



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Umweltschutz

Immissionsschutzbericht 2021

Sachsen-Anhalt

Diese Schrift wird vom Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt kostenlos herausgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Der Nachdruck bedarf der Genehmigung.

Impressum

Herausgeber

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

Reideburger Str. 47 • 06116 Halle (Saale)

Tel.: 0345 5704-0

Fax: 0345 5704-605

E-Mail: poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de

www.lau.sachsen-anhalt.de

Erarbeitung

Abteilung Immissionsschutz, Klima, Nachhaltigkeit

Dezernat 32 Lufthygienisches Überwachungssystem

Autorinnen und Autoren

Torsten Bayer, Katharina Roloff, Sabine Willberg, Katrin Eifert, Birk Maiwald

Umschlaggestaltung unter Verwendung eines Fotos von LAU/IW

Oktober 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Ergebnisse der Luftqualitätsmessungen – Zusammenfassung	9
2	Rechtliche Grundlagen	12
3	Immissionsmessnetz	17
3.1	Lufthygienisches Überwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt (LÜSA) ...	17
3.2	Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt	20
3.3	Aktuelle Informationen zur Luftqualität in Sachsen-Anhalt	20
4	Immissionsmeteorologische Einschätzung	21
4.1	Zusammenhang zwischen Witterung und Immission	21
4.2	Zusammenfassung der Witterung des Jahres 2021	22
5	Ergebnisse aus dem Lufthygienischen Überwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt	28
5.1	Stickstoffoxide	28
5.1.1	Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Entwicklung der Stickstoffdioxidkonzentrationen	34
5.2	Partikel PM ₁₀ /Partikel PM _{2,5}	37
5.2.1	Trendentwicklung für Partikel PM ₁₀ und Partikel PM _{2,5} in Sachsen-Anhalt	43
5.2.2	Auswertung der Parallelmessungen von Partikel PM _{2,5} und PM ₁₀	45
5.2.3	Bewertung der Jahresmittelwerte für Partikel (PM ₁₀ , PM _{2,5}) unter Berücksichtigung der WHO-Richtwerte	48
5.3	Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM ₁₀	50
5.3.1	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	50
5.3.2	Schwermetalle	53
5.4	Ozon	53
5.5	Black Carbon	59
5.5.1	Ermittlung von BC des LÜSA	59
5.5.2	Ermittlung von BC mit NUPS	60
5.6	Benzol, Toluol und Xylole	61
5.7	Schwefeldioxid	63

5.8	Kohlenmonoxid	63
5.9	Schwefelwasserstoff.....	63
6	Passivsammlermessungen.....	64
6.1	Stickstoffdioxid	64
6.2	Ammoniak	65
7	Depositionsmessnetz	66
7.1	Staubniederschlag.....	66
7.2	An- und Kationen.....	66
7.3	Dioxine/Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle	67
7.4	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe.....	67
8	Ergebnisse der Depositionsmessungen	69
8.1	Staubniederschlag.....	69
8.2	Anionen und Kationen	71
8.2.1	Bulk-Deposition	71
8.2.2	Wet-Only-Deposition	74
8.3	PCDD/F- und dl-PCB-Deposition.....	75
8.4	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe.....	78
9	Einfluss einer Saharastaub-Episode auf die Luftqualität in Sachsen-Anhalt	80
10	Anhang.....	85
10.1	Tabellen	85
10.2	Abbildungen	114
10.3	Bewertungsmaßstäbe	122
10.4	Begriffsbestimmungen Feinstaub	127
10.5	Literaturverzeichnis	130

Abkürzungsverzeichnis

Chemische Komponenten / Luftschadstoffe	
A/K	Anionen/Kationen
As	Arsen
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole (aromatischen Kohlenwasserstoffe)
BC	Black Carbon (Schwarzer Kohlenstoff)
- BC _{ff}	BC aus Verbrennung fossiler Brennstoffe
- BC _{bb}	BC aus Biomasseverbrennung
C ₇ H ₈	Toluol
Cd	Kadmium
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
EC	Elemental Carbon (elementarer Kohlenstoff)
EBen	Ethylbenzol
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
Ionen	Ionen als Komponente im Partikel PM ₁₀
Me	Metalle (As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V, Zn)
Mn	Mangan
+mp-Xyl	meta+para Xylol
NH ₃	Ammoniak
Ni	Nickel
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxide
O ₃	Ozon
OC	Organic Carbon (organischer Kohlenstoff)
o-Xyl	ortho-Xylol
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane
PM ₁₀	Partikel (dae < 10 µm)
PM _{2,5}	Partikel (dae < 2,5 µm)
dl-PCB	Polychlorierte Biophenyle
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe als Komponente im Partikel PM ₁₀
- BaA	Benzo[a]anthracen
- BaP	Benzo[a]pyren
- BbF	Benzo[b]fluoranthren
- BghiP	Benzo[g,h,i]perylen
- BjF	Benzo[j]fluoranthren
- BkF	Benzo[k]fluoranthren
- CHR	Chrysen
- COR	Coronen
- DBahA	Dibenzo[a,h]anthracen
- INP	Indeno[1,2,3-cd]pyren

Chemische Komponenten / Luftschadstoffe	
Pb	Blei
SM	Schwermetalle
SO ₂	Schwefeldioxid
STN	Staubniederschlag
Xylole	Summe der Xylole (para-, meta- und ortho-Xylol)

Meteorologie	
GSTR	Globalstrahlung
LD	Luftdruck
LF	Luftfeuchte
LT	Lufttemperatur
N	Niederschlag
WR	Windrichtung
WG	Windgeschwindigkeit

Sonstiges	
AVA	Abfallverbrennungsanlage
AEI	Average Exposure Indicator (Indikator für die durchschnittliche Exposition)
AOT	Accumulated Over Threshold
BDF	Bodendauerbeobachtungsflächen
Bergerhoff	über gesamte Sammelperiode offener Bulk-Sammler (Typ Topf-Sammler)
Eigenbrodt	Elektrisch, temperierter über gesamte Sammelperiode offener Bulk-Sammler (Typ Trichter-Flasche)
GW	Grenzwert
ICP-OES	Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
JMW	Jahresmittelwert
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
LAU	Landesamt für Umweltschutz
LÜSA	Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt
LVS	Low Volume Sampler
LWF	Nicht temperierter über gesamte Sammelperiode offener Bulk-Sammler (Typ Trichter-Flasche)
NUPS	Netzunabhängiges Probenahmesystem

Sonstiges	
OBS	Obere Beurteilungsschwelle
SMP	Sondermessprogramm
UBS	Untere Beurteilungsschwelle
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
Wet only	Sammler nur für die Dauer der Niederschlagsereignisse geöffnet
WHO	World Health Organization

Aktuelle Rechtsvorschriften	
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
EU-Richtlinie 2008/50/EG	Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa
39. BImSchV	39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen)
ImmiZustVO	Verordnung über Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissionsschutzes Sachsen-Anhalt
TA-Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft

Vorwort

Lärm, Gestank, Abgase – die Liste schädlicher Umwelteinwirkungen ist lang. Täglich sind Mensch und Umwelt auch in Sachsen-Anhalt zahlreichen Immissionen ausgesetzt – unser Ziel ist es, diese Belastungen so gering wie möglich zu halten. Denn der Schutz der menschlichen Gesundheit und die Bewahrung unserer natürlichen Lebensgrundlagen haben für uns Priorität. Im Fokus steht dabei vor allem die Verbesserung der Luftqualität im Land. So hat es sich die Landesregierung auf die Fahnen geschrieben, die Belastung mit Luftschadstoffen in Sachsen-Anhalt weiter zu reduzieren – und unternimmt dafür erhebliche Anstrengungen.

Die Ergebnisse sind im Immissionsschutzbericht dokumentiert, der seit 1991 jährlich vom Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) herausgegeben wird. Die Daten aus dem aktuell vorliegenden Bericht für 2021 zeigen: die Luftqualität in Sachsen-Anhalt hat sich im vergangenen Jahr weiter verbessert. Dabei war der Rückgang der Immissionsbelastung im innerstädtischen Bereich jedoch nicht so hoch wie 2020, als sich die Maßnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie besonders stark ausgewirkt haben. Gleichwohl werden die Grenzwerte für Stickstoffdioxid und Feinstaub an allen Stationen des vom LAU betriebenen Immissions- und Depositionsmessnetzes in Sachsen-Anhalt sicher eingehalten.

Die positive Entwicklung der vergangenen Jahre ist erfreulich, aber kein Ruhepolster. Wir dürfen und werden bei den Bemühungen für die Verbesserung der Luftqualität auch künftig nicht nachlassen. Dies gilt umso mehr mit Blick auf die von der Weltgesundheitsorganisation WHO im September 2021 veröffentlichten neuen Leitlinien zur Luftqualität, die überaus ambitionierte Richtwerte zum Gesundheitsschutz vorgeben. Sie unterschreiten die europaweit geltenden Grenzwerte deutlich und werden voraussichtlich in der derzeit laufenden Aktualisierung der EU-Luftqualitätsrichtlinie Berücksichtigung finden.

Insofern werden auch weiterhin umfangreiche Maßnahmen notwendig sein, um die Luftqualität in Sachsen-Anhalt nachhaltig zu verbessern. Ob Verkehr, Energie, Industrie, Landwirtschaft oder Wohnen – alle Bereiche müssen ihren Beitrag leisten, der dann hoffentlich in künftigen Immissionsschutzberichten seinen Niederschlag findet. Für die Erstellung der aktuellen Publikation für das Jahr 2021 geht mein herzlicher Dank an alle Beteiligten. Ich wünsche eine erkenntnisreiche Lektüre. Und noch ein Tipp an all jene, die nicht bis zum nächsten Bericht im kommenden Jahr warten möchten: Stunden- und tagesaktuelle Daten der Messstationen in Sachsen-Anhalt gibt es auf der Website des Lufthygienischen Überwachungssystems LÜSA und mit der LÜSA-App.

Ihr



Prof. Dr. Armin Willingmann

Minister für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt

1 Ergebnisse der Luftqualitätsmessungen – Zusammenfassung

Das Landesamt für Umweltschutz (LAU) ist für die kontinuierliche Überwachung und Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt zuständig. Dafür betreibt das LAU ein landesweit etabliertes Luftmessnetz mit automatischen Messstationen zur Erfassung der Immissionsbelastung. Dieses wird ergänzt durch Passivsammlermessprogramme für Stickstoffdioxid und Ammoniak. Darüber hinaus besteht ein etabliertes Depositionsmessnetz, u.a. zur Erfassung von Staubbiederschlag. Die Messungen werden an verkehrsreichen Straßenabschnitten sowie in städtischen, ländlichen und industrienahen Gebieten durchgeführt.

Der vorliegende Bericht enthält Auswertungen zu den permanent durchgeführten Messungen zur Luftschadstoffbelastung für das Jahr 2021 und beinhaltet darüber hinaus eine immissionsmeteorologische Einschätzung des Berichtsjahres.

Die Auswertung der Messungen hat gezeigt, dass sich die Luftqualität in Sachsen-Anhalt auch im Jahr 2021 weiter verbessert hat. Der Rückgang der Immissionsbelastung setzte sich insbesondere im innerstädtischen Bereich jedoch nicht in gleichem Maße fort wie noch im Jahr zuvor unter dem Einfluss der Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie.

Beim Stickstoffdioxid blieb an der Mehrzahl der Standorte (13) die Belastung konstant. An fünf Standorten, darunter drei verkehrsnahen Messstationen, gingen die Konzentrationen moderat zurück ($1 - 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Am nach wie vor am höchsten belasteten Standort in Sachsen-Anhalt, der Messstation in der Paracelsusstraße in Halle (Saale), wurde ein Belastungsanstieg ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) festgestellt, ebenso an der in der Nähe gelegenen Messstation Halle/Nord (städtischer Hintergrund). Der seit dem 01.01.2010 geltende EU-Grenzwert (Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde dennoch landesweit sicher eingehalten.

Die Partikel PM_{10} -Belastung (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als $10 \mu\text{m}$) hatte bereits im Jahr 2020 das niedrigste Belastungsniveau seit Beginn der Messungen erreicht und zeigte sich im Berichtsjahr an 14 von 22 Messstandorten unverändert. An sechs Standorten war – verteilt über alle Belastungsregimes – ein moderater Belastungsanstieg im Bereich von 1 bis $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festzustellen (verkehrsnahen Standorte (2), städtischer Hintergrund (3), ländlicher Hintergrund (1)). Einen Belastungsrückgang ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gab es nur an zwei verkehrsnahen Messstandorten in Magdeburg und Aschersleben.

Trotz der überwiegenden Konstanz in der Jahresbelastung mit Partikel PM_{10} sind die Überschreitungszahlen im Vergleich zum Vorjahr an den meisten Stationen angestiegen (+ 1 bis max. + 6). Davon ausgenommen waren Standorte im ländlichen Hintergrund. An den verkehrsnahen Standorten stellt sich die Entwicklung wie folgt dar:

- Halle/Paracelsusstraße mit 12 Überschreitungen (6),
- Halberstadt/Friedenstraße mit 9 Überschreitungen (4),
- Magdeburg/Schleinufer mit 6 Überschreitungen (4),
- Aschersleben mit 6 Überschreitungen (2),
- Wittenberg/Dessauer Straße mit 5 Überschreitungen (1).

Der seit dem 01.01.2005 gültige 24-Stunden-Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit besagt, dass $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden dürfen. Dieser Grenzwert wurde im Jahr 2021 in Sachsen-Anhalt an allen Messstandorten absolut sicher eingehalten.

Die Partikel $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als $2,5 \mu\text{m}$) lagen im Berichtsjahr um etwa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Mittel über alle Standorte) höher als im Jahr 2020. An drei verkehrsnahen Standorten gab es einen leichten Anstieg ($1 - 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Der seit dem 01.01.2015 geltende EU-Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an allen Standorten in Sachsen-Anhalt sicher eingehalten.

Parallel zur Bewertung der Partikelbelastung in Bezug auf die 39. BImSchV bzw. die europäische Richtlinie 2008/50/EG erfolgt im vorliegenden Bericht auch ein Abgleich mit den von der WHO empfohlenen, allerdings nicht rechtsverbindlichen Richtwerten. Die WHO hat im September 2021 nach einer systematischen Bestandsaufnahme der Erkenntnisse der in den zurückliegenden Jahren durchgeführten umfangreichen Forschungsarbeiten ihre globalen Luftqualitätsleitlinien für die Außenluft aktualisiert. Die Richtwerte für Partikel waren bereits vor der Aktualisierung deutlich strenger als die europäischen Grenzwerte und wurden nochmals verschärft.

Für Partikel PM_{10} liegt der neue Richtwert bei $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Dieser Richtwert wird aktuell an allen verkehrsnahen Standorten überschritten. Insgesamt gesehen konnte dieser Richtwert im Jahr 2021 damit nur an 14 von 22 Stationen eingehalten werden.

Der bisherige Richtwert für Partikel $\text{PM}_{2,5}$ wurde um die Hälfte reduziert (2021) und liegt damit nun bei $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, was einem Fünftel des aktuell gültigen EU-Grenzwertes ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gültig seit 01.01.2015) entspricht. Der neue WHO-Richtwert kann aktuell an keinem Standort im Land eingehalten werden und wird demzufolge selbst im ländlichen Hintergrund überschritten.

Die Belastungssituation durch bodennahes Ozon unterliegt maßgeblich den Witterungseinflüssen. Während die vorangegangenen Jahre 2018 bis 2020 als die drei wärmsten seit Aufzeichnungsbeginn zu charakterisieren waren und häufig von Hochdruckwetterlagen und trockenen Phasen dominiert worden sind, lag das Jahr 2021 deutlich näher an den normalen klimatischen Gegebenheiten in Mitteleuropa (vgl. Abschnitt 5.4). Die Sommermonate Juli und August waren zudem überwiegend tiefdruckdominiert und brachten lokal/regional teils heftige Schauer und Gewitter mit sich. Aufgrund der über weite Teile der Ozonsaison somit sehr wechselhaften Witterung traten im Jahr 2021 keine Überschreitungen der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen (1-h-Mittelwert $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) auf. Zum Vergleich, im Vorjahr wurde eine Überschreitung registriert und im Jahr 2019 zwei.

Der EU-Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und ist seit dem Jahr 2013 gültig (höchster Achtstundenmittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über drei Jahre). Im Jahr 2020 wurden im Durchschnitt über alle LÜSA-Stationen an 14 Tagen Überschreitungen des Achtstundenmittelwertes ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) registriert, im Jahr 2021 war das an sieben Tagen der Fall.

Der Zielwert konnte nur an einer der 15 Messstationen im Land nicht eingehalten werden (Brocken).

Der EU-Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40) vor hohen Ozonbelastungen, der seit dem Jahr 2015 gilt, wurde an allen zu betrachtenden Standorten (Brocken, Unterharz/Friedrichsbrunn und Zartau/Waldmessstation) unterschritten.

Die EU-Luftqualitätsziele für alle übrigen zu überwachenden Luftschadstoffe, wie Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Benzol, Benzo(a)pyren im Feinstaub sowie Schwermetalle (Kadmium, Nickel und Blei) und Arsen, werden sicher eingehalten.

Messungen von Black Carbon erfolgten im Jahr 2021 im LÜSA an zwei verkehrsbezogenen Standorten sowie an zwei Stationen im städtischen und einer Messstation im ländlichen Hintergrund. Erwartungsgemäß ist 2021 der Jahresmittelwert für die Verkehrsmessstationen am höchsten und der für die Station im ländlichen Hintergrund am geringsten. Dabei zeigt die Station Halle/Paracelsusstraße das höchste Belastungsniveau. Die eingesetzte Messtechnik eröffnet u.a. auch die Möglichkeit einer Quellgruppenidentifikation, d.h. die Unterscheidung des Anteils von BC aus Biomasseverbrennung BC_{bb} und der Verbrennung fossiler Brennstoffe BC_{ff} . Der vergleichsweise hohe Anteil an BC aus Biomasseverbrennung im städtischen Hintergrund (Magdeburg West) ist u.a. auf einen zunehmenden Anteil an Holzheizungen im innerstädtischen Bereich zurückzuführen.

Die 2021 mittels NUPS ermittelten BC-Konzentrationen lagen an den einzelnen Messstandorten im Bereich von 0,6 bis 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit in der Größenordnung der Vorjahre. Die höchsten BC-Konzentrationen wurden an den verkehrsnahen Messstandorten festgestellt.

Im Vergleich zum Vorjahr haben sich 2021 die mit Passivsammlern ermittelten NO_2 -Messwerte, mit Ausnahme vom Messstandort Halberstadt, nur geringfügig verändert. Am Messstandort Halberstadt erhöhte sich die NO_2 -Konzentration um 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die NO_2 -Jahresmittelwerte liegen an allen Messstandorten unterhalb von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Belastung durch Staubbiederschlag hat sich seit dem Jahr 1990 im Landesdurchschnitt stetig verringert und lag im Jahre 2021 in der Größenordnung der Vorjahre. Die Jahreswerte des Staubbiederschlags der einzelnen Messstandorte schwankten zwischen 0,03 $\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ und 0,16 $\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ und lagen im Landesdurchschnitt bei 0,07 $\text{g}/\text{m}^2\text{d}$. Der höchste Staubbiederschlagswert wurde am Messstandort Thießen festgestellt. Der Immissionswert der TA Luft von 0,35 $\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ wurden an allen Messstandorten sicher eingehalten.

Vergleicht man die Jahresmittelwerte der Gehalte an Schwer- bzw. Halbmetallen im Staubbiederschlag an den einzelnen Messstandorten mit den zulässigen Frachten für Schadstoffdepositionen der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und den Immissionswerten für Schadstoffdepositionen der TA Luft, so wird wie in den Vorjahren lediglich für Kupfer die nach BBodSchV zulässige zusätzliche jährliche Fracht in Höhe von 99 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ an einem traditionell durch die Metallurgie belasteten Messstandort in Hettstedt deutlich überschritten.

Die Immissionswerte der TA Luft für die Deposition von PCDD/F und dl-PCB in Höhe von 9 pg WHO-TEQ/(m²d) und für die Deposition für Benzo(a)pyren in Höhe von 0,5 µg/(m²d) wurden an allen Messstandorten im Jahr 2021 unterschritten.

Die Zielwerte (Critical Loads) für Eutrophierung und Versauerung wurden lagebedingt am Messstandort Piesteritz überschritten. An den Bodendauerbeobachtungsflächen Merseburg Ost, Leimbach, Barnstädt sowie Seeben und Siptenfelde (nur Eutrophierung) wurden die Zielwerte für Eutrophierung und Versauerung überschritten. An den Messstandorten Merseburg Ost und Leimbach liegen die Depositionen deutlich über den Zielwerten.

2 Rechtliche Grundlagen

In Sachsen-Anhalt liegt die Zuständigkeit für die kontinuierliche Überwachung und Beurteilung der Luftqualität beim Landesamt für Umweltschutz (Verordnung über Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissionsschutzes – Immi-ZustVO vom 08.10.2015). Rechtsgrundlage ist § 44 Abs.1 des Gesetzes zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in Verbindung mit der Neununddreißigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). Die 39. BImSchV verkörpert die Umsetzung der EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa (2008/50/EG) in deutsches Recht.

Um den Anforderungen von Rechtsvorschriften genügen zu können, wurden zahlreiche Bewertungsmaßstäbe aufgestellt. Diese haben eine sehr unterschiedliche Verbindlichkeit, die sich von rechtlichen Festlegungen bis hin zu Empfehlungen (Erkenntnisquellen) erstreckt, wobei die Bewertung auf der Grundlage von Rechtsvorschriften in jedem Falle Vorrang hat.

Aktueller Stand der Rechtsetzung zur Luftqualität

Am 11.06.2008 ist die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa in Kraft getreten. Mit der 39. BImSchV wurden die Vorgaben dieser Richtlinie in deutsches Recht überführt. Zur Bewertung in speziellen Fällen können auch die Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), VDI-Richtlinien, Vorschläge der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) und andere Erkenntnisquellen herangezogen werden.

Zu jedem Bewertungsmaßstab für gasförmige Schadstoffkomponenten, der in Masse pro Volumen angegeben wird, ist eine eindeutige Zuordnung der Bezugsbedingungen Temperatur und Druck erforderlich. Generell ist zu beachten, dass mit Bewertungsmaßstäben immer nur die zugehörigen Luftqualitätsmerkmale (Immissionskenngrößen), z.B. arithmetische Mittelwerte über vorgegebene Zeitabschnitte, in Beziehung gesetzt werden.

Im Folgenden sind die Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV sowie die Richtwerte der WHO, weitgehend in Tabellenform, zusammengestellt.

In Tabelle 1 sind die Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV für Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Partikel PM₁₀/Partikel PM_{2,5}, Blei, Arsen, Kadmium, Nickel, Benzo(a)pyren, Benzol und Kohlenmonoxid zusammengefasst.

Tabelle 1: Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV

Schadstoff	GW [µg/m ³]	Luftqualitätsmerkmale	Bezugszeitraum	Schutzgut	Nebenbedingung	Zeitpunkt Einhaltung GW	OBS [µg/m ³]	UBS [µg/m ³]
Schwefeldioxid	350	Stundenmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	Überschreitung höchstens 24 mal	1.1.2005	entfällt	entfällt
Schwefeldioxid	125	Tagesmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	Überschreitung höchstens 3 mal	1.1.2005	75	50
Schwefeldioxid	20	Jahresmittelwert (Wintermittelwert)	Kalenderjahr und Winter (1.10.-31.3.)	Ökosystem	entfällt	entfällt	12	8
Schwefeldioxid	500 ¹⁾	Stundenmittelwert	entfällt	Mensch	Auslösung: Überschreitung in 3 aufeinander folgenden Stunden	entfällt	entfällt	entfällt
Stickstoffdioxid	200	Stundenmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	Überschreitung höchstens 18 mal	1.1.2010	140	100
Stickstoffdioxid	40	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2010	32	26
Stickstoffdioxid	400 ¹⁾	Stundenmittelwert	entfällt	Mensch	Auslösung: Überschreitung in 3 aufeinander folgenden Stunden	entfällt	entfällt	entfällt
Stickstoffoxide	30	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Vegetation	entfällt	entfällt	24	19,5
Partikel PM ₁₀	50	Tagesmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	Überschreitung höchstens 35 mal	1.1.2005	35	25
Partikel PM ₁₀	40	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2005	28	20
Partikel PM _{2,5}	25	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2015	17	12
Partikel PM _{2,5}	20 ²⁾	Jahresmittelwert	3 Kalenderjahre	Mensch	entfällt	1.1.2015	entfällt	entfällt
Blei	0,5	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2005	0,35	0,25
Blei	1,0 ³⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2010	0,35	0,25
Benzol	5	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2010	3,5	2

Schadstoff	GW [µg/m³]	Luftqualitätsmerkmale	Bezugszeitraum	Schutzgut	Nebenbedingung	Zeitpunkt Einhaltung GW	OBS [µg/m³]	UBS [µg/m³]
Arsen [ng/m³]	6 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2013	3,6	2,4
Kadmium [ng/m³]	5 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2013	3	2
Nickel [ng/m³]	20 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2013	14	10
Benzo(a) pyren [ng/m³]	1 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2013	0,6	0,4
Kohlenmonoxid [mg/m³]	10	höchster 8-h-Mittelwert	Tag	Mensch	entfällt	1.1.2005	7	5

Alle Werte für die gasförmigen Stoffe in Tabelle 1 beziehen sich auf eine Temperatur von 293 K und einen Luftdruck von 101,3 kPa.

- 1) Alarmschwelle
- 2) AEI
- 3) im Umkreis von 1000 m um definierte industrielle Quellen
- 4) Zielwert

Immissionsgrenzwerte im Sinne der 39. BImSchV sind Bewertungsmaßstäbe, die auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt sind, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden oder zu verringern. Zusätzlich zu den Ziel- bzw. Grenzwerten sind obere und untere Beurteilungsschwellen festgelegt worden, durch die die Art der Überwachung (z.B. Messung und Berechnung) festgeschrieben ist. Alarmschwellen sind Bewertungsmaßstäbe, bei deren Überschreitung bereits bei kurzfristiger Exposition eine Gefahr für die menschliche Gesundheit besteht. Es müssen umgehend Maßnahmen (z.B. Unterrichtung der Bevölkerung) ergriffen werden.

Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV für Ozon

In der 39. BImSchV sind Zielwerte, langfristige Ziele sowie eine Informationsschwelle und eine Alarmschwelle für Ozon festgelegt. In Tabelle 2 sind die Bewertungsmaßstäbe für Ozon zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 2: Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV für Ozon

Wert	Dimension	Art des Bewertungsmaßstabes	Luftqualitätsmerkmal	Mittelungs-/ Akkumulationszeitraum	Zeitpunkt der Einhaltung
120 ¹⁾	µg/m ³	Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit § 9 (1)	gleitend ermittelter höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	8 Stunden	Soweit wie möglich ab 1.1.2010 ³⁾
18.000 ²⁾	(µg/m ³)h	Zielwert zum Schutz der Vegetation § 9 (2)	AOT 40 (siehe Erläuterung im Text)	1 Stunde, akkumuliert von Mai bis Juli	soweit wie möglich ab 01.01.2010 ³⁾ , gemittelt über 5 Jahre
120	µg/m ³	langfristiges Ziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit § 9 (3)	gleitend ermittelter höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	8 Stunden	entfällt
6.000	(µg/m ³)h	langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation § 9 (4)	AOT 40 (siehe Erläuterung im Text)	1 Stunde, akkumuliert von Mai bis Juli	entfällt
180	µg/m ³	Informationsschwelle § 9 (5)	1-h-Mittelwert	1 Stunde	entfällt
240	µg/m ³	Alarmschwelle § 9 (6)	1-h-Mittelwert	1 Stunde	entfällt

Alle Werte beziehen sich auf eine Temperatur von 293 K und einen Luftdruck von 101,3 kPa.

- 1) 25 Überschreitungstage pro Kalenderjahr, gemittelt über drei Jahre
- 2) gemittelt über fünf Jahre
- 3) Die Einhaltung der Zielwerte wird zu diesem Termin beurteilt. Dies bedeutet, dass das Jahr 2010 das erste Jahr ist, das herangezogen wird, um zu berechnen, ob die Zielwerte im betreffenden Drei- bzw. Fünfjahreszeitraum eingehalten wurden.

Zielwerte sollen dazu dienen, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt langfristig zu vermeiden. Sie sind so weit wie möglich in einem bestimmten Zeitraum zu erreichen.

Langfristige Ziele sind Werte, die über einen längeren Zeitraum erreicht werden sollen und unterhalb derer direkte schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt nach den derzeitigen wissenschaftlichen Erkenntnissen unwahrscheinlich sind.

Die Alarmschwelle ist ein Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die Gesundheit der Gesamtbevölkerung besteht und unverzüglich Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Die Informationsschwelle ist ein Ozonwert in der Luft, bei dessen Überschreitung schon bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die Gesundheit besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen besteht und bei dem über die Medien Verhaltensempfehlungen an die Bevölkerung gegeben werden müssen.

Der AOT 40 (ausgedrückt in $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$) ist die über einen vorgegebenen Zeitraum (in der Verordnung: Mai bis Juli) summierte Differenz zwischen Ozonkonzentrationen über $80 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$ und $80 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$ unter ausschließlicher Verwendung der täglichen 1-Stunden-Mittelwerte zwischen 8:00 und 20:00 Uhr MEZ.

WHO-Richtwerte

Die WHO, Regionalbüro für Europa, hatte bereits im Jahr 1987 Luftqualitätsleitlinien veröffentlicht (Air Quality Guidelines for Europe). Weitere Ausgaben erschienen im Jahr 2000, 2005 und 2008. Die jüngste Aktualisierung erfolgte im Jahr 2021 (World Health Organization, 2021).

Die Leitlinien gelten als Orientierung bei der Überarbeitung der EU-Grenzwerte und der LAI-Bewertungsmaßstäbe, jedoch sind sie nicht rechtlich bindend. Es werden sowohl Richtwerte als auch Interim Targets definiert (Tabelle 3). Bei den Interim Targets handelt es sich um Luftschadstoffwerte, die über den Richtwerten liegen. Sie stellen insbesondere in stark belasteten Gebieten realistische Zielgrößen für eine schrittweise Verbesserung der Luftqualität dar. Die Erreichbarkeit von Interim Targets ist hierbei eine wichtige Triebfeder für die Planung und Umsetzung von Schadstoffreduktionsmaßnahmen. Für Komponenten, für die in der jüngsten Aktualisierung der Leitlinien keine neuen Festlegungen getroffen worden sind, haben die bisherigen Richtwerte weiter Gültigkeit.

Tabelle 3: WHO-Richtwerte

Schadstoff	Dimension	Mittelungszeitraum	Interim Target 1	Interim Target 2	Interim Target 3	Interim Target 4	Richtwert
PM _{2,5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 Jahr	35	25	15	10	5
PM _{2,5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 Stunden ¹⁾	75	50	37,5	25	15
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 Jahr	70	50	30	20	15
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 Stunden ¹⁾	150	100	75	50	45
O ₃	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	April bis September ²⁾	100	70	entfällt	entfällt	60
O ₃	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 Stunden ¹⁾	160	120	entfällt	entfällt	100
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 Jahr	40	30	20	entfällt	10
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 Stunden ¹⁾	120	50	entfällt	entfällt	25
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 Stunde	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	200
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 Stunden ¹⁾	125	50	entfällt	entfällt	40
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 Minuten	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	500
CO	mg/m^3	24 Stunden ¹⁾	7	entfällt	entfällt	entfällt	4
CO	mg/m^3	8 Stunden	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	10
CO	mg/m^3	1 Stunde	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	35
CO	mg/m^3	15 Minuten	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	100
C ₇ H ₈	mg/m^3	30 Minuten ³⁾	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	1
C ₇ H ₈	mg/m^3	Woche	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	0,26
H ₂ S	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 Minuten ³⁾	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	7

Schadstoff	Dimension	Mittelungszeit- raum	Interim Target 1	Interim Target 2	Interim Target 3	Interim Target 4	Richtwert
H ₂ S	µg/m ³	Tag	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	150
Mn	µg/m ³	Jahr	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	0,15

- 1) 99-Perzentil (d. h. 3 bis 4 Überschreitungstage pro Jahr)
- 2) Durchschnitt des maximalen 8-Stunden-Mittelwerts der O₃-Konzentration in den sechs aufeinanderfolgenden Monaten mit der höchsten O₃-Konzentration im Sechsmonatsdurchschnitt.
- 3) Geruchsschwelle

3 Immissionsmessnetz

3.1 Lufthygienisches Überwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt (LÜSA)

Das LÜSA als komplexes und integriertes Mess- und Informationssystem hat im Vollzug der 39. BImSchV eine Vielzahl verschiedener Anforderungen zu erfüllen. Die wichtigste Aufgabe besteht in der Überwachung und Beurteilung der Luftqualität gemäß der 39. BImSchV. Die in diesem Zusammenhang gewonnenen Messdaten bilden eine wesentliche Grundlage für den Datenverbund Deutschland und das europäische Luftmessnetz (EURO-AIRNET).

Eine weitere Aufgabe von zentraler Bedeutung besteht in der zeitnahen (stündlich), allgemeinverständlichen und aktiven Information der Öffentlichkeit sowie relevanter Organisationen, wie Umweltschutzverbände, Interessenvertretungen gefährdeter Personengruppen sowie anderer Stellen, die mit dem Gesundheitsschutz befasst sind. Dabei werden verschiedenste Wege für Datenpublikationen genutzt, wobei der Fokus überwiegend auf den elektronischen Medien liegt, da hierüber die von der EU (Richtlinie 2008/50/EG, Artikel 26) geforderte zeitnahe Information gewährleistet werden kann. Über die Tagespresse wird die Öffentlichkeit zumeist im Zusammenhang mit besonderen Belastungssituationen, z.B. Ozon- und Feinstaubepisoden, informiert.

Die Abbildung 1 zeigt die Messnetzkarte mit den Standorten der Luftmessstationen des LÜSA (Stand 12/2020).

Informationen zum Messprogramm an den einzelnen Standorten enthält die Tabelle A 2. Über das Webangebot des LÜSA <https://www.luesa.sachsen-anhalt.de/luesa-web/> sind unter dem Menüpunkt <Messnetz> weitere Informationen zu den LÜSA-Standorten verfügbar.

Mit Blick auf die rechtlichen Anforderungen zur Überwachung der Luftqualität erfolgt eine regelmäßige und kritische Überprüfung des Messnetzes. So wird sichergestellt, dass das Messnetz die bestehenden Anforderungen zur Bereitstellung aktueller Luftmesswerte in jeder Weise erfüllt. Darüber hinaus stellt die Absicherung des kontinuierlichen Messnetzbetriebes durch die Instandhaltung der messtechnischen Infrastruktur ein zentrales Element dar. Dazu zählt u.a. auch der Austausch über die Jahre verschlissener Containerhüllen. Diese Erneuerung erstreckt sich aufgrund der vergleichsweise hohen Investitionskosten über einen Zeitraum von mehreren Jahren.



Abbildung 1: Messstationen des Lufthygienischen Überwachungs- und Informationssystems Sachsen-Anhalt (LÜSA)

Wesentliche Änderungen innerhalb des Messnetzes im Jahr 2021 sind in Tabelle 4 aufgeführt. Eine Übersicht mit den aktuellen Luftmessstationen in Sachsen-Anhalt enthält Tabelle A 1.

Tabelle 4: Wesentliche Änderungen im LÜSA im Jahr 2021

Station	Änderung	Datum
Bitterfeld/Wolfen (Greppin)	Austausch der verschlissenen Containerhülle (Messprogramm unverändert, Abbildung 2)	11/2021
Bernburg	Austausch der verschlissenen Containerhülle (Messprogramm unverändert, Abbildung 3)	11/2021



Abbildung 2: Anlieferung der neuen Hülle für die Messstation Bitterfeld/Wolfen im November 2021 (links die alte Hülle auf dem Transportfahrzeug, Foto: LAU)



Abbildung 3: Messstation Bernburg während der Wiederausrüstung nach dem Hüllentausch im November 2021, Foto: LAU

3.2 Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt

Die regelmäßige Beurteilung der Luftqualität im Land Sachsen-Anhalt erfolgt gemäß 39. BImSchV auf der Basis ausgewiesener Gebiete und Ballungsräume. Diese wurden erstmalig in den 1990er Jahren auf der Grundlage einer umfassenden Ausgangsbeurteilung gemäß Artikel 5 der inzwischen abgelösten EU-Rahmenrichtlinie¹ (1996/62/EG) ausgewiesen. Es findet spätestens alle fünf Jahre eine Überprüfung der Gebietszuschnitte statt.

Nach der Überprüfung erfolgte für das Jahr 2021 wegen verbesserter Luftqualität eine Änderung am Gebietszuschnitt.

Die ab dem Jahr 2021 fest gelegten Gebiete und Ballungsräume für die Beurteilung der Komponenten Partikel PM₁₀ und Partikel PM_{2,5} sind in der Abbildung A 1, für die Komponenten Stickstoffdioxid und Ozon in der Abbildung A 2 dargestellt. Abbildung A 3 visualisiert die Gebiete und Ballungsräume für die Beurteilung der Komponenten Benzol und Benzo(a)pyren, Abbildung A 4 für die Komponenten Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid und Abbildung A 5 die Gebiete für Schwermetalle und Arsen sowie Ökosysteme.

3.3 Aktuelle Informationen zur Luftqualität in Sachsen-Anhalt

Über das Internet-Angebot des LÜSA sind aktuelle Luftmesswerte sowohl in tabellarischer Form als auch in kartenbasierten Darstellungen zur Visualisierung der Ozon- und Feinstaubbelastung verfügbar. Darüber hinaus sind dort berechnete Kenngrößen, z.B. Monats- und Jahresmittelwerte, eingestellt. Über ein Berichtsarchiv sind verschiedene Fachberichte und Fachinformationen abrufbar. Die Internet-Adresse des LÜSA-Angebotes lautet: <https://www.luesa.sachsen-anhalt.de/luesa-web/>.

Aktuelle Informationen zur Luftschadstoffbelastung sind auch mobil über die Luftqualitäts-App (LÜSA-App) verfügbar.



Die bewährte stündliche Datenveröffentlichung im Videotext des MDR (Tafeln 524 bis 526) wird parallel zu den LÜSA-Webseiten und zur LÜSA-App auch weiterhin angeboten. Das Angebot ist auch über das Internet unter der Adresse https://www.mdr.de/CONT/teletext/524_0001.htm abrufbar.

Das Umweltbundesamt (UBA) stellt unter der Rubrik „Aktuelle Luftdaten“ bundesweite Informationen zur aktuellen Luftqualität über das Internet zur Verfügung. Diese Informationen können unter der Adresse <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftdaten> abgerufen werden (Abbildung 4).

¹ ersetzt durch die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

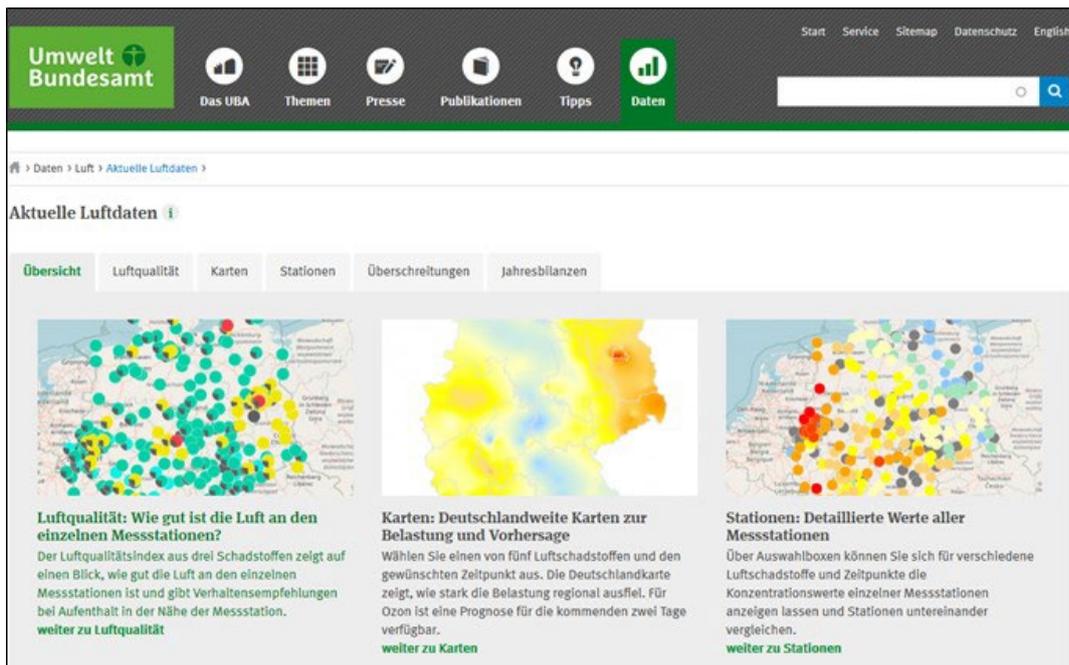


Abbildung 4: Startseite „Aktuelle Luftdaten“ des UBA

Die aus den Ländermessnetzen kontinuierlich an das UBA übermittelten Daten sind Grundlage für die Erstellung von Luftbelastungskarten für bestimmte Luftschadstoffe, z.B. für Partikel PM₁₀ und Stickstoffdioxid. Darüber hinaus werden diese Daten sehr zeitnah an die Europäische Umweltagentur (EUA) weitergeleitet. Die EUA ist eine Einrichtung der Europäischen Union, deren Aufgabe insbesondere darin besteht, zuverlässige und unabhängige Informationen über die Umwelt zur Verfügung zu stellen (<https://www.eea.europa.eu/themes>). Dies beinhaltet auch Informationen über die aktuelle Luftqualität in Europa.

Auf den Webseiten der EUA lassen sich daher Messdaten diverser Luftmessstationen in Europa nahezu in Echtzeit abrufen (Up-to-date air quality data viewer). Unter dem Link <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/explore-interactive-maps/up-to-date-air-quality-data> werden diese Informationen über ein kartenbasiertes Informationssystem bereitgestellt. Bei den "Up-to-date"-Daten handelt es sich um noch unvalidierte und damit vorläufige Daten.

4 Immissionsmeteorologische Einschätzung

4.1 Zusammenhang zwischen Witterung und Immission

Meteorologische Parameter spielen eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Immissionen und Emissionen. Besonders drei Phänomene haben einen entscheidenden Einfluss:

- Sommerliche Hochdruckwetterlagen, die geprägt sind durch hohe Temperaturen und starke solare Einstrahlung. Unter diesen Bedingungen kann sich im Tagesverlauf bodennahes Ozon bilden.
- Bei winterlichen Hochdruckwetterlagen treten häufig Inversionswetterlagen und schwachwindige Verhältnisse auf. Sie reduzieren oder verhindern sogar die Durchmischung der Luft, was zur Schadstoffanreicherung in der Luft führt und entsprechend steigender Belastung.

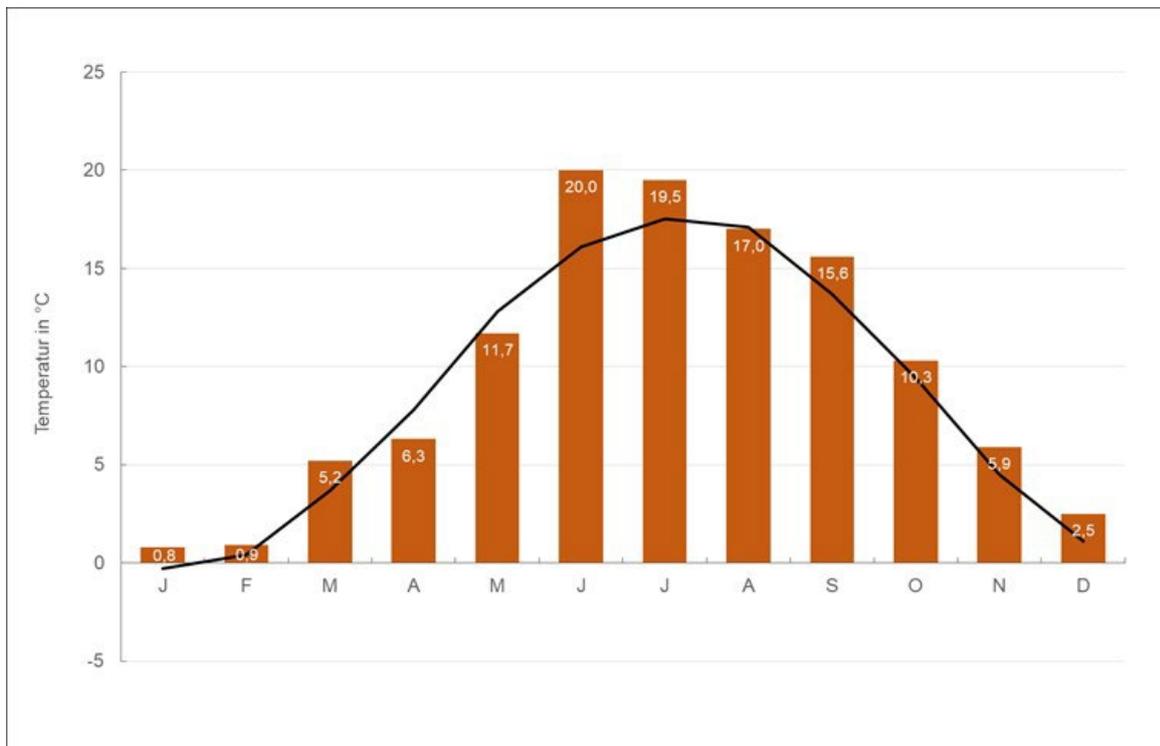
- Niederschlag senkt die Schadstoffbelastung, da er die Stoffe aus der Atmosphäre herauswäscht.

4.2 Zusammenfassung der Witterung des Jahres 2021

Alle im Folgenden verwendeten und dargestellten Daten (Abbildung 5 und Abbildung 6) stammen vom Deutschen Wetterdienst (DWD) und beziehen sich auf das Flächenmittel eines 1 km-Rasterfeldes des Landes Sachsen-Anhalt.

Die vorangegangenen Jahre 2018 bis 2020 waren die drei wärmsten seit Aufzeichnungsbeginn und waren drüber hinaus häufig von Hochdruckwetterlagen und trockenen Phasen geprägt. Das vergangene Jahr 2021 lag deutlich näher an den normalen klimatischen Gegebenheiten in Mitteldeutschland. So betrug die Jahresmitteltemperatur des Jahres 2021 9,63 °C und lag damit um 1,0 K über dem Mittel der Klimaperiode von 1961 bis 1990 bzw. um 0,1 K unter dem Mittel der Klimaperiode von 1991 bis 2020.

Über das Jahr 2021 hinweg fielen insgesamt 582,4 mm Niederschlag, dies entspricht 106,4 % im Vergleich zur Referenzperiode von 1961 bis 1990 bzw. 101,4 % zum 30-jährigen Mittel von 1991 bis 2020. Damit war 2021 nach drei Jahren wieder ein überdurchschnittlich feuchtes Jahr. Dennoch konnte das aus den Vorjahren angehäuften Defizit von 305 mm kaum abgebaut werden, so dass in einigen Teilen Sachsen-Anhalts die Wasserspeicher des Bodens weiterhin nur unzureichend gefüllt sind.



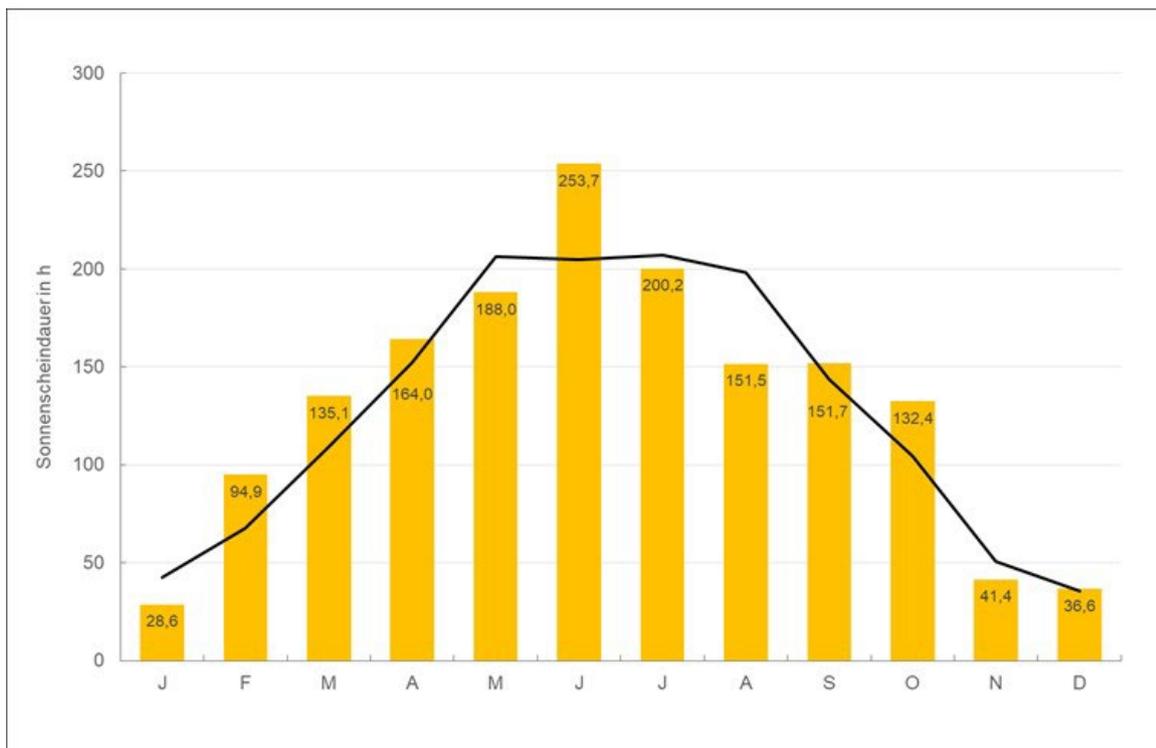
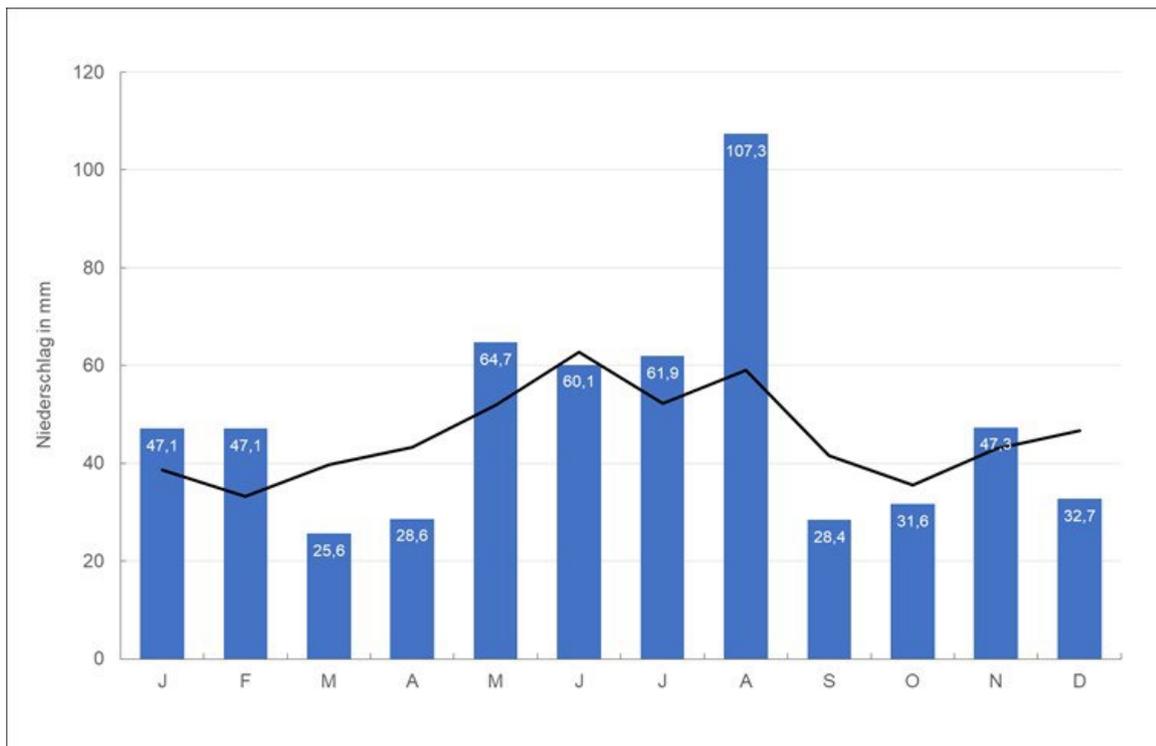


Abbildung 5: Landes-Monatsmittel der Temperatur, des Niederschlags und der Sonnenscheindauer für 2021 (Balken) und das langjährige Monatsmittel der Referenzperiode 1961 bis 1990 (Linie). Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

Mit 1578,1 Sonnenstunden lag das Jahr 2021 über dem langjährigen Mittelwert von 1961 bis 1990 und erreichte 103,7 % des Solls. Im Vergleich zur Klimaperiode von 1991 bis 2020 wurden 93,5 % des langjährigen Mittels gemessen.

