



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Umweltschutz



U



Immissionsschutzbericht 2022

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 5704-190
E-Mail: poststelle@lau.mwu.sachsen-anhalt.de
lau.sachsen-anhalt.de

Erarbeitung

Abteilung Immissionsschutz, Klima, Nachhaltigkeit
Dezernat 32 Lufthygienisches Überwachungssystem

Autorinnen und Autoren

Torsten Bayer, Katharina Roloff, Sabine Willberg, Marlies Hennig, Katrin Eifert,
Birk Maiwald †

Umschlaggestaltung unter Verwendung eines Fotos von LAU/IW

Oktober 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Ergebnisse der Luftqualitätsmessungen – Zusammenfassung	10
2	Rechtliche Grundlagen	13
3	Immissionsmessnetz	19
3.1	Lufthygienisches Überwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt (LÜSA) ..	19
3.2	Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt	20
3.3	Aktuelle Informationen zur Luftqualität in Sachsen-Anhalt	21
4	Immissionsmeteorologische Einschätzung	22
4.1	Zusammenhang zwischen Witterung und Immission	22
4.2	Zusammenfassung der Witterung des Jahres 2022	22
5	Ergebnisse aus dem Lufthygienischen Überwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt	30
5.1	Stickstoffoxide	30
5.2	Partikel PM ₁₀ /Partikel PM _{2,5}	35
5.2.1	Trendentwicklung für Partikel PM ₁₀ und Partikel PM _{2,5} in Sachsen-Anhalt	40
5.2.2	Auswertung der Parallelmessungen von Partikel PM _{2,5} und PM ₁₀	42
5.2.3	Bewertung der Jahresmittelwerte für Partikel (PM ₁₀ , PM _{2,5}) unter Berücksichtigung der WHO-Richtwerte und der vorgeschlagenen neuen EU-Grenzwerte	44
5.3	Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM ₁₀	46
5.3.1	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	47
5.3.2	Schwermetalle	49
5.4	Ozon	50
5.5	Black Carbon	55
5.5.1	Ermittlung von BC des LÜSA	55
5.5.2	Ermittlung von BC mit NUPS	56
5.6	Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole	57
5.7	Schwefeldioxid	59
5.8	Kohlenmonoxid	59
5.9	Schwefelwasserstoff	60

6	Passivsammlermessungen.....	60
6.1	Stickstoffdioxid	60
6.2	Ammoniak	61
7	Depositionsmessnetz	62
7.1	Staubniederschlag.....	62
7.2	An- und Kationen.....	63
7.3	Dioxine/Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle	63
7.4	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe.....	63
8	Ergebnisse der Depositionsmessungen	65
8.1	Staubniederschlag.....	65
8.2	Anionen und Kationen	67
8.2.1	Bulk-Deposition	67
8.2.2	Wet-Only-Deposition	70
8.3	PCDD/F- und dl-PCB-Deposition.....	72
8.4	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe.....	74
9	Luftqualitätsmessungen auf dem Brocken.....	77
9.1	Ergebnisse der Feinstaubmessungen	78
9.2	Vergleich der Schadstoffmessungen zwischen Fahrzeug und Messstation	80
9.3	Waldbrand am Brocken.....	83
10	Anhang.....	90
10.1	Tabellen	90
10.2	Abbildungen	119
10.3	Bewertungsmaßstäbe	127
10.4	Begriffsbestimmungen Feinstaub	131
10.5	Literaturverzeichnis	134

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]fluoranthen
- BghiP	Benzo[g,h,i]perylen
- BjF	Benzo[j]fluoranthen
- BkF	Benzo[k]fluoranthen
- CHR	Chrysen
- COR	Coronen
- DBahA	Dibenzo[a,h]anthracen
- INP	Indeno[1,2,3-cd]pyren
Pb	Blei

A/K	Anionen/Kationen
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)
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
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

Gute, saubere Luft ist eine wesentliche Voraussetzung für die menschliche Gesundheit und eine intakte Umwelt. Es ist daher erklärtes Ziel der Landesregierung, sachsen-anhalt-weit und nachhaltig für gute Luftqualität zu sorgen. Dies bleibt trotz der bislang erreichten Fortschritte nach wie vor eine wichtige Aufgabe.

In den vergangenen Jahrzehnten ist die Luft in Sachsen-Anhalt deutlich sauberer geworden. Diesen Trend bestätigen auch die Daten aus dem aktuellen Immissionsschutzbericht des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) für 2022. Eine positive Bilanz lässt sich dabei insbesondere für die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid und Feinstaub ziehen: Die aktuellen Grenzwerte werden an allen Stationen des vom LAU betriebenen Immissions- und Depositionsmessnetzes in Sachsen-Anhalt sicher eingehalten.

Anders gestaltet sich die Situation bei Ozon. Das Spurengas wird nicht direkt freigesetzt, sondern bildet sich bei intensiver Sonneneinstrahlung aufgrund von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen und Stickstoffoxiden in unteren Luftschichten bis ca. zehn Kilometer Höhe. Ozon wirkt sich auf das Klima und das Leben auf der Erde unterschiedlich aus: Oberhalb von 15 Kilometern – in der Stratosphäre – schützt es vor schädlicher UV-Strahlung. In Bodennähe jedoch hat Ozon gesundheitsschädliche Auswirkungen auf die Atemwege des Menschen und die Vegetation. Daher wird die bodennahe Ozonkonzentration genau untersucht und beurteilt.

Die Belastung durch bodennahes Ozon hängt maßgeblich von der Witterung ab. Der Sommer 2022 war der sonnigste seit rund 70 Jahren und mit einer deutschlandweiten Mitteltemperatur von 19,2 Grad der vierheißeste Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Dadurch sind vor allem die mittleren Ozon-Konzentrationen angestiegen. Jedoch wurde die Schwelle zur Warnung der Bevölkerung vor Belastungsspitzen – ein Einstunden-Mittelwert von 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – auch 2022 nicht erreicht. Anders sieht dies beim Achtstunden-Mittelwert aus: Er beträgt 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und wurde 2022 an den sachsen-anhaltischen Mess-Stationen an 14 Tagen überschritten; im Vorjahr war dies nur an sieben Tagen der Fall. Wenngleich die EU insgesamt 25 Überschreitungen im Jahr zulässt, werden wir dieses Thema intensiv beobachten. Denn der Klimawandel lässt ja auch heißere und sonnenreichere Sommer erwarten. Übrigens: Der EU-Zielwert zum Ozon-Schutz der Vegetation wurde 2022 an allen Standorten unterschritten.

Die im vorliegenden Bericht betrachteten Schadstoffe wie Stickstoffdioxid und Feinstaub haben im Vergleich zu Klimagasen wie CO_2 und Methan deutlich geringere Auswirkungen auf

den Klimawandel. Da jedoch bei Verbrennungsprozessen, zusammen mit CO₂, viele gesundheitsschädliche Stoffe entstehen, gibt es immer auch Wechselwirkungen zwischen Klimaschutz und Immissionsschutz. Werden weniger fossile Brennstoffe genutzt, sinken die Immissionen; dadurch entstehen zugleich weniger Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen, wodurch sich wiederum weniger bodennahes Ozon bilden kann. Hier schließt sich also der Kreis.

Das Sonderkapitel im diesjährigen Bericht widmet sich übrigens den Luftqualitätsmessungen auf dem höchsten Gipfel Mitteldeutschlands. Bei der zusätzlichen Messkampagne wurden auch die Auswirkungen des großflächigen Waldbrandes am Brocken auf die Luftqualität untersucht.

Für die Erstellung des Immissionsschutzberichtes 2022 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 www.luesa.sachsen-anhalt.de und in der „LÜSA“-App.

Ihr

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Armin Willingmann'.

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 2022 und beinhaltet darüber hinaus eine immisionmeteorologische Einschätzung des Berichtsjahres. Die Auswertung der Messungen hat gezeigt, dass sich die Luftqualität in Sachsen-Anhalt auch im Jahr 2022 weiter verbessert hat.

Beim Stickstoffdioxid hat sich die Belastung an der Mehrzahl der Standorte (15) um 1 bis 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ verringert. An sieben Standorten blieb sie konstant. Der nach wie vor am höchsten belastete Standort in Sachsen-Anhalt, die Paracelsusstraße in Halle (Saale), zeichnete sich durch einen starken Belastungsrückgang um 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aus. Der seit dem 01.01.2010 geltende EU-Grenzwert (Jahresmittelwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde landesweit sicher eingehalten.

Die Partikel PM_{10} -Belastung (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 10 μm) 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 fünf Standorten war - verteilt über alle Belastungsregimes - ein geringer Belastungsanstieg im Bereich von 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ festzustellen (verkehrsnahe Standorte (1), städtischer Hintergrund (2), ländlicher Hintergrund (1), industrienah (1)). Einen Belastungsrückgang um 1 bis 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gab es nur an vier Standorten, davon allerdings drei verkehrsnah, zu verzeichnen.

Im Vergleich zum Vorjahr sind die Überschreitungszahlen an 15 von 23 Stationen teils erheblich gesunken (um einen bis max. sieben Tage) und sie liegen alle im einstelligen Bereich. An den verkehrsnahen Standorten stellt sich die Entwicklung wie folgt dar (Wert des Vorjahres in Klammern):

- Halle/Paracelsusstraße mit fünf Überschreitungen (12),
- Aschersleben mit drei Überschreitungen (6),
- Halberstadt/Friedenstraße mit drei Überschreitungen (9),
- Magdeburg/Schleinufer mit einer Überschreitung (6),
- Wittenberg/Dessauer Straße ohne Überschreitung (5).

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 2022 in Sachsen-Anhalt an allen Messstandorten absolut sicher eingehalten.

Die Partikel $PM_{2,5}$ -Konzentrationen (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als $2,5 \mu m$) sind an der Mehrzahl der Messstationen (5) konstant geblieben und an drei Messstationen (zwei verkehrsnah, eine städtischer Hintergrund) leicht angestiegen (um $1 \mu g/m^3$). An zwei verkehrsnahen Messstationen konnte ein Rückgang in gleicher Größenordnung festgestellt werden. Der seit dem 01.01.2015 geltende EU-Grenzwert von $25 \mu g/m^3$ 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 hatte zuletzt im September 2021 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 $15 \mu g/m^3$ im Jahresmittel. Dieser Richtwert wird nach wie vor an allen verkehrsnahen Standorten überschritten. Insgesamt gesehen konnte dieser Richtwert im Jahr 2022 damit nur an 13 von 22 Stationen eingehalten werden.

Der bisherige Richtwert für Partikel $PM_{2,5}$ wurde um die Hälfte reduziert (2021) und liegt damit nun bei $5 \mu g/m^3$, was einem Fünftel des aktuell gültigen EU-Grenzwertes ($25 \mu g/m^3$, 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 Belastung durch bodennahes Ozon unterliegt maßgeblich den Witterungseinflüssen. Der Sommer 2022 war der sonnigste seit rund 70 Jahren und gehörte mit einer bundesweiten Mitteltemperatur von $19,2$ Grad zu den heißesten Sommern seit Beginn der Wetteraufzeichnungen (Platz 4). Dies führte vor allem zu einem Anstieg der mittleren Ozon-Konzentrationen. Dennoch gab es im Jahr 2022, wie bereits im Jahr zuvor, keine Überschreitungen der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen (Einstundenmittelwert $180 \mu g/m^3$).

Im Jahr 2021 wurden im Durchschnitt über alle LÜSA-Stationen an sieben Tagen Überschreitungen des Achtstundenmittelwertes ($120 \mu g/m^3$) registriert, im Jahr 2022 war das an 14 Tagen der Fall.

Der EU-Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt $120 \mu g/m^3$ und ist seit dem Jahr 2013 gültig (höchster Achtstundenmittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über drei Jahre). Dieser Zielwert konnte an allen Messstationen im Land eingehalten werden.

Der EU-Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40) vor hohen Ozonbelastungen, der seit dem Jahr 2015 gilt, wurde im Jahr 2022 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 2022 im LÜSA an zwei verkehrsbezogenen Standorten sowie an zwei Stationen im städtischen und einer Messstation im ländlichen Hintergrund. Erwartungsgemäß ist 2022 der Jahresmittelwert für die Verkehrsmessstationen am höchsten und der für die Station im ländlichen Hintergrund am geringsten. Dabei zeigt die Station Magdeburg/Schleiufer 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 und ländlichen Hintergrund ist u.a. auf einen zunehmenden Anteil an Holzheizungen im innerstädtischen Bereich zurückzuführen.

Die 2022 mittels NUPS ermittelten BC-Konzentrationen lagen an den einzelnen Messstandorten im Bereich von 0,5 bis 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit in der Größenordnung der Vorjahre. Die höchsten BC-Konzentrationen wurden an den verkehrsnahen Messstandorten festgestellt.

Im Vergleich zum Vorjahr haben sich im Jahr 2022 die mit Passivsammlern ermittelten NO_2 -Messwerte verringert. Die NO_2 -Jahresmittelwerte liegen an allen Messstandorten unterhalb von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bei den Ammoniakkonzentrationen mittels Passivsammlermessungen bewegen sich die Jahresmittelwerte in einer Spanne von ca. 3 bis 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Belastung durch Staubniederschlag hat sich seit dem Jahr 1990 im Landesdurchschnitt stetig verringert und lag im Jahr 2022 in der Größenordnung der Vorjahre. Die Jahreswerte des Staubniederschlags der einzelnen Messstandorte schwankten zwischen 0,04 $\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ 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 Immissionswert für Staubniederschlag der TA Luft von 0,35 $\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ wurde an allen Messstandorten sicher eingehalten.

Vergleicht man die Jahresmittelwerte der Depositionen an Schwer- bzw. Halbmetallen 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 $\text{pg WHO-TEQ}/(\text{m}^2\text{d})$ sowie die Deposition von Benzo(a)pyren in Höhe von 0,5 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ wurden an allen Messstandorten im Jahr 2022 unterschritten.

Die Zielwerte (Critical Loads) für Eutrophierung und Versauerung wurden am Messstandort Piesteritz, lagebedingt, und am Messstandort Thießen überschritten. An den Bodendauerbeobachtungsflächen lagen die Jahresmittelwerte unterhalb der Zielwerte für Eutrophierung und Versauerung.

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. Im Anhang 10.3 ab Seite 127 sind weitere Bewertungsmaßstäbe aufgeführt.

In Tabelle 1 sind die Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV für Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Partikel PM₁₀/Partikel PM_{2,5}, Blei, Arsen, Cadmium, 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 Achtstundenmittelwert	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 Achtstundenmittelwert 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 Achtstundenmittelwert 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)	Einstundenmittelwert	1 Stunde	entfällt
240	µg/m ³	Alarmschwelle § 9 (6)	Einstundenmittelwert	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 (µg/m³)h) ist die über einen vorgegebenen Zeitraum (in der Verordnung: Mai bis Juli) summierte Differenz zwischen Ozonkonzentrationen über 80 (µg/m³)h und 80 (µg/m³)h unter ausschließlicher Verwendung der täglichen Einstundenmittelwerte 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}	µg/m ³	1 Jahr	35	25	15	10	5
PM _{2,5}	µg/m ³	24 Stunden ¹⁾	75	50	37,5	25	15
PM ₁₀	µg/m ³	1 Jahr	70	50	30	20	15
PM ₁₀	µg/m ³	24 Stunden ¹⁾	150	100	75	50	45
O ₃	µg/m ³	April bis September ²⁾	100	70	entfällt	entfällt	60
O ₃	µg/m ³	8 Stunden ¹⁾	160	120	entfällt	entfällt	100
NO ₂	µg/m ³	1 Jahr	40	30	20	entfällt	10
NO ₂	µg/m ³	24 Stunden ¹⁾	120	50	entfällt	entfällt	25
NO ₂	µg/m ³	1 Stunde	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	200
SO ₂	µg/m ³	24 Stunden ¹⁾	125	50	entfällt	entfällt	40
SO ₂	µg/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	µg/m ³	30 Minuten ³⁾	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	7
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 Achtstundenmittelwerts der O₃-Konzentration in den sechs aufeinanderfolgenden Monaten mit der höchsten O₃-Konzentration im Sechsmonatsdurchschnitt.

3) Geruchsschwelle

Revision der Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG

Die Europäische Kommission hat am 26. Oktober 2022 einen ersten Vorschlag der überarbeiteten Luftqualitätsrichtlinie vorgestellt. Sie beinhaltet deutlich verschärfte Luftqualitätsnormen für den Zeitraum bis 2030, die sich an den im vorigen Absatz vorgestellten neuen WHO-Richtwerten orientieren, diese jedoch nicht direkt übernehmen. Die folgende Tabelle zeigt für ausgewählte Luftschadstoffe einen Vergleich zwischen WHO Richtwert, bisherigem und für die Zukunft vorgeschlagenen EU-Grenzwert.

Tabelle 4: Vorgeschlagene neue Grenzwerte gemäß dem Vorschlag der EU-Kommission im Vergleich zu den bisherigen EU-Grenzwerten und WHO Richtwerten

Schadstoff	Mittelungszeitraum	WHO-Richtwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	EU-Grenzwert bisher [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Vsl. EU-Grenzwert ab 2030* [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM _{2,5}	1 Jahr	5	25	10
PM _{2,5}	24 Stunden	15 ¹⁾	-	25 ²⁾
PM ₁₀	1 Jahr	15	40	20
PM ₁₀	24 Stunden	45 ¹⁾	50 ³⁾	45 ²⁾
NO ₂	1 Jahr	10	40	20
NO ₂	24 Stunden	25	-	50 ²⁾
NO ₂	1 Stunde	-	200 ²⁾	200 ⁴⁾

* gemäß Vorschlag der EU-Kommission vom 26.10.2022

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

²⁾ darf nicht öfter als 18-mal im Kalenderjahr überschritten werden

³⁾ darf nicht öfter als 35-mal im Kalenderjahr überschritten werden

⁴⁾ darf nicht öfter als 1-mal im Kalenderjahr überschritten werden

Der Vorschlag der EU-Kommission ist der Auftakt des Gesetzgebungsprozesses, die Positionierung des EU-Rates und des Parlamentes folgen. Aktuell laufen die Meinungsbildung und Abstimmungsprozesse auf nationaler Ebene, in Deutschland unter Einbeziehung der Bundesländer (Bund-Länder-AG), BMUV und UBA. Nationale Positionen werden zu den angesetzten Verhandlungsterminen vertreten, diskutiert und abgestimmt. Am Ende des Gesetzgebungsprozesses auf europäischer Ebene werden die ausgehandelten Vorgaben dann rechtsgültig. Die in der Revision aufgeführten Grenzwerte müssen bis spätestens 2030 eingehalten werden, d. h. es sind ab Inkrafttreten Maßnahmen erforderlich, um dies zu gewährleisten.

Im Bericht wird an geeigneter Stelle Bezug zu den neu vorgeschlagenen EU-Grenzwerten genommen.

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 01/2022).

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. Im Jahr 2022 wurde dieser Prozess ausgesetzt.

Eine Übersicht mit den aktuellen Luftmessstationen in Sachsen-Anhalt enthält Tabelle A 1.



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

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. Zuletzt erfolgte für das Jahr 2021 aufgrund der verbesserten Luftqualität eine Änderung am Gebietszuschnitt.

Die ab dem Jahr 2021 festgelegten Gebiete und Ballungsräume für die Beurteilung der Komponenten Partikel PM₁₀ und Partikel PM_{2,5} sind in der Abbildung A 1, für die Komponenten

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

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 2).

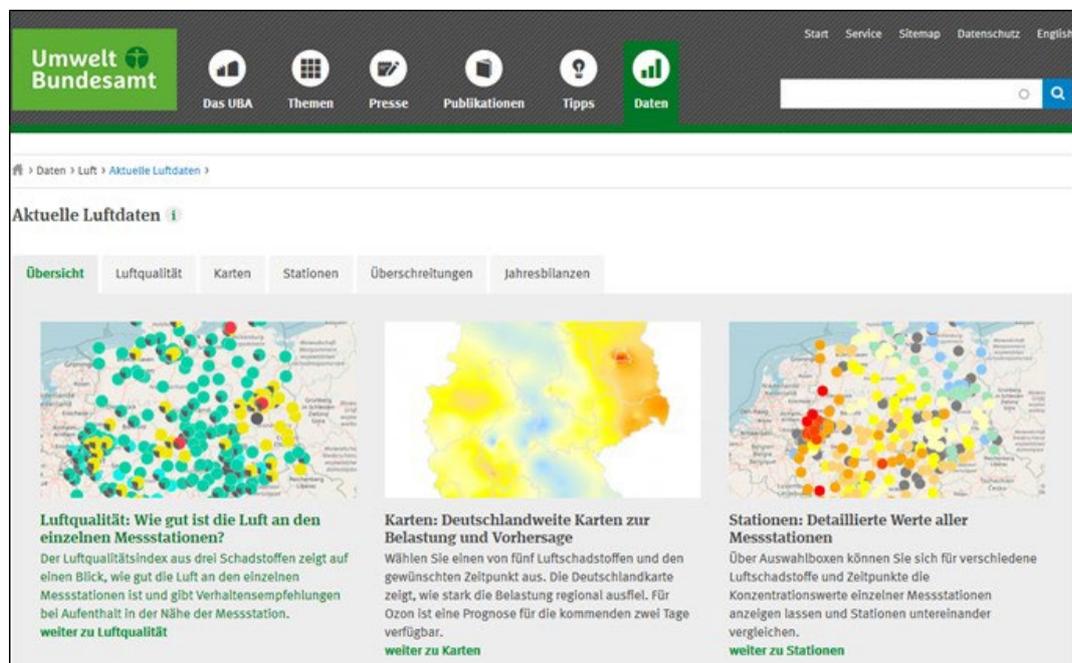


Abbildung 2: Startseite „Aktuelle Luftdaten“ des UBA

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 2022

Alle im Folgenden verwendeten und dargestellten Daten (Abbildung 3 und Abbildung 4) stammen vom Deutschen Wetterdienst (DWD) und beziehen sich auf das Flächenmittel eines 1 km-Rasterfeldes des Landes Sachsen-Anhalt.

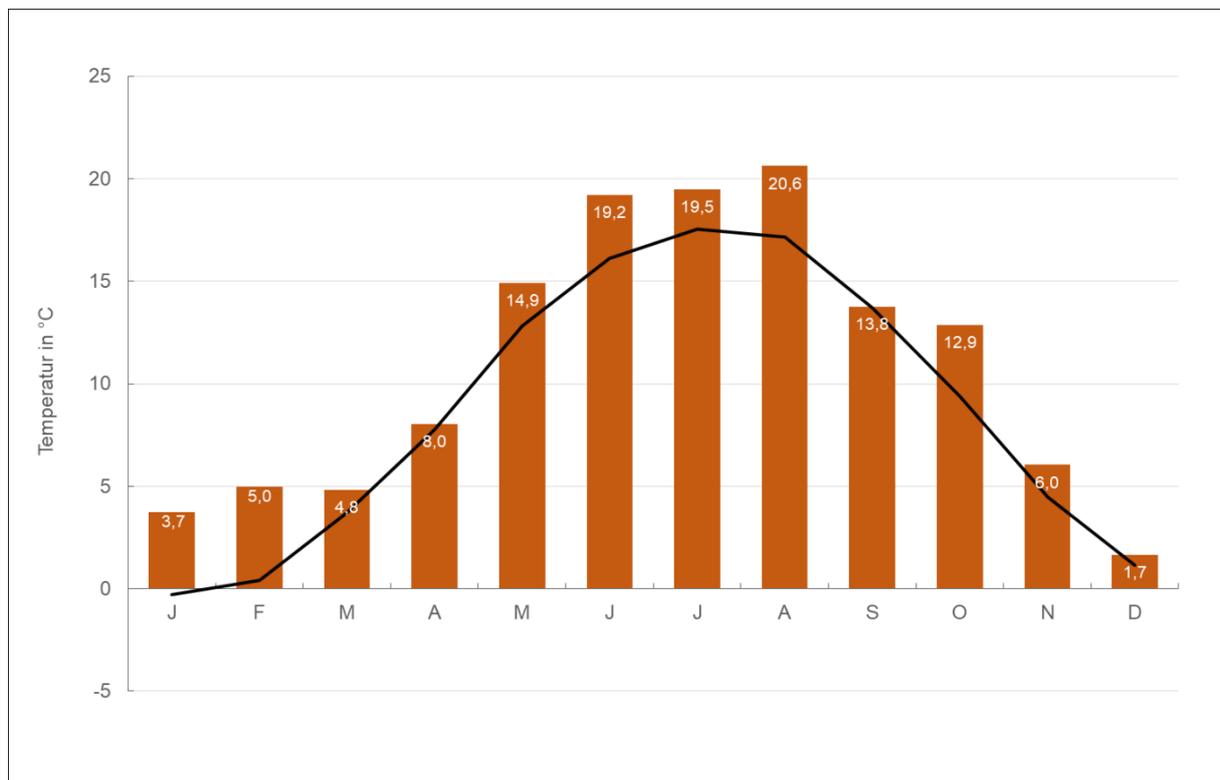
Nachdem bereits die Jahre von 2018 bis 2020 für Sachsen-Anhalt die wärmsten seit Aufzeichnungsbeginn 1881 waren und gerade im Sommerhalbjahr von Hochdruckwetterlagen und hohen Temperaturen geprägt waren, bot das Jahr 2021 mit normalen Bedingungen nur eine kurze Pause. Denn 2022 entwickelte sich wieder ähnlich wie die Jahre 2018 bis 2020. Die Jahresmitteltemperatur in Sachsen-Anhalt betrug 2022 10,84 °C und lag damit um 2,2 K über dem Mittel der Klimaperiode von 1961 bis 1990. Auch im Vergleich zum 30-jährigen Zeitraum von 1991 bis 2020 betrug die Abweichung noch 1,1 K. Damit war 2022 in Sachsen-Anhalt das viertwärmste Jahr nach 2020, 2019 und 2018.

Mit insgesamt 420,9 mm Niederschlag war das Jahr 2022 deutlich zu trocken und erreichte nur 76,8 % der von 1961 bis 1990 klimatologisch üblichen Menge. Im Vergleich zur Klimaperiode von 1991 bis 2020 wurden sogar nur 73,3 % erreicht. Lediglich die Monate Februar, September und Dezember brachten mehr Niederschlag als üblich, alle anderen Monate waren teils deutlich zu trocken. Somit konnte das seit 2018 entstandene Niederschlagsdefizit nicht abgebaut werden, sondern wurde im Gegenteil noch weiter ausgebaut.

Die Sonne zeigte sich in Sachsen-Anhalt im Jahr 2022 insgesamt 2011,6 Stunden lang. Dies sind 132,2 % des Klimamittels von 1961 bis 1990 bzw. 119,2 % im Vergleich zur Periode von 1991 bis 2020. Dadurch erreichte das Jahr 2022 nach 2018 die zweithöchste Sonnenscheindauer seit Aufzeichnungsbeginn 1951.

Im Folgenden sollen die meteorologischen Details der einzelnen Monate näher betrachtet werden, beginnend mit dem Januar.

Mit einer Monatsmitteltemperatur von 3,7 °C war der Januar 2022 in Sachsen-Anhalt um 4,0 K wärmer als das Klimamittel von 1961 bis 1990 und 2,6 K wärmer als das 30-jährige Mittel von 1991 bis 2020. Tage mit Dauerfrost blieben abseits des Harzes im Januar komplett aus. Der Januar brachte 35,2 mm Niederschlag und bleibt damit unter seinem klimatischen Soll und erreichte im Vergleich zu 1961 bis 1990 91 % und gegenüber 1991 bis 2020 nur 78,1 %. Dabei gab es aber größere regionale Unterschiede. In den südlichen Landesteilen war er feucht, während er gerade im Norden und im Harz deutlich zu trocken verlief. Durch eine ausgeprägte Hochdruckwetterlage zur Monatsmitte (10.-19. Januar) und der damit verbundenen Inversion, blieb es häufig trüb. Entsprechend erreichte der Januar mit 30,4 Sonnenstunden (71,6 %) nicht sein langjähriges Mittel von 1961 bis 1990. Im Vergleich zur Periode von 1991 bis 2020 wurden sogar nur 57,0 % erreicht.



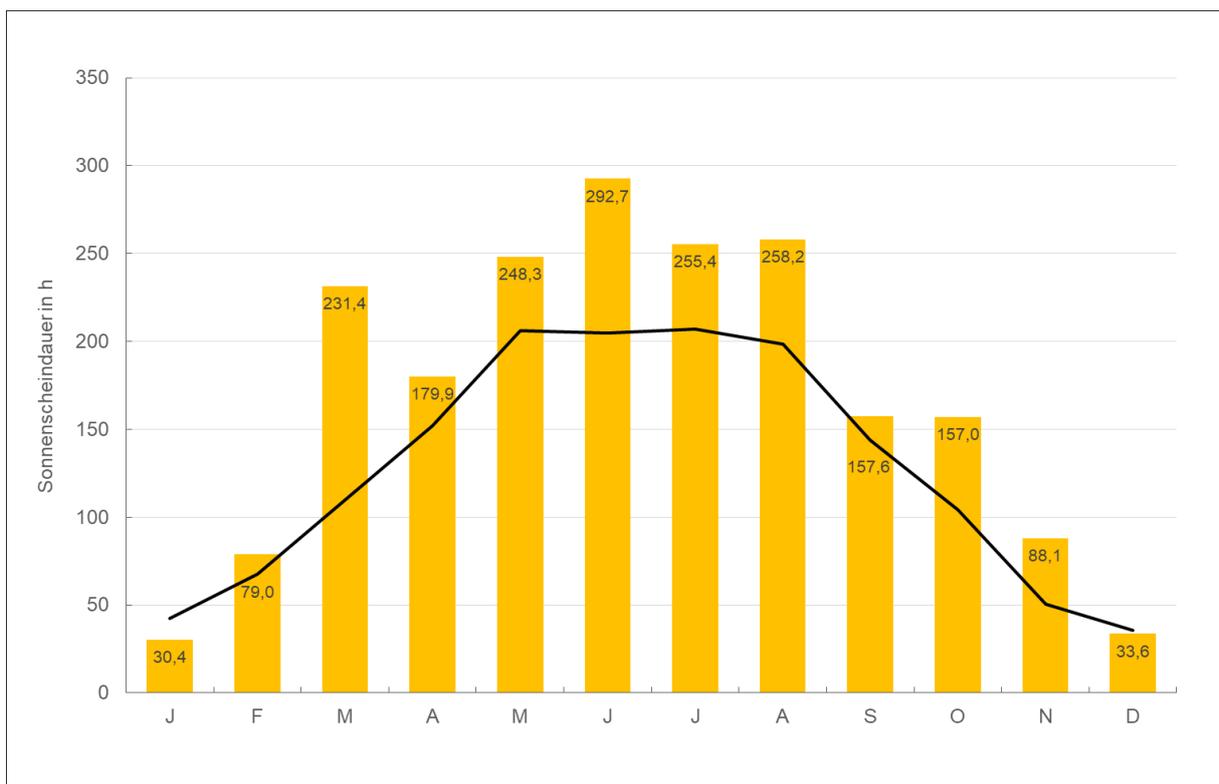
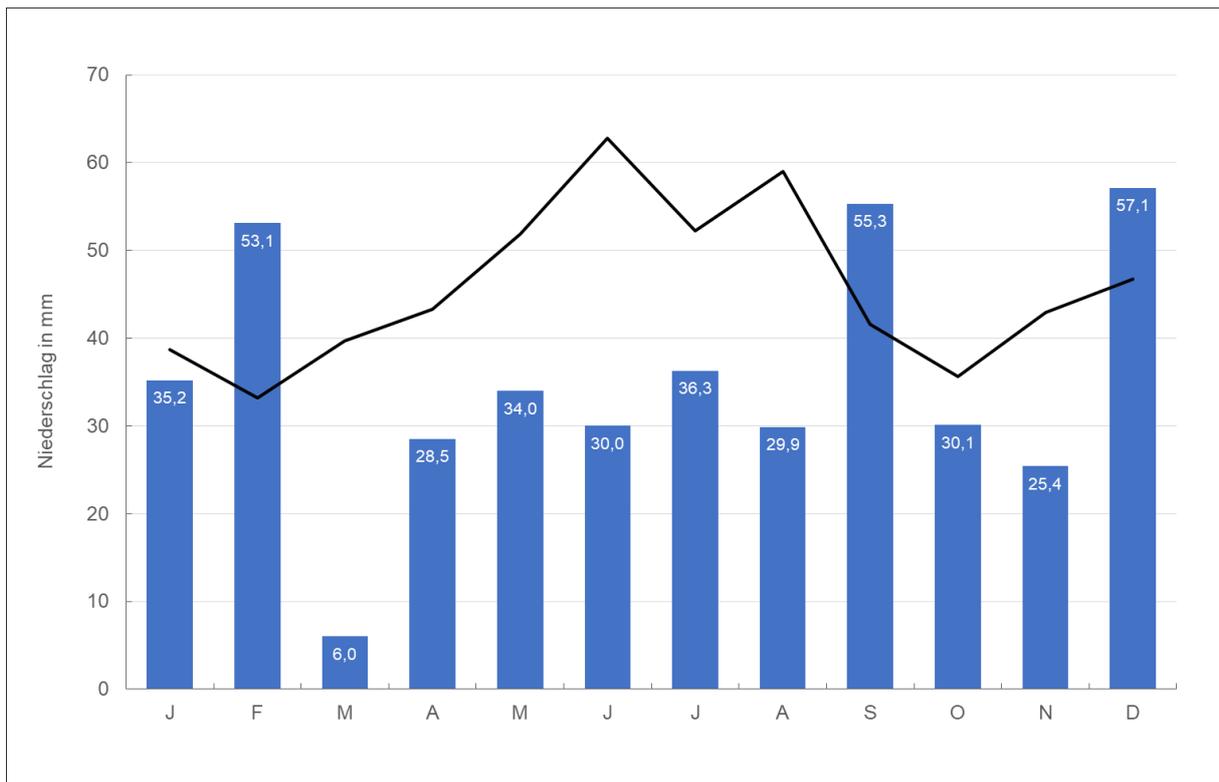


Abbildung 3: Landes-Monatsmittel der Temperatur, des Niederschlags und der Sonnenscheindauer für 2022 (Balken) und das langjährige Monatsmittel der Referenzperiode 1961 bis 1990 (Linie). Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

Geprägt durch einen raschen Wechsel von Tief- und Hochdruckgebieten war der Februar 2022. Diese führten mit kräftigen Westwinden sehr milde Luftmassen vom Atlantik heran. Besonders im Zeitraum vom 17.02. bis 21.02. sorgten kräftige Tiefdruckgebiete für schwere und orkanartige Sturmböen. Somit konnte eine Monatsmitteltemperatur von 5,0 °C gemessen werden. Dies entspricht einer Abweichung von 4,6 K zur Referenzperiode von 1961 bis 1990 bzw. von 3,2 K zur Periode von 1991 bis 2020. Damit gehört der Februar 2022 zu den sechs wärmsten seit 1881. Wie schon im Januar blieben Tage mit Dauerfrost vollständig aus, wenn man von den höheren Lagen des Harzes absieht. Mit insgesamt 53,1 mm präsentierte sich der Februar deutlich zu feucht. Im Vergleich zum 30-jährigen Mittel von 1961-1990 wurden 159,4 % und gegenüber 1991 bis 2020 wurden 155,2 % erreicht. Besonders feucht war es im Norden und Osten Sachsen-Anhalts, während es im Regenschatten des Harzes vom östlichen Harzvorland bis in den Raum Halle zu trocken war. Zum Monatsende hin setzte mit zunehmenden Hochdruckeinfluss Wetterberuhigung ein und es gab einige Sonnenstunden. So übererfüllte der Februar mit 79,0 Sonnenstunden noch das Soll der Klimaperiode von 1961 bis 1990 mit 116,7 % bzw. 103,5 % im Vergleich zu 1991 bis 2020.

Die Hochdruckphase, die Ende Februar begann, sollte den ganzen Monat März über anhalten. Tiefdruckeinfluss spielte fast gar keine Rolle. Mit dem Hochdruckeinfluss dominierten auch trockene Luftmassen aus Ost- und Südosteuropa, so dass der Monat März ein sehr strahlungsintensiver Monat war. Dies führte aber auch dazu, dass die Nächte häufig noch frostig waren, die Tage aber bereits mild. Dennoch war der März mit einer Monatsmitteltemperatur von 4,8 °C minimal kühler als der Februar, aber noch immer um 1,1 K milder, als nach der Referenzperiode von 1961 bis 1990 für März zu erwarten wäre. Im Vergleich zur Klimaperiode von 1991 bis 2020 traf der März 2022 genau das Klimamittel. Im Flächenmittel des Landes Sachsen-Anhalt konnten lediglich 6,0 mm Niederschlag im März registriert werden. Dies ist eine unmittelbare Folge der starken Hochdruckdominanz in diesem Monat. Entsprechend war der März 2022 im Lande der trockenste seit Aufzeichnungsbeginn 1881 mit 15,1 % zum Zeitraum 1961 bis 1990 bzw. mit 14,7 % zu 1991 bis 2020. Einen weiteren Rekord gab es bei der Sonnenscheindauer. Diese erreichte 231,4 Stunden und damit 38 Stunden mehr als der alte Rekord von 2011. Im Vergleich zu 1961 bis 1990 sind das mit 211,6 % mehr als das Doppelte der üblichen Sonnenscheindauer bzw. 187,8 % gegenüber 1991 bis 2020.

Zum Monatswechsel in den April führte Tiefdruckeinfluss aus Nordeuropa bis zur Monatsmitte für wechselhaftes und kühles Wetter, ehe sich erneut milder Hochdruckeinfluss durchsetzte, der bis zum Monatsende bestimmend blieb. So erreichte der April eine Mitteltemperatur von 8,0 °C und war damit um 0,3 °C wärmer, als nach der Referenzperiode von 1961 bis 1990 üblich. Im Vergleich zur Klimaperiode von 1991 bis 2020 war der April 1,4 K zu kühl. Die wechselhafte erste Monatshälfte genügte nicht, um die klimatisch übliche Niederschlagsmenge zu erreichen. Gegenüber 1961 bis 1990 entsprechen die gefallenen 28,5 mm nur 65,8 % des Erwartbaren bzw. 91,0 % im Vergleich zum 30-jährigen Mittel von 1991 bis 2020. Mit 179,9 Sonnenstunden war der April im Vergleich zur Klimaperiode von 1961 bis 1990 mit 118,3 % zu sonnig. Gegenüber dem Zeitraum 1991 bis 2020 entsprechen die 179,9 Stunden nur 96,9 %.

