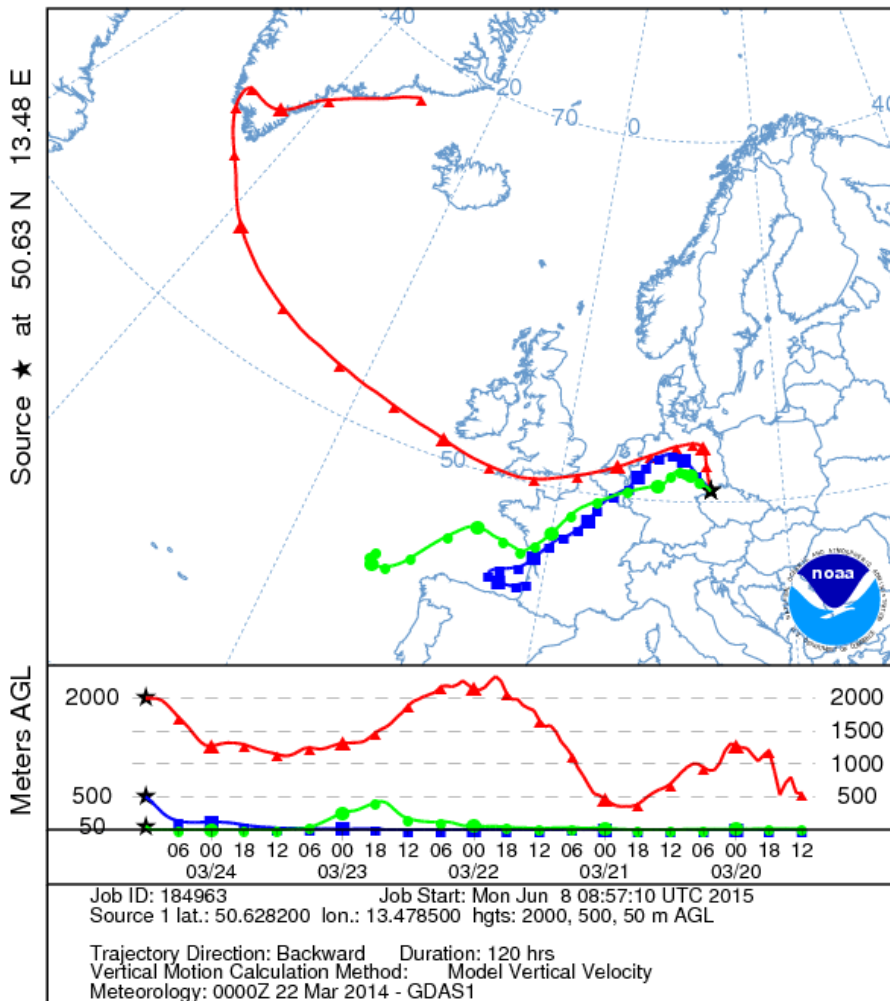


Abbildung 36: Rückwärtstrajektorien am 24.03.2014, 12 Uhr, Endpunkt der Trajektorienbahnen Schwarzenberg (Quelle: <http://ready.arl.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtype=archive>, abgerufen: 09.06.2015)

Ergebnisse

- Silikate konnten nicht analysiert werden, weil für die Feinstaubproben Quarzfaserfilter verwendet wurden.
- Calciumcarbonat konnte ebenfalls nicht bestimmt, werden, weil es kaum wasserlöslich ist.
- Bei allen anderen untersuchten Stoffen, außer bei Phosphor und Chloridionen, ist ein deutlicher Unterschied zwischen unbelasteten Proben und den Proben während der PM₁₀-Episode zu erkennen. Das betrifft sowohl die regulären Stoffen nach 39. BImSchV (As, Ni, Cd – nur an der Station Schwarzenberg bestimmt) als auch die zusätzlich untersuchten Stoffe.
- Während der PM₁₀-Episode stiegen die PM₁₀-Konzentrationen auf dem Schwarzenberg im Vergleich zur unbelasteten Probe auf das 4-Fache, auf dem Collmberg um das 3-Fache an. Der Mehrbefund an PM₁₀ betrug auf dem Schwarzenberg 37 µg/m³ und auf dem Collmberg 32 µg/m³
- Betrachtet man die Zunahme der Konzentrationen der Inhaltsstoffe in Bezug auf die Zunahme der PM₁₀-Konzentration, ergibt sich ein anderes Bild:

- Der Prozentanteil der Inhaltsstoffe nach 39. BImSchV erhöhte sich nicht (Ausnahme eine geringfügige Erhöhung von Arsen).
- Bei Eisenoxid, Titanoxid und Phosphor ist ein Unterschied zwischen den Stationen zu erkennen. Während sich auf dem Collnberg der relative Anteil geringfügig verringerte, änderte sich der relative Anteil in den belasteten Proben auf dem Schwarzenberg nicht.
- Der relative Anteil an Calciumsulfat (berechnet aus der Ca-Konzentration) sank in den belasteten Proben.
- Es gab einen Anstieg an Sulfationen, die nicht auf CaSO_4 zurückzuführen sind, und deutliche relative Zunahmen an Nitrat- und Ammoniumionen.

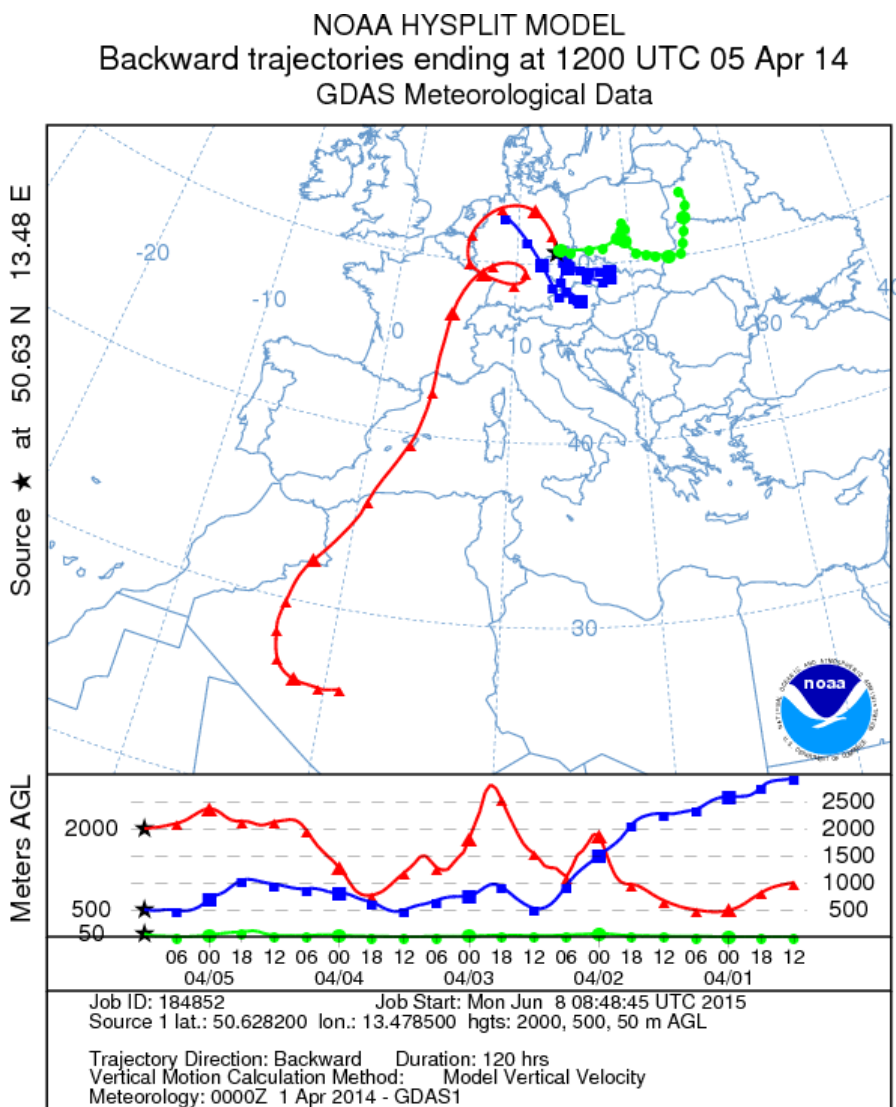


Abbildung 37: Rückwärtstrajektorien (5 Tage) am 05.04.2014, 12 Uhr, Endpunkt der Trajektorienbahnen Schwarzenberg (Quelle: <http://ready.arl.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtype=archive>, abgerufen: 09.06.2015)

Schlussfolgerung

Ein Beitrag von Saharastaub an der PM₁₀-Konzentration Anfang April 2014 konnte nicht nachgewiesen werden. Verbindungen, die im Saharastaub enthalten sind, zeigten zwar einen absoluten Anstieg während der Episode. Unter Berücksichtigung der ebenfalls erhöhten PM₁₀-Konzentration erwies sich, dass der Anteil dieser Verbindungen prozentual nicht gestiegen war.

Auffällig war dagegen der gestiegene relative Anteil von Nitrat- und Ammoniumionen im PM₁₀ während der Episode. Das ist ein deutliches Anzeichen für landwirtschaftliche Tätigkeit, insbesondere Gülleausbringung. Weil die bodennahen Luftmassen mit schwachen östlichen Winden nach Sachsen strömten, ist anzunehmen, dass die gestiegenen PM₁₀-Konzentrationen im Wesentlichen durch landwirtschaftliche Arbeiten in Sachsen selbst und in Polen verursacht worden sind.

Tabelle 11: Mehrbefund von PM₁₀-Inhaltsstoffen in µg/m³ und relativ (in Prozent) zum Mehrbefund der PM₁₀-Konzentration während der Saharastaubepisode

Komponente	Mehrbefund/µg/m ³		Mehrbefund/%		Analyseverfahren
	Schwarzenberg	Collmberg	Schwarzenberg	Collmberg	
PM ₁₀	37	32	25	33.33	
Fe	0.32	0.25	0.02	-0.19	Bestimmung aus dem HNO ₃ /H ₂ O ₂ Aufschluss (VDI 2267 Blatt 1)
als Fe ₂ O ₃ berechnet	0.9	0.7	0	-0.58	
Ti	0.04	0.02	0.02	-0.04	
als TiO ₂ berechnet	0.07	0.03	0.02	-0.06	
Phosphor	0	0	0	0	
Ca	1.24	0.42	-2.05	-0.88	
als CaSO ₄ berechnet	4.2	1.43	-6.98	-2.9	
Sulfat	5.2	1.45	2.19	-2.85	
Ca	0.16	0.04	-1.27	-1.19	Bestimmung aus dem Eluat (VDI 3497 Blatt 3)
als CaSO ₄ berechnet	0.54	0.16	-4.34	-4.04	
Nitrat	8.74	7.47	9.52	8.23	
Chlorid	0	0	-0.19	-0.18	
Ammonium	4.55	4.17	3.88	4.53	
Kalium	0.12	0.12	0	0.05	
Magnesium	0.01	0	-0.1	-0.12	

Forschungsprojekt Wirkung der Umweltzone Leipzig – wenig gegen Feinstaub, aber viel für die Gesundheit

Einleitung

Luftverschmutzungen haben einen Einfluss auf die Lebensqualität der Menschen. Durch Maßnahmen in den Luftreinhalteplänen wurden und werden die Luftschadstoffe in den Städten weiter gemindert. Eine der effektivsten Maßnahmen im Bereich Verkehr ist die Einführung einer Umweltzone. Sie hat das Ziel, Fahrzeuge mit hohen Motoremissionen in Gebieten mit Grenzwertüberschreitungen von Luftschadstoffen schrittweise auszuschließen.