Bei einer Detailanalyse der einzelnen Monate ist festzustellen, dass der Januar 2021 mit einer Mitteltemperatur von 0,8 °C um 1,1 K wärmer ausfällt als nach der Referenzperiode von 1961 bis 1990 zu erwarten gewesen wäre. Mit 47,1 mm Niederschlag war der Januar deutlich (121,7 %) feuchter als nach dem Klimamittel von 1961 bis 1990 zu erwarten gewesen wäre. Beim Sonnenschein blieb der Monat Januar hinter dem langjährigen Klimawert zurück, denn die 28,6 gemessenen Sonnenstunden entsprachen 67,4 %. Dies ist Ausdruck eines häufig von Tiefdruckgebieten geprägten Monats, der fast täglich Niederschlag brachte.

Der Februar 2021 war durch starke Temperaturkontraste geprägt. Nach einem sehr milden und wechselhaften Monatsstart, kam es vom 6. zum 7. Februar zu einem heftigen Wintereinbruch, der eine Dauerfrostperiode mit strengen Nachtfrösten bis zum 14.02. einleitete. Zu Beginn des Wintereinbruchs kam es zu kräftigen Schneefällen. In der Folge lagen in weiten Landesteilen weit über 20 cm, teils sogar weit über 30 cm Schnee. Im letzten Monatsdrittel änderten sich die Vorzeichen bei der Temperatur deutlich und die Temperaturen stiegen bei sonnigen Hochdruckwetter bis auf 20 °C an. Über den Monat gemittelt glichen sich die Temperaturextreme weitestgehend aus. So konnte ein Monatsmittel von 0,9 °C registriert werden, was um 0,5 K über dem langjährigen Mittel von 1961 bis 1990 lag. Gleichzeitig fielen im Februar 47,1 mm Niederschlag. Dies entspricht 141,7 % des Klimamittels von 1961 bis 1990. Durch die hochdruckgeprägte zweite Monathälfte endete der Monat mit 94,9 Sonnenstunden deutlich zu sonnig. So konnten 140,2 % des 30-jährigen Mittelwertes von 1961 bis 1990 erreicht werden.

Die Hochdruckperiode von Ende Februar setzte sich auch zum Beginn des März 2021 fort, ehe sich im zweiten Monatsdrittel Sturmtiefs mit Niederschlägen durchsetzten. Zum Monatsende dominierte wieder Hochdruckeinfluss mit sehr hohen Temperaturen. So konnten am 31.03. in Bernburg, Quedlinburg und Pabstorf bereits ein Sommertag mit mindestens 25,0 °C gemessen werden. Somit erreichte der März eine Monatsmitteltemperatur von 5,2 °C, welche um 1,5 K über dem Wert liegt, der nach der Referenzperiode von 1961 bis 1990 zu erwarten gewesen wäre. Durch die überwiegenden Hochdruckwetterlagen fielen mit 25,6 mm nur 64,4 % des Niederschlags, der nach dem 30-jährigen Mittel von 1961 bis 1990 üblich wäre. Andererseits konnte mit 135,1 Sonnenstunden auch der Klimawert von 1961 bis 1990 mit 123,5 % übertroffen werden.

Der erste Tag in den April 2021 startete noch mild bevor dann unter Tiefdruckeinfluss deutlich kühlere Luft einfluss. Dies führte im Zusammenhang mit Nachtfrost dazu, dass sich lokal nochmal eine Schneedecke ausbilden konnte. So zum Beispiel am Morgen des 07.04. mit 3 cm in Köckte und Diesdorf in der Altmark und in Sorge im Harz. Erst im letzten Monatsdrittel näherten sich unter Hochdruckeinfluss die Temperaturen wieder den monatsüblichen Werten an. So endete der April mit einem Monatsmittel von 6,3 °C um 1,5 K zu kühl im Vergleich zur Referenzperiode von 1961 bis 1990, damit war der April 2021 der kühlste seit 1977. Mit 28,6 mm Niederschlag war der April zu trocken und erreichte 66,1 % des Solls von 1961 bis 1990. Damit war der April 2021 der 13. zu trockene April in Sachsen-Anhalt in

Folge. Der Monat brachte außerdem 164,0 Sonnenstunden, was gegenüber dem Klimamittel von 1961 bis 1990 107,9 % des Solls entspricht.

Wie schon der April war auch der Mai 2021 zu kühl. Abgesehen von einer Wärmephase um den 10.05. blieben die Temperaturen meist unter dem langjährigen Mittel, so dass der Mai mit einer Mitteltemperatur von 11,7 °C um 1,1 K zu kühl ausfiel. Ursache waren dominierende Tiefdruckgebiete mit kalten Luftmassen. Entsprechend konnte mit 64,7 mm auch mehr Niederschlag als im Zeitraum von 1961 bis 1990 üblich war, gemessen werden. Der Monatsniederschlag entsprach 124,7 % des Klimamittels. Gleichzeitig blieb die Sonnenscheindauer mit 188,0 Stunden hinter dem langjährigen Klimamittel von 1961 bis 1990 zurück und erreichte 91,2 % des Solls.

Der Start in den Sommer brachte den wärmsten Sommermonat. Der Juni erreichte ein Monatsmittel von 20,0 °C in Sachsen-Anhalt, was einer Abweichung von 3,9 K gegenüber dem 30-jährigen Mittel von 1961 bis 1990 entspricht. Damit war der Juni der drittwärmste in Sachsen-Anhalt seit Beginn der Aufzeichnungen 1881. Der Monat war überwiegend von Hochdruckeinfluss geprägt, dennoch gab es auch kräftige Schauer und Gewitter. Häufig wurden Temperaturen von 25,0 °C oder mehr erreicht (Sommertage), vom 17. bis 20.06. gab es eine Hitzewelle mit 30 °C (Hitzetag) und mehr. Der Juni verfehlte dabei sein Niederschlagssoll mit 60,1 mm denkbar knapp und erreicht gegenüber dem Soll von 1961 bis 1990 95,7 %. Bedingt durch die Hochdruckdominanz konnten insgesamt 253,7 Sonnenstunden registriert werden, was 123,9 % des langjährigen Mittels von 1961 bis 1990 entspricht.

Nach dem sehr warmen Juni schloss sich auch ein zu warmer Juli an. Dieser endete mit 19,5 °C um 2,0 K wärmer als es nach dem Klimamittel von 1961 bis 1990 zu erwarten gewesen wäre. Dabei war der Juli überwiegend von Tiefdruckgebieten geprägt, die aber wiederholt feuchte und warme Luftmassen nach Sachsen-Anhalt führten. Das sorgte für wiederholt heftige Regenfälle, besonders im Süden und Osten des Bundeslandes. Hingegen war es im Nordwesten von Sachsen-Anhalt deutlich zu trocken. Die beiden Gegensätze mitteln sich im Landesflächenmittel heraus, so dass der Juli mit 61,9 mm Niederschlag 118,6 % des langjährigen Mittels von 1961 bis 1990 erreichte. Durch die Tiefdrucktätigkeit blieb die Sonne knapp hinter dem langjährigen Klimamittel zurück und erreichte mit 200,2 Sonnenstunden 96,8 %.

Tiefdruckdominiert war auch der August abgesehen von einer Hochdruckphase vom 10. bis 15.08. mit sommerlichen Temperaturen, während sonst überwiegend kühle Luftmassen vorherrschend waren. Entsprechend erreichte der August ein Monatsmittel von 17,0 °C, was einer Abweichung von 0,1 K unterhalb des 30-jährigen Klimamittels von 1961 bis 1990 entspricht. Die Niederschläge fielen vor allem durch Schauer und Gewitter, weshalb es zu großen lokalen Unterschieden in den Niederschlagsmengen kam. Insgesamt brachte der August 107,3 mm Niederschlag, was 181,9 % des langjährigen Mittels von 1961 bis 1990 entspricht. Gleichzeitig blieb mit 151,5 Sonnenstunden der Monat deutlich hinter den langjährigen Werten zurück und erreicht gegenüber 1961 bis 1990 lediglich 76,4 % des Solls.

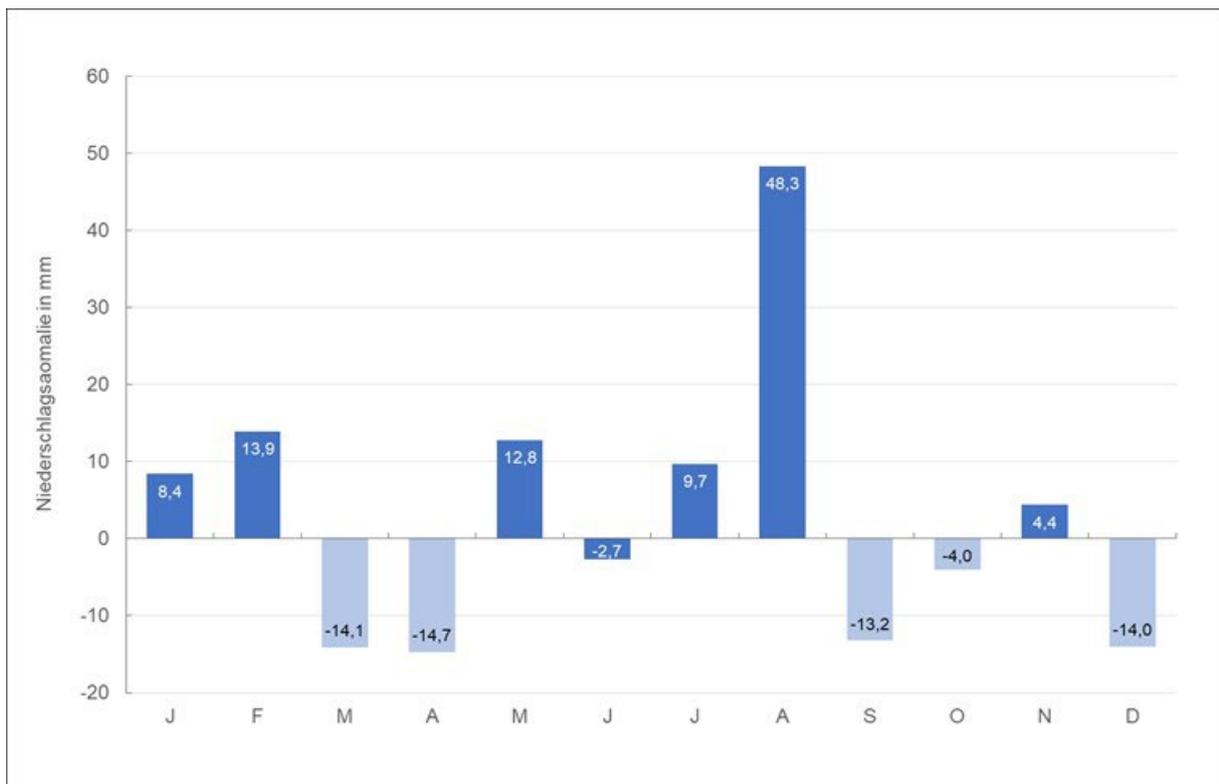
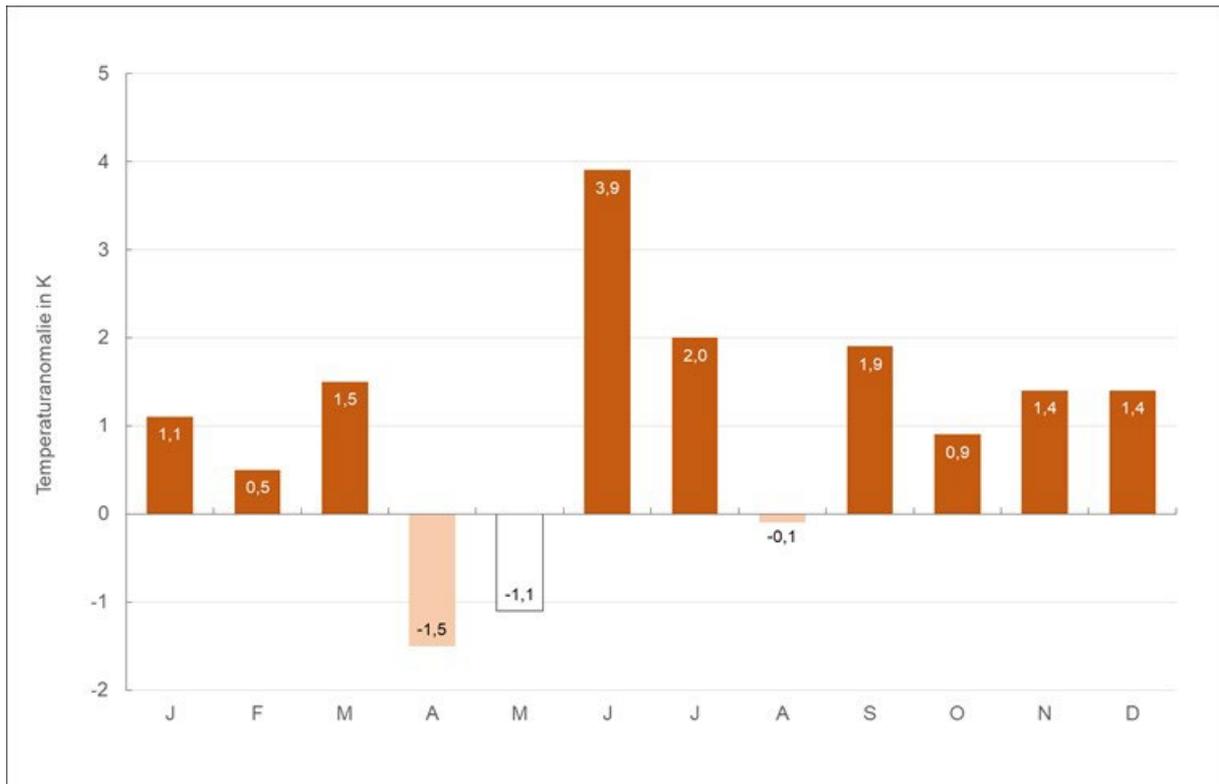
Der September war mit 15,6 °C um 1,9 K zu warm im Vergleich zur Referenzperiode von 1961 bis 1990. Dies lag vor allem am ersten Drittel des Monats, das sich unter Hochdruck-

einfluss sommerlich gestaltete. Danach nahm der Tiefdruckeinfluss zu, Niederschläge blieben aber selten. In der Nacht vom 26. zum 27.09. zog ein kräftiger Gewitterkomplex nach einem sommerlichen Tag über das südöstliche Sachsen-Anhalt hinweg und brachte hier reichliche Niederschläge. So endete dort der Monat zu feucht, während er in den sonstigen Landesteilen deutlich zu trocken ausfiel. Über das ganze Bundesland gesehen, fielen mit 28,4 mm, was 68,3 % des langjährigen Mittels von 1961 bis 1990 entspricht. Mit 151,7 Sonnenstunden konnte der September 105,5 % des Solls der Referenzperiode erreichen.

Im Oktober betrug das Temperaturflächenmittel in Sachsen-Anhalt 10,3 °C und lag damit um 0,9 K über dem 30-jährigen Mittel von 1961 bis 1990. Nach einem milden sonnigen Start in den Monat übernahmen Tiefdruckgebiete die Regie in diesem Monat. Dies gipfelte in einem ersten schweren Sturmtief am 21.10. Danach setzte sich bis Monatsende wieder Hochdruckeinfluss durch. In der Folge endete der Oktober mit 31,6 mm Niederschlag zu trocken und erreichte im Vergleich zur Referenzperiode 88,7 % des Solls. Dagegen gab es mit 132,4 Sonnenstunden mehr Sonnenschein als üblich, da dies 126,9 % der üblichen Sonnenscheindauer im Zeitraum von 1961 bis 1990 entspricht.

Der November startet geprägt von Tiefdruckgebieten ehe sich zum Ende der ersten Dekade Hochdruckeinfluss durchsetzt, der den Rest des Monats dominiert. Im November bedeutet dies oft Inversionswetterlagen mit trübem Wetter in den Niederungen und Sonnenschein in den Bergen. Dennoch dominierten milde Luftmassen unter Hochdruckeinfluss, was zu einem Monatsmittel von 5,9 °C führte, was 1,4 K oberhalb des langjährigen Mittels von 1961 bis 1990 liegt. Am 04.11. kam es landesweit zu andauernden und kräftigen Regenfällen, die verbreitet mehr als die monatsübliche Summe brachten. So endete der Monat vielerorts zu feucht, obwohl nach diesem Tag kaum mehr nennenswerter Niederschlag fiel. Dabei entsprachen die gefallenen 47,3 mm 110,3 % des Niederschlagssolls von 1961 bis 1990. Durch die trübe Inversionswetterlage speziell in der zweiten Monatshälfte, blieb die Sonnenscheindauer mit 41,4 Sonnenstunden hinter dem Klimamittel von 1961 bis 1990 zurück und erreichte lediglich 82,0 %.

Mit 2,5 °C war der Dezember um 1,4 K wärmer als nach der Referenzperiode von 1961 bis 1990 zu erwarten gewesen wäre. Dabei verlief der Dezember relativ ruhig unter nur schwachen Tiefdruckeinfluss und wenig Niederschlägen bis etwa Weihnachten. Über Weihnachten stellte sich ein sehr kurzer winterlicher Abschnitt mit Dauerfrost und dünner Schneedecke über die Feiertage ein, ehe zum Monatsende Wärmerekorde für den Jahreswechsel gebrochen wurden. Am 31.12. konnten verbreitet über 15 °C in einer lebhaften Südwestströmung gemessen werden. Insgesamt fielen im Dezember 32,7 mm Niederschlag, dies entspricht 70,1 % des Solls der Referenzperiode von 1961 bis 1990. Die Sonnenscheindauer erreichte fast genau das langjährige Mittel mit 102,9 % bei 36,6 Sonnenstunden.



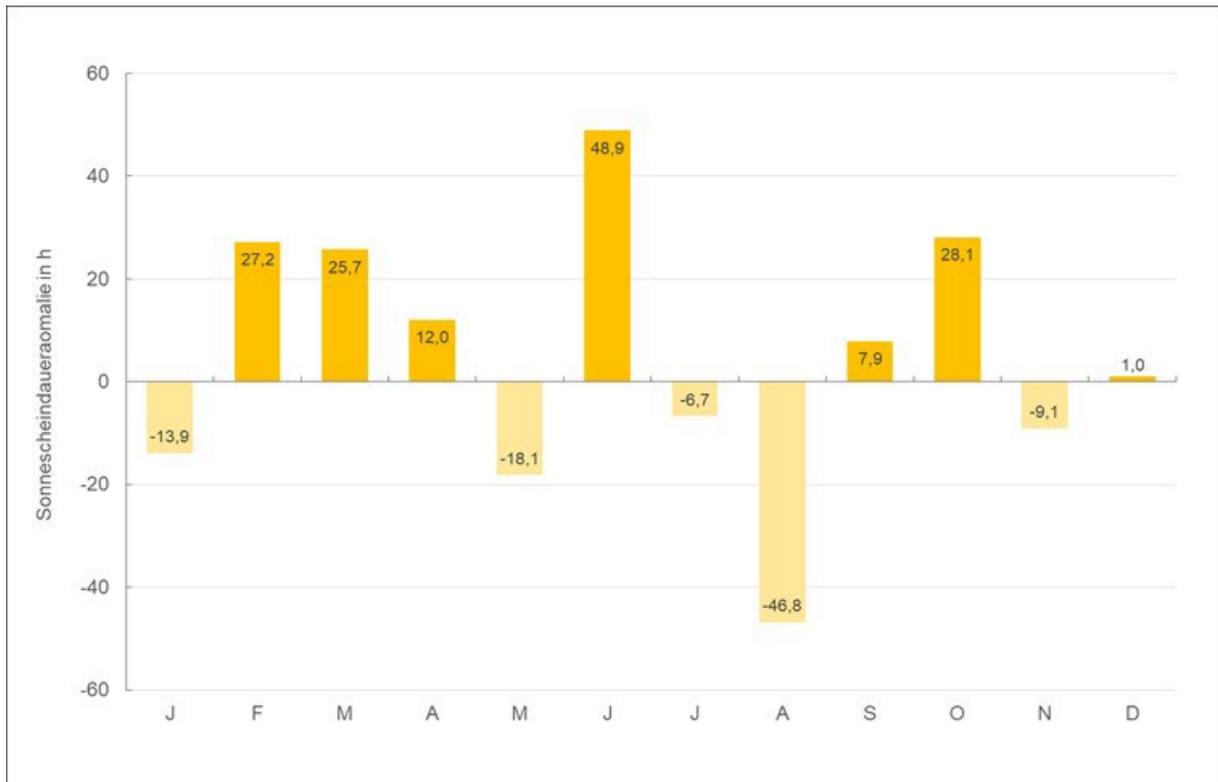


Abbildung 6: Jeweilige Abweichung der Landes-Monatsmittel 2021 vom Monatsmittel der Referenzperiode. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

5 Ergebnisse aus dem Lufthygienischen Überwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt

5.1 Stickstoffoxide

Der Jahresmittelgrenzwert für NO_2 von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft wurde seit dem Jahr 2018 an allen Messstationen des LÜSA eingehalten. Darüber hinaus setzt sich die positive Entwicklung der letzten Jahre fort und die Belastung mit NO_2 in der Luft ist auch 2021 rückläufig (Abbildung 7).

Dennoch führt die Luftverschmutzung in den EU-Mitgliedsstaaten weiterhin zu erheblichen gesundheitlichen Belastungen. Infolgedessen wurde mit den ab 2021 geltenden neuen WHO-Richtwerten und Interim Targets die Luftqualität neu bewertet.

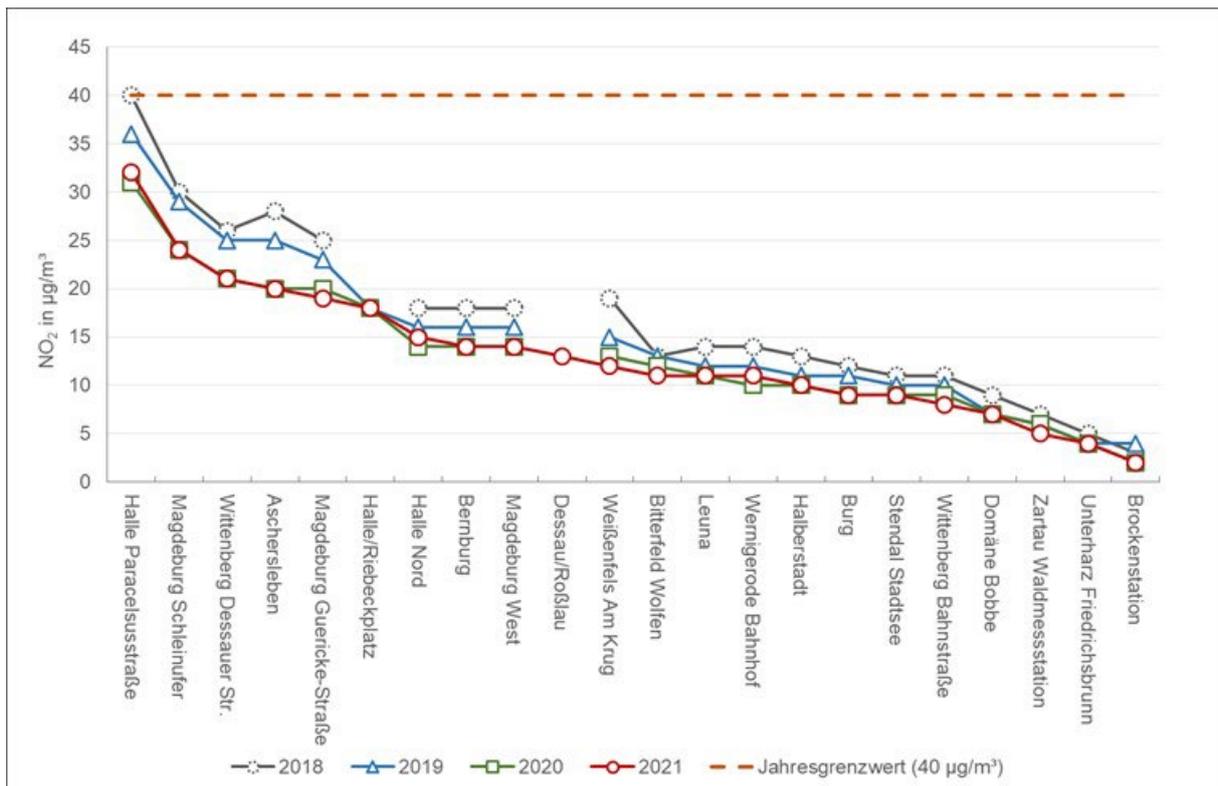


Abbildung 7: Jahresmittelwerte NO₂ an den LÜSA-Stationen 2018 bis 2021 in µg/m³

Der strengere WHO-Richtwert (10 µg/m³) für den NO₂-Jahresmittelwert wurde an 14 der 22 NO₂-messenden LÜSA-Stationen nicht eingehalten. Der mit Abstand höchste Jahresmittelwert wurde nach wie vor an der Station Halle/Paracelsusstraße gemessen, die mit 32 µg/m³ als einzige Station den Interim Target 2 (30 µg/m³) überschreitet. An den LÜSA-Stationen Magdeburg/Schleifufer und Wittenberg/Dessauer Straße wurde zudem der Interim Target 3 (20 µg/m³) überschritten (Abbildung 8).

Der WHO-Richtwert für die NO₂-Tagesmittelwerte (25 µg/m³ als 99. Perzentil des Tagesmittels) wurde an 16 der 22 NO₂-messenden LÜSA-Stationen nicht eingehalten. Die Ergebnisse zeigen: Zum Schutz der Gesundheit muss die Luftschadstoffbelastung durch Stickstoffdioxid weiter deutlich verringert werden.

Der Interim Target 2 (50 µg/m³ als 99. Perzentil des Tagesmittels) wurde nur an der Messstation Halle/Paracelsusstraße überschritten. Den Interim Target 1 (120 µg/m³ als 99. Perzentil des Tagesmittels) hielten alle LÜSA-Stationen ein (Tabelle A 11).

Überschreitungen des (Kurzzeit-)Grenzwertes (200 µg/m³ als Stundenmittelwert bei maximal 18 zulässigen Überschreitungen) und Überschreitungen der Alarmschwelle (1-Stunden-Mittelwerte größer 400 µg/m³ in drei aufeinander folgenden Stunden) wurden 2021 nicht registriert. Überdies wurde der Richtwert der WHO für den NO₂-Stundenmittelwert (200 µg/m³) eingehalten. Es traten keine Stundenmittelwerte über 200 µg/m³ an den LÜSA-Messstellen auf.

Die Messergebnisse der Stickstoffdioxid-Konzentrationen in Sachsen-Anhalt, entsprechend den Anforderungen der 39. BImSchV, sind in Tabelle A 10 bis Tabelle A 14 dokumentiert.

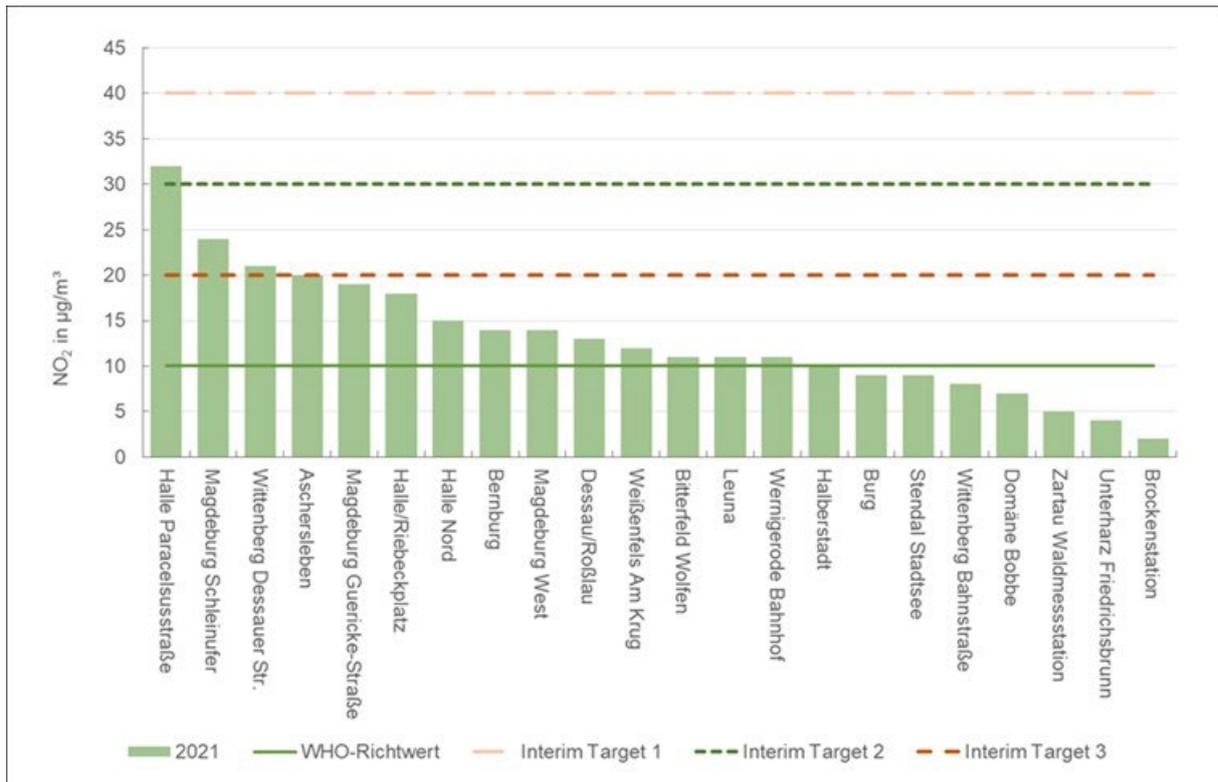


Abbildung 8: Jahresmittelwerte NO₂ mit WHO-Richtwert und Interim Targets (seit 2021 gültig)

Die über die Stationsklassen „städtischer Hintergrund“ und „städtisch verkehrsnah“ gemittelten Monatswerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen lagen im Jahr 2021 - außer im Februar - entweder augenfällig unter den Konzentrationen der Vorjahresmonate oder zumindest in einer vergleichbaren Größenordnung (Abbildung 9).

Im Februar 2020 entwickelten sich atlantische Tiefs partiell zu kräftigen Stürmen und brachten jede Menge Niederschlag.

Dies führte zu einer schnellen Durchmischung und Transport bzw. Auswaschung der Luftschadstoffe und damit zu den für den Monat Februar ungewöhnlich niedrigen Konzentrationen.

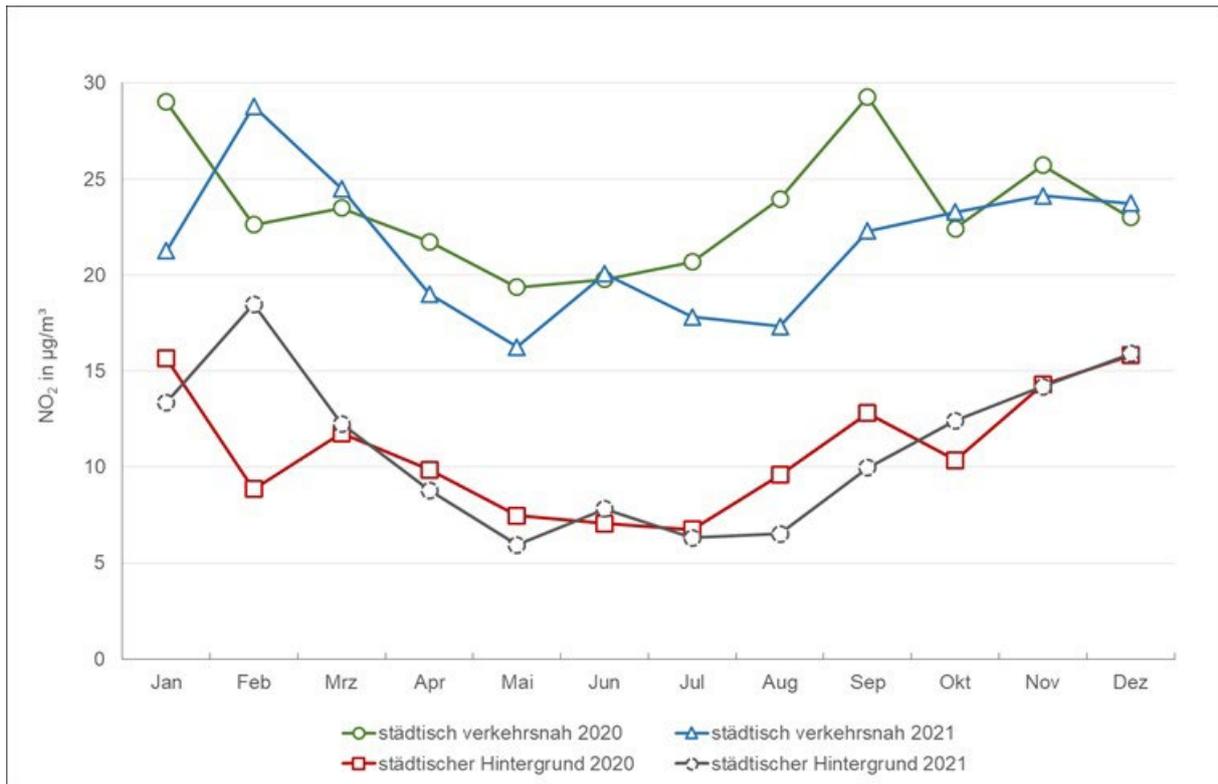


Abbildung 9: Vergleich der Monatsmittelwerte der NO₂-Immissionen der Jahre 2020 und 2021 an den städtisch verkehrsnahen Stationen und im städtischen Hintergrund

Abbildung 10 zeigt die Entwicklung der mittleren Konzentrationen (Jahresmittelwerte) der Stickstoffdioxid-Immissionen nach Stationsklassen (ländlicher Hintergrund, städtischer Hintergrund und städtisch verkehrsnah).

Während ein großräumiger Rückgang im Hintergrund vom Jahr 2020 zu 2021 nicht zu erkennen ist, sind die mittleren Konzentrationen an den verkehrsnahen Stationen weiterhin rückläufig. Die Reduktion der NO₂-Konzentrationen an den Verkehrsstationen betrug im Vergleich zum Jahr 2020 ca. 1 µg/m³.

Abbildung 11 zeigt die mittleren Jahressgänge von NO₂ der vergangenen sechs Jahre in den drei Belastungsregimes.

Deutlich wird auch hier der kontinuierliche Rückgang der Konzentrationen. Das heißt, bis auf wetterbedingte Schwankungen, die vor allem im Hintergrund typischerweise zu höheren Konzentrationen im Winter und niedrigeren im Sommer führen, liegen die Monatsmittelwerte in jedem Jahr meist unter den Vorjahresmonatsmittelwerten. Somit ergibt auch sich ein stetiger Rückgang der mittleren Belastung in allen Regimen (gestrichelte Linie).

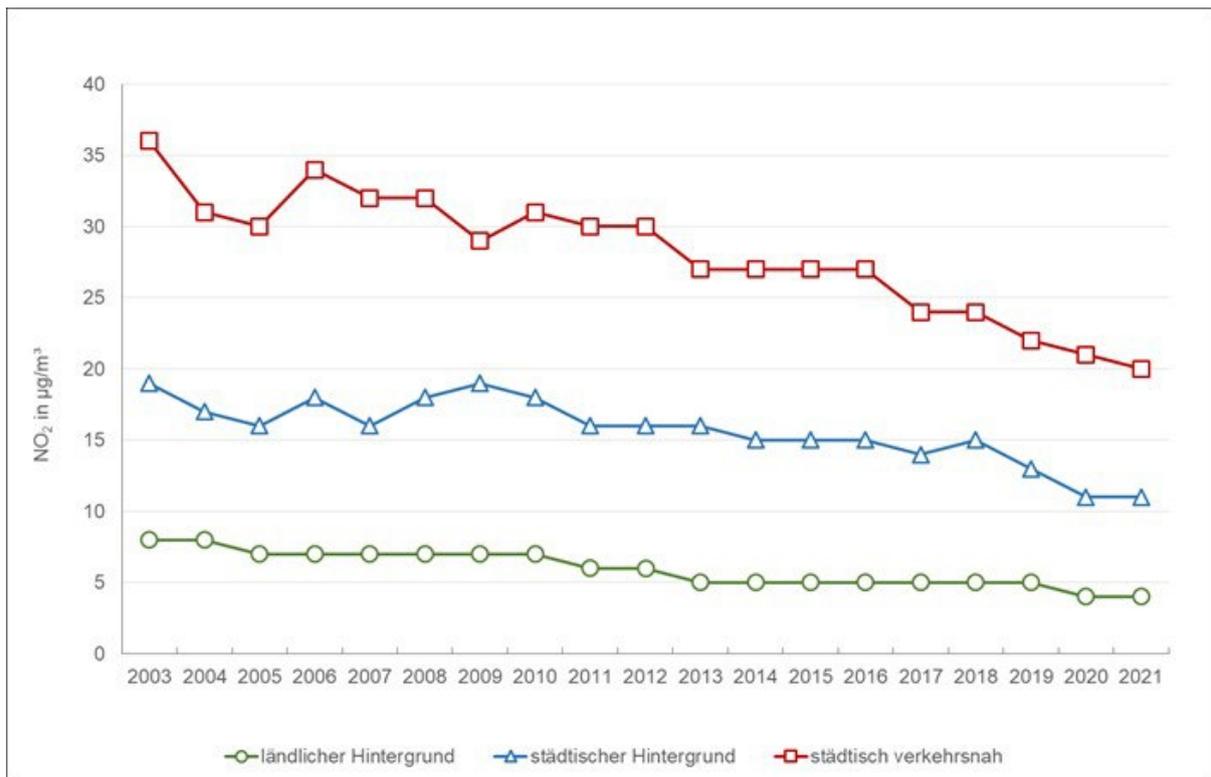


Abbildung 10: Entwicklung der Jahresmittelwerte der NO₂-Immissionen nach Stationsklassen

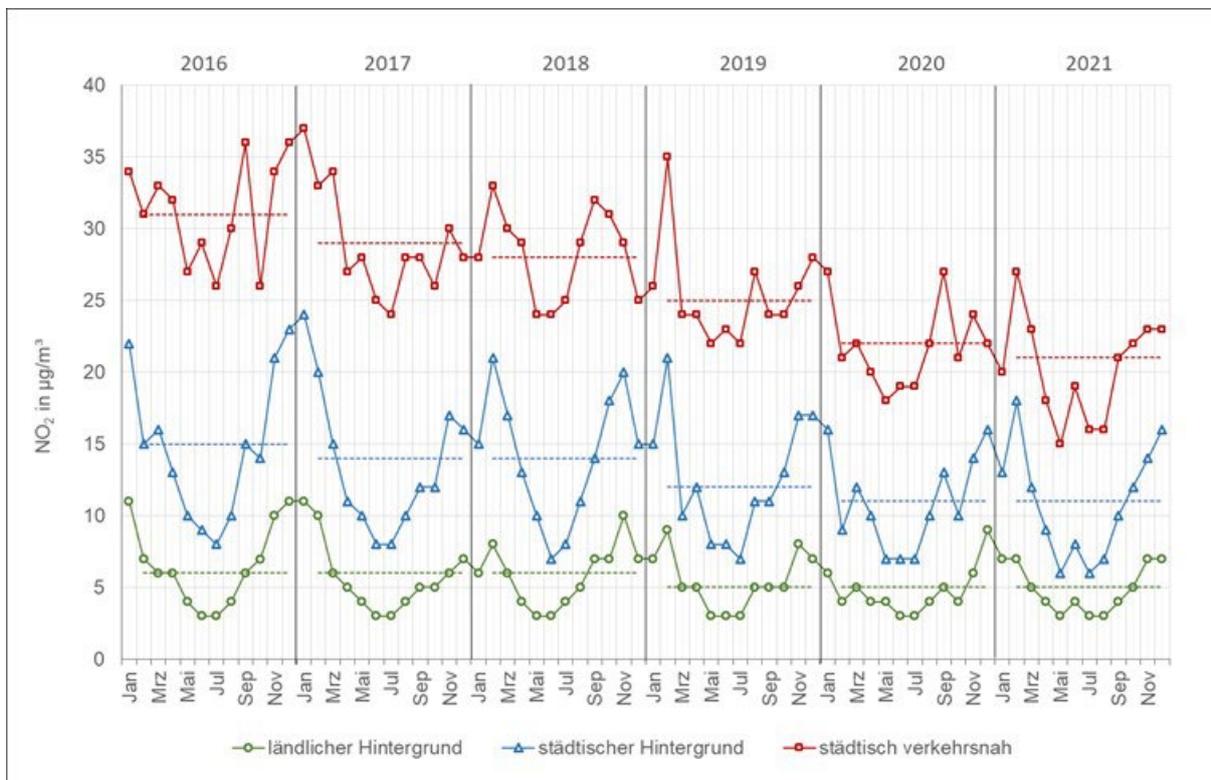


Abbildung 11: Mittlere NO₂-Monatsmittelwerte 2016 - 2021 (Mittelwert über das Gesamtjahr gestrichelt)

Für Stickstoffmonoxid existieren keine Grenzwerte. In der VDI-Richtlinie 2310 (Abschnitt 10.3) sind maximale Immissionskonzentrationen (MIK-Werte) festgelegt, die als Richtwerte dienen, um „...Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Menschen, insbesondere auch für Kinder, Kranke und Alte, bei ihrer Einhaltung...“ zu vermeiden.

Tabelle A 13 enthält für ausgewählte Stationen (repräsentativ für den Schutz von Ökosystemen) die Jahresmittelwerte der Stickstoffoxide. Der Grenzwert zum Schutz der Vegetation beträgt $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert und wird an den LÜSA-Messtationen, die für Ökosysteme repräsentativ sind, eingehalten.

Hauptemittent für Stickstoffmonoxid ist der Kraftfahrzeugverkehr, da die als Nebenprodukt bei Verbrennungsprozessen von Benzin und Diesel unter hohem Druck und hohen Temperaturen entstehenden NO_x primär als NO emittiert werden. In Abhängigkeit von Verweilzeit, Konzentration und meteorologischen Bedingungen wird das entstandene NO in der Atmosphäre bis zum Erreichen des Gleichgewichtszustandes zu Stickstoffdioxid oxidiert.

Seit mehreren Jahren deutet sich ein Trend zur Verschiebung der Kfz-Immissionen zu erhöhten NO_2 -Direktemissionen an (Abbildung 12). Ursachen dafür sind u.a. moderne Diesel-Pkw, die durch den serienmäßig eingebauten Oxidationskatalysator einen erheblichen Teil der NO_x -Emissionen direkt als NO_2 emittieren und damit zu straßennah erhöhten NO_2 -Immissionen führen können.

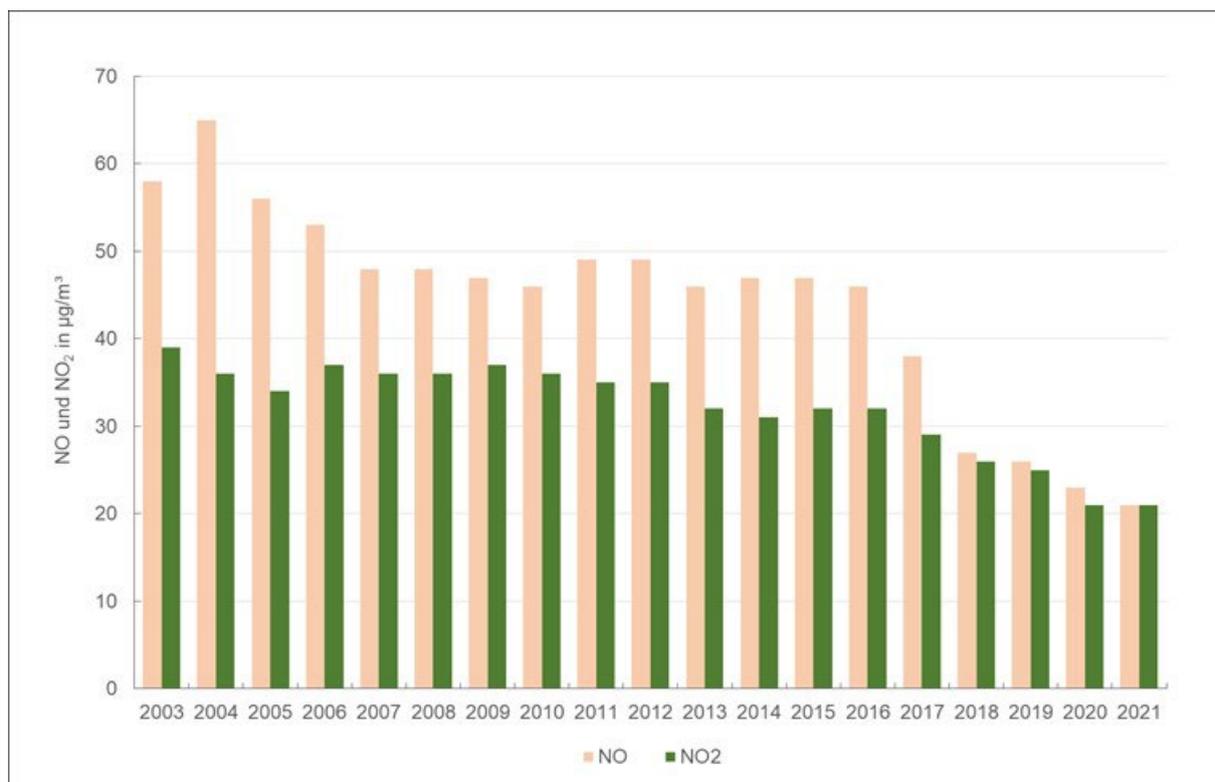


Abbildung 12: Jahresmittelwerte NO und NO_2 an der Verkehrsmesstation Wittenberg/Dessauer Straße

5.1.1 Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Entwicklung der Stickstoffdioxidkonzentrationen

Im Immissionsschutzbericht des Landes Sachsen-Anhalt zum Berichtsjahr 2020 (Landesamt für Umweltschutz, 2021)) gab es einen ausführlichen Abschnitt zu den Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Mobilität der Bevölkerung und die Luftqualität. Die dort gezeigten Untersuchungsergebnisse bezogen sich auf den Luftschadstoff Stickstoffdioxid, da dieser gerade in Ballungsräumen zu einem großen Anteil im Straßenverkehr emittiert wird. Anhand der vorgestellten Untersuchungen konnte zum einen nachgewiesen werden, dass sich durch die COVID-19-Schutzmaßnahmen und der damit einhergehenden Einschränkung des Verkehrsaufkommens im städtischen Hintergrund eine Verringerung des NO₂-Jahresmittelwerts um bis zu 2 µg/m³ und an Verkehrsschwerpunkten um bis zu 3 µg/m³ im Vergleich zum Erwartungswert ergab. Zum anderen konnte eine Korrelation des meteorologiebereinigten Verlaufs der NO₂-Konzentration zum gemessenen Verkehrsaufkommen gezeigt werden. Für Details sei auf Abschnitt 8 des genannten Berichts verwiesen.

Die Pandemie überdauerte auch das Jahr 2021. Entsprechend war zu prüfen, ob für das aktuelle Berichtsjahr der Einfluss der COVID-19-Schutzmaßnahmen auf die Mobilität und Luftqualität in ähnlichem Ausmaß nachzuweisen ist. Zunächst wurden dazu Mobilitätsdaten für das Land Sachsen-Anhalt ausgewertet, die vom Statistischen Bundesamt herausgegeben worden sind. Zur Erstellung der Mobilitätsindikatoren verwendet das Statistische Bundesamt anonymisierte und aggregierte Mobilfunkdaten. Die Pandemiejahre 2020 und 2021 werden dabei mit dem Jahr 2019 verglichen (Abbildung 13). Die berechneten Veränderungsdaten zeigen im Jahr 2020 einen deutlichen Rückgang der Mobilität infolge der COVID-19-Schutzmaßnahmen ab der 13. Kalenderwoche. Im Laufe des April und Mai 2020 fielen die Veränderungsdaten gegenüber 2019 weiterhin stark negativ aus, aber zunehmend ansteigend. Ab Juli glichen sich die Mobilitätszahlen denjenigen des Vorjahres wieder weitgehend an. Im Laufe des Augusts bis Anfang Oktober war die Mobilität gegenüber dem Vorjahreszeitraum zum Teil deutlich erhöht - möglicherweise ein Indiz für ein verändertes Urlaubsverhalten der Bevölkerung und für einen verstärkten nationalen Tourismus aufgrund von internationalen Reisebeschränkungen. Mit ansteigendem Infektionsgeschehen im Herbst 2020 und Einführung des bundesweiten Teil-Lockdowns ab dem 2. November ging die Mobilität gegenüber dem Jahr 2019 ab November 2020 erneut zurück.

Zu Beginn des Jahres 2021 ist der bis Ende Februar verhängte Lockdown noch deutlich in den Mobilitätsdaten zu erkennen. Im Anschluss galt die so genannte Corona-Notbremse, die je nach Inzidenz verschiedene einschränkende Maßnahmen vorsah. Einen bundesweiten Lockdown gab es seitdem nicht mehr. Daher zeichnen sich die pandemiebedingten Maßnahmen nicht mehr so deutlich in den Mobilitätsdaten ab wie im Jahr 2020. Zwischen Mai und Oktober 2021 konnte sogar eine fast durchgängige Erhöhung der Mobilität in Sachsen-Anhalt im Vergleich zum Jahr 2019 festgestellt werden.

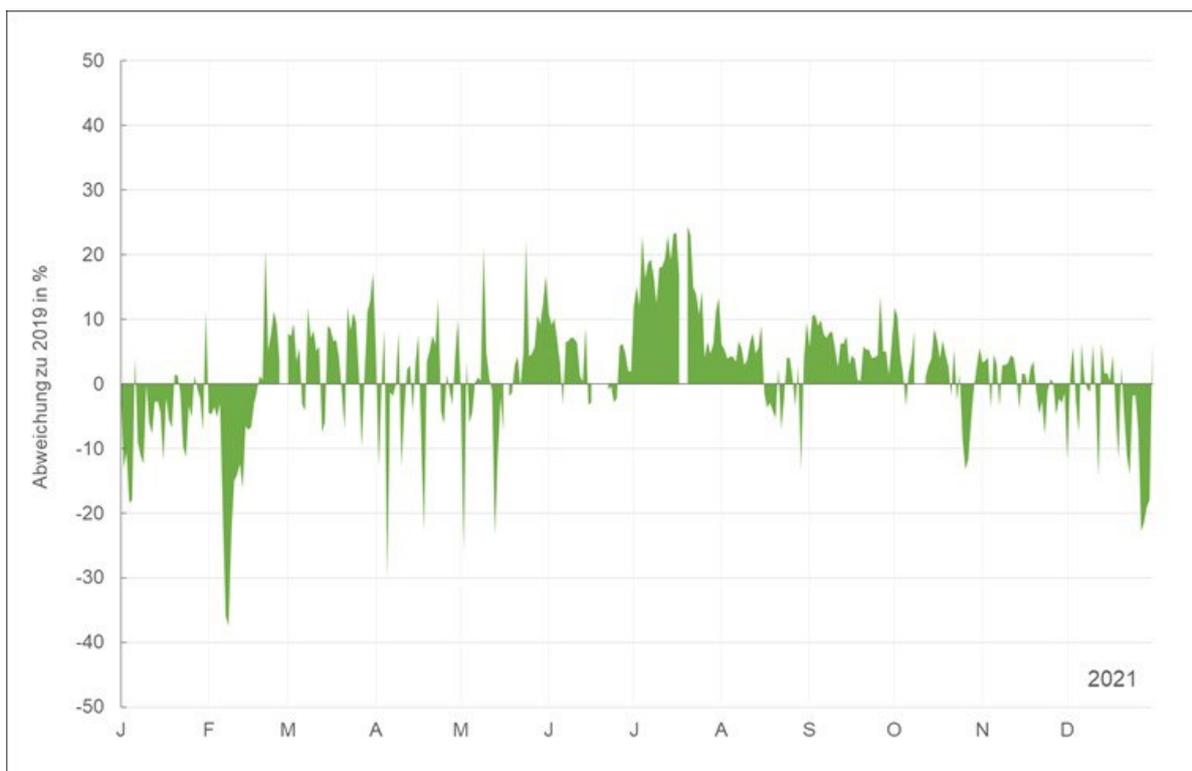
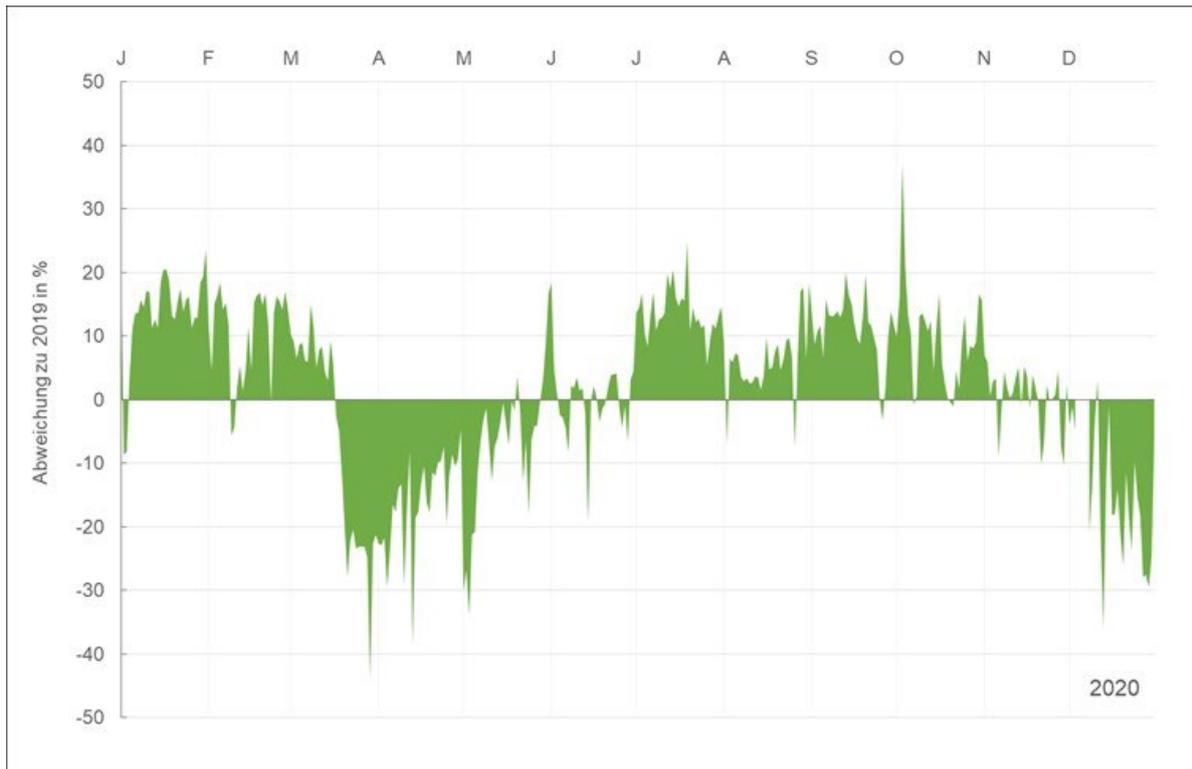


Abbildung 13: Prozentuale Veränderung der Mobilität in Sachsen-Anhalt für die Jahre 2020 (oben) und 2021 (unten) im Vergleich zum Jahr 2019 (Statistisches Bundesamt, 2022)

Der geringere Einfluss der COVID-19-Schutzmaßnahmen auf die Mobilität der Bevölkerung lässt vermuten, dass auch der Einfluss auf die NO₂-Konzentrationen im Land nicht mehr so

eindeutig ausfällt wie im Jahr 2020. Analog zum Immissionsschutzbericht des Vorjahres wurden die Jahresmittelwerte aller Messstationen zu Hilfe genommen, an denen NO_2 im Zeitraum 2015 bis 2021 gemessen wurde. Aus den Jahresmittelwerten der Jahre 2015 bis 2019 wurde stationsweise ein Trend errechnet, mit dessen Hilfe der Jahresmittelwert für die Jahre 2020 und 2021 prognostiziert wurde. Diese Prognose wurde dann mit dem aus Messwerten ermittelten Jahresmittelwert der Station verglichen. Die sich ergebende Differenz aus Prognose und Messung kann als Anhaltspunkt für den Einfluss der COVID-19-Schutzmaßnahmen auf die NO_2 -Konzentration angesehen werden. Durch die Nutzung von Jahresmittelwerten tritt der meteorologische Einfluss auf die NO_2 -Konzentration in den Hintergrund. Abbildung 14 zeigt die Vorgehensweise beispielhaft für die Verkehrsstation Wittenberg/Dessauer Straße.