Auch der Mai war in der ersten Monatshälfte von Hochdruckwetterlagen und viel Sonnenschein geprägt, während sich die zweite Monatshälfte unter Tiefdruckeinfluss eher wechselhaft gestaltete. Bestimmend dabei waren überwiegend warme Luftmassen, so dass der Mai mit 14,9 °C gegenüber der Klimaperiode von 1961 bis 1990 um 2,1 K zu warm endete. Auch im Vergleich zur 30-jährigen Periode von 1991 bis 2020 war der Mai 1,3 K zu warm. Durch den Hochdruck gab es erneut zu wenige Niederschläge, so dass mit 34,0 mm nur 65,5 % der üblichen Menge von 1961 bis 1990 gemessen werden konnten. Ähnlich sah es in Bezug zur Klimaperiode von 1991 bis 2020 aus, so dass lediglich 61,5 % erreicht wurden. Erneut gab es mit 248,3 Stunden sehr viel Sonnenschein. Dies entspricht 120,5 % zur Referenzperiode von 1961 bis 1990 und 112,7 % im Vergleich zur Klimaperiode von 1991 bis 2020.

Der Trend der Vormonate setzte sich auch im Juni fort. Der erste Sommermonat war ebenfalls überwiegend von Hochdruck dominiert und Tiefdruckgebiete hatten nur kurzzeitig Einfluss. Dies führte zu einem sehr sommerlichen Juni mit einigen Tagen über 30 °C in der zweiten Monatshälfte. Der Juni erreichte eine Monatsmitteltemperatur von 19,2 °C und war damit der sechstwärmste Juni seit 1881. Die Abweichung betrug gegenüber 1961 bis 1990 3,1 K und 2,3 K im Vergleich zu 1991 bis 2020. Am 19. Juni wurde der wärmste Junitag des Jahres 2022 registriert. So wurde in Osterfeld eine Tageshöchsttemperatur von 37,0 °C gemessen, die höchste je verzeichnete Temperatur in einem Juni an dieser Wetterstation. Deutlich zu trocken war mit 30,0 mm auch der Juni 2022. Diese Niederschlagsmenge entspricht lediglich 47,8 % der nach dem Klimamittel von 1961 bis 1990 zu erwartenden Niederschlagssumme. Auch im Vergleich zum Zeitraum 1991 bis 2020 wurden nur 54,1 % erreicht. Der dominierende Hochdruckeinfluss im Juni machte sich auch bei der Sonnenscheindauer bemerkbar, welche mit 292,7 Stunden die vierthöchste in einem Juni in Sachsen-Anhalt seit 1951 war. Das bedeutet, dass 143,0 % zu 1961 bis 1990 bzw. 131,3 % zu 1991 bis 2020 gemessen wurden.

Im Juli wechselten sich längere Hochdruckwetterlagen mit kurzen tiefdruckgeprägten Abschnitten ab. Es gab mehrere kurze, aber intensive Hitzewellen. So wurden am 20. Juli erstmals überhaupt in Sachsen-Anhalt 40,0 °C gemessen. Viele Wetterstationen meldeten an diesem Tag neue Allzeitrekorde für die Tageshöchsttemperatur. Ebenso war an vielen Wetterstationen eine Nacht noch nie so warm wie die Nacht auf den 21. Juli. Mit einer Monatsmitteltemperatur von 19,5 °C war der Juli um 1,9 K wärmer als in der Referenzperiode von 1961 bis 1990 bzw. um 0,5 °C wärmer als im Zeitraum von 1991 bis 2020. Beim Niederschlag blieb der Juli wie seine Vormonate hinter den klimatischen Normalwerten zurück. Mit 36,3 mm wurden lediglich 69,6 % der Referenzperiode von 1961 bis 1990 bzw. 50,8 % zur Klimaperiode 1991 bis 2020 erreicht. Lokale heftige Gewitter sorgten punktuell für deutlich höhere Niederschlagssummen. Die Sonnenscheindauer übertraf erneut mit 255,4 Stunden ihre üblichen Werte. Dies entspricht 123,4 % im Vergleich zur Klimaperiode von 1961 bis 1990 bzw. 113,5 % zur 30-jährigen Periode von 1991 bis 2020.

Der August führt die Entwicklung der Vormonate fort. Bis Monatsmitte waren sehr warme Luftmassen vorherrschend und es gab viele Tage mit mehr als 30 °C. Am 4. August konnten die höchsten Temperaturen mit teilweise über 38 °C gemessen werden. Einzelne Wetterstationen überboten ihre Rekorde aus dem Vormonat. Auch in der zweiten Monatshälfte blieb es sommerlich, aber ohne große Hitze. Dies führte dazu, dass der August mit 20,6 °C um 3,6 K wärmer als das Klimamittel von 1961 bis 1990 war. Auch gegenüber dem Klimamittel von

1991 bis 2020 lag der August noch 2,0 K über den Normalwerten. Damit war der August 2022 der sechstwärmste in Sachsen-Anhalt seit 1881. Beim Niederschlag zeigten sich aufgrund von Schauern und Gewittern große Unterschiede. Während lokal das Niederschlags-soll übererfüllt wurde, blieb es in vielen Regionen deutlich zu trocken und lokal fiel fast gar kein Niederschlag. Betrachtet man das gesamte Bundesland, fielen insgesamt 29,9 mm Niederschlag. Dies entspricht 50,7 % des Klimamittels von 1961 bis 1990 und 51,7 % im Vergleich zum 30-jährigen Mittel von 1991 bis 2020. Sehr sonnig präsentierte sich der August ebenfalls. Mit 258,2 Sonnenstunden war der August der sechstsonnigste seit 1951 und erreichte 130,2 % des langjährigen Klimamittels von 1961 bis 1990 bzw. 122,0 % zu 1991 bis 2020.

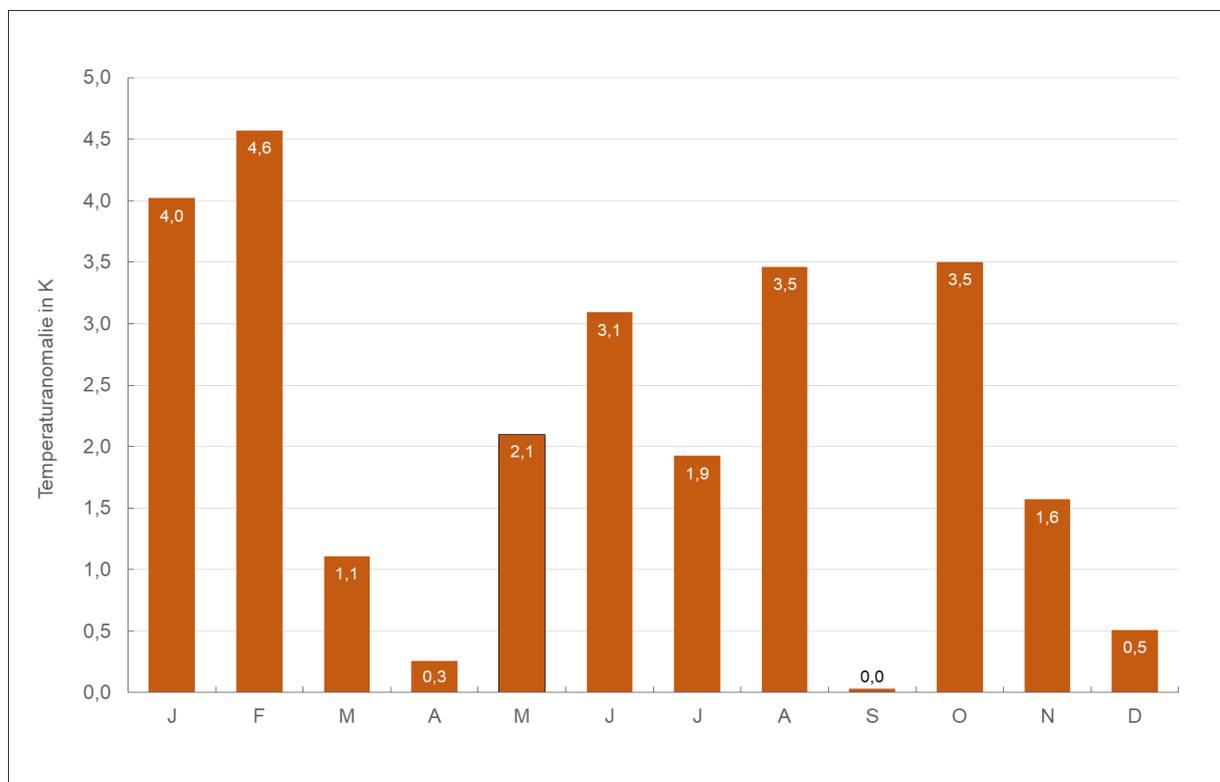
Hochdruckwetterlagen waren auch noch in den ersten Septembertagen vorherrschend und brachten nochmals sommerliche Temperaturen mit fast 30 °C, während für den Rest des Monats Tiefdruckgebiete die Regie mit kühleren Temperaturen übernahmen. So wurde am 23. September in Genthin bereits eine Tiefsttemperatur von 0,0 °C gemessen. Im Monatsmittel erreichte der September 2022 eine Temperatur von 13,8 °C und entsprach damit genau dem Mittel der Referenzperiode von 1961 bis 1990. Im Vergleich zur Klimaperiode von 1991 bis 2020 war der September um 0,6 K zu kühl. Die Tiefdruckdominanz vor allem in der zweiten Monatshälfte sorgte dafür, dass der September mit 55,3 mm deutlich zu feucht verlief. Dies entspricht 133,0 % des Klimawertes von 1961 bis 1990 bzw. 111,9 % zum 30-jährigen Mittel von 1991 bis 2020. Mit 157,6 Sonnenstunden erreichte der September 109,6 % der Referenzperiode von 1961 bis 1990 bzw. 99,8 % im Vergleich zu 1991 bis 2020.

Die Hochdrucklastigkeit der Sommermonate kehrte dann im Oktober zurück und verursachte mit kräftigen südwestlichen Winden den wärmsten Oktober in Sachsen-Anhalt seit Beginn der Aufzeichnungen 1881. Die Monatsmitteltemperatur betrug 12,9 °C und lag damit um 3,5 K über der Referenzperiode 1961 bis 1990 bzw. um 3,3 K über der Klimaperiode von 1991 bis 2020. An vielen Wetterstationen in Sachsen-Anhalt wurden nochmals Sommertage gemessen und das auch sehr spät im Monat wie zum Beispiel am 28. Oktober in Quedlinburg mit 26,2 °C. Der Niederschlag blieb unter diesen Voraussetzungen hinter den Erwartungen zurück und erreichte mit 30,1 mm nur 84,5 % der Niederschlagsmenge der Referenzperiode von 1961 bis 1990 bzw. 69,7 % zur Periode von 1991 bis 2020. Darüber hinaus war der Oktober mit 157,0 Sonnenstunden der siebtsonnigste seit 1951. Dies entspricht 150,5 % des Klimamittels von 1961 bis 1990 bzw. 140,3 % des 30-jährigen Mittels von 1991 bis 2020.

Die vorherrschende Wetterlage im Oktober fand auch bis zur Monatsmitte des Novembers ihre Fortsetzung. So konnten am 8. und 9. November nochmals fast 20 °C gemessen werden. In der zweiten Monatshälfte mit mehr Tiefdruckeinfluss und Winden aus Osten wurde dann ein kühlerer Abschnitt eingeleitet. Mit einem Kaltlufteinbruch vom 18. bis 21. November und einer dünnen Schneedecke im Süden Sachsen-Anhalts und im Harz kam es gerade im Harz bereits zu strengem Nachtfrost mit weniger als -10 °C. Dennoch erreichte der November eine Monatsmitteltemperatur von 6,0 °C und lag damit um 1,6 K oberhalb der Referenzperiode von 1961 bis 1990 bzw. um 0,9 K über dem Klimawert von 1991 bis 2020. Mit 25,4 mm Niederschlag war der November deutlich zu trocken, da dies nur 59,2 % der von 1961 bis 1990 üblichen Menge entspricht. Im Vergleich zum 30-jährigen Zeitraum von 1991 bis 2020 wurden nur 57,5 % erreicht. Die Sonne schien mit 88,1 Stunden erneut deutlich

häufiger als nach dem Klimamittel von 1961 bis 1990 zu erwarten wäre. Demgegenüber betrug die Sonnenscheindauer 174,5 %, im Vergleich zu 1991 bis 2020 waren es 157,9 % der üblichen Sonnenscheindauer.

Von großen Kontrasten geprägt war der Dezember. Während im ersten Monatsdrittel kühles und tiefdruckgeprägtes Wetter Sachsen-Anhalt beeinflusste, kam es um die Monatsmitte zu einem markanten Kaltluftvorstoß mit Schnee und Dauerfrost. So wurden im Harz bis $-17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ gemessen. Diese Phase war ebenso von wenig Wind und einer Inversion geprägt. Im Anschluss stellte sich die Wetterlage um und mit kräftigem Wind strömte aus Südwesten sehr milde Luft ins Land. Den Höhepunkt dieser Entwicklung gab es zum Jahreswechsel mit verbreitet neuen Rekorden für den wärmsten Dezembertag. Spitzenreiter waren Bad Lauchstädt und Jeßnitz mit $18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Auch die Nacht zu Neujahr war an vielen Wetterstationen im Land die wärmste seit Beginn der Aufzeichnungen. So sank in der windigen Silvesternacht das Thermometer in Osterfeld nicht unter $12,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Das Temperaturmonatsmittel des Dezembers zeigt, dass sich die Extreme fast ausgeglichen haben. Denn die Monatsmitteltemperatur betrug $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ und lag damit um $0,5\text{ K}$ über dem Klimamittel von 1961 bis 1990 bzw. um $0,4\text{ K}$ unter dem des Zeitraums von 1991 bis 2020. Die vielfach bestimmenden Tiefdrucksysteme brachten mit $57,1\text{ mm}$ auch mehr Niederschlag als üblich. Im Vergleich zur Referenzperiode von 1961 bis 1990 entspricht dies $122,4\text{ }%$ und $124,0\text{ }%$ gegenüber des 30-jährigen Mittels von 1991 bis 2020. In weiterer Konsequenz blieb die Sonnenscheindauer mit $33,6\text{ Stunden}$ oder $94,5\text{ }%$ hinter dem Klimawert von 1961 bis 1990 zurück. Noch deutlicher fiel der Mangel an Sonnenschein gegenüber dem Zeitraum 1991 bis 2020 mit nur $77,4\text{ }%$ aus.



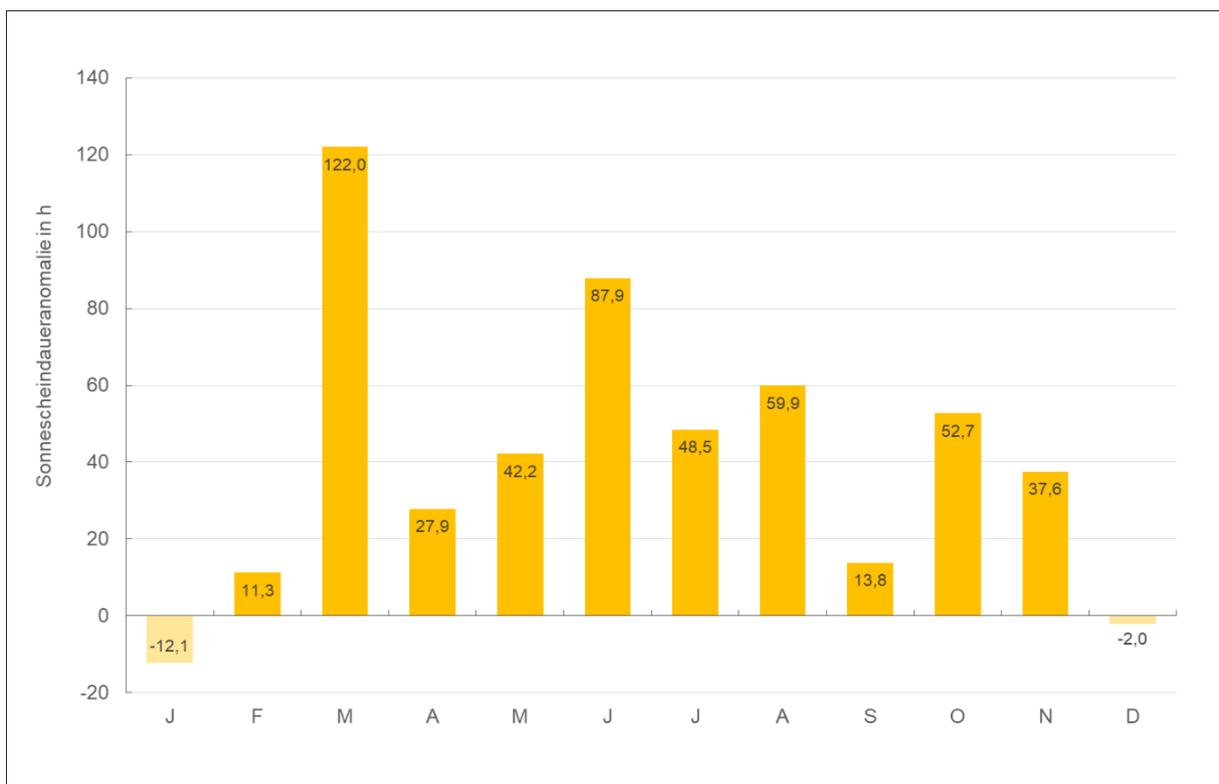
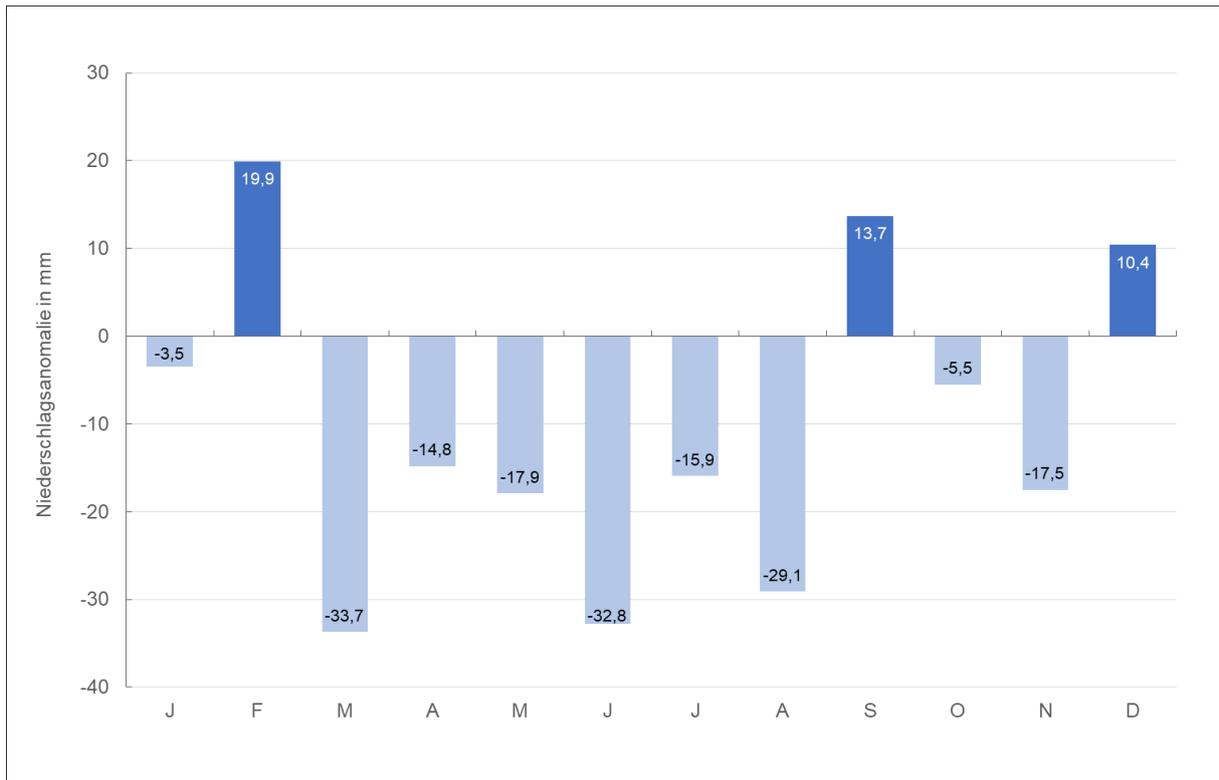


Abbildung 4: Jeweilige Abweichung der Landes-Monatsmittel 2022 vom Monatsmittel der Referenzperiode. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

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

5.1 Stickstoffoxide

Der Jahresmittelgrenzwert für NO₂ von 40 µg/m³ 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 NO₂ in der Luft ist weiter rückläufig (Abbildung 5).

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.

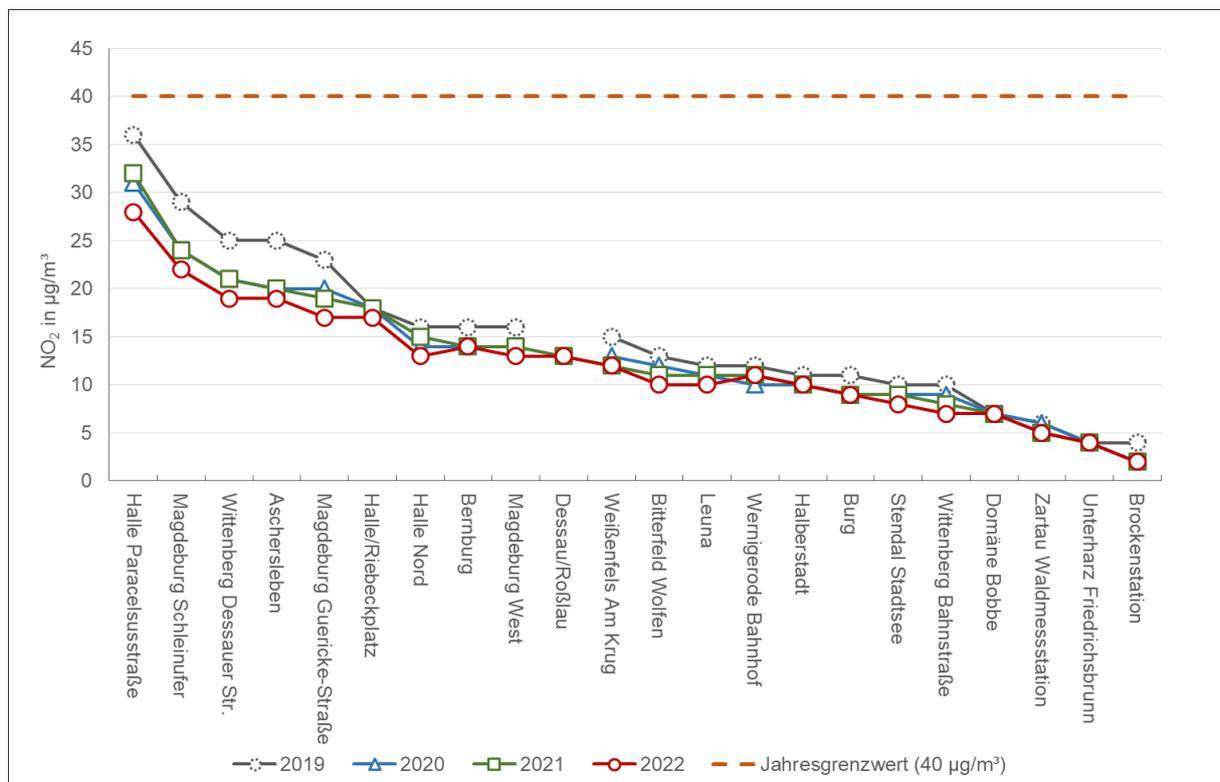


Abbildung 5: Jahresmittelwerte NO₂ an den LÜSA-Stationen 2019 bis 2022 in µg/m³

Der strengere WHO-Richtwert (10 µg/m³) für den NO₂-Jahresmittelwert wurde an zwölf der 22 NO₂-messenden LÜSA-Stationen nicht eingehalten. Das sind zwei Stationen weniger als im Jahr 2021. An den LÜSA-Stationen Halle/Paracelsusstraße und Magdeburg/Schleinitzer wurde zudem der Interim Target 3 (20 µg/m³) überschritten.

Der höchste Jahresmittelwert wurde mit 28 µg/m³ an der Station Halle/Paracelsusstraße gemessen (Abbildung 6). Damit überschreitet im Jahr 2022 keine Station des LÜSA den Interim Target 2 (30 µg/m³).

Der WHO-Richtwert für die NO₂-Tagesmittelwerte (25 µg/m³ als 99. Perzentil des Tagesmittels) wurde an 17 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 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 99. Perzentil des Tagesmittels) wurde nur an der Messstation Halle/Paracelsusstraße überschritten. Den Interim Target 1 ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 99. Perzentil des Tagesmittels) hielten alle LÜSA-Stationen ein (Tabelle A 11).

Überschreitungen des (Kurzzeit-)Grenzwertes ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Stundenmittelwert bei maximal 18 zulässigen Überschreitungen) und Überschreitungen der Alarmschwelle (Einstundenmittelwerte größer $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in drei aufeinander folgenden Stunden) wurden 2022 nicht registriert. Überdies wurde der Richtwert der WHO für den NO_2 -Stundenmittelwert ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eingehalten. Es traten keine Stundenmittelwerte über $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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.

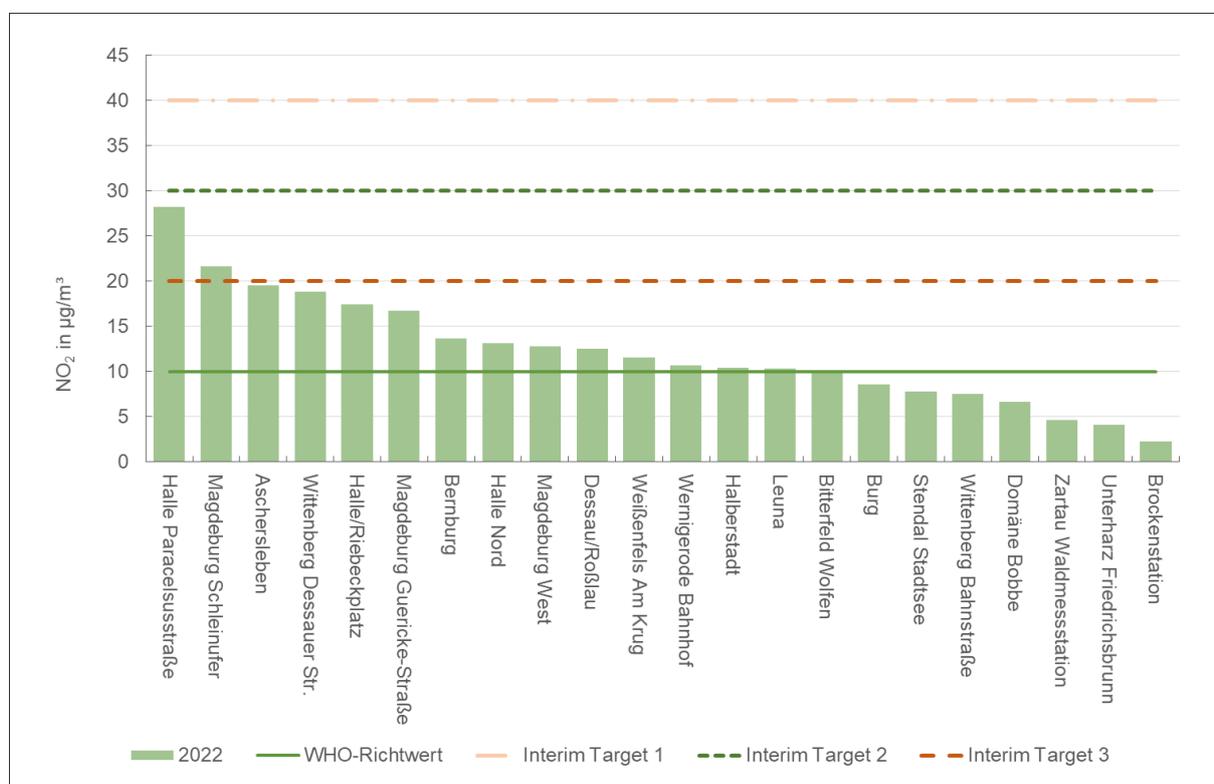


Abbildung 6: Jahresmittelwerte NO_2 2022 mit WHO-Richtwert und Interim Targets (seit 2021 gültig)

Abbildung 7 zeigt die über die Stationsklassen „städtischer Hintergrund“ und „städtisch verkehrsnah“ gemittelten Monatswerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen. Sie lagen im Jahr 2022 meist unter den Konzentrationen der Vorjahresmonate oder zumindest in einer vergleichbaren Größenordnung.

Augenfällig niedriger als im Vorjahr sind nur die Konzentrationen im Februar 2022. Der Februar 2022 gehört zu den wärmsten der letzten 30 Jahre. Kaltluft konnte sich nie längere Zeit

durchsetzen. Stattdessen lenkten Atlantiktiefs immer wieder milde und wolkenreiche Meeresluft ins Land. Die Tiefs brachten jede Menge Niederschlag und teils kräftige Stürme. Dies führte zur schnellen Durchmischung und Auswaschung der Luftschadstoffe.

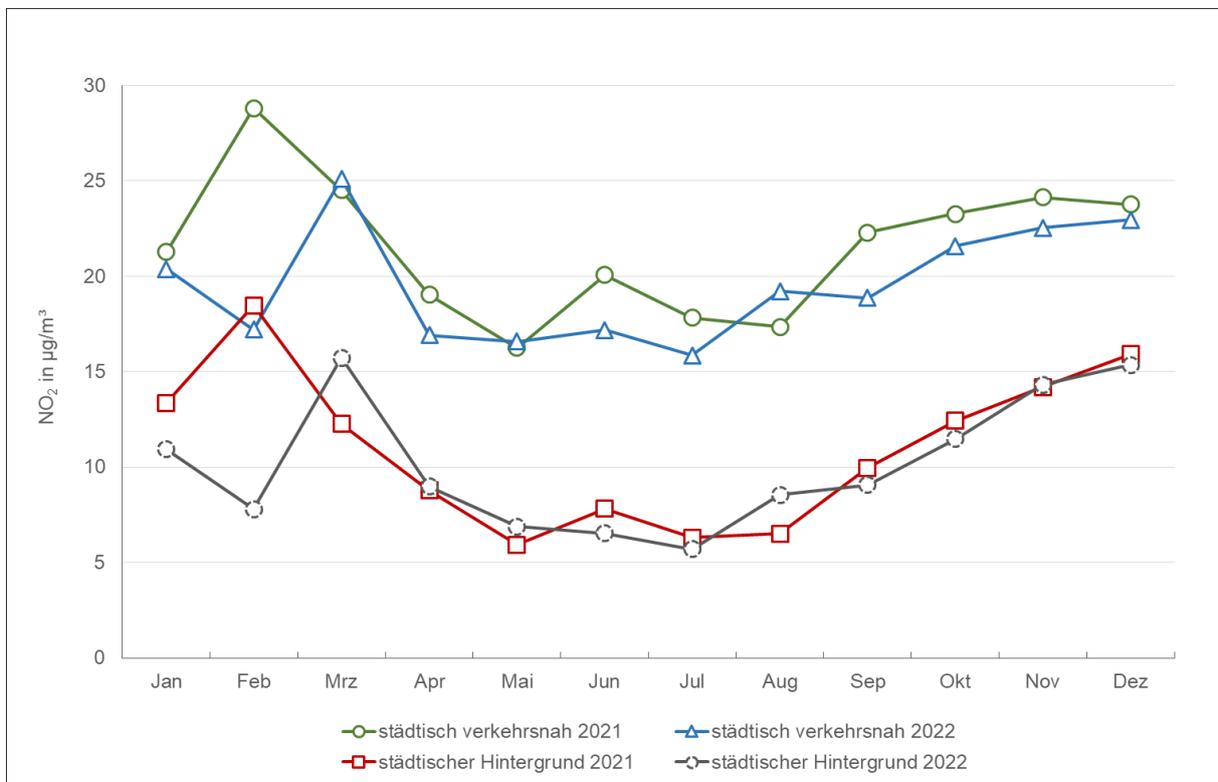


Abbildung 7: Vergleich der Monatsmittelwerte der NO₂-Immissionen der Jahre 2021 und 2022 an den städtisch verkehrsnahen Stationen und im städtischen Hintergrund

Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der mittleren Konzentrationen (Jahresmittelwerte) der Stickstoffdioxid-Immissionen nach Stationsklassen (ländlicher Hintergrund, städtischer Hintergrund und städtisch verkehrsnah).

Während eine Reduktion der NO₂-Konzentrationen im Hintergrund in den letzten drei Jahren kaum zu erkennen ist, sind die mittleren Konzentrationen an den verkehrsnahen Stationen weiterhin deutlich rückläufig.

Abbildung 9 zeigt die mittleren Jahres- (gestrichelte Linien) und Monatsgänge von NO₂ der vergangenen sieben Jahre in den drei Belastungsregimes.

Deutlich wird auch hier der kontinuierliche Rückgang der Konzentrationen. Die Werte für das Jahr 2022 liegen leicht unter denen des Vorjahres. Aufgrund der meteorologischen Bedingungen, wie z.B. austauscharme Wetterlagen, sind immer wieder deutliche Abweichungen möglich. Dies zeigt sich im Jahr 2022 am deutlichsten in den hohen durchschnittlichen Konzentrationen im Monat März.

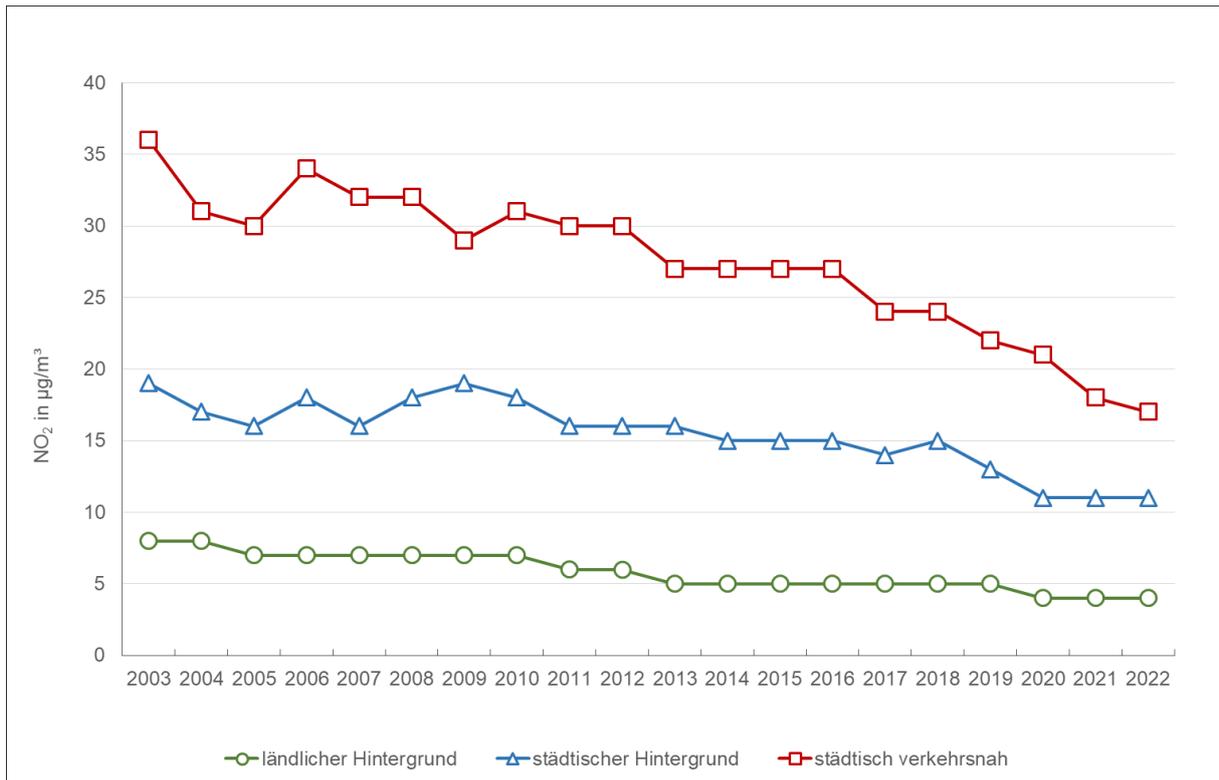


Abbildung 8: Entwicklung der Jahresmittelwerte der NO₂-Immissionen nach Stationsklassen

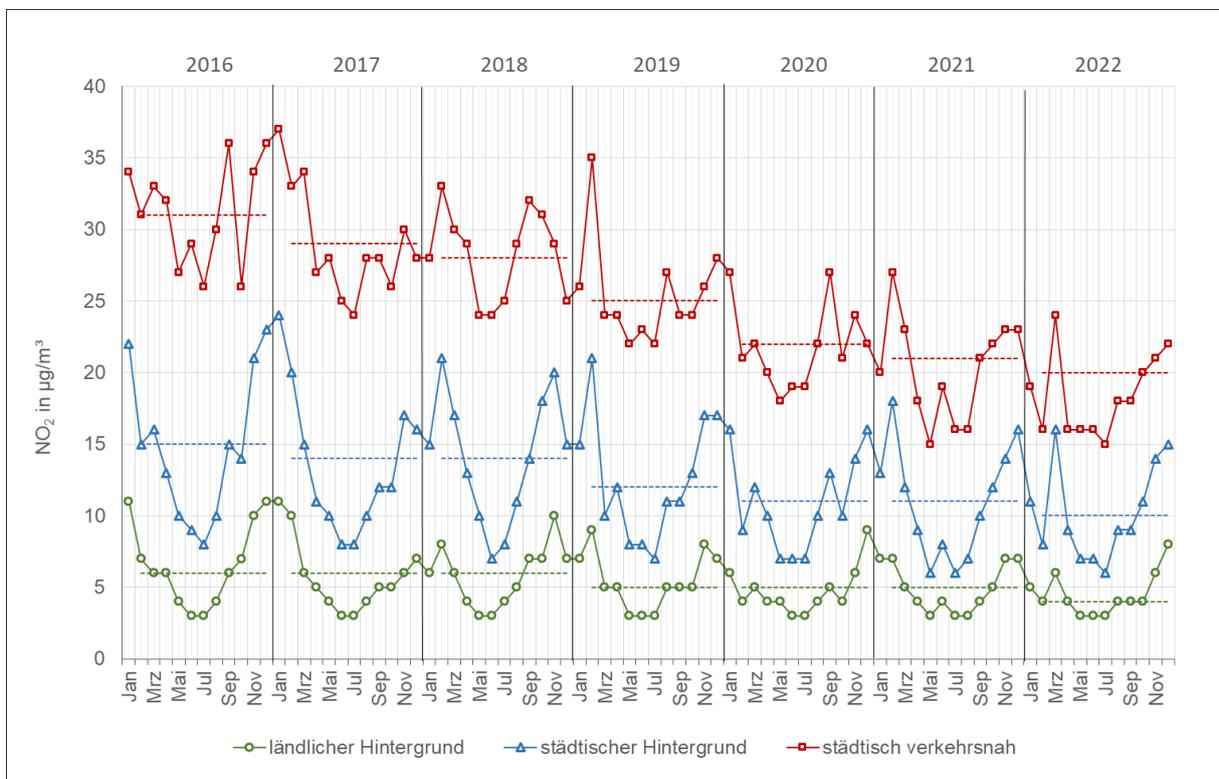


Abbildung 9: Mittlere NO₂-Monatsmittelwerte 2016 - 2022 (Mittelwert über das Gesamtjahr gestrichelt)

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-Messstationen, 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. Für Stickstoffmonoxid existieren keine Grenzwerte.