Die Motoremissionen insbesondere von Dieselfahrzeugen ohne Partikelfilter sind toxisch und krebserregend. Sie sind verantwortlich für vorzeitige Todesfälle, erhöhtes Krankheitsrisiko, ökonomische Verluste und zusätzliche Gesundheitskosten. Dieselfahrzeuge verursachen ultrafeine und feine Partikel, die zum großen Teil aus Ruß bestehen und Träger weiterer Schadstoffe sind. Die extrem kleinen Dieselpartikel besitzen in der gesetzlich vorgegebenen Überwachungsgröße Feinstaub PM_{10} nur einen sehr geringen Masseanteil, der eine Erfolgskontrolle sehr unsicher macht.

Das LfULG und TROPOS führen deshalb ein gemeinsames wissenschaftliches Messprogramm durch, um die Einführung der Umweltzone in Leipzig zu begleiten. Dazu wurden die gesetzlich vorgegebenen Messungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid erstmalig durch die Messung von sowohl Ruß als auch ultrafeinen Partikeln ergänzt, um die Veränderungen der Dieselfahrzeugemissionen in der Außenluftbelastung besser zu charakterisieren. Messungen an insgesamt 13 Luftgüte- und Forschungsmessstationen an viel befahrenen Straßen im Stadtgebiet, im städtischen Hintergrund und im regionalen Hintergrund wurden durchgeführt und systematisch ausgewertet. Die Stadt Dresden ohne Umweltzone, aber mit einem umfangreichen Bündel anderer Maßnahmen, wurde vergleichend einbezogen.

Die Umweltzone Leipzig wurde 2011 mit der Stufe „Grüne Plakette“ eingeführt. Es wurden 62 % des Stadtgebietes mit einem Fahrverbot für Fahrzeuge ohne Plakette sowie mit roter oder gelber Plakette belegt.

Die Ergebnisse aus dem Jahr 2010 bildeten die Ausgangsbeurteilung vor der Einführung der Umweltzone. Nach der Durchsetzung der Umweltzonen ging der Kfz-Gesamtverkehr im Zentrum von Leipzig 2011 zunächst zurück, stieg 2012 wieder an und war 2013 um 12 % höher als 2010. Dabei nahm der Schwerverkehr 2011 drastisch ab und stieg danach wieder an und war 2013 um 14 % unter dem Ausgangsniveau.

Entwicklung der Gesamtbelastung für Ruß und Partikelanzahl von 2010 bis 2013

Die Sondermessungen haben an den meisten verkehrsnahen Messstationen einen deutlichen Rückgang der Konzentrationen nachgewiesen. An der Messstation Leipzig-Mitte im Zentrum der Umweltzone war die absolute und relative Minderung von allen Messstationen am größten. Dort änderte sich die Gesamtbelastung (Immission) 2013 gegenüber 2010 um

- -24 % bzw. $-0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Ruß als elementarer Kohlenstoff,
- -31 % bzw. $-1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Ruß als schwarzer Kohlenstoff und
- -29 % bzw. $-2.500 \text{ P}/\text{cm}^3$ oder $-1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Partikel von 30 bis 200 nm.

In Abbildung 38 wird der mittlere Wochengang für die Anzahl extrem kleiner Partikel von 30 bis 200 nm Durchmesser an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte gezeigt. Von Montag bis Freitag steigt die Partikelkonzentration am Morgen mit dem aufkommenden Verkehr sehr schnell an und erreicht in der morgendlichen Hauptverkehrszeit das Maximum. Danach erfolgt eine leichte Reduzierung durch die bessere Durchmischung der Atmosphäre. Abends und nachts reduzieren sich die Konzentrationen mit der Abnahme des Verkehrs. In den sehr frühen Morgenstunden wird das Minimum registriert, weil nur noch sehr wenige Fahrzeuge fahren. Am Wochenende, insbesondere bei vermindertem LKW-Verkehr, werden deutlich geringere Konzentrationen gemessen.

Der Gang der Partikelanzahlkonzentration vor der Einführung der Umweltzone wird als rote Linie (2010) gezeigt. Mit Einführung der Umweltzone 2011 wurde ein Rückgang der Konzentrationen Jahr für Jahr registriert. 2013 wurden deutliche Reduzierungen, vor allem tagsüber von Montag bis Freitag, nachgewiesen. Die Maximalkonzentration in der morgendlichen Hauptverkehrszeit reduzierte sich dort beispielsweise um mehr als die Hälfte.

Der Kfz-Verkehr, der sich 2011 zunächst mit Einführung der Umweltzone reduzierte, stieg 2013 wieder auf das Niveau von 2010. Es waren 2013 jedoch deutlich weniger Fahrzeuge mit hohen Rußemissionen unterwegs, weil die Lücke durch modernere Fahrzeuge aufgefüllt wurde.

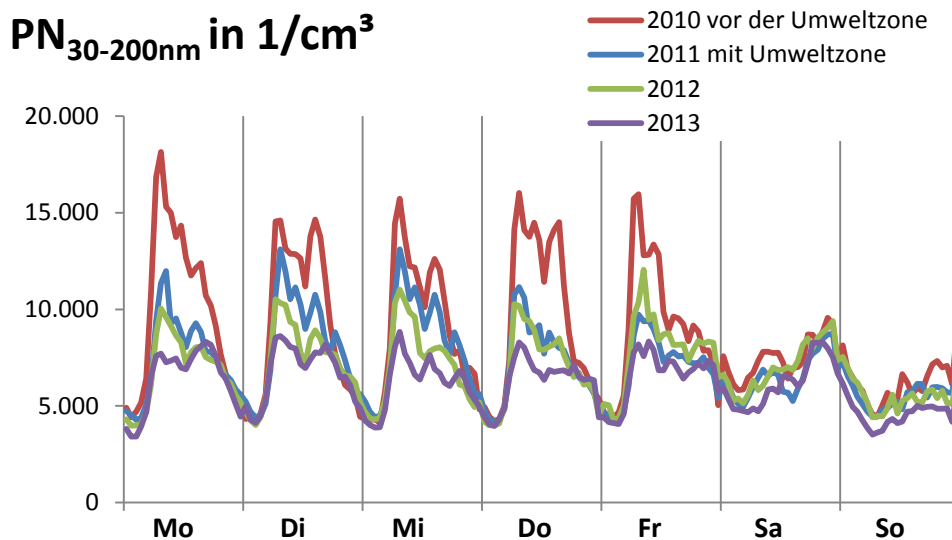


Abbildung 38: Entwicklung des mittleren Tagesganges der Woche für die Partikelanzahlkonzentration $PN_{30-200 nm}$ an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte von 2010 bis 2013

Die Gesamtbelastung (Immission) wird prinzipiell durch eine Vielzahl an lokalen, regionalen und überregionalen Quellen wie z. B. von Verbrennungsprodukten aus Heizungen, Industrie und Verkehr verursacht und variiert je nach meteorologischen Rahmenbedingungen. Deshalb kann daraus nicht direkt auf die Wirkung der Umweltzone geschlossen werden.

Entwicklung der Teilbelastung durch Motoremissionen für Ruß und Partikelanzahl von 2010 bis 2013

Um einer Einschätzung der Wirkung der Umweltzone weiter näher zu kommen, wurde die Teilbelastung durch Motoremissionen von vorbeifahrenden Fahrzeugen nach dem Lenschow-Ansatz für alle verkehrsnahen Messstellen über eine Verursacheranalyse abgeschätzt. An der Messstation Leipzig-Mitte wurden auch dort die größten absoluten und relativen Minderungen ermittelt. Für den Immissionsanteil Motor waren es

- -32 % bzw. $-0,4 \mu g/m^3$ für Ruß als elementarer Kohlenstoff,
- -41 % bzw. $-0,8 \mu g/m^3$ für Ruß als schwarzer Kohlenstoff und
- -51 % bzw. $-2.200 P/cm^3$ oder $-1,5 \mu g/m^3$ für Partikel von 30 bis 200 nm.

Für Ruß als schwarzer Kohlenstoff und für Partikel der Größe 20 bis 200 nm wurde damit die Minderung zu mehr als $\frac{3}{4}$ durch die lokal an der Messstation vorbeifahrende Fahrzeuge verursacht. Weil sich die Anzahl der Fahrzeuge nur wenig änderte, wird dies als Effekt durch die Modernisierung der Fahrzeugflotte, die durch die Umweltzone beschleunigt wurde, gewertet.

Umweltzone – geringe Feinstaubreduzierung, aber deutliche Senkung des Gesundheitsrisikos

Feinstaub PM₁₀ setzt sich aus verschiedenen toxischen Anteilen zusammen. So sind etwa 80 % vom Feinstaub wenig toxisch. Dazu zählen z. B. Aufwirbelungen von Bodenstaub und biologische Partikel. Etwa 20 % vom Feinstaub PM₁₀ sind hoch toxisch. Es sind Verbrennungsprodukte wie Ruß und sehr kleinen Partikeln in der Außenluft, die z. B. aus Dieselfahrzeugen, thermischen Industrieprozessen oder Hausheizungen stammen. Nach dem Wichmann-Ansatz erhöhen diese Verbrennungspartikel fünf Mal mehr das Gesundheitsrisiko als die weniger toxischen Feinstaubbestandteile.

Die Feinstaubanteile veränderten sich von 2010 bis 2013. Der hochtoxische Anteil reduzierte sich durch die gemessene deutliche Reduzierung der Verbrennungsprodukte an der Messstation Leipzig-Mitte. Der Ausgangswert 2010 für Feinstaub PM₁₀ reduzierte sich um rund 2 % durch weniger Ruß und um 5 % durch weniger Verbrennungspartikel von 30 bis 200 nm. Das ist auf den ersten Blick eine geringe Feinstaubreduzierung. Weil es sich aber um die Reduzierung des hoch toxischen Anteiles im Feinstaub PM₁₀ handelt, entspricht dies nach dem Wichmann-Ansatz einer Senkung des Gesundheitsrisikos der Bevölkerung im Zentrum der Umweltzone um 10 bis 25 %.

Damit trägt die Umweltzone Leipzig relativ wenig zur Feinstaubreduzierung, aber sehr viel für die Gesundheit der Einwohner in Leipzig bei.

Innovationswert

Mit diesem innovativen Messprogramm setzte der Freistaat Sachsen bereits das um, was beispielsweise der Weltärztekongress im Oktober 2014 empfahl: eine Überwachung von Ruß in Nanometergröße, epidemiologische Studien über die Effekte von ultrafeinen Partikeln⁷ und Öffentlichkeitsarbeit zur Bedeutung von Dieseleruß.

Weiterführende Literatur

- LÖSCHAU, G.; WIEDENSOHLER, A.; BIRMILI, W.; RASCH, F.; SPINDLER, G.; MÜLLER, K.; WOLF, U.; HAUSMANN, A.; BÖTTGER, M.; ANHALT, M.; DIETZ, V.; HERRMANN, H.; BÖHME, U. (2014): Umweltzone Leipzig, Teil 3: Immissionsituation 2010-2013. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23885>
- BASTIAN, S. (2014): EU-Projekt – UFIREG. Ultrafeine Partikel und Gesundheit in fünf europäischen Städten. <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/25850.htm>
- SCHLADITZ, A. (2014): EU-Ziel3-Projekt – UltraSchwarz. Ultrafeine Partikel und Gesundheit im Erzgebirgskreis und der Region Ustí. <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/25819.htm>
- WICHMANN, H.-E. (2011): Umweltzonen aus der Sicht des Gesundheitsschutzes. Pressekonferenz Deutsche Umwelthilfe 7.4.2011. Berlin.
- CYRYS, J.; PETERS, A.; SOENTGEN, J. & WICHMANN, H.-E. (2013): Low emission zones reduce PM₁₀ mass concentrations and diesel soot in German cities. Journal of the Air & Waste Management Association. Volume 64, Issue 4, 481-487. <http://dx.doi.org/10.1080/10962247.2013.868380>
- LENSCHOW, P.; ABRAHAM, H.-J.; KUTZNER, K.; LUTZ, M.; PREUß, J.-D. & REICHENBÄCHER, W. (2001): Some ideas about the sources of PM₁₀. Atmospheric Environment, 35 (Supplement No. 1), S. 23–33.
- World Medical Assembly (2014): WMA Statement on Prevention of Air pollution due to Vehicle Emissions. Durban, South Africa, October 2014. <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/a21/index.html>

⁷ In Verbindung mit den EU-Projekten UFIREG und UltraSchwarz

EU-Projekte UltraSchwarz und UFIREG – Projektergebnisse

Die Wirkung ultrafeiner Partikel der Außenluft auf die menschliche Gesundheit ist bisher wenig erforscht. Im Juli 2011 starteten aus diesem Grund zwei von der EU geförderte Projekte: UltraSchwarz (Ziel3-Förderung) und UFIREG (Central Europe-Förderung), die die Kurzzeiteffekte ultrafeiner Partikel auf die Gesundheit untersuchten. Zum Projektteam gehörten unter anderem Experten der Bereiche Umwelt und Luftgüteüberwachung sowie der Gesundheitsforschung aus vier verschiedenen Ländern. Nach dreieinhalb Jahren intensiver Arbeit fanden die Projekte im Dezember 2014 ihren Abschluss.