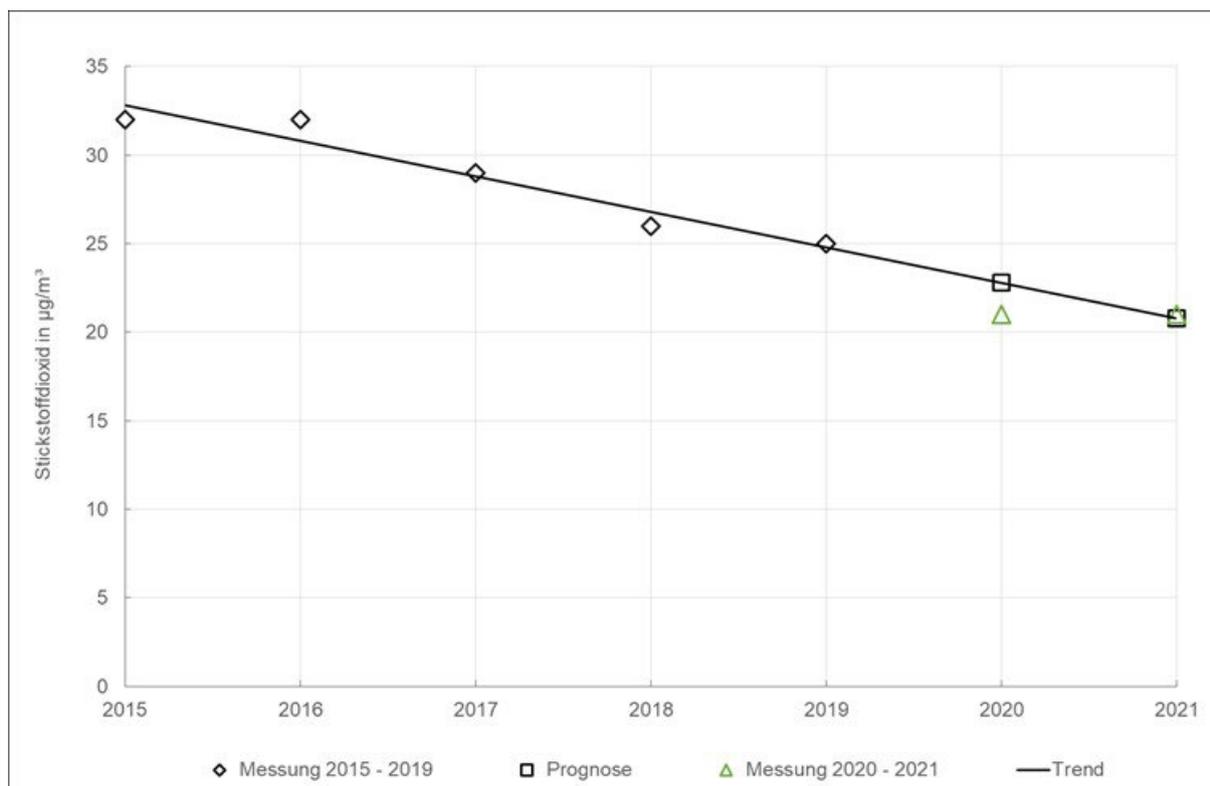


Abbildung 14: Trendanalyse der NO_2 Jahresmittelwerte am Beispiel der Messstation Wittenberg/Dessauer Straße

An der Verkehrsstation ist die Differenz zwischen Prognose und Messung erwartungsgemäß am größten, da hier eine direkte Nähe zu Emissionsquellen besteht. In der Dessauer Straße in Wittenberg wurde bereits zwischen 2015 und 2019 ein deutlicher Rückgang der NO_2 -Konzentration beobachtet, der vor allem durch die Flottenerneuerung erklärt werden kann. An dieser Station betrug die Differenz zwischen prognostizierter und gemessener Konzentration $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2020 und $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2021.

Diese Untersuchung wurde insgesamt für 19 Stationen des LÜSA-Messnetzes durchgeführt (sechs Verkehrsstationen, acht Stationen im städtischen Hintergrund, zwei Industriestationen und drei Stationen im ländlichen Hintergrund). Wenn man die Differenz zwischen Prognose und Messung stationstypweise mittelt, ergeben sich die in Tabelle 5 aufgezeigten mittleren Differenzen.

Tabelle 5: Mittlere Differenz zwischen prognostizierter und gemessener NO₂-Konzentration pro Stationstyp für die Jahre 2020 und 2021

Stationstyp	2020	2021
Verkehrsschwerpunkt	-3 µg/m ³	-1 µg/m ³
Städtischer Hintergrund	-2 µg/m ³	-1 µg/m ³
Industriestation	-1 µg/m ³	-1 µg/m ³
Ländlicher Hintergrund	0 µg/m ³	0 µg/m ³

Die Mittelung der Differenz der NO₂-Konzentration zwischen Prognose und Messung über alle Stationen desselben Typs zeigt die unterschiedliche Stärke des Pandemieinflusses im Land. Im Jahr 2020 zeigen sich die größten Differenzen an den verkehrsnahen Standorten (also in Quellnähe), während sich der geringste Einfluss im ländlichen Hintergrund zeigt. Es gibt eine klare Abstufung zwischen den einzelnen Stationstypen. Für das Jahr 2020 decken sich diese Ergebnisse mit Untersuchungen aus anderen Ländermessnetzen sowie vom Umweltbundesamt. Daher können sie als Abschätzung für die pandemiebedingte Reduzierung der NO₂-Konzentration im Jahr 2020 für den jeweiligen Stationstyp angesehen werden.

Im Jahr 2021 zeigen sich nur noch geringe Differenzen um 1 µg/m³, die verkehrsnah, industrienah und im städtischen Hintergrund vergleichbar hoch sind. Im Jahr 2021 ist der Pandemieinfluss auf die Luftqualität am Beispiel Stickstoffdioxid also kaum noch nachweisbar.

5.2 Partikel² PM₁₀/Partikel PM_{2,5}

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2021 an insgesamt 23 Messstationen Partikel PM₁₀-Messungen durchgeführt. Mit der in der Ortslage Roßlau an der Bundesstraße 184 gelegenen Messstation Dessau-Roßlau nahm zu Jahresbeginn eine neu eingerichtete verkehrsbezogene Messstation den planmäßigen Messbetrieb auf.

In der Tabelle A 15 sind die für die Jahre (2020 und 2021) für Partikel PM₁₀ nebst verwendeter Messmethoden enthalten. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Partikel PM₁₀-Belastung an der Mehrzahl der Stationen (14) konstant geblieben. An sechs Standorten war ein geringer Anstieg im Bereich von 1 bis maximal 2 µg/m³ zu verzeichnen. Darunter waren vier Standorte im Hintergrund und zwei verkehrsnaher Standorte. Ein Rückgang der Jahresbelastung (um 1 µg/m³) war hingegen nur in Aschersleben (verkehrsnaher Standort) zu verzeichnen (Abbildung 15, linke Seite). Zwar weist die Grafik auch für die Station Magdeburg/Schleiufer einen Belastungsrückgang aus, aber die Datenverfügbarkeit liegt dort aufgrund technischer Probleme nur bei rund 80 %³ und der Jahreswert ist somit nur eingeschränkt interpretierbar.

Die PM_{2,5}-Belastung (Jahresmittelwerte) ist im Vergleich zum Vorjahr an sechs Messstationen moderat angestiegen (um 1 bis 2 µg/m³) und an fünf Messstationen konstant geblieben (Abbildung 15, rechte Seite).

² Ausführungen zur Begriffsbestimmung im Zusammenhang mit dieser Thematik sind im Abschnitt 10.4 enthalten

³ schleichender Gerätedefekt über mehrere Wochen hinweg, unterschiedliche Ursachen, Messgerät wurde zweimal getauscht

Aus dem Kollektiv der verkehrsnahen Stationen zeichnen sich die Stationen Halle/Paracelsusstraße und Magdeburg/Guericke-Straße durch einen Belastungsanstieg aus (PM₁₀ und PM_{2,5}). Am Standort Magdeburg/Schleifufer steht dem Anstieg der PM_{2,5}-Belastung um 2 µg/m³ (Sammlerreihe) eine Abnahme der PM₁₀-Belastung um 1 µg/m³ entgegen (automatische Messung). Dies erscheint wenig plausibel und steht augenscheinlich im Zusammenhang mit der verminderten Datenqualität (eingeschränkte Verfügbarkeit). Im städtischen Hintergrund ist an den Messstationen Magdeburg/West und Burg ein moderater Belastungsanstieg (+ 1 µg/m³) für beide Partikelfraktionen erkennbar, während sich die Belastung in Halle/Nord unverändert darstellt. Insgesamt gesehen lässt sich somit selbst innerhalb der Stationsklassen kein einheitlicher Trend ausmachen. Vor dem Hintergrund der geringen Schwankungsbreite lässt dies vermuten, dass überwiegend lokale Einflüsse die Veränderungen zum Vorjahr bestimmt haben könnten.

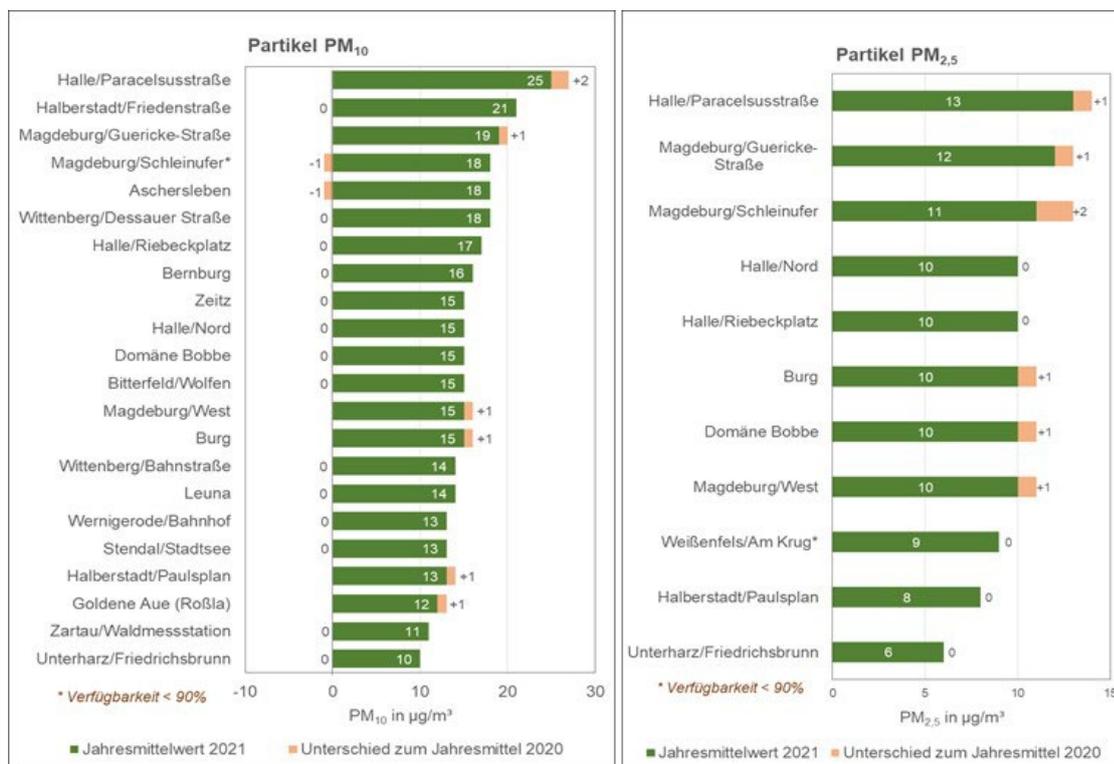


Abbildung 15: Jahresmittelwerte 2021 für Partikel PM₁₀/PM_{2,5} und Differenzen zum Vorjahr (Angaben für Magdeburg/Schleifufer und Weißenfels/Am Krug mit eingeschränkter Verfügbarkeit wegen technischer Probleme)

Die Tabelle A 16 enthält die Jahresmittelwerte (2014 bis 2021) für Partikel PM₁₀. Der seit dem 01.01.2005 einzuhaltende Grenzwert der 39. BImSchV für den Jahresmittelwert für Partikel PM₁₀ (40 µg/m³) wurde auch im Jahr 2021 an keiner LÜSA-Messstation überschritten.

Abbildung 16 visualisiert den Vergleich der Jahresmittelwerte 2010 bis 2021 für Partikel PM₁₀ an Verkehrsmessstationen und damit an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt.

In den Jahren 2016 und 2017 wurden an den Hotspots die bis dahin niedrigsten Jahresmittelwerte gemessen. Der im Jahr 2018 nicht nur an den Hotspots beobachtete und zum Teil recht deutliche Wiederanstieg der mittleren Jahresbelastung steht in Zusammenhang mit der lang-anhaltenden Trockenheit. Im Folgejahr gingen die Konzentrationen wieder deutlich zurück und bestätigten damit den Ausnahmecharakter des Jahres 2018.

Das Berichtsjahr zeichnet sich an den Hotspots gegenüber dem Jahr 2020 durch eine uneinheitliche Entwicklung ab. Neben einer Konstanz (Halberstadt, Wittenberg) ist in Aschersleben und mit Einschränkungen auch in Magdeburg (Schleiufer) ein geringfügiger Rückgang erkennbar. Auffällig ist jedoch der Anstieg in der Paracelsusstraße in Halle (Saale). Die Zunahme der Partikelbelastung dort geht einher mit einem geringfügigen Anstieg der NO₂-Konzentration und könnte im Zusammenhang mit geänderten Verkehrsflüssen im Bereich der Messstation stehen. Aktuell liegen dazu allerdings keine Erkenntnisse vor. Eine Wiederholung der zuletzt im Jahr 2019 durchgeführten Verkehrszählung ist jedoch vorgesehen.

Für die übrigen Standorte gilt, dass 2021 das niedrigste Belastungsniveau seit Beginn der Messungen erreicht worden ist.

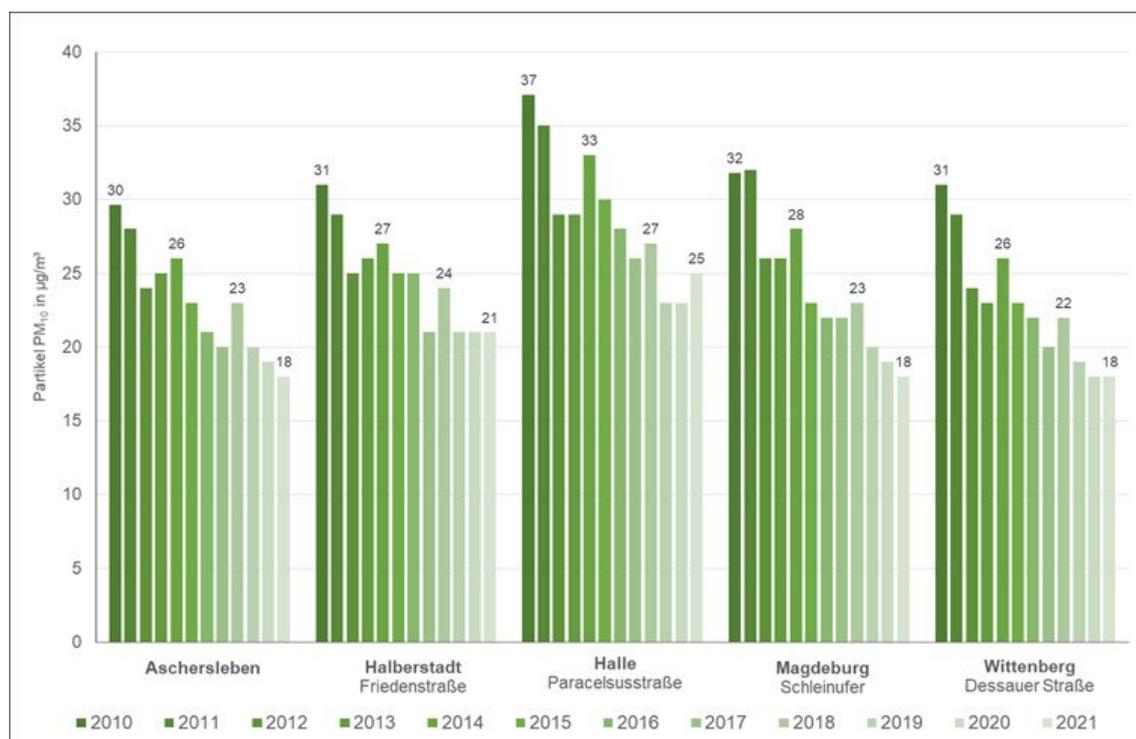


Abbildung 16: Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte 2010 bis 2021 an Verkehrsmessstationen

Der seit dem 01.01.2005 gültige 24-Stunden-Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit besagt, dass 50 µg/m³ nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden dürfen. Dieser Grenzwert wurde im Jahr 2021 in Sachsen-Anhalt an allen Messstandorten absolut sicher eingehalten (Abbildung 17).

Im Vergleich zum Vorjahr sind die Überschreitungszahlen an 15 Stationen angestiegen (+ 1 bis max. + 6). An Standorten im ländlichen Hintergrund trat dieser Effekt nicht auf. Dort wurden analog zum Vorjahr keine Überschreitungen gemessen (Abbildung 18). Am stark land-

wirtschaftlich geprägten Standort Domäne Bobbe wurde eine Überschreitung registriert (2020: zwei Überschreitungen). Ergänzend zur Abbildung 18 enthält die Tabelle A 17 die Überschreitungszahlen für Partikel PM₁₀ für alle Messstandorte und für die Jahre 2014 bis 2021. Einen Überblick über die Entwicklung der Anzahl der Überschreitungen an verkehrsnahen Standorten im Zeitraum 2010 bis 2021 visualisiert Abbildung 19.

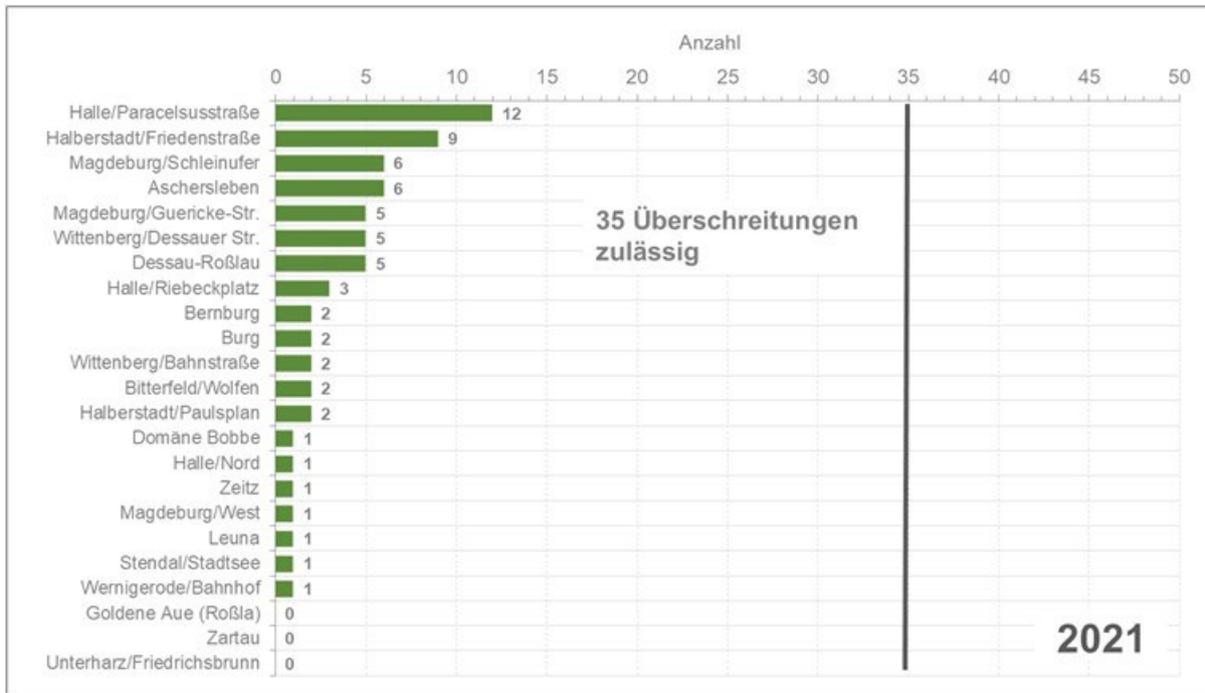


Abbildung 17: Anzahl der Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Konzentrationswertes von 50 µg/m³ im Jahr 2021

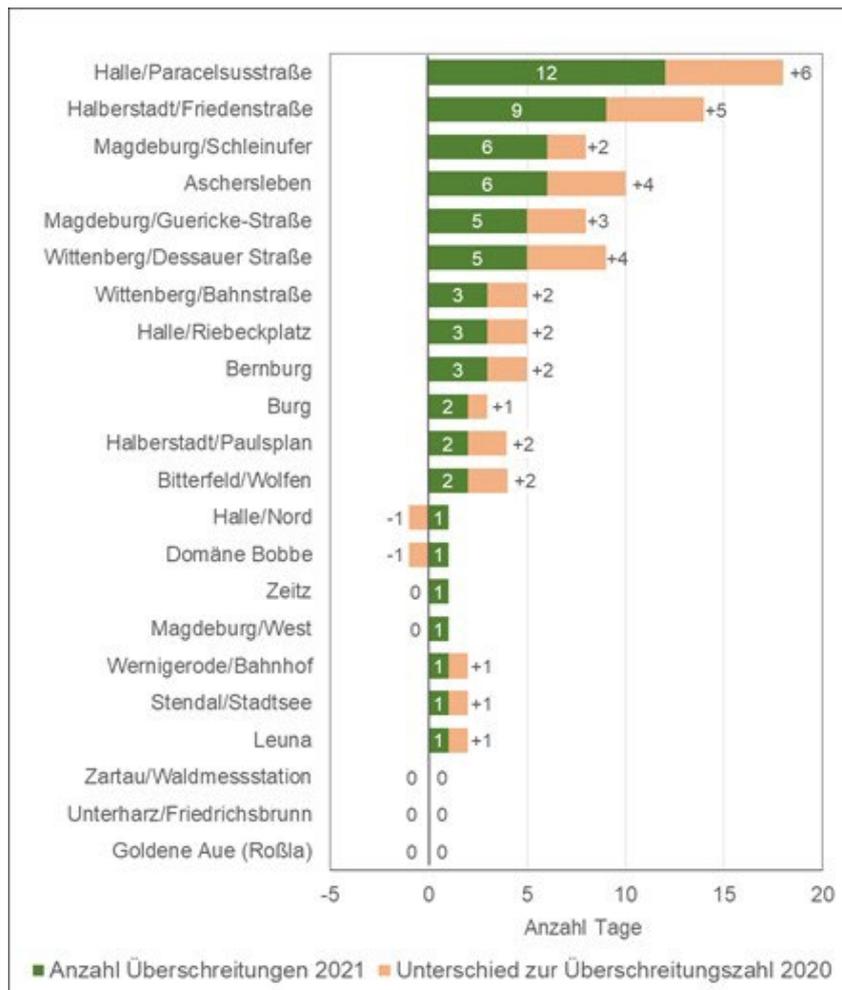


Abbildung 18: Anzahl der Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Konzentrationswertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2021 einschließlich der Differenz zu 2020

Nahezu alle Überschreitungen wurden im ersten Quartal gemessen und davon die meisten wiederum in Verbindung mit der Saharastaub-Episode im Februar (22. – 25.02.2021). Eine ausführliche Analyse dieser Episode erfolgt im Abschnitt 9 dieses Berichtes. An verkehrsnahen Standorten traten zudem im März vereinzelt weitere Überschreitungstage auf, meist in Verbindung mit eingeschränkten Austauschbedingungen (Bodeninversion). Demzufolge weisen diese Standorte auch die höchsten Zuwächse bei den Überschreitungszahlen (Maximum + 6 in der Paracelsusstraße in Halle (Saale)).

Der Einfluss der Saharastaub-Episode spiegelt sich direkt in den Überschreitungszahlen des Jahres 2021 wider. Allerdings bedurfte es noch eines zusätzlichen anthropogen bedingten Belastungsgrundsockels, damit an den Episodentagen Tageswertkonzentrationen größer $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht werden konnten. Dieser fehlte an den Stationen im ländlichen Hintergrund und demzufolge traten an den Standorten dieser Kategorie im Verlauf der Episode keine Überschreitungen auf. Im Mittel lag die Tagesbelastung im ländlichen Hintergrund am 25. Februar (Höhepunkt der Episode) bei $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Unterharz/Friedrichsbrunn $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Zartau $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Goldene Aue $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

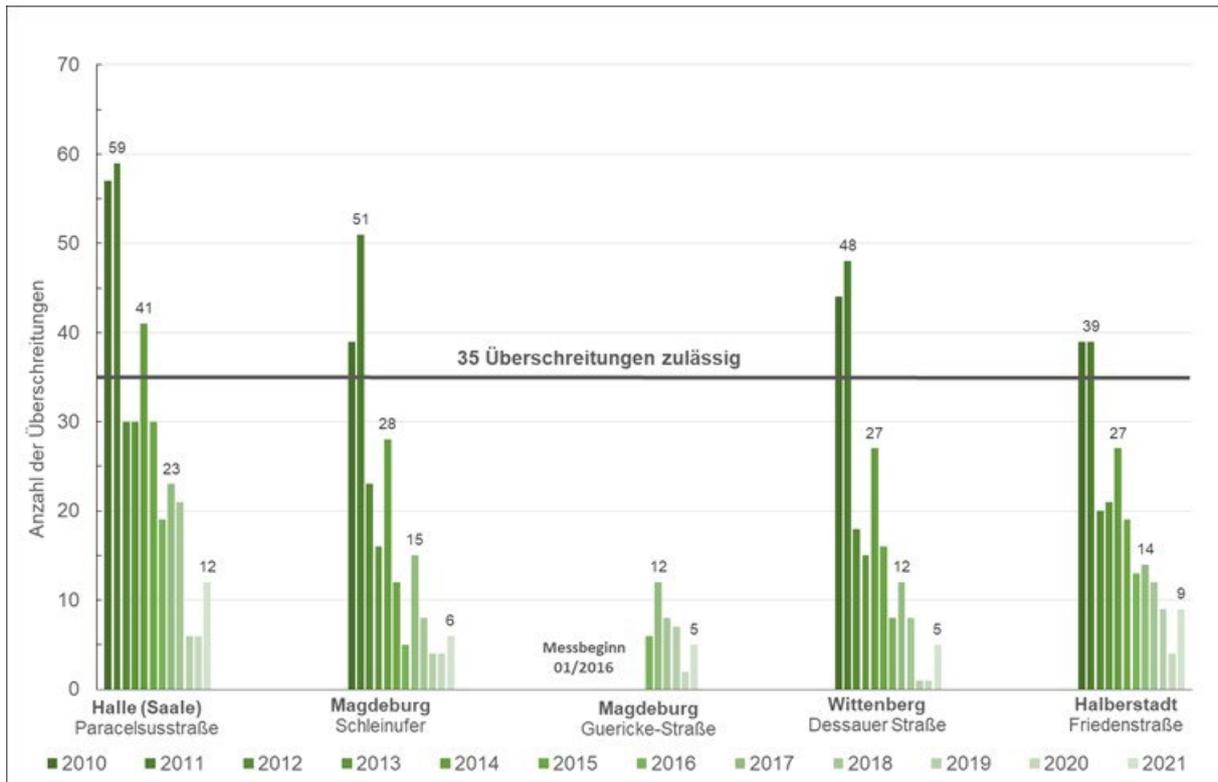


Abbildung 19: Anzahl der Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Konzentrationswertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an verkehrsnahen Messstationen im Vergleich der Jahre 2010 bis 2021

Abbildung 20 visualisiert die Langzeitentwicklung der Partikel PM_{10} -Jahresmittelwerte an der Verkehrsmessstation Wittenberg/Dessauer Straße, der Station mit der längsten Partikel- PM_{10} -Messreihe des LÜSA. Es ist ein deutlich rückläufiger Trend erkennbar. Die Jahre mit überdurchschnittlich hoher Belastung (2003, 2006, 2010, 2011, 2014) sorgten zumeist nur für eine kurzzeitige Unterbrechung der Entwicklung und heben sich deutlich heraus. Zuletzt kam es im Jahr 2018 aufgrund der trockenen und heißen Witterung in den Sommermonaten und in Folge der langanhaltenden Trockenheit zu einem Wiederanstieg des Jahresmittelwertes. Im Anschluss daran setzte sich der fallende Trend fort und das Jahr 2020 wies mit $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ den bislang niedrigsten Jahresmittelwert auf. Im Berichtsjahr stagnierte die Belastung auf diesem Niveau. Gegenüber dem Jahr mit der höchsten Konzentration (2003) hat sich die Partikelbelastung dennoch um die Hälfte reduziert.

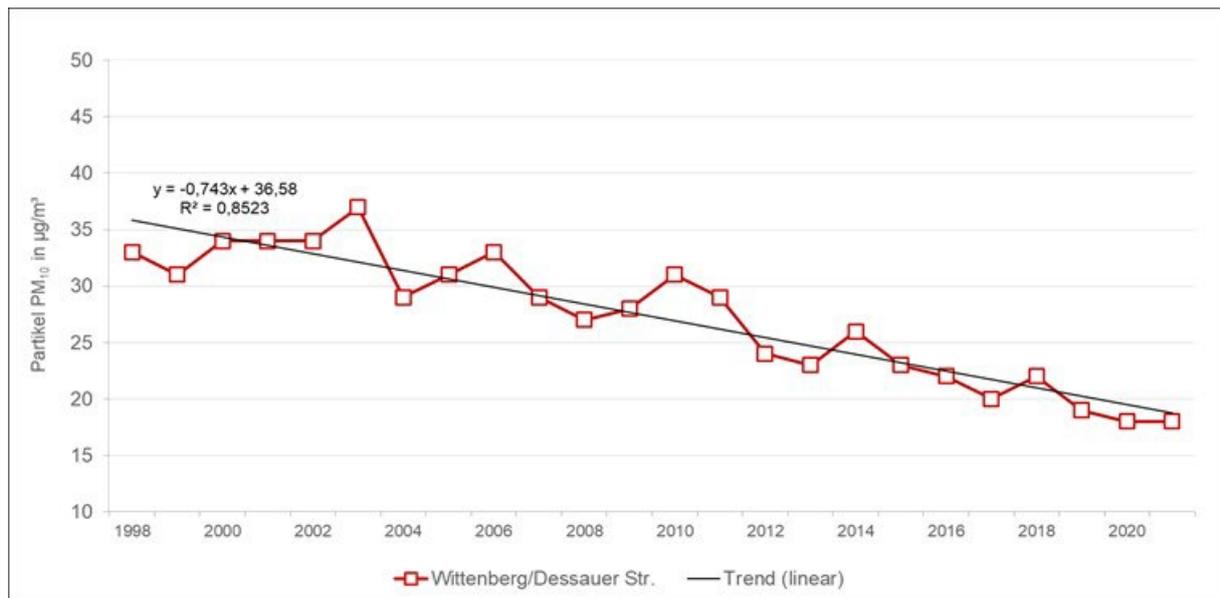


Abbildung 20: Entwicklung der Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte an der Verkehrsmessstation Wittenberg/Dessauer Straße

5.2.1 Trendentwicklung für Partikel PM₁₀ und Partikel PM_{2,5} in Sachsen-Anhalt

Für eine Zeitreihenanalyse und die Darstellung der Trendentwicklung für Partikel in Sachsen-Anhalt wurden Stationen gleicher Exposition zu Stationsklassen zusammengefasst. Dabei wurden folgende Stationsklassen gebildet: ländlicher Hintergrund, städtischer Hintergrund und städtisch verkehrsnah. Es fanden dabei nur Stationen Berücksichtigung, die mindestens sieben Jahre gemessen haben und aktuell noch aktiv sind. Für die Darstellung der Partikel PM_{2,5}-Jahresmittelwerte ist das zur Verfügung stehende Datenkollektiv ungleich kleiner und der Messbeginn war an den einzelnen Standorten unterschiedlich. Zudem sind die Kollektive für PM₁₀ und PM_{2,5} in ihrer Stationszusammensetzung nicht völlig deckungsgleich, da nicht an allen Stationen beides parallel gemessen wird. Die Klasse „ländlicher Hintergrund“ wird deshalb bei PM_{2,5} nur durch eine Station repräsentiert.

In Auswertung der in Abbildung 21 dargestellten Entwicklung kann für die Jahresmittelwerte Partikel PM₁₀ insgesamt gesehen ein Rückgang festgestellt werden. Die Ausnahmejahre 2003 und 2006 sowie die ebenfalls durch eine hohe Belastung charakterisierten Jahre 2010 und 2011 sind als Trendunterbrechung erkennbar. Darüber hinaus ist der Verlauf durch jährliche, zumeist witterungsbedingte Schwankungen gekennzeichnet. Der Verlauf ist über die Stationsklassen hinweg annähernd synchron. Das Jahr 2014 markierte aufgrund des Wiederanstiegs der Belastung eine weitere Trendunterbrechung. Nachfolgend sanken die Konzentrationen über alle Klassen kontinuierlich weiter ab. Im Jahr 2018 kam es dann, bedingt durch die langanhaltende Trockenheit, erneut zu einem deutlichen Belastungsanstieg. Trotz ähnlicher Bedingungen wie im Vorjahr (Trockenheit) ging die Belastung im Jahr 2019 wieder deutlich zurück. Im städtischen Bereich sanken die Konzentrationen im Jahr 2020 geringfügig weiter ab und erreichten das bis dato niedrigste Niveau überhaupt. Für das Berichtsjahr zeigte sich das Niveau unverändert. Überschreitungen des Partikel PM₁₀-Jahresgrenzwertes in Höhe von 40 µg/m³ traten im gesamten Beobachtungszeitraum nicht auf.

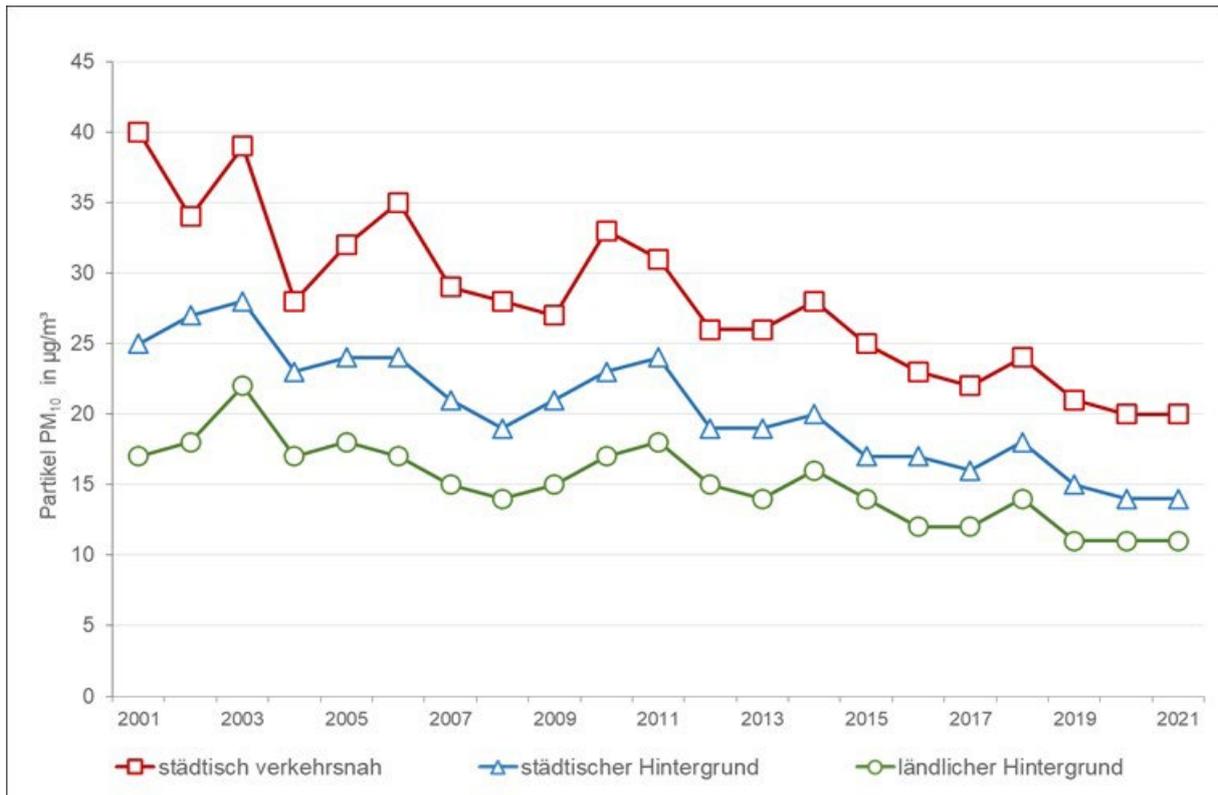


Abbildung 21: Entwicklung der Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

Für die Jahresmittelwerte Partikel PM_{2,5} zeigt sich ab dem Jahr 2008 ein ansteigender Trend, welcher an den verkehrsnahen Stationen besonders stark ausgeprägt ist (Abbildung 22). Im Jahr 2010 wurde an allen Stationen ein Maximum erreicht, seither gingen die Konzentrationen mit einer Unterbrechung im Jahr 2014 zurück. Das Jahr 2017 fällt in der Klasse städtischer Hintergrund durch die Belastungskonstanz gegenüber dem Vorjahr ins Auge. Analog zum Partikel PM₁₀ sind im Jahr 2018 ein Anstieg der mittleren Jahresbelastung aufgrund der langanhaltenden Trockenheit und ein deutlicher Rückgang (um 3 µg/m³) im Folgejahr erkennbar. Im Jahr 2020 wurde nach erneutem Rückgang (um bis zu 2 µg/m³) das bislang niedrigste Belastungsniveau überhaupt erreicht. Das Berichtsjahr 2021 ist im städtischen Bereich durch einen leichten Anstieg gekennzeichnet.

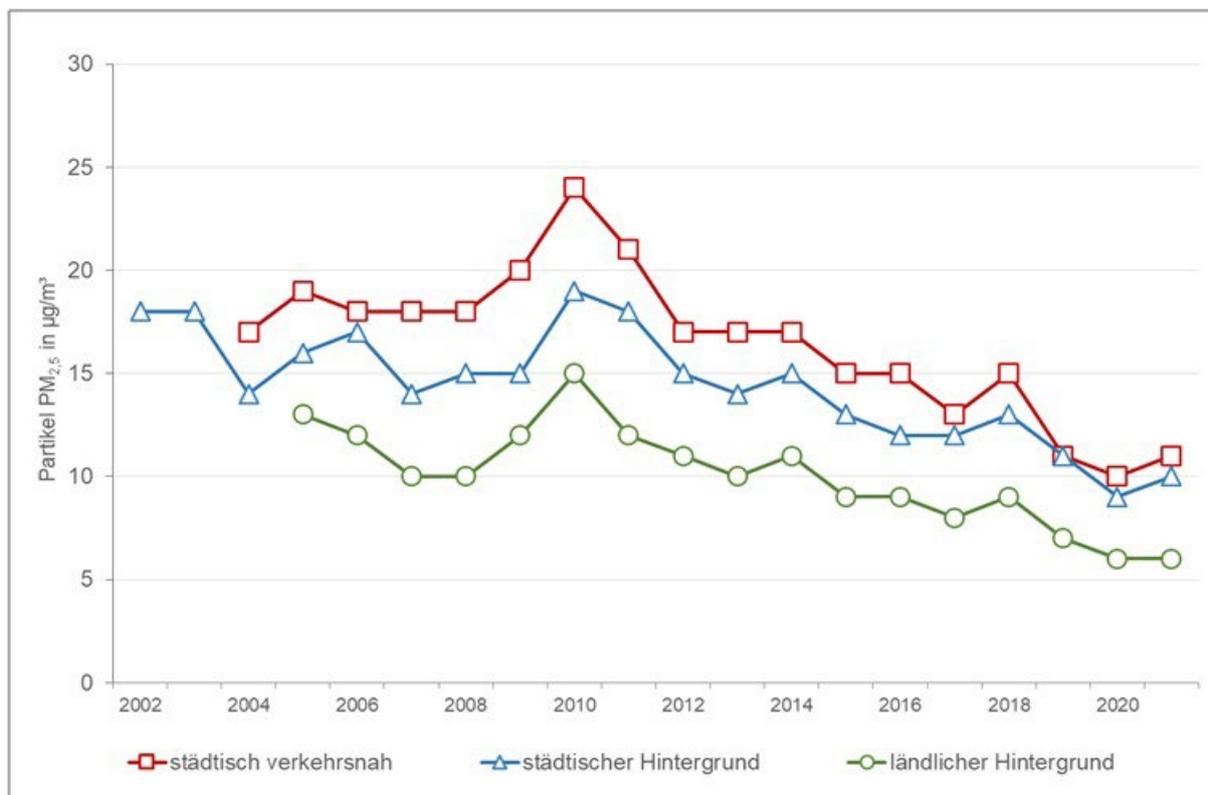


Abbildung 22: Entwicklung der Partikel PM_{2,5}-Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

5.2.2 Auswertung der Parallelmessungen von Partikel PM_{2,5} und PM₁₀

Das Partikel PM_{2,5}-Messprogramm in Sachsen-Anhalt umfasste im Jahr 2021 11 Messreihen. Davon liegen drei im städtischen Hintergrund (Halberstadt/Paulsplan, Magdeburg/West, Hal-le/Nord), eine im vorstädtischen Hintergrund (Burg), vier an Verkehrsschwerpunkten (Hal-le/Paracelsusstraße, Halle/Riebeckplatz, Magdeburg/Guericke-Straße, Magdeburg/Schleiufer) und zwei im ländlichen Hintergrund (Unterharz/Friedrichsbrunn, Domäne Bobbe). Die Messstation Weißenfels/Am Krug befindet sich innerstädtisch an einer Bundesstraße (B 87) und ist damit als verkehrsnah einzustufen. Sie liegt belastungsseitig jedoch auf dem Niveau des städtischen Hintergrundes in Magdeburg und Halle (Saale).

Die Jahresmittelwerte der Partikel PM_{2,5}-Messungen sind in Tabelle A 18 enthalten. Analog dazu sind in Tabelle A 19 die Ergebnisse der Partikel PM₁₀-Messungen (automatische Messung) an diesen Standorten aufgeführt.

Der Anteil von Partikel PM_{2,5} am Partikel PM₁₀ ist sehr stark von der Höhe und der Art der Belastung am jeweiligen Standort abhängig. Die Tabelle A 20 enthält die prozentualen Anteile von Partikel PM_{2,5} an der Partikel PM₁₀-Fraktion. Parallel dazu sind in Tabelle A 21 die komplementären Anteile der „coarse fraction“ (= Grobfraction, dae von 2,5 µm bis 10 µm) ausgewiesen.

Der „coarse fraction“-Anteil ist an den stark verkehrsbeeinflussten Standorten erfahrungsgemäß höher als an Standorten im Hintergrund. An den Standorten im ländlichen Hintergrund

überwiegen die feineren Partikel ($\leq \text{PM}_{2,5}$). Die Abbildung 23 visualisiert die Entwicklung des „coarse fraction“-Anteils nach Stationsklassen, beginnend im Jahr 2008.

Zurückblickend ist, über alle Stationsklassen hinweg, ein ansteigender Trend erkennbar. Dies bedeutet, dass das allgemein sinkende Belastungsniveau bei den Partikeln offensichtlich mit einer Erhöhung des Anteils der Grobfraktion verbunden ist. Im ländlichen Hintergrund lagen die Anteile der Grobfraktion in der Vergangenheit stets bei $\leq 25\%$. Seit dem Jahr 2017 hat sich der Anteil dort kontinuierlich erhöht, ist jedoch im Berichtsjahr wieder leicht gesunken und liegt mit 35% in etwa auf dem Niveau im städtischen Hintergrund (34%). An den verkehrsnahen Standorten erreichte die Grobfraktion nach deutlichem Anstieg im Jahr 2019 ihr Maximum (Anteil 50%). Da sich die Grobfraktion überwiegend aus nichtauspuffbedingten Quellen wie Abrieb von Reifen, Fahrbahn und Bremsen sowie der Wiederaufwirbelung dieser Partikel generiert, ist zu vermuten, dass eine Zunahme des innerstädtischen Fahrzeugverkehrs hier zumindest teilweise ursächlich sein könnte. Dies würde zudem auch einen Erklärungsansatz für den Rückgang des Anteils der Grobfraktion im Folgejahr 2020 liefern, denn die COVID-19-Pandemie hatte deutliche Auswirkungen auf das Verkehrsaufkommen im gewerblichen Bereich und auf das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung.

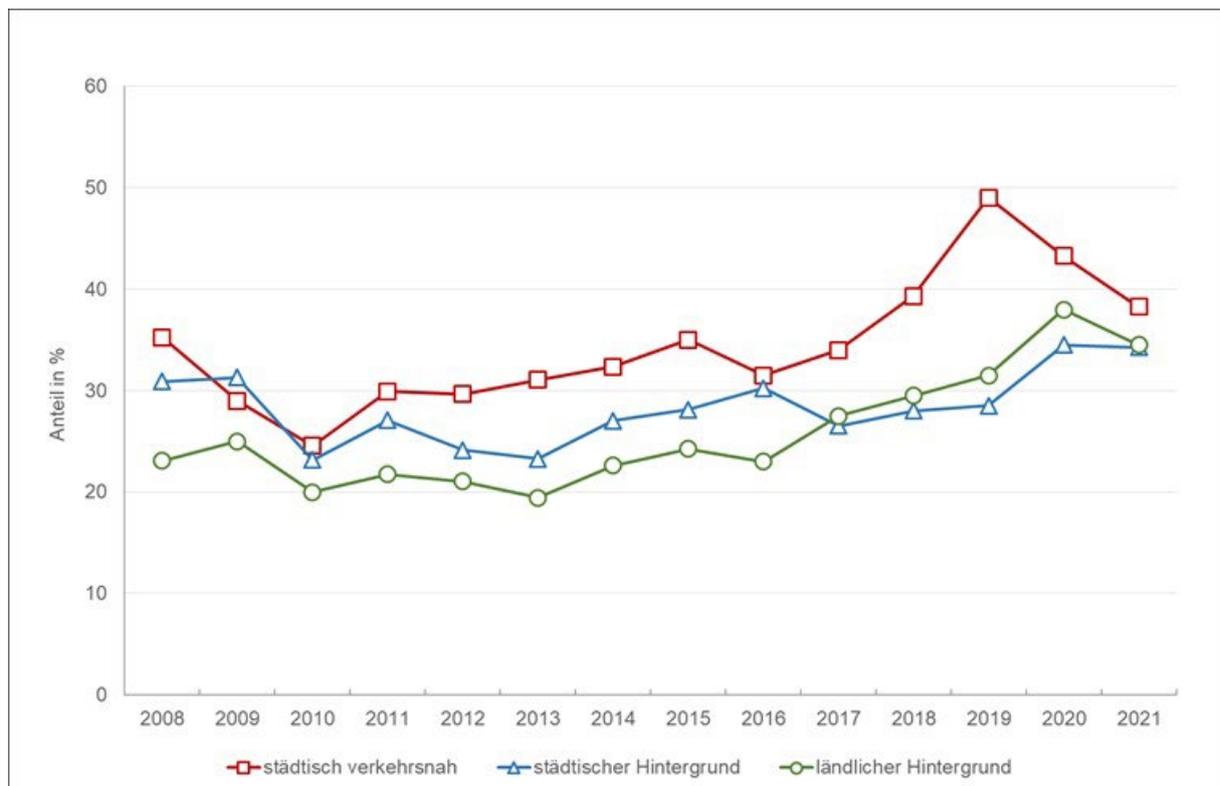


Abbildung 23: Entwicklung des Anteils der Grobfraktion im Feinstaub (Partikel PM₁₀) nach Stationsklassen

Am Beispiel der im ländlichen Hintergrund gelegenen Messstation Domäne Bobbe visualisiert Abbildung 24 die Entwicklung des Anteils vom PM_{2,5} am PM₁₀ ab dem Jahr 2010.

Erkennbar ist ein abnehmender Trend und da die Belastung an quellfernen Standorten nicht unwesentlich durch Ferntransporte beeinflusst wird, ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung im Zusammenhang mit dem verminderten Auftreten von Partikelepisoden in den letzten Jahren steht (Abbildung 25). Die „klassischen“ Partikelepisoden der Vergangenheit traten häufig unter Hochdruckeinfluss auf und waren durch Schadstofftransporte feinerer Partikel ($\leq \text{PM}_{2,5}$) aus südöstlicher Richtung gekennzeichnet. Das Ausbleiben dieser Episoden führt letztlich auch zu einer Abnahme der $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen, zumindest an quellfernen Standorten.