Seit mehreren Jahren deutet sich ein Trend zur Verschiebung der Kfz-Immissionen zu erhöhten NO_2 -Direktemissionen an (Abbildung 10). 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 10: Jahresmittelwerte NO und NO_2 an der Verkehrsmessstation Wittenberg/Dessauer Straße

5.2 Partikel² PM₁₀/Partikel PM_{2,5}

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2022 an insgesamt 23 Messstationen Partikel PM₁₀-Messungen durchgeführt. In Tabelle A 15 sind die Messstationen für die Jahre 2021 und 2022 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 fünf Standorten war ein geringer Anstieg im Bereich von 1 µg/m³ zu verzeichnen. Darunter waren drei Standorte im Hintergrund, ein verkehrsnaher und ein industrienaher Standort. Ein Rückgang der Jahresbelastung um 1 bis max. 2 µg/m³ war an vier Standorten, davon allein drei verkehrsnah, zu verzeichnen (Abbildung 11, linke Seite).

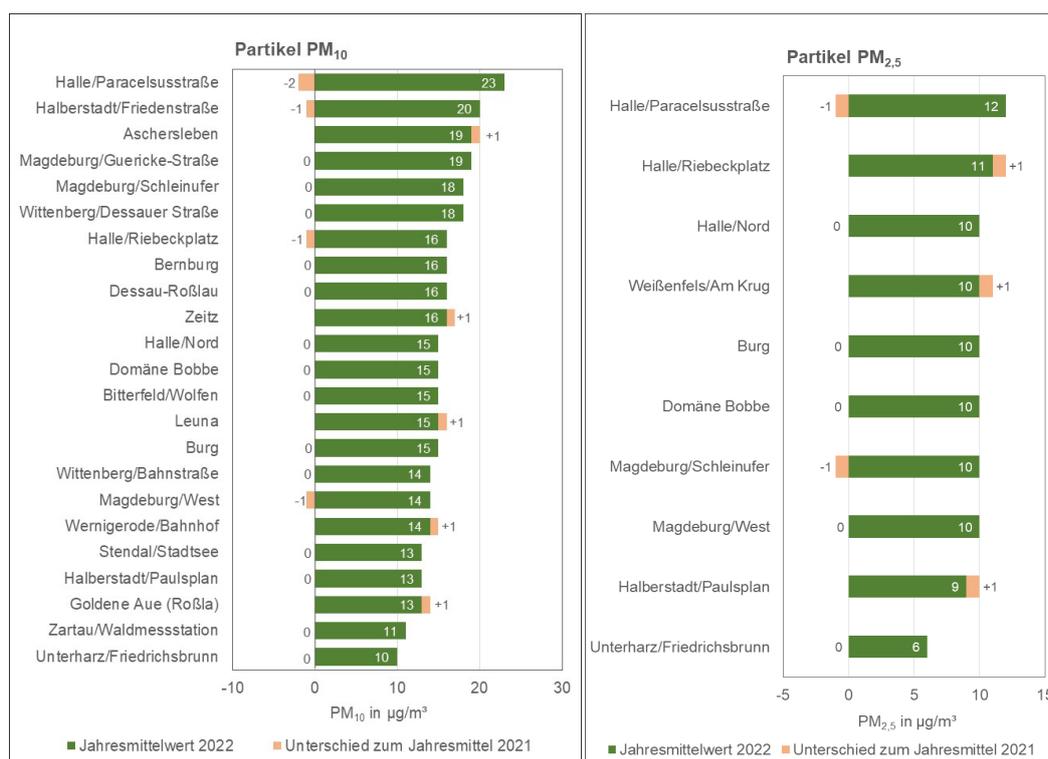


Abbildung 11: Jahresmittelwerte 2022 für Partikel PM₁₀/PM_{2,5} und Differenzen zum Vorjahr

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei der Analyse der PM_{2,5}-Belastung (Jahresmittelwerte). Im Vergleich zum Vorjahr ist diese an der Mehrzahl der Messstationen (fünf) konstant geblieben und an drei Messstationen (zwei verkehrsnah, eine städtischer Hintergrund) leicht angestiegen (um 1 µg/m³). An zwei verkehrsnahen Messstationen konnte ein Rückgang um 1 µg/m³ festgestellt werden: Magdeburg/Schleinufer und Halle/Paracelsusstraße (Abbildung 11, rechte Seite).

Darüber hinaus ist zu erkennen, dass die Belastungsunterschiede innerstädtisch zwischen verkehrsnah und im Hintergrund gelegenen Standorten inzwischen nur noch gering sind (z. B. Halle/Riebeckplatz - Halle/Nord = 1 µg/m³). Zwischen dem verkehrsnahen Standort Magdeburg/Schleinufer und dem Hintergrundstandort Magdeburg/West konnte zudem im

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

Berichtsjahr kein Belastungsunterschied nachgewiesen werden. Insgesamt weisen sechs Standorte (zwei verkehrsnah und vier Standorte im Hintergrund) eine mittlere $PM_{2,5}$ -Jahresbelastung von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf. Dass sich die Hintergrundstation Domäne Bobbe nahtlos in dieses Kollektiv einfügt, verwundert auf den ersten Blick, steht ursächlich jedoch mit der Lage der Station in Zusammenhang. Sie liegt inmitten einer intensiv genutzten Agrarlandschaft und unterliegt somit dem direkten Einfluss landwirtschaftlicher Partikelquellen.

Insgesamt gesehen lässt sich somit selbst innerhalb der Stationsklassen kein einheitlicher Trend ausmachen. Dies lässt vermuten, dass überwiegend lokale Einflüsse die Veränderungen zum Vorjahr bestimmt haben könnten. Zudem liegen derart geringe Belastungsänderungen auch in der meteorologisch bedingten Schwankungsbreite zwischen den einzelnen Jahren.

Die Tabelle A 16 enthält die Jahresmittelwerte (2015 bis 2022) für Partikel PM_{10} . Der seit dem 01.01.2005 einzuhaltende Grenzwert der 39. BImSchV für den Jahresmittelwert für Partikel PM_{10} ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde auch im Jahr 2022 an keiner LÜSA-Messstation überschritten.

Abbildung 12 visualisiert den Vergleich der Jahresmittelwerte 2010 bis 2022 für Partikel PM_{10} an Verkehrsmessstationen und damit an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt.

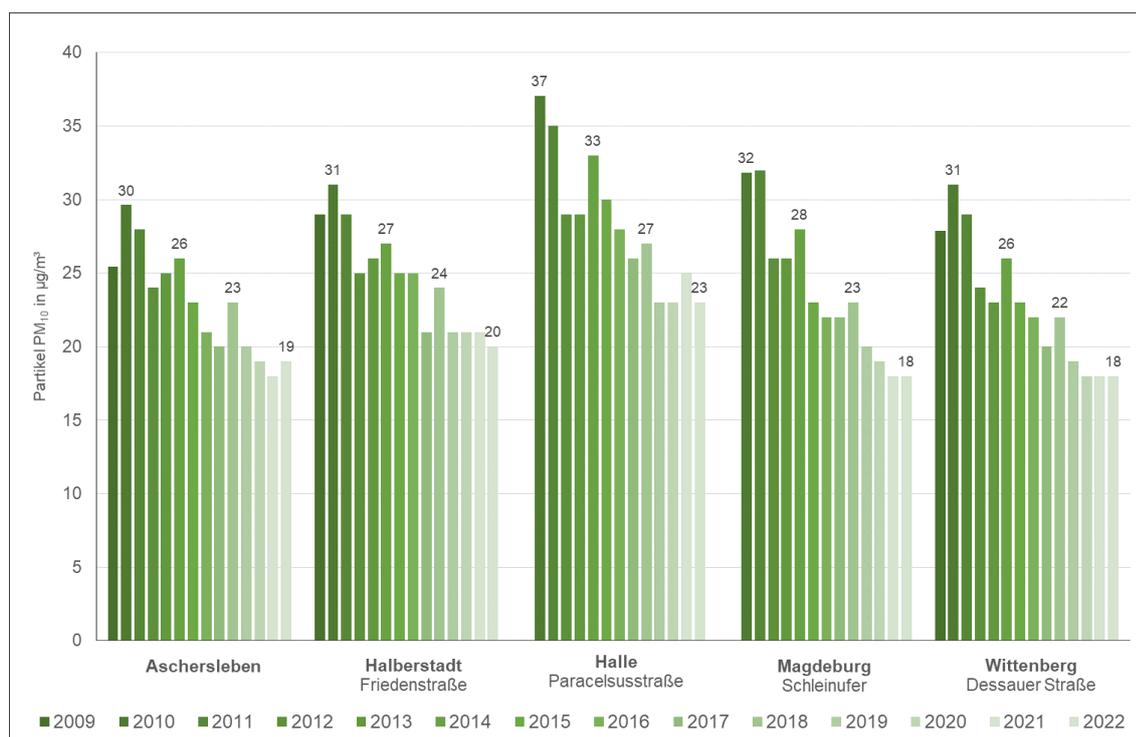


Abbildung 12: Partikel PM_{10} -Jahresmittelwerte 2010 bis 2022 an Verkehrsmessstationen

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 langanhaltenden 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 2021 durch eine uneinheitliche Entwicklung ab. Neben einer Konstanz (Magdeburg, Wittenberg) ist in Aschersleben ein geringfügiger Anstieg erkennbar. Deutlicher ist der Rückgang um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Paracelsusstraße in Halle (Saale). Die Belastung liegt damit wieder auf dem Niveau der Jahre 2019 und 2020. Der Rückgang der Partikelbelastung dort geht einher mit einem sehr deutlichen Rückgang der NO_2 -Konzentration (um $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 für 2023 vorgesehen.

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 2022 in Sachsen-Anhalt an allen Messstandorten absolut sicher eingehalten (Abbildung 13).

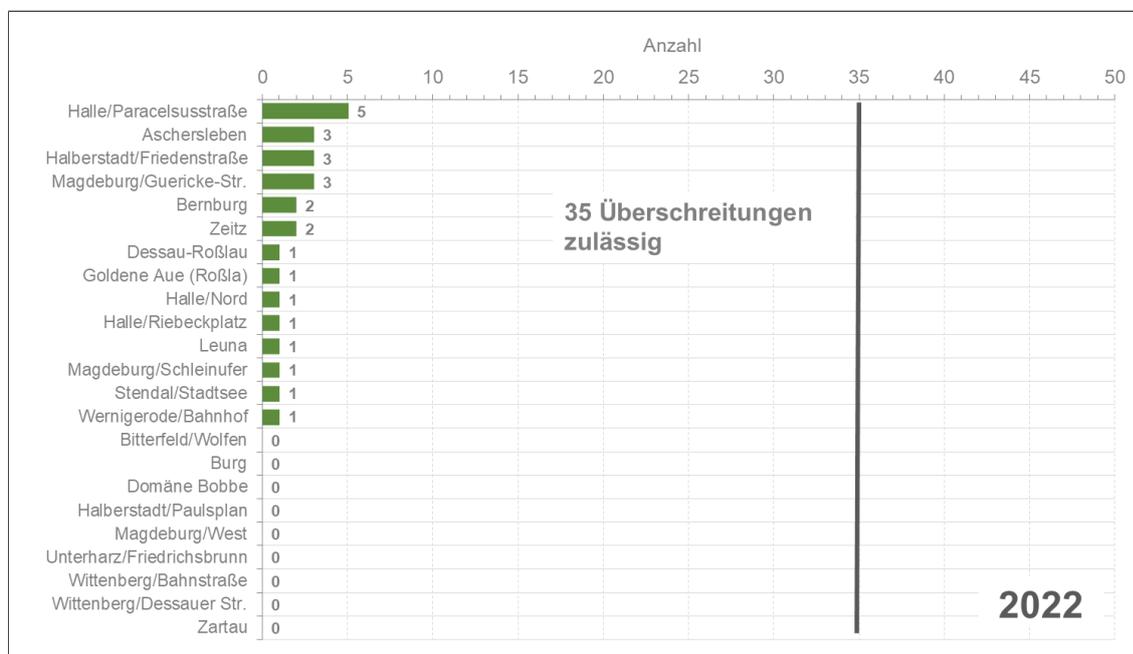


Abbildung 13: Anzahl der Überschreitungen des Konzentrationswertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} im Jahr 2022

Im Vergleich zum Vorjahr sind die Überschreitungszahlen an 15 von 23 Stationen teils erheblich gesunken (um einen bis max. sieben Tage) und sie liegen alle im einstelligen Bereich (Abbildung 14). Dieser Rückgang ist an den verkehrsnahen Standorten am stärksten, zeigt sich aber auch im städtischen Hintergrund. An Standorten im ländlichen Hintergrund trat dieser Effekt nicht auf. Dort wurden analog zum Vorjahr keine Überschreitungen gemessen (2 Stationen). Am stark landwirtschaftlich geprägten Standort Domäne Bobbe wurde ebenfalls keine Überschreitung registriert (2021: eine Überschreitung). Einen Zuwachs (je eine Überschreitung) gab nur an zwei Standorten (Zeitz, Goldene Aue). Darüber hinaus gibt es insgesamt neun Standorte, an denen keine einzige Überschreitung gemessen worden ist. Darunter befindet sich auch der früher stark belastete Standort Wittenberg/Dessauer Straße. Dieser Stand an Überschreitungen ist vergleichbar mit dem Jahr 2020 (acht Standorte ohne

Überschreitung). Ergänzend zur Abbildung 14 enthält die Tabelle A 17 die Überschreitungszahlen für Partikel PM₁₀ für alle Messstandorte und für die Jahre 2015 bis 2022. Einen Überblick über die Entwicklung der Anzahl der Überschreitungen an verkehrsnahen Standorten im Zeitraum 2010 bis 2022 visualisiert Abbildung 15.

Der teils sehr deutliche Unterschied zwischen der Anzahl der Überschreitungen in den letzten beiden Jahren ist auch darin begründet, dass es 2021 im Februar eine recht ausgeprägte Saharastaub-Episode gegeben hatte und im vergangenen Jahr kein solches Ereignis Einfluss auf die Partikelbelastung hatte. Ein Großteil der Überschreitungen des Jahres 2021 stand in unmittelbarem Zusammenhang mit der Saharastaub-Episode und dies hatte zu einem Anstieg der Überschreitungszahlen geführt. Die Größenordnung entsprach dabei in etwa den Zahlen, die für das Jahr 2022 als Rückgang zu verzeichnen waren.

So gesehen ließe sich konstatieren, dass die niedrigen einstelligen Überschreitungszahlen der dahingehend vergleichbaren Jahre 2020 und 2022 das inzwischen erreichte Niveau der PM₁₀-Belastung widerspiegeln.

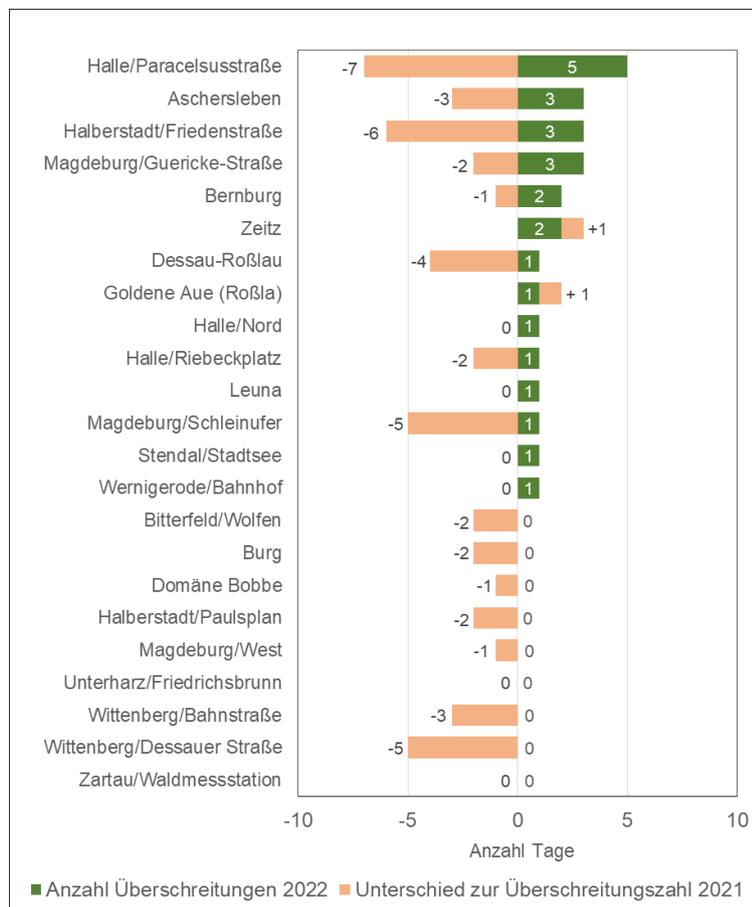


Abbildung 14: Anzahl der Überschreitungen des Konzentrationswertes von 50 µg/m³ im Jahr 2022 einschließlich der Differenz zu 2021

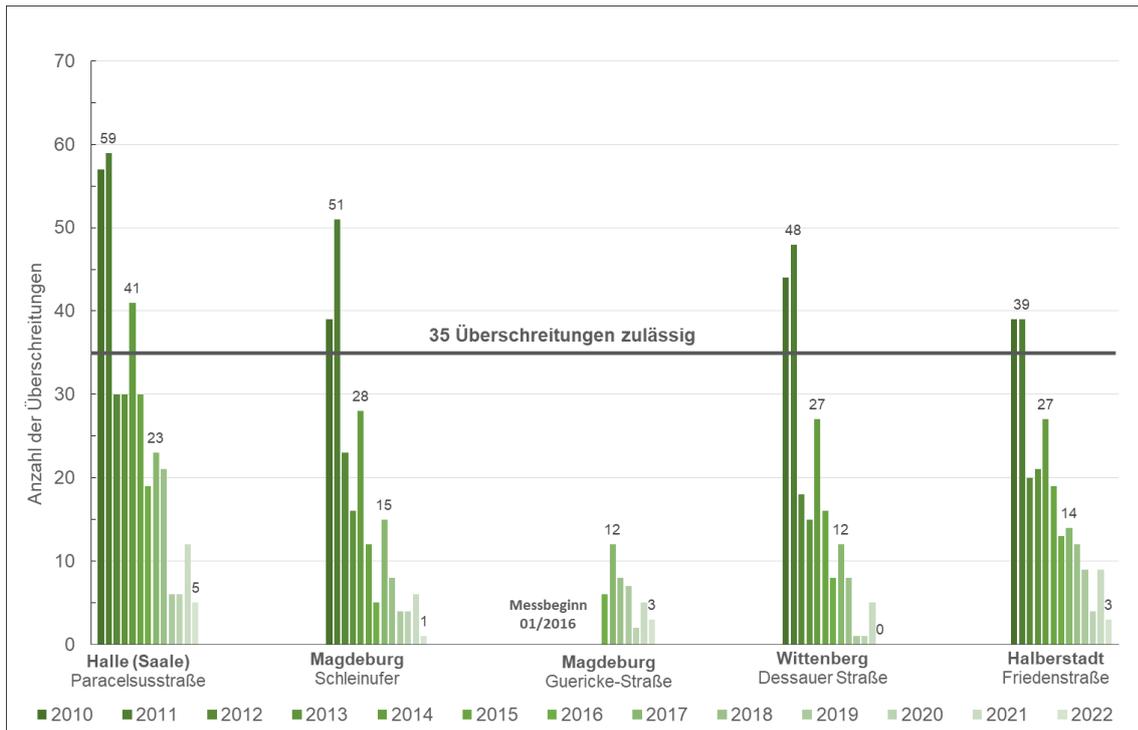


Abbildung 15: Anzahl der Überschreitungen des Konzentrationswertes von 50 µg/m³ an verkehrsnahen Messstationen im Vergleich der Jahre 2010 bis 2022

Abbildung 16 visualisiert die Langzeitentwicklung der Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte an der Verkehrsmessstation Wittenberg/Dessauer Straße, der Station mit der längsten Partikel-PM₁₀-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 µg/m³ den bislang niedrigsten Jahresmittelwert auf. In den Folgejahren stagnierte die Belastung auf diesem Niveau. Gegenüber dem Jahr mit der höchsten Konzentration (2003) hat sich die Partikelbelastung dennoch um die Hälfte reduziert.



Abbildung 16: 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 17 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. Im Jahr 2018 kam es dann, bedingt durch die langanhaltende Trockenheit, 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. Dieses Niveau blieb in den beiden Folgejahren in allen Stationsklassen konstant. Überschreitungen des Partikel PM₁₀-Jahresgrenzwertes in Höhe von 40 µg/m³ traten im gesamten Beobachtungszeitraum nicht auf.

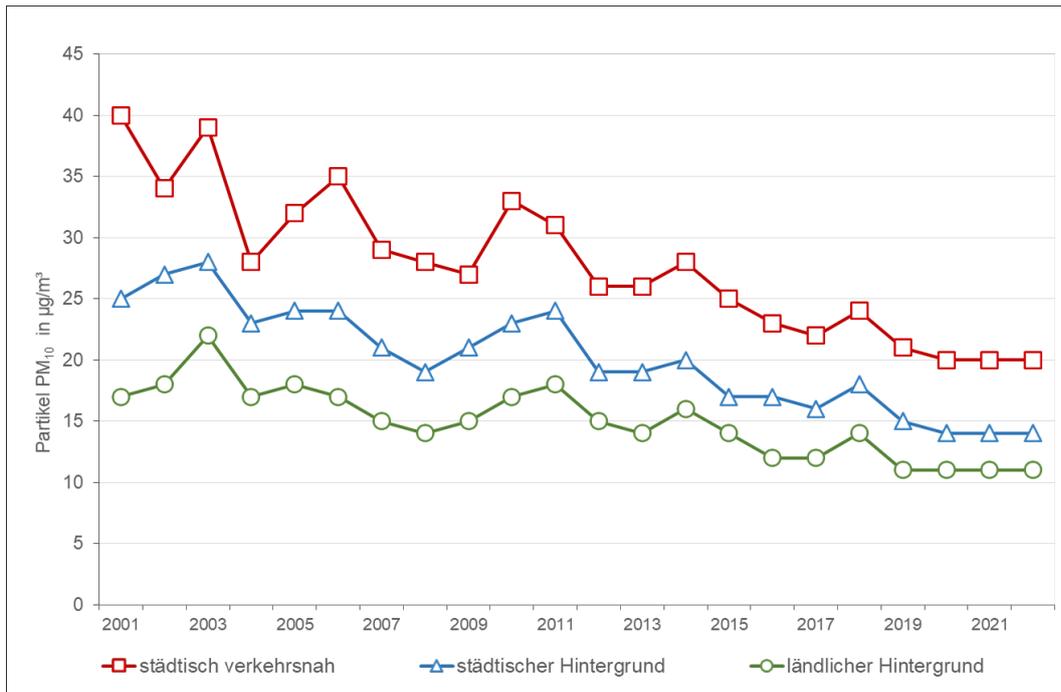


Abbildung 17: Entwicklung der Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

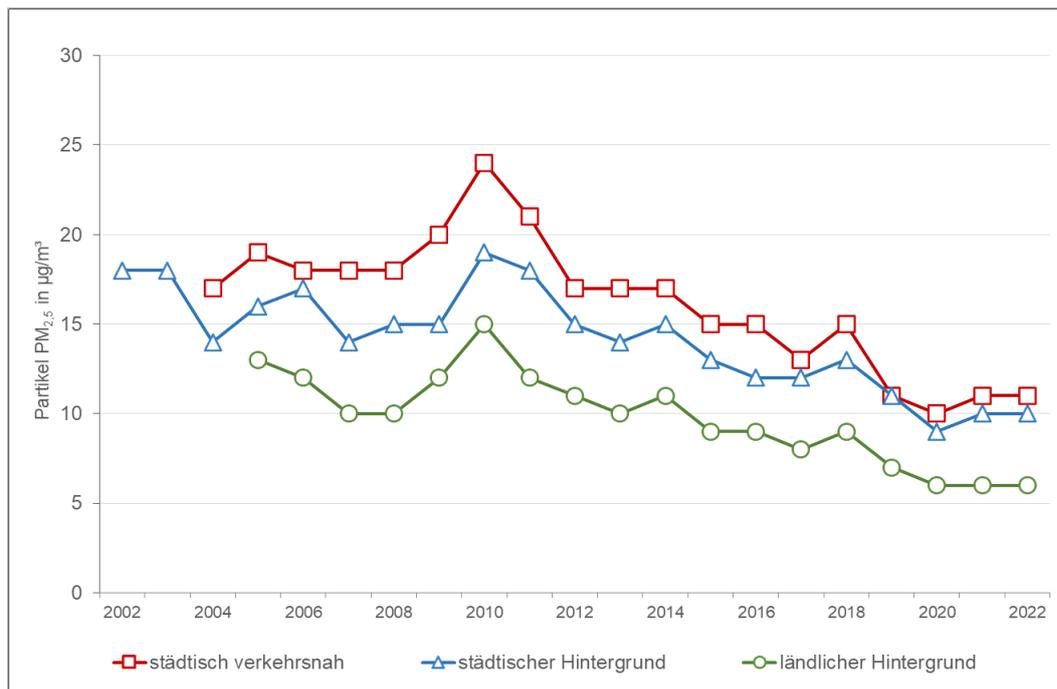


Abbildung 18: Entwicklung der Partikel PM_{2,5}-Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

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 18). 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 PM_{10} sind im Jahr 2018 ein Anstieg der mittleren Jahresbelastung aufgrund der langanhaltenden Trockenheit und ein deutlicher Rückgang (um $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) im Folgejahr erkennbar. Im Jahr 2020 wurde nach erneutem Rückgang (um bis zu $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) das bislang niedrigste Belastungsniveau überhaupt erreicht. Das Folgejahr war im städtischen Bereich durch einen leichten Wiederanstieg gekennzeichnet, die Hintergrundbelastung hingegen blieb konstant. Im Berichtsjahr zeigte sich die Belastung in allen Klassen unverändert auf dem Vorjahresniveau.

5.2.2 Auswertung der Parallelmessungen von Partikel $PM_{2,5}$ und PM_{10}

Das Partikel $PM_{2,5}$ -Messprogramm in Sachsen-Anhalt umfasste im Jahr 2022 elf 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-Straße³, 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 somit als verkehrsnah einzustufen.

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 PM_{10} -Messungen (automatische Messung) an diesen Standorten aufgeführt.

Der Anteil von Partikel $PM_{2,5}$ am Partikel PM_{10} 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 PM_{10} -Fraktion. Parallel dazu sind in Tabelle A 21 die komplementären Anteile der „coarse fraction“ (= Grobfraktion, d_{ae} von $2,5 \mu\text{m}$ bis $10 \mu\text{m}$) 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 ($\leq PM_{2,5}$). Die Abbildung 19 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 und erreichte im Jahr 2020 mit 38% ein Maximum. An den verkehrsnahen Standorten erreichte die Grobfraktion nach deutlichem Anstieg ihr Maximum bereits im Jahr 2019 (Anteil 49%). 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

³ An diesem Standort konnte der Nachweis der Gleichwertigkeit des automatischen Messverfahrens (Streulichtmessung, Grimm EDM 180) zum Referenzverfahren mittels Vergleichsmessung für die Fraktion $PM_{2,5}$ nicht erbracht werden. Deshalb dürfen die Messdaten nicht zur Beurteilung genutzt werden und sind auch nicht in den Tabellen im Anhang (Tabelle A 18, Tabelle A 20, Tabelle A 21) enthalten.

Folgejahr 2020 liefern, denn die COVID-19-Pandemie hatte deutliche Auswirkungen auf das Verkehrsaufkommen im gewerblichen Bereich und auf das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung.

Im Berichtsjahr 2022 hat sich der Anteil der Grobfraction an den verkehrsnahen Standorten und im ländlichen Hintergrund wieder leicht erhöht, während er sich im städtischen Hintergrund verringert hat. Allerdings zeigt sich diese Entwicklung nur an der Hälfte der Standorte innerhalb des Kollektivs. Die andere Hälfte wies einen konstanten Anteil von 33 % auf.

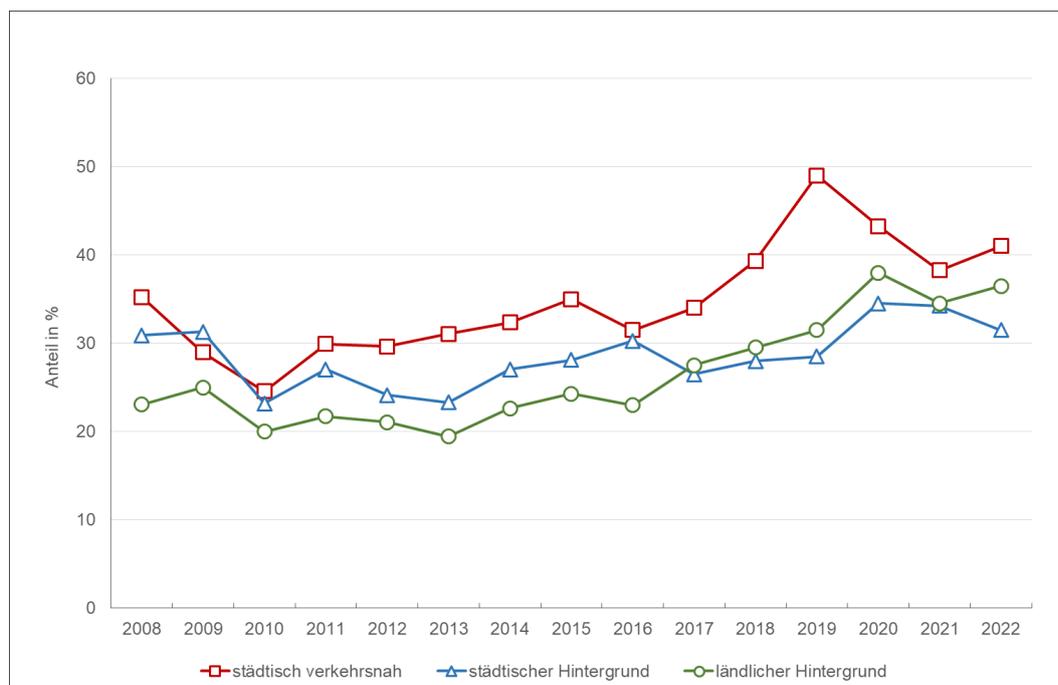


Abbildung 19: Entwicklung des Anteils der Grobfraction im Feinstaub (Partikel PM_{10}) nach Stationsklassen

Am Beispiel der im ländlichen Hintergrund gelegenen Messstation Domäne Bobbe visualisiert Abbildung 20 die Entwicklung des Anteils vom $PM_{2,5}$ am PM_{10} 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 21). Die „klassischen“ Partikelepisoden der Vergangenheit traten häufig unter Hochdruckeinfluss auf und waren durch Schadstofftransporte feinerer Partikel ($\leq PM_{2,5}$) aus südöstlicher Richtung gekennzeichnet. Das Ausbleiben dieser Episoden führt letztlich auch zu einer Abnahme der $PM_{2,5}$ -Konzentrationen, zumindest an quellfernen Standorten. Somit erklärt sich auch der im Jahr 2021 erkennbare deutliche Wiederanstieg der $PM_{2,5}$ -Konzentrationen durch die bereits thematisierte Saharastaubepisode im Februar des Jahres.

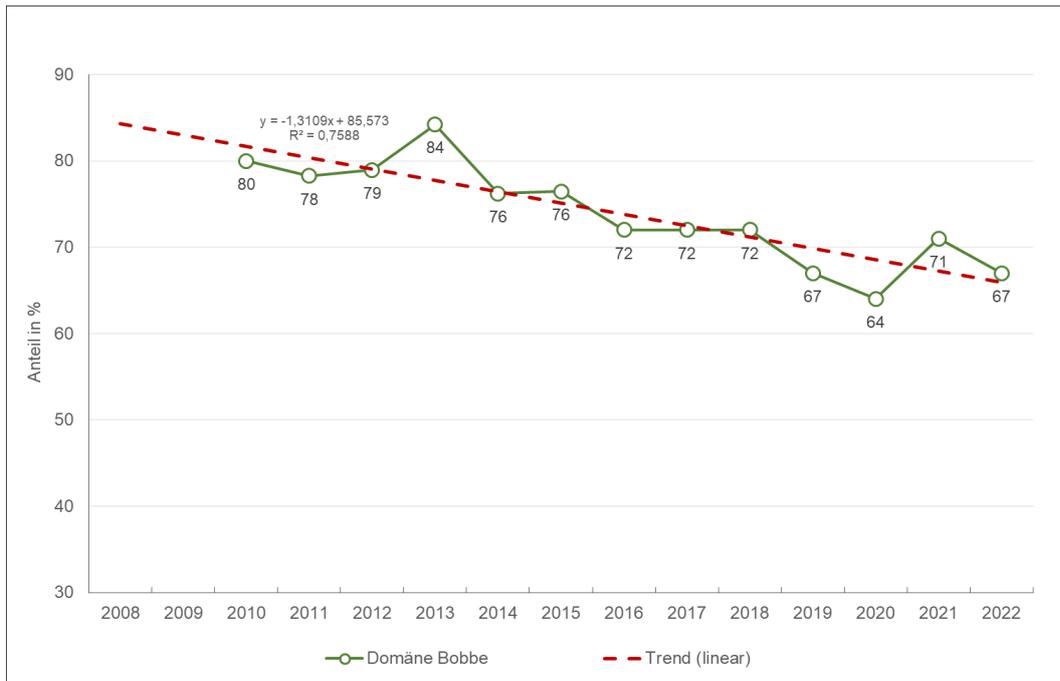


Abbildung 20: Entwicklung des Anteils vom PM_{2,5} am PM₁₀ am Beispiel einer Messstation im ländlichen Hintergrund (Domäne Bobbe)

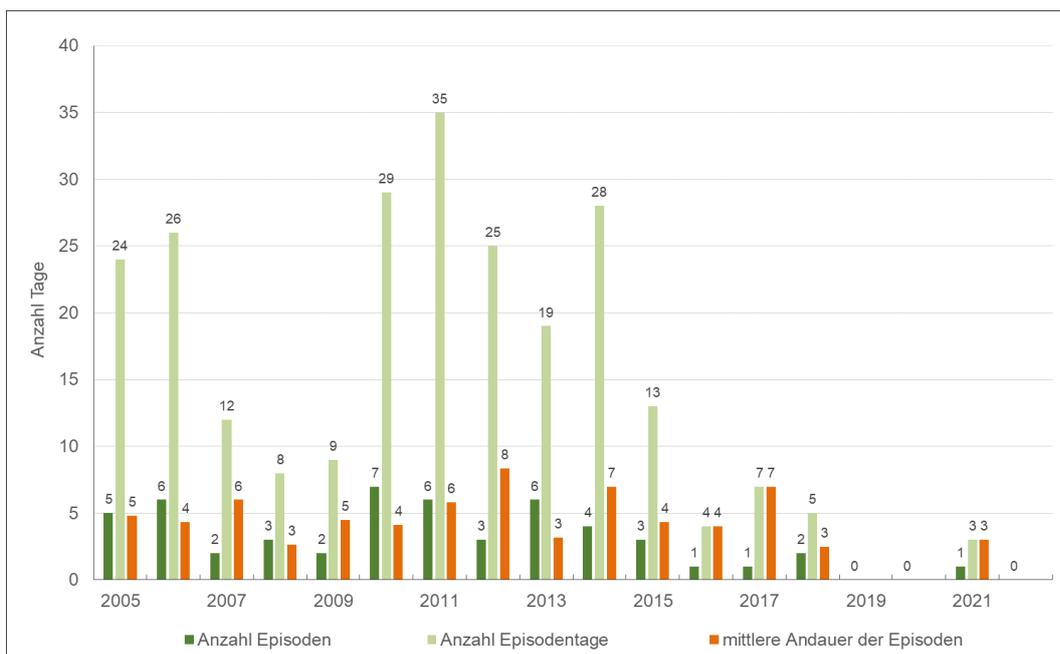


Abbildung 21: Übersicht der Feinstaubepisoden in Sachsen-Anhalt (2005 – 2022)

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

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 2022 mit Hinblick auf die deutlich strengeren Richtwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) betrachtet. Darüber hinaus erfolgt die Einordnung mit Bezug auf die vorgeschlagenen neuen EU-Grenzwerte. Diese

liegen bislang nur als Vorschlag der EU-Kommission vom 26. Oktober 2022 vor und sind demzufolge noch nicht rechtsgültig, siehe Abschnitt 2, Tabelle 4. Derzeit läuft das Gesetzgebungsverfahren auf europäischer Ebene und das bedeutet, dass noch Änderungen und Anpassungen möglich sind. Planmäßig sollen die vorgeschlagenen neuen Grenzwerte ab dem Jahr 2030 Gültigkeit erlangen. Die EU-Kommission hat sich mit ihrem Vorschlag an den aktuellen Richtwerten der WHO orientiert, ist diesen jedoch nicht unmittelbar gefolgt. Insofern klafft auch weiterhin eine Lücke zwischen den Empfehlungen der WHO und den vorgeschlagenen neuen EU-Grenzwerten, allerdings ist der Abstand deutlich geringer geworden.

Die WHO hat im September 2021 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 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 22). Insgesamt gesehen konnte dieser sehr viel strengere aber nicht rechtsverbindliche Wert im Jahr 2022 damit nur an 13 von 22 Stationen eingehalten werden.