Während der Projektlaufzeit wurde zusätzlich zu den klassischen Luftschadstoffen die Anzahlkonzentration ultrafeiner Partikel (alle Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 100 nm) in fünf mitteleuropäischen Städten (Augsburg, Dresden, Prag, Ljubljana, Chernivtsi) und in der deutsch-tschechischen Grenzregion (Annaberg-Buchholz und Ústí nad Labem) bestimmt. Diese wissenschaftlichen Messungen wurden durch das LfULG koordiniert. Basierend auf den erhobenen Daten wurde die Luftqualität der Städte hinsichtlich der räumlich-zeitlichen Variation vergleichend analysiert und die Zusammenhänge zwischen der Luftschadstoffbelastung und der Todes- und Krankheitsrate in allen Projektstädten untersucht. Der Schwerpunkt lag dabei auf Erkrankungen der Atemwege und des Herzkreislaufsystems. Zur Anwendung kamen sowohl Daten der amtlichen Statistik (Daten zu Krankenhauseinweisungen und Todesursachen) als auch im Projekt selbst erhobene Patientendaten (letzteres nur beim Projekt UltraSchwarz).

Beide Projekte trugen maßgeblich zu einer verbesserten Messroutine und einer damit einhergehenden besseren Integration der wissenschaftlichen Partikelmessungen in die Luftmessnetze bei. Außerdem wurden wichtige Schritte zur Qualitätssicherung der Messwerte entwickelt und angewendet. Die zeitlich hoch aufgelösten Messungen der Anzahl- und Größenverteilungen von Partikeln im Messbereich von 10 bis 800 nm zeigten deutlich den menschlichen Einfluss durch Straßenverkehr und Hausbrand auf die Anzahlkonzentration (ultra)feiner Partikel in der städtischen Luft. Daneben waren die Konzentrationen der Luftschadstoffe und ihre zeitliche Variabilität auch von anderen Quellen wie Industrie, Laubverbrennung, Grillen und Lagerfeuer/Brauchtumsfeuer (Abbildung 39) und Feuerwerk und weiteren Faktoren (dem Verhalten/Alltag der Bewohner, meteorologischen Bedingungen wie Herkunft der Luftmasse, Inversionswetterlagen, Intensität der Globalstrahlung und dem Stadtbild) abhängig. Die Lage der Stadt, die Lage der Messstation und auch die Flottensammensetzung in der Stadt bestimmen daher maßgeblich die Partikelanzahl an den jeweiligen Messorten.

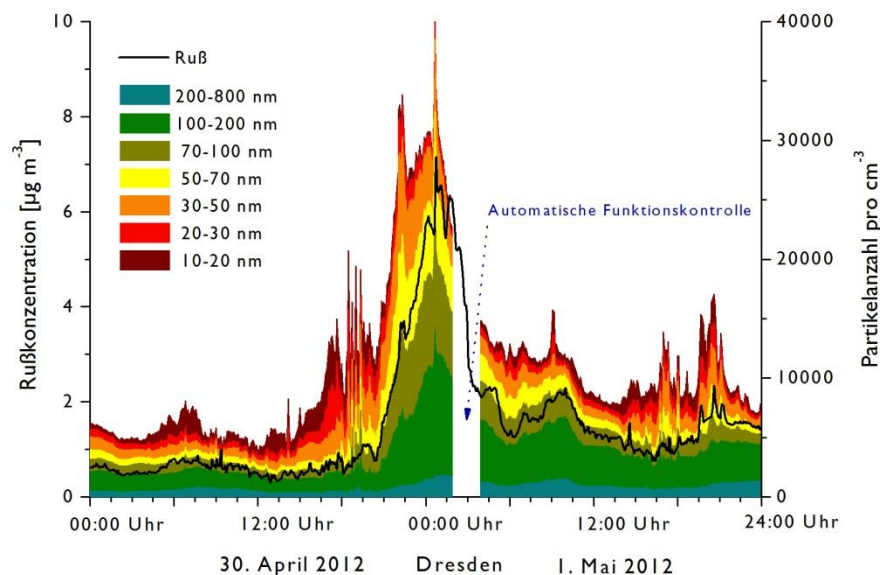


Abbildung 39: Partikelanzahl- und Rußkonzentration (schwarzer Kohlenstoff kleiner als 1 µm) während der Maifeuernacht in Dresden 2012

Die Bedeutung des Kraftfahrzeugverkehrs wird am Wochengang beziehungsweise Tagesgang besonders deutlich. Die Reduzierung des Kfz-Verkehrs an Wochenenden sowie die Erhöhung während der Morgen- und Abendstunden (Berufsverkehr) ist bei der Konzentration ultrafeiner Partikel (UFP) sichtbar (Abbildung 40 und Abbildung 41).

Die Untersuchungen des Projekts UltraSchwarz im deutsch-tschechischen Grenzgebiet zeigten zudem, dass die Konzentrationen ultrafeiner Partikel und des schwarzen Kohlenstoffs im Feinstaub kleiner als ein Mikrometer (PM₁) an der Messstation in Ústí nad Labem höher waren als in Annaberg-Buchholz (Abbildung 41) und dass bedingt durch private Festbrennstofffeuerung die höchsten Konzentrationen von schwarzem Kohlenstoff im Winter auftraten.

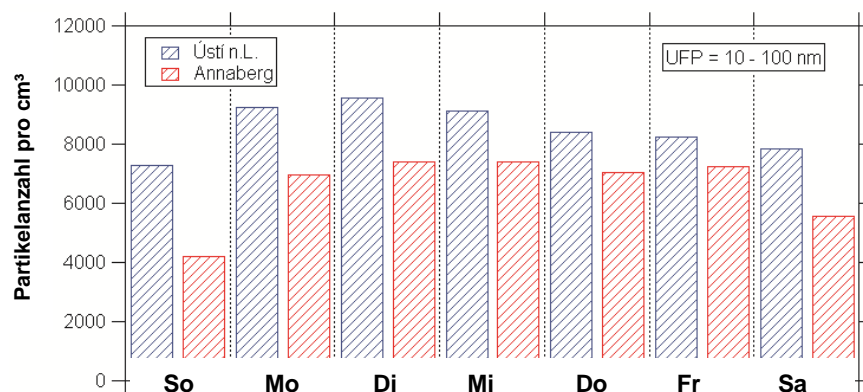


Abbildung 40: Vergleich des mittleren Wochenganges von Sonntag bis Sonnabend der UFP-Konzentration zwischen den Luftgütemessstationen Ústí nad Labem und Annaberg-Buchholz

(Die Messstation in Annaberg-Buchholz befindet sich näher an der Straße als in Ústí nad Labem, daher ist der Unterschied zwischen Werk- und Wochenendtagen an der Messstation in Annaberg-Buchholz ausgeprägter.)

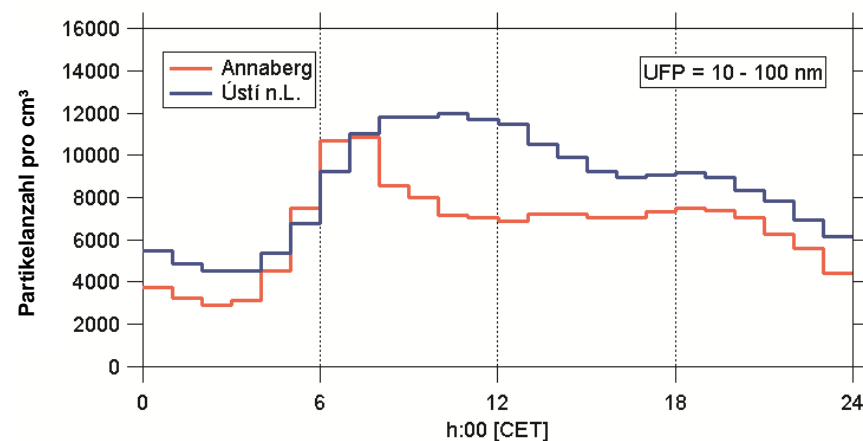


Abbildung 41: Vergleich des mittleren Tagesganges (CET=mitteleuropäische Zeit) der UFP-Konzentration zwischen den Luftgütemessstationen Ústí nad Labem und Annaberg-Buchholz

Unter den UFIREG-Projektstädten wurden die höchsten UFP-Konzentrationen im Sommer in Prag und im Herbst und Winter in Chernivsti beobachtet (Abbildung 42). Die hohen Konzentrationen im Sommer in Dresden, Prag und Ústí nad Labem sind vor allem auf Partikelneubildungsereignisse aufgrund hoher Strahlungsin- tensität mit dem Zusammentreffen weiterer Faktoren (bestimmte Vorläufergase etc.) zurückzuführen. Die Ana-

lysen im UFIREG-Projekt zeigten weiterhin, dass die Korrelation der Partikelanzahlkonzentration mit anderen Schadstoffen und meteorologischen Parametern partikelgrößen- und ortsabhängig ist.

Die Ergebnisse beider Projekte weisen darauf hin, dass eine Minderung der Partikelanzahl in der städtischen Luft und einer damit verbundenen Verbesserung der Luftqualität möglich ist durch weniger Verkehr und emissionsärmere Autos, bessere Durchlüftungsmöglichkeiten bei Straßen, Einschränkung der privaten Festbrennstoffeuerung (Holz- und Kohleheizungen) im Winter, weniger Lagerfeuer und Grillen mit Holzkohle vorrangig im Sommer und weniger Laubverbrennung bzw. Verbrennung von Grünabfällen im Herbst.