Abbildung 24: Entwicklung des Anteils vom $\text{PM}_{2,5}$ am PM_{10} am Beispiel einer Messstation im ländlichen Hintergrund (Domäne Bobbe)

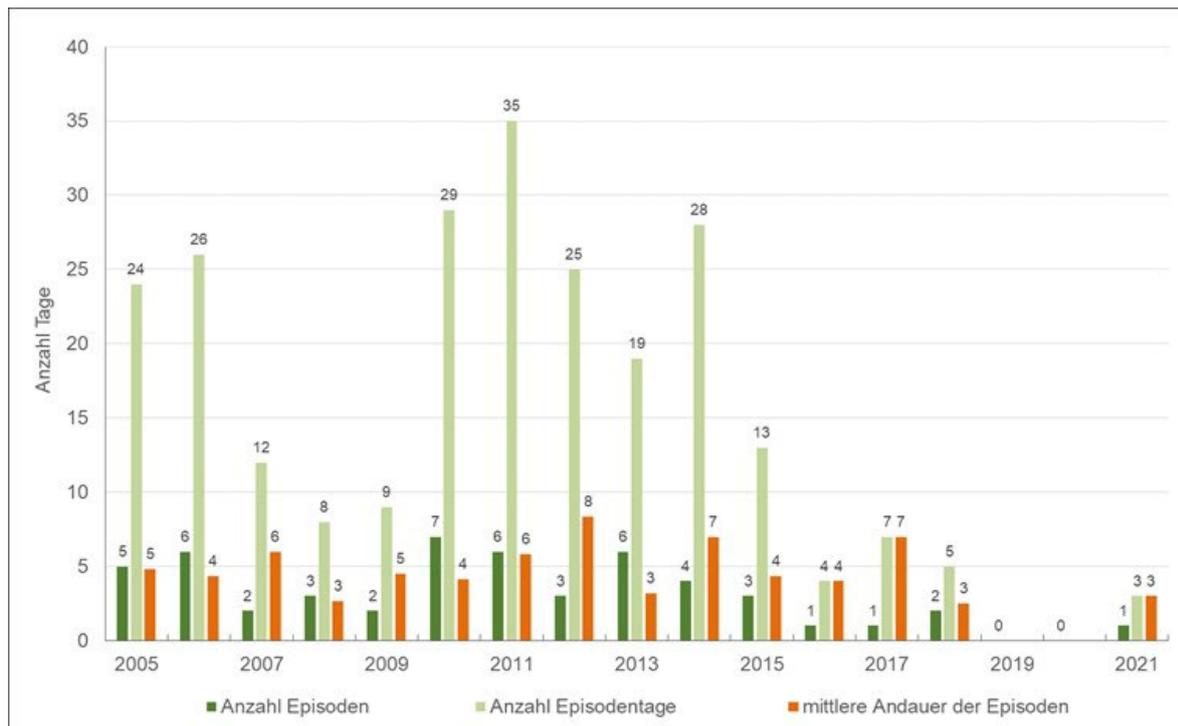


Abbildung 25: Übersicht der Feinstaubepisoden in Sachsen-Anhalt (2005 – 2021)

5.2.3 Bewertung der Jahresmittelwerte für Partikel (PM₁₀, PM_{2,5}) unter Berücksichtigung der WHO-Richtwerte

In den bisherigen Ausführungen erfolgte die Bewertung der Partikelmessergebnisse ausschließlich anhand der aktuell gültigen Grenzwerte gemäß der 39. BImSchV bzw. der Richtlinie 2008/50/EG. Im Folgenden werden die Jahresmittelwerte 2021 mit Hinblick auf die deutlich strengeren Richtwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) betrachtet. Im September 2021 hat die WHO nach einer umfassenden Bestandsaufnahme von Forschungsergebnissen ihre globalen Luftqualitätsleitlinien für die Außenluft aktualisiert. Diese neuen Luftqualitätsleitlinien (WHO Air Quality Guidelines) sind sehr ambitioniert und sie verdeutlichen die erheblichen Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Gesundheit.

Neben den neuen Richtwerten wurden zusätzlich jeweils vier Interim Targets (Zwischenziele) definiert, siehe Abschnitt 2 (Tabelle 3). Diese Interim Targets (IT) liegen zum Teil oberhalb der EU-Grenzwerte und werden deutschlandweit bereits eingehalten (IT 1 bis IT 3 für PM₁₀ und PM_{2,5}). Insofern liegt der Fokus bei den nachfolgenden Betrachtungen im Sinne der Vorsorge auf den definierten Richtwerten.

Für Partikel PM₁₀ beträgt der neue WHO-Richtwert 15 µg/m³ als Jahresmittelwert. Er liegt damit erheblich niedriger als der aktuellen EU-Grenzwert (40 µg/m³). Dieser Richtwert wird aktuell an allen verkehrsnahen Standorten überschritten (Abbildung 26). Insgesamt gesehen konnte dieser sehr viel strengere aber nicht rechtsverbindliche Wert im Jahr 2021 damit nur an 14 von 22 Stationen eingehalten werden.

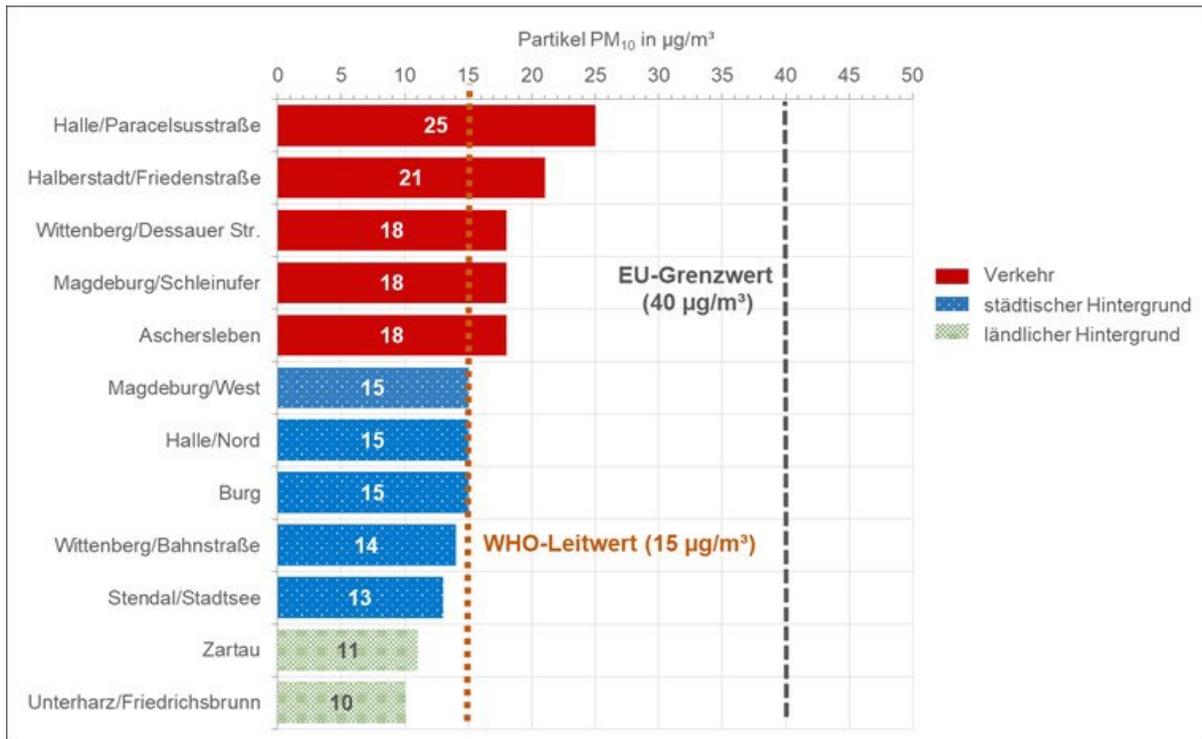


Abbildung 26: Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte 2021 ausgewählter Stationen in Sachsen-Anhalt in Bezug auf den WHO-Richtwert (2021) und EU-Grenzwert

Die WHO hat den bisherigen Richtwert für Partikel PM_{2,5} um die Hälfte reduziert. Der neue Richtwert (2021) liegt nun bei 5 µg/m³ und damit nur bei einem Fünftel des aktuell gültigen EU-Grenzwertes (25 µg/m³, gültig seit 01.01.2015). Die kleineren Partikel sind aufgrund der gesundheitlichen Wirkungen von höherer Bedeutung, da sie tiefer in die Atemwege eindringen können.

Abbildung 27 visualisiert die Partikel PM_{2,5}-Jahresmittelwerte 2021 der LÜSA-Messstationen mit Blick auf den WHO-Richtwert sowie den EU-Grenzwert. Letzterer wird aktuell an allen Standorten sicher eingehalten. Der neue WHO-Richtwert kann aktuell an keinem Standort eingehalten werden und wird demzufolge selbst im ländlichen Hintergrund überschritten.

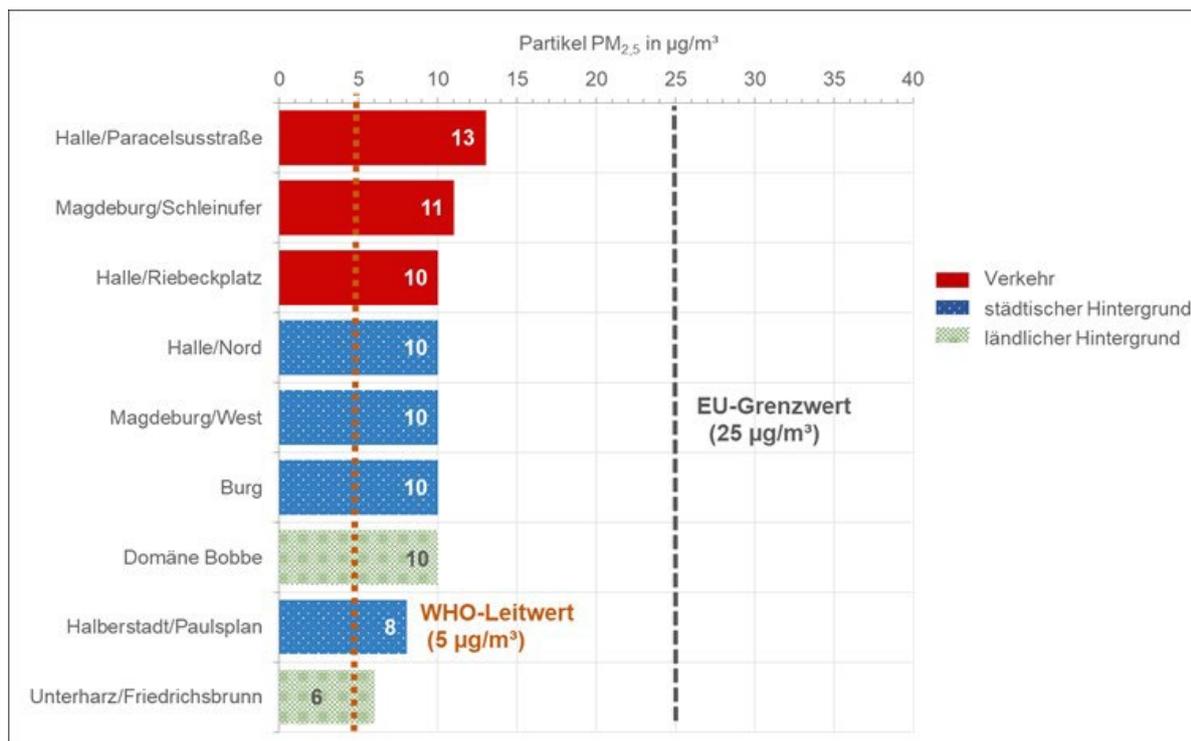


Abbildung 27: Partikel PM_{2,5}-Jahresmittelwerte 2021 ausgewählter Stationen in Sachsen-Anhalt in Bezug auf den WHO-Richtwert (2021) und EU-Grenzwert

5.3 Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM₁₀

In der Fraktion Partikel PM₁₀ wird für einige Messstationen eine Staubinhaltsstoffanalyse durchgeführt. Ausgewertet werden die Konzentrationen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen sowie Arsen im Feinstaub. Die Ergebnisse dieser Staubinhaltsstoffanalysen werden in den folgenden beiden Abschnitten dargestellt.

5.3.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Als Leitkomponente der PAK wird Benzo(a)pyren herangezogen, das einen Anteil von 5 bis 10 % an der Gesamtfraktion der PAK hat. In der 39. BImSchV ist ein Zielwert für den Jahresmittelwert von partikelgebundenem B(a)P im Partikel PM₁₀ festgelegt. Dieser Zielwert beträgt 1 ng/m³ und sollte ab dem 01.01.2013 nicht mehr überschritten werden. Zusätzlich zu Benzo(a)pyren wurden im Jahr 2021 folgende PAK an den Messstationen Wittenberg/Des-sauer Straße (M002), Magdeburg/Guericke-Straße (M205), Halle/Riebeckplatz (HERP) und Burg (BUCO) mit Probenahme an jedem dritten Tag bestimmt:

- B(a)A Benzo(a)anthracen
- B(ghi)P Benzo(ghi)perylen
- COR Coronen
- B(k)F Benzo(k)fluoranthen
- IND Indeno(1,2,3)pyren

Für die Stationen Burg und Magdeburg/Guericke-Straße wurden zusätzlich die folgenden PAK bestimmt:

- B(b)F Benzo(b)fluoranthen
- CHR Chrysen
- DB(ah)A Dibenzo(ah)anthracen

Die Jahresmittelwerte 2021 für die erhobenen PAK sind in der Tabelle A 22 enthalten. Zusätzlich zeigt Abbildung 28 die Jahresmittelwerte 2021 an den o.g. Messstationen für ausgewählte PAK als Summendarstellung.

Das höchste Belastungsniveau weist, wie auch in den vorangegangenen Jahren, die Station Wittenberg/Dessauer Straße auf. Bei dieser Station handelt es sich, wie in Magdeburg/Guericke-Straße und Halle/Riebeckplatz, um eine verkehrsbezogene Station. Allerdings ist die Dessauer Straße umgeben von Wohngebieten mit Einfamilienhäusern und angeschlossenen Gärten. Eine erhöhte Belastung durch Kaminfeuer ist daher naheliegend. Zudem ist in der Stadt Wittenberg sowohl im Februar und März als auch im Oktober und November zu vorgegebenen Zeiten die Gartenabfallverbrennung erlaubt, im Jerichower Land (Burg) und den kreisfreien Städten Magdeburg und Halle (Saale) jedoch nicht. Als weiterer Grund für die vergleichbar hohe Belastung in Wittenberg wird der erhöhte Lkw-Anteil am Verkehrsaufkommen angeführt. Mit dem Beginn des Baus des Magdeburger City Tunnels im Jahr 2016 hat sich die Verkehrsbelastung der Otto-von-Guericke-Straße reduziert, sodass auch die Belastung mit PAK als rückläufig beobachtet werden konnte.

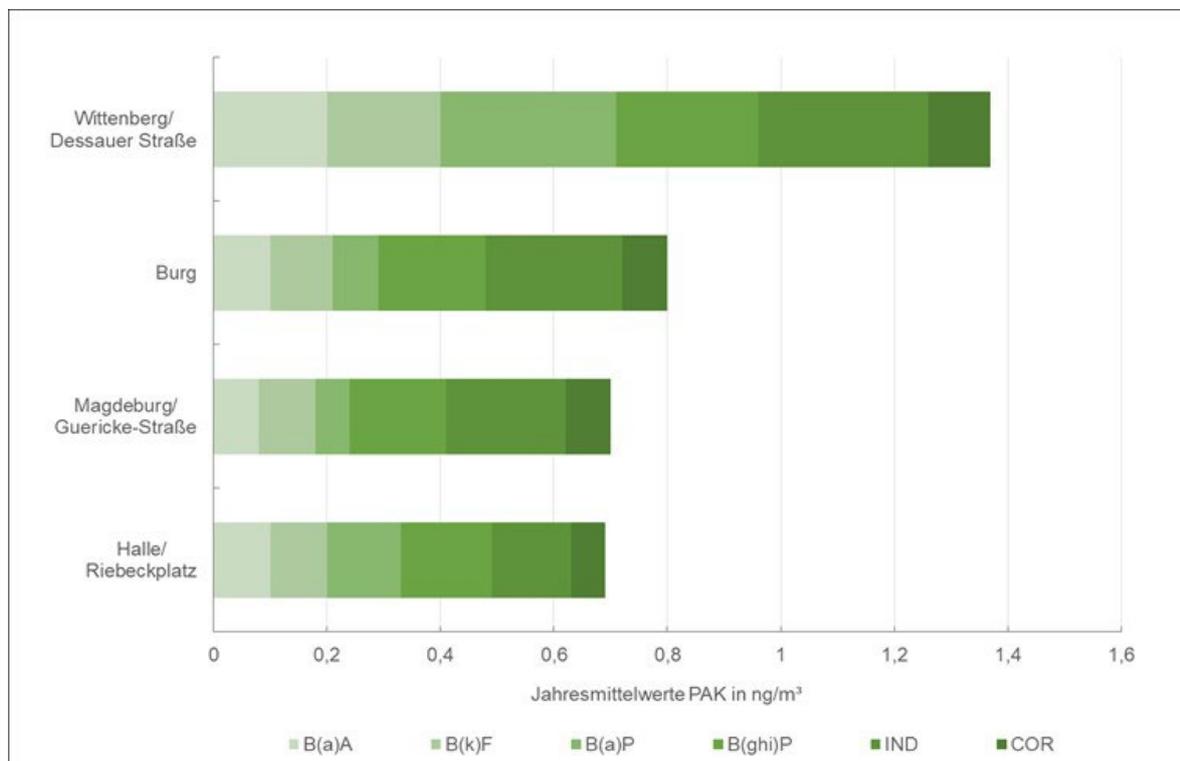


Abbildung 28: Jahresmittelwerte ausgesuchter polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe für das Jahr 2021

Abbildung 29 zeigt den Verlauf der Jahresmittel von Benzo(a)pyren für die Messstationen Magdeburg Damaschkeplatz/Guericke-Straße, Wittenberg/Dessauer Straße und Burg, an denen die PAK über einen längeren Zeitraum hinweg bestimmt worden sind. Gut erkennbar ist das höhere Konzentrationsniveau an der Verkehrsstation in Wittenberg/Dessauer Straße aus den oben erläuterten Gründen. Darüber hinaus wird deutlich, dass sich die Jahresmittelwerte für Benzo(a)pyren für die Verkehrsmessstation Magdeburg/Guericke-Str. und die Stadtgebietsmessstation Burg lediglich geringfügig unterscheiden. In 2017 und 2018 übersteigen die an der Messstation Burg ermittelten Konzentrationen sogar die der Guericke-Straße. Im Fall der Station Burg kommt teilweise der Einfluss kleiner Holzheizungen zum Tragen, was frühere Untersuchungen ergeben haben.

Der Zielwert für Benzo(a)pyren wurde im Jahr 2021 in Burg zu 8 % erreicht und somit ist im Vergleich zum Jahr 2020 eine leichte Erhöhung des Jahresmittelwertes zu verzeichnen. In Wittenberg wurde der Zielwert zu 31 % ausgeschöpft, was bezogen auf das Jahr 2020 ebenfalls eine leichte Erhöhung bedeutet. Im Januar 2016 wurde mit der Messung polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe an der Verkehrsmessstation Magdeburg/Guericke-Straße begonnen, nachdem die Station Damaschkeplatz baustellenbedingt abgebaut werden musste. Der Zielwert für Benzo(a)pyren wurde im Jahr 2021 an der Messstation Magdeburg/Guericke-Straße lediglich zu 6 % ausgeschöpft. Der beobachtete starke Rückgang im Jahr 2020 an allen drei Messstationen ist in Teilen auch auf die Reduzierung des Verkehrsaufkommens während der COVID-19-Pandemie zurückzuführen. Eine solche Reduzierung konnte im Jahr 2021 nicht mehr in diesem Maße beobachtet werden (Abschnitt 5.1.1).

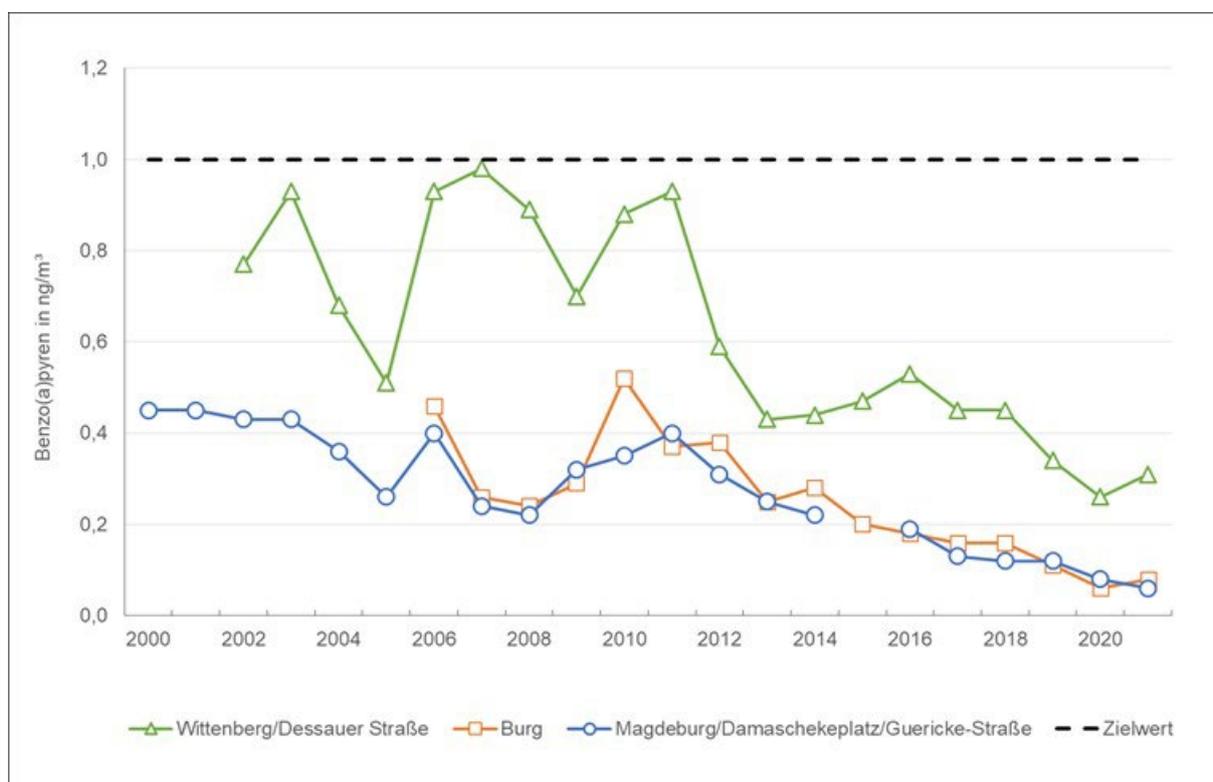


Abbildung 29: Entwicklung der Benzo(a)pyren-Konzentrationen im Partikel PM₁₀

5.3.2 Schwermetalle

Schwermetalle sind Metalle, die eine höhere Dichte als $5,0 \text{ g/cm}^3$ aufweisen. Überwiegend an kleinere Staubpartikel gebunden, können sie mit der Luftströmung weit transportiert werden und beim Einatmen in die Lunge gelangen. Einige von ihnen sind bereits in geringen Mengen toxisch. Dazu gehören beispielsweise Kadmium, Blei und Quecksilber. Dies gilt auch für das Halbmetall Arsen.

Im Jahr 2021 wurden Schwermetalle und Arsen als Inhaltsstoffe der Feinstaub-Fraktion Partikel PM_{10} an den LÜSA-Messstationen Burg (städtischer Hintergrund), Wittenberg/Dessauer Straße (Verkehrsschwerpunkt) und Domäne Bobbe (ländlicher Hintergrund) bestimmt.

Die 39. BImSchV, die LAI und die WHO haben für die einzelnen Komponenten verschiedene Bewertungsmaßstäbe angesetzt (Abschnitt 10.3). Diese sind in Tabelle A 23 aufgeführt, zusammen mit den Jahresmittelwerten aus dem Vorjahr. An allen drei Stationen ist der Jahresmittelwert für Nickel angestiegen. Während an den Hintergrundstationen auch ein leichter Anstieg im Jahresmittel für Vanadium zu verzeichnen ist, zeigt sich an der Verkehrsstation Wittenberg/Dessauer Straße ein leichter Anstieg im Jahresmittelwert für Blei. Trotzdem werden der Immissionsgrenzwert für Blei, die Zielwerte für Arsen, Kadmium, Nickel, der Richtwert für Mangan sowie die vorgeschlagenen Beurteilungswerte für Vanadium und Chrom deutlich eingehalten.

5.4 Ozon

Die Beurteilung der bodennahen Ozonkonzentrationen erfolgt gemäß den Zielwerten, langfristigen Zielen und Alarmschwellen der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation (Abschnitt 2, Tabelle 2).

Für eine flächendeckende Überwachung der Ozonkonzentration, zur Untersuchung der regionalen Besonderheiten sowie zur Auswertung des Ozonbildungspotentials standen im Jahr 2021 in Sachsen-Anhalt 16 Messreihen mit einer mittleren Verfügbarkeit der 1-h-Mittelwerte von 98 % zur Verfügung. Die Verfügbarkeiten an den einzelnen Stationen sind in Tabelle A 3 angegeben.

Tabelle A 24 enthält die Jahresmittelwerte Ozon als Kenngröße für die mittlere Belastung der Jahre 2020 und 2021.

Ozon wird nicht direkt emittiert, sondern aus bestimmten Vorläuferstoffen (Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen) bei intensiver Sonneneinstrahlung gebildet. Wegen dieser vielen Schwankungen unterliegenden Einflussgrößen, insbesondere der Abhängigkeit vom Wetter, ist es schwer, Aussagen über den Langzeittrend zu machen.

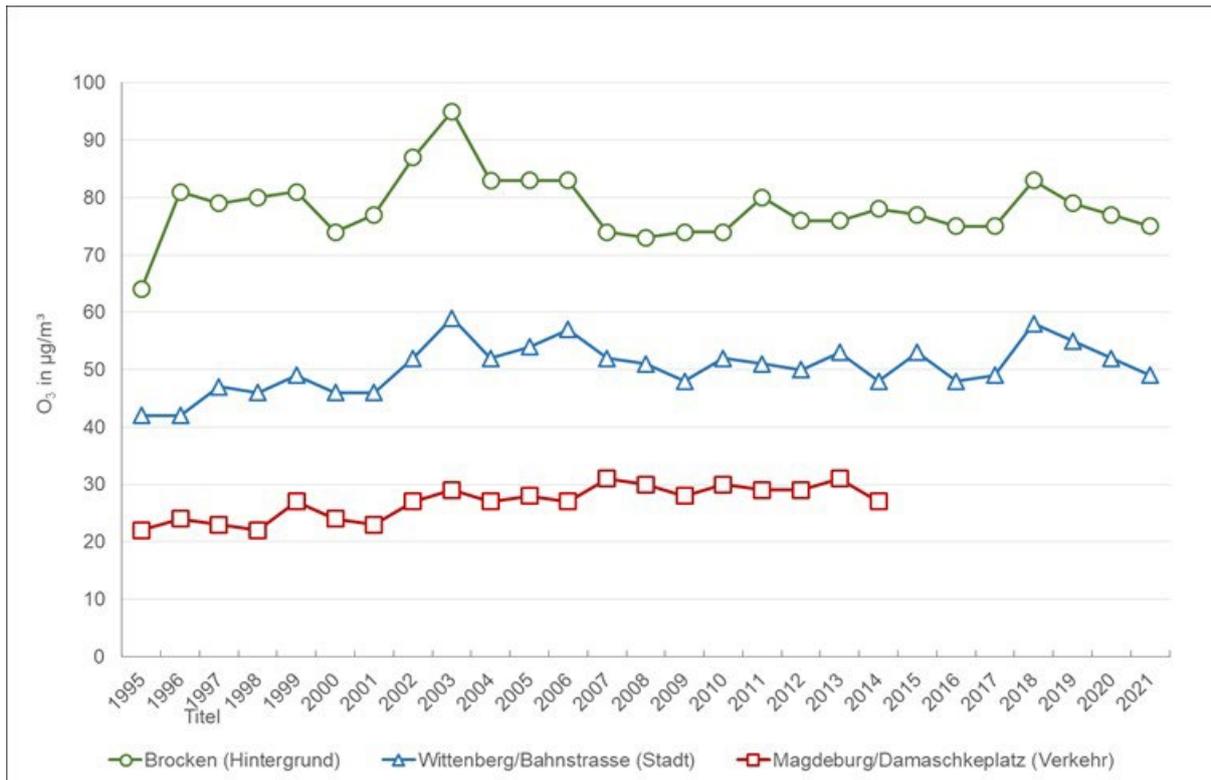


Abbildung 30: Verlauf der Jahresmittelwerte Ozon in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Beispiel einer Berg- einer städtischen Hintergrund- und einer städtisch verkehrsnahen Station

Die Abbildung 30 visualisiert die Jahresmittelwerte des Ozons der Jahre 1994 bis 2021 am Beispiel einer Bergstation, einer städtischen Hintergrundstation und einer städtisch verkehrsnahen Station.

Der Sommer 2021 war im Vergleich zum langjährigen Mittel zu warm aber sonnenscheinarm und niederschlagsreich. Auf Grund der für die O_3 -Bildung ungünstigen Witterungsbedingungen, kam es auch 2021 - als das dritte Jahr infolge - zum Rückgang der mittleren Konzentrationen.

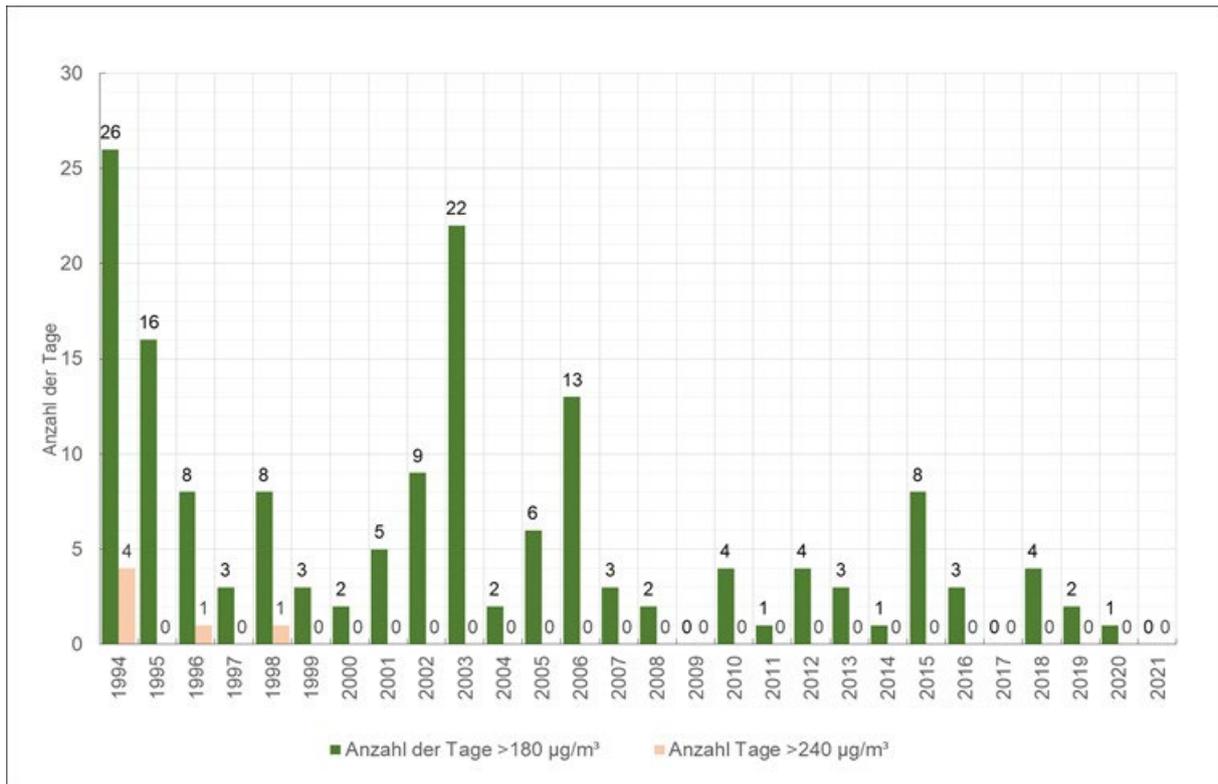


Abbildung 31: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwertes für Ozon zur Information der Bevölkerung (180 µg/m³) und der Alarmschwelle (240 µg/m³); Bezug: 1-h-Mittelwert

Seit 1990 gehen die O₃-Spitzenwerte sowohl in der Höhe, als auch in der Häufigkeit ihres Auftretens zurück. Grund für diese erfreuliche Entwicklung ist die geringere Freisetzung der zur Ozonbildung beitragenden Vorläuferstoffe (Stickstoffoxide, flüchtige Kohlenwasserstoffe). Im Jahr 2021 traten keine Überschreitungen der O₃-Informations- und Alarmschwelle auf (Abbildung 31 und Tabelle A 25).

Der Zielwert der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt 120 µg/m³ als höchster 8-h-Mittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über drei Jahre und ist seit dem Jahr 2013 gültig (Tabelle A 26).

Er wurde in Sachsen-Anhalt nur an der Bergmessstation auf dem Brocken überschritten, da der Brocken sich aufgrund seiner Höhe oftmals in der O₃-Reservoirschicht befindet (Abbildung 32).

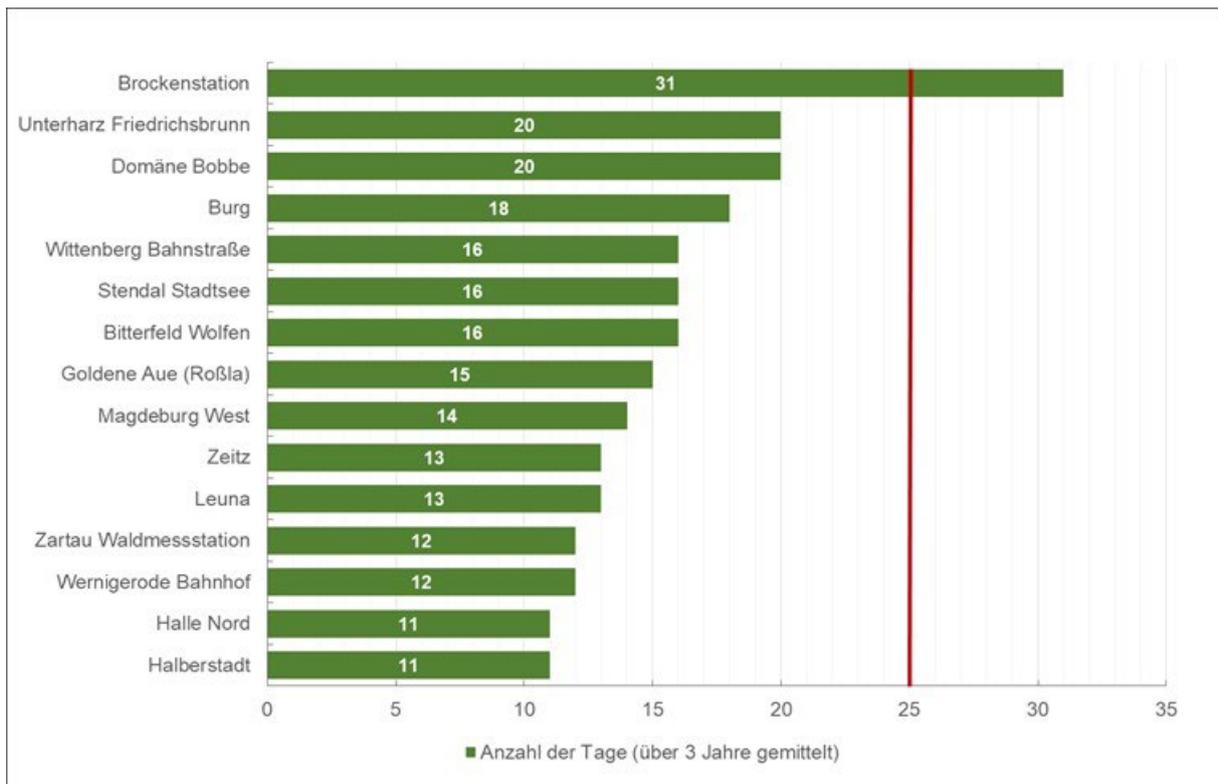


Abbildung 32: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Zielwertes für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemittelt über 3 Jahre ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuhalten als höchster 8-h-Mittelwert ab dem Jahr 2010)

Weiterhin werden in der 39. BImSchV zudem Langfristzielwerte definiert, wobei das Jahr 2020 als Zieldatum herangezogen wird. Langfristzielwerte kennzeichnen die Schwelle, unterhalb derer direkte schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt nach den derzeitigen wissenschaftlichen Erkenntnissen unwahrscheinlich sind.

Der Langfristzielwert mit Zieldatum 2020 - $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als stündlich gleitender Achtstundemittelwert darf nicht überschritten werden - wurde wie bereits 2020 auch im Jahr 2021 an keiner LÜSA-Station eingehalten.

Die Luftgüteleitlinien der Weltgesundheitsorganisation geben eine zuverlässige Orientierungshilfe bei der Prüfung von möglichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung und haben weltweit Gültigkeit.

Der Richtwert der WHO in Bezug auf die längerfristige Belastung (Peak Season) wurde im Jahr 2021 an allen Stationen verfehlt (Abbildung 33).

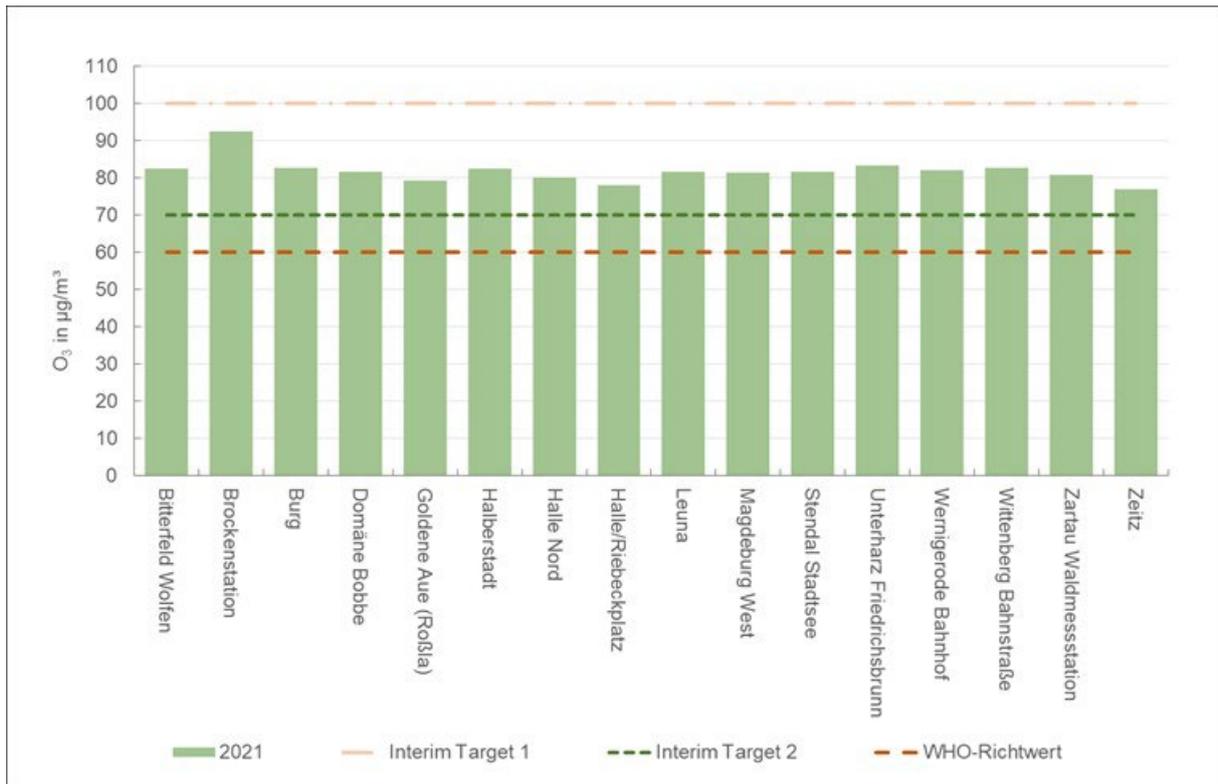


Abbildung 33: Beurteilung der O₃-Peak Season⁴⁾ nach dem seit 2021 gültigen WHO-Richtwert und den dazu gehörigen Interim Targets

Der Richtwert für Ozon 2005 (100 µg/m³ als 8-h-Mittelwert) wird an allen LÜSA-Stationen an einer großen Anzahl von Tagen im Jahr überschritten (Tabelle A 28). Das gilt auch für den neuen Richtwert für Ozon 2021 (100 µg/m³, 99. Perzentil). Das heißt, die Messwerte liegen also ausnahmslos über den alten und neuen Bewertungsmaßstäben.

Die Entwicklung der Anzahl der Tage pro Jahr, an denen an mindestens einer LÜSA-Station ein 8-h-Mittelwert größer 120 µg/m³ bzw. größer 100 µg/m³ auftrat, visualisiert Abbildung 34.

Zum Schutz der Vegetation vor hohen Ozonbelastungen wurde ein Zielwert (AOT40) festgelegt (vgl. Abschnitt 2). Für die Ermittlung werden in Sachsen-Anhalt gemäß der EU-Richtlinie acht Hintergrund-Messstationen herangezogen.

Dieser für die Belastung der Vegetation durch Ozon repräsentative Wert sollte 18000 (µg/m³)h im Mittel über fünf Jahre nicht überschreiten. Er ist allerdings erst seit dem Jahr 2015 zu bewerten. Dieser Zielwert wurde im Jahr 2016 und 2017 an allen betrachteten Messstationen eingehalten, 2018, 2019 und 2020 wird er an der Bergmessstation auf dem Brocken überschritten und im Jahr 2021 wieder im gesamten LÜSA eingehalten (Abbildung 35).

Als Langfristziel sollen 6000 (µg/m³)h nicht überschritten werden (Tabelle A 27). Das Langfristziel wurde an keiner LÜSA-Messstation erreicht.

⁴ Mittelwert der tägl. maximalen 8-Stundenmittelwerte von Ozon innerhalb der sechs aufeinander folgenden Monate mit den höchsten Ozonkonzentrationen (hier: April-September)

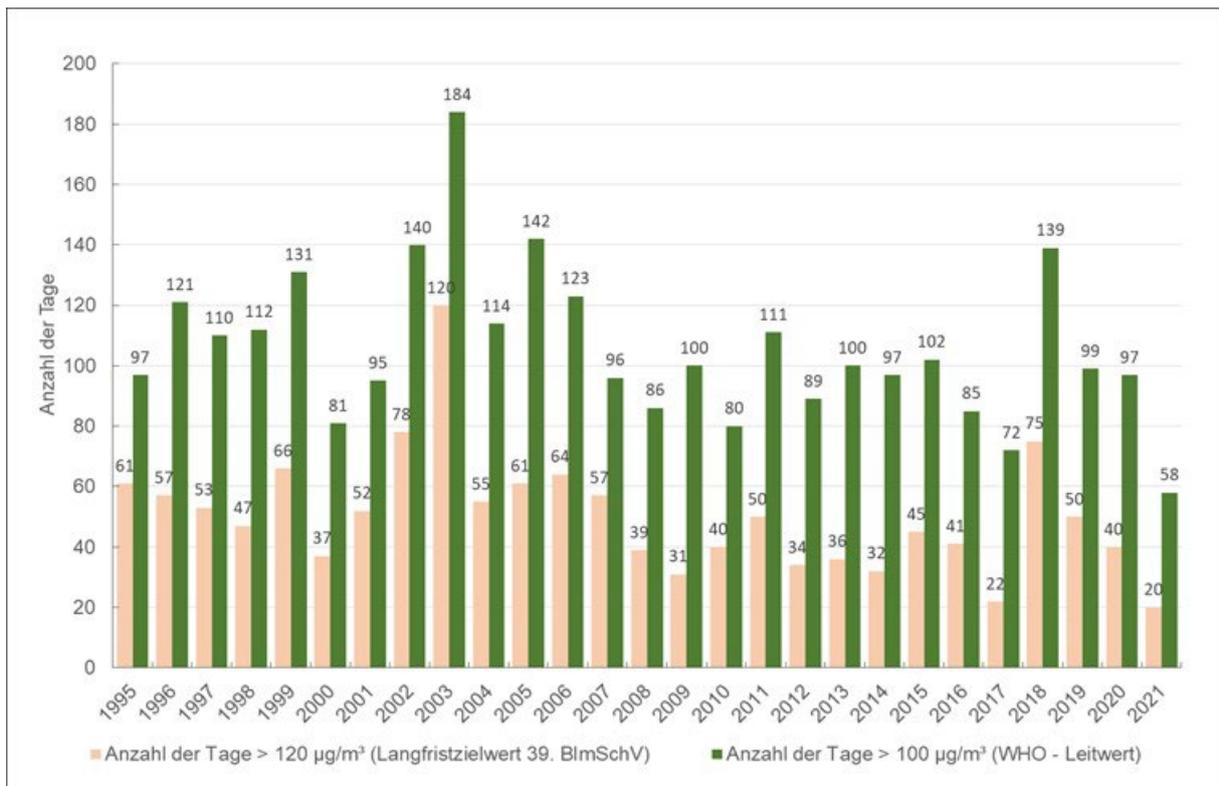


Abbildung 34: Anzahl der Tage pro Jahr, an denen an mindestens einer LÜSA-Station ein 8-h-Mittelwert für Ozon größer 120 µg/m³ bzw. 100 µg/m³ auftrat



Abbildung 35: AOT40-Werte für Ozon an Messstationen zur Überwachung von empfindlichen Ökosystemen (Mittel über 5 Jahre in (µg/m³)h)

5.5 Black Carbon

5.5.1 Ermittlung von BC des LÜSA

Im LÜSA werden automatische, optische Messungen des schwarzen Kohlenstoffs (Black Carbon) vorgenommen. Durch die spektrale Erfassung der optischen Eigenschaften der Partikel können auch spezifische Aussagen zu Quellgruppen (Unterscheidung des Anteils von Ruß aus Biomasseverbrennung und der Verbrennung fossiler Brennstoffe) und deren quantitativen Beiträgen getroffen werden.

Im Jahr 2021 erfolgten Messungen von Black Carbon an den Verkehrsmessstationen Magdeburg/Schleiufer und Halle/Paracelsusstraße, zwei Stationen im städtischen (Magdeburg/West und Halle/Nord) und einer Messstation im ländlichen Hintergrund (Zartau). Die für die Jahre 2019 bis 2021 erhaltenen Jahresmittelwerte aller Messstationen sind in der Tabelle A 29 zusammengestellt. Die Datenverfügbarkeit für die Hallenser Messstationen war 2019 jedoch nicht ausreichend, so dass sich dort keine geschlossene Zeitreihe der Jahresmittelwerte ergibt. Erwartungsgemäß ist 2021 der Jahresmittelwert für die Verkehrsmessstationen am höchsten und der für die Station im ländlichen Hintergrund am geringsten. Dabei zeigt die Station Halle/Paracelsusstraße das höchste Belastungsniveau, welches auf die im Vergleich höhere Verkehrsbelastung zurückzuführen ist. Der Jahresmittelwert für die Stationen im städtischen Hintergrund liegt höher als im ländlichen Hintergrund, wobei die Belastung in Halle geringer ist als in Magdeburg. Während an der Verkehrsstation Magdeburg/Schleiufer ein stetiger Belastungsrückgang zu verzeichnen ist, wurde 2021 an allen anderen Messstationen eine leichte Zunahme der Belastung verzeichnet.

Die nachfolgende Abbildung 36 zeigt die jeweiligen Anteile für BC aus der Biomasseverbrennung (BC_{bb}) und resultierend aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe (BC_{ff}) für die drei Messstationen mit geschlossener Zeitreihe im Vergleich der letzten drei Jahre. Die Summe der Anteile BC_{ff} und BC_{bb} ergibt die Gesamtkonzentration von Black Carbon.

Hinsichtlich der Größenordnung für die Parameter BC_{ff} und BC_{bb} ist in allen drei Jahren die erwartete Abstufung zu verzeichnen. Sie sind im Falle der Verkehrsmessstation Magdeburg/Schleiufer am größten und am Standort Zartau am geringsten.

Betrachtet man die Anteile von BC_{bb} am Gesamt-BC, so ergeben sich für die Stationen im ländlichen und städtischen Hintergrund erwartungsgemäß größere Anteile für BC_{bb} im Vergleich zur Verkehrsmessstation. Als Ursache ist u.a. der zunehmende Anteil an Holzheizungen im innerstädtischen Bereich zu sehen.

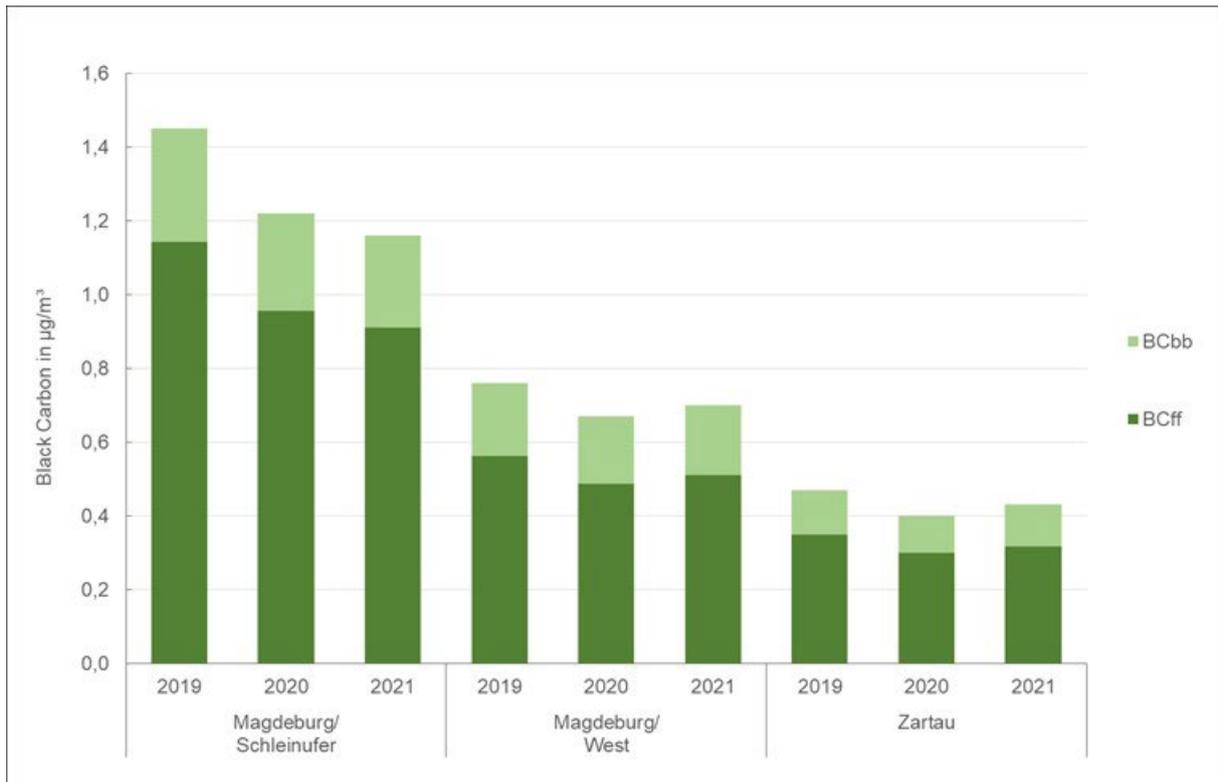


Abbildung 36: Vergleich der Jahresmittelwerte für BC_{ff} und BC_{bb}, die in ihrer Summe die Konzentration von Black Carbon (BC) ergeben

5.5.2 Ermittlung von BC mit NUPS

Zur Bestimmung von BC bzw. des verkehrstypischen Schadstoffs Ruß werden als Ergänzung zu den automatischen Messungen des LÜSA an ausgewählten Standorten Messungen mittels Netzunabhängigen Probenahmesystemen (NUPS) durchgeführt. Im Jahr 2021 wurde BC an 10 innerstädtischen Messstandorten ermittelt. Einen Überblick und die genaue Beschreibung der Messstandorte enthalten die Tabelle A 6. Die Auswahl erfolgte nach Messstandorten an stark befahrenen Straßen oder Verkehrsknotenpunkten. Im Gegensatz zu den Messungen des LÜSA, die BC in der PM_{2,5}-Fraktion bestimmen, wird mittels NUPS der BC im gesamten abgeschiedenen Staub erfasst.

Die Ergebnisse der BC-Messungen sind im folgenden Diagramm dargestellt (Abkürzungen der Messstandorte sind der Tabelle A 6 zu entnehmen).

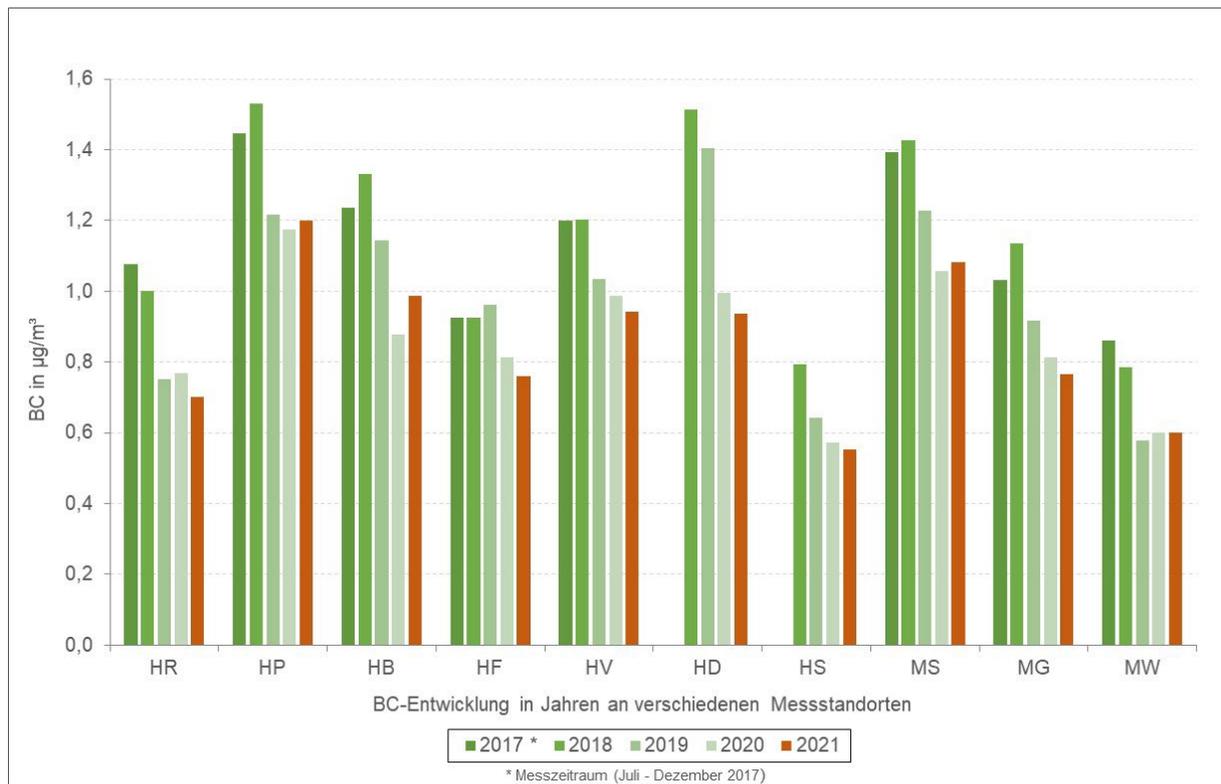


Abbildung 37: Jahresmittelwerte von Black Carbon mit NUPS

Die Konzentration von BC mittels NUPS hat sich im Jahr 2021 bis auf die Messstandorte HP (Halle, Paracelsusstraße), HB (Halle, Burgstraße) und MS (Magdeburg, Schleinufer) im Vergleich zum Vorjahr verringert. Die ermittelten BC-Konzentrationen an den einzelnen Messstandorten liegen im Bereich von 0,6 bis 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, wobei die höchsten Konzentrationen an den verkehrsnahen Messstandorten HP (Halle, Paracelsusstraße) und MS (Magdeburg, Schleinufer 12) festgestellt wurden.