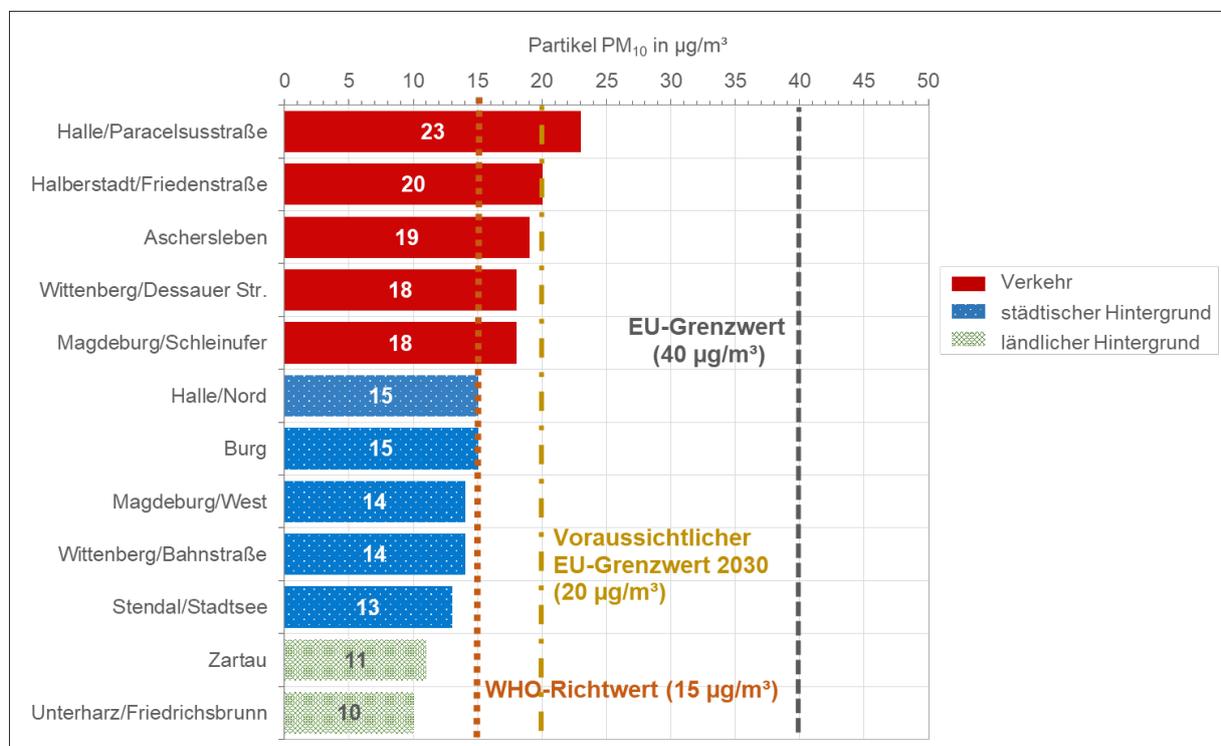


Abbildung 22: Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte 2022 ausgewählter Stationen in Sachsen-Anhalt in Bezug auf den WHO-Richtwert und EU-Grenzwerte

Der vorgeschlagene neue EU-Grenzwert für Partikel PM₁₀ beträgt 20 µg/m³ als Jahresmittelwert und ist damit nur noch halb so hoch wie der aktuelle Grenzwert. Aktuell wird der vorgeschlagene neue Grenzwert nur an einem verkehrsnahen Messstandort überschritten.

Der WHO-Richtwert für Partikel PM_{2,5} liegt 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.

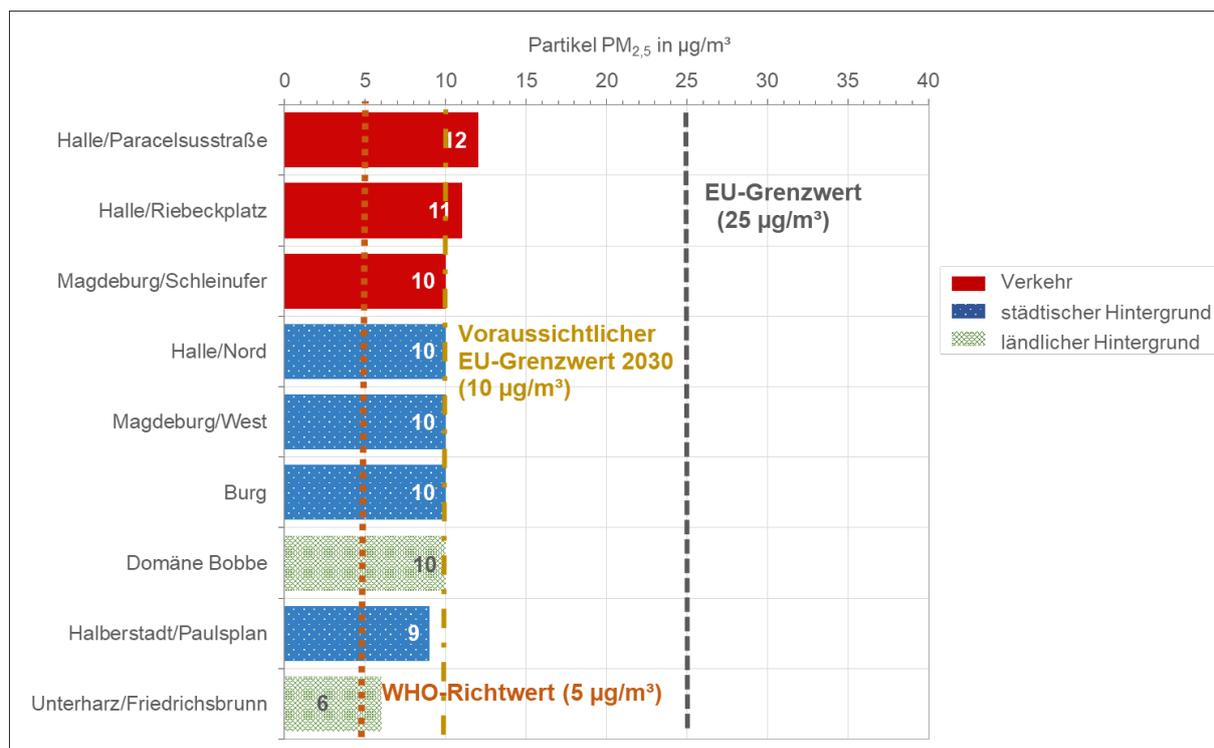


Abbildung 23: Partikel PM_{2,5}-Jahresmittelwerte 2022 ausgewählter Stationen in Sachsen-Anhalt in Bezug auf den WHO-Richtwert und EU-Grenzwerte

Abbildung 23 visualisiert die Partikel PM_{2,5}-Jahresmittelwerte 2022 der LÜSA-Messstationen mit Blick auf den WHO-Richtwert sowie die EU-Grenzwerte. Der derzeit gültige Grenzwert wird aktuell an allen Standorten sicher eingehalten. Der WHO-Richtwert kann aktuell an keinem Standort eingehalten werden und wird demzufolge selbst im ländlichen Hintergrund überschritten.

Der vorgeschlagene neue EU-Grenzwert für Partikel PM_{2,5} beträgt 10 µg/m³ als Jahresmittelwert und ist damit deutlich niedriger als der aktuelle Grenzwert, jedoch doppelt so hoch wie der WHO-Richtwert. Aktuell wird dieser Grenzwert an zwei verkehrsnahen Messstandorten überschritten.

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 2022 folgende PAK an den Messstationen Wittenberg/Dessauer 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 2022 für die erhobenen PAK sind in der Tabelle A 22 enthalten. Zusätzlich zeigt Abbildung 24 die Jahresmittelwerte 2022 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.

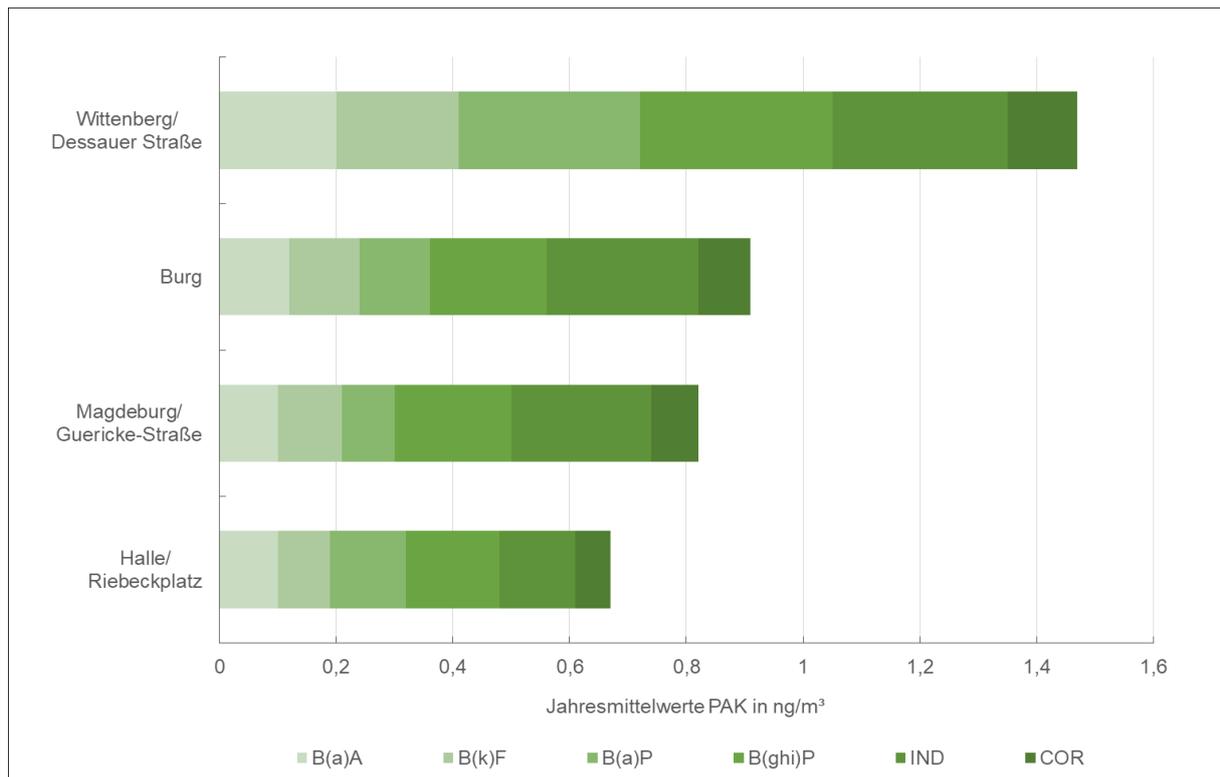


Abbildung 24: Jahresmittelwerte ausgesuchter polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe für das Jahr 2022

Abbildung 25 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 überstiegen 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 2022 in Burg zu 12 % erreicht und somit ist im Vergleich zu den Jahren 2020 und 2021 eine leichte Erhöhung des Jahresmittelwertes zu verzeichnen. In Wittenberg wurde der Zielwert wie im Vorjahr zu 31 % ausgeschöpft. 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 2022 an der Messstation Magdeburg/Guericke-Straße lediglich zu 9 % 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 in den Jahren 2021 und 2022 nicht mehr in diesem Maße beobachtet werden. Eher ist ein Wiedererreichen des Konzentrationsniveaus vor der Pandemie festzustellen.

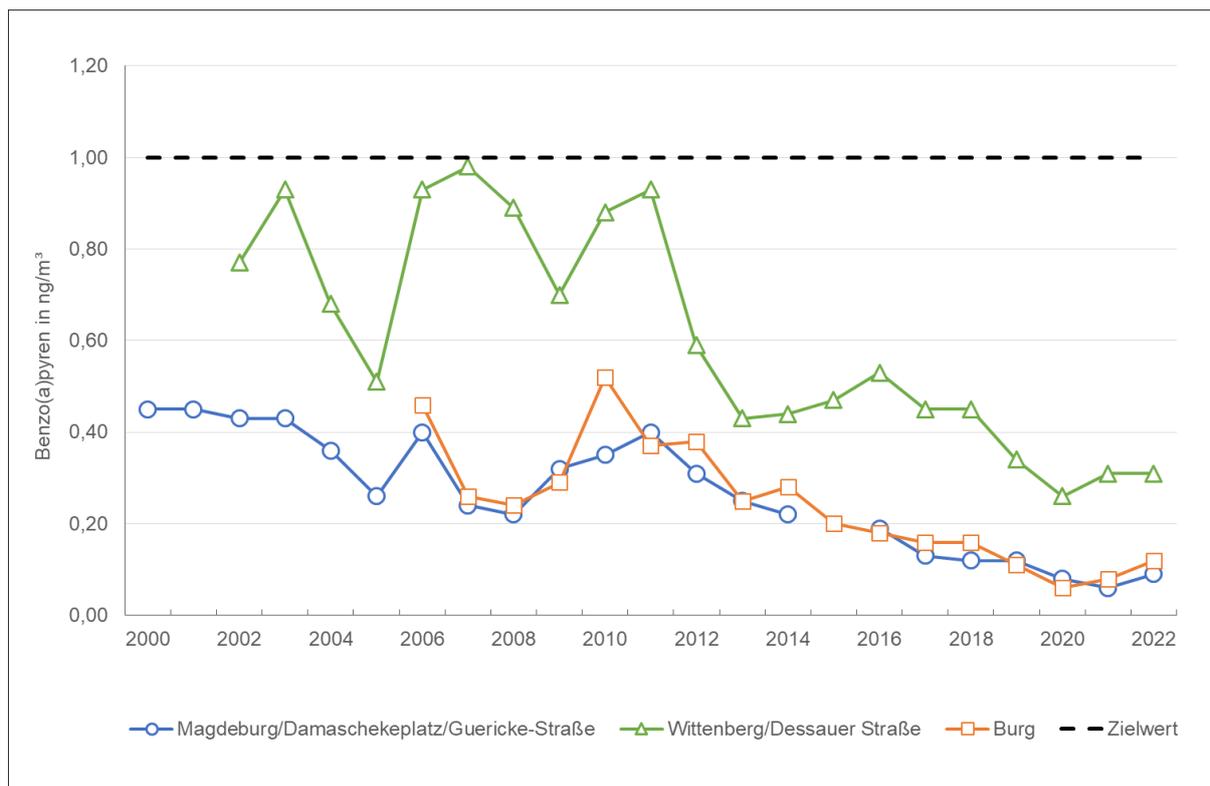


Abbildung 25: Entwicklung der Benzo(a)pyren-Konzentrationen im Partikel PM₁₀

5.3.2 Schwermetalle

Schwermetalle sind Metalle, die eine höhere Dichte als 5,0 g/cm³ 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 2022 wurden Schwermetalle und Arsen als Inhaltsstoffe der Feinstaub-Fraktion Partikel PM₁₀ 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 2 und 10.3). Diese sind in Tabelle A 23 aufgeführt, zusammen mit den Jahresmittelwerten aus dem Vorjahr. An allen drei Stationen ist der Jahresmittelwert für Chrom und Mangan angestiegen. Zudem ist an den Stationen Wittenberg/Dessauer Straße und Domäne Bobbe der Jahresmittelwert für Kadmium leicht angestiegen. 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 2022 in Sachsen-Anhalt 16 Messreihen mit einer mittleren Verfügbarkeit der Einstundenmittelwerte von 99 % 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 2021 und 2022.

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. Der Sommer 2022 gehörte mit einer bundesweiten Mitteltemperatur von 19,2 Grad zu den heißesten und landet auf Platz 4 seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Er war der sonnigste seit rund 70 Jahren. Die spärlichen Niederschläge waren sehr ungleichmäßig verteilt. Die Trockenheit geht vielerorts in die Geschichte ein.

Das führte auch zum Anstieg der mittleren Ozon-Konzentrationen. Die Abbildung 26 visualisiert die Jahresmittelwerte des Ozons der Jahre 1995 bis 2022 am Beispiel einer Bergstation, einer städtischen Hintergrundstation und einer städtisch verkehrsnahen Station.

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). So kam es - trotz der für die Ozonbildung idealen meteorologischen Bedingungen - zu keiner Überschreitung des O₃-Informationswertes im Jahr 2022. Überschreitungen der Alarmschwelle traten bereits seit 1999 nicht mehr auf (Abbildung 27 und Tabelle A 25).

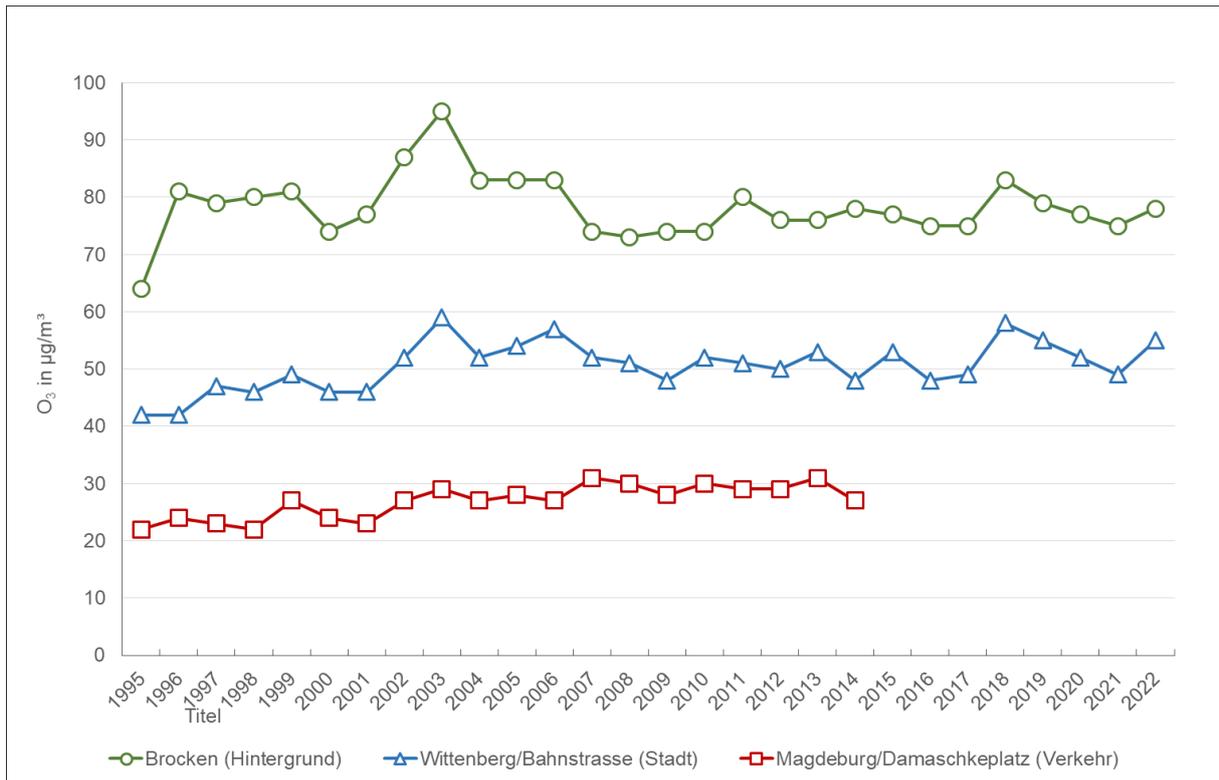


Abbildung 26: Verlauf der Jahresmittelwerte Ozon in µg/m³ am Beispiel einer Berg-einer städtischen Hintergrund- und einer städtisch verkehrsnahen Station

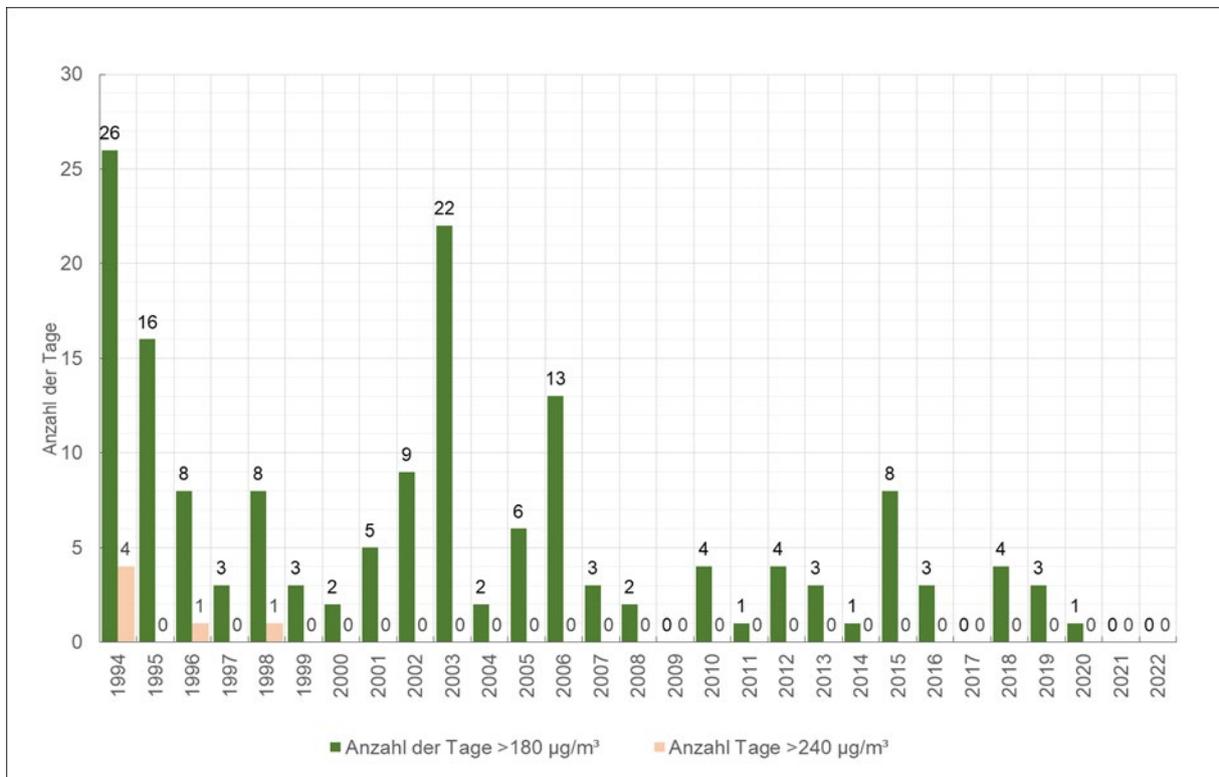


Abbildung 27: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwertes für Ozon zur Information der Bevölkerung (180 µg/m³) und der Alarmschwelle (240 µg/m³); Bezug: Einstundenmittelwert

Der Zielwert der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als höchster Achtstundenmittelwert 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 im Jahr 2022 in Sachsen-Anhalt an keiner Messstation überschritten. (Abbildung 28).

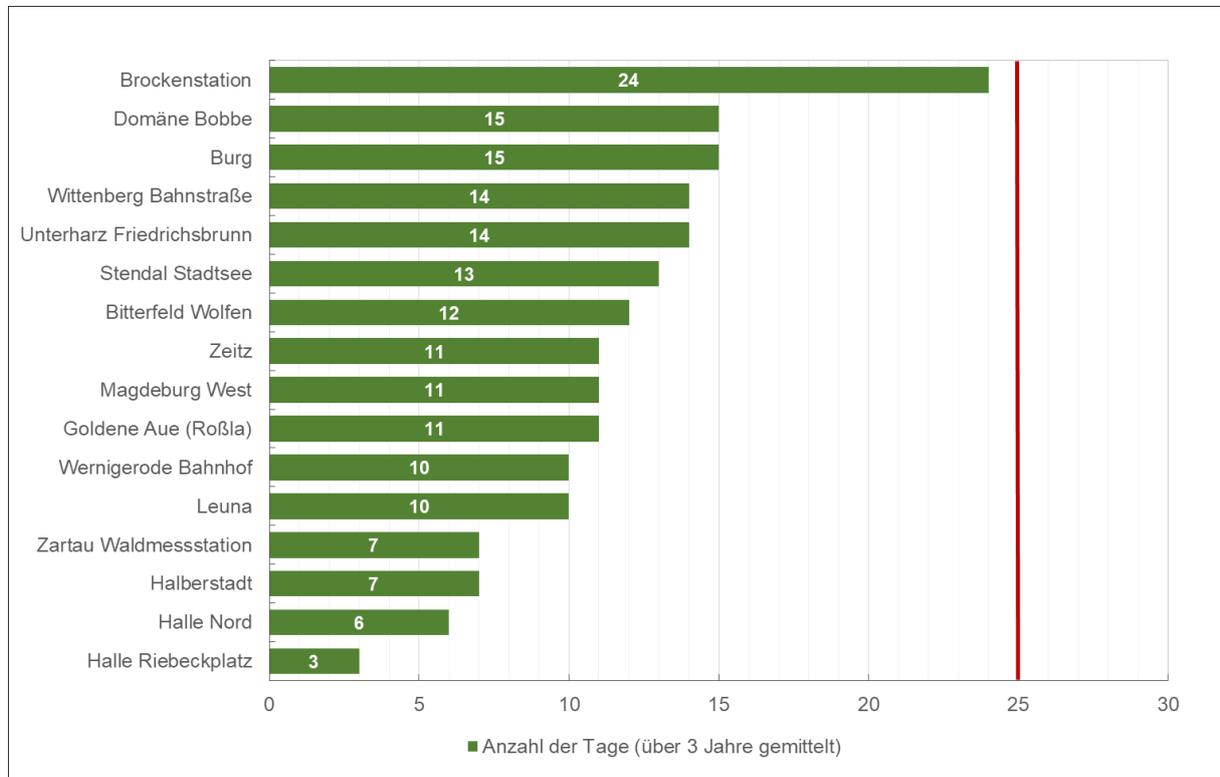


Abbildung 28: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Zielwertes für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemittelt über 3 Jahre ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuhalten als höchster Achtstundenmittelwert ab dem Jahr 2010)

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 Achtstundenmittelwert darf nicht überschritten werden - wurde wie bereits in den Jahren 2020 und 2021 auch im Jahr 2022 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 2022 an allen Stationen verfehlt (Abbildung 29).

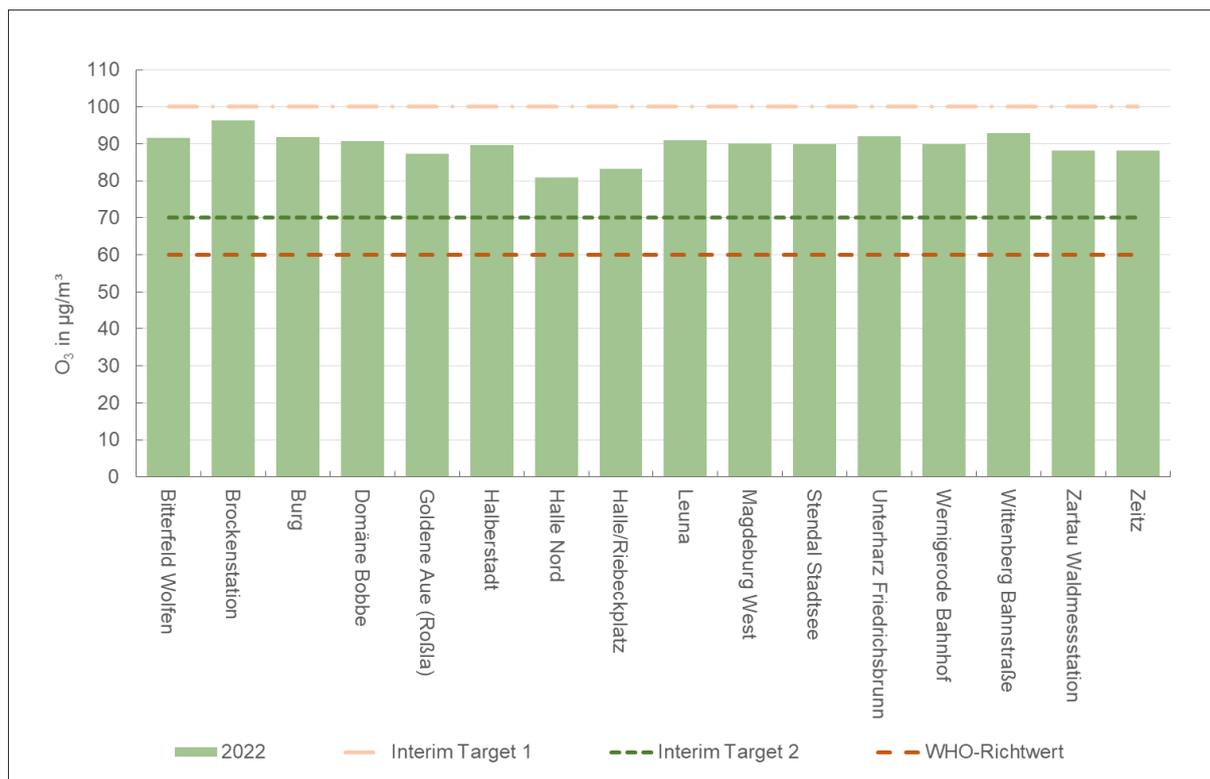


Abbildung 29: Beurteilung der O₃-Peak Season⁴⁾ nach dem seit 2021 gültigen WHO-Richtwert und den dazu gehörigen Interim Targets

Der Richtwert für Ozon 2005 (100 µg/m³ als Achtstundenmittelwert) 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 Achtstundenmittelwert größer 120 µg/m³ bzw. größer 100 µg/m³ auftrat, visualisiert Abbildung 30.

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 repräsentative Wert sollte 18.000 (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 und 2022 wieder im gesamten LÜSA-Messnetz eingehalten (Abbildung 31).

Als Langfristziel sollen 6.000 (µg/m³)h nicht überschritten werden (Tabelle A 27). Das Langfristziel wurde an keiner LÜSA-Messstation erreicht.

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

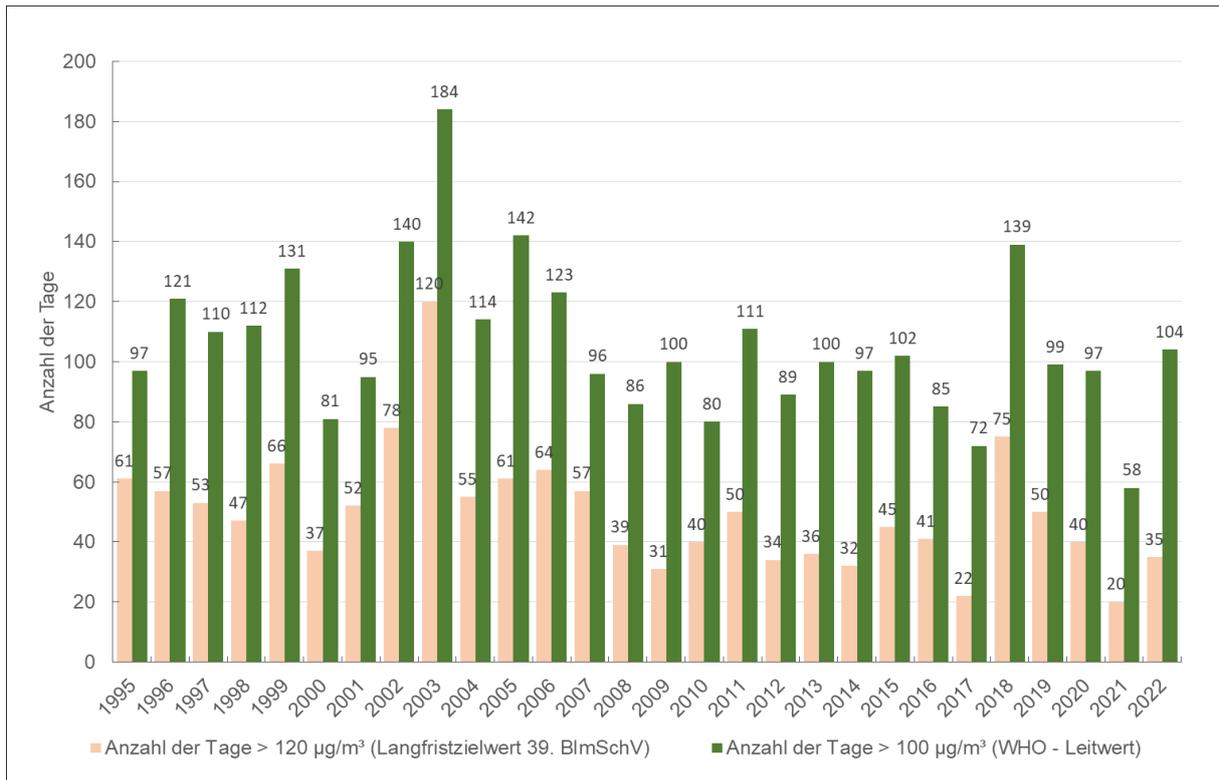


Abbildung 30: Anzahl der Tage pro Jahr, an denen an mindestens einer LÜSA-Station ein Achtstundenmittelwert für Ozon größer 120 µg/m³ bzw. 100 µg/m³ auftrat

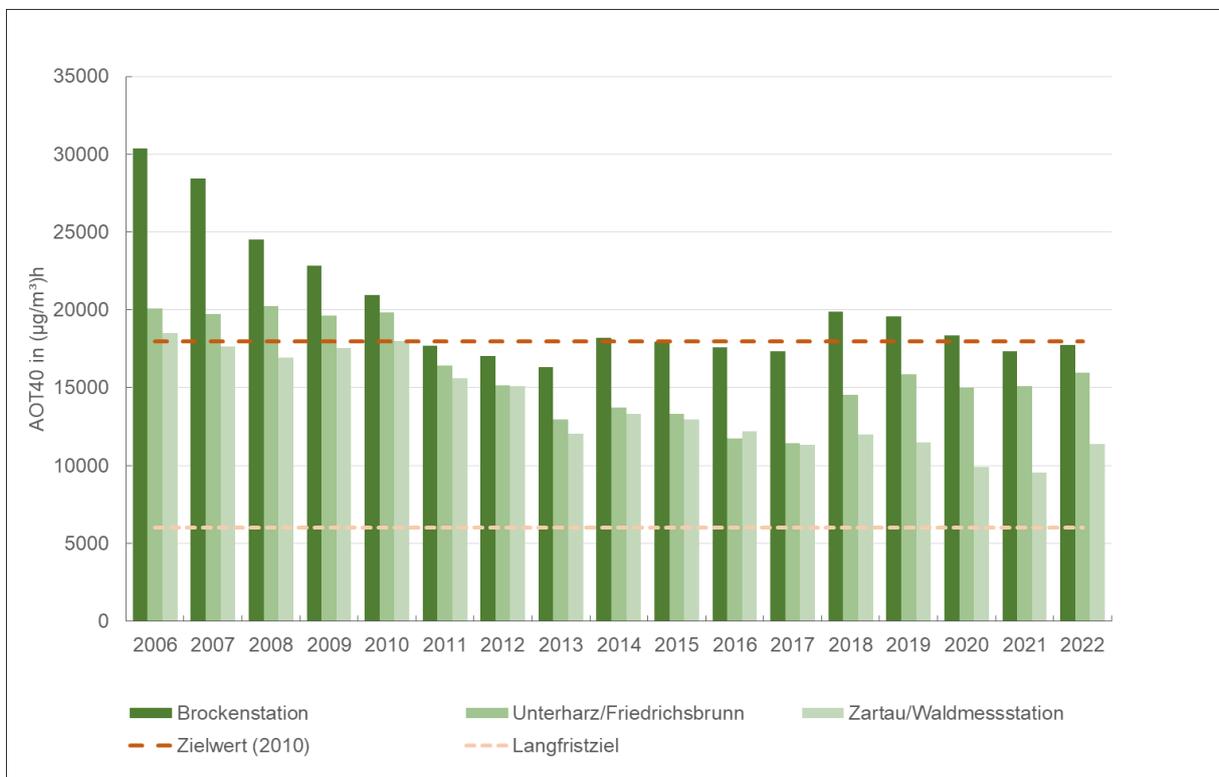


Abbildung 31: AOT40-Werte für Ozon an Messstationen zur Überwachung von empfindlichen Ökosystemen (Mittel über 5 Jahre in (µg/m³)h)

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 2022 erfolgten Messungen von Black Carbon an den Verkehrsmessstationen Magdeburg/Schleifufer 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 2022 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 2022 der Jahresmittelwert für die Verkehrsmessstationen am höchsten und der für die Station im ländlichen Hintergrund am geringsten. Dabei zeigt die Station Magdeburg/Schleifufer das höchste Belastungsniveau. Der Jahresmittelwert für die Stationen im städtischen Hintergrund liegt höher als im ländlichen Hintergrund, wobei die Belastung in Halle größer ist als in Magdeburg. An der Verkehrsstation Magdeburg/Schleifufer ist ein stetiger Belastungsrückgang zu verzeichnen. Dagegen zeigt die Station Halle/Nord im städtischen Hintergrund einen geringen Anstieg im Jahresmittelwert seit Aufzeichnungsbeginn. In Magdeburg/West (ebenfalls städtischer Hintergrund) und an der Waldmessstation Zartau ist seit 2020 eine gewisse Konstanz des Belastungsniveaus festzustellen.

Die nachfolgende Abbildung 32 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 vier 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 vier Jahren die erwartete Abstufung zu verzeichnen. Sie sind im Falle der Verkehrsmessstation Magdeburg/Schleifufer 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.