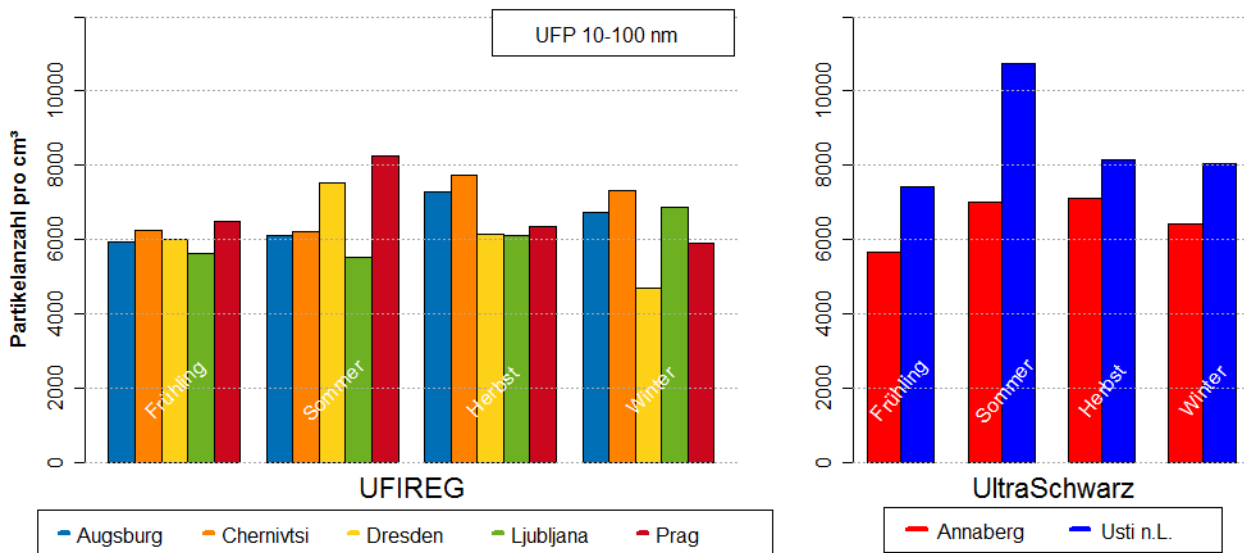


Abbildung 42: Vergleich der mittleren UFP-Konzentrationen während der verschiedenen Jahreszeiten zwischen UFIREG- und UltraSchwarz-Städten; Zeitraum: Mai 2012 bis April 2014 außer Chernivtsi (Januar 2013 bis Dezember 2014 aufgrund des verspäteten Messbeginns)

Bei der Analyse der gesundheitlichen Auswirkungen wurde festgestellt, dass die Kurzzeiteffekte ultrafeiner Partikel mit zeitlicher Verzögerung auftraten, das heißt, dass ansteigende UFP-Konzentrationen mit einer erhöhten Zahl an Krankenhauseinweisungen und Sterbefällen einige Tage später verbunden waren. Ein Anstieg der UFP-Konzentration führte in Annaberg-Buchholz beispielsweise zu einer Zunahme an kardiovaskulären Todesfällen. In Ústí nad Labem dagegen zeigten die Auswertungen, dass die Zunahme der UFP-Konzentration mit einer Zunahme an Krankenhauseinweisungen aufgrund von Atemwegserkrankungen assoziiert war. Bezogen auf die Gesundheitsstudien im UFIREG-Projekt zeigten die Ergebnisse aller fünf Städte ebenfalls ein leicht erhöhtes Risiko für Krankenhauseinweisungen und Sterbefälle aufgrund von Atemwegserkrankungen bei zunehmender UFP-Konzentration.

Eine im UltraSchwarz-Projekt durchgeführte Mehrebenenanalyse auf Basis von Symptomtagebüchern der Anwohner der Region hob ebenso die Bedeutung von kleinsten Partikeln, des Kfz-Verkehrs und individuellen Patientenmerkmalen beim Auftreten von Krankheitssymptomen hervor.

Das Wissen über ultrafeine Partikel und Gesundheitseffekte konnte durch beide Projekte erweitert werden. Dennoch erlaubt es die aktuelle Datenlage derzeit nicht, Schlussfolgerungen zu Luftgrenzwerten zu ziehen. Trotz der zunehmenden Studienzahl besteht immer noch ein Datenmangel, weshalb Routinemessungen ultrafeiner Partikel weiterhin verstärkt unterstützt werden sollten, damit ausreichend Daten für epidemiologische Kurzzeit- als auch Langzeituntersuchungen verfügbar sind. Nur so kann unser Verständnis bezüglich ultrafeiner Partikel und deren gesundheitlichen Auswirkungen verbessert werden.

UFIREG: www.ufireg-central.eu, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/25818.htm>

UltraSchwarz: www.ultraschwarz-ziel3.de, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/25819.htm>

7 Literaturverzeichnis

DWD/LfULG (2015): 2014 – Wetter trifft auf Klima:

http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/Jahresueckblick2014_Fachbeitrag_2015-01-28.pdf

Ekologické centrum Most (2014): www.ecmost.cz /Außerordentliche Schadensfälle vom 9. und 11.11.2014. abgerufen am 13.11.2014

Europäische Kommission (2013): Beschluss der Kommission vom 20.02.2013 betreffend die Mitteilung der Bundesrepublik Deutschland über die Verlängerung der Frist für das Erreichen der NO₂-Grenzwerte in 57 Luftqualitätsgebieten.

IARC (2012): International Agency for Research on Cancer, Diesel engine exhaust carcinogenic. Word Health Organization. Press release N° 213, 12 June 2012

LAI (2004): Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI): „Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind – Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe“ vom 21.09.2004; unveröffentlicht

LfULG (2011): Geruchsbelastung im Erzgebirge und Vogtland – Erweiterte Untersuchungen 2011:

http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/luft/Geruchsbericht_Endfassung_2011_25_4_12.pdf

LfULG (2012): Umweltzone Leipzig, Teil 1: Ausgangsbeurteilung

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14411>

LfULG (2013): Umweltzone Leipzig, Teil 2: Immissionssituation 2011

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/18590>

LfULG (2014a): Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23868>

LfULG (2014b): Umweltzone Leipzig, Teil 3, Immissionssituation 2010-2013

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23885>

LfULG (2015) Luftreinhaltepläne in Sachsen: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/3610.htm>.

Stadt Leipzig (2015): Umweltzone Leipzig: www.leipzig.de/umweltzone.

UBA (2012): Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe – Umweltschädlich! Giftig! Vermeidbar?

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/polyzyklische-aromatische-kohlenwasserstoffe>

UBA (2013): <http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/nasse-deposition-saurer-saeurebildender>

(abgerufen 22.07.2015)

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (2015)

http://www.wroclaw.pios.gov.pl/pliki/powietrze/ocena_biezaca_2014.pdf (Jahresbericht 2014)

8 Anhang

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

Tabelle A 1: Jahresmittelwerte der Luftschadstoffe 2014 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}
Annaberg-Buchholz	4 (4)	43 (48)	20 (20)	13 (13)	- -	- -	- -	19 (20)	14 (14)
Bautzen	- -	49 (50)	18 (18)	6 (6)	- -	- -	- -	21 (22)	- -
Borna	- -	- -	23 (23)	22 (20)	- -	- -	- -	24 (23)	- -
Brockau	- -	- -	10 (11)	2 (2)	- -	- -	- -	17 (18)	- -
Carlsfeld	- -	63 (67)	- -	- -	- -	- -	- -	11 (12)	- -
Chemnitz-Leipziger Str.	- -	- -	44 (43)	47 (44)	- -	- -	- -	28 (28)	17 (17)
Chemnitz-Mitte	- -	45 (47)	22 (23)	10 (8)	1.0 (1.0)	1.7 (1.8)	1.2 (1.1)	20 (20)	- -
Collnberg	- -	57 (59)	9 (9)	1 (1)	- -	- -	- -	18 (16)	13 (11)
Dresden-Bergstr.	- -	- -	53 (47)	71 (71)	- -	- -	- -	30 (29)	18 (18)
Dresden-Nord	- -	37 (38)	32 (34)	21 (23)	1.6 (1.1)	2.1 (2.1)	1.0 (1.2)	27 (27)	17 (17)
Dresden-Winckelmannstr.	5 (4)	44 (47)	19 (20)	5 (5)	- -	- -	- -	21 (20)	16 (16)
Fichtelberg	3 (5)	79 (80)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Freiberg	- -	- -	25 (25)	16 (14)	- -	- -	- -	22 (21)	- -
Glauchau	- -	- -	21 (23)	15 (12)	- -	- -	- -	21 (21)	- -
Görlitz	4 (4)	- -	22 (22)	23 (22)	1.8 (1.9)	2.5 (2.3)	2.2 (2.5)	26 (26)	- -
Klingenthal	3 (3)	- -	11 (12)	4 (4)	1.1 (1.3)	0.9 (0.9)	0.5 (0.5)	15 (16)	- -
Leipzig-Lützner Str.	- -	- -	37 (36)	32 (29)	- -	- -	- -	30 (29)	- -
Leipzig-Mitte	3 (3)	- -	40 (45)	50 (52)	1.3 (1.9)	3.0 (3.1)	2.1 (2.5)	28 (28)	18 (18)
Leipzig-Thekla	- -	38 (44)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Leipzig-West	- -	45 (48)	17 (16)	4 (3)	- -	- -	- -	21 (19)	15 (14)
Niesky	- -	52 (56)	8 (7)	2 (1)	- -	- -	- -	19 (19)	- -
Plauen-DWD	- -	45 (48)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Plauen-Süd	- -	- -	24 (25)	29 (27)	- -	- -	- -	21 (21)	- -
Radebeul-Wahnsdorf	- -	51 (53)	13 (14)	2 (2)	- -	- -	- -	20 (20)	- -
Schkeuditz	- -	45 (49)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Schwartenberg	9 (8)	67 (70)	8 (8)	1 (1)	0.6 (0.8)	0.4 (0.3)	0.3 (0.1)	14 (14)	- -
Zinnwald	7 (7)	67 (70)	8 (8)	1 (1)	- -	- -	- -	- -	- -
Zittau-Ost	4 (5)	46 (50)	12 (12)	4 (3)	- -	- -	- -	24 (24)	- -
Zwickau-Werdauer Str.	- -	- -	27 (27)	20 (19)	- -	- -	- -	23 (23)	- -

() = Vorjahreswerte; - = keine Messung

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

Tabelle A 2: SO₂-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	7	8	5	3	4	3	2	2	3	4	7	4	4
Dresden-Winckelmannstr.	10	8	5	4	3	4	4	3	3	4	5	4	5
Fichtelberg	5	4	6	6	3	2	2	2	2	2	2	4	3
Görlitz	9	6	4	3	2	2	2	2	2	4	5	4	4
Klingenthal	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3
Leipzig-Mitte	5	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	3
Schwartenberg	18	17	11	7	5	5	4	4	7	13	15	5	9
Zinnwald	14	12	8	6	4	4	3	5	6	9	8	6	7
Zittau-Ost	8	7	4	3	3	3	3	2	2	3	4	5	4

Tabelle A 3: O₃-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	26	40	44	56	61	62	60	51	35	26	20	37	43
Bautzen	31	50	47	55	66	69	68	62	43	35	23	36	49
Carlsfeld	46	65	71	75	77	80	84	68	61	49	39	49	63
Chemnitz-Mitte	24	40	40	56	65	68	69	58	41	26	18	32	45
Collmberg	37	53	61	77	75	76	82	68	57	38	23	41	57
Dresden-Nord	19	32	33	49	54	56	58	46	31	21	17	25	37
Dresden-Winckelmannstr.	23	41	42	55	63	68	67	55	39	25	17	32	44
Fichtelberg	58	76	85	97	91	93	102	86	79	70	56	57	79
Leipzig-Thekla	22	33	36	54	60	58	61	45	34	18	11	28	38
Leipzig-West	26	40	40	60	66	64	67	57	43	25	13	34	45
Niesky	36	53	53	62	70	72	70	61	48	39	25	39	52
Plauen-DWD	30	47	42	54	63	66	67	54	39	29	17	34	45
Radebeul-Wahnsdorf	28	45	53	65	70	72	76	64	50	33	21	37	51
Schkeuditz	28	43	40	57	64	62	68	57	45	28	15	35	45
Schwartenberg	40	58	71	87	84	89	94	80	67	48	33	47	67
Zinnwald	39	57	72	86	84	88	96	81	70	48	36	50	67
Zittau-Ost	32	44	44	55	61	62	63	53	43	35	26	33	46