5.6 Benzol, Toluol und Xylole

Haupt-Emissionsquelle von Benzol ist zu mehr als 90 % der Kraftfahrzeugverkehr. In Ballungsgebieten und besonders an stark befahrenen Straßen ist mit erhöhten Benzolbelastungen zu rechnen. Deshalb wurde Benzol im Jahr 2021 in den Städten Magdeburg und Wittenberg an verkehrsbezogenen Stationen registriert. Zusätzlich ist die Stadtgebietsmessstation Magdeburg/West, welche sich in einem Wohngebiet befindet, mit einem BTX-Messgerät ausgerüstet, um den Trend der Benzol-Belastung im städtischen Hintergrundbereich erfassen zu können. Auch der Lösemiteleinsatz in der Industrie stellt eine Emissionsquelle für die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole dar. Deshalb sind die LÜSA-Messstationen in Leuna und Bitterfeld/Wolfen ebenfalls mit BTX-Messgeräten ausgerüstet.

Die Jahresmittelwerte für Benzol, Toluol und Summe der Xylole sind in Tabelle A 30 aufgeführt. An der Verkehrsmessstation in Wittenberg/Dessauer Straße wurde mit 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ der höchste Jahresmittelwert 2021 für Benzol im Land Sachsen-Anhalt ermittelt. Im Vergleich zum Vorjahr ist an vier der in Tabelle A 30 aufgeführten Messstationen eine Stagnation der Jahresmittelwerte bezüglich der Messkomponente Benzol zu verzeichnen. Nur am Verkehrsschwerpunkt Wittenberg/Dessauer Straße ist eine leichte Erhöhung der Benzolbelastung im

Vergleich zum Vorjahr festzustellen. In der 39. BImSchV ist für Benzol ein Grenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgeschrieben, einzuhalten ab dem 01.01.2010. Dieser wird an allen LÜSA-Stationen sicher eingehalten. Abbildung 38 zeigt eine Gegenüberstellung der für die Verkehrsmessstation Magdeburg/Damaschkeplatz/Guericke-Str. und die Stadtgebietsstation Magdeburg/West gemessenen Jahresmittelwerte für Benzol. Hierbei wird deutlich, dass in den 1990er Jahren die Benzol-Jahresmittelwerte für die Verkehrsstation im Vergleich zur Stadtgebietsstation signifikant höher waren, sich jedoch in den letzten Jahren auf niedrigem Niveau einander annähern. Die andere langjährige Messreihe in Wittenberg/Dessauer Straße zeigt einen vergleichbaren Verlauf. Die Benzol-Immissionen sind landesweit auf niedrigem Niveau, wobei die relativen Belastungsschwerpunkte an den Verkehrsmessstationen mit den höchsten registrierten Werten liegen.

Auch die Komponente Toluol erreichte im Jahr 2021 an der Station Wittenberg/Dessauer Straße den Maximalwert mit $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies bedeutet einen Anstieg um $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Vergleich zum Vorjahr. Im Jahr 2020 wurde an dieser Messstation ein sehr deutlicher Rückgang verzeichnet, der vermutlich mit den Mobilitätseinschränkungen durch die COVID-19-Pandemie zu begründen ist. Da sich die Verkehrszahlen im Jahr 2021 wieder normalisierten (Abschnitt 5.1.1), war mit einer steigenden Belastung zu rechnen. Bis auf die Hintergrundstation Magdeburg/West zeigen auch die anderen Stationen eine leichte Erhöhung in der Belastung mit Toluol. Bei der Summe der Xylole ist im Jahresmittel an allen Stationen ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Lediglich an der Station Wittenberg/Dessauer Straße stagniert die Belastung. Als Zielwert für Toluol und Xylole hat die LAI immissionsbegrenzende Werte von jeweils $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) vorgeschlagen. Diese werden in Sachsen-Anhalt sicher unterschritten. Die Jahresmittelwerte der Xylole (meta-, para- und ortho-Xylol) sowie Ethylbenzol für das Jahr 2021 sind der Tabelle A 31 zu entnehmen.

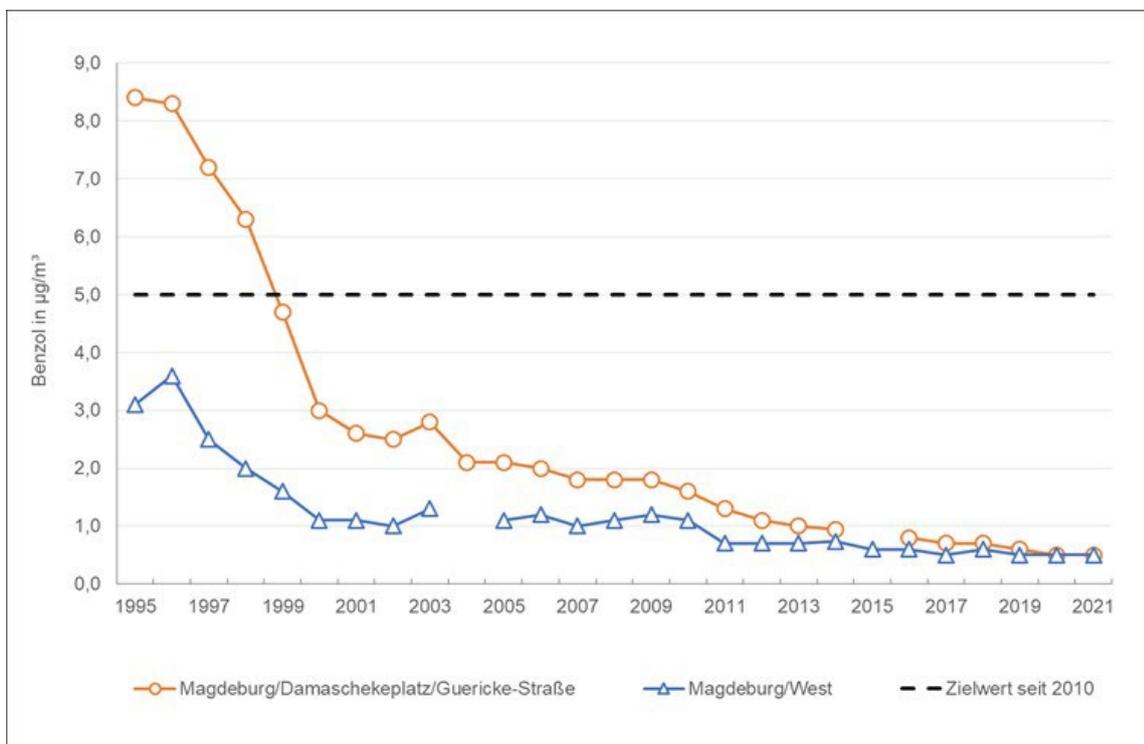


Abbildung 38: Jahresmittelwerte für Benzol für eine Verkehrsmessstation im Vergleich zu einer Messstation im städtischen Hintergrund

5.7 Schwefeldioxid

Da bereits in den Vorjahren im Land Sachsen-Anhalt das Konzentrationsniveau der Schadstoffkomponente Schwefeldioxid nahe oder unterhalb der Nachweisgrenze der genutzten Messgeräte lag, wurde zum Jahresende 2020 die Anzahl der SO₂-Messungen im Land um zwei auf sieben Messstationen verringert. An diesen wurden für das Jahr 2021 die in Tabelle A 32 dargestellten Jahreskenngrößen zur Einschätzung der Immissionsbelastung durch Schwefeldioxid festgestellt. Auswertungen in Bezug auf die gemäß 39. BImSchV definierten kritischen Werte für Schwefeldioxid zum Schutz der Vegetation sind in Tabelle A 33 und Tabelle A 34 einzusehen. An sechs der sieben Messstationen bewegt sich der errechnete Jahresmittelwert der SO₂-Konzentration unterhalb der Nachweisgrenze. Nur in Leuna, einer industrienahen Station, werden noch Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenze gemessen, die auf die Emissionen des nahegelegenen Industrieparks zurückzuführen sind. Allerdings bewegen sich auch diese Konzentrationen mit 3 µg/m³ im Jahresmittel auf einem sehr niedrigen Niveau.

Im Zuge der Auswertungen gemäß der 39. BImSchV konnten zu Grenzwerten und Alarmschwelle wie auch schon in den Vorjahren keine Überschreitungen registriert werden. Es wurde an keiner Messstation des LÜSA eine Überschreitung des Einstunden-Mittelwerts oder des Tagesmittelwerts zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgestellt. Auch der Jahresmittelwert und Winterhalbjahreswert zum Schutz der Ökosysteme wurden an den drei Stationen des ländlichen Hintergrunds (Brocken, Unterharz, Zartau) deutlich eingehalten.

5.8 Kohlenmonoxid

Da die Konzentration des Luftschadstoffs Kohlenmonoxid im Land Sachsen-Anhalt bereits seit vielen Jahren auf einem konstant niedrigen Niveau liegen, wurden zum Jahresende 2020 zwei Messreihen eingestellt. Tabelle A 36 enthält die Jahresmittelwerte der verbliebenen fünf Kohlenmonoxid-Messreihen für das Jahr 2021 und zum Vergleich die Werte des Vorjahres.

Der höchste Jahresmittelwert wurde wie im Jahr 2020 mit 0,3 mg/m³ an den Messstationen in Magdeburg/Schleiufer und Wittenberg/Dessauer Straße ermittelt. Dasselbe Niveau erreichte die Station Wernigerode/Bahnhof, was einen leichten Anstieg im Vergleich zum Vorjahr bedeutet. An den übrigen beiden Stationen mit Verkehrsschwerpunkt wurde ebenfalls eine gleichbleibende Konzentration von 0,2 mg/m³ ermittelt.

Tabelle A 35 enthält die maximalen Achtstundenmittelwerte der Kohlenmonoxid-Konzentrationen. Auf dieses Luftqualitätsmerkmal zielt der seit dem 01.01.2005 einzuhaltende Grenzwert der 39. BImSchV von 10 mg/m³ ab, der im Jahr 2021 wiederum an allen Stationen sehr deutlich unterschritten wurde. Der höchste Achtstundenmittelwert in Höhe von 1,1 mg/m³ wurde im Jahr 2021 an den Stationen Wernigerode/Bahnhof und Wittenberg/Dessauer Straße aufgezeichnet.

5.9 Schwefelwasserstoff

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2021 an den beiden industriebezogenen Messstationen in Bitterfeld/Wolfen und Leuna Messungen der Schwefelwasserstoff-Immissionen durchgeführt.

In diesen Regionen gibt es aufgrund der Geruchsintensität von H₂S häufig Anlass zu Beschwerden, wohingegen gesundheitliche Auswirkungen bei Konzentrationen auf dem Niveau der registrierten Immissionen nicht zu erwarten sind.

Das WHO hat als Richtwerte für Schwefelwasserstoff 7 µg/m³ als Halbstundenmittelwert (Geruchsschwelle) und 150 µg/m³ als Tagesmittelwert (Gesundheitsschutz) festgelegt (vgl. Tabelle 3 Abschnitt 2). Tabelle A 37 stellt die Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle durch Schwefelwasserstoff dar. Für den Zeitraum 2010 bis 2021 ist die Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle an beiden Stationen deutlichen Schwankungen unterlegen und es ist keine eindeutige Tendenz auszuweisen.

Die registrierten Konzentrationen im übrigen Zeitraum des Jahres waren jedoch so gering, dass die Kenngrößen im Jahresmittel an beiden Messstationen unterhalb der Nachweisgrenze (2,6 µg/m³) lagen (siehe auch Tabelle A 38).

6 Passivsammlermessungen

6.1 Stickstoffdioxid

Das LAU führt seit dem Jahr 2003 Messungen mit Passivsammlern zur Ermittlung von NO₂ in der Außenluft durch. Die Ermittlung der NO₂-Konzentration mit Passivsammlern stellt im Vergleich zur Überwachung mit automatisch arbeitenden Messeinrichtungen (siehe Abschnitt 5.1) eine sehr kostengünstige Ermittlungsmethode dar, da die aufwändige Aufstellung von automatischen Messeinrichtungen in Messcontainern und die Bereitstellung benötigter Infrastruktur entfällt.

Im Jahr 2021 wurden NO₂-Passivsammlermessungen an 16 innerstädtischen Messstandorten und einem Hintergrundstandort durchgeführt. Die Standortdaten, Messanlass und Beginn der Messungen werden in Tabelle A 4 beschrieben.

Die Ergebnisse der Passivsammlermessungen sind in der nachfolgenden Abbildung 39 und Tabelle A 12 dargestellt.

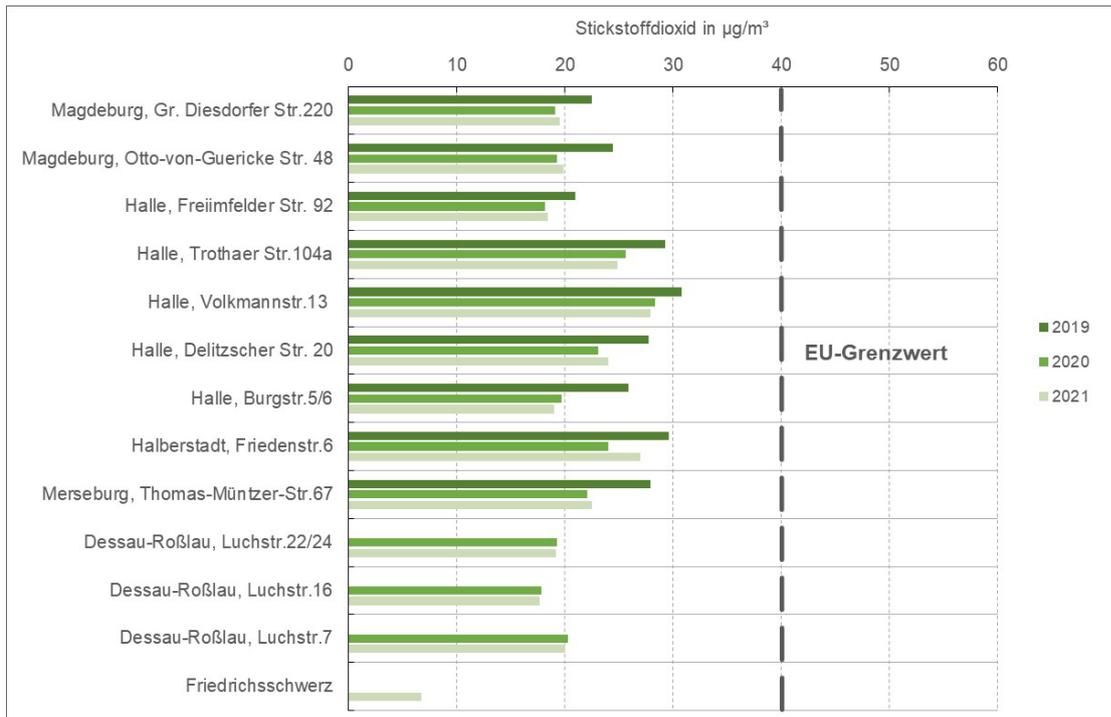


Abbildung 39: Jahresmittelwerte der NO₂-Messungen mit Passivsammlern (LÜSA-Referenzstandorte sind nicht enthalten)

Im Vergleich zum Vorjahr haben sich 2021 an neun Messstandorten die NO₂-Messwerte geringfügig erhöht (Ausnahme Halberstadt). Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass 2020 eine deutliche Verringerung der NO₂-Konzentration an allen Messstandorten ermittelt wurde. Der höchste Anstieg wurde am Messstandort Halberstadt festgestellt. Hier erhöhte sich die NO₂-Konzentration um 3 µg/m³ auf 27 µg/m³. Die mit Passivsammlern ermittelten Jahresmittelwerte 2021 liegen an allen Messstandorten unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³.

6.2 Ammoniak

Im Jahr 2021 wurden sieben Messstandorte für NH₃-Passivsammlermessungen betrieben. Die genauen Standortdaten der Messpunkte sind in der Tabelle A 5 beschrieben.

Die Ergebnisse der Passivsammlermessungen für das Jahr 2021 sind in der nachfolgenden Tabelle 6 zusammengefasst. Die Jahresmittelwerte der Ammoniakkonzentrationen an den Messstandorten bewegen sich in einer Spanne von 3 µg/m³ - 5 µg/m³ NH₃. Damit gilt Sachsen-Anhalt nicht als hochbelastetes Gebiet. Fast alle Standorte sind Feld nah aufgestellt, so dass sich im Jahresverlauf die Ausbringung von Gülle oder Wirtschaftsdünger widerspiegelt. Der Anstieg beginnt im März/April mit Maxima von etwa (8 – 11) µg/m³, geht bis Juni zurück auf ca. 4 µg/m³ und steigt in den Sommermonaten erneut auf bis zu 6 µg/m³ an. Von November bis Februar werden insgesamt nur sehr niedrige Werte von (1 – 2) µg/m³ NH₃ gemessen.

Tabelle 6: Jahresmittelwerte der NH₃-Konzentration in µg/m³ für die Messstationen in Sachsen-Anhalt

Jahr	Altbrandsleben	Friedrichschwerz	Halle-Ost	Meuro	Oechlitz	Osterburg	Trinum
2020	3,5	1)	3,2	3,7	4,6	4,0	4,6
2021	4,2	3,4	2,7	3,3	4,0	4,0 ²⁾	4,9

1) zu wenig Messwerte

2) 6 Monatswerte nicht plausibel oder Ausfall

7 Depositionsmessnetz

Das Depositionsmessnetz des Landes Sachsen-Anhalt beinhaltet ein landesweites, stationäres Messnetz mit nahezu unveränderlichen über lange Zeiträume betriebenen Messstandorten sowie Depositionsmessungen im Rahmen von anlassbezogenen Sondermessprogrammen. Im Gegensatz zum Betrieb des stationären Messnetzes ist das Beprobungsende der Sondermessprogramme in der Regel zeitlich begrenzt.

Einen Standortüberblick aller 43 im Jahr 2021 betriebenen stationären Messstandorte einschließlich der durchgeführten Depositionsuntersuchungen enthält die Tabelle A 7 und Tabelle A 8. Ein Gesamtüberblick zur Lage der Messstandorte ist der Abbildung 40 zu entnehmen.

7.1 Staubniederschlag

Im Jahr 2021 wurde der Staubniederschlag einschließlich des Metallgehalts an 43 stationären Messstandorten mit Bergerhoff-Sammlern ermittelt (Tabelle A 8). Davon sind 6 Messstandorte Bodendauerbeobachtungsflächen (Tabelle A 9). Bei den BDF wird der Messstandort Siptenfelde (BDF 62) dauerhaft beprobt. Die anderen 5 BDF-Messstandorte wechseln jährlich.

Gemäß TA Luft 2021 beträgt der zulässige Immissionswert für die Belastung durch Staubniederschlag als Jahresmittelwert 0,35 g/(m²d).

7.2 An- und Kationen

Die Erfassung der Depositionen von Anionen bzw. Kationen erfolgt mit Bulk- (Topf- bzw. Flasche/Trichter-Sammler) und Wet-Only-Sammlern. Im Jahr 2021 wurden die folgenden Depositionsuntersuchungen zur Bestimmung von An- und Kationen durchgeführt (Tabelle A 8 und Tabelle A 9):

- 6 Messstandorte mit Bergerhoff-Sammlern auf den Bodendauerbeobachtungsflächen
- 5 Messstandorte mit Eigenbrodt-Sammlern
- 2 Messstandorte für An- und Kationen als Nassdeposition mit Eigenbrodt-Sammlern (Wet-Only)

Hierbei ist zu beachten, dass an einigen Messstandorten auch unterschiedliche Depositionsuntersuchungen gleichzeitig erfolgten. Genaue Beschreibungen der Probenahmesysteme (Sammler) sind auf der Internetseite des LAU eingestellt.

Maßgebende Größen bei der Bewertung der Deposition von An- und Kationen sind der Stickstoff- und der Säureeintrag. Entsprechend Kernindikator B5⁵ wird dabei der Stickstoffeintrag (Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr) aus den Stickstoff-Element-Einträgen von Nitrat und Ammonium und der Säureeintrag (Kiloäquivalent pro Hektar und Jahr) aus den Nitrat-, Ammonium- und Sulfateinträgen berechnet.

Als Zielwerte (Critical Loads) gelten für eutrophierenden Stickstoff 10 kg/(ha*a) und für säureempfindliche Freiflächen-Biotope 1 keq/(ha*a)⁶.

7.3 Dioxine/Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle

In Sachsen-Anhalt wird an neun stationären Messstandorten die Deposition von polychlorierten Dioxinen und Furanen sowie die dioxinähnlichen (dioxin-like) polychlorierten Biphenyle mittels Bergerhoff-Sammler ermittelt. Die Standortdaten, Messanlass und Beginn der Messungen sind Tabelle A 7 zu entnehmen.

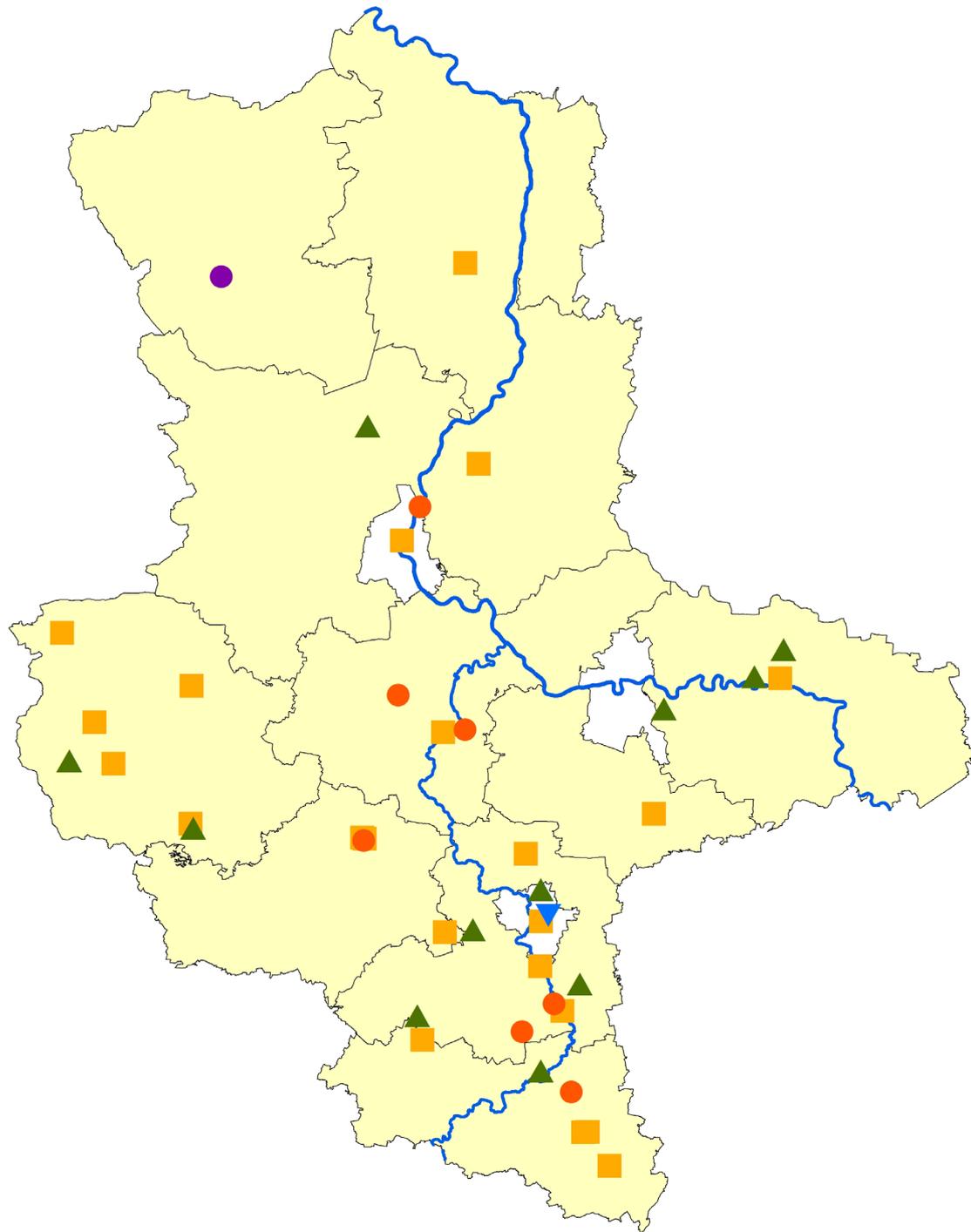
7.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

In Sachsen-Anhalt erfolgt seit 2011 die Ermittlung von PAK-Depositionen an einem Messstandort im städtischen Hintergrund (Standortdaten siehe Tabelle A 8). Die Erfassung der PAK-Depositionen erfolgt mit einem temperierten Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler).

Gemäß TA Luft 2021 beträgt der zulässige Immissionswert für Benzo(a)pyren als Jahresmittelwert 0,5 µg/(m²d).

⁵ Dieser Indikator gehört zu einem gemeinsamen Satz von 24 umweltspezifischen Nachhaltigkeitsindikatoren des Bundes und der Länder (Länderinitiative Kernindikatoren – LiKi), der erstmals 2004 von der Umweltministerkonferenz beschlossen wurde (UMK-Indikatoren).

⁶ www.lfu.bayern.de/umweltqualitaet/umweltbeobachtung/schadstoffe_luft/eutrophierung_versauerung/critical_loads/index.htm



- Staubniederschlag und Metalle
- ▲ Staubniederschlag und Metalle / An- und Kationen
- Staubniederschlag und Metalle / PCDD/F und dl-PCB
- Staubniederschlag und Metalle / An- und Kationen / PCDD/F und dl-PCB
- ▼ Staubniederschlag und Metalle / An- und Kationen / PCDD/F und dl-PCB / PAK

Abbildung 40: Komponentenspezifische Messstandorte im Jahr 2021

8 Ergebnisse der Depositionsmessungen

8.1 Staubbiederschlag

In der nachfolgenden Abbildung 41 sind die Staubdepositionen für das Jahr 2021, nach der Höhe geordnet, grafisch dargestellt. In Tabelle A 39 sind für jeden Messstandort die Jahresmittelwerte des Staubbiederschlages der letzten drei Jahre aufgeführt.

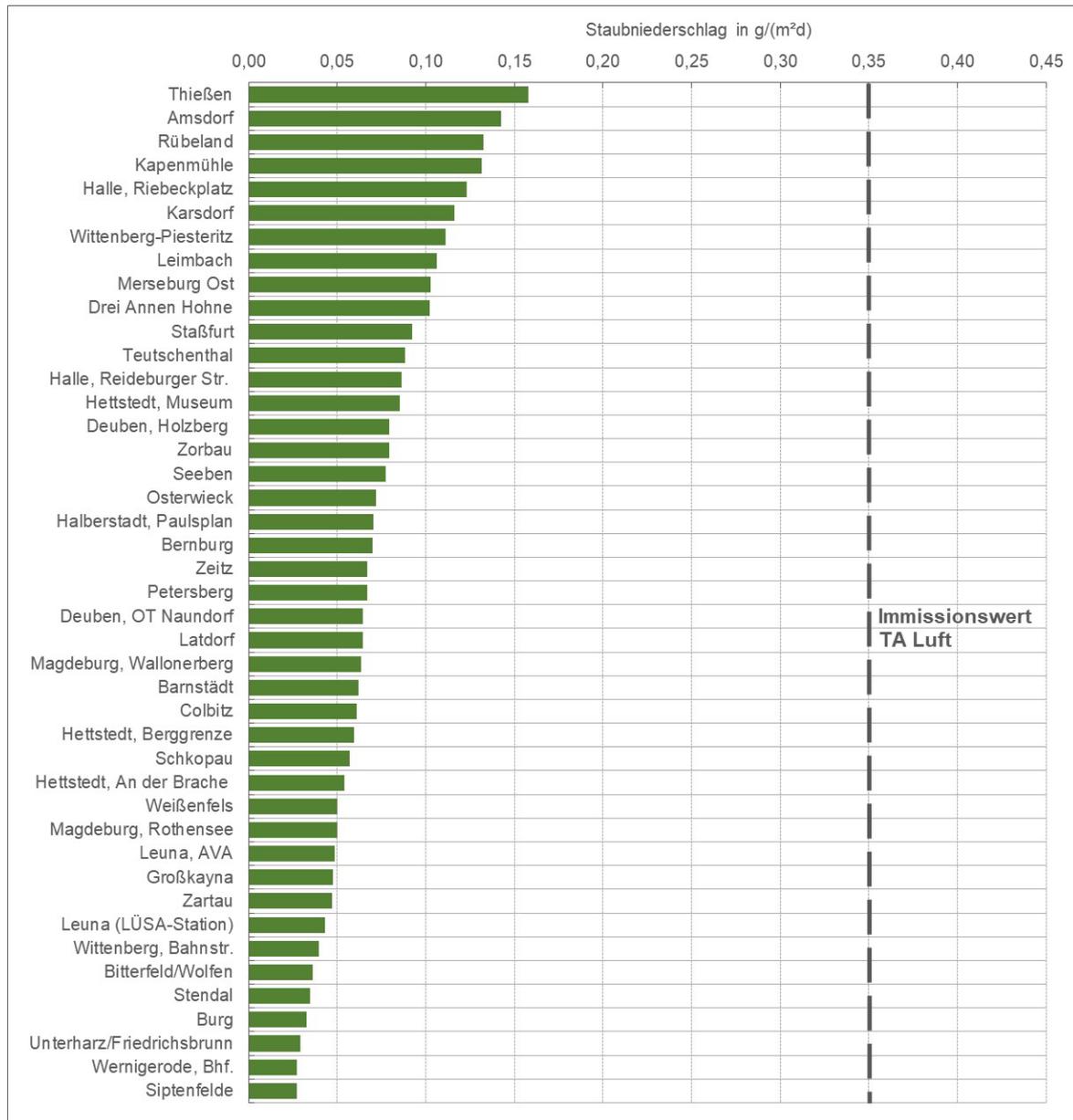


Abbildung 41: Jahresmittelwerte für Staubbiederschlag 2021

Der Immissionswert für Staubbiederschlag von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ wird an allen Messstandorten sicher eingehalten. Die Belastung durch Staubbiederschlag im Landesdurchschnitt aller stationären Messstandorte lag im Jahr 2021 mit $0,07 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ in der Größenordnung der Vorjahre.

In der Abbildung 42 ist der Jahresgang des Staubniederschlages jeweils als Mittelwert aller Messstandorte für die Jahre 2019 bis 2021 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass es eine deutliche Abhängigkeit von der Jahreszeit gibt. Die höchsten Staubniederschläge treten erwartungsgemäß in den Sommermonaten auf.

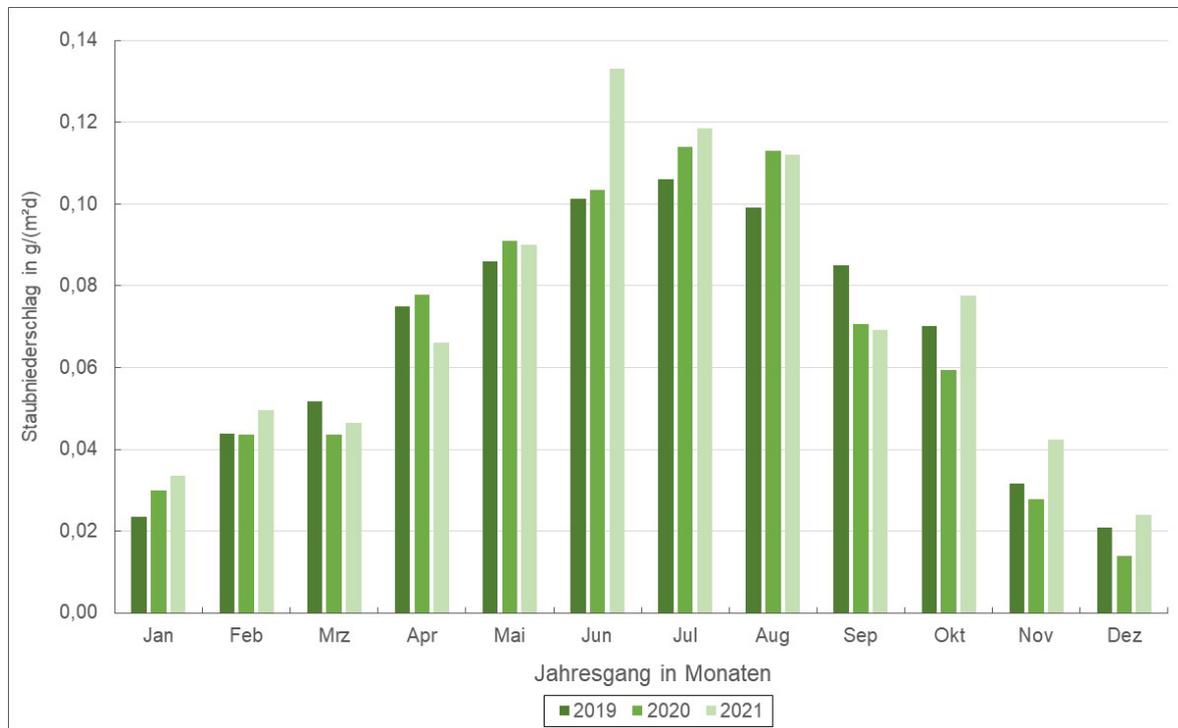


Abbildung 42: Jahresgang des Staubniederschlages (Mittelwert aller Messstandorte) von 2019 bis 2021

Schwer- und Halbmetallgehalte im Staubniederschlag

Aus den Proben des Staubniederschlages wurden elf Schwermetalle und das Halbmetall Arsen mittels Analysetechnik (ICP-OES und ICP-MS) bestimmt. Im Folgenden wird für Schwermetalle und das Halbmetall Arsen zur Vereinfachung nur noch die Bezeichnung Metalle verwendet.

Die Jahresmittelwerte für die Depositionen der Metalle liegen an allen Messstandorten des Landes in der Größenordnung des Vorjahres (Abbildung 43).

Vergleicht man die Jahresmittelwerte der Metallgehalte im Staubniederschlag (Tabelle A 40) an den einzelnen Messstandorten mit den zulässigen Frachten für Schadstoffdepositionen der BBodSchV und den Immissionswerten für Schadstoffdepositionen der TA Luft 2021 (Nr. 4.5.1), so wird wie in den Vorjahren lediglich für Kupfer die nach BBodSchV zulässige zusätzliche jährliche Fracht in Höhe von $99 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ an einem traditionell durch die Metallurgie belasteten Messstandort in Hettstedt deutlich überschritten. An diesem Messstandort sind im Vergleich zum Landesdurchschnitt noch weitere Metalldepositionen erhöht.

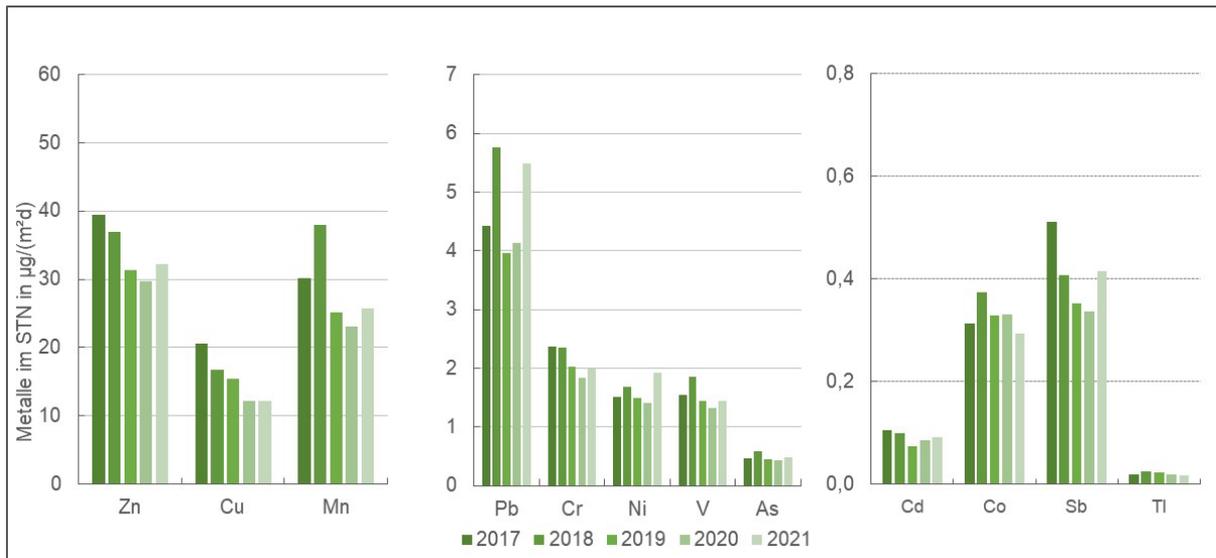


Abbildung 43: Vergleich der Jahresmittelwerte von Metallen im Staubbiederschlag im Landesdurchschnitt der letzten fünf Jahre (2017 – 2021)

8.2 Anionen und Kationen

8.2.1 Bulk-Deposition

In Abbildung 44 und Abbildung 45 sind die Stickstoff- bzw. Säureeinträge des Jahres 2021, die an sechs Bodendauerbeobachtungsflächen mittels Bergerhoff-Sammler gemessen wurden, dargestellt. Detaillierte Angaben zur Deposition der einzelnen An- und Kationen sind in Tabelle A 41 aufgeführt.

Der Zielwert (Critical Loads) für die Eutrophierung wurde am Messstandort Teutschenthal und der Zielwert für die Versauerung an den Messstandorten Teutschenthal, Seeben und Siptenfelde eingehalten. An den Messstandorten Merseburg Ost und Leimbach liegen die Depositionen deutlich über den Zielwerten. Die höheren Ammonium-Depositionen wurden dabei vorwiegend durch einzelne deutlich höhere Monats-Depositionen hervorgerufen. Da in den betreffenden Monaten neben Ammonium auch bei Kalium, Phosphat und Sulfat höhere Depositionen auftraten, haben wahrscheinlich landwirtschaftliche Düngemaßnahmen diese hohen Monats-Depositionen verursacht. Die hohe Nitrat-Deposition am Messstandort Merseburg-Ost wurde durch eine außergewöhnlich hohe Deposition im Februar herbeigeführt.

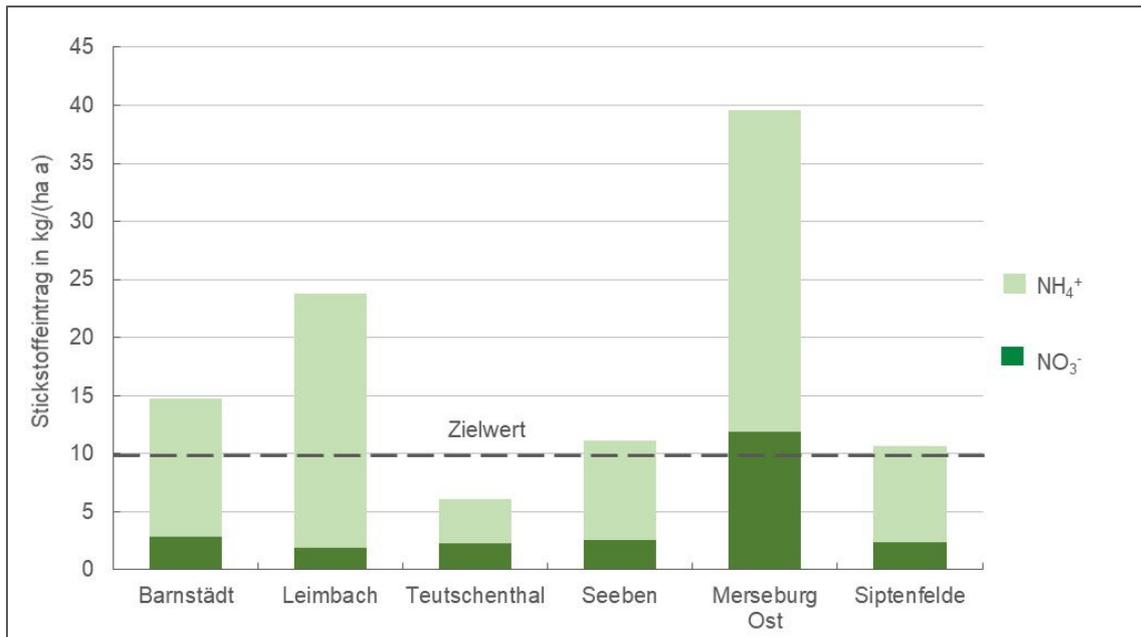


Abbildung 44: Jahresmittelwerte der Stickstoffdepositionen an BDF im Jahr 2021

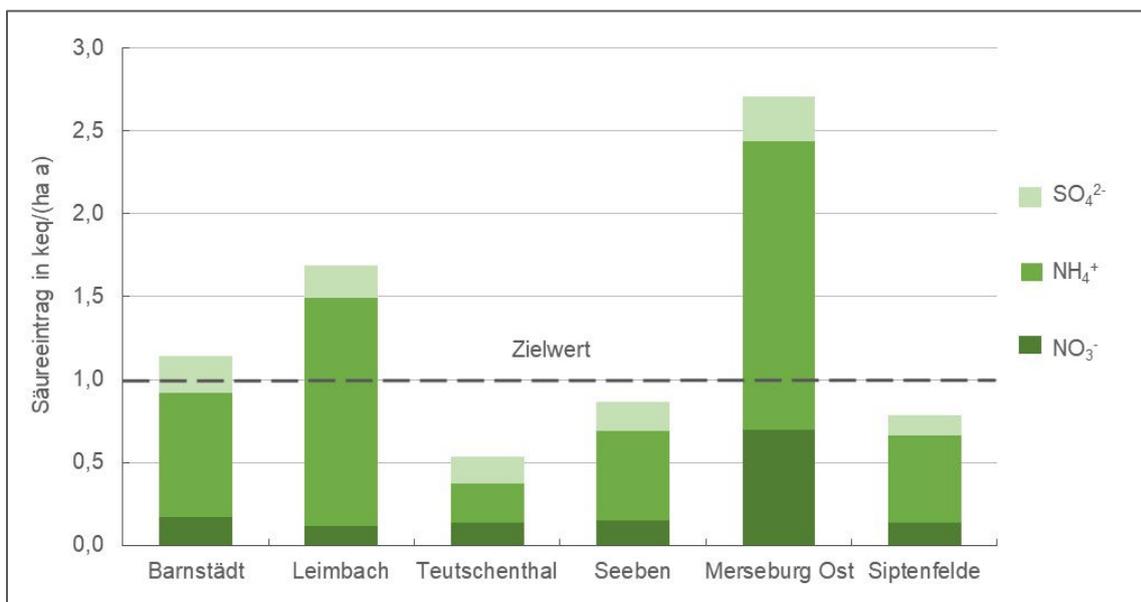


Abbildung 45: Jahresmittelwerte der Säuredepositionen an BDF im Jahr 2021

Für die Bewertung des Eintrages in Ökosysteme sind die Jahresmittelwerte der Depositionsmessungen mittels Eigenbrodt-Sammler in Tabelle A 41 , Abbildung A 6 und Abbildung A 7 aufgeführt.

Die nachfolgenden beiden Abbildungen zeigen die für die fünf Messstandorte berechneten Jahresmittelwerte der Stickstoff- bzw. Säureeinträge mit Eigenbrodt-Sammlern. Der Messstandort Piesteritz liegt im Einwirkungsbereich eines Düngemittelproduzenten. Aus diesem Grunde liegen die Jahresmittelwerte deutlich über den Zielwerten (Critical Loads) und denen der anderen Messstandorte. An den anderen Messstandorten wurden im Jahr 2021 die Zielwerte für Eutrophierung und Versauerung eingehalten.

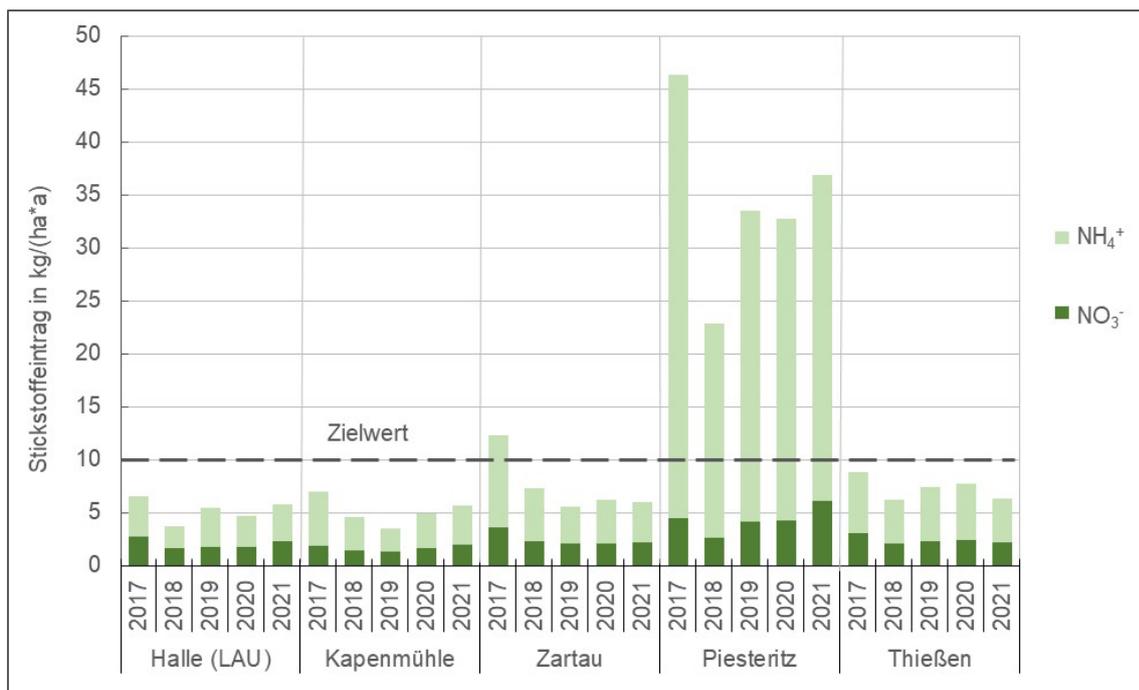


Abbildung 46: Jahresmittelwerte der Stickstoffdepositionen mit Eigenbrodt-Sammler (2017 – 2021)

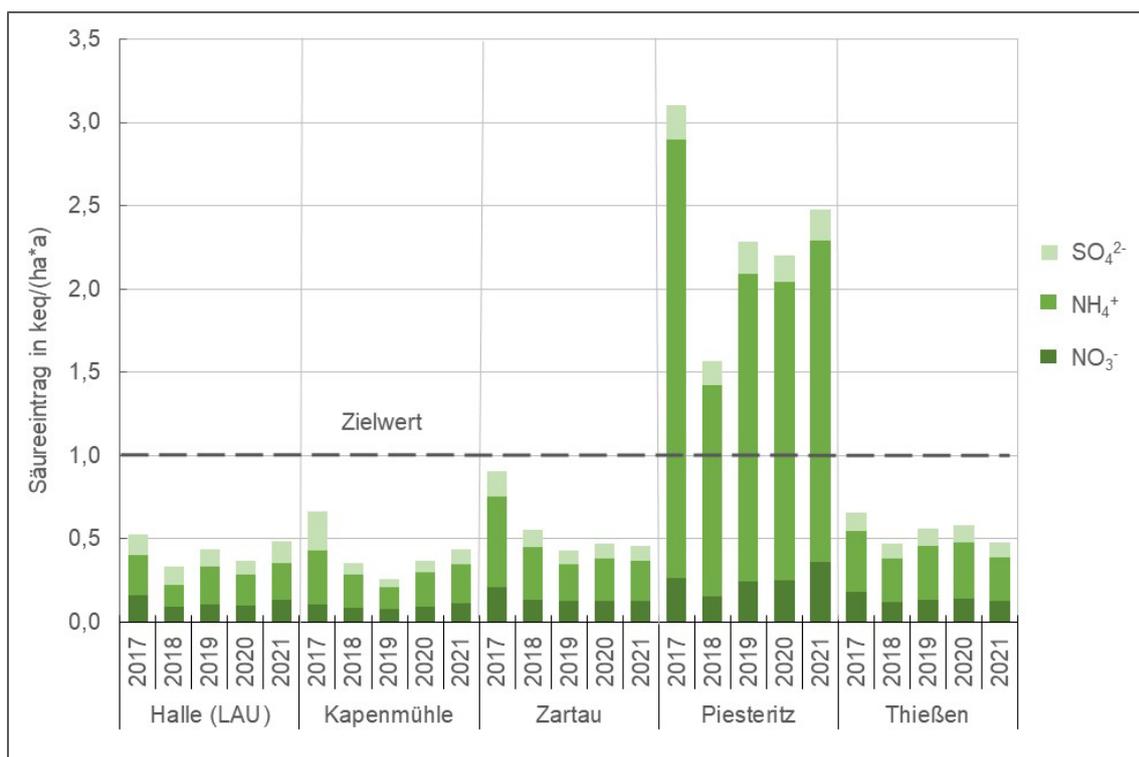


Abbildung 47: Jahresmittelwerte der Säuredepositionen mit Eigenbrodt-Sammler (2017 – 2021)

8.2.2 Wet-Only-Deposition

Die Erfassung von nassen Depositionen erfolgt mittels Wet-Only-Sammler an zwei Messstandorten im städtischen Hintergrund. Die Jahresmittelwerte der Nassedeposition für die Stickstoff- bzw. Säureeinträge sind in den nachfolgenden beiden Abbildungen, in Tabelle A 41 und in Abbildung A 8 und Abbildung A 9 dargestellt. Die Depositionen liegen unterhalb der Zielwerte (Critical Loads).