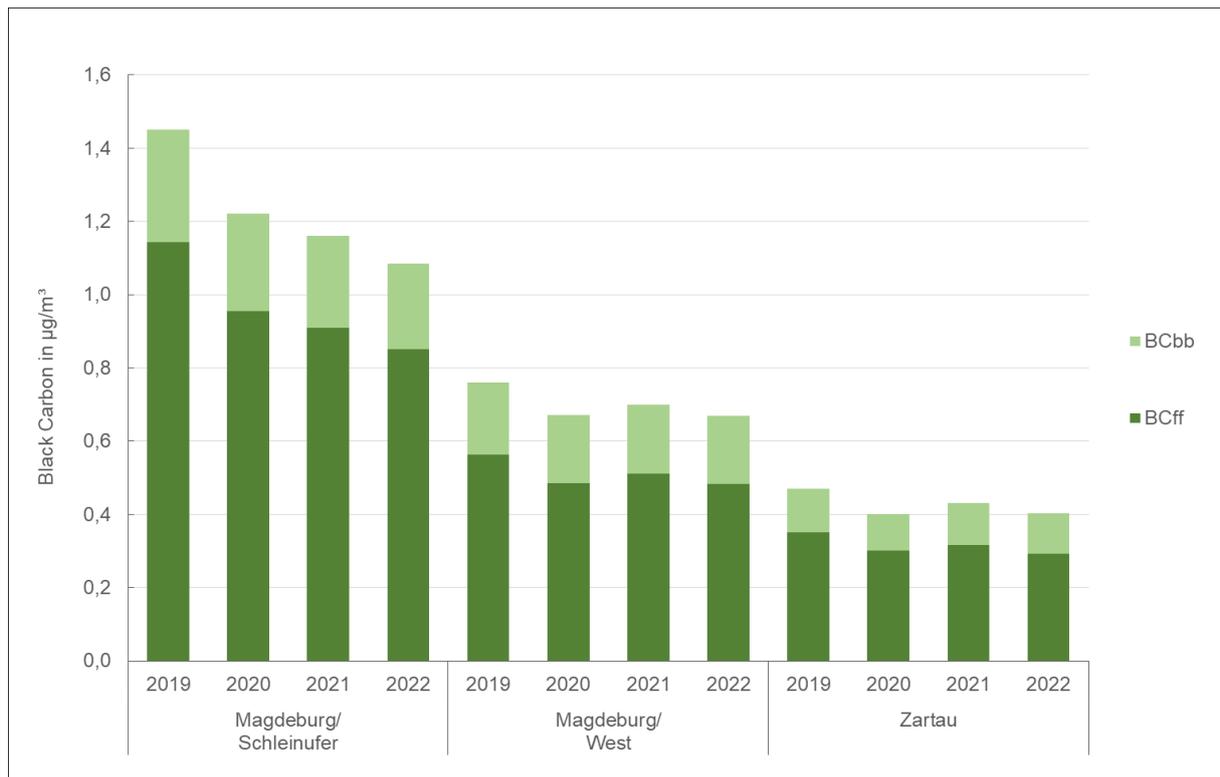


Abbildung 32: Vergleich der Jahresmittelwerte für BC_{ff} und BC_{bb}, die in ihrer Summe die Konzentration von Black Carbon (BC) ergeben

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 2022 wurde BC an 8 innerstädtischen Messstandorten ermittelt. Weitergehende Informationen zur Lage der Messstandorte und Aufnahme der Messungen gehen aus Tabelle A 6 hervor. Ausgewählt wurden Messstandorte an stark befahrenen Straßen bzw. 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).

Die gemessenen Konzentrationen von BC mittels NUPS haben sich im Jahr 2022 bis auf den Messstandort HS (Halle, Schleiermacher Straße) im Vergleich zum Vorjahr verringert. Die ermittelten BC-Konzentrationen an den einzelnen Messstandorten liegen im Bereich von 0,5 bis 1,1 µg/m³, wobei die höchste Konzentration an dem verkehrsnahen Messstandort HP (Halle, Paracelsusstraße) festgestellt wurde.

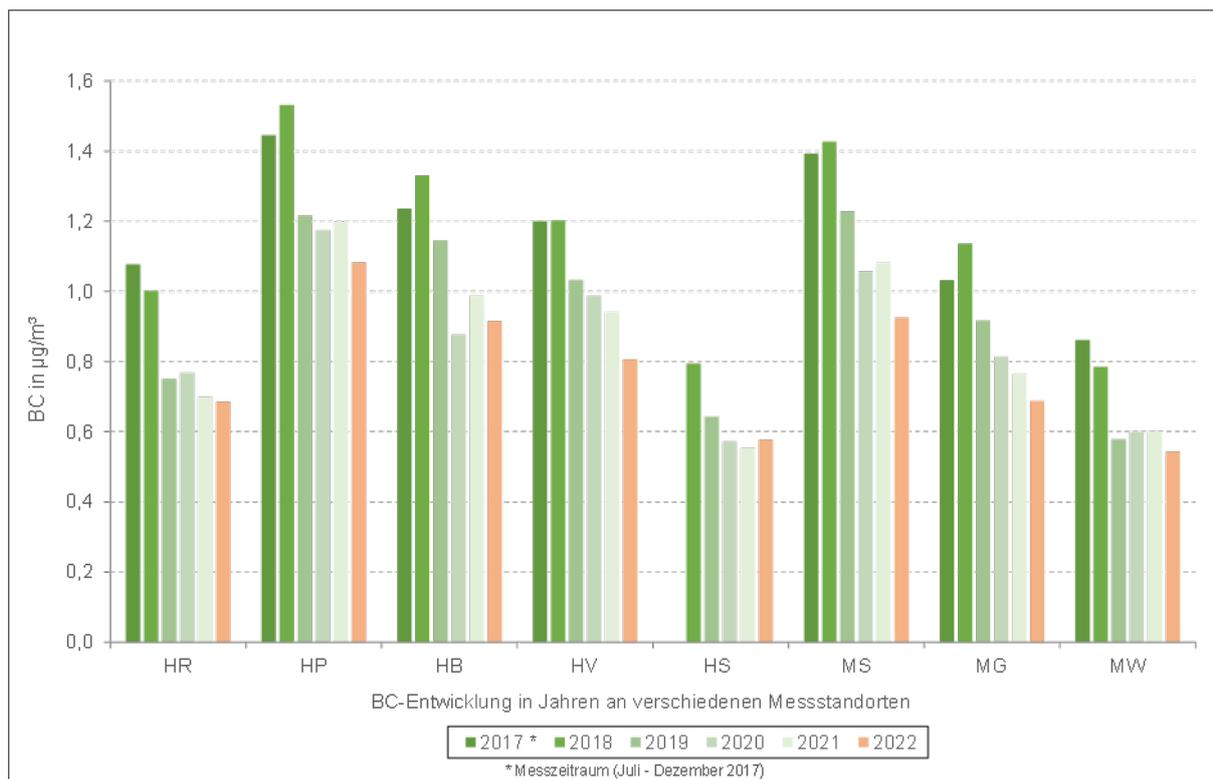


Abbildung 33: Jahresmittelwerte von Black Carbon mit NUPS

5.6 Benzol, Toluol, Ethylbenzol 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 2022 in den Städten Magdeburg und Wittenberg an verkehrsbezogenen Stationen registriert. Zusätzlich ist die Stadtgebietsmessstation Magdeburg/West, welche sich in einem Wohngebiet befindet, mit einem BTEX-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 BTEX-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 $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der höchste Jahresmittelwert 2022 für Benzol im Land Sachsen-Anhalt ermittelt. Im Vergleich zum Vorjahr ist an zwei der in Tabelle A 30 aufgeführten Messstationen eine Stagnation der Jahresmittelwerte bezüglich der Messkomponente Benzol zu verzeichnen. In Bitterfeld/Wolfen, Magdeburg/West und Wittenberg/Dessauer Straße verringerte sich der Jahresmittelwert um $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zum Vorjahr. 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 34 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 signifi-

kant höher waren, sich jedoch in den letzten Jahren auf niedrigem Niveau einander annähern. 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 2022 an der Station Wittenberg/Dessauer Straße den Maximalwert mit $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies bedeutet einen Anstieg um $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 in den Jahren 2021 und 2022 wieder normalisierten, war mit einer steigenden Belastung zu rechnen. An den beiden Stationen in Magdeburg nahm die Konzentration ebenso um $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu. An den Industriestandorten Leuna und Bitterfeld/Wolfen ist dagegen ein Rückgang der Toluolkonzentration um $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu verzeichnen.

Bei der Summe der Xylole ist im Jahresmittel an drei Stationen eine Stagnation der Konzentration zu verzeichnen, in Leuna sogar ein leichter Rückgang. Lediglich an der Station Wittenberg/Dessauer Straße ist eine Erhöhung der Belastung um $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festzustellen. 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 2022 sind der Tabelle A 31 zu entnehmen.

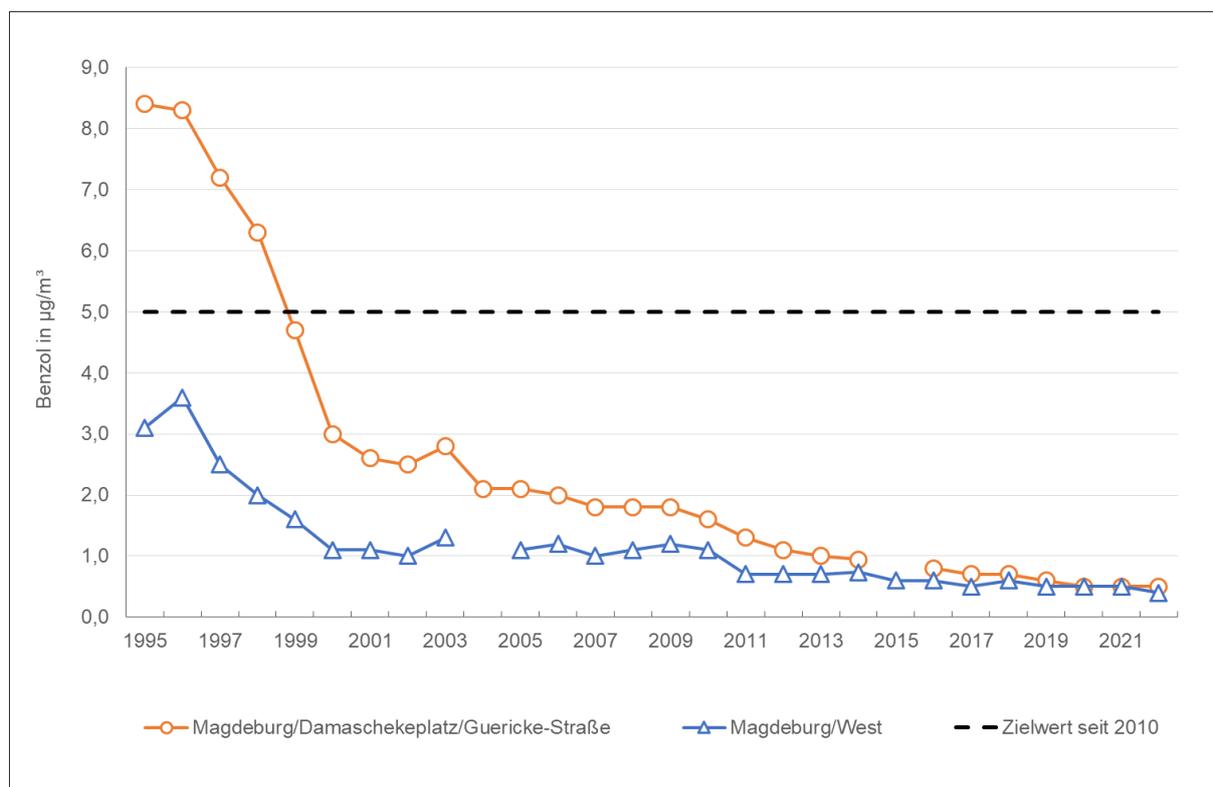


Abbildung 34: Jahresmittelwerte für Benzol für eine Verkehrsmessstation im Vergleich zu einer Messstation im städtischen Hintergrund

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 auch für das Jahr 2022 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 fünf der sieben Messstationen bewegt sich der errechnete Jahresmittelwert der SO₂-Konzentration unterhalb der Nachweisgrenze. Nur in Leuna, einer industrienahen Station, und in Zeitz, einer Station im städtischen Hintergrund, werden noch Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenze gemessen. Allerdings bewegen sich auch diese Konzentrationen mit 3,9 bzw. 3,8 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 Einstundenmittelwerts 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 2022 und zum Vergleich die Werte des Vorjahres.

Der höchste Jahresmittelwert wurde mit 0,3 mg/m³ an den Messstationen in Magdeburg/Schleifufer und Wittenberg/Dessauer Straße ermittelt. An den übrigen drei Stationen wurde eine Konzentration von 0,2 mg/m³ ermittelt. Damit wiesen die Stationen Halle/Riebeckplatz und Weißenfels/Am Krug (beides Verkehrsschwerpunkte) wie im Vorjahr einen stagnierenden Jahreswert auf. In Wernigerode/Bahnhof sank die Belastung um 0,1 mg/m³ im Vergleich zu 2021.

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 2022 wiederum an allen Stationen sehr deutlich unterschritten wurde. Der höchste Achtstundenmittelwert in Höhe von 1,1 mg/m³ wurde im Jahr 2022 an der Station Wittenberg/Dessauer Straße aufgezeichnet.

5.9 Schwefelwasserstoff

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2022 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.

Die WHO hat als Richtwerte für Schwefelwasserstoff 7 µg/m³ als Halbstundenmittelwert (Geruchsschwelle) und 150 µg/m³ als Tagesmittelwert (Gesundheitsschutz) festgelegt (vgl. Tabelle 3 in Abschnitt 2). Tabelle A 37 stellt die Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle durch Schwefelwasserstoff dar. Für den Zeitraum 2010 bis 2022 ist die Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle an beiden Stationen deutlichen Schwankungen unterlegen und es ist keine eindeutige Tendenz auszuweisen. Jedoch ist festzustellen, dass die Anzahl der Überschreitungen im Jahr 2022 in Bitterfeld/Wolfen mit 270 außerordentlich hoch war. Ein möglicher Grund hierfür ist der Austritt von Schwefelwasserstoff aus dem ehemaligen Tagebau Grube Johannes, der im Jahr 2022 zu zahlreichen Anwohnerbeschwerden führte.

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 2022 wurden NO₂-Passivsammlermessungen an 13 innerstädtischen Messstandorten, davon vier Referenzstandorte an LÜSA-Messstationen, 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 35 und Tabelle A 12 dargestellt.

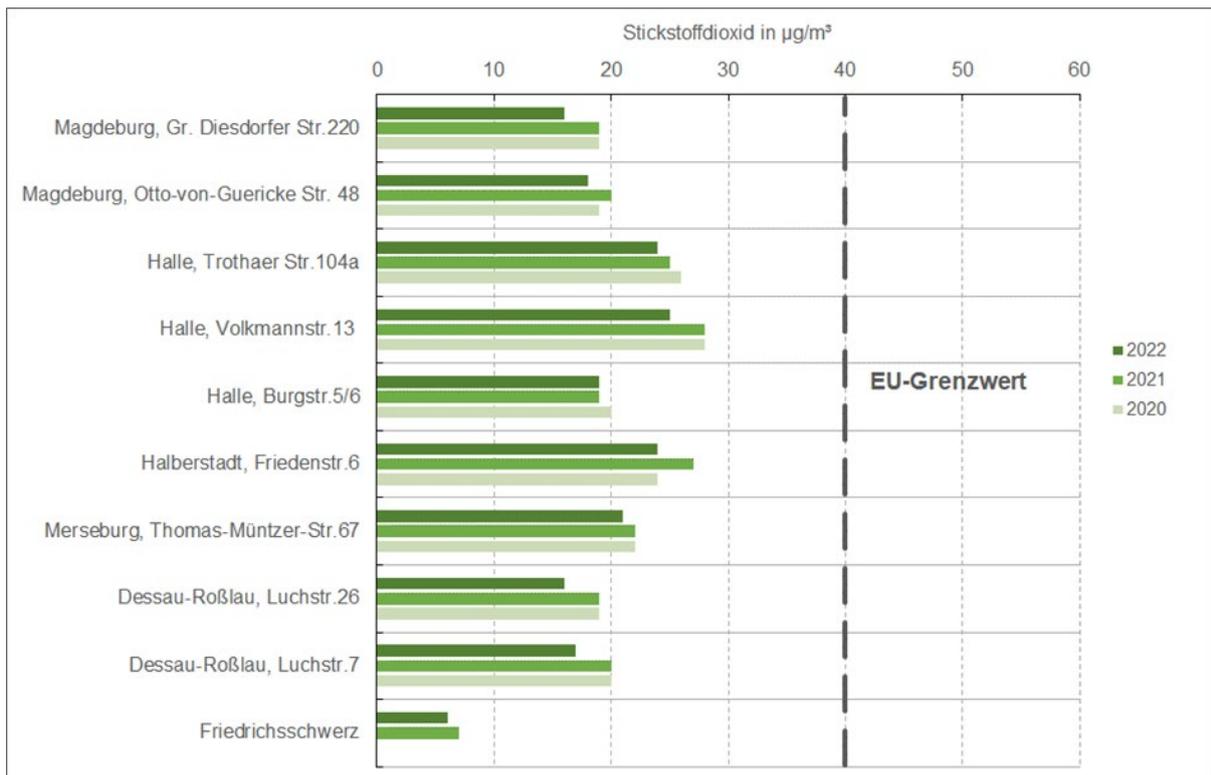


Abbildung 35: Jahresmittelwerte der NO₂-Messungen mit Passivsammlern (LÜSA-Referenzstandorte sind nicht enthalten)

Im Vergleich zum Vorjahr haben sich im Jahr 2022 an neun Messstandorten (ohne Referenzstandorte) die NO₂-Messwerte verringert. Lediglich am Messstandort Halle, Burgstraße, liegt der Jahresmittelwert auf Vorjahresniveau. Die mit Passivsammlern ermittelten Jahresmittelwerte liegen im Jahr 2022 an allen Messstandorten unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³.

6.2 Ammoniak

Im Jahr 2020 wurde für Ammoniak (NH₃) ein Messnetz bestehend aus sieben Messstandorten eingerichtet. Die Messreihe wurde im Jahr 2022 an allen Messstandorten mit NH₃-Passivsammlern des Plaketentyps (FERM) weiter betrieben. Die genauen Standortdaten der Messpunkte können der Tabelle A 5 entnommen werden. Es erfolgte an allen Standorten eine monatliche Doppelbestimmung. Am Standort Halle werden die Messwerte zusätzlich mit einer Denudermessung (NUPS-Denuder) kalibriert.

Die Passivsammler befinden sich meist in der Nähe von landwirtschaftlichen Nutzflächen, so dass ein deutlicher Jahresgang durch Gülleeinsatz ab März sichtbar wird. Am Messstandort des auf dem Areal des LAU befindlichen Passivsammlers im Stadtgebiet von Halle (Saale) ist dieser Einfluss erwartungsgemäß nicht sichtbar. Die Einrichtung eines Messstandortes in Friedrichsschwerz erfolgte vor dem Hintergrund des Autobahneubaus. Im Rahmen einer Studie soll die NH₃/NO₂-Belastung vor und nach der Fertigstellung der Autobahn ermittelt und beurteilt werden. Aufgrund der laufenden Bauarbeiten wird zurzeit in unmittelbarer Nähe des Messstandortes kaum Landwirtschaft betrieben. Ungeachtet dessen war im zurückliegenden Jahr 2022 auch an diesem Standort der typische Jahresgang durch Düngereinsatz zu beobachten. Der Abstand des Messstandortes zum Feld beträgt ca. 500 m.

Die Ergebnisse der Passivsammlermessungen für die Jahre 2020 bis 2022 sind in Tabelle 5 zusammenfassend dargestellt. Die Jahresmittelwerte der Ammoniakkonzentrationen an den Messstandorten bewegen sich in einer Spanne von ca. 3 µg/m³ bis 5 µg/m³ NH₃. Die Ausbringung von Gülle und Wirtschaftsdünger wird im Jahresgang der Monatsmittelwerte ab März/April deutlich. In diesen Monaten werden Maxima von ca. 8 µg/m³ bis 12 µg/m³ erreicht. Bis Juni verringern sich die Monatsmittelwerte auf Werte von ca. 4 µg/m³ und erfahren in den Sommermonaten je nach Standort nochmals einen Anstieg bis auf ca. 7 µg/m³ an. Von November bis Februar werden an allen Standorten vergleichsweise niedrige Werte von 1 µg/m³ bis 2,5 µg/m³ NH₃ verzeichnet.

Bei der Umrechnung der Ammoniakkonzentrationen auf Normbedingungen wurde im Jahr 2022 – den Vorgaben der DIN EN 17346 folgend – eine Normtemperatur von 293 K zu Grunde gelegt. Bedingt durch diese geänderte Berechnungsweise ergeben sich bei der Umrechnung geringere Konzentrationswerte gegenüber den Vorjahren.

Die Nachweisgrenze der FERM-Passivsammler liegt bei ca. 0,5 µg/m³ NH₃.

Tabelle 5: Jahresmittelwerte der NH₃-Konzentration in µg/m³ für die Messstationen in Sachsen-Anhalt

Jahr	Altbrandsleben	Friedrichsschwerz	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
2022	3,6	3,1	2,6	3,1	3,7	3,1	4,5

1) zu wenig Messwerte

2) 6 Monatswerte nicht plausibel oder Ausfall

7 Depositionsmessnetz

Das Depositionsmessnetz des Landes Sachsen-Anhalt besteht aus flächendeckend verteilten, nahezu unveränderlichen über lange Zeiträume betriebenen Messstandorten. Darüber hinaus werden im Rahmen von anlassbezogenen Sondermessprogrammen Depositionsermittlungen durchgeführt. Im Gegensatz zum Betrieb des stationären Messnetzes ist das Beprobungsende der Sondermessprogramme in der Regel zeitlich begrenzt.

Die im Jahr 2022 an 43 stationär betriebenen Messstandorte durchgeführten Depositionsuntersuchungen sind in Tabelle A 7 und Tabelle A 8 dokumentiert. Die Lage der Messstandorte ist Abbildung 36 zu entnehmen.

7.1 Staubniederschlag

Im Jahr 2022 wurde der Staubniederschlag einschließlich des Metallgehalts an 43 stationären Messstandorten mit Bergerhoff-Sammlern ermittelt (Tabelle A 8). Davon sind 6 Messstandorte Bodendauerbeobachtungsflächen – BDF (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 Staubschlag als Jahresmittelwert $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$.

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 2022 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
- 5 Messstandorte mit LWF-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 $10 \text{ kg}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ und für säureempfindliche Freiflächen-Biotope $1 \text{ keq}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ 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 $0,5 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$.

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

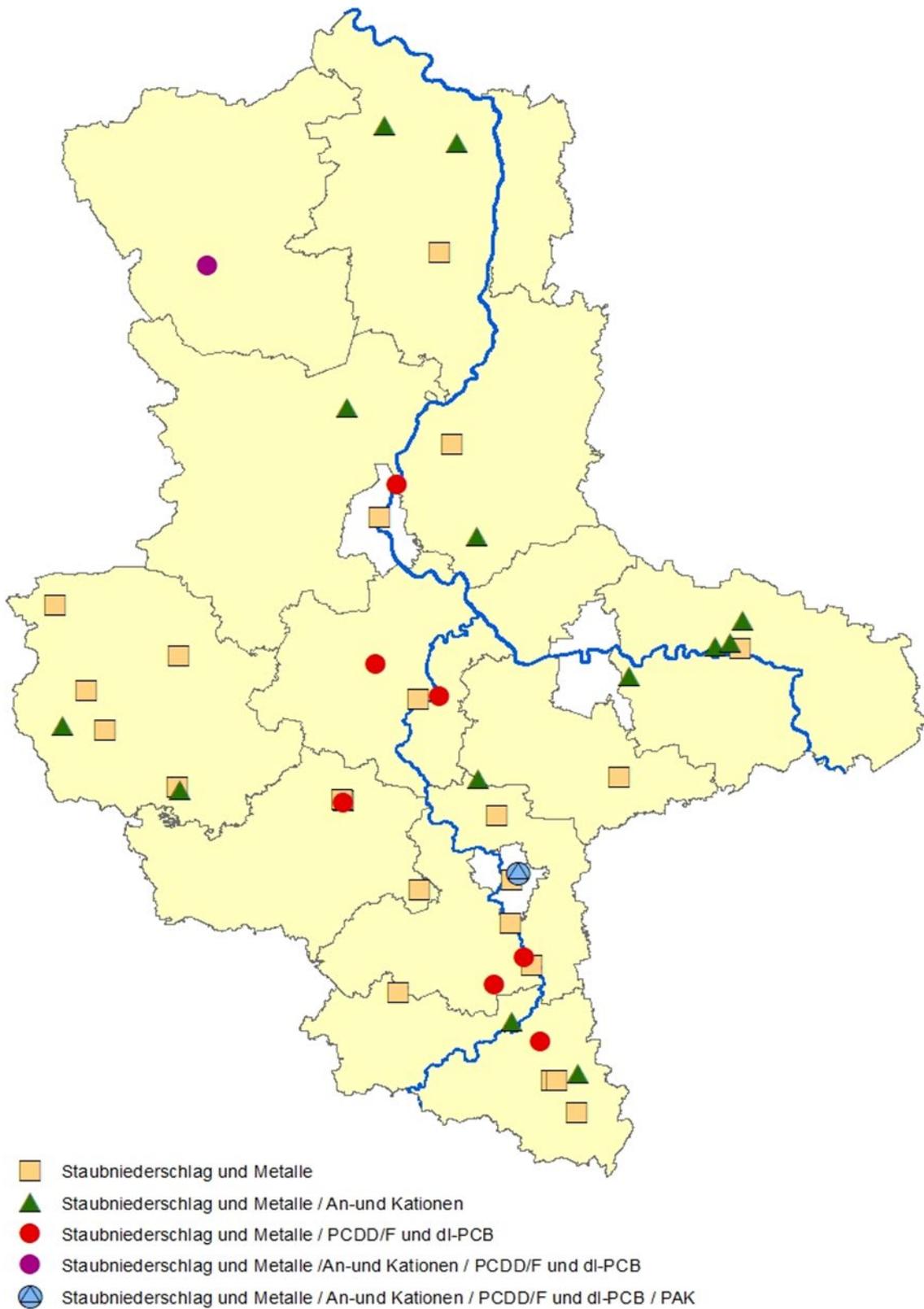


Abbildung 36: Komponentenspezifische Messstandorte im Jahr 2022

8 Ergebnisse der Depositionsmessungen

8.1 Staubniederschlag

In der nachfolgenden Abbildung 37 sind die Staubdepositionen für das Jahr 2022, nach der Höhe geordnet, grafisch dargestellt. In Tabelle A 39 sind für jeden Messstandort die Jahresmittelwerte des Staubniederschlages der letzten drei Jahre aufgeführt.

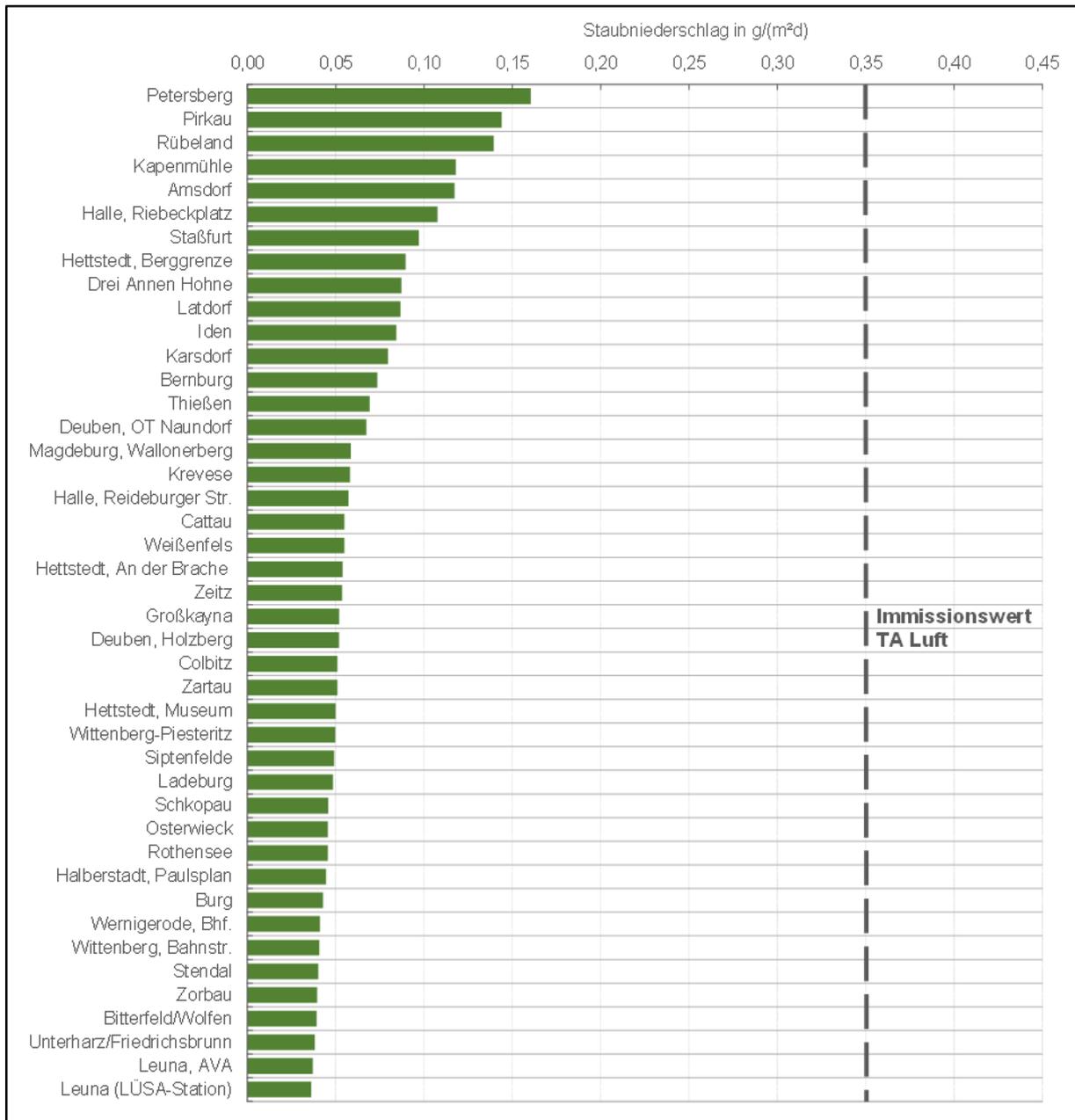


Abbildung 37: Jahresmittelwerte für Staubniederschlag 2022

Der Immissionswert für Staubniederschlag von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ wird an allen Messstandorten sicher eingehalten. Die Belastung durch Staubniederschlag im Landesdurchschnitt aller stationären Messstandorte lag im Jahr 2022 mit $0,07 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ in der Größenordnung der Vorjahre.

In der Abbildung 38 ist der Jahresgang des Staubniederschlages jeweils als Mittelwert aller Messstandorte für die Jahre 2020 bis 2022 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass es eine deutliche Abhängigkeit von der Jahreszeit gibt. Die höchsten Staubniederschläge treten erwartungsgemäß in den Sommermonaten auf.

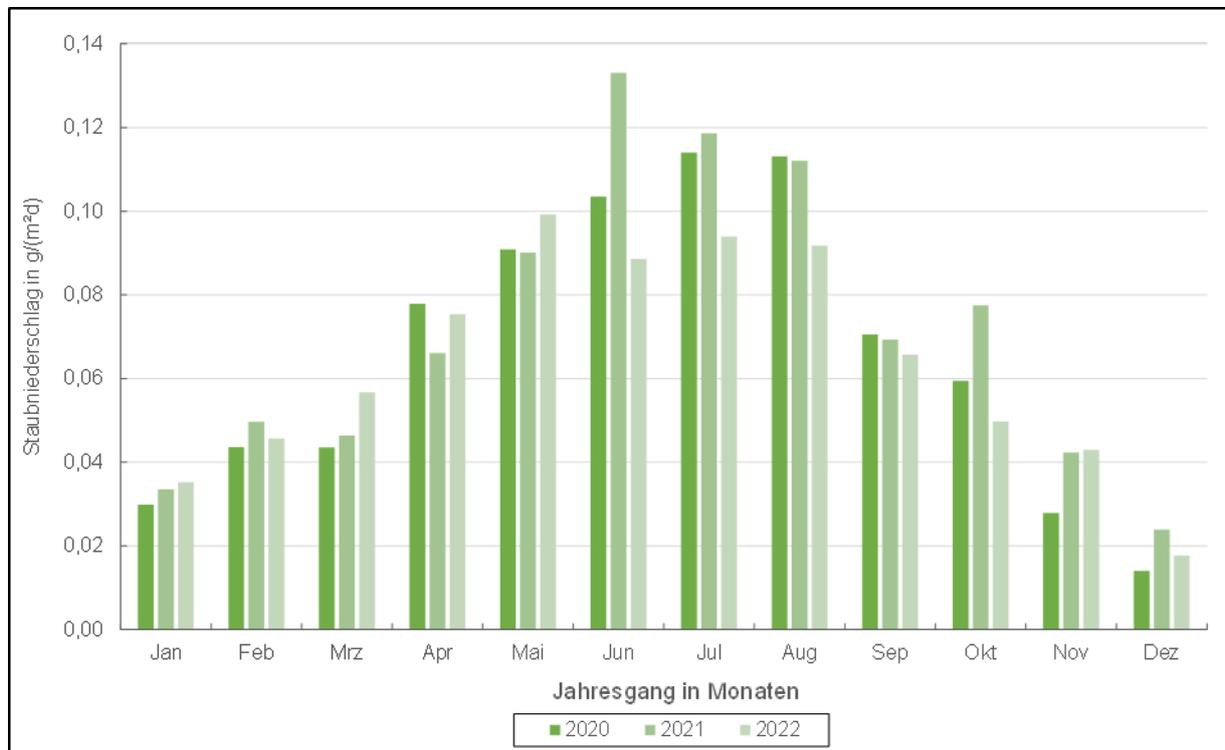


Abbildung 38: Jahresgang des Staubniederschlages (Mittelwert aller Messstandorte) von 2020 bis 2022

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 39).

Vergleicht man die Jahresmittelwerte der Depositionen der Metalle (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.

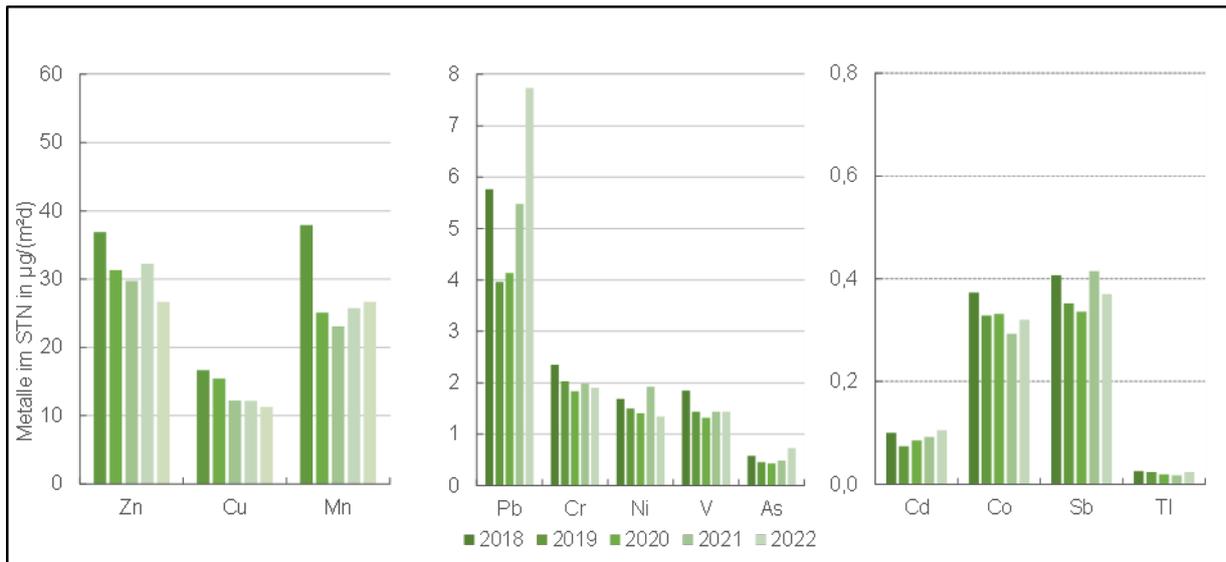


Abbildung 39: Vergleich der Jahresmittelwerte von Metallen im Staubbiederschlag im Landesdurchschnitt der letzten fünf Jahre (2018 – 2022)

8.2 Anionen und Kationen

8.2.1 Bulk-Deposition

In Abbildung 40 und Abbildung 41 sind die Stickstoff- bzw. Säureeinträge des Jahres 2022, 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 an allen Messstandorten eingehalten.