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

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	21	15	13	9	7	7	7	7	12	18	22	15	13
Bautzen	7	3	10	7	4	4	3	3	7	6	12	9	6
Borna	31	31	25	16	11	11	10	13	16	31	41	27	22
Brockau	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2
Chemnitz-Leipziger Str.	59	56	53	34	32	30	30	37	43	64	70	52	47
Chemnitz-Mitte	15	10	16	6	3	3	3	3	7	13	20	14	10
Collmberg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1
Dresden-Bergstr.	70	62	75	65	61	55	67	61	76	82	86	88	71
Dresden-Nord	22	22	26	14	13	13	13	16	19	24	37	31	21
Dresden-Winckelmannstr.	7	5	8	3	2	2	2	2	3	6	13	9	5
Freiberg	23	21	18	12	11	7	8	11	14	21	27	22	16
Glauchau	25	24	19	9	6	4	4	3	10	19	38	15	15
Görlitz	16	28	26	18	20	20	18	26	23	25	27	26	23
Klingenthal	8	5	5	4	2	2	2	2	4	5	5	3	4
Leipzig-Lützner Str.	36	23	40	27	21	20	22	19	36	44	61	35	32
Leipzig-Mitte	55	53	59	40	35	38	39	40	44	68	67	66	50
Leipzig-West	5	4	7	3	1	1	2	2	2	5	8	6	4
Niesky	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Plauen-Süd	31	24	38	27	17	17	21	21	35	36	49	29	29
Radebeul-Wahnsdorf	3	2	3	2	1	1	1	1	2	3	5	4	2
Schwartenberg	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
Zinnwald	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Zittau-Ost	5	5	4	3	2	2	2	2	4	4	6	4	4
Zwickau-Werdauer Str.	33	23	24	14	10	9	9	8	17	24	52	23	20

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

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	26	25	25	19	15	14	16	15	19	21	24	20	20
Bautzen	20	15	24	20	13	14	16	14	19	17	19	19	18
Borna	29	31	28	21	16	14	16	18	20	27	27	24	23
Brockau	15	12	14	8	6	4	5	6	8	10	14	12	10
Chemnitz-Leipziger Str.	47	49	51	41	40	37	40	42	44	48	45	39	44
Chemnitz-Mitte	29	27	32	23	15	15	17	17	21	25	25	23	22
Collmburg	15	12	11	7	6	5	5	5	7	11	13	10	9
Dresden-Bergstr.	46	46	56	53	48	49	60	54	57	55	54	59	53
Dresden-Nord	34	36	40	33	31	30	31	30	30	30	29	33	32
Dresden-Winckelmannstr.	25	22	26	19	13	12	15	14	18	20	22	20	19
Freiberg	31	31	31	25	22	19	22	21	23	27	27	25	25
Glauchau	28	27	27	22	17	15	16	14	20	22	24	20	21
Görlitz	23	26	26	21	21	22	22	25	21	21	21	20	22
Klingenthal	17	15	16	11	7	7	8	6	9	10	12	13	11
Leipzig-Lützner Str.	34	34	45	41	35	35	38	33	40	38	38	33	37
Leipzig-Mitte	42	45	49	41	39	37	39	35	36	44	39	39	40
Leipzig-West	23	20	25	16	12	12	12	12	14	18	20	16	17
Niesky	14	10	11	8	5	4	3	3	4	7	11	10	8
Plauen-Süd	26	25	30	25	22	21	26	23	24	23	25	23	24
Radebeul-Wahnsdorf	23	19	16	10	5	5	8	9	12	17	20	17	13
Schwartenberg	15	13	12	6	4	3	3	3	5	10	12	8	8
Zinnwald	16	12	11	8	5	4	4	5	7	10	12	8	8
Zittau-Ost	14	16	18	13	9	8	9	10	11	12	14	15	12
Zwickau-Werdauer Str.	34	33	34	29	23	20	22	20	27	28	30	25	27

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

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Chemnitz-Mitte	1.5	1.0	1.2	0.7	0.4	0.3	0.4	0.7	1.1	1.3	2.1	1.5	1.0
Dresden-Nord	2.6	2.1	2.1	1.3	0.9	0.8	0.9	1.0	1.5	1.6	2.3	1.9	1.6
Görlitz	2.6	2.1	2.2	1.5	1.1	0.9	0.9	1.3	1.5	1.8	2.8	2.4	1.8
Klingenthal	2.0	1.4	1.3	0.8	0.4	0.3	0.4	0.7	1.0	1.2	1.7	1.4	1.1
Leipzig-Mitte	2.6	2.1	1.6	0.8	0.6	0.6	0.8	0.8	1.0	1.3	1.7	1.5	1.3
Schwartenberg	0.7	0.9	0.9	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	- *	0.7	1.2	0.8	0.6

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

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Chemnitz-Mitte	2.3	1.7	2.2	1.6	1.1	1.0	1.3	1.3	2.1	2.2	2.5	1.5	1.7
Dresden-Nord	2.2	2.0	2.7	1.9	1.5	1.8	2.3	2.0	2.7	2.3	2.2	2.0	2.1
Görlitz	1.8	2.0	2.6	2.2	2.1	2.1	2.3	2.9	3.1	2.9	3.1	2.4	2.5
Klingenthal	1.6	1.3	1.1	0.8	0.5	0.5	0.6	0.4	0.9	1.1	1.1	0.7	0.9
Leipzig-Mitte	2.9	2.9	3.4	2.7	2.1	2.6	2.9	2.9	3.3	3.7	3.2	2.8	3.0
Schwartenberg	0.7	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.7	0.5	0.4

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

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Chemnitz-Mitte	1.4	1.0	1.5	1.0	0.6	0.6	0.8	0.8	1.4	2.4	1.8	1.1	1.2
Dresden-Nord	0.9	0.9	1.5	0.9	0.6	0.8	1.0	1.0	1.8	1.2	1.2	0.7	1.0
Görlitz	0.9	1.4	2.3	2.0	1.8	3.0	2.1	2.9	3.3	2.7	2.2	1.7	2.2
Klingenthal	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	0.8	0.6	0.4	0.5
Leipzig-Mitte	1.9	2.0	2.4	1.8	1.5	1.9	2.1	2.1	2.7	3.0	2.2	1.6	2.1
Schwartenberg	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.7	0.5	0.3	0.3

Tabelle A 9: PM₁₀-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz*	24	21	36	27	13	13	15	11	19	19	19	13	19
Bautzen**	30	21	33	25	15	13	16	12	20	20	26	19	21
Borna*	31	22	43	33	14	14	20	14	22	23	28	22	24
Brockau*	20	15	33	26	12	12	15	11	16	18	17	15	17
Carlsfeld**	10	10	22	16	9	10	10	7	9	9	8	5	11
Chemnitz-Leipziger Str.*	33	30	47	39	20	19	21	17	26	27	28	24	28
Chemnitz-Mitte*	23	17	37	27	14	13	16	11	20	19	21	18	20
Collberg*	22	15	33	23	10	11	14	9	17	19	21	15	18
Dresden-Bergstr.*	36	29	45	36	20	20	26	19	31	33	33	27	30
Dresden-Nord*	33	29	45	32	18	18	22	17	28	28	32	24	27
Dresden-Winckelmannstr.*	29	21	36	26	12	12	15	11	21	24	26	18	21
Freiberg*	25	23	40	30	15	14	18	13	22	22	24	18	22
Glauchau**	32	22	36	26	15	13	14	11	18	20	25	19	21
Görlitz*	35	30	41	28	17	14	20	17	26	26	35	25	26
Klingenthal**	20	16	26	19	10	11	12	8	15	18	17	12	15
Leipzig-Lützner Str.*	39	28	52	39	20	21	25	18	29	31	37	27	30
Leipzig-Mitte*	34	28	48	35	19	19	23	17	26	29	32	26	28
Leipzig-West*	27	18	38	27	12	13	17	12	20	21	25	19	21
Niesky**	27	19	29	20	11	11	14	9	18	18	25	18	19
Plauen-Süd*	25	20	36	28	15	13	16	12	20	22	25	21	21
Radebeul-Wahnsdorf*	26	20	34	25	13	13	16	12	21	23	25	17	20
Schwartenberg*	15	14	29	21	10	11	13	9	15	15	12	7	14
Zittau-Ost*	33	26	38	27	14	14	18	14	21	23	32	23	24
Zwickau-Werdauer Str.*	32	22	41	31	17	15	17	12	21	21	27	22	23

* = High-Volume-Sampler-Werte

** = kontinuierliche Messung (TEOM)

Tabelle A 10: PM_{2.5}-Monatsmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Annaberg-Buchholz	20	15	27	20	9	8	10	7	13	14	15	10	14
Chemnitz-Leipziger Str.	23	16	30	22	11	10	12	9	16	17	18	16	17
Collberg	18	12	27	17	6	7	8	6	10	14	16	12	13
Dresden-Bergstr.	26	18	28	21	10	10	15	10	19	22	22	17	18
Dresden-Nord	25	17	29	20	9	9	12	9	17	20	22	17	17
Dresden-Winckelmannstr.	26	17	29	19	9	8	10	7	15	19	21	16	16
Leipzig-Mitte	26	18	33	22	10	10	12	9	16	19	23	18	18
Leipzig-West	22	13	28	17	7	7	11	7	13	15	20	15	15

Tabelle A 11: Jahresmittelwerte der PM₁₀-Inhaltsstoffe

Station	[ng/m ³]														
	Pb	As	Cd	Ni	Cr	BaP	BaA	BeP	BbF	BjF	BkF	Cor	Flu	DbA	InP
Borna		1.5	0.2	0.9	3.5	0.7	0.5	0.7	0.9	0.7	0.4	0.2	0.9	0.06	0.8
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	-	0.6	0.5	0.6	0.8	0.6	0.4	0.2	0.8	0.05	0.8
Chemnitz-Mitte	8.7	1.7	0.2	0.9	2.0	0.5	0.3	0.4	0.6	0.4	0.3	0.2	0.6	0.04	0.6
Dresden-Bergstr.	-	-	-	-	-	0.6	0.5	0.5	0.8	0.6	0.4	0.2	1.1	0.04	0.8
Dresden-Nord	10.3	2.2	0.3	1.8	4.7	0.7	0.5	0.7	0.9	0.7	0.4	0.2	1.0	0.05	0.9
Freiberg	17.6	2.0	0.5	0.9	2.2	0.4	0.3	0.5	0.6	0.5	0.3	0.2	0.7	0.04	0.6
Görlitz	-	2.8	0.3	1.1	2.8	1.2	0.9	1.0	1.3	1.1	0.6	0.2	1.5	0.09	1.2
Leipzig-Lützner Straße	-	1.6	0.3	1.6	5.5	0.7	0.5	0.9	0.9	0.8	0.4	0.2	0.9	0.04	0.8
Leipzig-Mitte	10.0	1.6	0.3	2.0	6.0	0.6	0.4	0.6	0.7	0.6	0.3	0.2	0.9	0.05	0.7
Radebeul-Wahnsdorf	9.2	1.7	0.3	0.9	1.3	0.5	0.4	0.5	0.7	0.5	0.3	0.2	0.8	0.04	0.7
Schwartenberg	5.7	1.4	0.2	0.6	0.8	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	0.03	0.4
Zittau-Ost	-	2.8	0.4	0.9	1.1	1.2	0.9	1.0	1.4	1.2	0.7	0.2	1.3	0.08	1.4