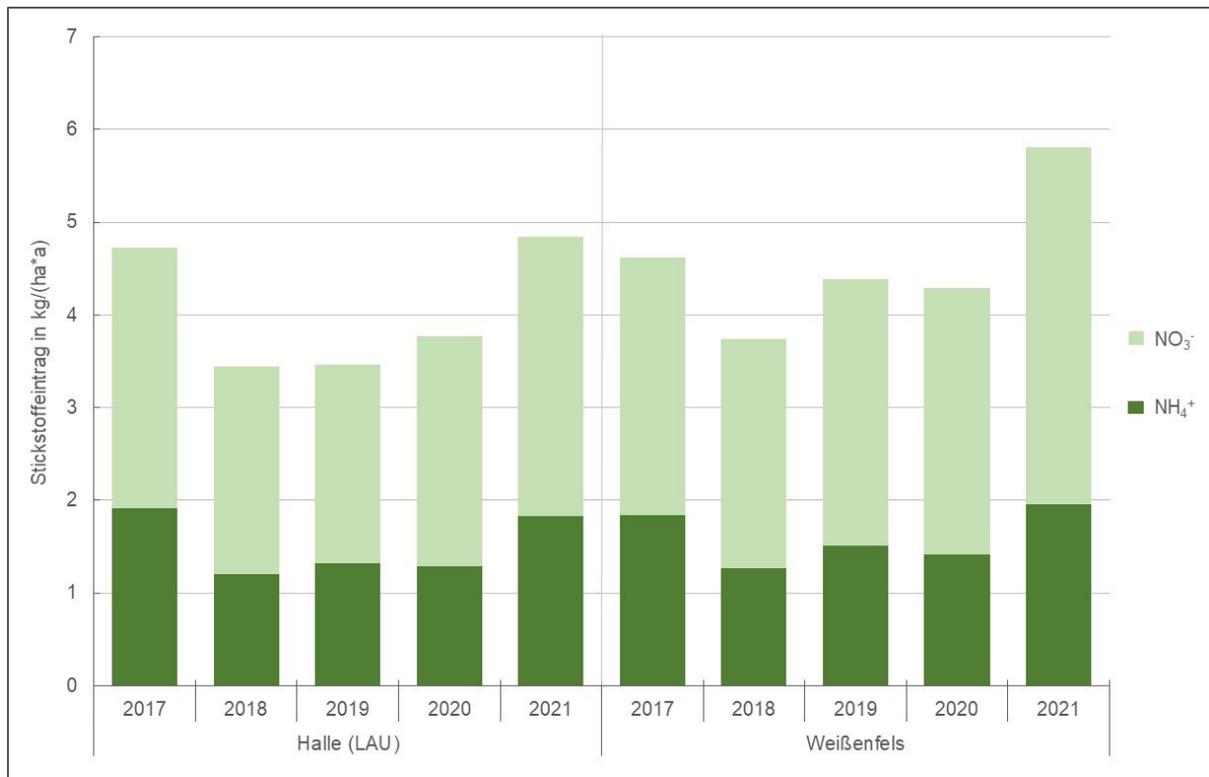


Abbildung 48: Jahresmittelwerte der Stickstoffdepositionen (2017 – 2021)

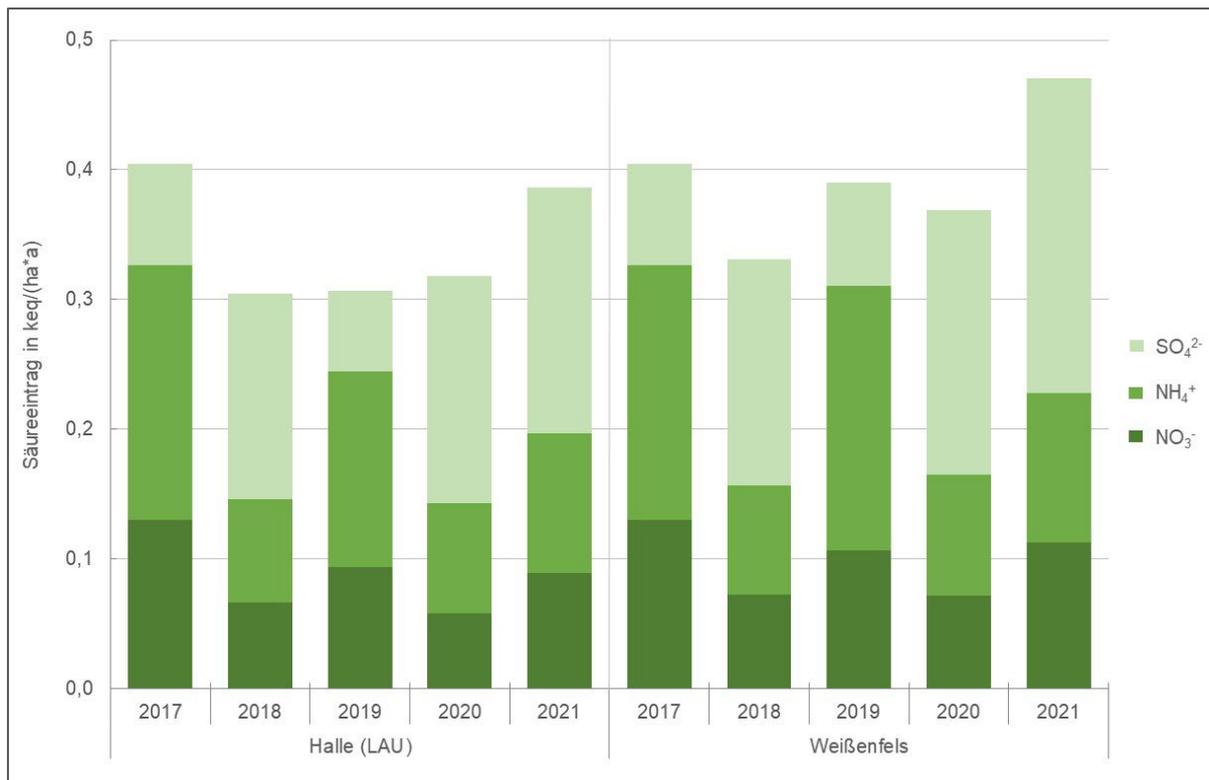


Abbildung 49: Jahresmittelwerte der Säuredepositionen (2017 – 2021)

In der Tabelle A 42 sind weitere Einzelwerte, wie pH-Wert, Leitfähigkeit und Niederschlagsmengen, die mittels Wet-Only-Sammler bestimmt wurden, aufgeführt. Im Jahr 2021 waren die Niederschlagsmengen etwas höher als in den trockeneren Vorjahren.

8.3 PCDD/F- und dl-PCB-Deposition

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Jahresmittelwerte für die Summe der PCDD/F und dl-PCB im Vergleich zum Immissionswert der TA Luft von 9 pg WHO-TEQ/(m²d) dargestellt. Die Messwerte sind in Tabelle A 43 aufgeführt.

Metallurgie / Feuerungsanlagen

An den traditionell durch die Metallurgie belasteten Messstandorten in Hettstedt wurden besonders in den Jahren 1999 bis 2003 deutlich erhöhte PCDD/F- und dl-PCB-Depositionen festgestellt. In den Jahren danach ist insbesondere aufgrund von Produktionsstilllegungen ein Rückgang der Depositionswerte zu verzeichnen (Abbildung 50). Im Jahr 2021 hat sich die PCDD/F- und dl-PCB-Deposition am verbliebenen Messstandort HET 45 gegenüber dem Vorjahr nur geringfügig erhöht. Der Immissionswert wurde sicher eingehalten.

Der Messstandort in Großkayna befindet sich in der Nähe einer Feuerungsanlage. Hier ist bis zum Jahr 2020, ähnlich dem Messstandort Hettstedt, ein Rückgang der Jahresmittelwerte zu verzeichnen (Abbildung 50). Im Jahr 2021 hat sich die PCDD/F- und dl-PCB-Deposition deutlich erhöht, wobei dies nur auf die PCDD/F-Deposition zurückzuführen ist. Eine Ursache für die erhöhte Deposition konnte nicht ermittelt werden. Der Immissionswert wurde auch im Jahr 2021 sicher unterschritten.

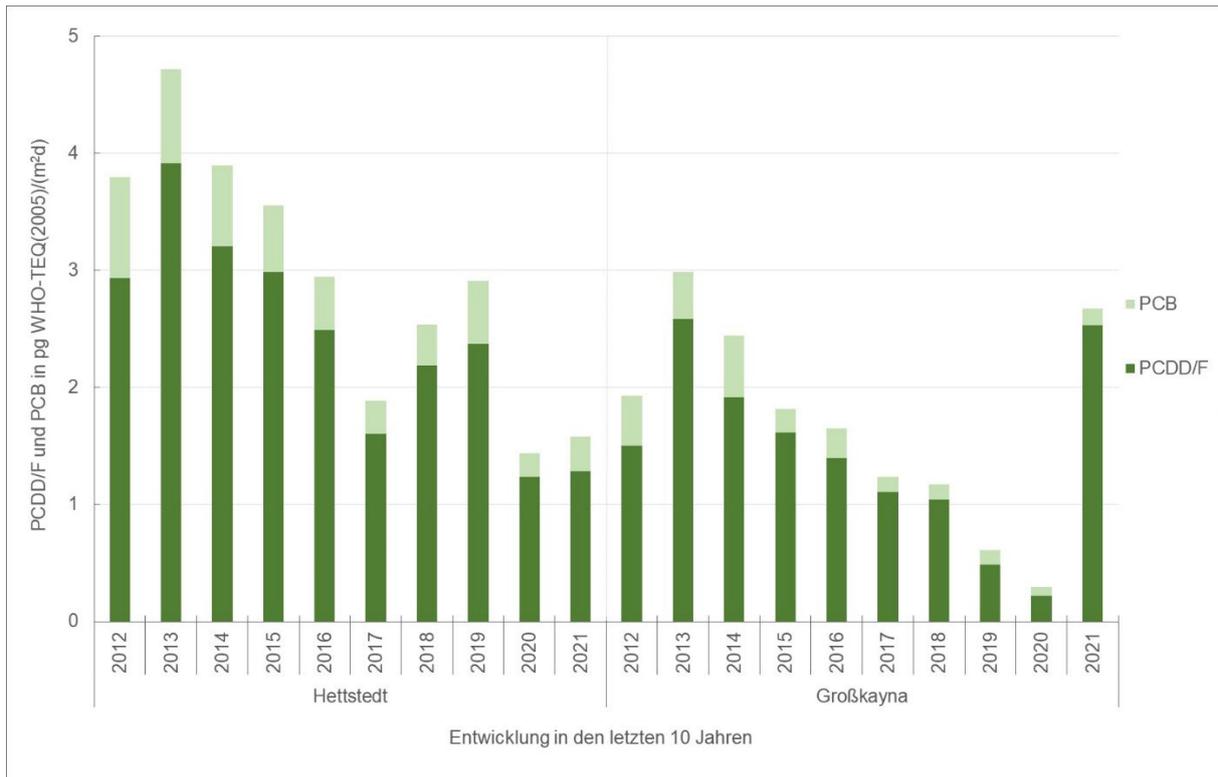


Abbildung 50: Jahresmittelwerte der PCDD/F und dl-PCB-Depositionen an Metallurgie- und Feuerungsanlagen (2012 bis 2021)

Abfallverbrennungsanlagen

Unter Vorsorgeaspekten erfolgten im Umfeld von fünf AVA Depositionsmessungen. An allen Messstandorten lagen die Jahresmittelwerte der PCDD/F- und dl-PCB-Deposition in der Größenordnung der Vorjahre (Abbildung 51). Die Depositionen im Umfeld der AVA liegen geringfügig über den Hintergrund-Depositionen (Abbildung 52). Die Verläufe der Depositionen korrelieren mit denen der Hintergrundmessungen. Der Immissionswert wurde an allen Messstandorten sicher eingehalten.

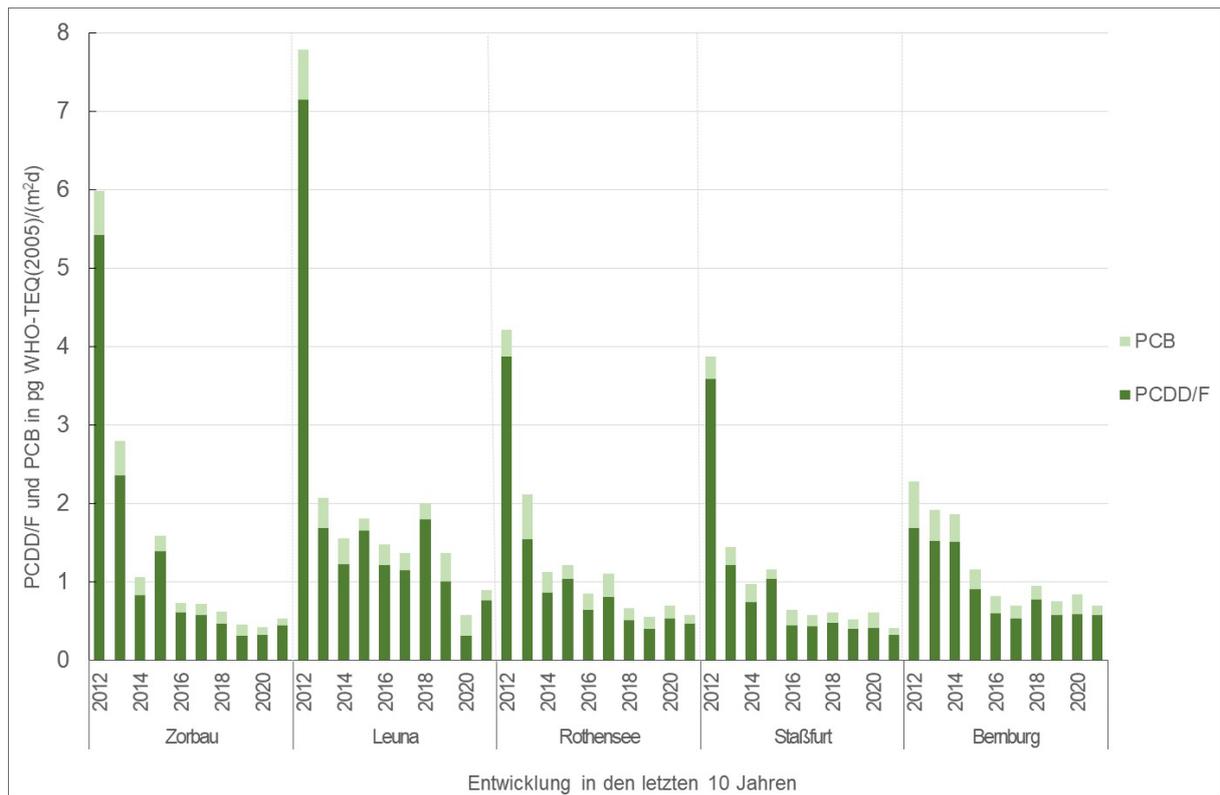


Abbildung 51: Jahresmittelwerte der PCDD/F und dl-PCB-Depositionen in der Nähe von AVA (2012 bis 2021)

Hintergrundmessungen

Um die Messungen an industriell belasteten Messstandorten besser beurteilen zu können, wurden zum Vergleich an zwei wenig belasteten Messstandorten im städtischen und ländlichen Hintergrund Depositionsmessungen durchgeführt. Im Jahr 2021 hat sich die PCDD/F- und dl-PCB-Deposition am städtischen Messstandort Halle verdoppelt, wobei dies auch hier nur auf die PCDD/F-Deposition zurückzuführen ist. Am ländlichen Messstandort Zartau hat sich die Deposition 2021 leicht erhöht.

Bei der Bewertung der PCDD/F- und dl-PCB-Depositionen ist zu berücksichtigen, dass diese insgesamt auf einem niedrigen Niveau liegen. Dadurch wirken sich Schwankungen/Erhöhungen der Deposition deutlich stärker aus, wobei diese Schwankungen durch vielfältige Ursachen (Meteorologie, lokale Einzelereignisse, etc.), die in der Regel nicht ermittelt werden können, hervorgerufen werden. Der Immissionswert wurde an beiden Hintergrund-Messstandorten deutlich unterschritten (Abbildung 52).

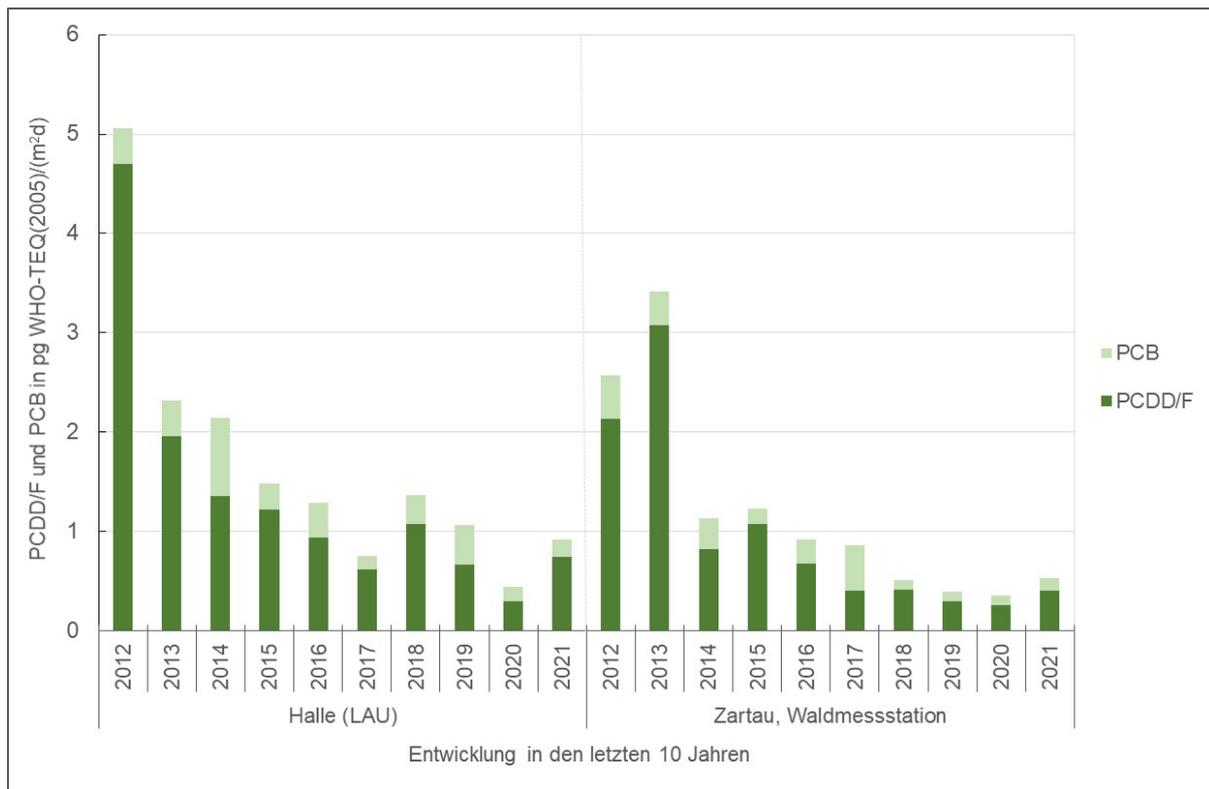


Abbildung 52: Jahresmittelwerte der PCDD/F und dl-PCB-Depositionen an Hintergrundmessstationen

8.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

In der nachfolgenden Abbildung 53 sind die Jahresmittelwerte der PAK-Leitkomponente Benzo(a)pyren am Messstandort Halle (Saale) für die Jahre 2012 bis 2021 dargestellt (Einzelwerte siehe Tabelle A 44). Der zulässige Immissionswert für die Schadstoffdeposition an Benzo(a)pyren von $0,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ wurde in allen Jahren deutlich unterschritten.

Im vorliegenden Bericht werden PAK-Summenparameter nach der 39. BImSchV sowie nach der „Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.06.2019 über persistente organische Schadstoffe“ ausgewiesen (Tabelle 7). In Abbildung 54 werden die zu untersuchenden Einzelsubstanzen der beiden PAK-Summenparameter aufgeführt.

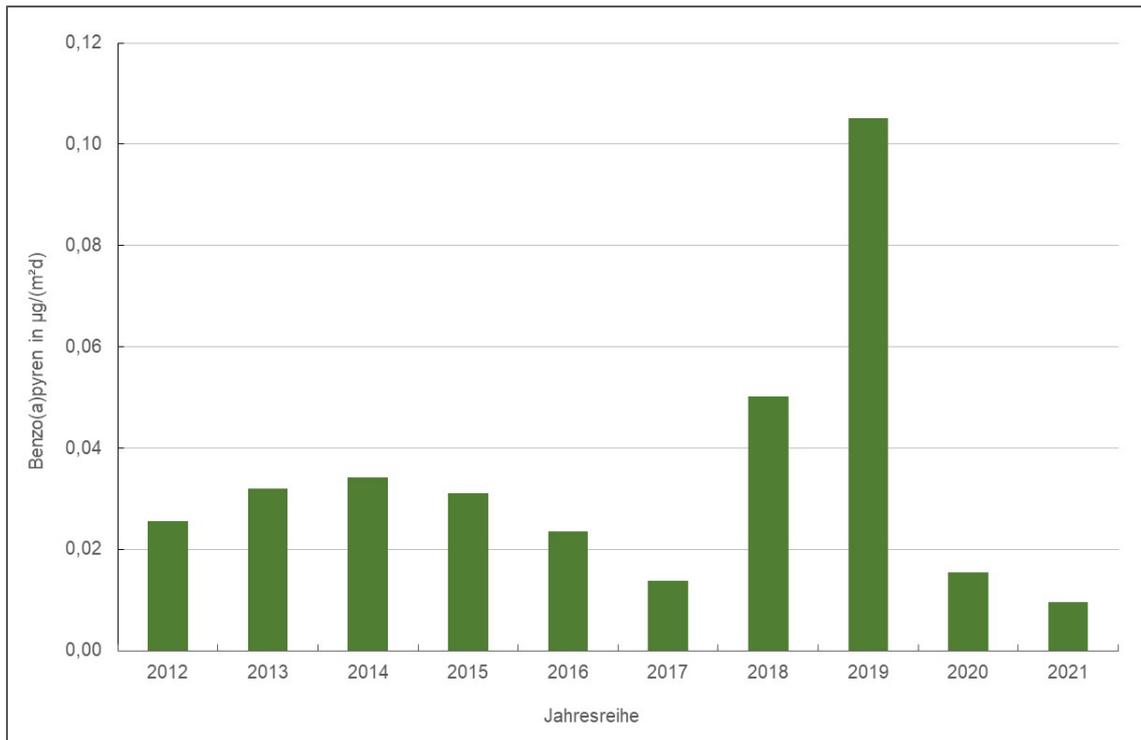


Abbildung 53: Jahresmittelwerte an Benzo(a)pyren (2012 – 2021)

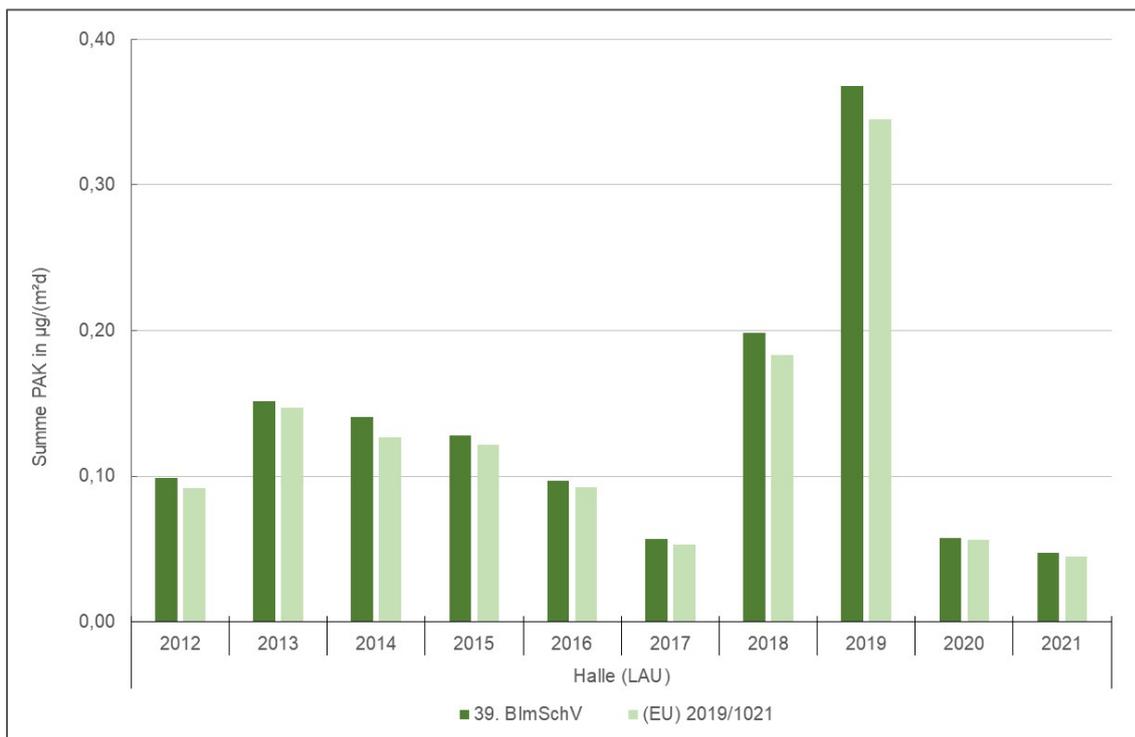


Abbildung 54: Summenparameter PAK (2012 – 2021)

Die Depositionen von Benzo(a)pyren und der PAK-Summenwerte lagen im Jahr 2021 auf dem niedrigen Niveau des Vorjahres.

Tabelle 7: Einzelsubstanzen für PAK-Summenparameter

PAK	39. BImSchV	2019/1021/EU
Benzo(a)pyren		x
Benzo(a)anthracen	x	
Benzo(b)fluoranthen	x	x
Benzo(j)fluoranthen	x	
Benzo(k)fluoranthen	x	x
Indeno(1,2,3-cd)pyren	x	x
Dibenz(a,h)anthracen	x	

9 Einfluss einer Saharastaub-Episode auf die Luftqualität in Sachsen-Anhalt

Bereits am 19. Februar 2021 berichtete der Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) über einen zu erwartenden Saharastaub Eintrag, der von Marokko, Algerien und Tunesien aus nordwärts verfrachtet wird und bereits am 21. Februar Spanien und Südwestfrankreich erreichen würde. Von dort wurde der Saharastaub über nordöstlich gerichtete Strömungen nach Deutschland und Nordeuropa transportiert. In entsprechenden, durch CAMS bereitgestellten Vorhersagen der maximalen bodennahen Staubkonzentration konnte die Ausbreitung nachvollzogen werden, wie Abbildung 55 zeigt.

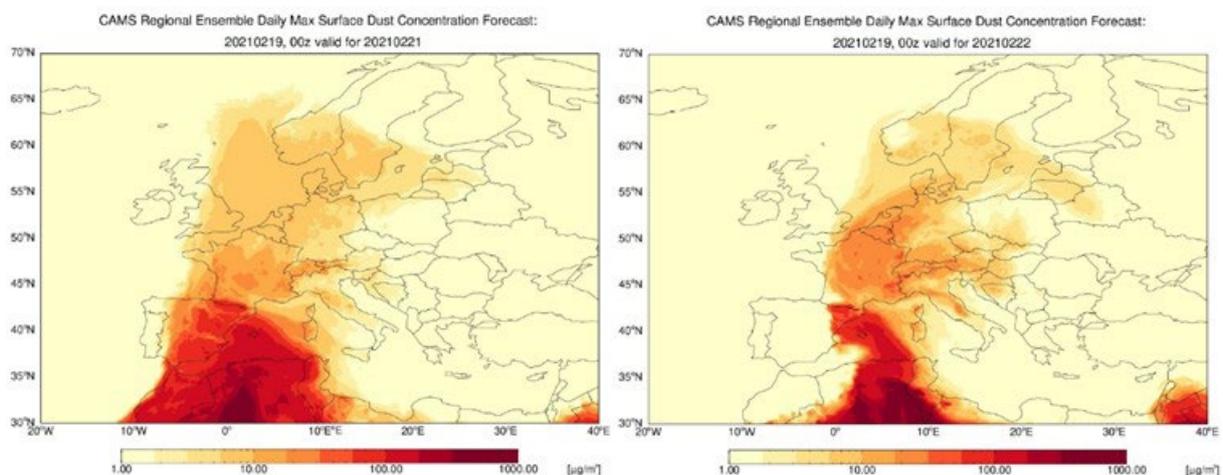


Abbildung 55: Regionale Vorhersage der bodennahen Staubkonzentrationen vom 19. Februar für den 21. (links) und 22. Februar 2021 (rechts). Die Abbildungen wurden bereitgestellt in Zusammenarbeit von CAMS und ECMWF (CAMS / ECMWF, 2021)

Im Satellitenbild der NASA vom 22. Februar, das in Abbildung 56 dargestellt ist, ist die Trübung der Atmosphäre in Regionen ohne Bewölkung oder Hochnebel, zum Beispiel über den Niederlanden und Teilen Westdeutschlands sowie Frankreichs, deutlich zu erkennen. Auch der Deutsche Wetterdienst konnte an diesem Tag den Staubeintrag in circa zwei Kilometern Höhe an zahlreichen Stationen des Messnetzes nachweisen, so zum Beispiel in Mannheim, Trier oder Emden (siehe auch (Deutscher Wetterdienst, 2021)).

Deutschland befand sich zu diesem Zeitpunkt im Einflussbereich eines Hochs mit Zentrum über Südosteuropa. In Sachsen-Anhalt war es tagsüber sonnig und ungewöhnlich mild mit Temperaturen bis 19°C. Auch nachts war der Himmel meist klar. Es wehte nur ein schwacher Wind aus südwestlichen Richtungen. Durch die fehlende Bewölkung konnten sich in den Nächten zum 23., 24. und 25. Februar starke Bodeninversionen bilden, wobei die Lufttemperatur bodennah mit der Höhe zunimmt. Der vertikale Luftmassenaustausch ist durch eine Inversion unterbunden. Durch den nur schwach vorherrschenden Wind und den ausbleibenden Niederschlag konnten sich Luftschadstoffe über mehrere Tage in den unteren Luftschichten nahe der Emissionsquellen anreichern. In städtischen und industriellen Umgebungen ist daher während Inversionswetterlagen auch ohne Saharastaub-Eintrag mit erhöhten Belastungssituationen zu rechnen.

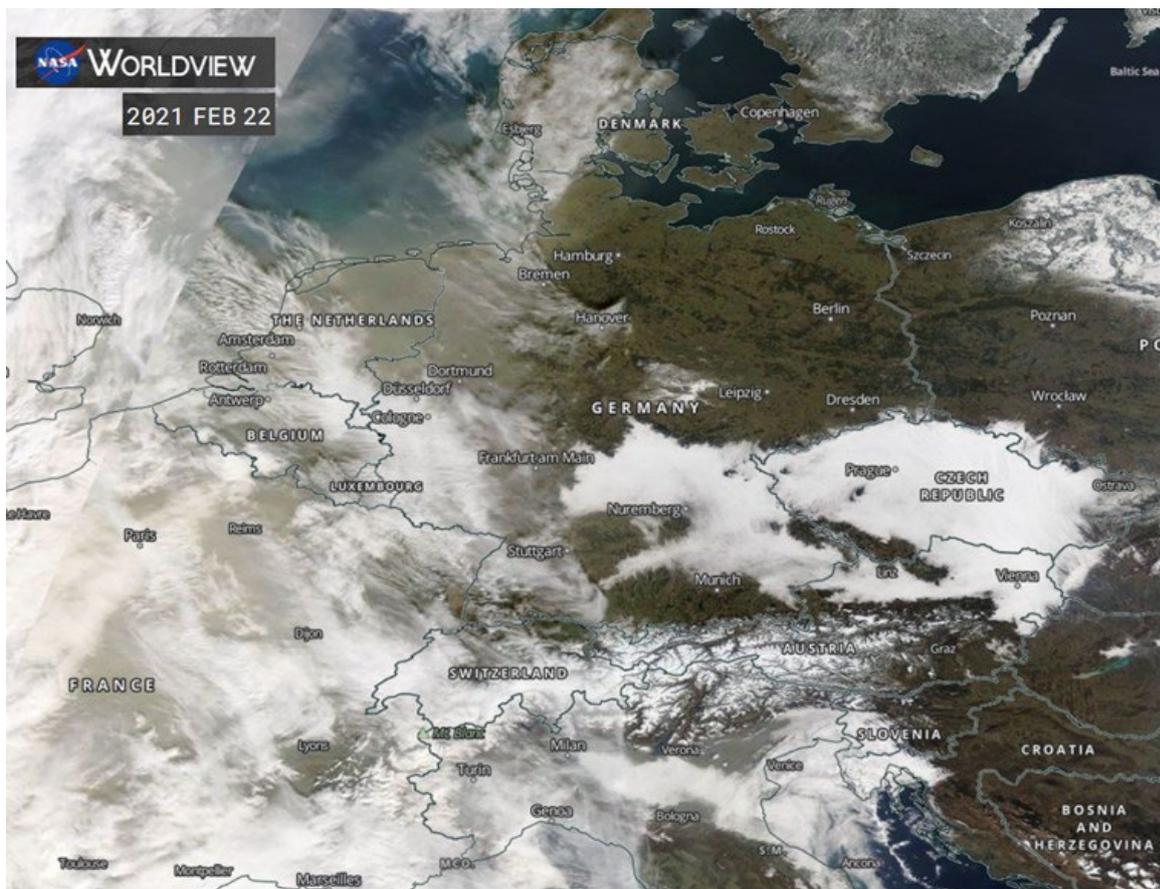


Abbildung 56: Satellitenbild der NASA für den 22. Februar 2021 (NASA, 2021)

Abbildung 57 zeigt die Auswertung der Temperaturmessungen am Funkturm Magdeburg im Zeitraum vom 20. bis 26. Februar 2021. Beispielhaft sind die Werte der Messhöhen in zwei Metern und in 140 Metern dargestellt. Die grau schraffierten Flächen zwischen den beiden Kurven markieren die jeweilige Inversionssituation. Es ist festzustellen, dass sich im untersuchten Zeitraum in jeder Nacht eine Bodeninversion ausbilden konnte. Allerdings stehen die Nächte auf den 23. bis 25. Februar deutlich hervor, weil der Temperaturunterschied der beiden Messhöhen über 10 Kelvin entspricht. Daher konnte sich die Bodeninversion an diesen Tagen trotz erheblicher solarer Einstrahlung bis in die späten Vormittagsstunden halten und den Luftmassenaustausch mit höheren Luftschichten unterbinden.

Sachsen-Anhalt erreichte der Saharastaub in der Nacht vom 22. auf den 23. Februar 2021 und schlug sich dort - wie zuvor in der Westhälfte Deutschlands - in deutlich erhöhten Feinstaubkonzentrationen nieder. Dies konnte sehr gut in der animierten Darstellung der PM₁₀-Belastung im Land Sachsen-Anhalt verfolgt werden, welche mit dem Programm FLADIS erstellt worden ist. Dieses Programm nutzt als Basis stündliche Messdaten der Konzentration einer Schadstoffkomponente, in diesem Fall PM₁₀, sowie der Windgeschwindigkeit bzw. Windrichtung und berechnet daraus die Schadstoffverteilung im gesamten Bundesland.

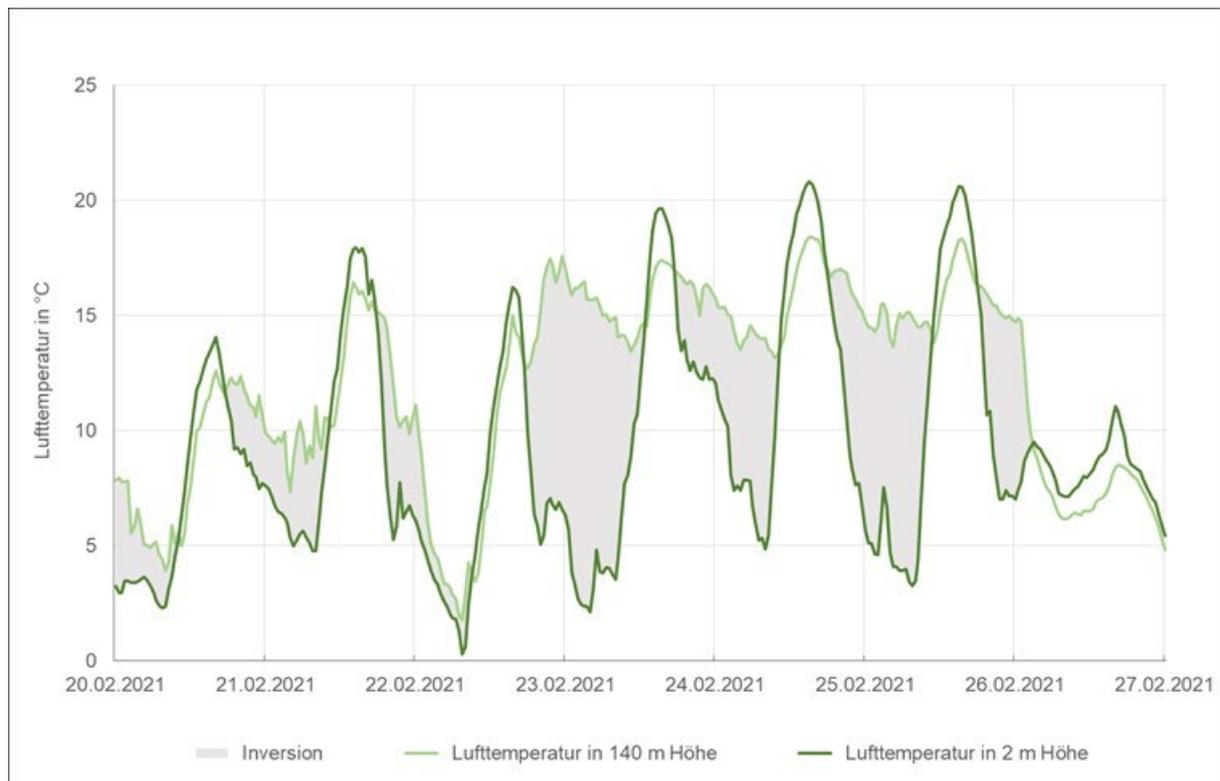


Abbildung 57: Halbstundenwerte der Temperaturmessung in 2 und 140 m Höhe am Funkturm Magdeburg. Die grau schraffierten Flächen kennzeichnen eine Bodeninversion.

Während die Belastung am 22. Februar noch ein vergleichsweise niedriges Niveau aufwies und vor allem durch lokale Emissionen geprägt war, ist ab den Morgenstunden des 23. Februar ein Anstieg der PM₁₀-Konzentration zu beobachten, der sich von den Stationen im Harz auf das komplette Bundesland übertrug. Dies ist auf den Saharastaub-Eintrag aus westlichen Richtungen zurückzuführen. Am 24. und 25. Februar 2021 war Sachsen-Anhalt flächendeckend von sehr hohen Feinstaub-Konzentrationen betroffen.

Von Grenzwertüberschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes waren bis zum 24. Februar ausschließlich Messstationen an Verkehrsschwerpunkten betroffen, da an diesen Standorten der dargelegte Einfluss der Inversionswetterlage und des Ferntransports von Saharastaub mit der verkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammenfiel. Am 25. Februar wiesen dann auch zahlreiche Stationen des städtischen Hintergrunds Grenzwertüberschreitungen auf. Dieser Tag stellte deutschlandweit den Höhepunkt der Episode dar mit 281 Überschreitungen des Tagesgrenzwerts, von denen 19 in Sachsen-Anhalt festgestellt worden sind.

Tabelle 8 zeigt die Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesgrenzwerts für PM₁₀ in Höhe von 50 µg/m³. Dabei sind die zugrunde liegenden PM₁₀-Messungen an den Stationen je nach Umgebung gruppiert in die Standortklassen Verkehrsschwerpunkt, städtischer Hintergrund, Industriestandort und ländlicher Hintergrund. Es ist zu erkennen, dass es in allen Stationsklassen zu Überschreitungen kam, wobei die Anzahl der Überschreitungen erwartungsgemäß an den Verkehrsschwerpunkten sowohl anteilig an der Gesamtzahl der Stationen als auch im Absolutwert höher lag als im ländlichen Hintergrund. Am 25. Februar kam es an allen sieben Verkehrsstationen und an allen neun Stationen des städtischen Hintergrunds zu Überschreitungen. Insgesamt kam es während dieser Episode zu 32 Überschreitungen des Tagesgrenzwerts in Sachsen-Anhalt.

Tabelle 8: Anzahl der Überschreitungen des Tagesgrenzwerts für PM₁₀ in Höhe von 50 µg/m³ je Stationskategorie im LÜSA im Zeitraum von 20. bis 26. Februar 2021. Die Zahl in Klammern gibt an, wie viele PM₁₀-Messstationen des LÜSA dieser Kategorie zugeordnet sind.

Stationskategorie	20.2.	21.2.	22.2.	23.2.	24.2.	25.2.	26.2.	Summe
Verkehrsschwerpunkt (7)	0	0	1	4	6	7	0	18
Städtischer Hintergrund (9)	0	0	0	0	2	9	0	11
Industriestandort (2)	0	0	0	0	0	2	0	2
Ländlicher Hintergrund (4)	0	0	0	0	0	1	0	1
Summe	0	0	1	4	8	19	0	32

Abbildung 58 zeigt die Tagesmittelwerte ausgesuchter Messstationen, ebenfalls unterteilt in die bereits erläuterten Standortklassen, für den Zeitraum vom 20. bis 26. Februar 2021. Zusätzlich dargestellt ist der PM₁₀-Tagesgrenzwert in Höhe von 50 µg/m³, der nur an 35 Tagen im Jahr je Station überschritten werden darf. Unabhängig von der Stationsklasse ist zu erkennen, dass ab dem 21. Februar der Tagesmittelwert der Stationen stetig zunimmt und am 25. Februar 2021 seinen Höchstwert findet. An diesem Tag wird der Tagesgrenzwert sogar an der Station Domäne Bobbe im ländlichen Hintergrund überschritten. Bis zum 22. Februar sind die geringeren Zunahmen des Tagesmittelwerts je Station zurückzuführen auf die Inversionswetterlage. Ab 23. Februar 2021 führt der Eintrag von Saharastaub zu einer höheren Hintergrundbelastung und damit zu einer deutlicheren Zunahme des PM₁₀-Tagesmittelwerts, wie es an den Stationen des ländlichen Hintergrunds gut zu erkennen ist. Die beiden Stationen Halle/Paracelsusstraße und Magdeburg/Guericke-Straße weisen am 25. Februar die höchsten Tagesmittelwerte im Kollektiv aller Stationen an Verkehrsschwerpunkten mit PM₁₀-Messung auf. An der Paracelsusstraße wurden während der gesamten Episode die höchsten Feinstaubwerte gemessen. Es kam dort an vier aufeinander folgenden Tagen zu einer Überschreitung des PM₁₀-Tagesgrenzwerts. Hingegen weisen die beiden Industriestandorte eine ähnliche Belastung auf, wie sie auch im städtischen Hintergrund aufgetreten ist.

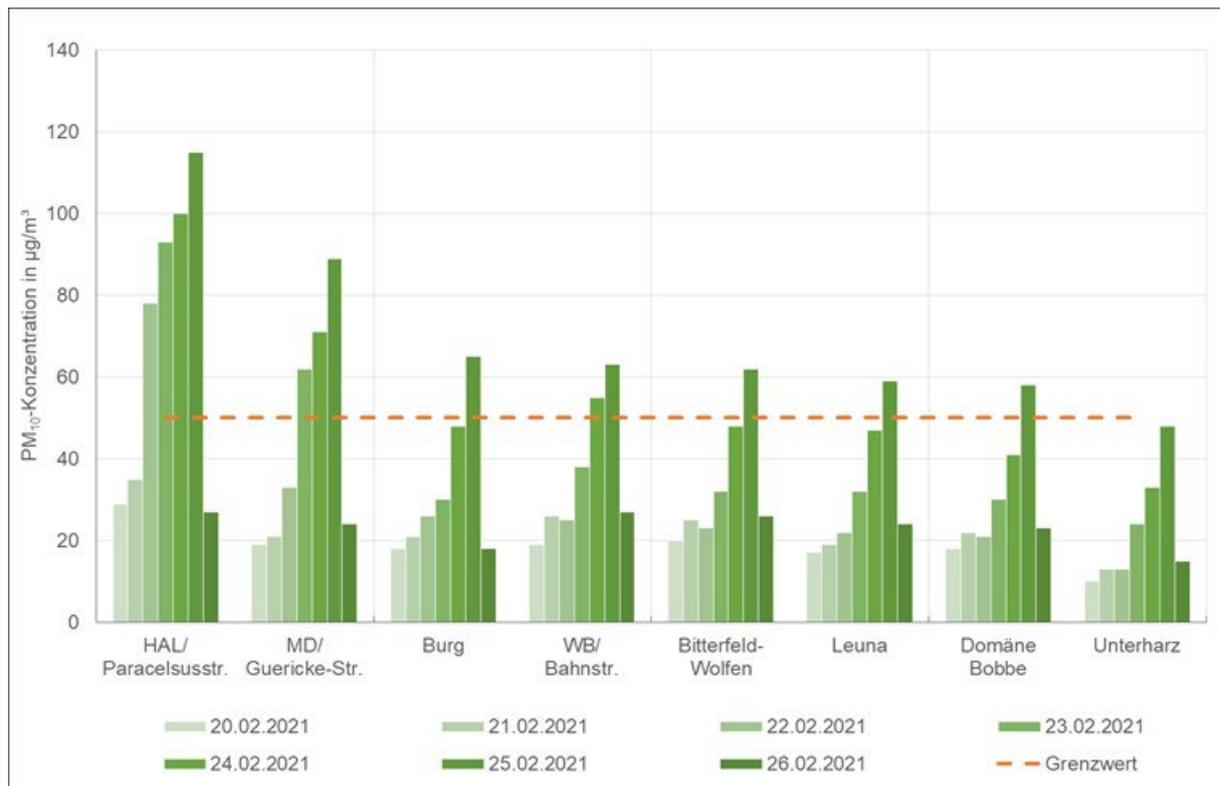


Abbildung 58: PM₁₀-Tagesmittelwerte ausgesuchter Stationen des LÜSA im Verlauf vom 20. bis 26. Februar 2021

Am 26. Februar 2021 erreichte Deutschland die Kaltfront eines Tiefs mit Zentrum über Nordosteuropa. Der Wind wehte frisch aus nordwestlichen Richtungen. Ein Regengebiet überquerte Sachsen-Anhalt von Norden nach Süden. Durch diese Wetterbedingungen konnte die mit Feinstaub angereicherte Luft durchmischt und abtransportiert werden. Die Feinstaubkonzentrationen gingen schnell zurück, wie auch in der Animation der FLADIS Ausbreitungsrechnungen verfolgt werden konnte.

Am 3. und 4. März kam es zu einer weiteren Feinstaub-Episode, die durch den Eintrag von Saharastaub ausgelöst wurde. Diese verlief allerdings deutlich kürzer und hatte nur an vereinzelten Stationen eine Überschreitung des Tagesgrenzwerts zur Folge.

10 Anhang

10.1 Tabellen

Tabelle A 1: Messstationen des LÜSA (Stand: Januar 2022)

Stationsname	Stationstyp	Straße	Rechtswert	Hochwert
Bernburg	Stadtgebiet	Platz der Jugend	4482101	5741072
Bitterfeld/Wolfen	Industrie	Schrebergartenstraße	4521068	5724131
Brocken	Hintergrund		4404790	5741397
Burg	Stadtgebiet	Flickschuhpark	4490874	5792768
Dessau/Roßlau	Stadtgebiet	Goethestraße	4516540	5750216
Domäne Bobbe	Hintergrund	Pappelweg	4492622	5744802
Goldene Aue (Roßla)	Hintergrund	Am Freibad	4436931	5702773
Halberstadt/Paulsplan	Stadtgebiet	Paulsplan	4435226	5751857
Halle/Nord	Stadtgebiet	Schleiermacherstraße	4498652	5706842
Halle/Riebeckplatz	Verkehr	Riebeckplatz	4498984	5704573
Halle/Paracelsusstraße	Verkehr	Halle/Paracelsusstraße	4498809	5706685
Leuna	Industrie	Kreypauer Str./Sportplatz	4502347	5687395
Magdeburg/Guericke-Str.	Verkehr	O.-v.-Guericke-Str.	4474902	5777622
Magdeburg/Schleiufer	Verkehr	Schleiufer	4474947	5776400
Magdeburg/West	Stadtgebiet	Hans-Löscher-Straße	4473499	5777202
Stendal/Stadtsee	Stadtgebiet	Geschwister-Scholl-Straße	4489962	5829902
Unterharz/Friedrichsbrunn	Hintergrund	Forsthaus Uhlenstein	4433916	5725774
Weißenfels/Am Krug	Verkehr	Naumburger Str./Am Krug	4497378	5673589
Wernigerode/Bahnhof	Stadtgebiet	Bahnhofsvorplatz	4416721	5745720
Wittenberg/Bahnstraße	Stadtgebiet	Bahnstraße	4545816	5748738
Wittenberg/Dessauer Str.	Verkehr	Dessauer Straße	4541315	5748323
Zartau/Waldmessstation	Hintergrund		4444019	5829221
Zeitz	Stadtgebiet	Freiligrathstraße	4510015	5657721

Kleinmessstationen des LÜSA

Kleinmessstationen sind nicht begehbare Messstationen mit kompakten Außenmaßen, die an Standorten mit begrenzten Platzverhältnissen zum Einsatz kommen.