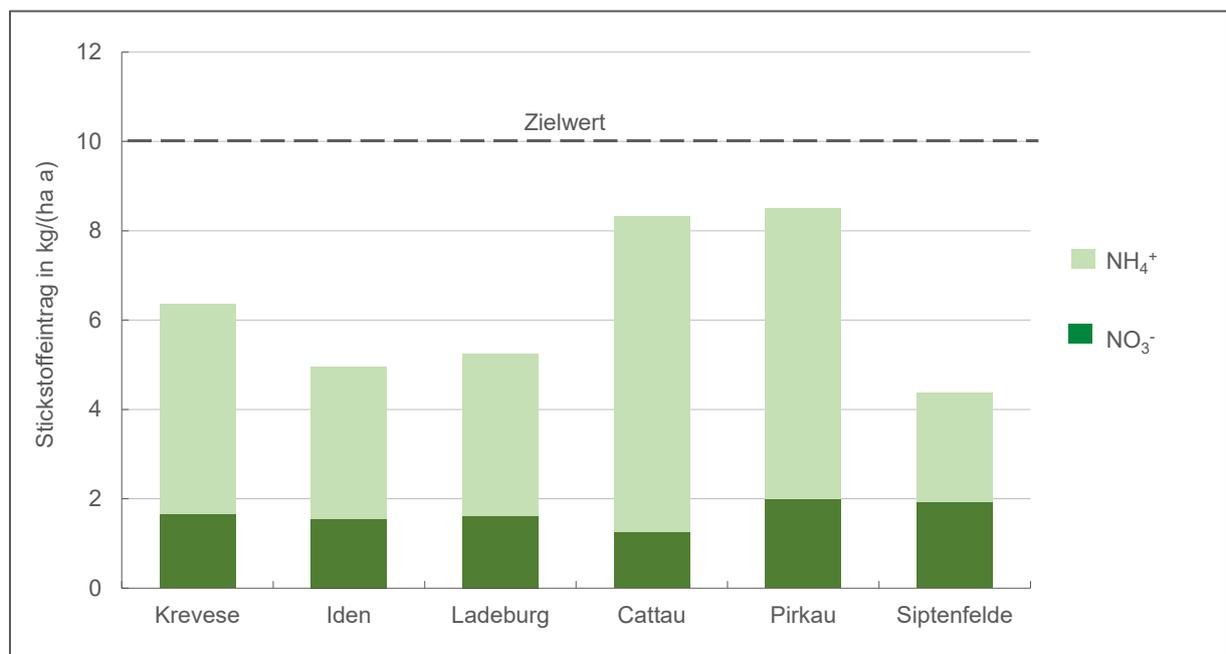


Abbildung 40: Jahresmittelwerte der Stickstoffdepositionen an BDF im Jahr 2022

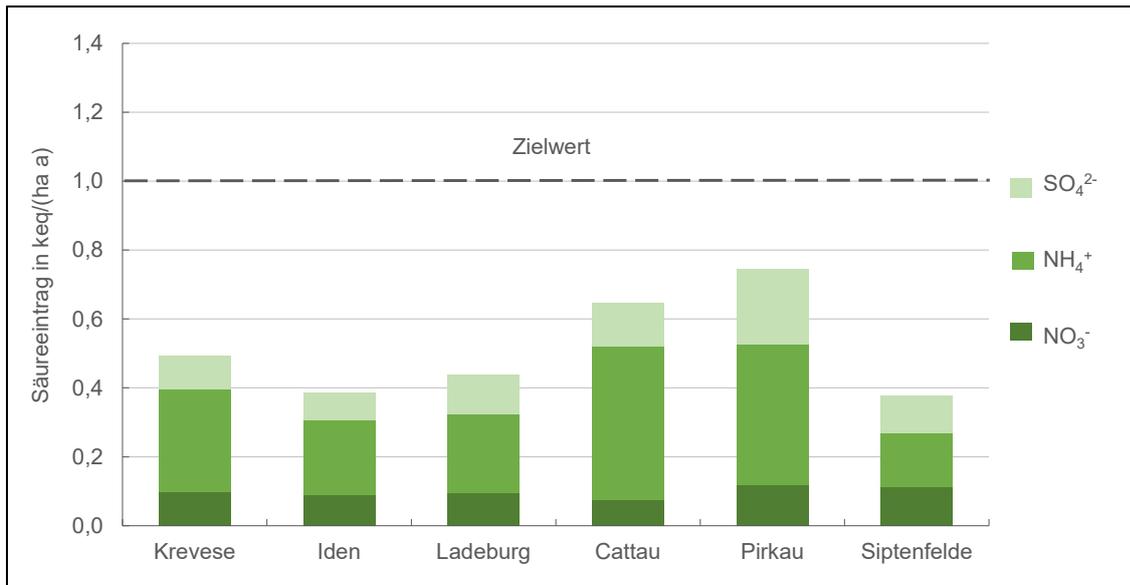


Abbildung 41: Jahresmittelwerte der Säuredepositionen an BDF im Jahr 2022

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 Abbildung 42 und Abbildung 43 zeigen die für die fünf Messstandorte berechneten Jahresmittelwerte der Stickstoff- bzw. Säureeinträge mit Eigenbrodt-Sammlern. Der Messstandort Piesteritz liegt im Einwirkungsbereich eines Düngemittelproduzenten. Angesichts dieser Lage liegen die Jahresmittelwerte deutlich über den Zielwerten (Critical Loads) und denen der anderen Messstandorte. Am Messstandort Thießen sind durch Düngung in den Sommermonaten die Ammoniumwerte angestiegen, so dass in 2022 die Zielwerte überschritten worden sind. An den anderen Messstandorten wurden im Jahr 2022 die Zielwerte für Eutrophierung und Versauerung eingehalten.

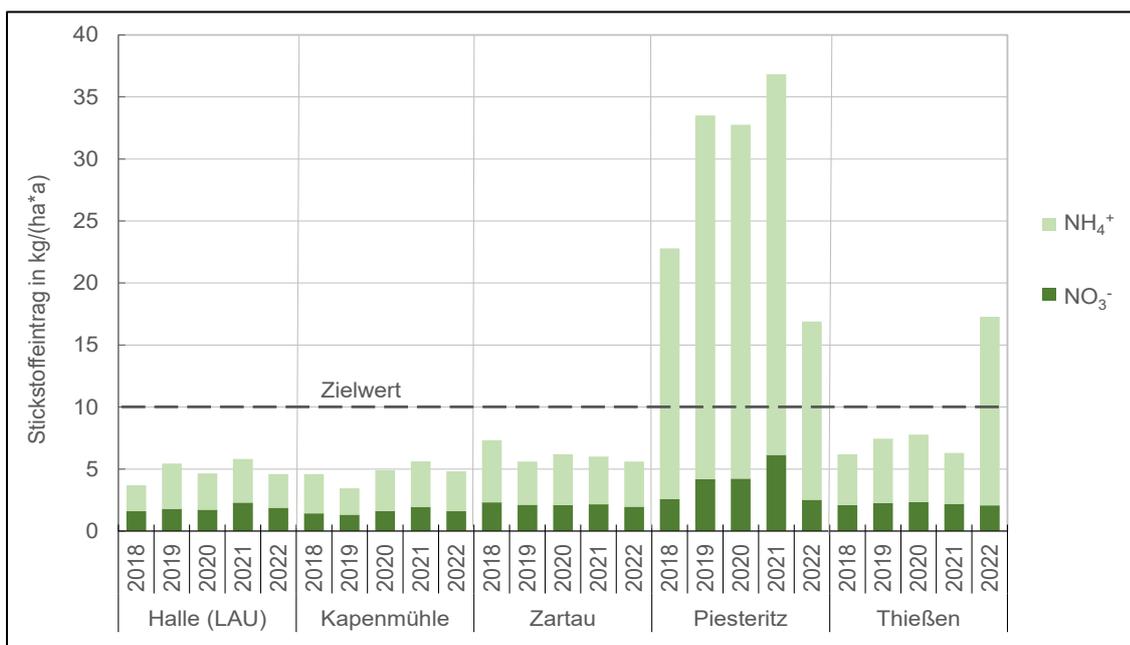


Abbildung 42: Jahresmittelwerte der Stickstoffdepositionen mit Eigenbrodt-Sammler (2018 – 2022)

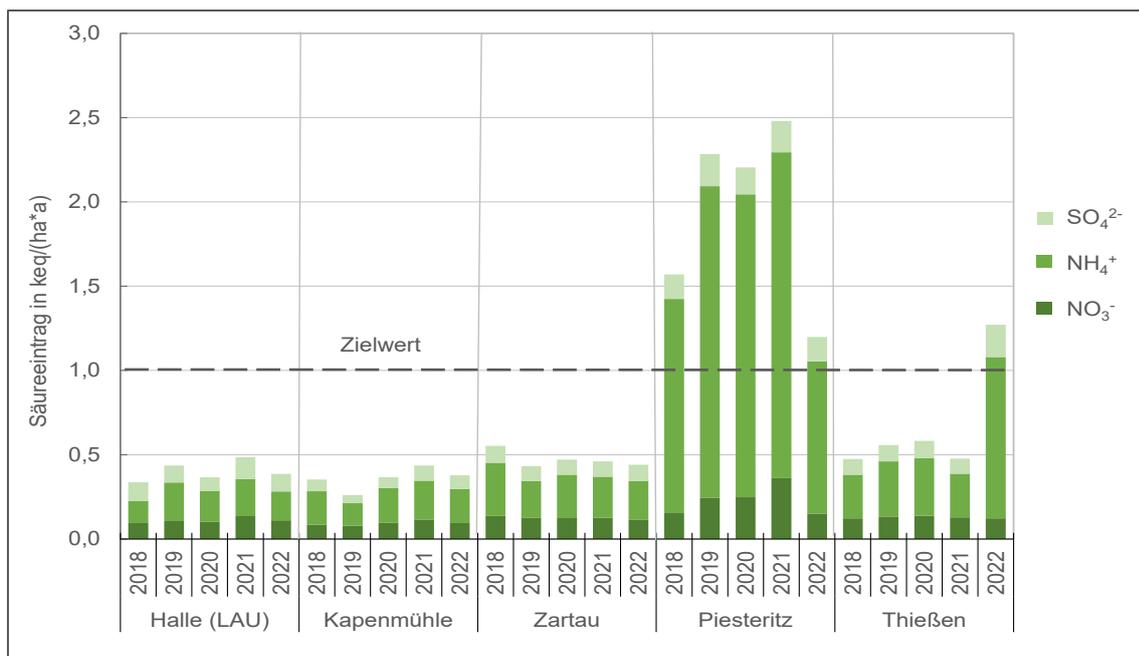


Abbildung 43: Jahresmittelwerte der Säuredepositionen mit Eigenbrodt-Sammler (2018 – 2022)

Für die Bewertung des Eintrages in Ökosysteme sind die Jahresmittelwerte der Depositionsmessungen mittels LWF-Sammler in Tabelle A 41 aufgeführt. Die Abbildung 44 und Abbildung 45 zeigen die für die fünf Messstandorte berechneten Jahresmittelwerte der Stickstoff- bzw. Säureeinträge mit LWF-Sammlern. Im Jahr 2022 wurden an allen Messstandorten die Zielwerte eingehalten. Für das Vorjahr liegen keine Vergleichswerte vor, da 2021 keine Beprobung dieser Standorte erfolgte.

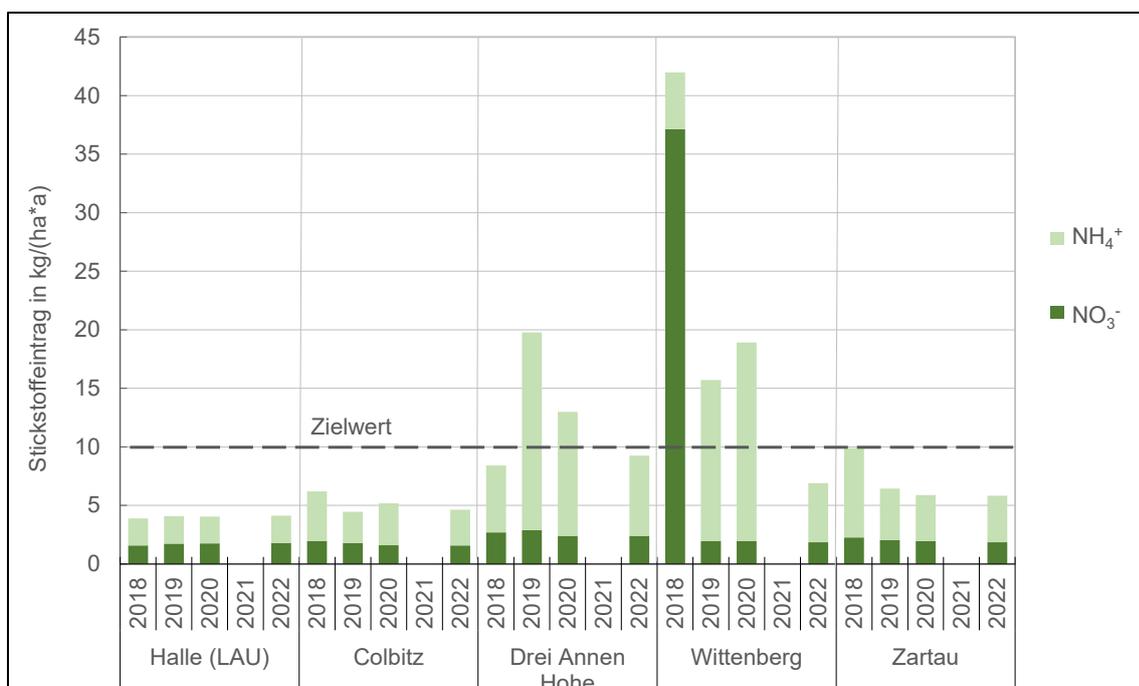


Abbildung 44: Jahresmittelwerte der Stickstoffdepositionen mit LWF-Sammlern im Jahr 2022

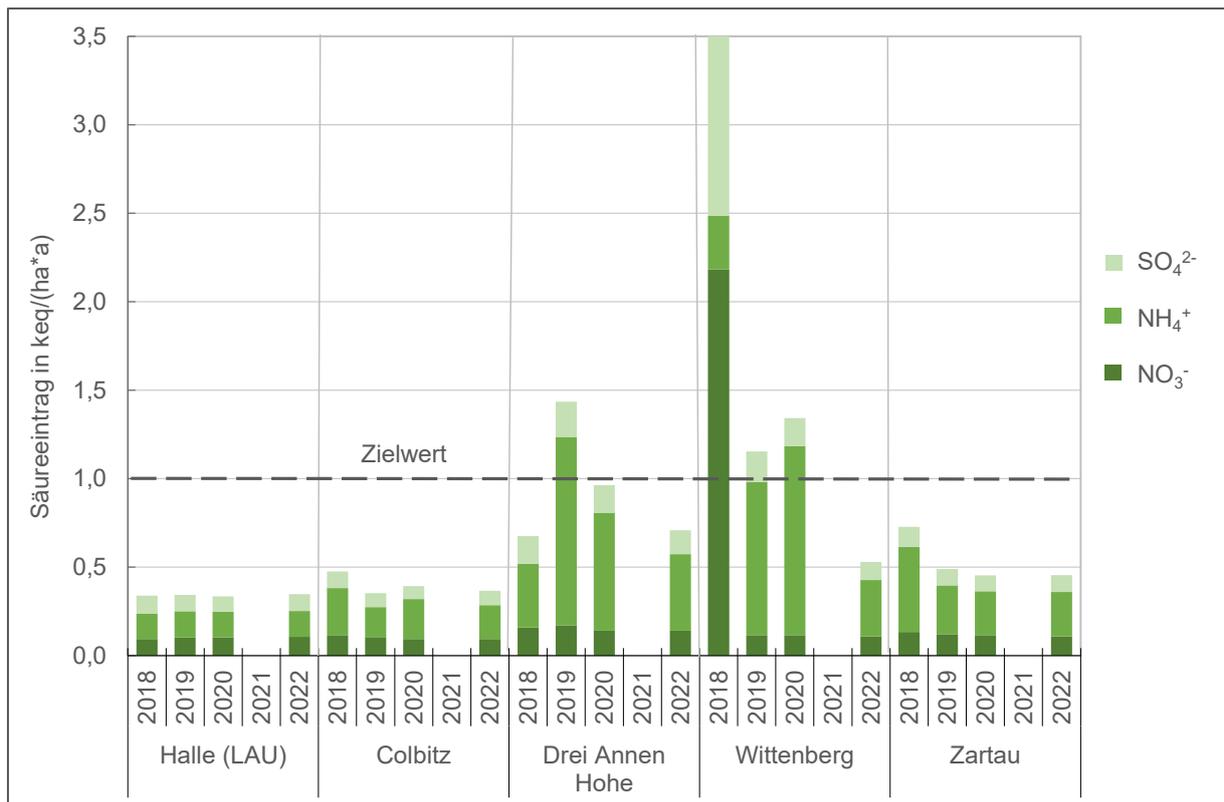


Abbildung 45: Jahresmittelwerte der Säuredepositionen mit LWF-Sammlern im Jahr 2022

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 Nassdeposition für die Stickstoff- bzw. Säureeinträge sind in den nachfolgenden beiden Abbildungen (Abbildung 46 und Abbildung 47), in Tabelle A 41 und in Abbildung A 8 und Abbildung A 9 dargestellt. Die Depositionen liegen unterhalb der Zielwerte (Critical Loads).

In der Tabelle A 42 sind weitere Einzelwerte, wie pH-Wert, Leitfähigkeit und Niederschlagsmengen, die mittels Wet-Only-Sammler bestimmt wurden, aufgeführt.

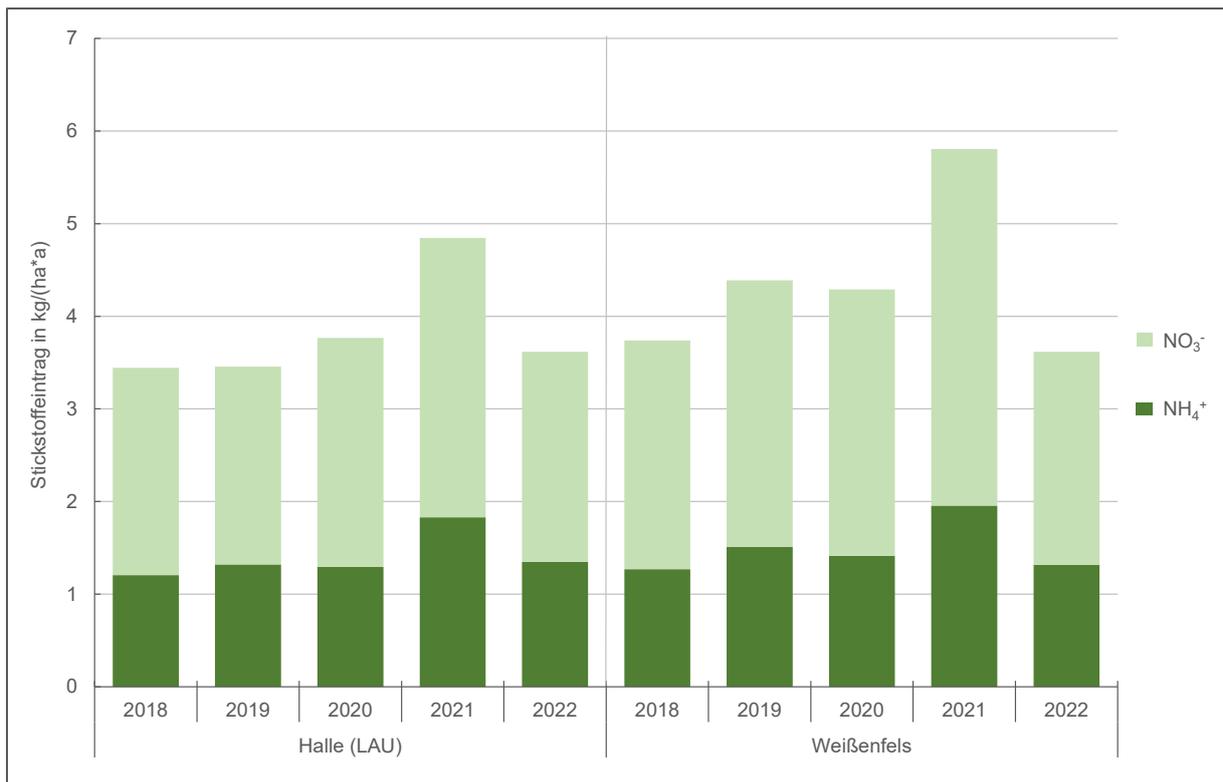


Abbildung 46: Jahresmittelwerte der Stickstoffdepositionen (2018 – 2022)

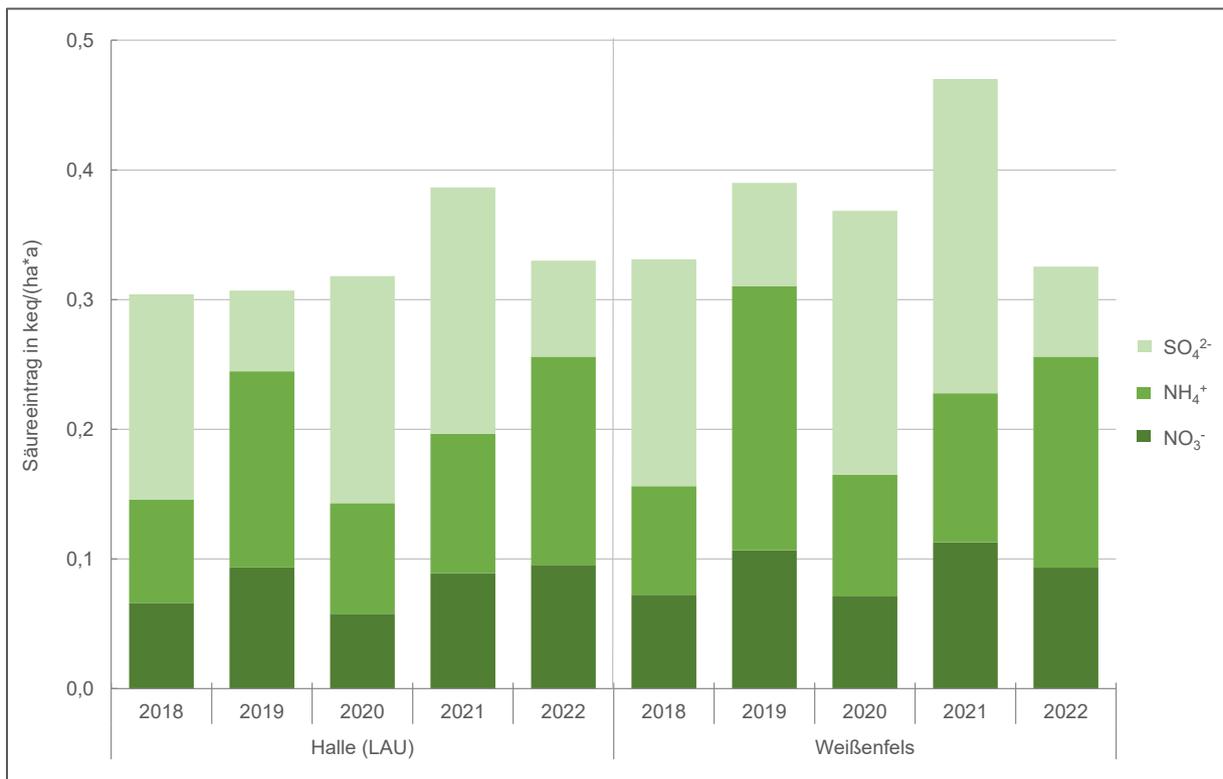


Abbildung 47: Jahresmittelwerte der Säuredepositionen (2018 – 2022)

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 48). In den letzten 3 Jahren liegen die PCDD/F- und dl-PCB-Depositionswerte am Messstandort HET 45 auf einem vergleichbaren Niveau. Der zulässige Immissionswert wurde sicher eingehalten.

Der Messstandort in Großkayna befindet sich in der Nähe einer Feuerungsanlage. Hier ist bis zum Jahr 2020 ein Rückgang der Jahresmittelwerte zu verzeichnen (Abbildung 48). Ab dem 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 zulässige Immissionswert wurde auch im Jahr 2022 sicher unterschritten.

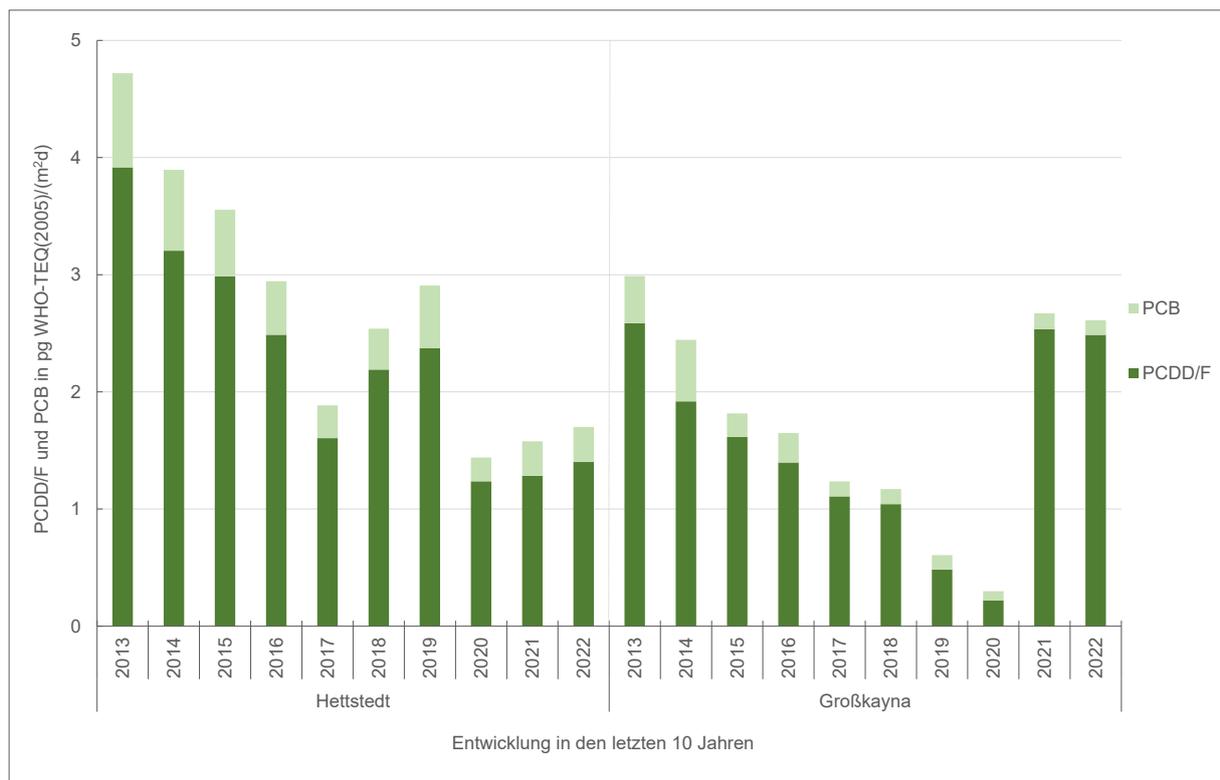


Abbildung 48: Jahresmittelwerte der PCDD/F und dl-PCB-Depositionen an Metallurgie- und Feuerungsanlagen (2013 bis 2022)

Abfallverbrennungsanlagen

Unter Vorsorgeaspekten erfolgten im Umfeld von fünf AVA Depositionsmessungen. An den Messstandorten Zorbau, Leuna und Bernburg lagen die Jahresmittelwerte der PCDD/F- und dl-PCB-Deposition in der Größenordnung der Vorjahre (Abbildung 49). Bei den Messstandorten Rothensee und Staßfurt hat sich die PCDD/F- und dl-PCB-Deposition erhöht, wobei dies hauptsächlich auf die PCDD/F-Deposition zurückzuführen ist. Die Depositionen im Umfeld der AVA liegen geringfügig über den Hintergrund-Depositionen (Abbildung 50). Die Verläufe der Depositionen korrelieren mit denen der Hintergrundmessungen. Der zulässige Immissionswert wurde an allen Messstandorten sicher eingehalten.

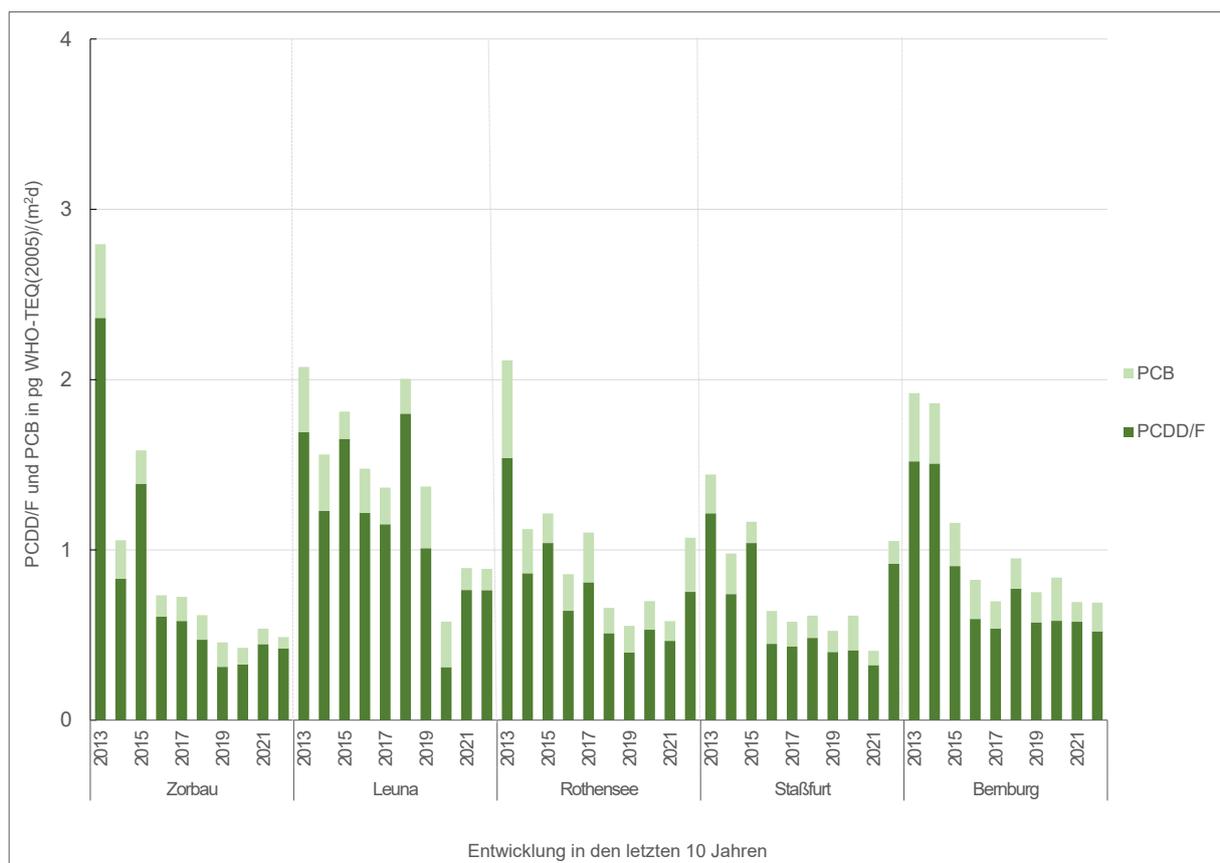


Abbildung 49: Jahresmittelwerte der PCDD/F und dl-PCB-Depositionen in der Nähe von AVA (2013 bis 2022)

Hintergrundmessungen

Um die Messungen an industriell belasteten Messstandorten besser beurteilen zu können, wurden für vergleichende Betrachtungen an zwei wenig belasteten Messstandorten im städtischen und ländlichen Hintergrund Depositionsmessungen durchgeführt. Im Jahr 2022 bewegen sich die PCDD/F- und dl-PCB-Depositionen am städtischen Messstandort Halle und am ländlichen Messstandort Zartau auf dem Niveau des Vorjahres.

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. Die Schwankungen können durch vielfältige, vorliegend nicht ermittelte Ursachen (Meteorologie, lokale Einzelereignisse, etc.) hervorgerufen

werden. Der zulässige Immissionswert wurde an beiden Hintergrundmessstandorten deutlich unterschritten (Abbildung 50).

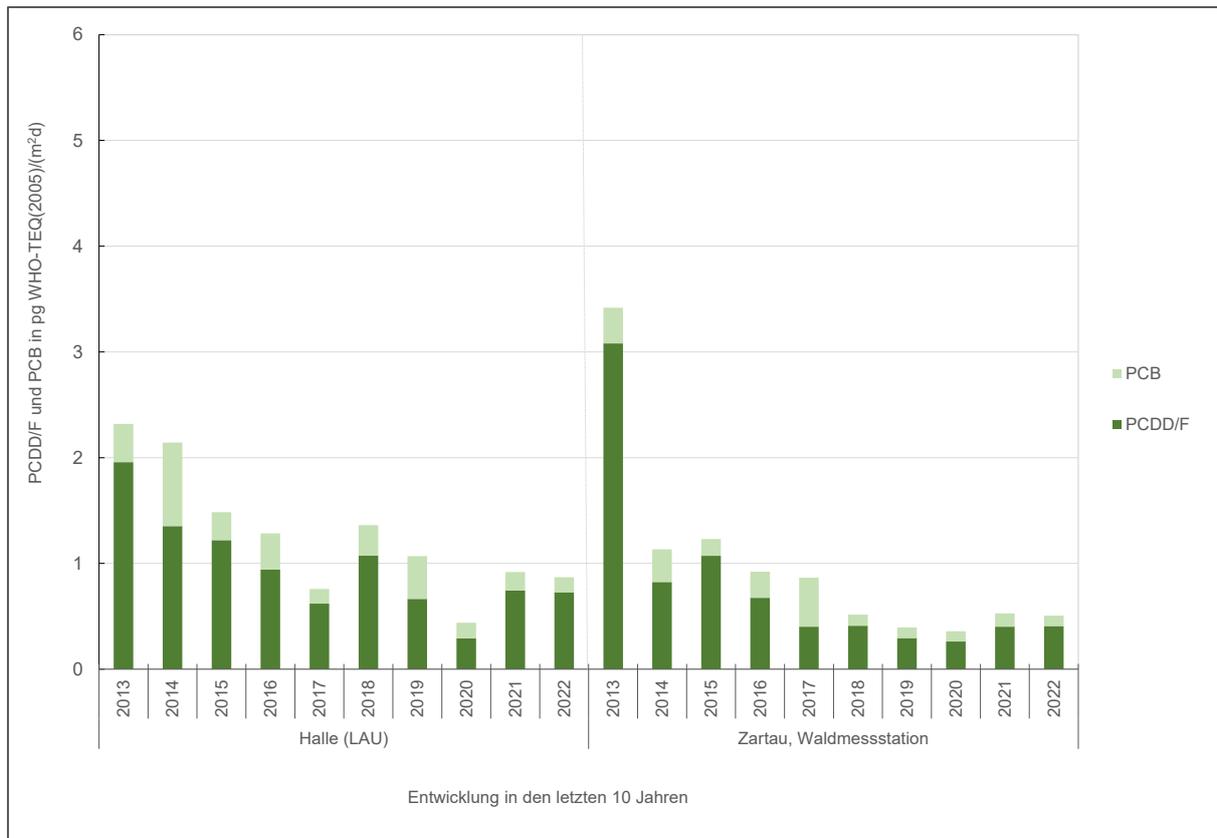


Abbildung 50: Jahresmittelwerte der PCDD/F und dl-PCB-Depositionen an Hintergrundmessstationen (2013 -2022)

8.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

In der nachfolgenden Abbildung 51 sind die Jahresmittelwerte der PAK-Leitkomponente Benzo(a)pyren am Messstandort Halle (Saale) für die Jahre 2013 bis 2022 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 6). In Abbildung 52 werden die zu untersuchenden Einzelsubstanzen der beiden PAK-Summenparameter aufgeführt.

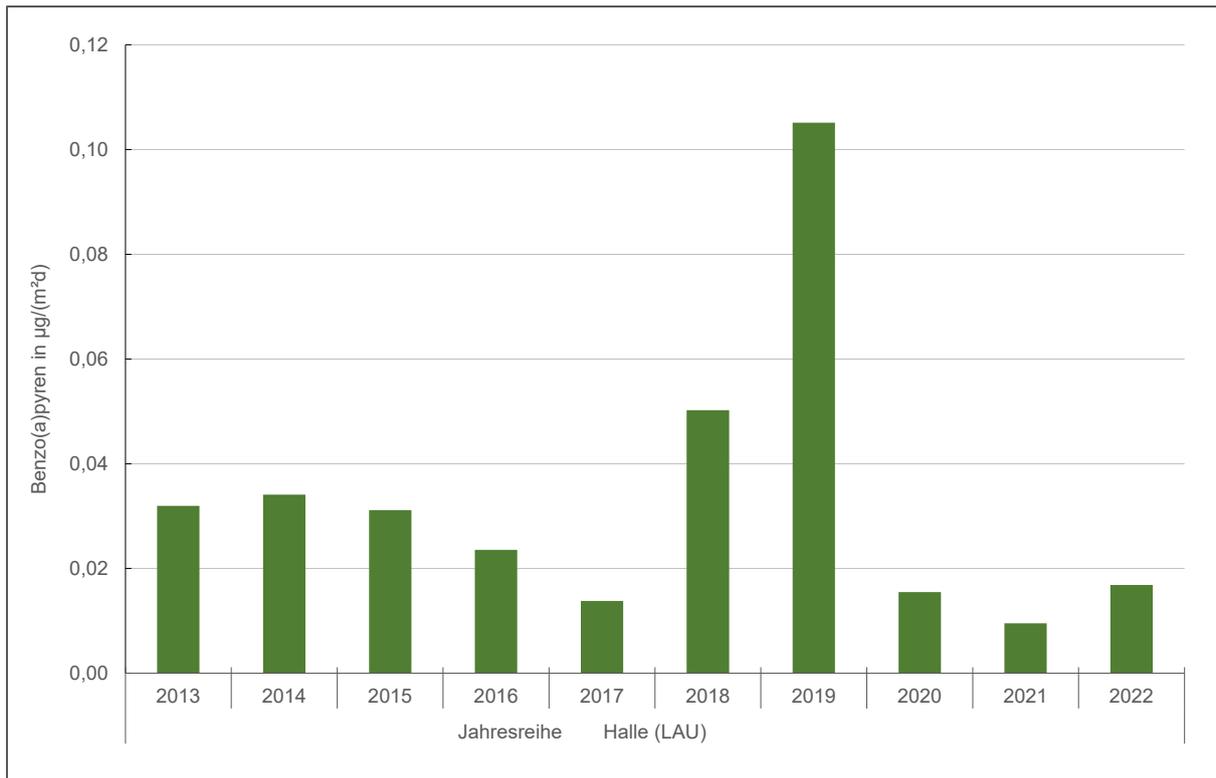


Abbildung 51: Jahresmittelwerte an Benzo(a)pyren (2013 – 2022)

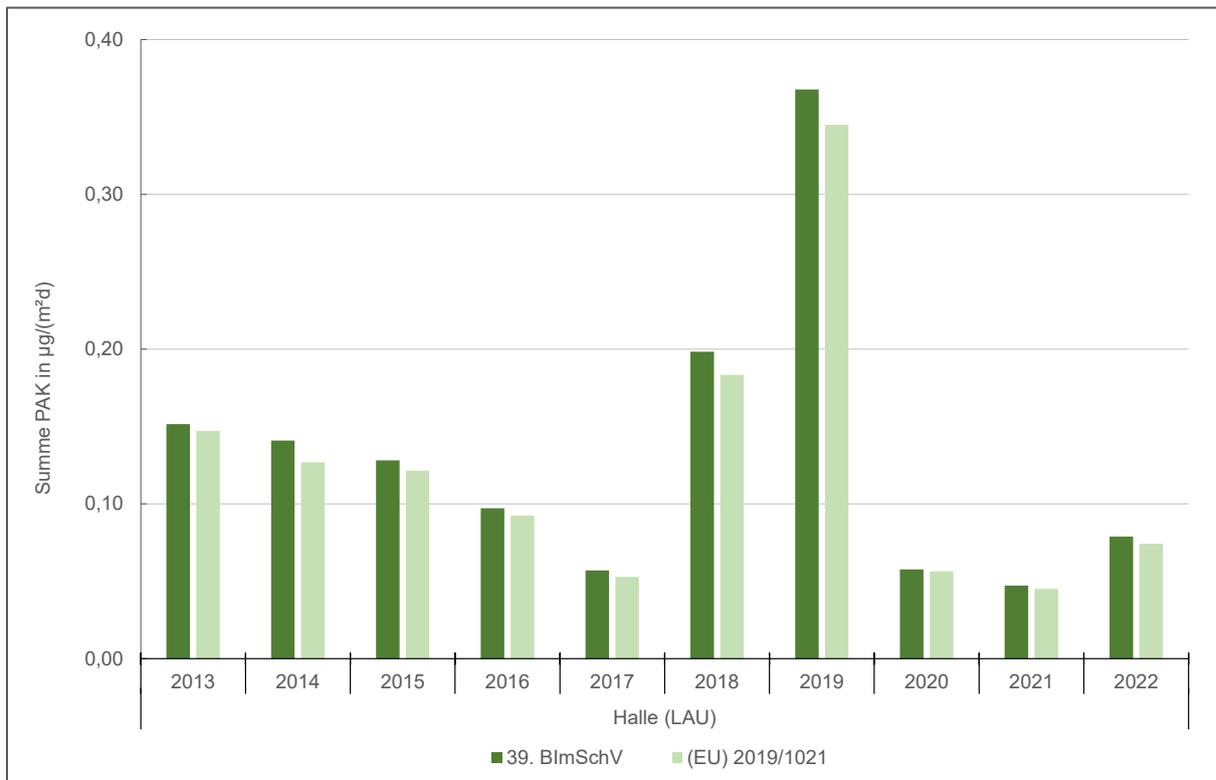


Abbildung 52: Summenparameter PAK (2013 – 2022)

Die Depositionen von Benzo(a)pyren und der PAK-Summenwerte lagen im Jahr 2022 auf dem niedrigen Niveau des Vorjahres.