- = keine Messung

Tabelle A 12: Maximale Tagesmittelwerte der PM₁₀-Inhaltsstoffe

Station	[ng/m ³]														
	Pb	As	Cd	Ni	Cr	BaP	BaA	BeP	BbF	BjF	BkF	Cor	Flu	DbA	InP
Borna	-	15.6	2.1	2.5	10.4	26.6	20.3	29.4	29.6	34.6	13.4	6.0	27.4	2.5	18.5
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	-	13.6	9.8	13.2	15.2	15.9	6.8	2.4	13.7	1.1	9.4
Chemnitz-Mitte	43.9	23.6	1.7	2.6	10.8	6.4	4.6	5.9	7.9	8.1	3.6	2.0	6.6	0.3	4.6
Dresden-Bergstr.	-	-	-	-	-	5.3	3.9	6.1	6.6	5.1	2.8	1.1	7.8	0.5	5.2
Dresden-Nord	36.3	26.9	1.0	30.1	35.0	9.5	6.7	8.5	11.6	10.3	5.1	2.5	9.9	1.2	8.6
Freiberg	67.1	26.5	10.5	3.2	6.9	3.7	2.8	4.1	4.5	4.1	2.2	0.8	6.7	0.3	4.9
Görlitz	-	28.1	2.1	3.7	10.1	29.5	18.1	28.6	25.3	23.8	10.4	4.0	26.5	2.2	12.5
Leipzig-Lützner Straße	-	10.5	2.0	3.9	11.5	25.4	19.2	29.3	27.9	33.8	12.5	6.0	25.4	0.3	17.7
Leipzig-Mitte	81.7	10.8	2.0	10.5	14.7	22.0	15.7	26.3	25.1	29.2	11.1	5.0	21.0	2.4	15.9
Radebeul-Wahnsdorf	32.2	7.3	0.8	3.5	4.1	4.0	4.1	4.5	4.6	4.3	2.4	0.9	8.9	0.3	4.0
Schwartenberg	25.1	10.5	0.5	2.1	2.9	2.2	2.1	2.3	3.3	2.4	1.6	0.5	8.4	0.2	3.5
Zittau-Ost	-	15.6	2.9	3.0	2.8	12.6	10.8	15.6	14.7	12.7	4.8	2.2	13.1	1.1	7.4

- = keine Messung

Tabelle A 13: Kenngrößen für elementaren und organischen Kohlenstoff im PM₁₀

Station	Jahresmittelwerte [µg/m ³]		maximale Tagesmittelwerte [µg/m ³]	
	EC*	OC**	EC*	OC**
Chemnitz-Leipziger Str.	2.9	-	7.3	-
Collnberg	1.4	2.5	8.4	11.6
Dresden-Bergstr.	3.7	3.1	8.3	10.0
Dresden-Nord	2.4	3.4	6.1	11.8
Dresden-Winckelmannstr.	2.0	2.7	8.7	7.9
Görlitz	3.1	-	14.5	-
Leipzig-Lützner Straße	2.7	3.6	11.2	16.6
Leipzig-Mitte	2.7	3.6	10.3	14.1
Leipzig-West	1.7	2.7	10.6	12.6
Radebeul-Wahnsdorf	1.3	2.8	5.1	12.0

- = keine Messung

*EC: elementarer Kohlenstoff im PM₁₀ **OC: organischer Kohlenstoff im PM₁₀

Tabelle A 14: Kenngrößen der PM_{2,5}-Konzentration

Station	Jahresmittelwert	max. Tagesmittelwerte
	[µg/m ³]	
Annaberg-Buchholz	14	74
Chemnitz-Leipziger Str.	17	70
Collnberg	13	51
Dresden-Bergstr.	18	63
Dresden-Nord	17	64
Dresden-Winckelmannstr.	16	69
Leipzig-Mitte	18	73
Leipzig-West	15	69

Tabelle A 15: Schwermetalle und Arsen im PM₁₀ (Jahresvergleich 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				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
Borna	-	-	-	-	-	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	1.3	1.3	1.3	1.7	1.5
Chemnitz-Mitte	-	10	9	9	9	-	0.3	0.3	0.3	0.2	-	1.2	1.5	1.6	1.7
Dresden-Nord	13	13	11	11	10	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	1.8	1.5	1.8	2.6	2.2
Freiberg	20	16	13	14	18	0.7	0.5	0.4	0.5	0.5	2.0	1.7	1.6	1.9	2.0
Görlitz	-	-	-	-	-	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	2.8	2.1	2.7	3.3	2.8
Leipzig-Lützner Str.	-	-	-	-	-	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	1.2	1.3	1.6	1.6	1.6
Leipzig-Mitte	10	12	11	8	10	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6
Radebeul-Wahnsdorf	14	12	11	10	9	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	2.1	1.4	2.0	2.1	1.7
Schwartenberg	5	5	4	5	6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.3	0.9	1.4	1.4	1.4
Zittau-Ost	-	-	-	-	-	-	0.5	0.5	0.4	0.4	-	2.2	3.4	3.4	2.8

Station	Jahresmittelwert [ng/m ³]									
	Cr					Ni				
						Zielwert: 20 ng/m ³				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
Borna	3.1	4.2	4.2	3.5	3.5	1.3	2.0	1.8	1.2	0.9
Chemnitz-Mitte	-	3.6	3.0	2.8	2.0	-	2.1	1.8	1.4	0.9
Dresden-Nord	4.3	6.1	6.1	4.9	4.7	2.1	2.8	2.7	1.9	1.8
Freiberg	1.7	3.5	3.0	2.7	2.2	1.1	1.7	1.7	1.1	0.9
Görlitz	3.0	4.5	3.8	3.5	2.8	1.5	2.2	2.0	1.5	1.1
Leipzig-Lützner Straße	5.0	6.0	5.5	5.5	5.5	1.8	2.9	2.4	1.8	1.6
Leipzig-Mitte	5.3	6.7	6.6	6.1	6.0	2.1	3.7	2.9	2.2	2.0
Radebeul-Wahnsdorf	1.2	2.9	2.8	2.0	1.3	1.0	1.8	1.6	1.2	0.9
Schwartenberg	0.8	2.3	2.0	1.5	0.8	0.8	1.3	1.5	1.0	0.6
Zittau-Ost	-	2.6	2.0	1.8	1.1	-	1.7	1.6	1.2	0.9

- = keine Messung

Tabelle A 16: BaP im PM₁₀ (Jahresvergleich)

Station	BaP-Jahresmittelwert [ng/m ³] Zielwert: 1 ng/m ³								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Borna	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.7
Chemnitz-Leipziger Str.	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
Chemnitz-Mitte	-	-	-	-	-	0.5	0.6	0.5	0.5
Dresden-Bergstr.	0.8	0.7	0.6	0.6	0.9	0.6	0.7	0.7	0.6
Dresden-Nord	0.8	0.6	0.6	0.6	0.8	0.6	0.8	0.6	0.7
Freiberg	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4
Görlitz	1.4	1.0	0.9	0.8	1.2	1.1	1.3	1.2	1.2
Leipzig-Lützner Straße	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.5	0.7
Leipzig-Mitte	0.6	0.5	0.4	-	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6
Radebeul-Wahnsdorf	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5
Schwartenberg	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3
Zittau-Ost	-	-	-	-	-	1.2	1.4	1.3	1.2

- = keine Messung

Tabelle A 17: Kenngrößen für Staubbiederschlag [g/m²-d]

Station	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	MW-Jahr	Max-Monat	MW-Jahr	Max-Monat	MW-Jahr	Max-Monat	MW-Jahr	Max-Monat	MW-Jahr	Max-Monat	MW-Jahr	Max-Monat	MW-Jahr	Max-Monat
Borna	0.14	0.24	0.15	0.32	0.15	0.22	0.16	0.31	0.12	0.16	0.13	0.27	0.11	0.14
Chemnitz-Mitte	0.08	0.19	0.11	0.36	0.09	0.16	0.12	0.27	0.06	0.10	0.08	0.26	0.06	0.20
Dresden-Nord	0.08	0.10	0.08	0.11	0.07	0.10	0.08	0.14	0.07	0.09	0.07	0.11	0.07	0.12
Dresden-Winckelmannstr.	-	-	0.05	0.12	0.07	0.27	0.05	0.09	0.08	0.34	0.05	0.14	0.05	0.10
Freiberg	0.08	0.10	0.11	0.18	0.07	0.10	0.08	0.15	0.06	0.09	0.07	0.12	0.06	0.11
Glauchau	0.08	0.38	0.06	0.11	0.06	0.09	0.07	0.11	0.07	0.14	0.05	0.11	0.05	0.09
Görlitz	0.07	0.13	0.08	0.13	0.11	0.25	0.07	0.11	0.07	0.14	0.06	0.09	0.07	0.13
Leipzig-Mitte	0.15	0.40	-	0.33	0.16	0.34	0.24	0.39	0.16	0.26	0.14	0.21	0.10	0.14
Leipzig-West	0.08	0.34	0.07	0.18	0.07	0.19	0.12	0.29	0.06	0.16	0.08	0.29	0.13	0.49
Radebeul-Wahnsdorf	0.04	0.08	0.05	0.16	0.04	0.05	0.03	0.08	0.04	0.07	0.03	0.10	0.03	0.05
Zinnwald	0.04	0.08	0.06	0.20	0.05	0.16	0.04	0.06	0.04	0.07	0.04	0.10	0.03	0.06
Zittau-Ost	0.05	0.16	0.06	0.16	0.07	0.20	0.05	0.11	0.07	0.21	0.07	0.21	0.05	0.10
Zwickau-Werdauer Str.	0.12	0.37	0.10	0.23	0.17	0.36	0.2*	0.42	0.16	0.44	0.08	0.14	0.09	0.16

- = keine Messung

* ohne die Monate Juli, September und Oktober (Juli: Fehlermessung, Sept.–Oktober: Bauarbeiten für Messcontainertausch)

Tabelle A 18: Pb und Cd im Staubniederschlag [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Station	2011				2012				2013				2014			
	Jahres-mittelwert		max. Monats-mittelwert		Jahres-mittelwert		max. Monats-mittelwert		Jahres-mittelwert		max. Monats-mittelwert		Jahres-mittelwert		max. Monats-mittelwert	
	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
Borna	11	0.16	16	0.20	9	0.15	13	0.26	8	0.12	13	0.18	8	0.14	12	0.22
Chemnitz-Mitte	11	0.27	32	0.98	6	0.14	8	0.27	7	0.19	14	0.54	5	0.36	9	1.17
Dresden-Nord	12	0.15	15	0.33	11	0.11	15	0.16	10	0.13	17	0.22	11	0.18	25	0.56
Dresden-Winckelmannstr.	5	0.10	7	0.21	5	0.10	8	0.15	5	0.13	6	0.38	7	0.11	16	0.25
Freiberg	39	0.54	82	1.03	31	0.35	54	0.53	24	0.39	41	0.67	27	0.44	39	0.58
Glauchau	6	0.12	9	0.17	6	0.10	11	0.17	5	0.22	8	1.31	5	0.13	8	0.29
Görlitz	8	0.75	13	7.53	7	0.11	11	0.17	7	0.12	10	0.24	8	0.14	16	0.25
Leipzig-Mitte	19	0.26	37	0.71	12	0.13	18	0.21	10	0.16	14	0.33	9	0.13	13	0.21
Leipzig-West	5	0.10	9	0.35	4	0.06	9	0.09	4	0.10	7	0.2	4	0.09	7	0.16
Radebeul-Wahnsdorf	4	0.14	6	0.34	5	0.08	8	0.15	5	0.16	7	0.74	4	0.11	7	0.19
Zinnwald	8	0.15	21	0.27	12	0.18	44	0.58	8	0.22	22	0.53	6	0.27	9	1.23
Zittau-Ost	6	0.11	10	0.18	6	0.10	16	0.18	6	0.11	11	0.33	5	0.10	9	0.20
Zwickau-Werdauer Str.	15*	0.35*	22	0.58	10	0.25	20	0.51	9	0.18	13	0.34	7	0.24	11	0.63

- = keine Messung

* ohne die Monate Juli, September und Oktober (Juli: Fehlermessung, Sept.–Oktober: Bauarbeiten für Messcontainertausch)