Stationsname	Stationstyp	Straße	Rechtswert	Hochwert
Aschersleben	Hinter dem Zoll	verkehrsnahe	4462098	5736285

Einzelmessstation Partikel PM₁₀

Stationsname	Stationstyp	Straße	Rechtswert	Hochwert
Halberstadt/Friedenstraße	Friedenstraße	verkehrsnahe	4435113	5751033

Einzelmessstationen Meteorologie

Stationsname	Straße	Rechtswert	Hochwert
Halle/Gittermast	Reideburger Straße	4500472	5705495
Magdeburg/Funkmast	Lange Lake	4477151	5780001
Magdeburg/Gittermast	Ernst-Reuter-Allee	4474699	5777643

Tabelle A 2: Komponentenausstattung des LÜSA im Jahr 2021

Stationsname	Inbetriebnahme	SO ₂	NO; NO ₂	CO	O ₃	H ₂ S	PM ₁₀	PM _{2,5}	WG; WR	LT	LF	LD	NS	GSTR	BTEX	BC	PAK	SM	Ionen
Bernburg	1992		+				+		+	+	+	+	+	+					
Bitterfeld/Wolfen	1990	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+				
Brocken	1996	+	+		+				+	+	+								
Burg	1993		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	
Dessau/Roßlau	2021		+				+												
Domäne/Bobbe	2009		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+				+	+
Goldene Aue (Roßla)	2011				+		+		+	+	+	+	+	+					
Halberstadt/Paulsplan	1992		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+					
Halle/Gittermast	1992				+				+	+	+								
Halle/Nord	1992		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+		+			
Halle/Paracelsusstraße	2009		+				+	+								+			
Halle/Riebeckplatz	2019		+	+	+		+	+									+		
Leuna	1998	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+				
Magdeburg/Funkmast	2015								+	+	+								
Magdeburg/Gittermast	2014								+	+	+								
Magdeburg/Guericke-Str.	2016		+				+	+							+		+		
Magdeburg/Schleiufer	2009		+	+			+	+								+			
Magdeburg/West	1993		+		+		+	+							+	+			
Stendal/Stadtsee	2011		+		+		+		+	+	+	+	+	+					
Unterharz/Friedrichsbrunn	2003	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+					
Weißenfels/Am Krug	2012		+	+				+											
Wernigerode/Bahnhof	1990	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+					
Wittenberg/Bahnstraße	1992		+		+		+		+	+	+	+	+	+					
Wittenberg/Dessauer Straße	1996		+	+			+								+		+	+	
Zartau/Waldmessstation	1997	+	+		+		+		+	+	+	+	+	+		+			
Zeitz	1992	+			+		+		+	+	+	+	+	+					

Komponentenausstattung der Kleinmessstationen des LÜSA

Stationsname	Inbetriebnahme	SO ₂	NO; NO ₂	CO	O ₃	H ₂ S	PM ₁₀	PM _{2,5}	WG; WR	LT	LF	LD	NS	GSTR	BTX	BC	PAK	SM	Ionen
Aschersleben	2000		+				+												

Einzelmessstation* Partikel PM₁₀

Stationsname	Inbetriebnahme
Halberstadt/Friedenstraße	2007

*) Betrieb eines Filtersammlers vom Typ LVS SEQ 47/50 als „stand alone“-Gerät

Tabelle A 3: Verfügbarkeit der LÜSA Messdaten im Jahr 2021 in Prozent

Stationsname	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Benzol	E-Benzol	Toluol	Xylole	o-Xylole	m+p-Xylole	H ₂ S
Aschersleben		99	99			99								
Bernburg		96	96			96								
Bitterfeld Wolfen	94	96	96		95	96		79	80	80	79	80	80	95
Brockenstation	97	99	99		99									
Burg		99	99		99	99	98							
Dessau/Roßlau		98	99			99								
Domäne Bobbe		99	99		99	99	98							
Goldene Aue (Roßla)					99	99								
Halberstadt		99	99		99	99	96							
Halle Nord		98	98		98	98	97							
Halle Paracelsusstraße		95	95			96	96							
Halle/Riebeckplatz		98	98	98	97	98	98							
Leuna	98	98	98		98	98		95	96	95	95	96	96	98
Magdeburg Guericke-Str.		99	99			99	99	95	86	95	87	86	86	
Magdeburg Schleinufer		99	99	99		98								
Magdeburg West		99	99		99	99	98	96	96	96	96	96	96	
Stendal Stadtsee		98	98		99	99								
Unterharz Friedrichsbrunn	98	99	99		99	99	97							
Weißenfels Am Krug		99	99	99			78							
Wernigerode Bahnhof	99	99	99	99	99	99								
Wittenberg Bahnstraße		99	99		99	99								
Wittenberg Dessauer Str.		99	99	99		99		96	96	96	96	96	96	
Zartau Waldmessstation	98	99	99		99	99								
Zeit	97				97	96								
Mittelwert	97	98	98	99	98	98	96	92	91	92	91	91	91	96

Tabelle A 4: Messstandorte der NO₂-Passivsammlermessungen

Standort	Bez.	UTM (E)	UTM (N)	Messbeginn	Messanlass
Halle/Paraclesusstraße (LÜSA-Station)	P-L	706939	5709069	2015	Referenzstandort
Dessau-Roßlau, Luchstraße 7 (Westseite)	R1	309985	5751878	2020	Standortvorbereitung, Untersuchung der Repräsentativität
Dessau-Roßlau, Luchstraße 16 (Ostseite)	R2	309997	5751880	2020	Standortvorbereitung, Untersuchung der Repräsentativität
Dessau-Roßlau, Luchstraße 22/24 (Ostseite)	R3	310019	5751789	2020	Standortvorbereitung, Untersuchung der Repräsentativität
Friedrichsschwerz	FS	697968	5715449	2020	Hintergrund
Halberstadt, Friedenstraße 6	E	641480	5750774	2008	Prüfung Grenzwertrelevanz
Halle, Burgstraße 5/6	B	705083	5709698	2007	Evaluierung Umweltzone
Halle, Delitzscher Straße 20	H	707622	5707316	2018	Beobachtung verkehrstechnischer Maßnahmen
Halle, Freimfelder Straße 92	F2	707941	5707637	2011	Evaluierung Umweltzone
Halle/Nord (LÜSA-Station)	N	706780	5709213	2009	Referenzstandort
Halle, Trothaer Straße 104a	T	705569	5710669	2003	Evaluierung Umweltzone
Halle, Volkmannstraße 13	V	707199	5708172	2008	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg, Gr. Diesdorfer Straße 220	G	678649	5778724	2012	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg, O.-v.-Guericke-Straße 48	O	679912	5777991	2012	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg/Schleinufer (LÜSA-Station)	S	680229	5777712	2015	Referenzstandort
Magdeburg/West (LÜSA-Station)	W	678751	5778480	2009	Referenzstandort
Merseburg, B91, Thomas-Müntzer-Straße 67	M	707674	5692934	2003	verkehrsnahe Messung

Rechts- und Hochwert nach ETRS89/UTM (EPSG-Code: 25832 – UTM 32N)

Tabelle A 5: Messstandorte der NH₃-Passivsammlermessungen

Standort	Bez.	UTM (E)	UTM (N)	Messbeginn
Altbrandsleben	AL	654092	5772000	01-2020
Friedrichsschwerz	FS	697968	5715449	09-2020
Halle, Reideburger Straße 47, LAU	HA	708605	5708065	01-2020
Meuro	ME	755076	5737278	01-2020
Oechlitz	OE	692823	5689316	01-2020
Osterburg, Stadtrandsiedlung	OS	684662	5850545	01-2020
Trinum	TR	700647	5739837	01-2020

Tabelle A 6: Messstandorte der NUPS zur Bestimmung von BC

Standort	Bez.	UTM (E)	UTM (N)	Messbeginn	Bemerkung
Halle, Burgstraße	HB	705083	5709698	07-2017	
Halle, Delitzscher Straße	HD	707622	5707316	12-2017	
Halle, Freimfelder Straße	HF	707941	5707637	07-2017	
Halle/Nord (LÜSA-Station)	HS	706780	5709213	01-2018	Referenzstandort
Halle/Paracelsusstraße (LÜSA-Station)	HP	706939	5709069	07-2017	Referenzstandort
Halle/Riebeckplatz (LÜSA-Station)	HR	707206	5706958	07-2017	
Halle, Volkmannstraße	HV	707199	5708172	07-2017	
Magdeburg, Große Diesdorfer Straße	MG	678649	5778724	07-2017	
Magdeburg/Schleiufer (LÜSA-Station)	MS	680229	5777712	07-2017	Referenzstandort
Magdeburg/West (LÜSA-Station)	MW	678751	5778480	07-2017	Referenzstandort

Tabelle A 7: Messstandorte zur Bestimmung der Deposition von PCDD/F und dl-PCB

Standort	Bez.	UTM (E)	UTM (N)	Messbeginn	Messanlass (Standort)
Bernburg	BBG 7	693017	5743334	09-2009	AVA
Großkayna	MER 100	703696	5686110	01-2002	Feuerungsanlage
Halle (LAU)	HAL 34	708593	5708074	05-2003	städtischer Hintergrund
Hettstedt	HET 45	673922	5722333	02-1996	Metallurgie
Leuna	LEU	709754	5691374	12-2005	AVA
Rothensee	ROT	684539	5785632	12-2005	AVA
Steißfurt	STF	680439	5749929	01-2009	AVA
Zartau	ZAR	647148	5829227	01-2005	ländlicher Hintergrund
Zorbau	ZOB	713000	5674629	12-2005	AVA

Tabelle A 8: Stationäre Messstandorte* zur Bestimmung von Staubbiederschlag, Metallen, Anionen/Kationen und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (außer Bodendauerbeobachtungsflächen)

Standort	Bezeichnung	UTM (E)	UTM (N)	STN	Me	A/K	PAK
Amsdorf, Chausseestr.	EIL 41	689139	5704941	x	x		
Bernburg (LÜSA-Station)	BBG-C1	688814	5742831	x	x		
Bitterfeld/Wolfen (LÜSA-Station)	BTF-C1	728458	5727375	x	x		
Burg (LÜSA-Station)	BRG-C1	695539	5793734	x	x		
Colbitz, Lysimeter-Messstelle	COL	674639	5800867	x	x	x**	
Deuben, Holzberg	HHM 111/1	715123	5666951	x	x		
Deuben, OT Naundorf, Bergstr.	HHM 113	716012	5667053	x	x		
Drei Annen Hohne (Harz)	DAH	618558	5737397	x	x	x**	
Großkayna, MUEG-Deponie	MER 100	703696	5686110	x	x		
Halberstadt/Paulsplan (LÜSA-Station)	HBS-C1	641537	5751601	x	x		
Halle/Riebeckplatz (LÜSA-Station)	HAL-V	707206	5706958	x	x		
Halle, Reideburger Str., LAU	HAL 34	708593	5708074	x	x	x	x
Hettstedt, An der Brache	HET 08	674101	5722639	x	x		
Hettstedt, Berggrenze, An der Bleihütte	HET 05	673641	5722871	x	x		
Hettstedt, Museum	HET 45	673922	5722333	x	x		
Kapenmühle, Biosphärenreservat (Verwaltung)	KAP	730322	5747273	x	x	x	
Karsdorf, Schulstr./August-Bebel-Str.	NEB 03	684921	5684501	x	x		
Latdorf, Schulstr., AVA (Bernburg)	BBG 7	693017	5743334	x	x		
Leuna (LÜSA-Station)	MER-C4	711253	5689952	x	x		
Leuna, AVA	LEU	709754	5691374	x	x		
Magdeburg, Wallonerberg	MD 01	681086	5779217	x	x		
Magdeburg, Rothensee, AVA	ROT	684539	5785632	x	x		
Osterwieck, Im Fallstein, Fallstein- klause	HBS 5	617194	5761639	x	x		
Petersberg, Friedensplatz	PET 8	704395	5719780	x	x		
Rübeland, Kaltes Tal	WR 18	626860	5736852	x	x		
Schkopau, Hallesche Str.	SK 13	707082	5698457	x	x		
Staßfurt, AVA	STF	680439	5749929	x	x		
Stendal/Stadtsee (LÜSA-Station)	SDL-C2	693016	5831820	x	x		
Thießen, Mochauer Str.	THI	752800	5758524	x	x	x	
Unterharz/Friedrichsbrunn (LÜSA- Station)	QLB-C3	641330	5725479	x	x		
Weißenfels, Herrenmühlenschleuse	WSF 6	707132	5678602	x	x	x	
Wernigerode/Bahnhof (LÜSA-Station)	WR-C1	623299	5744738	x	x		
Wittenberg/Bahnstr. (LÜSA-Station)	WB-C1	752215	5753077	x	x		
Wittenberg/Feldstr.	WIT_U	750386	5754012			x**	

Standort	Bezeichnung	UTM (E)	UTM (N)	STN	Me	A/K	PAK
Wittenberg-Piesteritz, Betriebsgelände	PIE	747295	5753364	x	x	x	
Zartau (LÜSA-Station)	ZAR	647148	5829227	x	x	x	
Zeitz (LÜSA-Station)	ZZ-C1	720139	5660605	x	x		
Zorbau, AVA	ZOB	713000	5674629	x	x		

*) außer Sondermessprogramme

**) A/K wurde 2021 nicht beprobt

Tabelle A 9: Messstandorte auf Bodendauerbeobachtungsflächen zur Bestimmung von Staubbiederschlag, Metalle, Anionen/Kationen und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Standort	Bezeichnung	UTM (E)	UTM (N)	STN	Me	A/K	PAK
Barnstädt	BDF 35	683955	5689045	x	x	x	
Leimbach	BDF 36	677600	5693436	x	x	x	
Merseburg Ost	BDF 52.1	714507	5695047	x	x	x	
Seeben	BDF 49	707147	5713007	x	x	x	
Siptenfelde (dauerhafter Messstandort)	BDF 62	641819	5724650	x	x	x	
Teutschenthal	BDF 47	694407	5705384	x	x	x	

Tabelle A 10: Jahresmittelwerte NO₂ in µg/m³

Schutzziel: menschliche Gesundheit

Bezugszeit: Jahr

Grenzwert: 40 µg/m³ (gültig ab 01.01.2010)

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aschersleben	30	27	29	26	28	25	20	20
Bernburg	21	20	19	18	18	16	14	14
Bitterfeld/Wolfen	15	15	14	14	13	13	12	11
Brockenstation	2 ⁵⁾	2 ⁵⁾	4,4	2 ⁵⁾				
Burg	13	13	13	13	12	11	9,3	9,4
Dessau/Albrechtsplatz ¹⁾	21	21	20	18	17	16		
Dessau/Roßlau								13
Domäne Bobbe	9,5	8,9	9,5	9,4	8,5	7,4	7,1	7,3
Halberstadt	14	13	15	13	13	11	10	10
Halberstadt/Friedenstraße ²⁾	40	35	34	31	33	30	24	27
Halle/Merseburger Straße ³⁾	35	35	32	26	22			
Halle/Nord	19	18	18	17	18	16	14	15
Halle/Paracelsusstraße ⁴⁾	49	49	46	43	40	36	31	32
Halle/Riebeckplatz							18	18
Leuna	15	14	14	13	14	12	11	11
Magdeburg/Guericke-Straße			28	27	25	23	20	19
Magdeburg/Schleiufer	34	34	34	34	30	29	24	24
Magdeburg/West	19	18	19	18	18	16	14	14
Stendal/Stadtsee	11	11	11	10	11	10	8,9	8,8
Unterharz/Friedrichsbrunn	5,4	4,7	4,9	4,3	5,0	4,0	4,3	4,0
Weißenfels/Am Krug	18	18	19	16	19	15	13	12
Wernigerode/Bahnhof	13	14	15	13	14	12	10	11
Wittenberg/Bahnstraße	12	12	12	12	11	10	9,1	8,3
Wittenberg/Dessauer Straße	31	32	32	29	26	25	21	21
Zartau/Waldmessstation	7,3	6,3	7,2	6,3	6,6	6,2	5,5	5,4

(...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

1) Messende 12/2019, Station abgebaut

2) Passivsammlermessung (PS Halberstadt auch in Tabelle A 12 dargestellt)

3) Messende 12/2018, Station abgebaut

4) Fristverlängerung bis 31.12.2014 (Grenzwert + Toleranzmarge: 60 µg/m³)

5) Kenngröße < Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt

Tabelle A 11: Überschreitungen des ab 2021 gültigen WHO-Richtwertes und der Interim Targets für Tagesmittel NO₂

Die Interim Targets bzw. der WHO Richtwert darf an drei bis vier Tagen eines Jahres überschritten werden (99. Perzentil).

	WHO-Richtwert überschritten ¹⁾	Interim Target 2 überschritten ²⁾	Interim Target 1 überschritten ³⁾
Aschersleben	ja	nein	nein
Bernburg	ja	nein	nein
Bitterfeld Wolfen	ja	nein	nein
Brockenstation	nein	nein	nein
Burg	ja	nein	nein
Dessau/Roßlau	ja	nein	nein
Domäne Bobbe	nein	nein	nein
Halberstadt	ja	nein	nein
Halle Nord	ja	nein	nein
Halle Paracelsusstraße	ja	ja	nein
Halle/Riebeckplatz	ja	nein	nein
Leuna	ja	nein	nein
Magdeburg Guericke-Straße	ja	nein	nein
Magdeburg Schleinufer	ja	nein	nein
Magdeburg West	ja	nein	nein
Stendal Stadtsee	nein	nein	nein
Unterharz Friedrichsbrunn	nein	nein	nein
Weißenfels Am Krug	ja	nein	nein
Wernigerode Bahnhof	ja	nein	nein
Wittenberg Bahnstraße	nein	nein	nein
Wittenberg Dessauer Str.	ja	nein	nein
Zartau Waldmessstation	nein	nein	nein

1) ... 99.Perzentil der Tagesmittel > 25 µg/m³

2) ... 99.Perzentil der Tagesmittel > 50 µg/m³

3) ... 99.Perzentil der Tagesmittel > 120 µg/m³

Tabelle A 12: Jahresmittelwerte NO₂ in µg/m³ (Passivsammler*)

Schutzziel: menschliche Gesundheit

Bezugszeit: Jahr

Grenzwert: 40 µg/m³ (gültig ab 01.01.2010)

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Halberstadt, Friedensstr. 6	40	35	34	31	33	30	24	27
Halle, Burgstr. 5/6	31	28	30	27	31	26	20	19
Halle, Delitzscher Straße 20					31	28	23	24
Halle, Freimfelder Str. 92	29	26	25	24	24	21	18	18
Halle, Trothaer Str. 104a ¹⁾	37	33	34	31	34	29	26	25
Halle, Volkmannstr. 13 ¹⁾	38	39	45	36	32	31	28	28
Magdeburg, Große Diesdorfer Straße	30	26	26	24	24	22	19	19
Magdeburg, O.-v.-Guericke-Str. 48	29	26	26	26	24	24	19	20
Merseburg, B 91, Th.-Müntzer-Str.	35	31	32	30	31	28	22	22
Dessau-Roßlau, Luchstraße 7							20	20
Dessau-Roßlau, Luchstraße 16							18	18
Dessau-Roßlau, Luchstraße 22/24							19	19
Friedrichsschwerz								7

*) Referenzstandorte (Tabelle A 4) sind nicht aufgeführt. Ergebnisse für die Referenzstandorte enthält Tabelle A 14,

1) Fristverlängerung bis 31.12.2014 (Grenzwert + Toleranzmarge: 60 µg/m³)

Tabelle A 13: Kritische Werte für NO_x in µg/m³ zum Schutz der Vegetation

Schutzziel: Vegetation

Bezugszeit: Jahr

Grenzwert: 30 µg/m³ (gültig ab 10.07.2001)

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Brockenstation	3,9	4,5	4,7	4,1	3,8	4,0	3,0	2,6
Domäne Bobbe	11	11	11	11	10	8,4	7,9	8,0
Unterharz/Friedrichsbrunn	6,0	5,2	5,5	4,6	5,4	4,5	4,8	4,5
Zartau/Waldmessstation	8,1	7,2	8,3	7,6	7,7	6,8	6,2	6,0

Tabelle A 14: Jahresmittelwerte NO und NO₂ in µg/m³

	NO 2020	NO 2021	NO ₂ 2020	NO ₂ 2021
Aschersleben	22	17	20	20
Bernburg	5,6	5,3	14	14
Bitterfeld/Wolfen	2,7	2,1	12	11
Brocken	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	2 ¹⁾	2 ¹⁾
Burg	1,4	0,7 ¹⁾	9,3	9,4
Dessau/Roßlau		5,8		13
Domäne Bobbe	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	7,1	7,3
Halberstadt	2,9	2,4	10	10
Halle/Nord	3,5	3,0	14	15
Halle/Paracelsusstraße	23	25	31	32
Halle/Riebeckplatz	6,7	6,6	18	18
Leuna	2,0	2,0	11	11
Magdeburg/Guericke-Straße	8,6	7,7	20	19
Magdeburg/Schleiufer	16	17	24	24
Magdeburg/West	2,6	2,5	14	14
Stendal/Stadtsee	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	8,9	8,8
Unterharz/Friedrichsbrunn	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	4,3	4,0
Weißenfels/Am Krug	6,0	5,0	13	12
Wernigerode/Bahnhof	2,3	2,1	10	11
Wittenberg/Bahnstraße	1,4	1,4	9,1	8,3
Wittenberg/Dessauer Straße	23	21	21	21
Zartau/Waldmessstation	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	5,5	5,4

1) Kenngröße < Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt

Tabelle A 15: Jahresmittelwerte PM₁₀ in µg/m³

Messstation	Methode 2020	Methode 2021	2020	2021
Aschersleben	C	C	19	18
Bernburg	A	A	16	16
Bitterfeld/Wolfen	A	A	15	15
Burg	C	C	14	15
Dessau/Roßlau	-	A	-	16
Domäne Bobbe	C	C	15	15
Goldene Aue (Roßla)	A	A	11	12
Halberstadt/Friedenstraße	C	C	21	21
Halberstadt/Paulsplan	A	A	12	13
Halle/Nord	A	A	15	15
Halle/Paracelsusstraße	C	C	23	25
Halle/Riebeckplatz	C	C	17	17
Leuna	A	A	14	14
Magdeburg/Guericke-Straße	C	C	18	19
Magdeburg/Schleiufer	A	A	19	(18)
Magdeburg/West	A	A	14	15
Stendal/Stadtsee	A	A	13	13
Unterharz/Friedrichsbrunn	A	A	10	10
Wernigerode/Bahnhof	A	A	13	13
Wittenberg/Bahnstraße	A	A	14	14
Wittenberg/Dessauer Straße	C	C	18	18
Zartau/Waldmessstation	A	A	11	11
Zeitz	A	A	15	15

(...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

- A Nephelometer + Beta-Absorption (Gerätetyp: Sharp 5030)
- B Streulichtmessung (Gerätetyp: Absorptionsspektrometer GRIMM EDM 180)
- C Gravimetrie (Gerätetyp: Filtersammler LVS SEQ 47/50)

Tabelle A 16: Jahresmittelwerte PM₁₀ in µg/m³ im Rückblick

Schutzziel: menschliche Gesundheit

Bezugszeit: Jahr

Grenzwert: 40 µg/m³ (gültig ab 01.01.2005)

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aschersleben ¹⁾	26	23	21	20	23	20	19	18
Bernburg	22	19	18	17	19	16	16	16
Bitterfeld/Wolfen	21	18	17	16	19	15	15	15
Burg ¹⁾	20	18	16	15	17	15	14	15
Dessau/Albrechtsplatz ⁵⁾	23	19	19	18	19	16		
Dessau/Roßlau								16
Domäne Bobbe ¹⁾	21	19	16	16	19	15	15	15
Goldene Aue (Roßla)		15 ²⁾	15	14	16	13	11	12
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	27	25	25	21	24	21	21	21
Halberstadt/Paulsplan	18	16	16	15	17	13	12	13
Halle/Merseburger Straße ¹⁾	25	22	21	20	25			
Halle/Nord	22	19	18	18	21	16	15	15
Halle/Paracelsusstraße ¹⁾	33	30	28	26	27	23	23	25
Halle/Riebeckplatz ¹⁾							17	17
Leuna	21	17	16	16	18	15	14	14
Magdeburg/Guericke-Straße ¹⁾			21	21	24	20	18	19
Magdeburg/Schleiufer	28	23	22	22	23	20	19	(18)
Magdeburg/West	21	18	18	17	19	15	14	15
Stendal/Stadtsee	19	16	17	15	16	14	13	13
Unterharz/Friedrichsbrunn	14	12	11	11	13	10	10	10
Wernigerode/Bahnhof	19	17	16	16	17	14	13	13
Wittenberg/Bahnstraße	21	18	18	17	19	15	14	14
Wittenberg/Dessauer Straße ¹⁾	26	23	22	20	22	19	18	18
Zartau/Waldmessstation	17	15	13	13	14	12	11	11
Zeitz	20	16	16	16	19	15	15	15

(...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

1) Gravimetrie

2) Messbeginn 30.01.2015

3) Messende 12/2018, Station abgebaut

4) Messbeginn 07.02.2012

5) Messende 12/2019, Station abgebaut

Tabelle A 17: Anzahl der Überschreitungstage (Tagesmittelwerte > 50 µg/m³) für PM₁₀

Schutzziel: menschliche Gesundheit

Bezugszeit: 24 h

Grenzwert: 50 µg/m³

Wertigkeit: Grenzwert (gültig ab 01.01.2005)

Überschreitungen zulässig pro Station und Jahr: 35

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aschersleben ¹⁾	33	17	7	12	12	5	2	6
Bernburg	19	7	4	12	7	3	1	3
Bitterfeld/Wolfen	16	4	4	10	6	4	0	2
Burg ¹⁾	9	7	5	7	1	1	1	2
Dessau/Albrechtsplatz ⁴⁾	19	7	5	12	7	4		
Dessau/Roßlau								5
Domäne Bobbe	13	7	4	8	8	2	2	1
Goldene Aue (Roßla)		2 ²⁾	3	7	4	1	0	0
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	27	19	13	14	12	9	4	9
Halberstadt/Paulsplan	10	8	6	7	5	1	0	2
Halle/Merseburger Straße ¹⁾³⁾	23	12	7	15	22			
Halle/Nord	21	9	6	11	13	3	2	1
Halle/Paracelsusstraße ¹⁾	41	30	19	23	21	6	6	12
Halle/Riebeckplatz ¹⁾							1	3
Leuna	17	6	4	10	5	2	0	1
Magdeburg/Guericke-Straße ¹⁾			6	12	8	7	2	5
Magdeburg/Schleiufer	28	12	5	15	8	4	4	6
Magdeburg/West	17	9	5	10	4	3	1	1
Stendal/Stadtsee	8	5	5	5	1	2	0	1
Unterharz/Friedrichsbrunn	5	1	3	4	1	0	0	0
Wernigerode/Bahnhof	12	7	5	5	3	1	0	1
Wittenberg/Bahnstraße	15	7	4	11	5	1	1	3
Wittenberg/Dessauer Straße ¹⁾	27	16	6	12	8	1	1	5
Zartau/Waldmessstation	4	4	4	6	1	1	0	0
Zeit	18	5	5	7	6	1	1	1

1) Gravimetrie

2) Messbeginn 30.01.2015

3) Messende 12/2018, Station abgebaut

4) Messende 12/2019, Station abgebaut

Tabelle A 18: Jahresmittelwerte PM_{2,5} in µg/m³

Messstation	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Burg	14	12	11	11	12	10	9	10
Domäne Bobbe	16	13	13	13	13	10	9	10
Halberstadt/Paulsplan			10	11	13	10	8	8
Halle/Merseburger Straße ¹⁾	18	14	14	13	15			
Halle/Nord	16	13	13	13	14	11	10	10
Halle/Paracelsusstraße	22	19	19	k. A. ²⁾	15 ³⁾	12 ³⁾	12 ³⁾	13 ³⁾
Halle/Riebeckplatz							10	10
Magdeburg/Guericke-Straße			14	15	k. A. ⁴⁾	k. A. ⁴⁾	11 ⁵⁾	12
Magdeburg/Schleiufer ³⁾			14	13	14	10	9	11
Magdeburg/West	16	13	13	13	14	11	9	10
Unterharz/Friedrichsbrunn	11	9	9	8	9	7	6	6
Weißenfels/Am Krug	16	13	13	12	14	10	(9) ⁶⁾	(9) ⁶⁾

(...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

- 1) Messende 12/2018, Station abgebaut
- 2) messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %
- 3) Gravimetrie (LVS SEQ 47/50)
- 4) keine Vergleichsmessung, Daten nicht verwendbar
- 5) nachträgliche Änderung wegen Anpassung an das Referenzverfahren
- 6) wegen messtechnischer Probleme zu geringe Datenverfügbarkeit und nachträgliche Korrektur für 2020

Tabelle A 19: Jahresmittelwerte Partikel PM₁₀ in µg/m³ (automatische Messung)

Messstation	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Burg	20	16	15	15	17	14	14	15
Domäne Bobbe	21	17	18	16	18	15	14	14
Halberstadt/Paulsplan			16	15	17	13	12	13
Halle/Merseburger Straße ¹⁾	25	21	20	19	23			
Halle/Nord	22	19	18	18	21	16	15	15
Halle/Paracelsusstraße	33	30	27	k. A. ³⁾	26	22	23	24
Halle/Riebeckplatz							15	15
Magdeburg/Guericke-Straße			20	21	24	20	18	19
Magdeburg/Schleiufer			22	22	23	20	19	18
Magdeburg/West	21	18	18	17	19	15	14	15
Unterharz/Friedrichsbrunn	14	12	11	11	13	10	10	10

- 1) Messende 12/2018, Station abgebaut
- 2) Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)
- 3) messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %

Tabelle A 20: Anteil Partikel PM_{2,5} am Partikel PM₁₀ in Prozent

Messstation	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Burg	70	75	73	73	71	67	64	67
Domäne/Bobbe	76	76	72	72	72	67	64	71
Halberstadt/Paulsplan			63	73	76	77	67	62
Halle/Merseburger Straße ¹⁾	72	67	70	68	65			
Halle/Nord	73	68	72	72	67	69	67	67
Halle/Paracelsusstraße	67	63	70	k. A. ²⁾	58	52	52	52
Halle/Riebeckplatz							67	67
Magdeburg/Guericke-Straße			70	71	k. A. ³⁾	k. A. ³⁾	61 ⁴⁾	67
Magdeburg/Reuter-Allee ⁵⁾	64	k. A. ⁶⁾						
Magdeburg/Schleiufer ⁵⁾			64	59	61	50	47	61
Magdeburg/West	76	72	72	76	74	73	64	67
Unterharz/Friedrichsbrunn	79	75	82	73	69	70	60	60

- 1) Messende 12/2018, Station abgebaut
- 2) messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %
- 3) keine Vergleichsmessung, Daten nicht verwendbar
- 4) nachträgliche Änderung wegen Anpassung an das Referenzverfahren
- 5) PM₁₀ = automatische Messung, PM_{2,5} = LVS SEQ 47/50

Tabelle A 21: Anteil der Grobfraction (coarse fraction) am Partikel PM₁₀ in Prozent

Messstation	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Burg	30	25	27	27	29	33	36	33
Domäne/Bobbe	24	24	28	28	28	33	36	29
Halberstadt/Paulsplan			38	27	24	23	33	38
Halle/Merseburger Straße ¹⁾	28	33	30	32	35			
Halle/Nord	27	32	28	28	33	31	33	33
Halle/Paracelsusstraße	33	37	30	k. A. ²⁾	42	48	48	48
Halle/Riebeckplatz							33	33
Magdeburg/Guericke-Straße			30	29	k. A. ³⁾	k. A. ³⁾	39 ⁴⁾	33
Magdeburg/Schleiufer ⁵⁾			36	41	39	50	53	39
Magdeburg/West	24	28	28	24	26	27	36	33
Unterharz/Friedrichsbrunn	21	25	18	27	31	30	40	40

- 1) Messende 12/2018, Station abgebaut
- 2) messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %
- 3) keine Vergleichsmessung, Daten nicht verwendbar
- 4) nachträgliche Änderung wegen Anpassung an das Referenzverfahren
- 5) PM₁₀ = automatische Messung, PM_{2,5} = LVS SEQ 47/50

Tabelle A 22: Jahresmittelwerte PAK in ng/m³

Messstation / Jahr	BaA	CHR	BbF	BkF	BaP	DBahA	BghiP	INP	COR
M205 2016	0,17	0,28	0,35	0,15	0,19	0,09	0,19	0,21	0,06
M205 2017	0,12	0,20	0,31	0,13	0,13	0,08	0,15	0,13	0,05
M205 2018	0,12	0,21	0,32	0,13	0,12	0,14	0,20	0,29	0,07
M205 2019*	0,09	-	-	0,12	0,12	-	0,19	0,15	0,08
M205 2020	0,08	0,15	0,24	0,10	0,08	0,16	0,17	0,19	0,07
M205 2021	0,08	0,18	0,26	0,10	0,06	0,06	0,17	0,21	0,08
M002 2002	0,90	1,06	1,20	0,54	0,77	0,16	0,89	-	0,27
M002 2003	0,90	1,11	1,26	0,57	0,93	0,17	0,95	0,81	0,26
M002 2004	0,68	0,94	1,00	0,45	0,68	0,09	0,81	0,67	0,24
M002 2005*	0,63	-	-	0,39	0,51	-	0,53	0,54	0,38
M002 2006*	0,93	-	-	0,51	0,93	-	0,82	0,86	0,42
M002 2007*	0,96	-	-	0,64	0,98	-	0,89	0,94	0,51
M002 2008*	0,81	-	-	0,55	0,89	-	0,78	0,76	0,38
M002 2009*	0,89	-	-	0,40	0,70	-	0,77	0,82	0,34
M002 2010*	0,85	-	-	0,46	0,88	-	0,66	0,78	0,31
M002 2011*	0,61	-	-	0,34	0,93	-	0,69	0,69	0,29
M002 2012*	0,44	-	-	0,28	0,59	-	0,57	0,68	0,27
M002 2013*	0,29	-	-	0,22	0,43	-	0,29	0,28	0,13
M002 2014*	0,45	-	-	0,39	0,44	-	0,46	0,34	0,15
M002 2015*	0,36 ¹⁾	-	-	0,32 ¹⁾	0,47	-	0,33 ¹⁾	0,29 ¹⁾	0,14
M002 2016*	0,58	-	-	0,39	0,53	-	0,47	0,37	0,19
M002 2017*	0,37	-	-	0,33	0,45	-	0,38	0,26	0,18
M002 2018*	0,38	-	-	0,32	0,45	-	0,43	0,37	0,15
M002 2019*	0,23	-	-	0,22	0,34	-	0,37	0,30	0,16
M002 2020*	0,17	-	-	0,15	0,26	-	0,25	0,19	0,09
M002 2021	0,20			0,20	0,31		0,25	0,30	0,11
HERP 2020*	0,07			0,07	0,11		0,15	0,11	0,06
HERP 2021*	0,10			0,10	0,13		0,16	0,14	0,06
BUCO 2006	0,53	0,96	0,70	0,39	0,46	0,06	0,72	0,67	0,20
BUCO 2007	0,33	0,55	0,52	0,29	0,26	0,05	0,42	0,47	0,14
BUCO 2008	0,29	0,51	0,48	0,23	0,24	0,10	0,27	0,33	0,16
BUCO 2009	0,31	0,51	0,52	0,24	0,29	0,13	0,25	0,33	0,09
BUCO 2010	0,49	0,72	0,82	0,37	0,52	0,19	0,40	0,38	0,11
BUCO 2011	0,32	0,42	0,56	0,25	0,37	0,15	0,33	0,32	0,10
BUCO 2012	0,40	0,53	0,66	0,31	0,38	0,17	0,36	0,36	0,12

Messstation / Jahr	BaA	CHR	BbF	BkF	BaP	DBahA	BghiP	INP	COR
BUCO 2013	0,23	0,36	0,49	0,22	0,25	0,13	0,32	0,22	0,09
BUCO 2014	0,21	0,29	0,48	0,21	0,28	0,12	0,27	0,20	0,08
BUCO 2015	0,13	0,22	0,33	0,15	0,20	0,09	0,19	0,14	0,05
BUCO 2016	0,17	0,28	0,37	0,17	0,18	0,10	0,19	0,16	0,05
BUCO 2017	0,13	0,19	0,33	0,14	0,16	0,09	0,17	0,14	0,04
BUCO 2018	0,13	0,22	0,34	0,14	0,16	0,14	0,22	0,32	0,06
BUCO 2019	0,10	0,21	0,30	0,13	0,11	0,16	0,20	0,26	0,07
BUCO 2020	0,07	0,16	0,25	0,10	0,06	0,15	0,19	0,23	0,08
BUCO 2021	0,10	0,17	0,27	0,11	0,08	0,08	0,19	0,24	0,08

1) Korrektur der Angabe für 2015 in 05/2017

* Im Falle der Messstationen Wittenberg/Dessauer Str. (ab dem Jahr 2005) und Magdeburg/Guericke-Str. (im Jahr 2019) sowie Halle/Riebeckplatz (2020) wurde für die PAK - Analytik ein anderes Analysenmessverfahren angewandt. Mithin kann nicht für jede Einzelkomponente ein separater Messwert ausgewiesen werden.

- Magdeburg/Guericke-Straße (M205)
- Wittenberg/Dessauer Straße (M002)
- Halle/Riebeckplatz (HERP)
- Burg (BUCO)

Tabelle A 23: Jahresmittelwerte Schwermetalle und Arsen im PM₁₀

Komponente	Relevanter Bewertungsmaßstab	Burg 2020	Burg 2021	Wittenberg 2020	Wittenberg 2021	Bobbe 2020	Bobbe 2021
Arsen (ng/m ³)	6 (39. BImSchV)	0,30	0,27	0,49	0,41	0,32	0,25
Blei (µg/m ³)	0,5 (39. BImSchV)	0,0046	0,0042	0,0064	0,0066	0,033	0,029
Kadmium (ng/m ³)	5 (39. BImSchV)	0,09	0,08	0,12	0,11	0,09	0,06
Chrom (ng/m ³)	17 (LAI)	0,93	0,75	3,00	2,55	0,63	0,89
Mangan (µg/m ³)	0,15 (WHO)	0,0041	0,0032	0,0069	0,0056	0,0043	0,0039
Nickel (ng/m ³)	20 (39. BImSchV)	0,37	0,44	0,65	0,71	0,26	0,51
Vanadium (ng/m ³)	20 (LAI)	0,38	0,39	0,49	0,46	0,40	0,42

Tabelle A 24: Jahresmittelwerte O₃ in µg/m³

Messstation	2020	2021	Messstation	2020	2021
Bitterfeld/Wolfen	51	49	Leuna	51	49
Brockenstation	77	75	Magdeburg/West	50	49
Burg	53	50	Stendal/Stadtsee	53	51
Domäne Bobbe	55	51	Unterharz/Friedrichsbrunn	55	53
Goldene Aue (Roßla)	49	45	Wernigerode Bahnhof	57	55
Halberstadt	50	52	Wittenberg/Bahnstraße	52	49
Halle/Nord	49	47	Zartau/Waldmessstation	(48)	49
Halle/Riebeckplatz	50	46	Zeitz	49	45

(...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Tabelle A 25: Anzahl der Tage mit Überschreitung des O₃-Schwellenwertes zur Information der Bevölkerung (180 µg/m³)

Messstation	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bitterfeld/Wolfen	0	4	0	0	1	1	0	0
Brocken	0	4	0	0	2	1	0	0
Burg	0	4	0	0	0	2	0	0
Domäne Bobbe	1	4	1	0	0	0	0	0
Goldene Aue (Roßla)	0	2	0	0	1	0	0	0
Halberstadt	0	1	0	0	1	2	0	0
Halle/Nord	0	4	1	0	1	1	0	0
Halle/Riebeckplatz							0	0
Leuna	0	4	1	0	2	0	0	0
Magdeburg/West	1	3	0	0	1	1	0	0
Stendal/Stadtsee	0	2	0	0	0	1	0	0
Unterharz/Friedrichsbrunn	0	2	0	0	1	1	0	0
Wernigerode/Bahnhof	0	0	0	0	0	2	0	0
Wittenberg/Bahnstraße	0	6	2	0	2	1	0	0
Zartau/Waldmessstation	0	(2)	0	0	0	1	1	0
Zeitz	0	3	1	0	0	0	0	0

(...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Tabelle A 26: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Schwellenwertes zum Gesundheitsschutz (120 µg/m³) für O₃

Messstation	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Mittel 2019 - 2021
Bitterfeld/Wolfen	18	12	45	28	13	6	16
Brocken	34	18	66	44	31	17	31
Burg	20	6	44	27	18	8	18
Domäne Bobbe	24	10	44	31	19	10	20
Goldene Aue (Roßla)	16	7	43	25	15	5	15
Halberstadt	16	7	38	22	3	7	11
Halle/Nord	19	6	38	22	7	4	11
Halle/Riebeckplatz					4	2	
Leuna	23	11	49	23	12	5	13
Magdeburg/West	19	4	40	23	11	8	14
Stendal/Stadtsee	20	3	34	25	15	9	16
Unterharz/Friedrichsbrunn	11	8	51	33	19	7	20
Wernigerode/Bahnhof	14	5	38	19	13	5	12
Wittenberg/Bahnstraße	20	11	48	26	15	6	16
Zartau/Waldmessstation	17	0	22	22	6	8	12
Zeit	19	8	40	31	15	4	13

Tabelle A 27: AOT40 Werte zum Schutz der Vegetation vor O₃ in (µg/m³)h

Schutzziel: Vegetation

Bezugszeit: 1h (akkumuliert von Mai bis Juli)

Wert: 18000 (µg/m³)h (gemittelt über 5 Jahre)

Wertigkeit: Zielwert (gültig ab 01.01.2010)

Jahr	2017	2018	2019	2020	2021
Bitterfeld/Wolfen	13231	16780	17595	15864	15262
Brockenstation	17321	19874	19587	18376	17328
Burg	14598	17295	16942	15165	14304
Domäne Bobbe	12780	16194	17020	15910	14991
Goldene Aue (Roßla)	11349	14208	14104	12736	12227
Leuna	14590	17276	17231	15559	14681
Unterharz/Friedrichsbrunn	11449	14547	15842	15001	15083
Zartau/Waldmessstation	11326	12016	11467	9927	9532

Tabelle A 28: Anzahl der Tage mit Überschreitung des WHO Richtwertes für O₃ (100 µg/m³ als 8-h-Mittelwert)

Kategorie des Bewertungsmaßstabes: Richtwert
 Bezugszeitraum: 8 h (stündlich gleitend)
 Wert: 100 µg/m³

Ozon	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bitterfeld/Wolfen	44	63	48	32	99	68	45	30
Brockenstation	85	84	81	63	130	88	85	51
Burg	51	66	49	30	88	68	54	30
Domäne Bobbe	44	57	53	24	84	68	56	29
Goldene Aue (Roßla)	39	51	40	25	85	55	44	23
Halberstadt	38	56	41	31	76	49	30	28
Halle/Nord	43	55	42	22	88	58	41	25
Halle/Riebeckplatz							28	15
Leuna	45	65	49	37	95	64	47	28
Magdeburg/Damaschkeplatz	8							
Magdeburg/West	44	48	44	26	73	60	48	28
Stendal/Stadtsee	48	57	49	25	81	70	45	29
Unterharz/Friedrichsbrunn	39	52	35	33	100	71	52	29
Wernigerode/Bahnhof	34	53	42	26	83	49	42	26
Wittenberg/Bahnstraße	54	73	57	40	106	74	56	35
Zartau/Waldmessstation	47	(44)	43	11	51	54	25	29
Zeitz	45	57	45	32	86	55	51	16

(...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Tabelle A 29: Jahresmittelwerte BC in µg/m³

Messstation	2018	2019	2020	2021
Halle/Nord	0,95		0,53	0,68
Halle/Paracelsusstraße			1,21	1,46
Magdeburg/Schleinufer	1,74	1,45	1,22	1,16
Magdeburg/West	1,04	0,76	0,67	0,70
Zartau/Waldmessstation	0,48	0,47	0,40	0,43

Tabelle A 30: Jahresmittelwerte von Benzol, Toluol und Xylole in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	Benzol 2020	Benzol 2021	Toluol 2020	Toluol 2021	Xy-lole 2020	Xy-lole 2021
Bitterfeld/Wolfen	0,6	(0,6)	1,0	(1,1)	0,6	(0,5)
Halle/Riebeckplatz	(0,5)		(0,8)		(1,0)	
Leuna	0,5	0,5	0,7	1,0	0,7	0,6
Magdeburg/Guericke-Str.	0,5	0,5	0,9	0,8	1,1	(0,8)
Magdeburg/West	0,5	0,5	1,1	0,7	0,9	0,7
Wittenberg/Dessauer Str.	0,8	0,9	1,2	1,5	1,2	1,2

(...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Tabelle A 31: Jahresmittelwerte von Ethylbenzol, meta+para- sowie ortho-Xylol in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	EBen 2020	Eben 2021	mp-Xyl 2020	mp-Xyl 2021	o-Xyl 2020	o-Xyl 2021
Bitterfeld/Wolfen	0,1	(0,1)	0,4	(0,4)	0,2	(0,2)
Halle/Riebeckplatz	(0,2)		(0,7)		(0,2)	
Leuna	0,1	0,1	0,6	0,5	0,1	0,1
Magdeburg/Guericke-Str.	0,2	0,1	0,7	(0,6)	0,4	(0,2)
Magdeburg/West	0,2	0,1	0,7	0,5	0,2	0,2
Wittenberg/Dessauer Str.	0,3	0,3	0,9	0,9	0,3	0,3

(...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Tabelle A 32: Jahresmittelwerte SO_2 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	2020	2021
Bitterfeld/Wolfen	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Brockenstation	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Halle/Riebeckplatz	1,2 ¹⁾	
Leuna	2,8	3,0
Magdeburg/West	1,2 ¹⁾	
Unterharz/Friedrichsbrunn	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Wernigerode/Bahnhof	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Zartau/Waldmessstation	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Zeitz	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾

1) Kenngröße < Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt

Tabelle A 33: Kritische Werte für SO₂ zum Schutz der Vegetation (Kalenderjahr)Komponente: Schwefeldioxid in µg/m³Wert: 20 µg/m³

Wertigkeit: Grenzwert gültig ab 19.07.2001

Jahr	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Brockenstation	1,2 ¹⁾					
Zartau/Waldmessstation	1,2 ¹⁾					
Unterharz/Friedrichsbrunn	1,2 ¹⁾					

1) Kenngröße < Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

Tabelle A 34: Kritische Werte für SO₂ zum Schutz der Vegetation (Winterhalbjahr)Komponente: Schwefeldioxid in µg/m³Wert: 20 µg/m³

Wertigkeit: Grenzwert gültig ab 19.07.2001

Jahr	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Brockenstation	1,2 ¹⁾					
Zartau/Waldmessstation	1,2 ¹⁾					
Unterharz/Friedrichsbrunn	1,2 ¹⁾					

1) Kenngröße < Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

Tabelle A 35: 8-h-Mittelwerte (Maximum/Jahr) COKomponente: Kohlenmonoxid in mg/m³

Schutzziel: menschliche Gesundheit

Bezugszeit: 8 h

Wert: 10 mg/m³ - höchster 8-h-Mittelwert (stündlich gleitend) pro Jahr

Wertigkeit: Grenzwert gültig ab 01.01.2005

Messstation	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bitterfeld/Wolfen	0,9	0,9	0,7	1,2	0,5	
Halle/Merseburger Straße ^{*)}	1,4	1,3	0,9			
Halle/Riebeckplatz					0,7	0,7
Magdeburg/Schleiufer	1,8	1,7	1,0	1,2	1,0	0,8
Stendal/Stadtsee	0,8	0,9	1,1	0,9	0,8	
Weißenfels/Am Krug	2,7	1,1	0,8	0,8	0,7	0,7
Wernigerode/Bahnhof	1,3	1,1	0,9	1,7	1,1	1,0
Wittenberg/Dessauer Straße	1,5	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0

*) Messende 12/2018, Station abgebaut

Tabelle A 36: Jahresmittelwerte CO in mg/m³

Messstation	2020	2021
Bitterfeld/Wolfen	0,2	
Halle/Riebeckplatz	0,2	0,2
Magdeburg/Schleinufer	0,3	0,3
Stendal/Stadtsee	0,2	
Weißenfels/Am Krug	0,2	0,2
Wernigerode/Bahnhof	0,2	0,3
Wittenberg/Dessauer Straße	0,3	0,3

Tabelle A 37: Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle für H₂S (7 µg/m³ als Halbstundenmittelwert)

Jahr	Bitterfeld/Wolfen	Leuna
2010	44	30
2011	42	71
2012	141	37
2013	64	23
2014	76	16
2015	73	27
2016	50	19
2017	45	5
2018	132	22
2019	90	7
2020	62	11
2021	36	10

Tabelle A 38: Jahresmittelwerte H₂S in µg/m³

Messstation	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bitterfeld/Wolfen	1,3 ¹⁾								
Leuna	1,3 ¹⁾								

1) Kenngröße < Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

Tabelle A 39: Jahresmittelwerte von Staubbiederschlag in g/(m²d) in den Jahren 2019–2021
Stationäre Messstandorte (außer BDF)

Standort	2019	2020	2021	max. Monatsmittelwert 2021
Amsdorf	0,15	0,12	0,14	0,33
Bernburg	0,07	0,06	0,07	0,11
Bitterfeld/Wolfen	0,04	0,04	0,04	0,07
Burg	0,04	0,03	0,03	0,07
Colbitz	0,05	0,05	0,06	0,14
Deuben, Holzberg	0,07	0,08	0,08	0,13
Deuben, OT Naundorf	0,08	0,07	0,06	0,11
Drei Annen Höhe	0,05	0,07	[0,10]	0,25
Großkayna	0,04	0,04	0,05	0,09
Halberstadt	0,07	0,03	0,07	0,19
Halle, Riebeckplatz		0,12	0,12	0,61
Halle, Reideburger Str.	0,06	0,05	0,09	0,25
Hettstedt, An der Brache	0,05	0,05	0,05	0,14
Hettstedt, Berggrenze	0,15	0,08	0,06	0,14
Hettstedt, Schloßstr.	0,05	0,05	0,09	0,22
Kapenmühle	0,09	0,10	0,13	0,43
Karsdorf	0,06	0,07	0,12	0,35
Latdorf	0,07	0,07	0,06	0,24
Leuna (LÜSA-Station)	0,03	0,03	0,04	0,08
Leuna, AVA	0,06	0,10	0,05	0,15
Magdeburg, Wallonerberg	0,06	0,06	0,06	0,14
Magdeburg, Rothensee	0,03	0,05	0,05	0,14
Osterwieck	0,04	0,02	0,07	0,20
Petersberg	0,06	0,09	0,07	0,20
Rübeland	0,09	0,09	[0,13]	0,32
Schkopau	0,05	0,05	0,06	0,11
Staßfurt	0,09	0,10	0,09	0,29
Stendal	0,04	0,05	0,03	0,07
Thießen	0,08	0,12	0,16	0,61
Unterharz/Friedrichsbrunn	0,03	0,06	0,03	0,08
Weißenfels	0,05	0,04	0,05	0,16
Wernigerode	0,03	0,02	0,03	0,06
Wittenberg, Bahnstr.	0,04	0,04	0,04	0,08
Wittenberg-Piesteritz	0,12	0,12	0,11	0,21
Zartau	0,04	0,04	0,05	0,15
Zeit	0,05	0,04	0,07	0,20
Zorbau	0,06	0,05	0,08	0,30

[...] Jahreswert wurde aus weniger als 10 Monatswerten gebildet

BDF-Messstandorte

Standort	2019	2020	2021	max. Monatsmittelwert 2021
Barnstädt			0,06	0,22
Leimbach			0,11	0,49
Merseburg Ost			0,10	0,24
Seeben			0,08	0,30
Siptenfelde	0,03	0,02	0,03	0,11
Teutschenthal			0,09	0,30

Tabelle A 40: Jahresmittelwerte von Metallgehalten des Staubniederschlags in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ im Jahr 2021

Stationäre Messstandorte (außer BDF)

Standort/ Bezeichnung	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
ZAR	0,2	0,0	0,1	1,1	3,3	20,7	0,8	1,9	0,2	0,0	0,9	18,1
BTF-C1	0,8	0,1	0,7	2,9	7,4	14,2	2,6	3,2	0,4	0,0	1,1	24,4
KAP	0,3	0,1	0,3	1,2	5,3	79,2	2,0	1,9	0,2	0,0	0,7	25,9
COL	0,2	0,0	0,1	1,0	3,6	92,0	1,3	2,9	0,2	0,0	0,8	18,2
HHM 111/1	0,3	0,1	0,4	2,1	4,3	19,2	2,7	2,7	0,3	0,0	1,9	24,0
HHM 113	0,4	0,1	0,3	2,0	6,0	17,4	1,9	6,6	0,5	0,0	1,5	28,9
NEB 03	0,8	0,1	0,4	2,6	5,7	32,4	1,6	3,2	0,3	0,0	2,3	22,4
WSF 6	0,3	0,1	0,3	2,1	4,8	14,4	1,4	3,5	0,3	0,0	1,4	27,1
ZZ-C1	0,4	0,1	0,4	2,0	4,8	21,7	2,1	6,7	0,3	0,0	1,7	25,6
ZOB	0,3	0,0	0,2	1,5	3,7	14,9	1,1	2,0	0,3	0,0	1,3	18,3
HAL -V	0,5	0,1	0,4	5,0	20,1	29,6	2,8	5,0	1,4	0,0	1,9	62,1
HAL 34	0,6	0,1	0,4	2,8	7,6	26,4	8,2	5,4	0,5	0,0	2,1	40,3
DAH*	0,3	0,1	0,2	1,8	7,2	47,5	1,2	2,8	0,3	0,0	1,2	37,0
QLB-C3	0,1	0,0	0,1	0,9	2,5	9,9	0,8	1,1	0,2	0,0	0,6	15,3
HBS-C1	0,3	0,0	0,3	2,3	4,7	23,4	1,4	2,9	0,3	0,0	1,6	25,8
HBS 5	0,3	0,1	0,2	1,5	3,4	21,8	0,9	2,8	0,2	0,0	1,5	20,4
WR 18*	0,5	0,1	0,3	1,2	4,6	51,8	1,4	2,4	0,3	0,0	1,3	26,9
WR-C1	0,1	0,0	0,1	1,0	3,6	9,6	0,8	2,0	0,3	0,0	0,7	17,2
BRG-C1	0,2	0,0	0,1	1,2	3,6	11,6	1,2	1,9	0,3	0,0	0,8	19,3
MD 01	0,5	0,0	0,4	2,4	10,5	21,5	1,6	3,4	0,4	0,0	1,5	25,5
ROT	0,5	0,2	0,2	1,8	6,8	16,7	1,3	3,0	0,3	0,0	1,0	29,3
EIL 41	1,1	0,2	0,7	4,7	15,5	58,8	3,4	14,9	1,1	0,0	4,3	60,2
HET 08	0,9	0,2	0,4	1,8	72,4	21,0	2,9	23,7	0,4	0,1	1,8	55,0
HET 05	2,6	0,5	0,6	2,2	115	25,9	6,8	52,2	0,8	0,1	2,5	101
HET 45	0,4	0,1	0,3	1,4	60,6	19,8	2,6	10,7	0,3	0,0	1,4	41,7
MER 100	0,3	0,0	0,2	1,4	4,1	12,6	0,9	2,4	0,4	0,0	1,1	18,8
MER-C4	0,2	0,0	0,2	1,6	5,4	15,2	1,6	2,7	0,4	0,0	1,3	20,5

Standort/ Bezeichnung	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
LEU	0,4	0,1	0,3	2,0	5,6	23,4	1,4	2,5	0,3	0,0	2,0	22,0
PET 8	0,4	0,0	0,2	1,5	4,0	21,9	1,0	2,4	0,3	0,0	1,2	22,6
SK 13	0,3	0,1	0,2	1,8	7,4	15,9	2,1	3,8	0,5	0,0	0,9	34,3
BBG -C1	0,4	0,4	0,3	2,9	9,7	20,6	2,3	3,9	1,0	0,0	1,7	42,7
BBG 07	0,3	0,0	0,2	1,5	4,4	14,2	1,0	2,7	0,4	0,0	1,3	21,0
STF	0,5	0,0	0,3	1,9	3,4	24,5	1,5	2,3	0,2	0,0	1,9	15,4
SDL-C2	0,2	0,1	0,2	1,2	3,6	12,3	0,9	1,9	0,2	0,0	0,8	18,9
THI	1,1	0,1	0,2	1,6	9,3	35,7	1,1	3,4	0,2	0,0	1,2	40,3
WB-C1	0,5	0,0	0,2	1,6	8,4	14,3	0,9	2,8	0,4	0,0	0,9	24,1
PIE	0,6	0,1	0,5	5,1	7,7	36,8	2,8	7,3	1,3	0,0	2,2	120

*) Jahreswert wurde aus weniger als 10 Monatswerte gebildet

BDF-Messstandorte

Standort/ Bezeichnung	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
BDF 35	0,3	0,1	0,3	1,2	4,9	16,5	1,3	2,2	0,2	0,0	1,2	16,7
BDF 36	0,3	0,1	0,3	1,6	6,3	87,1	1,4	2,8	0,3	0,0	1,3	24,5
BDF 47	0,6	0,1	0,4	2,6	11,4	29,2	1,9	5,4	0,5	0,0	2,1	28,0
BDF 49	0,5	0,1	0,2	1,7	6,3	16,4	1,4	3,0	0,3	0,0	1,5	23,5
BDF 52.1	0,6	0,1	0,5	2,6	5,1	33,4	2,1	2,9	0,2	0,0	2,7	24,9
BDF 62	0,2	0,0	0,1	0,9	2,9	8,7	0,6	1,5	0,2	0,0	0,6	15,3

Tabelle A 41: Jahresmittelwerte von Anionen und Kationen in kg/(ha*a) im Jahr 2021

Bodendauerbeobachtungsflächen (Bergerhoff-Sammler)

Standort/ Bezeichnung	CL ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HPO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	N _{ges}
Siptenfelde	3,2	0,2	10,5	6,5	4,2	10,6	3,1	2,3	1,7	0,5	10,6
Barnstädt	3,5	0,4	12,7	12,0	8,0	15,3	3,2	4,0	7,6	1,1	14,8
Leimbach	4,3	0,2	8,6	10,6	11,6	28,1	2,8	6,8	2,6	0,6	23,8
Teutschen- thal	3,4	2,1	10,0	8,8	1,3	4,9	2,6	2,3	5,2	0,6	6,0
Seeben	3,4	1,7	11,2	9,4	3,8	11,1	2,8	2,7	2,9	0,5	11,1
Merseburg Ost	5,7	0,3	52,5	14,2	7,9	35,6	4,3	4,5	5,5	1,7	39,6

Bewertung des Eintrages in Ökosysteme (Eigenbrodt-Sammler)

Standort/ Bezeichnung	CL ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HPO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	N _{ges}
Halle (LAU)	3,2	0,2	10,2	6,9	0,6	4,5	1,8	2,2	4,8	0,5	5,8
Kapenmühle	2,3	0,2	8,7	4,8	0,8	4,7	1,4	3,1	1,6	0,4	5,6
Zartau	3,4	0,1	9,5	4,9	0,7	5,0	2,2	1,2	1,8	0,4	6,0
Piesteritz	4,9	0,5	27,2	9,9	0,4	39,5	2,9	0,9	4,9	0,4	34,0
Thießen	2,5	0,2	9,7	4,8	0,4	5,3	1,6	1,5	1,5	0,3	6,3

Auswertung von Nassdepositionen (Wet-Only-Sammler)

Standort/ Bezeichnung	CL ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HPO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	N _{ges}
Halle (LAU)	1,7	0,1	8,1	4,8	0,2	3,9	1,1	0,4	2,2	0,2	4,8
Weißenfels	1,6	0,1	8,7	6,0	0,3	5,0	1,1	0,5	2,0	0,2	5,8

Tabelle A 42: pH-Wert, Leitfähigkeit und Niederschlag im Jahr 2021 (Wet-Only-Sammler)

Standort/ Bezeichnung	pH-Wert	Leitfähigkeit in µS/cm	Niederschlag in mm
Halle (LAU)	5,3	11,8	562
Weißenfels	5,4	12,3	617

Tabelle A 43: Jahresmittelwerte von PCDD/F und dl-PCB [in pg I-TEQ/(m²d)] sowie dl-PCB-Leitkongenere [in ng/(m²d)] im Jahr 2021

	HET 45	MER 100	ZOB	LEU	ROT	STF	BBG 7	HAL 34	ZAR
PCDD/F in pg WHO-TEQ/(m ² d) (WHO 2005)	1,28	2,53	0,45	0,76	0,47	0,32	0,58	0,75	0,40
dl-PCB in pg WHO-TEQ/(m ² d) (WHO 2005)	0,29	0,14	0,09	0,13	0,12	0,08	0,12	0,17	0,13
Summe (PCDD/F, dl-PCB) in pg WHO-TEQ/(m ² d) (WHO 2005)	1,58	2,67	0,54	0,89	0,58	0,41	0,69	0,92	0,53
PCB-Leitkongenere (Ballschmitter) in ng/(m ² d)	2,0	1,2	1,1	1,8	1,1	0,9	0,9	1,2	1,0

Tabelle A 44: Jahresmittelwerte von PAK-Deposition in ng/(m²d) am Messstandort Halle (Saale)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BaA	29,8	23,3	24,0	35,6	31,5	27,2	15,7	52,5	110,1	14,6	9,8
BbF				19,1	16,0	27,1	16,8	59,0	98,9	14,6	13,2
BjF				21,8	26,3	15,3	6,5	19,5	52,4	9,9	9,9
BkF	22,0	13,9	23,5	21,0	19,3	13,6	6,7	25,8	44,4	7,7	5,8
BaP	35,5	25,6	32,0	34,1	31,1	23,6	13,8	50,2	105,1	15,5	9,6
INP	22,8	21,9	32,0	30,7	28,8	13,0	9,0	28,7	43,9	9,3	6,6
DB(ah)A				12,7	6,3	1,1	2,3	12,8	17,9	2,2	1,8
BghiP	28,9	23,5	30,7	25,6	31,4	17,8	11,7	36,8	53,2	11,2	9,3
COR	12,5	8,7	8,4	7,0	9,5	5,6	3,7	12,4	13,9	2,9	3,3
Summe PAK 2004/107/EG	140,8	98,9	151,6	140,9	128,2	97,2	57,0	198,3	367,7	57,7	47,1
Summe PAK 2004/850/EG	127,9	92,0	147,1	126,8	121,5	92,4	52,8	183,3	344,8	56,4	45,1

10.2 Abbildungen

Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt

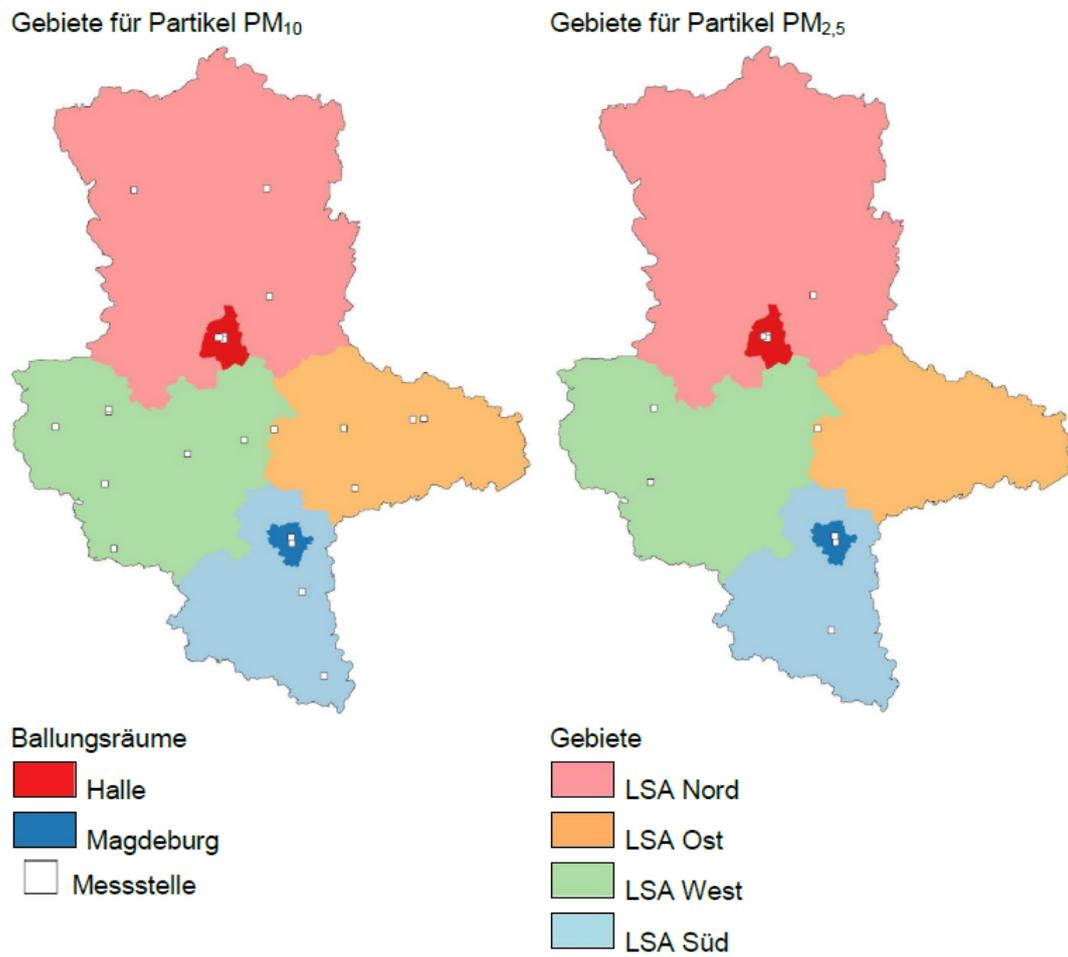


Abbildung A 1: Gebietseinteilung für Partikel (PM₁₀, PM_{2,5})⁷

⁷ ATKIS-DVG © GeoBasis-DE / LVermGeo LSA [2019/75005]. Es gelten die Nutzungsbedingungen des LVermGeo LSA.