Tabelle 6: 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 Luftqualitätsmessungen auf dem Brocken

Im Immissionsschutzbericht der vergangenen Jahre fanden sich zahlreiche Datenauswertungen und Langzeitreihen von der LÜSA Messstation in der DWD Wetterwarte auf dem Brocken. Diese wird bereits seit 1996 betrieben und liefert kontinuierlich Messdaten zur Belastung mit gasförmigen Schadstoffen. Aufgrund der Witterungsbedingungen werden keine kontinuierlichen ganzjährigen Partikelmessungen auf dem Brocken durchgeführt, da in den Wintermonaten die Messeinlässe zufrieren und daraus Beschädigungen resultieren könnten. Im Jahr 2021 kam erstmals die Idee auf, mit dem LÜSA Messfahrzeug zumindest innerhalb der Sommermonate Erkenntnisse zur Partikelbelastung auf dem Brocken zu sammeln. Hierfür war allerdings ein erheblicher organisatorischer Aufwand in der Vorbereitungszeit zu betreiben. Zunächst musste ein Stellplatz für das Messfahrzeug gefunden werden (siehe auch Abbildung 53). Vom Nationalpark Harz musste eine Genehmigung für das Abstellen des Fahrzeugs auf dem Brockengipfel eingeholt werden. Im Keller der DWD Wetterwarte musste ein neuer Drehstromanschluss für die Stromversorgung des Messwagens gesetzt werden. Und letztlich musste eine Sondergenehmigung für das Befahren der Brockenstraße beim Landkreis Harz beantragt werden. Nachdem dies alles erledigt war, blieb im Jahr 2021 nur noch ein kurzer Zeitraum von sechs Wochen (18. August bis 27. September 2021) für eine Machbarkeitsstudie zur Feinstaubmessung auf dem Brocken. Dabei wurde u.a. festgestellt, dass die eingesetzte Messtechnik während lang anhaltenden Regenfällen bei Stauwetterlagen im Harz an ihre Grenzen kam und die Messreihe daher Lücken aufwies. Schnell stand der Entschluss fest, im Folgejahr einen neuen Versuch zu unternehmen und dabei andere Messtechnik einzusetzen.



Abbildung 53: LÜSA Luftmessfahrzeug vor der DWD Wetterwarte auf dem Brockengipfel.

Die zweite Messperiode mit dem Messwagen auf dem Brocken fand im Zeitraum vom 27. Juni bis 28. September 2022 statt. Danach erhöht sich die Sturmhäufigkeit auf dem Gipfel

deutlich und damit auch die Gefahr, dass die Messtechnik des Fahrzeugs zu Schaden kommt. Die Ergebnisse der Messungen werden im Folgenden präsentiert.

9.1 Ergebnisse der Feinstaubmessungen

Für die Bestimmung der Feinstaubkonzentration wurde ein gravimetrisches Gerät (LVS SEQ 47/50) für $PM_{2,5}$ und ein Automat der Firma Derenda zur Bestimmung der PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Konzentrationen eingesetzt. In dieser Konstellation konnten sowohl Erkenntnisse zur Feinstaubbelastung in beiden Fraktionen als auch ein Vergleich mit dem Referenzmessverfahren für die Komponente $PM_{2,5}$ erreicht werden.

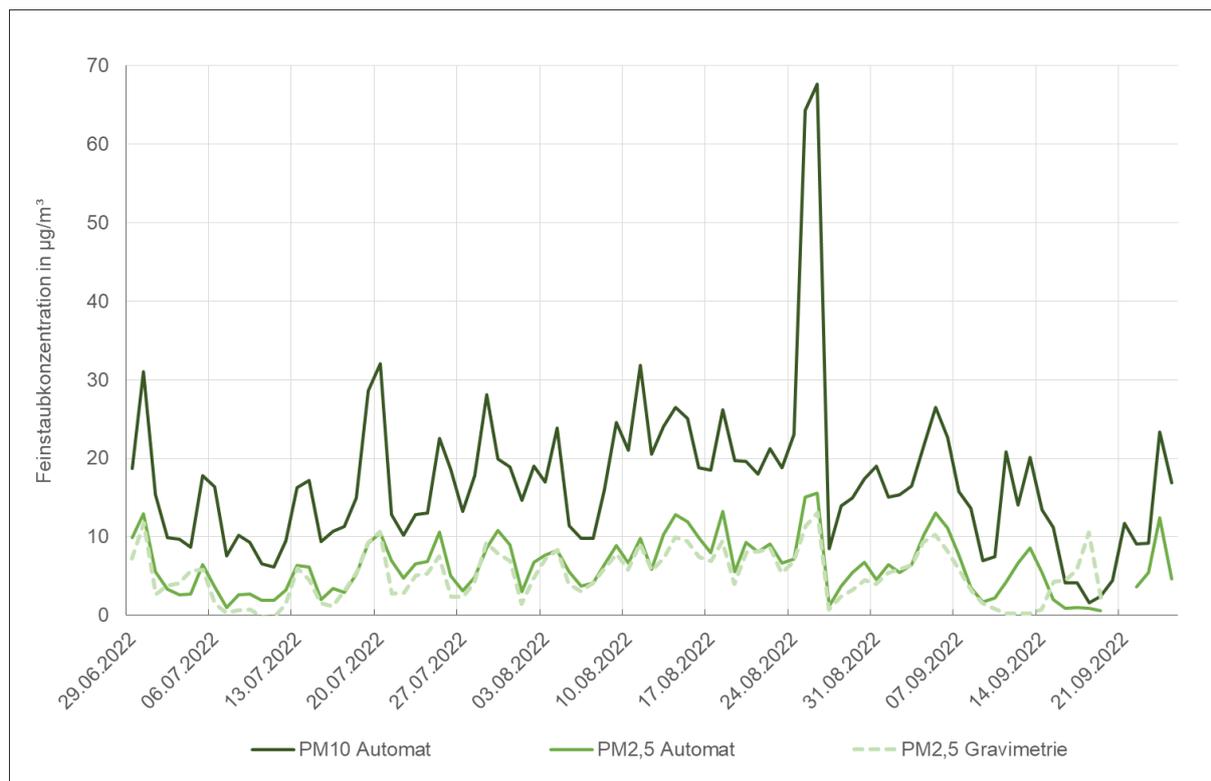


Abbildung 54: Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung auf dem Brocken.

Abbildung 54 zeigt die Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung auf dem Brocken. Die PM_{10} -Konzentration bewegt sich im Mittel zwischen 10 und 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Tag mit der höchsten Belastung fällt auf den 26. August 2022. Dort betrug der Tagesmittelwert 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sodass der Tagesgrenzwert in Höhe von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten wurde. Eine Überschreitung wurde am selben Tag auch in Wernigerode/Bahnhof beobachtet, sodass die deutlich erhöhte PM_{10} -Konzentration plausibel scheint. Ferntransport als Ursache ist nicht auszuschließen. Als zusätzliche Feinstaubquellen können am Brocken die Harzer Schmalspurbahn und Waldbrände angegeben werden. Letzteres Thema wird im Abschnitt 0 gesondert betrachtet. Die $PM_{2,5}$ -Konzentration lag während der Messperiode auf dem Brocken im Mittel zwischen 2 und 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies bestätigen beide Messverfahren. Auch für $PM_{2,5}$ fällt der Tag der höchsten Belastung auf den 26. August 2022. Hier betrug der Tagesmittelwert 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In Abbildung 55 ist der Tagesgang der Belastung mit PM_{10} und $PM_{2,5}$ auf dem Brocken dargestellt. Beide Fraktionen zeigen nur eine leichte Abhängigkeit der Schadstoffkonzentration von der Uhrzeit. Für PM_{10} gibt es einen Konzentrationsanstieg in den Morgenstunden, ein

Minimum in der Belastung am Mittag und einen weiteren Anstieg in den Nachmittags- und Abendstunden. Die Komponente $PM_{2,5}$ zeigt dagegen bis zu den Mittagsstunden eine konstante Belastung. Erst am frühen und späten Nachmittag zeigt sich ein leichter Anstieg in der Belastung. Da ein Großteil der Feinstaubbelastung auf dem Brocken auf Ferntransporte zurückzuführen ist, war eine Tageszeitabhängigkeit nicht zu erwarten. Die erhöhten Werte am Nachmittag und Abend könnten auf den Zugbetrieb der HSB zurückzuführen sein, der in den Sommermonaten gegen 11 Uhr auf dem Brocken startet und gegen 19 Uhr endet.

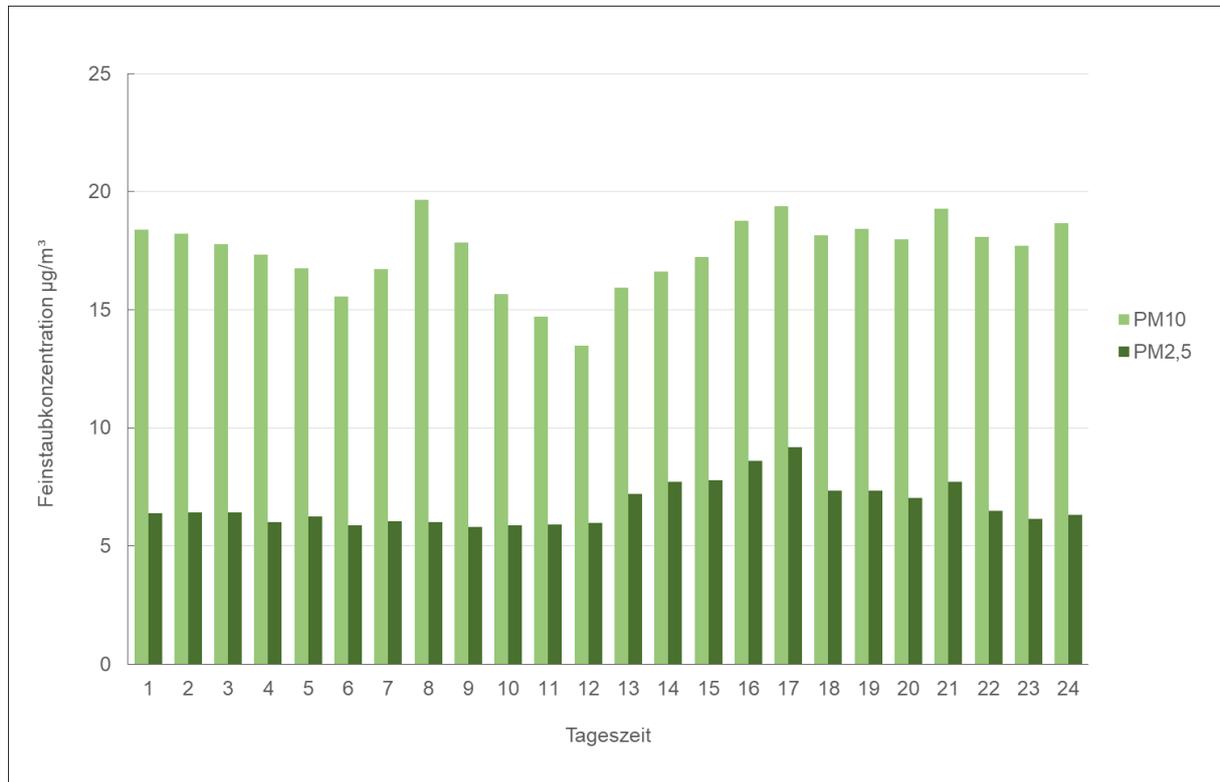


Abbildung 55: Tagesgang der Feinstaubkonzentration für die Fraktionen PM_{10} und $PM_{2,5}$.

Eine Abhängigkeit der Feinstaubkonzentration vom Zugbetrieb zeigt sich auch in den Schadstoffrosen für PM_{10} und $PM_{2,5}$, die in

Abbildung 56 dargestellt sind. Vom Standort des Messwagens und der DWD Wetterwarte befindet sich in nordöstlicher Richtung der Bahnhof der HSB. Sowohl die Komponente PM_{10} als auch $PM_{2,5}$ zeigen in Richtung 30° einen Anstieg der Schadstoffkonzentration. Vom Brockenbahnhof aus umrundet die HSB die Wetterwarte in östlicher und südlicher Richtung. Richtung Westen nimmt die Entfernung zur Trasse immer weiter zu. Ein ähnliches Bild zeigt sich in der Feinstaubbelastung. Während aus östlichen und südlichen Richtungen noch erhöhte Feinstaubwerte verzeichnet werden, nimmt die Belastung aus Richtung Westen immer weiter ab. Am geringsten ist sie aus nördlichen Richtungen.

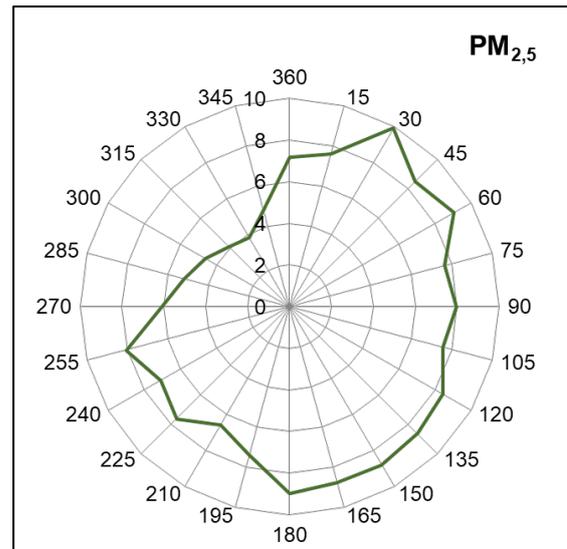
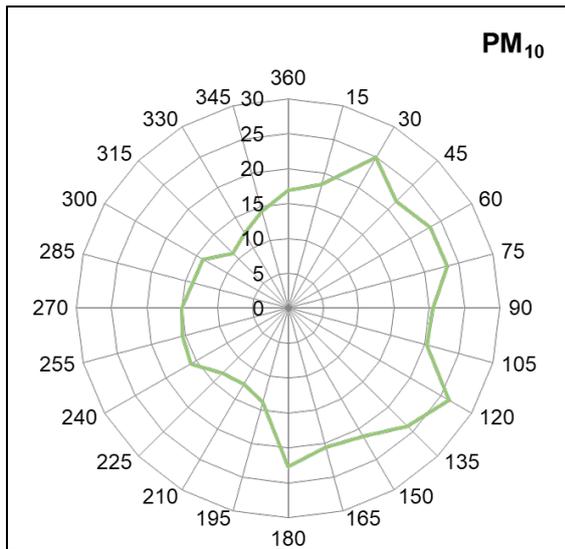


Abbildung 56: Schadstoffrosen für die Feinstaubfraktionen PM_{10} und $PM_{2,5}$.

9.2 Vergleich der Schadstoffmessungen zwischen Fahrzeug und Messstation

Im Zuge der Feinstaubmessungen auf dem Brocken wurde das Messfahrzeug auch mit zahlreichen anderen Messgeräten ausgestattet. Dabei wurden die Komponenten NO_2 , NO und O_3 sowohl vom Fahrzeug aus als auch in der Messstation gemessen. Auch die Messung der Lufttemperatur wurde sowohl am Fahrzeug als auch vom DWD vorgenommen. Im Folgenden wird die Vergleichbarkeit dieser Messungen untersucht.



Abbildung 57: Tagesmittelwerte der Ozonkonzentration im zeitlichen Verlauf für das Messfahrzeug und die Messstation auf dem Brocken.

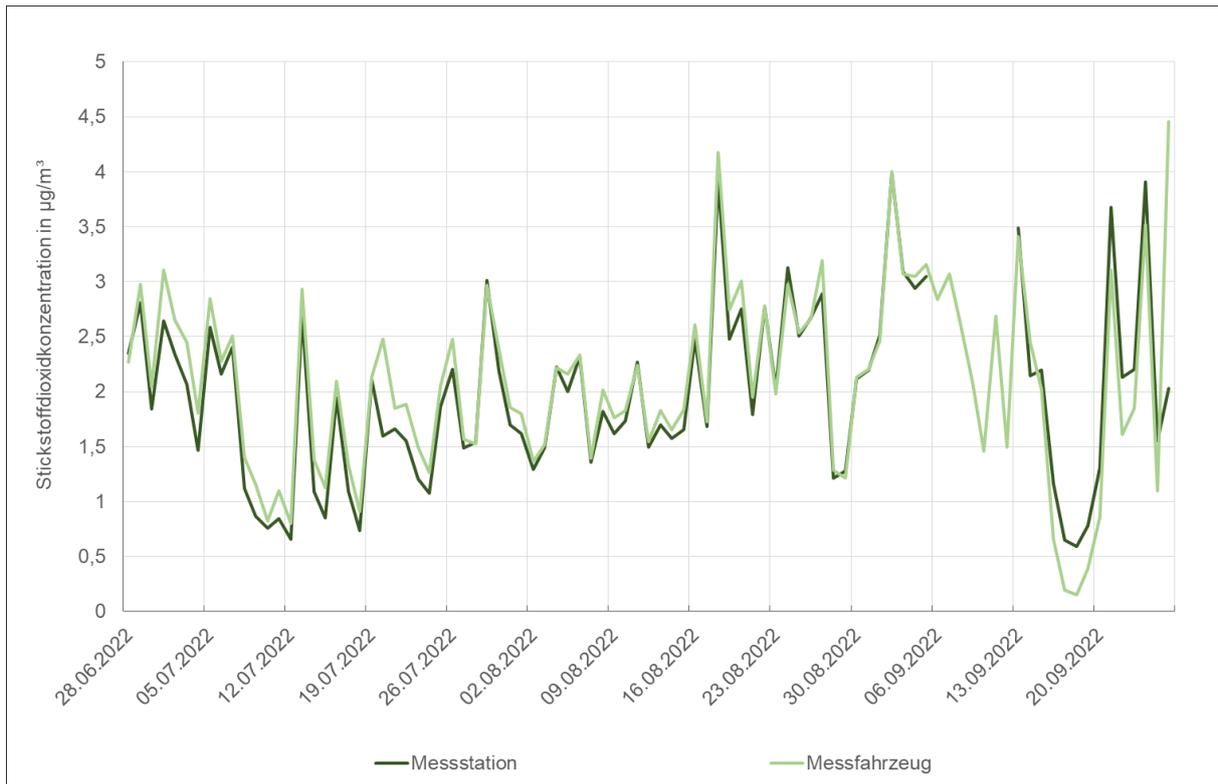


Abbildung 58: Tagesmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentration im zeitlichen Verlauf für das Messfahrzeug und die Messstation auf dem Brocken.

Die Abbildung 57 und Abbildung 58 zeigen den zeitlichen Verlauf der Tagesmittelwerte für die Schadstoffkomponenten Ozon und Stickstoffdioxid. Die Verläufe für O_3 aus der Messstation und dem Messfahrzeug sind nahezu deckungsgleich. Für NO_2 liegt die Messung am Fahrzeug zu Beginn der Messperiode leicht über der der Messstation, wobei der zeitliche Verlauf übereinstimmt. Nach einer Kalibrierung im September kehrt sich dieses Bild um. Die Differenzen liegen jedoch im Nachkommabereich und sind daher vernachlässigbar.

In Abbildung 59 ist die Gegenüberstellung der Tagesmittelwerte für die Komponenten Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid, Ozon und die Lufttemperatur als Streuplot gezeigt. Zudem wurde für jedes Datenpaar eine lineare Regression durchgeführt und die Korrelation der beiden Messreihen berechnet. Die beste Übereinstimmung zeigt sich für Ozon. Für NO und NO_2 zeichnet sich ein vergleichbares Bild ab. Leichte Differenzen in den Belastungsspitzen können durch die unterschiedliche Messhöhe und den damit verbundenen Druckeinfluss begründet sein. Am Messfahrzeug befindet sich der Messeinlass für Gase in ca. 4,3 m Höhe. Der Messeinlass für Gase an der Messstation befindet sich in der ersten Etage der Wetterwarte in ca. 5 m Höhe. Gleiches gilt für die Lufttemperatur, die beim DWD auf dem Dach⁷ der Wetterwarte gemessen wird. Trotz der geringen Differenzen ergeben sich Korrelationen zwischen 0,91 und 1 für die verglichenen Messreihen, was ein zufriedenstellendes Ergebnis ist.

⁷ Die Lufttemperatur wird in 21,8 m Höhe über Grund gemessen. Die Stationshöhe ist 1.134,68 m. Damit ergibt sich eine Gesamtmesshöhe von 1.156,48 m.

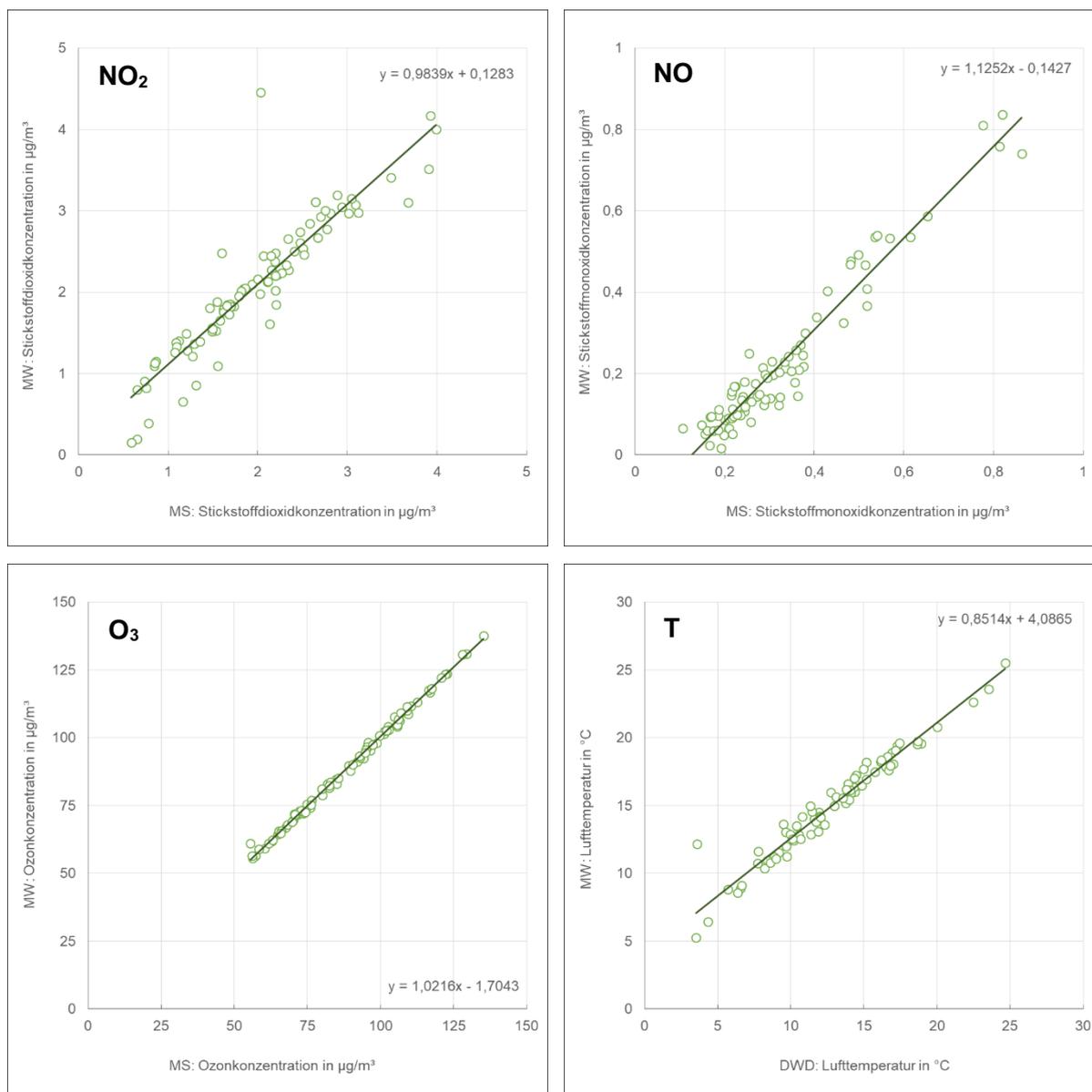


Abbildung 59: Gegenüberstellung der Tagesmittelwerte, erhoben am Messwagen und an der Messstation auf dem Brocken für Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid, Ozon und die Lufttemperatur.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Feinstaubmesskampagne auf dem Brocken mit Erfolg durchgeführt wurde. In mehreren Schritten wurde adäquate Messtechnik ermittelt, mit der die Bestimmung der Feinstaubkonzentration in den Fraktionen PM₁₀ und PM_{2,5} trotz zum Teil widriger Wetterbedingungen umsetzbar war. Trotz der Abgeschiedenheit des Gipfels fiel sogar ein Tag mit Überschreitung des PM₁₀-Tagesgrenzwerts in die Messperiode. Im Vergleich mit den Parallelmessungen in der Messstation konnten keine Qualitätsunterschiede bei der Konzentrationsbestimmung gasförmiger Schadstoffe festgestellt werden. Einer erneuten Messkampagne mit dem Messfahrzeug auf dem Brocken steht daher nichts im Weg.

9.3 Waldbrand am Brocken

Am 3. September 2022 wurde gegen 14:30 Uhr entlang des Goethewegs nahe dem Aussichtspunkt „Goethebahnhof“ ein sich ausbreitender Vegetationsbrand gemeldet. Das Feuer breitete sich vor allem entlang der Hänge des Königsbergs aus (vgl. Abbildung 60). In der Folge wurde der Brockengipfel einschließlich Bahnhof, Hotel und Gastwirtschaft bis in den späten Abend evakuiert. Am 4. September wurde der Katastrophenfall ausgerufen. Im Laufe der folgenden Woche standen auf bis zu 160 Hektar Wald, Totholz, durch die zuvor anhaltende Dürre vertrocknetes Wurzelmaterial, Gräser und Buschwerk in Flammen. Es kamen zwei italienische Löschflugzeuge und bis zu sieben Löschhubschrauber zum Einsatz. Unterstützt wurden sie von mehr als 500 Einsatzkräften am Boden.⁸ Das Gelände war schwer zugänglich. „Feuer aus“ konnte erst am 10. September gemeldet werden, nachdem die letzten Glutnester gelöscht worden sind.

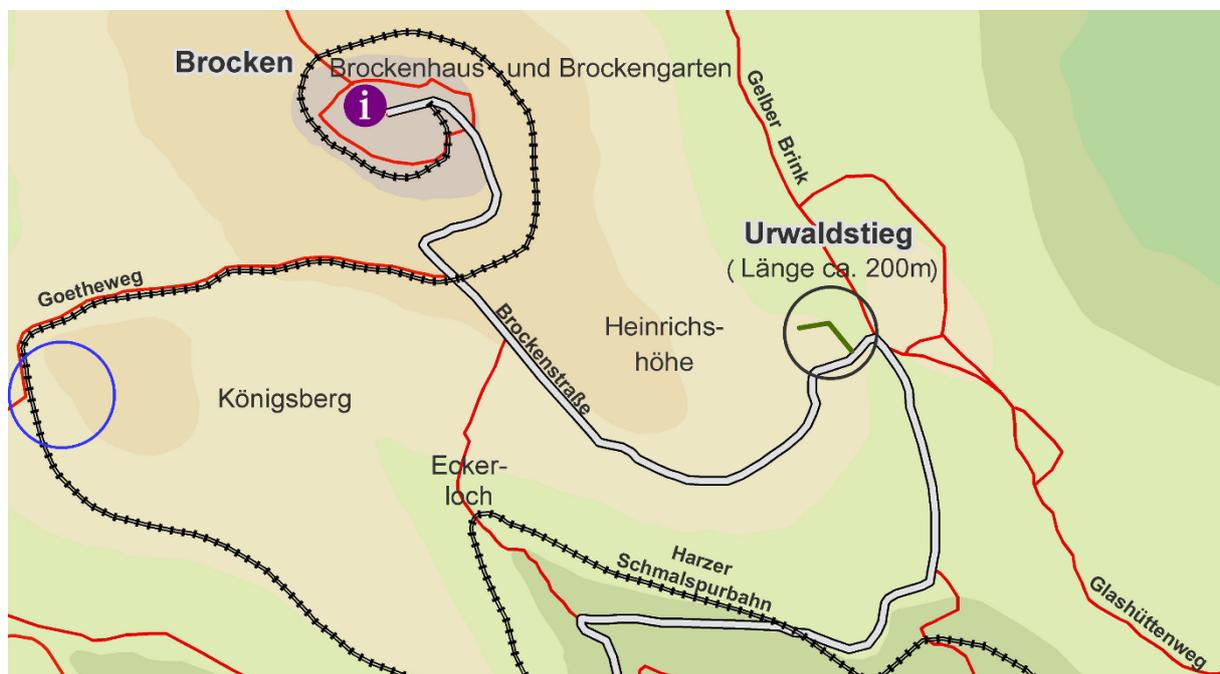


Abbildung 60: Das Feuer war am 3. September am Goetheweg in der Nähe des Aussichtspunktes Goethebahnhof ausgebrochen. Dieser nicht näher beschriebene Bereich ist mit einem blauen Kreis angedeutet (Bildquelle: Nationalpark Harz).

Das Luftmessfahrzeug des Landesamts für Umweltschutz Sachsen-Anhalt befand sich zur gleichen Zeit für eine Feinstaub Sondermesskampagne in etwa zwei Kilometer Entfernung auf dem Brockengipfel (siehe auch Abbildung 61). Bei Anströmung aus südwestlicher Richtung gäbe es demnach eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, Schadstoffkomponenten aus der Rauchgasfahne mit dem Messfahrzeug oder der im DWD Wasserturm ebenso auf dem Brockengipfel befindlichen stationären LÜSA Messstation aufzunehmen. Daher werden im Folgenden die Messdaten des betroffenen Zeitraums analysiert.

⁸ Quelle: <https://www.volksstimme.de/blaulicht/wernigerode/video-waldbrand-im-harz-feuer-im-nationalpark-grosseinsatz-feuer-wehr-am-brocken-3438427>



Abbildung 61: Löschflugzeuge der italienischen Feuerwehr bekämpfen den Waldbrand im Harz aus der Luft. Im Hintergrund sind das Brockenhotel links und die Wetterwarte des DWD rechts zu erkennen (Bildquelle: Matthias Bein / dpa). Der Standort des Luftmessfahrzeugs des LÜSA ist mit dem roten Kreis angedeutet.

Die Windverhältnisse sind in den Abbildungen Abbildung 62 und Abbildung 63 dargestellt. Der Wind wehte in der betreffenden Woche vorwiegend schwach bis frisch (zwischen 4 und 10 m/s) aus südlichen Richtungen, wobei die Windrichtungen Südost, Süd und Südwest klar überrepräsentiert waren mit insgesamt ca. 80 % relativer Häufigkeit. Im Gegensatz traten die Windrichtungen Nordwest, Nord und Nordost nur mit insgesamt 4,7 % relativer Häufigkeit auf. Der Sektor 230° bis 250° ist in Abbildung 63 hervorgehoben, da bei Anströmung aus dieser Richtung eine Beeinflussung der Schadstoffkonzentrationsmessungen am Messfahrzeug durch den Waldbrand zu erwarten ist.

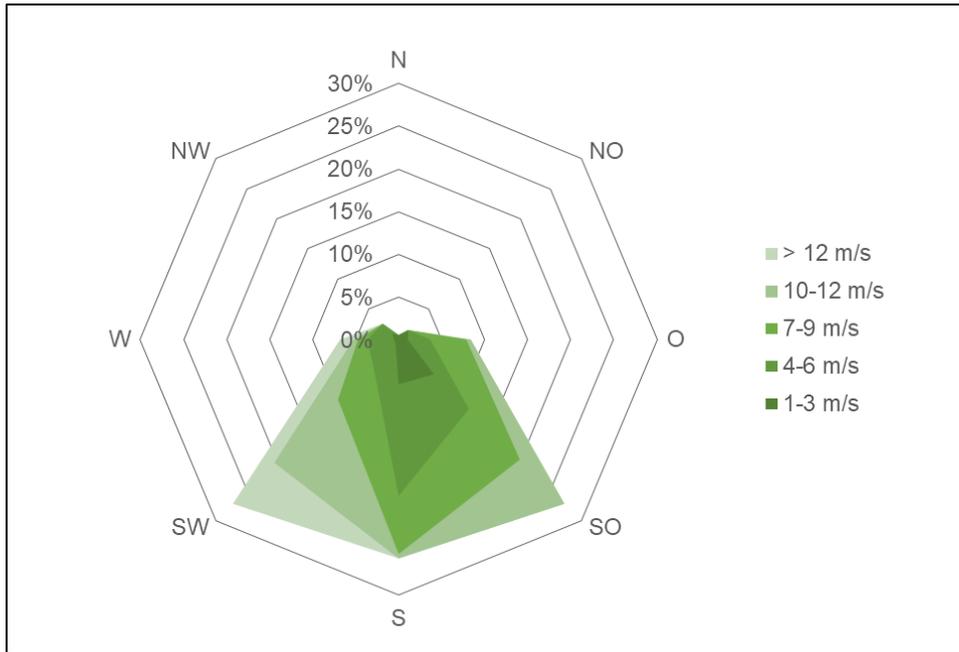


Abbildung 62: Windrose für die Messstation Brocken. Erstellt mit Stundenwerten der Windgeschwindigkeit und Windrichtung des DWD.

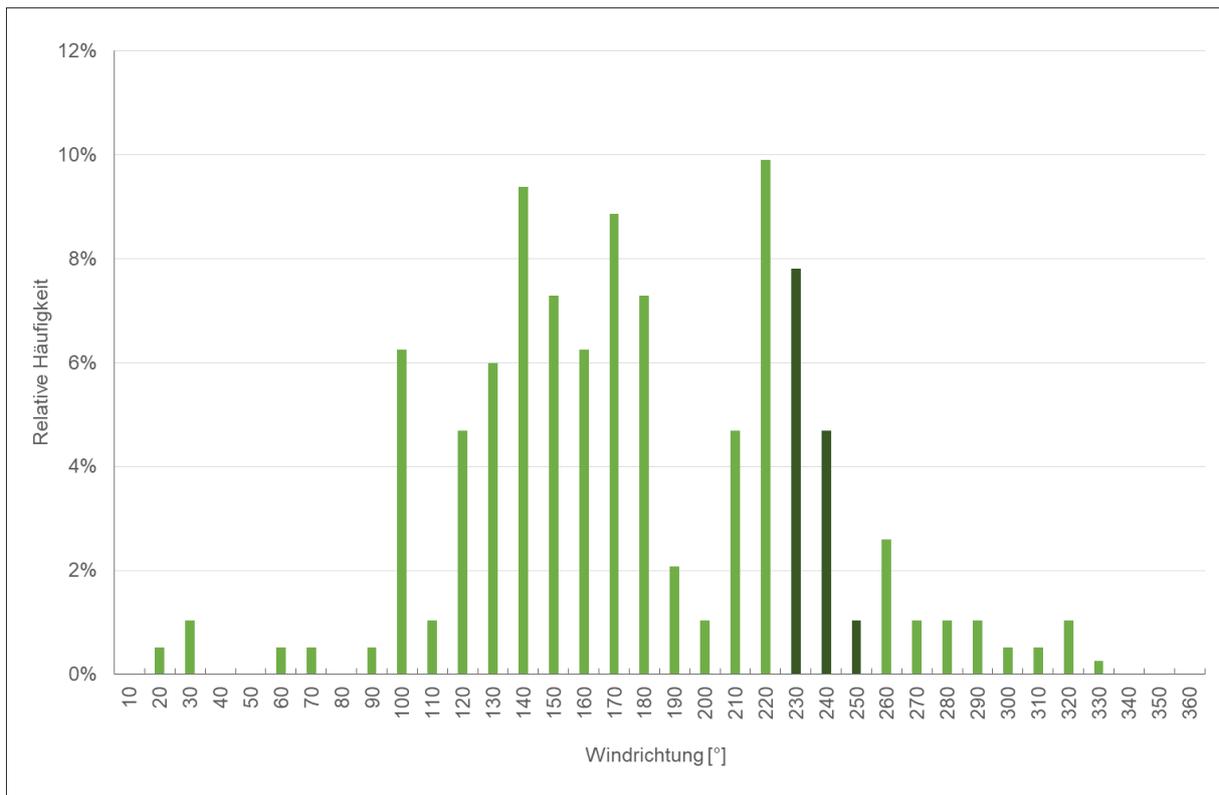


Abbildung 63: Häufigkeitsverteilung der Windrichtung für den Zeitraum 03.09. bis 10.09.2022. Erstellt mit Stundenwerten der Windrichtung des DWD.

Die Konzentrationsverläufe von Feinstaub in den Größenfraktionen PM₁₀ und PM_{2,5}, die mit dem LÜSA Messfahrzeug auf dem Brockengipfel erfasst wurden, sowie die durch den Deutschen Wetterdienst erhobene Windrichtung sind in Abbildung 64 als Zeitreihe dargestellt. Es ist zu erkennen, dass nur im Verlauf des 7. und 8. September 2022 die Windrichtung auf

Südwest drehte und den Sektor 230 bis 250° abdeckte. In den betroffenen Zeiträumen kann allerdings keine erhöhte Feinstaubkonzentration festgestellt werden. Lediglich am 8. September ist zwischen 18:30 und 21:00 Uhr ein Peak in der PM₁₀ Konzentration zu erkennen (Maximum 49,2 µg/m³), der für den ländlichen Hintergrund auffällig erscheint und nach einer Drehung des Windes auf Südwest auftrat. Allerdings ist ein solcher Peak ebenfalls an anderen LÜSA Messstationen im Harz im gleichen Zeitraum aufgenommen worden, sodass es sich auch um einen Ferntransport gehandelt haben kann. Für diesen Zeitpunkt kann ein Einfluss des Brandereignisses auf die Feinstaubmessung zumindest nicht ausgeschlossen werden. Andere Komponenten zeigen sich zu diesem Zeitpunkt aber unbeeinflusst.