Tabelle A 19: Gewichtete Mittelwerte der Konzentrationen im Niederschlagswasser

Station	[mm]	[$\mu\text{S}/\text{cm}$]	pH-Wert	[mg/l]										
	Regenmenge*	elektr. Leitfähigkeit		Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S
Carlsfeld	1023.2	12.37	4.92	0.15	0.06	0.03	0.14	0.24	0.63	1.64	1.19	0.49	0.37	0.40
Chemnitz	624.8	13.73	5.12	0.21	0.08	0.04	0.28	0.36	0.92	2.07	1.40	0.72	0.47	0.47
Görlitz	643.2	14.66	5.17	0.28	0.12	0.06	0.43	0.41	0.90	2.07	1.69	0.70	0.47	0.56
Leipzig	690.8	12.56	5.05	0.15	0.06	0.03	0.22	0.25	0.78	1.82	1.34	0.60	0.41	0.45
Marienberg	552.9	14.23	4.97	0.19	0.08	0.04	0.25	0.30	0.79	1.93	1.39	0.61	0.44	0.46
Mittelndorf	461.7	14.09	5.12	0.22	0.10	0.04	0.28	0.37	0.91	1.92	1.51	0.71	0.43	0.50
Oschatz	513.6	12.15	5.05	0.18	0.05	0.03	0.22	0.26	0.71	1.89	1.12	0.55	0.43	0.37
Plauen	648.4	15.79	4.97	0.19	0.18	0.05	0.31	0.33	0.89	2.27	1.63	0.69	0.51	0.55
Radebeul	474.6	13.67	5.26	0.26	0.10	0.05	0.36	0.41	0.95	1.91	1.44	0.73	0.43	0.48
Zinnwald	800.7	15.94	4.89	0.21	0.08	0.04	0.28	0.34	0.82	2.03	1.75	0.64	0.46	0.58

* = Regenmenge zur Bestimmung der Konzentration

Tabelle A 20: Nasse Deposition

Station	[mm]	[kg/ha*a]											
	Regenmenge*	Na	K	Mg	Ca	Cl	NH ₄	NO ₃	SO ₄	NH ₄ -N	NO ₃ -N	N-Ges	S-Ges
Carlsfeld	1047.7	1.58	0.60	0.29	1.45	2.49	6.62	17.23	12.47	5.14	3.89	9.03	4.16
Chemnitz	626.2	1.30	0.52	0.23	1.74	2.25	5.78	12.94	8.74	4.49	2.92	7.41	2.92
Görlitz	655.7	1.83	0.76	0.39	2.79	2.70	5.91	13.55	11.06	4.59	3.06	7.65	3.69
Leipzig	699.7	1.06	0.45	0.24	1.52	1.73	5.42	12.71	9.36	4.21	2.87	7.08	3.12
Marienberg	553.8	1.08	0.42	0.21	1.38	1.66	4.38	10.69	7.70	3.40	2.41	5.82	2.57
Mittelndorf	472.2	1.05	0.49	0.19	1.30	1.75	4.32	9.06	7.12	3.35	2.05	5.40	2.38
Oschatz	542.0	0.95	0.26	0.14	1.21	1.41	3.84	10.25	6.05	2.98	2.31	5.30	2.02
Plauen	660.1	1.25	1.17	0.30	2.03	2.17	5.90	15.01	10.78	4.58	3.39	7.97	3.60
Radebeul	523.5	1.34	0.52	0.24	1.89	2.17	4.95	9.99	7.56	3.84	2.26	6.10	2.52
Zinnwald	819.0	1.72	0.67	0.30	2.28	2.75	6.73	16.61	14.33	5.22	3.75	8.98	4.78

* = Gesamtjahresregenmenge

Tabelle A 21: Überschreitung der O₃-Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Station	Anzahl der Tage 8h > 120 µg/m ³										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Annaberg-Buchholz	13	16	7	-	3	9	6	2	9	7	
Bautzen	22	32	17	9	8	18	10	12	11	15	
Carlsfeld	41	38	32	27	27	32	27	31	26	18	
Chemnitz-Mitte	21	28	19	16	8	23	18	12	14	14	
Collmberg	28	41	-	27	20	28	18	19	19	27	
Dresden-Nord	5	9	8	4	3	10	5	5	5	8	
Dresden-Winckelmannstr.	-	-	-	-	5	23	11	11	16	16	
Fichtelberg	64	60	50	53	49	46	40	52	-	37	
Leipzig-Thekla	14	-	19	12	0	24	12	9	10	11	
Leipzig-West	21	28	21	16	7	26	15	15	15	18	
Niesky	35	36	29	23	9	22	25	20	20	16	
Plauen-DWD	24	38	-	15	18	21	15	-	17	15	
Radebeul-Wahnsdorf	27	39	30	19	8	26	20	21	17	16	
Schkeuditz	22	29	27	18	11	22	17	18	17	20	
Schwartenberg	-	43	42	25	25	27*	28	27	33	30	
Zinnwald	38	48	38	28	22	35	33	33	29	23	
Zittau-Ost	39	-	16	8	8	19	10	17	12	9	

Station	3-Jahresmittelwert									
	03-05	04-06	05-07	06-08	07-09	08-10	09-11	10-12	11-13	12-14
Annaberg-Buchholz	17	13	12	12	5	6	6	6	6	6
Bautzen	31	22	24	19	11	12	12	13	11	13
Carlsfeld	58	39	37	32	29	29	29	30	28	25
Chemnitz-Mitte	33	22	23	21	14	16	16	18	15	13
Collmburg	43	31	35	34	24	25	22	22	19	22
Dresden-Nord	5	5	7	7	5	6	6	7	5	6
Dresden-Winckelmannstr.	-	-	-	-	5	14	13	15	13	14
Fichtelberg	78	59	58	54	51	49	45	46	46	45
Leipzig-Thekla	11	11	17	16	10	12	12	15	10	10
Leipzig-West	19	22	23	22	15	16	16	19	15	16
Niesky	28	30	33	29	20	18	19	22	22	19
Plauen-DWD	25	29	31	27	17	18	18	18	16	16
Radebeul-Wahnsdorf	43	30	32	29	19	18	18	22	19	18
Schkeuditz	20	23	26	25	19	17	17	19	17	18
Schwartenberg	74	41	43	37	31	26*	27*	27*	29	30
Zinnwald	54	38	41	38	29	28	30	34	32	28
Zittau-Ost	39	26	28	12	11	12	12	15	13	13

*erforderlicher Anteil gültiger Daten 2010 geringfügig unterschritten, trotzdem 2010er-Daten zur Berechnung hinzugezogen

-= keine Messung bzw. Verfügbarkeit der Messdaten zu gering

Tabelle A 22: Überschreitung der O₃-Zielwerte zum Schutz der Pflanzen nach 39. BImSchV

Messstelle	AOT40 [(µg/m ³)*h] Mai bis Juli									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Carlsfeld	23:978	32:415	19:859	22:776	13:323	22:238	18:414	18:277	16:199	17:804
Collmburg	15:227	28:784	14:923	19:512	9:711	18:344	13:422	13:667	8:327	15:233
Fichtelberg	28:830	37:938	24:686	31:675	16:723	28:522	21:600	27:034	17:608	22:671
Leipzig-Thekla	10:686	-	12:600	14:855	6:365	19:186	11:559	9:292	8:601	12:795
Niesky	19:716	31:087	18:675	20:723	9:703	17:064	18:904	16:619	-	16:106
Plauen-DWD	19:703	33:142	12:054	16:774	12:649	17:559	13:595	9:824	9:765	14:812
Radebeul-Wahnsdorf	20:012	30:211	17:752	17:672	10:089	20:036	15:551	14:016	11:099	15:918
Schkeuditz	15:486	27:962	15:744	18:472	8:692	18:516	15:455	14:283	11:323	15:163
Schwartenberg	23:650	34:343	22:188	21:286	11:526	20:450	16:743	16:460	16:720	20:632
Zinnwald	24:120	38:441	21:233	22:163	12:099	24:350	18:478	20:611	18:590	20:370
Zittau-Ost	21:375	-	13:608	14:091	8:358	14:812	12:983	16:494	9:929	12:312

Messstelle	AOT40 [(µg/m ³)*h] Mai bis Juli 5-Jahresmittel									
	2002-06	2003-07	2004-08	2005-09	2006-10	2007-11	2008-12	2009-13	2010-14	
Carlsfeld	26:049	25:527	23:101	22:470	22:122	19:322	19:006	17:690	18:586	
Collmburg	19:077	18:748	17:513	17:631	18:255	15:182	14:931	12:694	13:799	
Fichtelberg	30:668	29:831	28:867	27:970	27:909	24:641	25:111	22:297	23:487	
Leipzig-Thekla	-	10:025	11:233	11:127	13:252	12:913	12:251	11:001	12:287	
Niesky	23:978	22:917	20:818	19:981	19:450	17:014	16:603	15:573	17:173	
Plauen-DWD	22:316	19:750	19:155	18:864	18:436	14:526	14:080	12:678	13:111	
Radebeul-Wahnsdorf	22:472	22:084	19:733	19:147	19:152	16:220	15:473	14:158	15:324	
Schkeuditz	17:181	16:822	17:152	17:271	17:877	15:376	15:084	13:654	14:948	
Schwartenberg	27:713	27:389	24:115	22:599	21:959	18:439	17:293	16:380	18:201	
Zinnwald	27:655	26:981	24:563	23:611	23:657	19:665	19:540	18:826	20:480	
Zittau-Ost	19:753	18:210	15:108	14:358	12:717	12:770	13:348	12:515	13:306	

- = keine Messung bzw. Verfügbarkeit der Messdaten zu gering

Tabelle A 23: O₃-Beurteilungswert zum Schutz der Wälder nach 39. BImSchV

Messstelle	AOT40 [(µg/m³)h] April bis September									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Carlsfeld	38:651	42:155	32:986	29:393	33:870	33:083	31:369	33:108	30:557	25:226
Collmberg	27:336	36:576	24:370	25:702	23:065	26:173	23:216	23:841	19:407	22:070
Fichtelberg	48:262	52:324	41:099	42:987	39:698	42:659	37:374	44:108	35:963	35:926
Leipzig-Thekla	17:503	33:945	18:975	17:445	13:666	23:575	18:987	16:099	16:886	16:353
Niesky	34:731	39:445	30:068	27:464	24:014	25:854	28:621	27:559	26:426	21:611
Plauen-DWD	29:121	41:231	19:696	20:976	26:619	23:862	22:473	19:329	18:937	19:277
Radebeul-Wahnsdorf	32:009	37:574	27:491	23:335	22:424	28:158	25:176	23:848	20:355	21:839
Schkeuditz	26:028	34:077	23:201	22:965	18:315	24:015	23:728	23:847	20:779	20:881
Schwartenberg	39:644	45:521	35:837	28:031	29:947	29:080	30:339	28:784	33:066	30:623
Zinnwald	38:939	49:750	34:291	30:005	29:617	33:923	32:475	34:069	34:143	29:324
Zittau-Ost	33:667	32:916	22:549	19:692	20:074	22:310	20:365	26:226	20:366	17:826

Tabelle A 24: Überschreitung der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für SO₂, NO₂ und PM₁₀ nach 39. BImSchV

Station	SO ₂								NO ₂				PM ₁₀			
	Anzahl der Stunden 1-h-Mittel > 350 µg/m³ (zulässig 24 Stunden)				Anzahl der Tage 24-h-Mittel > 125 µg/m³ (zulässig 3 Tage)				Anzahl der Stunden 1-h-Mittel > 200 µg/m³ (zulässig 18 Stunden)				Anzahl der Tage 24-h-Mittel > 50 µg/m³ (zulässig: 35 Tage)			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Annaberg-Buchholz	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	11	6	13
Bautzen	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	23	14	18	16
Borna	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	32	18	20	29
Brockau	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	13	12	15	13
Carlsfeld	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	2	0
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	0	0	39	28	32	36
Chemnitz-Mitte	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	23	11	12	21
Collmberg	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	19	8	9	13
Dresden-Bergstr.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	9	46	22	34	36
Dresden-Nord	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	42	21	27	27
Dresden-Winckelmannstr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	13	14	14
Fichtelberg	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Freiberg	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	28	15	15	19
Glauchau	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	23	12	16	21
Görlitz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	29	27	34
Klingenthal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	6	5	1
Leipzig-Lützner Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	69	37	41	43
Leipzig-Mitte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	63	39	33	34
Leipzig-West	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	24	13	11	23
Niesky	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	24	17	19	8
Plauen-Süd	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	29	12	22	19
Radebeul-Wahnsdorf	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	26	13	12	13
Schwartenberg	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	4	5
Zinnwald	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Zittau-Ost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	26	30	23
Zwickau-Werd. Str.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	53	21	22	30