Gebiete für Stickstoffdioxid (NO₂)

Gebiete für Ozon (O₃)

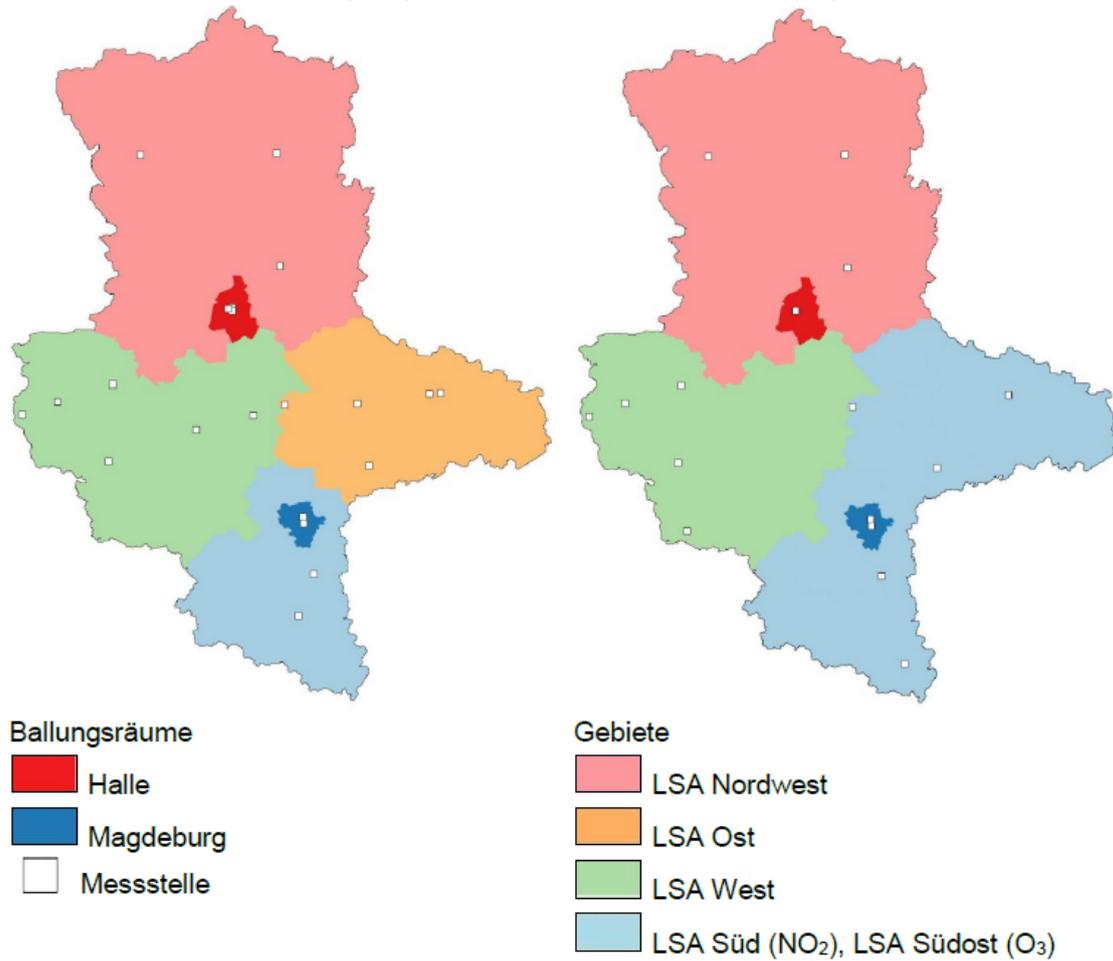
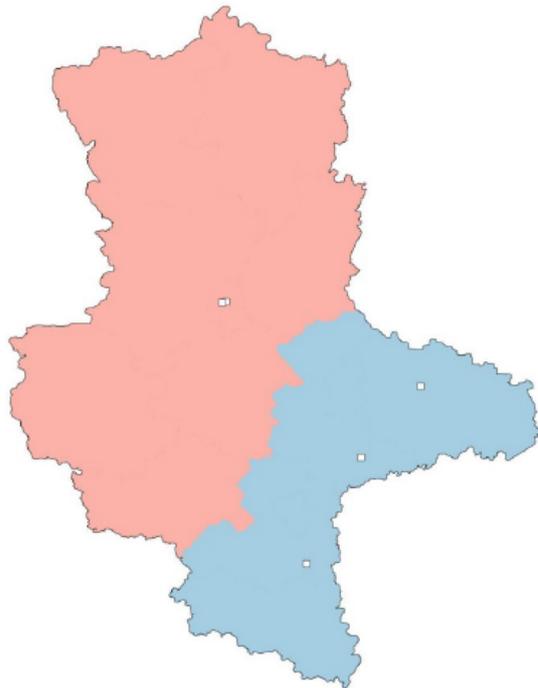


Abbildung A 2: Gebietseinteilung für Stickstoffdioxid und Ozon

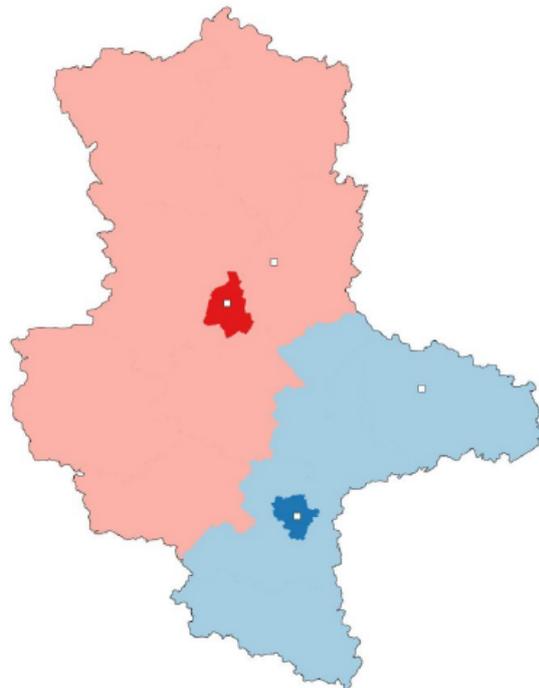
Gebiete für Benzol



Ballungsräume



Gebiete für Benzo(a)pyren



Gebiete

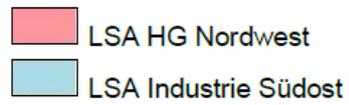


Abbildung A 3: Gebietseinteilung für Benzol und Benzo(a)pyren

Gebiete für Kohlenmonoxid (CO)

Gebiete für Schwefeldioxid (SO₂)

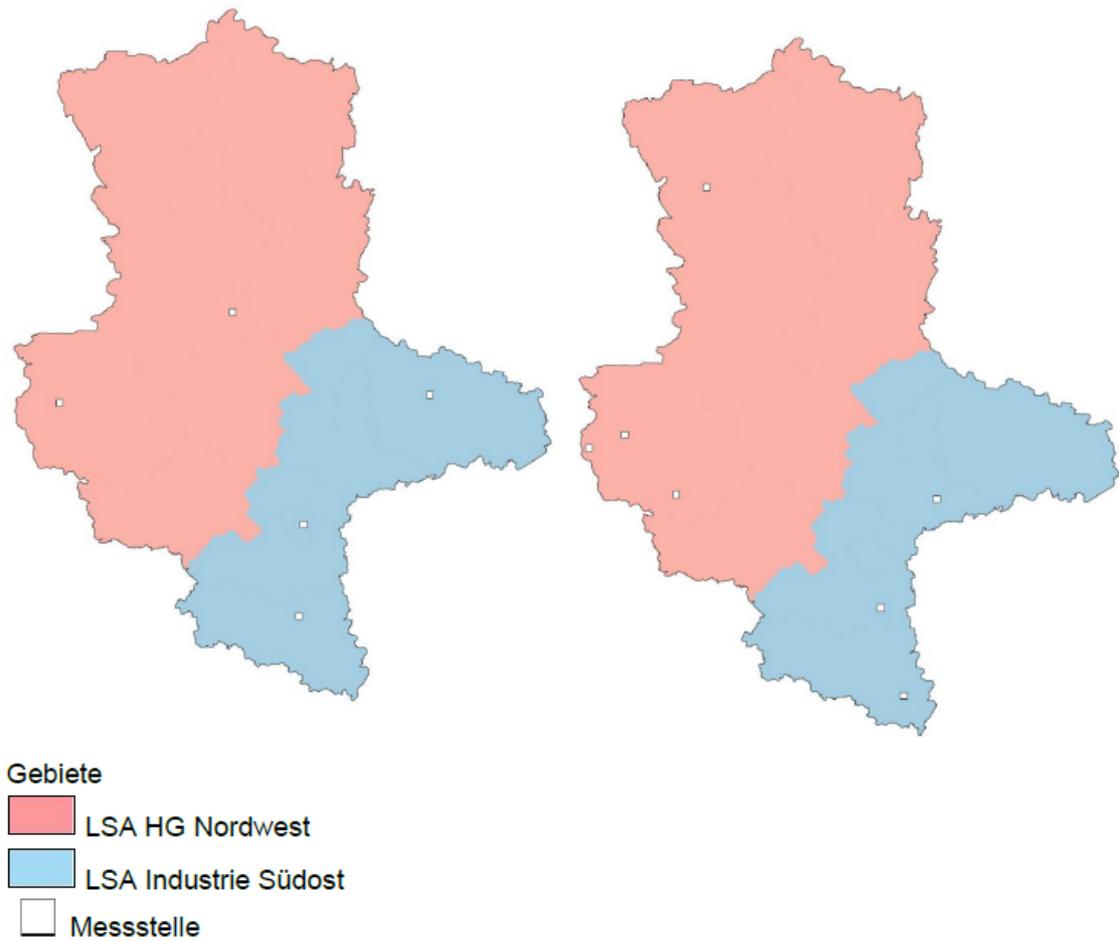


Abbildung A 4: Gebietseinteilung für Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid

Gebiete für Schwermetalle und Arsen

Gebiete Ökosysteme

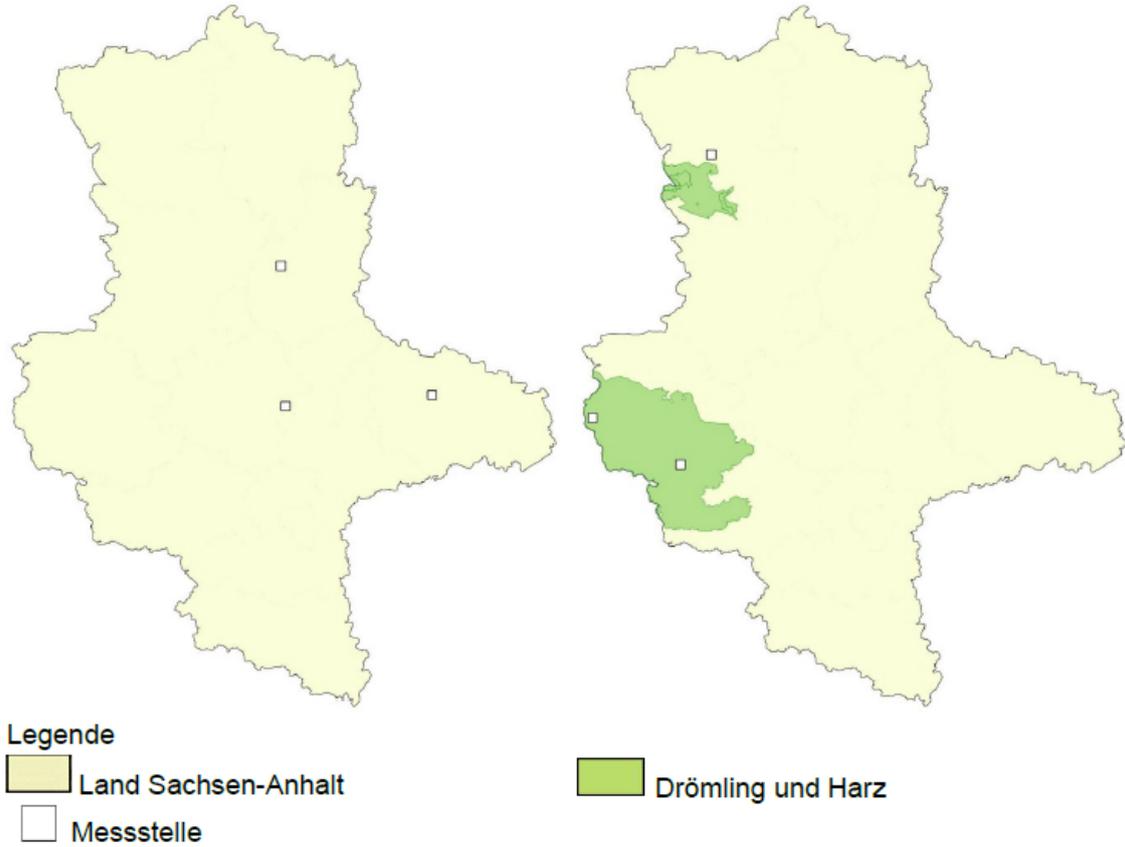


Abbildung A 5: Gebietseinteilung für Schwermetalle und Arsen sowie Ökosysteme

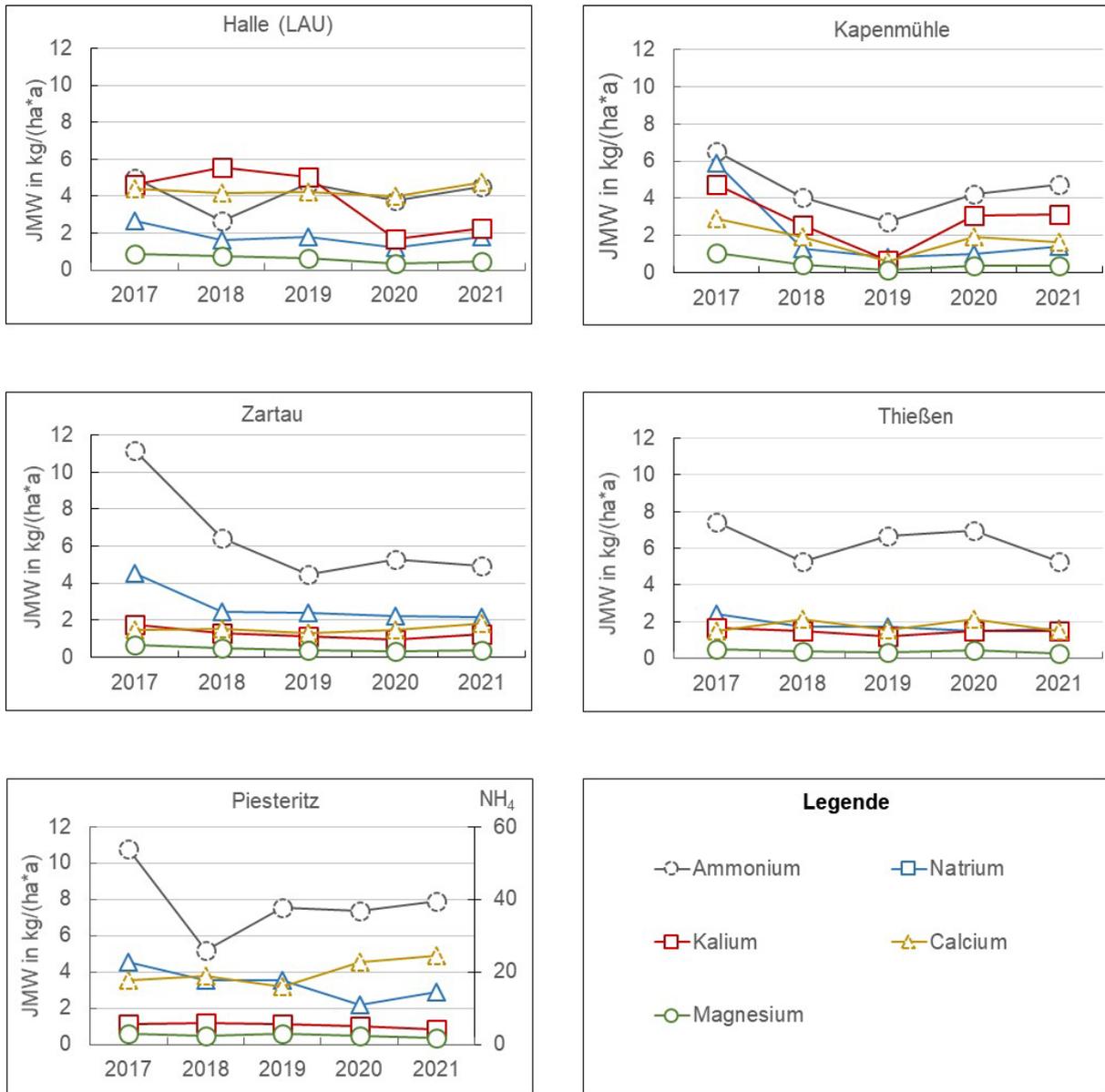


Abbildung A 6: Depositionsmessungen von Kationen mit Eigenbrodt-Sammlern

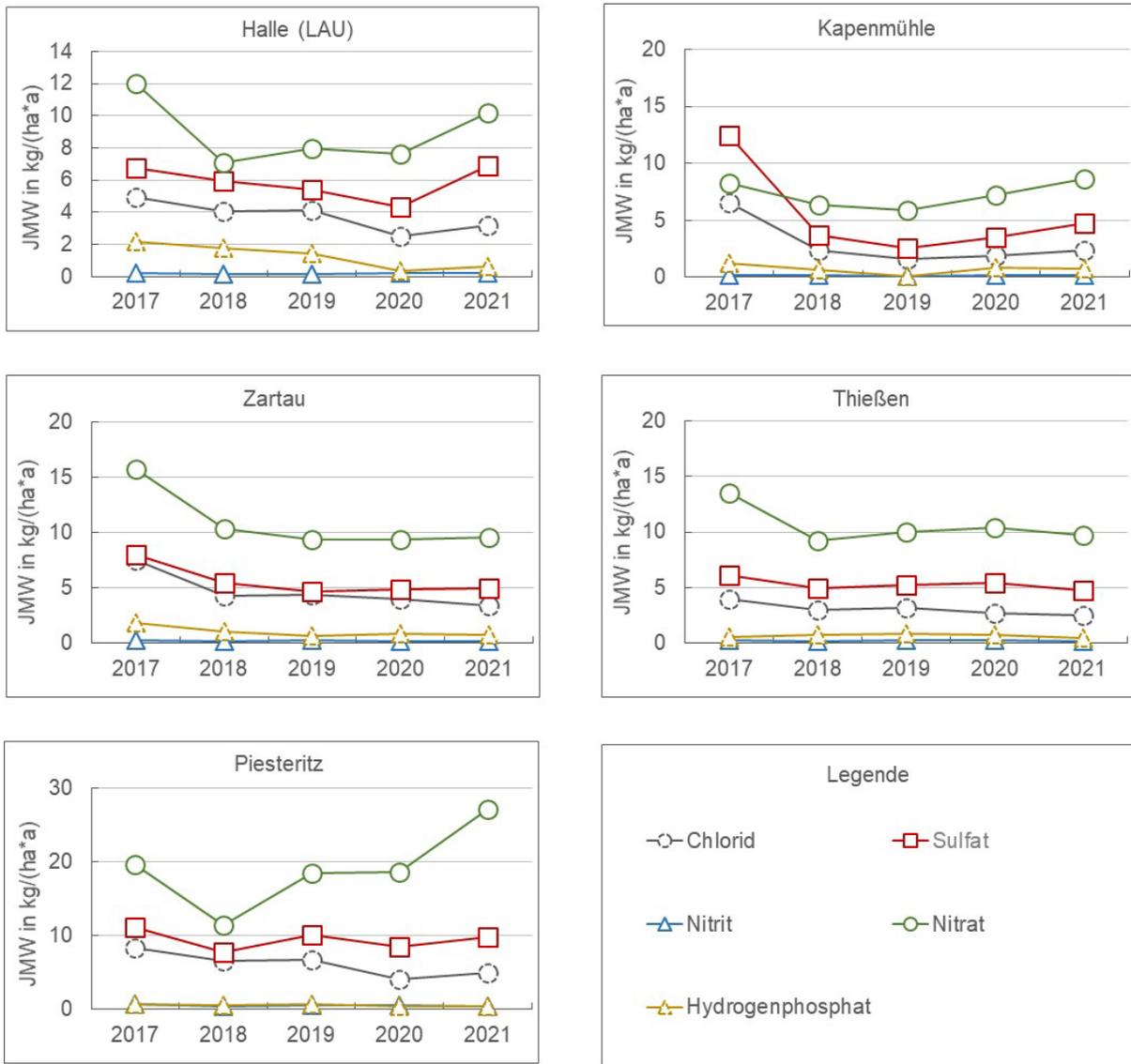


Abbildung A 7: Depositionsmessungen von Anionen mit Eigenbrodt-Sammlern

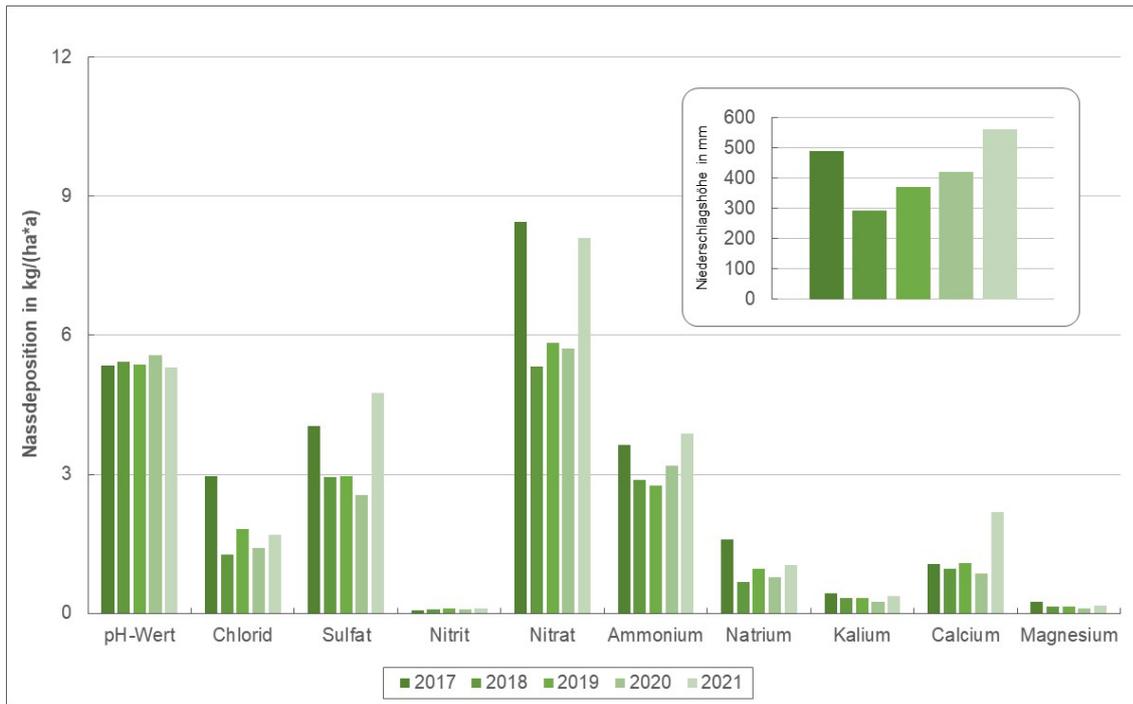


Abbildung A 8: Stoffeintrag durch Nassdeposition (Wet-Only-Sammler) an der Station Halle (LAU)

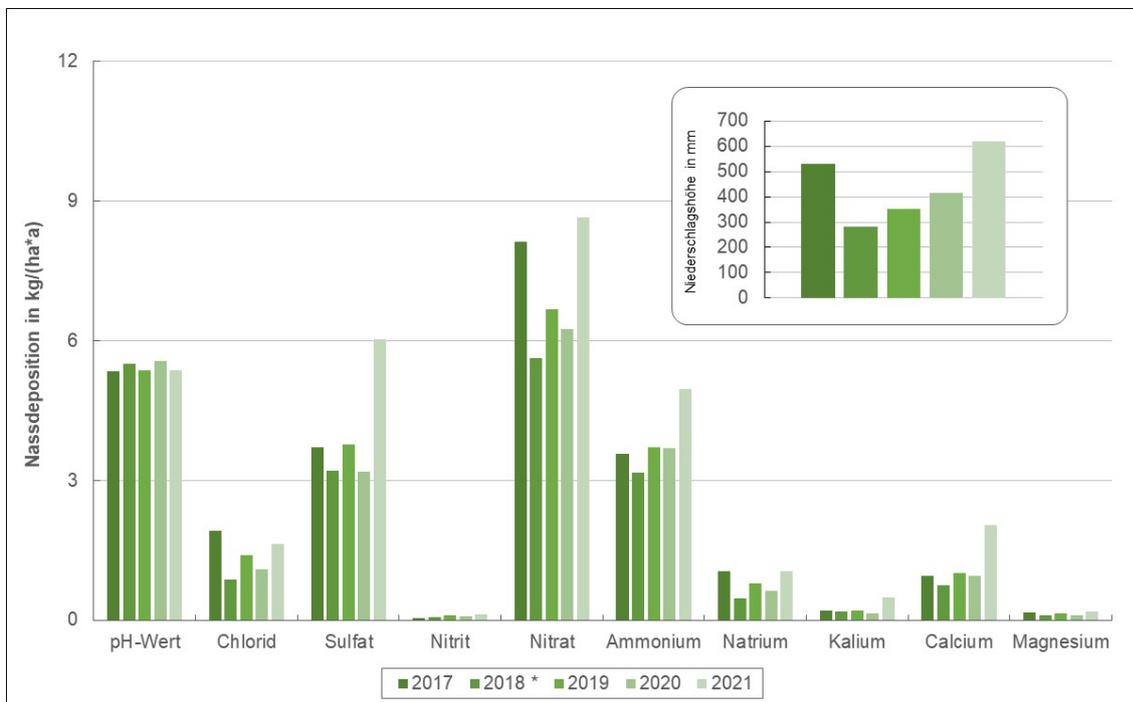


Abbildung A 9: Stoffeintrag durch Nassdeposition (Wet-Only-Sammler) an der Station Weißenfels

10.3 Bewertungsmaßstäbe

Um Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und den Anforderungen von Rechtsvorschriften genügen zu können, wurden zahlreiche Bewertungsmaßstäbe aufgestellt.

Historische Entwicklung der Rechtssetzung zur Luftqualität

Nach § 48a Abs.1 BImSchG kann die Bundesregierung zur Erfüllung von bindenden Beschlüssen der Europäischen Gemeinschaften Rechtsverordnungen über die Festsetzung von Immissionswerten erlassen.

Das ist erstmalig mit der Verordnung über Immissionswerte (22. BImSchV) vom 26.10.1993, geändert am 27.05.1994, geschehen. Bewertungsmaßstäbe der EU-Richtlinien 80/779/EWG (geändert durch 89/427/EWG), 82/884/EWG, 85/203/EWG und 92/72/EWG fanden darin Eingang. Somit wurden allgemeingültige rechtsverbindliche Bewertungsmaßstäbe erlassen.

Die EU-Rahmenrichtlinie 96/62/EG vom 27.09.1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität verpflichtete u.a. zur Festlegung von Grenzwerten und ggf. Alarmschwellen für folgende Stoffe: Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Feinpartikel wie Ruß (einschließlich Partikel PM10), Schwebstaub, Blei, Ozon, Benzol, Kohlenmonoxid, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Cadmium, Arsen, Nickel und Quecksilber. In der 1. Tochterrichtlinie 1999/30/EG vom 22.04.1999 wurden dann Grenzwerte, Alarmschwellen und andere Bewertungsmaßstäbe für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei, in der 2. Tochterrichtlinie 2000/69/EG vom 16.11.2000 für Benzol und Kohlenmonoxid festgelegt. Im Jahr 2001 wurde von der Europäischen Kommission der CAFE (Clean Air for Europe)-Prozess ins Leben gerufen, in dessen Rahmen im September 2005 seitens der EU – Kommission eine „Thematische Strategie zur Luftreinhaltung“ vorgelegt wurde.

Am 12.09.2002 trat die Neufassung der 22. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (22. BImSchV) und am 14.07.2004 die 33. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (33. BImSchV) in Kraft, in welche die Bewertungsmaßstäbe der EU-Richtlinien 1999/30/EG (1. Tochterrichtlinie), 2000/69/EG (2. Tochterrichtlinie) und 2002/3/EG (3. Tochterrichtlinie) Eingang fanden. Ab dem Jahr 2005 waren auch die Vorgaben der EU-Richtlinie 2004/107/EG (4. Tochterrichtlinie) zu berücksichtigen (Zielwerte für Arsen, Cadmium, Nickel und Benzo(a)pyren), diese sind mit dem Inkrafttreten der Zielwerte der "Ersten Verordnung zur Änderung der Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft" am 06.03.2007 in deutsches Recht umgesetzt worden.

Aktueller Stand der Rechtssetzung zur Luftqualität

Ausführungen zum aktuellen Stand der Rechtssetzung zur Luftqualität wurden bereits in Abschnitt 2 vorgenommen. Im Folgenden sind wesentliche Bewertungsmaßstäbe, weitgehend in Tabellenform, zusammengestellt, die hinsichtlich ihrer Verbindlichkeit im Vergleich zu den Bewertungsmaßstäben der 39. BImSchV als nachrangig, zum Teil als Empfehlungen (Erkenntnisquellen) einzustufen sind.

Immissionswerte der TA Luft

In der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) ist das Verwaltungshandeln im Zusammenhang mit der Genehmigung und Überwachung von Anlagen geregelt. Insbesondere sind dort Immissionswerte als Bewertungsmaßstäbe festgelegt. Bis zum 30.09.2002 hatte die Fassung vom 27.02.1986 Gültigkeit. Am 01.10.2002 ist die Fassung vom 24.07.2002 in Kraft getreten. In dieser Fassung ist man, der EU-Strategie folgend, von der Flächen- zur Punktbeurteilung übergegangen. Gleichzeitig erfolgt eine stärkere Berücksichtigung der Exposition der Schutzgüter. Betrachtet werden die „Punkte mit mutmaßlich höchster relevanter Belastung für dort nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter“, in der TA Luft als Beurteilungspunkte bezeichnet. Diese Beurteilungspunkte ermöglichen die Beurteilung des vermutlich höchsten Risikos für die langfristige Exposition bzw. die Exposition gegenüber Spitzenbelastungen.

Die neugefasste TA Luft vom 14.09.2021 ist am 01.12.2021 in Kraft getreten. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Gefahren sind in der TA Luft 2021 (Tabelle A 45) folgende Immissionswerte festgelegt:

Tabelle A 45: Immissionswerte für Stoffe zur Schutz der menschlichen Gesundheit - Nr. 4.2.1

Stoff/Stoffgruppe	Konzentration µg/m ³	Mittelungszeitraum	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
Schwefeldioxid	50	Jahr	entfällt
Schwefeldioxid ¹⁾	125	24 Stunden	3
Schwefeldioxid ¹⁾	350	1 Stunde	24
Stickstoffdioxid ¹⁾	40	Jahr	entfällt
Stickstoffdioxid ¹⁾	200	1 Stunde	18
Benzol ¹⁾	5	Jahr	entfällt
Tetrachlorethen	10	Jahr	entfällt
Partikel (PM ₁₀) ¹⁾	40	Jahr	entfällt
Partikel (PM ₁₀) ¹⁾	50	24 Stunden	35
Partikel (PM _{2,5}) ¹⁾	25	Jahr	entfällt
Blei und seine anorganischen Verbindungen als Partikelbestandteile (PM ₁₀), angegeben als Pb ¹⁾	0,5	Jahr	entfällt

1) Immissionswerte auch in der 39. BImSchV festgelegt

Der Schutz vor Gefahren für die menschliche Gesundheit ist sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung an keinem Beurteilungspunkt diese Immissionswerte überschreitet.

Weiterhin sind folgende Immissionswerte festgelegt:

- Immissionswert für Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub) zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen: 0,35 g/(m²d), bezogen auf ein Jahr (Nr. 4.3.1.1),
- Immissionswerte zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation (Tabelle A 46),
- Immissionswert für Fluorwasserstoff zum Schutz vor erheblichen Nachteilen (Nr. 4.4.2) 0,4 µg/m³, bezogen auf ein Jahr,
- Immissionswerte für Schadstoffdepositionen (Nr. 4.5.1), siehe auch Tabelle A 49.

Bei allen gasförmigen Stoffen ist die Massenkonzentration auf 20 °C und 101,3 kPa bezogen.

Tabelle A 46: Immissionswerte für Schwefeldioxid und Stickstoffoxide zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation – Nr. 4.4.1

Stoff/Stoffgruppe	Konzentration µg/m ³	Mittelungszeitraum
Schwefeldioxid	20	Jahr und Winter (1. Oktober bis 31. März)
Stickstoffoxide, angegeben als Stickstoffdioxid	30	Jahr

Maximale Immissions-Werte der VDI-Richtlinien

Der Verein Deutscher Ingenieure gibt mit der Richtlinie VDI 2310 Richtwerte als Entscheidungshilfen bei der Beurteilung von Luftverunreinigungen an. Zum Schutz des Menschen werden maximale Immissionskonzentrationen (MIK-Werte) festgelegt, deren Zeitbasis von 0,5 Stunden bis zu maximal einem Jahr reicht.

Die in der Richtlinie angegebenen Werte werden so festgelegt, dass „...Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Menschen, insbesondere auch für Kinder, Kranke und Alte, bei ihrer Einhaltung“ vermieden werden.

Nicht in die Richtlinie aufgenommen wurden Stoffe, die unter dem Verdacht stehen, eine krebserzeugende oder erbgutschädigende Wirkung zu besitzen, da für solche Substanzen aus den o.g. Gründen das Minimierungsgebot gilt.

Zur Beurteilung der Immissionskonzentrationen festgelegte MIK-Werte zum Schutze des Menschen sind in Tabelle A 47 dargestellt.

Tabelle A 47: MIK-Werte nach VDI 2310

Schadstoff	Wert	Dimension	Bezugszeitraum	VDI-Richtlinie
Stickstoffdioxid	50 ¹⁾	µg/m ³ 2)	Tag	2310 Bl. 12
Stickstoffdioxid	20 ¹⁾	µg/m ³ 2)	Jahr	2310 Bl. 12
Ozon	120	µg/m ³ 3)	30 Minuten	2310 Bl. 15
Ozon	100	µg/m ³ 3)	8 Stunden	2310 Bl. 15

Luftqualitätsmerkmal/Art des Bewertungsmaßstabes:
arithmetischer Mittelwert über den Bezugszeitraum

1) ... für Wohngebiete

2) ... bezogen auf 25 °C und 101,3 kPa

3) ... bezogen auf 20 °C und 101,3 kPa

In verschiedenen Blättern dieser Richtlinie sind darüber hinaus auch maximale Immissionswerte zum Schutz der Vegetation und landwirtschaftlicher Nutztiere festgelegt.

Immissionsbegrenzende Werte der LAI

Zur Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen hat die LAI weitgehend auf der Basis von Bewertungen ihres Unterausschusses „Wirkungsfragen“ für bereits in den vorangegangenen Abschnitten aufgeführte und für weitere Stoffe „immissionsbegrenzende Werte“ vorgeschlagen. Das sind Bewertungsmaßstäbe unterschiedlicher Art, z.B. Immissionswerte der TA Luft, Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung nach TA Luft und Zielwerte für die staatliche Luftreinhalteplanung. Die Bewertungsmaßstäbe für krebserzeugende Stoffe entstammten ursprünglich der LAI-Studie „Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen“ von 1992. Gemäß Beschluss der 108. Sitzung der LAI am 21./22.09.2004 in Leipzig wurden die Bewertungsmaßstäbe für kanzerogene Luftschadstoffe u.a. auf Grund inzwischen getroffener rechtlicher Regelungen (TA Luft) aktualisiert. Tabelle A 48 fasst die o.g. Bewertungsmaßstäbe sowie die aktualisierten für kanzerogene Luftschadstoffe zusammen.

Tabelle A 48: Vorschläge der LAI für immissionsbegrenzende Werte

Schadstoff/ Schadstoffgruppe	Wert	Dimension	Kategorie des Bewertungsmaßstabes	Bezugszeitraum	Schutzgut
Dioxine/Furane, PCB	150	fg WHO-TEQ/m ³	Zielwert (Inhalation)	Jahr	Mensch
Dioxine/Furane, PCB	4	pg WHO-TEQ/(m ² d)	Zielwert (Deposition)	Jahr	Mensch
Asbest	220	Fasern/m ³	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch
Chrom (ges.)	17	ng/m ³	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch
Chrom (VI)	1,7	ng/m ³	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch
Quecksilber und Verbindungen	50	ng/m ³	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch
Quecksilber und Verbindungen	1	µg/(m ² d)	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch, Tier, Ökosystem
Toluol	30	µg/m ³	Zielwert	Jahr	Mensch
Xylole	30	µg/m ³	Zielwert	Jahr	Mensch
Vanadium	20	ng/m ³	Zielwert	Jahr	Mensch
Vanadiumpentoxid	40	ng/m ³	Zielwert	Jahr	Mensch

Schadstoff/ Schadstoffgruppe	Wert	Dimension	Kategorie des Bewertungsmaßstabes	Bezugszeitraum	Schutzgut
Tetrachlorethen	3,5	mg/m ³	Orientierungswert TAL	30 Minuten	Mensch
Kohlenmonoxid	30	mg/m ³	Orientierungswert TAL (Spitzenkonzentrationen)	30 Minuten	Mensch
Ethen	5	µg/m ³	Zielwert	Jahr	Vegetation, Mensch
Styrol	60	µg/m ³	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch

Erläuterungen:

TEQ: Toxizitätsäquivalente

Orientierungswert TAL: Orientierungswert für die Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft 2002

Zielwert: Zielwert für die langfristige Luftreinhalteplanung

Zulässige zusätzliche Frachten der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und Immissionswerte der TA Luft

Auf der Basis des Gesetzes zum Schutz des Bodens vom 17.03.1998 wurde am 12.07.1999 die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung erlassen. Hier sind „zulässige zusätzliche jährliche Frachten an Schadstoffen über alle Wirkungspfade“, somit auch einschließlich des Luftpfades, festgelegt. Zu diesen Frachten wurden im Auftrag der LAI Immissionswerte („Niederschlagsbezogene Werte zum Schutze des Bodens“) vorgeschlagen, die in die TA Luft aufgenommen worden sind.

In Tabelle A 49 sind die Werte für die Frachten, ergänzt durch die Umrechnung in die Dimension µg/(m²d), und daraus resultierende Immissionswerte der TA Luft nebeneinander aufgeführt. Diesen Immissionswerten kommt insofern eine erhöhte Bedeutung zu, weil in den Bundes-Immissionsschutzverordnungen keine Grenzwerte der Deposition enthalten sind.

Tabelle A 49: Zulässige zusätzliche Frachten der BBodSchV und Immissionswerte für Schadstoffdepositionen der TA Luft 2021 (Nr. 4.5.1 und Nr. 4.3.1.1)

Schadstoff	Fracht-Wert	Dimen-sion	Fracht-Wert	Dimen-sion	Immissions-wert	Dimen-sion
Blei	400	g/(ha*a)	110	µg/(m²d)	100	µg/(m²d)
Cadmium	6	g/(ha*a)	1,6	µg/(m²d)	2	µg/(m²d)
Nickel	100	g/(ha*a)	27	µg/(m²d)	15	µg/(m²d)
Quecksilber	1,5	g/(ha*a)	0,4	µg/(m²d)	1	µg/(m²d)
Arsen	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	4	µg/(m²d)
Thallium	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	2	µg/(m²d)
Benzo(a)pyren	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	0,5	µg/(m²d)
Im Anhang 4 der TA Luft genannte Dioxine, Furane und polychlorierte Biphenyle als Summenwert nach den dort angegebenen Verfahren	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	9	pg/(m²d)
Staubniederschlag	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	0,35	g/(m²d)

Bezugszeitraum: Jahr

10.4 Begriffsbestimmungen Feinstaub

Feinstaub/Partikel

Schwebstaub: alle festen und flüssigen Teilchen in der Außenluft, die nicht sofort zu Boden sinken, sondern eine gewisse Zeit in der Atmosphäre verweilen. Schwebstaub setzt sich aus Staubteilchen (Partikeln) unterschiedlicher Größe zusammen.

Der Durchmesser der Partikel kann dabei zwischen einigen Nanometern (nm oder Milliardstel Meter) bis zu 100 Mikrometern (µm oder Millionstel Meter) liegen. Staubteilchen mit Durchmessern größer 0,1 µm können durch ihren aerodynamischen Durchmesser (d_{ae})⁸ beschrieben werden. Die Größe und die chemische Zusammensetzung der Partikel haben entscheidenden Einfluss auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Schwebstaubes und die Verweildauer in der Atmosphäre. Die Staubpartikel lassen sich nach der Größe in folgende Fraktionen einteilen:

- Ultrafeine Partikel: Teilchen kleiner als 100 nm
- Feine Partikel: Teilchen kleiner als 2,5 µm (Partikel PM_{2,5})
- Grobe Partikel: Teilchen größer als 2,5 µm
Teilchen größer als 2,5 µm und kleiner als 10 µm werden auch als „coarse fraction“ bezeichnet)

Particulate Matter (PM): internationale Bezeichnung in der Wissenschaft für Schwebstaub.

⁸ Der d_{ae} eines Teilchens beliebiger Form, chemischer Zusammensetzung und Dichte ist gleich dem Durchmesser einer Kugel mit der Dichte ein Gramm pro Kubikzentimeter (1 g/cm³), welche in ruhender oder wirbelfrei strömender Luft dieselbe Sinkgeschwindigkeit hat wie das betrachtete Teilchen.

PM₁₀ sind Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 % aufweist (Definition gemäß 39. BImSchV).

PM_{2,5} sind Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 % aufweist (Definition gemäß 39. BImSchV).

Partikel PM-Immissionen stammen aus anthropogenen und natürlichen Quellen, wobei jeweils zwischen primär und sekundär gebildeten Partikeln zu unterscheiden ist (Tabelle A 50).

Tabelle A 50: Anthropogene und natürlichen Quellen für Partikel

primäre Partikel	sekundär gebildete Partikel
<u>anthropogene Quellen</u> stationäre Verbrennungsanlagen (Kraftwerke, Abfall), Industrieprozesse (z.B. Metall- und Stahlerzeugung), Hausbrand, gewerbliche Prozesse (z.B. Schüttgutumschlag), mobile Quellen, d. h. jede Verkehrsart (auch Luft- und Schifffahrt), insbesondere aber der Straßenverkehr; offene Verbrennung (Gartenabfall, Landwirtschaft)	stationäre Verbrennungsanlagen, Industrieprozesse Landwirtschaft Durch diese Quellen werden reaktionsfähige Gase freigesetzt (u.a. Schwefel- und Stickstoffoxide, Ammoniak), die sich über komplexe Reaktionen in der Atmosphäre in sekundäre Staubteilchen umwandeln. Dazu zählen u.a. Ammoniumsulfate und Ammoniumnitrate, die sich an bereits in der Atmosphäre befindlichen feinen Teilchen anlagern und so die Sekundäraerosole bilden.
<u>natürliche Quellen</u> Vulkane, Meere (Seesalzaerosole), Waldbrände und biologisches organisches Material (z.B. Pflanzenpollen), Methan-Emissionen aus Feuchtgebieten und Emissionen von Lachgas durch biologische Aktivitäten in Böden	

Average Exposure Indicator = Indikator für die durchschnittliche Exposition der Bevölkerung

Basis für diesen Indikator sind Partikel PM_{2,5}-Messungen an Stationen im urbanen Hintergrund auf nationaler Ebene. Für die Umsetzung dieser Messverpflichtung gemäß der Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa (2008/50/EG) wurden deutschlandweit 36 Stationen benannt (39. BImSchV §15, Anlagen 5 und 12), deren zusammengefasste Messergebnisse die Basis für die Ermittlung des AEI bilden. Die Berechnung erfolgt als gleitender Jahresmittelwert der Konzentration für drei Kalenderjahre. Der AEI für das erste Referenzjahr 2010 ist der Mittelwert der Jahre 2008, 2009 und 2010. In Abhängigkeit von der Höhe des AEI ergibt sich ein gestaffelter Prozentsatz der Reduktionsverpflichtung bis zum Jahr 2020 (AEI = 18 - < 22 µg/m³ = 20 % Reduktion, AEI = 13 - < 18 µg/m³ = 15 % Reduktion, AEI = 8,5 - < 13 µg/m³ = 10 % Reduktion).

Als Ausgangswert für das Jahr 2010 wurde für Deutschland ein AEI von 16,4 µg/m³ berechnet. Daraus leitet sich entsprechend der EU-Richtlinie ein nationales Minderungsziel von 15 % bis zum Jahr 2020 ab. Demnach darf der für das Jahr 2020 als Mittelwert der Jahre 2018, 2019 und 2020 berechnete AEI einen Wert von 13,9 µg/m³ nicht überschreiten. Deutschland hat dieses Ziel für das Jahr 2020 mit 11,0 µg/m³ sicher eingehalten. Der AEI für das Jahr 2021 (Mittelwert der Jahre 2019, 2020 und 2021) liegt zum jetzigen Stand bei ca.

10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Neben dem nationalen Minderungsziel darf der AEI seit dem 1. Januar 2015 den Wert von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Dieser Wert wurde in Deutschland seit Beginn der Messung im Jahr 2008 nicht überschritten (Umweltbundesamt, 2022).

10.5 Literaturverzeichnis

- CAMS / ECMWF. (19. Februar 2021). Von Copernicus forecasts show Sahara dust will hit Europe over the weekend: <https://atmosphere.copernicus.eu/copernicus-forecasts-show-sahara-dust-will-hit-europe-over-weekend> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (24. Februar 2021). *Saharastaub-Erkennung mittels Ceilometer*. Von https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2021/2/24.html abgerufen
- Landesamt für Umweltschutz. (2021). *Immissionsschutzbericht 2020 - Luftqualität in Sachsen-Anhalt*. Halle (Saale).
- NASA. (22. 02 2021). *Welcome to worldview*. Von [https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=-207.35143578589685,-107.94054308068029,185.11940156978534,99.21813620715783&l=Reference_Labels_15m\(hidden\),Reference_Features_15m\(hidden\),Coastlines_15m,MERRA2_Dust_Surface_Mass_Concentration_Monthly,MERRA2_Dust_Su](https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=-207.35143578589685,-107.94054308068029,185.11940156978534,99.21813620715783&l=Reference_Labels_15m(hidden),Reference_Features_15m(hidden),Coastlines_15m,MERRA2_Dust_Surface_Mass_Concentration_Monthly,MERRA2_Dust_Su) abgerufen
- Statistisches Bundesamt. (11. Januar 2022). *Mobilitätsindikatoren auf Basis von Mobilfunkdaten*. Von <https://www.destatis.de/DE/Service/EXDAT/Datensaetze/mobilitaetsindikatoren-mobilfunkdaten.html> abgerufen
- Umweltbundesamt. (2022). *Luftqualität 2021 - vorläufige Auswertung*. Dessau-Roßlau.
- World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Executive summary. Geneva: World Health Organization; Licence: CCBY-NC-SA3.0 IGO.