- keine Messung

Tabelle A 25: Jahresmittelwerte der Benzolkonzentration

Station	Benzol - Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Grenzwert: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Chemnitz-Mitte	1.5	-	-	-	-	-	1.3	1.1	1.0	1.0
Dresden-Nord	2.4	2.2	1.5	1.4	1.7	1.7	1.8	1.3	1.1	1.6
Görlitz	2.2	2.2	1.9	1.7	2.1	2.3	1.6	1.5	1.9	1.8
Klingenthal	1.4	1.6	1.2	1.1	1.4	1.3	1.3	1.5	1.3	1.1
Leipzig-Mitte	2.2	2.1	1.9	2.0	-	1.9	2.1	1.9	1.9	1.3
Schwartenberg	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	1.0	0.7	0.5	0.8	0.6

Tabelle A 26: Maximalwerte und Perzentile für SO₂, NO₂ und PM₁₀

Station	SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	99,18-Perzentil ¹	max Tagesmittelwert	99,73-Perzentil ²	max 1h-Wert	max. Tagesmittelwert	99,79-Perzentil ³	max 1h-Wert	90,41-Perzentil ⁴	max. Tagesmittelwert
Annaberg-Buchholz	27	39	45	162	45	71	86	35	89
Bautzen	-	-	-	-	44	76	97	40	101
Borna	-	-	-	-	50	77	116	43	96
Brockau	-	-	-	-	34	37	53	35	69
Carlsfeld	-	-	-	-	-	-	-	22	45
Chemnitz-Leipziger Str.	-	-	-	-	89	124	172	51	95
Chemnitz-Mitte	-	-	-	-	54	86	130	37	76
Collnberg	-	-	-	-	30	37	47	38	62
Dresden-Bergstr.	-	-	-	-	137	186	312	51	92
Dresden-Nord	-	-	-	-	60	93	113	47	90
Dresden-Winckelmannstr.	16	25	28	54	49	75	94	42	82
Fichtelberg	22	34	47	276	-	-	-	-	-
Freiberg	-	-	-	-	55	90	113	41	80
Glauchau	-	-	-	-	53	78	108	43	169
Görlitz	19	28	33	79	49	67	100	49	109
Klingenthal	12	20	20	63	29	43	60	27	54
Leipzig-Lützner Str.	-	-	-	-	80	111	152	54	99
Leipzig-Mitte	11	15	17	52	93	122	195	48	88
Leipzig-West	-	-	-	-	48	69	103	40	80
Niesky	-	-	-	-	30	37	53	36	80
Plauen-Süd	-	-	-	-	45	76	96	40	89
Radebeul-Wahnsdorf	-	-	-	-	40	59	73	40	76
Schwartenberg	48	85	97	383	32	50	65	28	65
Zinnwald	25	46	65	180	31	44	55	-	-
Zittau-Ost	16	21	24	148	31	52	72	46	88
Zwickau-Werdauer Str.	-	-	-	-	60	87	121	47	103

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

- = keine Messung

Tabelle A 27: Vergleich der Mittelwerte mit den Grenzwerten zum Schutz von Ökosystemen und zum Schutz der Vegetation für SO₂ und NO_x

Station	SO ₂ [µg/m ³] (Grenzwert: 20 µg/m ³)												
	Jahr 2008	Jahr 2009	Jahr 2010	Jahr 2011	Jahr 2012	Jahr 2013	Jahr 2014	Halbjahr 2008/09	Halbjahr 2009/10	Halbjahr 2010/11	Halbjahr 2011/12	Halbjahr 2012/13	Halbjahr 2013/14
Fichtelberg	4	4	4	4	3	5	3	3	4	5	4	4	5
Schwartenberg	6	8	8	10	7	8	9	9	9	10	8	9	13

Station	NO _x [µg/m ³] (Grenzwert: 30 µg/m ³)						
	Jahr 2008	Jahr 2009	Jahr 2010	Jahr 2011	Jahr 2012	Jahr 2013	Jahr 2014
Schwartenberg	12	14	14	13	10	11	10
Niesky	-	-	15	13	11	9	10
Collmburg	13	14	15	14	12	11	11

Tabelle A 28: Vergleich der Jahresmittelwerte mit den Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit für NO₂ und PM₁₀ nach der 39. BImSchV

Station	NO ₂ [µg/m ³] (Grenzwert: 40 µg/m ³)										PM ₁₀ [µg/m ³] (Grenzwert: 40 µg/m ³)									
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
Annaberg-Buchholz	28	28	25	24	25	26	25	20	20	20	-	-	-	-	-	-	-	19	20	19
Bautzen	24	24	22	20	20	22	22	19	18	18	26	27	23	21	28	26	24	20	22	21
Borna	35	36	28	27	29	29	28	25	23	23	29	29	24	24	25	26	26	23	23	24
Brockau	-	-	-	-	-	-	13	11	11	10	-	-	-	-	-	-	18	16	18	17
Carlsfeld	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	14	13	12	13	12	12	11	12	11
Chemnitz-Leipziger Str.	64	64	53	50	47	45	46	45	43	44	34	36	29	28	29	29	29	28	28	28
Chemnitz-Mitte	29	30	26	26	27	27	27	24	23	22	24	25	20	19	21	21	22	19	20	20
Collmburg	13	13	11	11	12	13	12	10	9	9	22	20	17	16	17	18	19	16	16	18
Dresden-Bergstraße	58	61	51	51	54	50	50	48	47	53	33	36	31	29	31	31	31	28	29	30
Dresden-Nord	45	48	39	39	39	39	39	36	34	32	34	39	28	33	30	30	29	26	27	27
Dresden-Winckelmannstr.	-	-	-	-	24	23	24	20	20	19	-	-	-	-	26	22	22	20	20	21
Freiberg	28	28	25	26	28	27	29	25	25	25	27	26	23	22	25	24	24	21	21	22
Glauchau	27	25	23	23	24	26	25	23	23	21	28	29	23	22	28	25	22	21	21	21
Görlitz	29	31	28	27	28	29	27	23	22	22	32	32	28	29	29	33	30	26	26	26
Klingenthal	17	17	14	13	15	15	15	13	12	11	22	21	18	16	19	19	17	16	16	15
Leipzig-Lützner Straße	44	45	44	45	46	45	40	34	36	37	36	39	31	31	33	33	34	29	29	30
Leipzig-Mitte	52	53	48	46	43	48	48	46	45	40	38	37	32	34	26**	32	35	30	28	28
Leipzig-West	21	22	18	19	20	21	20	19	16	17	23	25	20	19	23	21	22	19	19	21
Niesky	-	-	-	-	-	13	11	8	7	8	-	23	21	19	22	22	19	18	19	19
Plauen-Süd	32	33	30	31	28	30	29	23	25	24	28	31	24	23	22	24	23	19	21	21
Radebeul-Wahnsdorf	17	19	15	16	16	17	17	15	14	13	23	24	20	21	22	21	22	19	20	20
Schwartenberg	13	12	10	11	11	12	11	7	8	8	17	17	15	14	14	15	15	14	14	14
Zinnwald	14	13	10	11	11	11	11	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zittau-Ost	14	15	14	15	15	16	16	14	12	12	27	27	22	22	25	29	25	23	24	24
Zwickau-Werdauer Str.*	32	31	27	32	35	33	32	31	27	27	25	27	22	23	27	28	32	22	23	23

- = keine Messung

* bis 2007 Zwickau (Dr.-Friedrichs-Ring)

** zeitweise Änderung der Messbedingungen infolge eines Verkehrsunfalls an der Messstation

Tabelle A 29: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der O₃-Konzentration in Sachsen

Gebiet	O ₃ [µg/m ³]															Relation 14/13 [%]	Relation 14/00 [%]	Anzahl* Messstellen
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14			
städt. Hintergrund	46	45	49	54	49	51	51	47	47	46	48	47	49	49	45	93	98	5
ländliche Gebiete	69	68	72	79	71	72	74	68	66	66	69	70	69	68	66	96	95	5

* Grundlage: Messstellen, an denen im betrachteten Zeitraum in der Regel durchgängig Ozon gemessen wurde (2012 Aktualisierung der Auswahl der Stationen, dadurch Unterschiede zu früheren Jahresberichten möglich)

Tabelle A 30: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in Sachsen

Gebiet	NO ₂ [µg/m ³]															Relation 14/13 [%]	Relation 14/00 [%]	Anzahl* Messstellen
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14			
Verkehr/Hot Spots						55	57	49	49	49	47	45	42	42	45	106	80**	3
städt./Verkehr	39	39	37	41	37	37	39	34	34	34	35	35	31	30	28	95	72	6
städt. Hintergrund	25	26	25	26	23	23	24	21	21	21	22	22	20	19	18	97	74	8
ländliche Gebiete	15	14	14	15	13	14	14	12	12	11	12	11	10	10	10	97	65	4

* Grundlage: Messstellen, an denen im betrachteten Zeitraum in der Regel durchgängig NO₂ gemessen wurde (2012 Aktualisierung der Auswahl der Stationen, dadurch Unterschiede zu früheren Jahresberichten möglich)

** Verkehr/Hot Spots Bezug auf 2005 statt 2000

Tabelle A 31: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration in Sachsen

Gebiet	PM ₁₀ [µg/m ³]															Relation 14/13 [%]	Relation 14/00 [%]	Anzahl* Messstellen
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14			
Verkehr/Hot Spots						35	37	30	30	31	31	31	28	29	29	99	84**	3
städt./Verkehr	32	32	30	34	28	32	33	27	28	28	29	30	25	25	25	101	79	6
städt. Hintergrund	24	24	25	30	25	27	27	22	21	25	24	23	21	21	21	100	88	7
ländliche Gebiete	19	17	18	20	16	19	19	17	16	18	18	17	16	16	16	101	86	5

* Grundlage: Messstellen, an denen im betrachteten Zeitraum in der Regel durchgängig PM₁₀ gemessen wurde (2012 Aktualisierung der Auswahl der Stationen, dadurch Unterschiede zu früheren Jahresberichten möglich)

** Verkehr/Hot Spots Bezug auf 2005 statt 2000

Tabelle A 32: Anzahl von Ozon-Episodentagen und Ozonepisoden (2000 bis 2014)

Jahr	Anzahl Episodentage	Anzahl Ozonepisoden	maximaler Stundenmittelwert [µg/m ³]
2000	1	0	233
2001	3	0	202
2002	1	0	196
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

Episodentag: 1-h-Mittelwerte von mehr als 180 µg/m³ an mehr als 25 Prozent der Ozonmessstellen

Ozonepisode: mindestens zwei aufeinanderfolgende Episodentage



Abbildung 43: Probenahmegefäß für Staubniederschlagsmessungen (Bergerhoff-Sammler)

Foto: Archiv BfUL



Abbildung 44: Eigenbrodt-Sammler zur Bestimmung der nassen Deposition

Foto: Frank Rothe, BfUL

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.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Susanne Bastian, Johannes Franke, Gunter Löschau, Annette Pausch
Abteilung Klima, Luft, Lärm, Strahlen/Referat Klima, Luftqualität

Redaktion:

Annette Pausch
Telefon: +49 351 2612-5103
Telefax: +49 351 2612-5199
E-Mail: annette.pausch@smul.sachsen.de

Foto:

Messstelle Leipzig-Mitte (Guntram Pausch)

Redaktionsschluss:

30.06.2015

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> 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 im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl 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. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.