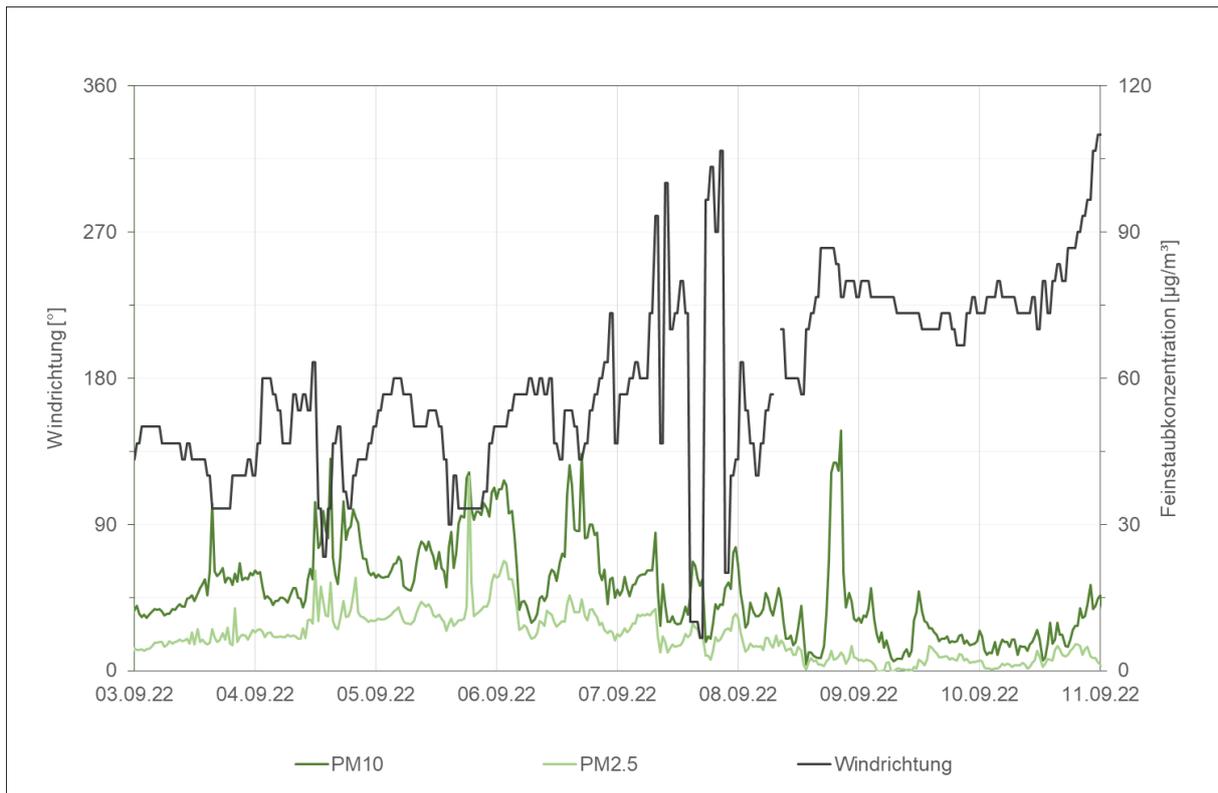


Abbildung 64: Feinstaubmessdaten des LÜSA Messfahrzeugs auf dem Brockengipfel im Brandzeitraum und Windrichtung des DWD als Halbstundenwerte.

In den Abbildungen Abbildung 65 und Abbildung 66 wird eine Zeitreihe für die Schadstoffe Kohlenmonoxid bzw. Stickoxide gezeigt. Auch hier lassen sich im entscheidenden Sektor kaum Auffälligkeiten erkennen. Lediglich in den Abendstunden des 7. Septembers ist sowohl im Verlauf der Kohlenmonoxidkonzentration (ca. 21:30 Uhr) als auch im Verlauf der Stickoxide (zwischen 19:00 und 21:00 Uhr) ein Peak zu erkennen, als der Wind auf Südwest und später auf West dreht. Auch hier ist ein Einfluss des Brandereignisses auf die Immissionsmessungen nicht ausgeschlossen. Die Konzentrationen bewegen sich aber auf einem niedrigen Niveau im Vergleich zum städtischen Hintergrund.

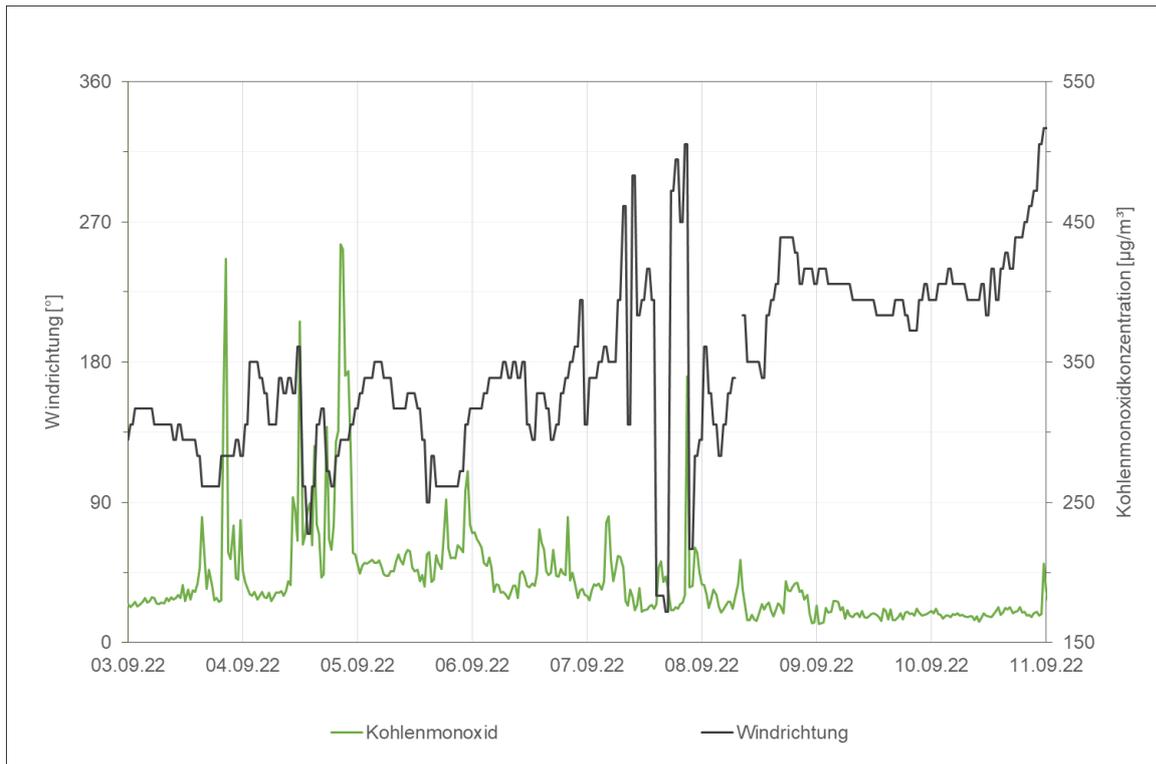


Abbildung 65: Kohlenmonoxidmessdaten des LÜSA Messfahrzeugs auf dem Brockengipfel im Brandzeitraum und Windrichtung des DWD als Halbstundenwerte.

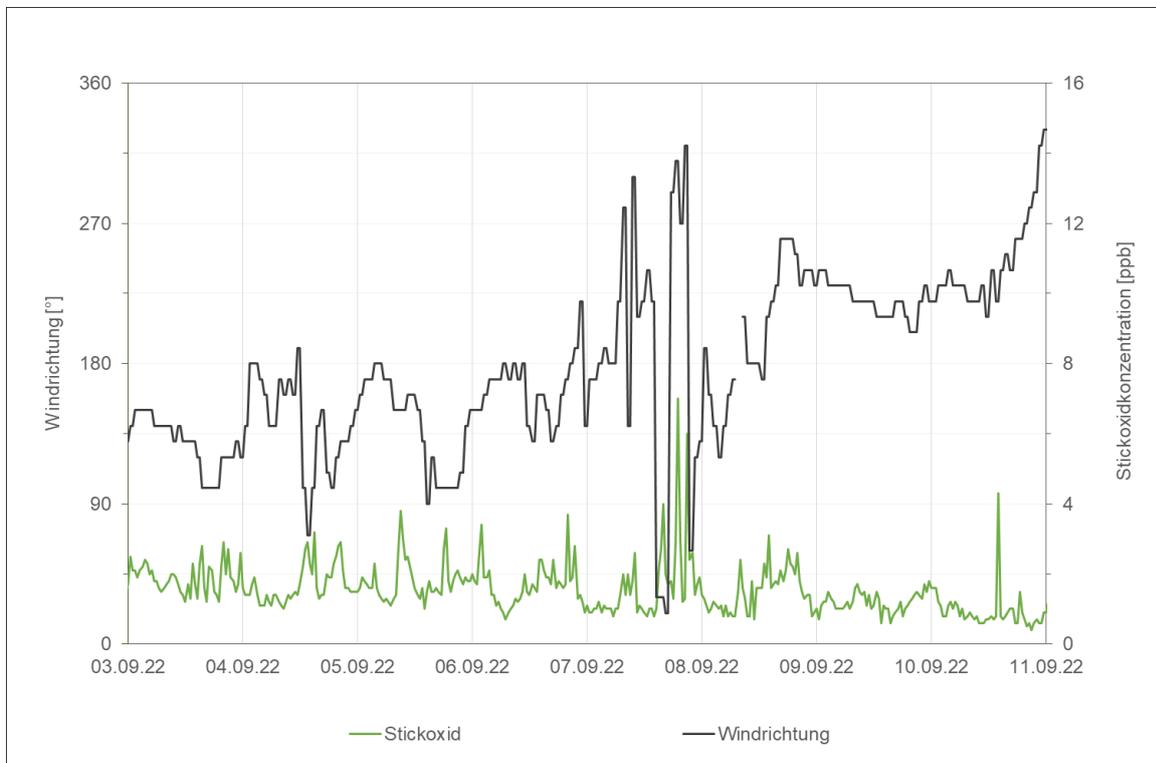


Abbildung 66: Stickoxidmessdaten des LÜSA Messfahrzeugs auf dem Brockengipfel im Brandzeitraum und Windrichtung des DWD als Halbstundenwerte.

Die aufgenommenen Messdaten wurden auch in Form von Schadstoffwindrosen ausgewertet. Dabei wird die Windrichtungsabhängigkeit verschiedener Schadstoffe geprüft. Nimmt die Konzentration in einem bestimmten Sektor zu, ist dies ein Indiz dafür, dass sich in diesem Sektor auch eine Quelle für den betrachteten Schadstoff befindet. Für das hier erörterte Szenario müssten in den Schadstoffwindrosen also erhöhte Konzentrationen im Sektor 230 bis 250° auftreten, da in diesem Bereich das Brandgeschehen stattfand. Ein solcher Zusammenhang konnte allerdings für keinen Schadstoff nachgewiesen werden. Beispielhaft sind in Abbildung 67 die Schadstoffwindrosen für PM₁₀ und Kohlenmonoxid gezeigt. Während die Konzentration von Kohlenmonoxid kaum eine Windrichtungsabhängigkeit zeigt, sind für PM₁₀ erhöhte Konzentrationen vor allem aus östlichen und südöstlichen Richtungen zu erkennen. Im Nordosten liegt der Bahnhof der Brockenbahn. Aus dieser Richtung gab es jedoch während des Brandzeitraums kaum Anströmungen, wie bereits in Abbildung 63 gezeigt wurde.

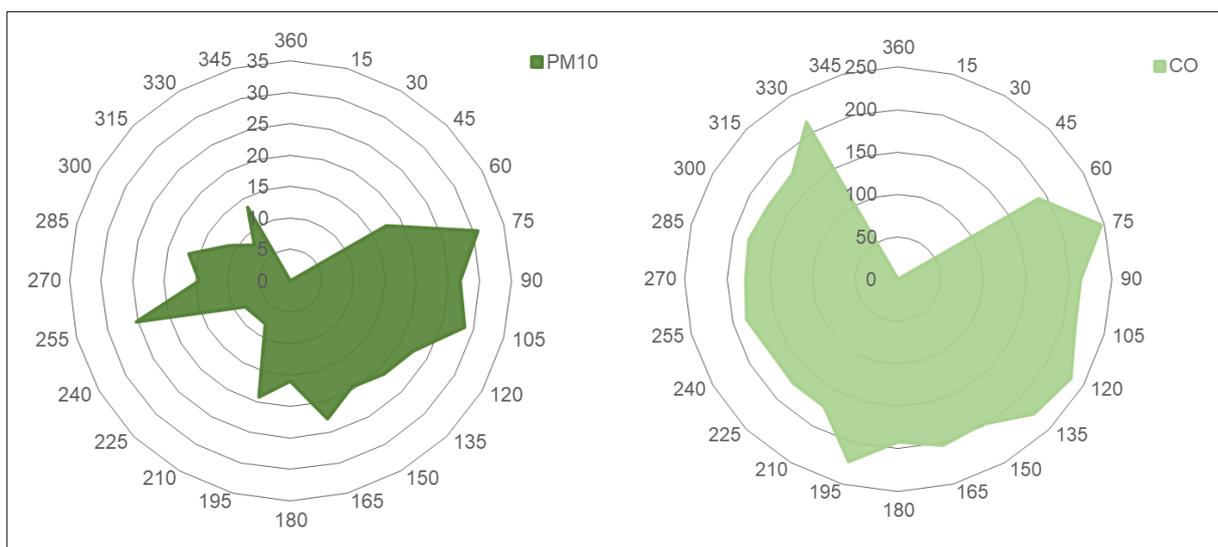


Abbildung 67: Schadstoffwindrosen für Feinstaub PM₁₀ und Kohlenmonoxid. Die Schadstoffkonzentrationen wurden vom LÜSA Messfahrzeug erhoben, die Windrichtung durch den DWD.

Östlich und südöstlich verläuft dann die Bahnstrecke ins Tal (teilweise abgeschirmt durch den DWD Wasserturm aufgrund des Stellplatzes des Messfahrzeugs). Der Personenbeförderungsbetrieb der HSB war während des Brandgeschehens zwar eingestellt. Jedoch wurde mithilfe von Kesselwagen Löschwasser zu den Einsatzstellen der Feuerwehr transportiert. Diese Zuggespanne wurden zeitweise auch von Dampfloks gezogen und mussten bis zum Gipfel fahren, um die Lokomotive umspannen zu können. Der Zugbetrieb ist daher als Feinstaubquelle nicht ausgeschlossen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Einfluss des Brandgeschehens auf die Immissionsmessungen des LÜSA als sehr gering einzuschätzen ist. Es konnten nur vereinzelt Situationen ausgemacht werden, in denen die direkte Anströmung des Messfahrzeugs zu einer Erhöhung der Schadstoffkonzentrationen geführt hat. Durch die Sperrung des Brockengipfels konnten Filterwechsel am Messfahrzeug nicht wie geplant stattfinden, sodass es zu einigen Tagen Datenausfall gekommen ist. Zudem konnte ein Defekt des Probenahmesystems an

der Messstation erst nach einer Woche behoben werden, sodass es auch dort für die gasförmigen Komponenten zu Datenausfällen gekommen ist. Die Messungen selbst waren durch den Brand jedoch zu keiner Zeit gefährdet.

10 Anhang

10.1 Tabellen

Tabelle A 1: Messstationen des LÜSA (Stand: Januar 2023)

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

Einzelmesstationen 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 2022

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/Schleinufer	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	BTEX	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 2022 in Prozent

Stationsname	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Benzol	E-Benzol	Toluol	Xylole	o-Xylol	m+p-Xylol	H ₂ S
Aschersleben		99	99			99								
Bernburg		99	99			99								
Bitterfeld/Wolfen	96	99	99		98	99		76	78	76	78	78	78	95
Brockenstation	97	98	98		97									
Burg		99	99		99	99	99							
Dessau/Roßlau		98	98			100								
Domäne Bobbe		99	99		99	99	99							
Goldene Aue (Roßla)					99	99								
Halberstadt/Paulsplan		99	99		99	99	99							
Halle/Nord		99	99		98	99	98							
Halle/Paracelsusstraße		99	99			95	95							
Halle/Riebeckplatz		97	97	97	97	96	97							
Leuna	98	99	99		98	99		94	94	94	94	94	94	98
Magdeburg/Guericke-Str.		99	99			100	100	96	96	96	96	96	96	
Magdeburg/Schleinufer		99	99	99		99								
Magdeburg/West		99	99		99	99	99	97	97	97	97	97	97	
Stendal/Stadtsee		99	99		99	99								
Unterharz/Friedrichsbrunn	97	99	99		99	99	98							
Weißenfels/Am Krug		99	99	98			93							
Wernigerode/Bahnhof	98	99	99	99	99	99								
Wittenberg/Bahnstraße		99	99		99	99								
Wittenberg/Dessauer Str.		99	99	99		99		94	94	94	94	94	94	
Zartau Waldmessstation	97	98	98		98	98								
Zeit	90				99	98								
Mittelwert	96	99	99	99	99	99	98	91	92	91	92	92	92	97

Tabelle A 4: Messstandorte der NO₂-Passivsammlermessungen

Standort	Bez.	UTM (E)	UTM (N)	Messbeginn	Messanlass
Halle/Paracelsusstraße (LÜSA-Station)	P-L	706939	5709069	2015	Referenzstandort
Dessau-Roßlau, Luchstraße 7 (Westseite)	R1	309985	5751878	2020	Untersuchung der Repräsentativität
Dessau-Roßlau, Luchstraße 26 (Ostseite)	R3	310019	5751789	2020	Untersuchung der Repräsentativität
Friedrichsschwerz	FS	697968	5715449	2020	Hintergrund
Halberstadt, Friedenstraße 6	E	641480	5750774	2008	verkehrsnahe Messung
Halle, Burgstraße 5/6	B	705083	5709698	2007	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/Riebeckplatz (LÜSA-Station)	HR	707206	5706958	07-2017	
Halle/Paracelsusstraße 10/11 (LÜSA-Station)	HP	706939	5709069	07-2017	Referenzstandort
Halle, Burgstraße 5/6	HB	705083	5709698	07-2017	
Halle, Volkmannstraße	HV	707199	5708172	07-2017	
Halle/Nord (LÜSA-Station)	HS	706780	5709213	01-2018	Referenzstandort
Magdeburg, Gr. 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
Staßfurt	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 Staubniederschlag, 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		

Standort	Bezeichnung	UTM (E)	UTM (N)	STN	Me	A/K	PAK
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		
Steißfurt, 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	
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
Cattau	BDF 33	700680	5726943	x	x	x	
Iden	BDF 18	696511	5853609	x	x	x	
Krevese	BDF 04	682120	5856946	x	x	x	
Ladeburg	BDF 28	700238	5775289	x	x	x	
Pirkau	BDF 40	720327	5668294	x	x	x	
Siptenfelde (dauerhafter Messstandort)	BDF 62	641819	5724650	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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Aschersleben	27	29	26	28	25	20	20	19
Bernburg	20	19	18	18	16	14	14	14
Bitterfeld/Wolfen	15	14	14	13	13	12	11	10
Brockenstation	2 ⁵⁾	4,4	2 ⁵⁾					
Burg	13	13	13	12	11	9,3	9,4	8,6
Dessau/Albrechtsplatz ¹⁾	21	20	18	17	16			
Dessau/Roßlau							13	13
Domäne Bobbe	8,9	9,5	9,4	8,5	7,4	7,1	7,3	6,6
Halberstadt	13	15	13	13	11	10	10	10
Halberstadt/Friedenstraße ²⁾	35	34	31	33	30	24	27	24
Halle/Merseburger Straße ³⁾	35	32	26	22				
Halle/Nord	18	18	17	18	16	14	15	13
Halle/Paracelsusstraße ⁴⁾	49	46	43	40	36	31	32	28
Halle/Riebeckplatz						18	18	17
Leuna	14	14	13	14	12	11	11	10
Magdeburg/Guericke-Straße		28	27	25	23	20	19	17
Magdeburg/Schleiufer	34	34	34	30	29	24	24	22
Magdeburg/West	18	19	18	18	16	14	14	13
Stendal/Stadtsee	11	11	10	11	10	8,9	8,8	7,8
Unterharz/Friedrichsbrunn	4,7	4,9	4,3	5,0	4,0	4,3	4,0	4,1
Weißenfels/Am Krug	18	19	16	19	15	13	12	12
Wernigerode/Bahnhof	14	15	13	14	12	10	11	11
Wittenberg/Bahnstraße	12	12	12	11	10	9,1	8,3	7,5
Wittenberg/Dessauer Straße	32	32	29	26	25	21	21	19
Zartau/Waldmessstation	6,3	7,2	6,3	6,6	6,2	5,5	5,4	4,7

(...) 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 im Jahr 2022

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	nein	nein	nein
Dessau/Roßlau	ja	nein	nein
Domäne Bobbe	ja	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	ja	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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Halberstadt, Friedensstr. 6	35	34	31	33	30	24	27	24
Halle, Burgstr. 5/6	28	30	27	31	26	20	19	19
Halle, Delitzscher Straße 20				31	28	23	24	
Halle, Freimfelder Str. 92	26	25	24	24	21	18	18	
Halle, Trothaer Str. 104a ¹⁾	33	34	31	34	29	26	25	24
Halle, Volkmannstr. 13 ¹⁾	39	45	36	32	31	28	28	25
Magdeburg, Große Diesdorfer Straße	26	26	24	24	22	19	19	16
Magdeburg, O.-v.-Guericke-Str. 48	26	26	26	24	24	19	20	18
Merseburg, B 91, Th.-Müntzer-Str.	31	32	30	31	28	22	22	21
Dessau-Roßlau, Luchstraße 7						20	20	17
Dessau-Roßlau, Luchstraße 16						18	18	
Dessau-Roßlau, Luchstraße 26						19	19	16
Friedrichsschwerz							7	6

*) 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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Brockenstation	4,5	4,7	4,1	3,8	4,0	3,0	2,6	2,8
Domäne Bobbe	11	11	11	10	8,4	7,9	8,0	7,8
Unterharz/Friedrichsbrunn	5,2	5,5	4,6	5,4	4,5	4,8	4,5	4,6
Zartau/Waldmessstation	7,2	8,3	7,6	7,7	6,8	6,2	6,0	5,4

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

	NO 2021	NO 2022	NO ₂ 2021	NO ₂ 2022
Aschersleben	17	18	20	19
Bernburg	5,3	4,9	14	14
Bitterfeld/Wolfen	2,1	2,4	11	10
Brocken	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	2 ¹⁾	2 ¹⁾
Burg	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	9,4	8,6
Dessau/Roßlau	5,8	5,5	13	13
Domäne Bobbe	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	7,3	6,6
Halberstadt	2,4	2,7	10	10
Halle/Nord	3,0	2,5	15	13
Halle/Paracelsusstraße	25	19	32	28
Halle/Riebeckplatz	6,6	6,6	18	17
Leuna	2,0	1,7	11	10
Magdeburg/Guericke-Straße	7,7	6,6	19	17
Magdeburg/Schleiufer	17	15	24	22
Magdeburg/West	2,5	2,6	14	13
Stendal/Stadtsee	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	8,8	7,8
Unterharz/Friedrichsbrunn	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	4,0	4,1
Weißenfels/Am Krug	5,0	5,2	12	12
Wernigerode/Bahnhof	2,1	2,0	11	11
Wittenberg/Bahnstraße	1,4	0,7 ¹⁾	8,3	7,5
Wittenberg/Dessauer Straße	21	18	21	19
Zartau/Waldmessstation	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	5,4	4,7

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

Tabelle A 15: Jahresmittelwerte PM₁₀ in µg/m³

Messstation	Methode 2021	Methode 2022	2021	2022
Aschersleben	C	C	18	19
Bernburg	A	A	16	16
Bitterfeld/Wolfen	A	A	15	15
Burg	C	C	15	15
Dessau/Roßlau	A	A	16	16
Domäne Bobbe	C	C	15	15
Goldene Aue (Roßla)	A	A	12	13
Halberstadt/Friedenstraße	C	C	21	20
Halberstadt/Paulsplan	A	A	13	13
Halle/Nord	A	A	15	15
Halle/Paracelsusstraße	C	C	25	23
Halle/Riebeckplatz	C	C	17	16
Leuna	A	A	14	15
Magdeburg/Guericke-Straße	C	C	19	19
Magdeburg/Schleinufer	A	A	(18)	18
Magdeburg/West	A	A	15	14
Stendal/Stadtsee	A	A	13	13
Unterharz/Friedrichsbrunn	A	A	10	10
Wernigerode/Bahnhof	A	A	13	14
Wittenberg/Bahnstraße	A	A	14	14
Wittenberg/Dessauer Straße	C	C	18	18
Zartau/Waldmessstation	A	A	11	11
Zeitz	A	A	15	16

(...) 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

Schutzziel: menschliche Gesundheit

Bezugszeit: Jahr

Grenzwert: 40 µg/m³ (gültig ab 01.01.2005)

Jahr	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Aschersleben ¹⁾	23	21	20	23	20	19	18	19
Bernburg	19	18	17	19	16	16	16	16
Bitterfeld/Wolfen	18	17	16	19	15	15	15	15
Burg ¹⁾	18	16	15	17	15	14	15	15
Dessau/Albrechtsplatz ⁴⁾	19	19	18	19	16			
Dessau/Roßlau							16	16
Domäne Bobbe ¹⁾	19	16	16	19	15	15	15	15
Goldene Aue (Roßla) ²⁾	15	15	14	16	13	11	12	13
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	25	25	21	24	21	21	21	20
Halberstadt/Paulsplan	16	16	15	17	13	12	13	13
Halle/Merseburger Straße ¹⁾³⁾	22	21	20	25				
Halle/Nord	19	18	18	21	16	15	15	15
Halle/Paracelsusstraße ¹⁾	30	28	26	27	23	23	25	23
Halle/Riebeckplatz ¹⁾						17	17	16
Leuna	17	16	16	18	15	14	14	15
Magdeburg/Guericke-Straße ¹⁾		21	21	24	20	18	19	19
Magdeburg/Schleiufer	23	22	22	23	20	19	(18)	18
Magdeburg/West	18	18	17	19	15	14	15	14
Stendal/Stadtsee	16	17	15	16	14	13	13	13
Unterharz/Friedrichsbrunn	12	11	11	13	10	10	10	10
Wernigerode/Bahnhof	17	16	16	17	14	13	13	14
Wittenberg/Bahnstraße	18	18	17	19	15	14	14	14
Wittenberg/Dessauer Straße ¹⁾	23	22	20	22	19	18	18	18
Zartau/Waldmessstation	15	13	13	14	12	11	11	11
Zeitz	16	16	16	19	15	15	15	16

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

1) Gravimetrie

2) Messbeginn 30.01.2015

3) Messende 12/2018, Station abgebaut

4) 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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Aschersleben ¹⁾	17	7	12	12	5	2	6	3
Bernburg	7	4	12	7	3	1	3	2
Bitterfeld/Wolfen	4	4	10	6	4	0	2	0
Burg ¹⁾	7	5	7	1	1	1	2	0
Dessau/Albrechtsplatz ⁴⁾	7	5	12	7	4			
Dessau/Roßlau							5	1
Domäne Bobbe	7	4	8	8	2	2	1	0
Goldene Aue (Roßla) ²⁾	2	3	7	4	1	0	0	1
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	19	13	14	12	9	4	9	3
Halberstadt/Paulsplan	8	6	7	5	1	0	2	0
Halle/Merseburger Straße ¹⁾³⁾	12	7	15	22				
Halle/Nord	9	6	11	13	3	2	1	1
Halle/Paracelsusstraße ¹⁾	30	19	23	21	6	6	12	5
Halle/Riebeckplatz ¹⁾						1	3	1
Leuna	6	4	10	5	2	0	1	1
Magdeburg/Guericke-Straße ¹⁾		6	12	8	7	2	5	3
Magdeburg/Schleiufer	12	5	15	8	4	4	6	1
Magdeburg/West	9	5	10	4	3	1	1	0
Stendal/Stadtsee	5	5	5	1	2	0	1	1
Unterharz/Friedrichsbrunn	1	3	4	1	0	0	0	0
Wernigerode/Bahnhof	7	5	5	3	1	0	1	1
Wittenberg/Bahnstraße	7	4	11	5	1	1	3	0
Wittenberg/Dessauer Straße ¹⁾	16	6	12	8	1	1	5	0
Zartau/Waldmessstation	4	4	6	1	1	0	0	0
Zeit	5	5	7	6	1	1	1	2

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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Burg	12	11	11	12	10	9	10	10
Domäne Bobbe	13	13	13	13	10	9	10	10
Halberstadt/Paulsplan		10	11	13	10	8	8	9
Halle/Merseburger Straße ¹⁾	14	14	13	15				
Halle/Nord	13	13	13	14	11	10	10	10
Halle/Paracelsusstraße	19	19	k. A. ²⁾	15 ³⁾	12 ³⁾	12 ³⁾	13 ³⁾	12 ³⁾
Halle/Riebeckplatz						10	10	10
Magdeburg/Guericke-Straße		14	15	k. A. ⁴⁾	k. A. ⁴⁾	11	12	k. A. ⁴⁾
Magdeburg/Schleiufer ³⁾		14	13	14	10	9	11	10
Magdeburg/West	13	13	13	14	11	9	10	10
Unterharz/Friedrichsbrunn	9	9	8	9	7	6	6	6
Weißenfels/Am Krug	13	13	12	14	10	(9)	(9)	10

(...) 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

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

Messstation	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Burg	16	15	15	17	14	14	15	14
Domäne Bobbe	17	18	16	18	15	14	14	14
Halberstadt/Paulsplan		16	15	17	13	12	13	13
Halle/Merseburger Straße ¹⁾	21	20	19	23				
Halle/Nord	19	18	18	21	16	15	15	15
Halle/Paracelsusstraße	30	27	k. A. ²⁾	26	22	23	24	23
Halle/Riebeckplatz						15	15	16
Magdeburg/Guericke-Straße		20	21	24	20	18	19	19
Magdeburg/Schleiufer		22	22	23	20	19	(18)	19
Magdeburg/West	18	18	17	19	15	14	15	13
Unterharz/Friedrichsbrunn	12	11	11	13	10	10	10	10

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

- 1) Messende 12/2018, Station abgebaut
- 2) messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %

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

Messstation	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Burg	75	73	73	71	67	64	67	71
Domäne/Bobbe	76	72	72	72	67	64	71	71
Halberstadt/Paulsplan		63	73	76	77	67	62	69
Halle/Merseburger Straße ¹⁾	67	70	68	65				
Halle/Nord	68	72	72	67	69	67	67	67
Halle/Paracelsusstraße	63	70	k. A. ²⁾	58	52	52	52	52
Halle/Riebeckplatz						67	67	63
Magdeburg/Guericke-Straße		70	71	k. A. ³⁾	k. A. ³⁾	61 ⁴⁾	67	k. A. ³⁾
Magdeburg/Reuter-Allee ⁵⁾	k. A. ⁶⁾							
Magdeburg/Schleiufer ⁵⁾		64	59	61	50	47	61	56
Magdeburg/West	72	72	76	74	73	64	67	71
Unterharz/Friedrichsbrunn	75	82	73	69	70	60	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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Burg	25	27	27	29	33	36	33	29
Domäne/Bobbe	24	28	28	28	33	36	29	29
Halberstadt/Paulsplan		38	27	24	23	33	38	31
Halle/Merseburger Straße ¹⁾	33	30	32	35				
Halle/Nord	32	28	28	33	31	33	33	33
Halle/Paracelsusstraße	37	30	k. A. ²⁾	42	48	48	48	48
Halle/Riebeckplatz						33	33	38
Magdeburg/Guericke-Straße		30	29	k. A. ³⁾	k. A. ³⁾	39 ⁴⁾	33	k. A. ³⁾
Magdeburg/Schleiufer ⁵⁾		36	41	39	50	53	39	44
Magdeburg/West	28	28	24	26	27	36	33	29
Unterharz/Friedrichsbrunn	25	18	27	31	30	40	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
M205 2022	0,10	0,17	0,27	0,11	0,09	0,07	0,20	0,24	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
M002 2022	0,20	-	-	0,21	0,31	-	0,33	0,30	0,12
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
HERP 2022*	0,10	-	-	0,09	0,13	-	0,16	0,13	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

Messstation / Jahr	BaA	CHR	BbF	BkF	BaP	DBahA	BghiP	INP	COR
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
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
BUCO 2022	0,12	0,18	0,29	0,12	0,12	0,09	0,20	0,26	0,09

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 2021	Burg 2022	Wittenberg 2021	Wittenberg 2022	Bobbe 2021	Bobbe 2022
Arsen (ng/m ³)	6 (39. BImSchV)	0,27	0,26	0,41	0,40	0,25	0,25
Blei (µg/m ³)	0,5 (39. BImSchV)	0,0042	0,0029	0,0066	0,0053	0,029	0,029
Kadmium (ng/m ³)	5 (39. BImSchV)	0,09	0,08	0,11	0,13	0,07	0,11
Chrom (ng/m ³)	17 (LAI)	0,75	1,10	2,55	2,94	0,89	1,11
Mangan (µg/m ³)	0,15 (WHO)	0,0032	0,0037	0,0056	0,0065	0,0039	0,0042
Nickel (ng/m ³)	20 (39. BImSchV)	0,44	0,40	0,71	0,66	0,51	0,38
Vanadium (ng/m ³)	20 (LAI)	0,39	0,38	0,46	0,44	0,42	0,38

Tabelle A 24: Jahresmittelwerte O₃ in µg/m³

Messstation	2021	2022	Messstation	2021	2022
Bitterfeld/Wolfen	49	54	Leuna	49	54
Brockenstation	75	78	Magdeburg/West	49	53
Burg	50	55	Stendal/Stadtsee	51	56
Domäne Bobbe	51	57	Unterharz/Friedrichsbrunn	53	57
Goldene Aue (Roßla)	45	50	Wernigerode Bahnhof	55	60
Halberstadt	52	55	Wittenberg/Bahnstraße	49	55
Halle/Nord	47	48	Zartau/Waldmessstation	49	52
Halle/Riebeckplatz	46	51	Zeitz	45	50

(...) 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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bitterfeld/Wolfen	4	0	0	1	1	0	0	0
Brocken	4	0	0	2	1	0	0	0
Burg	4	0	0	0	2	0	0	0
Domäne Bobbe	4	1	0	0	0	0	0	0
Goldene Aue (Roßla)	2	0	0	1	0	0	0	0
Halberstadt	1	0	0	1	2	0	0	0
Halle/Nord	4	1	0	1	1	0	0	0
Halle/Riebeckplatz						0	0	0
Leuna	4	1	0	2	0	0	0	0
Magdeburg/West	3	0	0	1	1	0	0	0
Stendal/Stadtsee	2	0	0	0	1	0	0	0
Unterharz/Friedrichsbrunn	2	0	0	1	1	0	0	0
Wernigerode/Bahnhof	0	0	0	0	2	0	0	0
Wittenberg/Bahnstraße	6	2	0	2	1	0	0	0
Zartau/Waldmessstation	(2)	0	0	0	1	1	0	0
Zeitz	3	1	0	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	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Mittel 2020 - 2022
Bitterfeld/Wolfen	12	45	28	13	6	17	12
Brocken	18	66	44	31	17	23	24
Burg	6	44	27	18	8	18	15
Domäne Bobbe	10	44	31	19	10	15	15
Goldene Aue (Roßla)	7	43	25	15	5	14	11
Halberstadt	7	38	22	3	7	10	7
Halle/Nord	6	38	22	7	4	6	6
Halle/Riebeckplatz				4	2	4	3
Leuna	11	49	23	12	5	12	10
Magdeburg/West	4	40	23	11	8	15	11
Stendal/Stadtsee	3	34	25	15	9	15	13
Unterharz/Friedrichsbrunn	8	51	33	19	7	15	14
Wernigerode/Bahnhof	5	38	19	13	5	11	10
Wittenberg/Bahnstraße	11	48	26	15	6	20	14
Zartau/Waldmessstation	0	22	22	6	8	7	7
Zeit	8	40	31	15	4	14	11

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	2018	2019	2020	2021	2022
Bitterfeld/Wolfen	16780	17595	15864	15262	16327
Brockenstation	19874	19587	18376	17328	17760
Burg	17295	16942	15165	14304	15731
Domäne Bobbe	16194	17020	15910	14991	16175
Goldene Aue (Roßla)	14208	14104	12736	12227	12954
Leuna	17276	17231	15559	14681	15375
Unterharz/Friedrichsbrunn	14547	15842	15001	15083	15979
Zartau/Waldmessstation	12016	11467	9927	9532	11370

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

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

Ozon	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bitterfeld/Wolfen	63	48	32	99	68	45	30	62
Brockenstation	84	81	63	130	88	85	51	80
Burg	66	49	30	88	68	54	30	67
Domäne Bobbe	57	53	24	84	68	56	29	61
Goldene Aue (Roßla)	51	40	25	85	55	44	23	56
Halberstadt	56	41	31	76	49	30	28	58
Halle/Nord	55	42	22	88	58	41	25	29
Halle/Riebeckplatz						28	15	26
Leuna	65	49	37	95	64	47	28	57
Magdeburg/Damaschkeplatz								
Magdeburg/West	48	44	26	73	60	48	28	59
Stendal/Stadtsee	57	49	25	81	70	45	29	59
Unterharz/Friedrichsbrunn	52	35	33	100	71	52	29	64
Wernigerode/Bahnhof	53	42	26	83	49	42	26	62
Wittenberg/Bahnstraße	73	57	40	106	74	56	35	71
Zartau/Waldmessstation	(44)	43	11	51	54	25	29	54
Zeitz	57	45	32	86	55	51	16	55

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

Tabelle A 29: Jahresmittelwerte BC in µg/m³

Messstation	2019	2020	2021	2022
Halle/Nord		0,53	0,68	0,72
Halle/Paracelsusstraße		1,21	1,46	1,07
Magdeburg/Schleinufer	1,45	1,22	1,16	1,09
Magdeburg/West	0,76	0,67	0,70	0,67
Zartau/Waldmessstation	0,47	0,40	0,43	0,40

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

Messstation	Benzol 2021	Benzol 2022	Toluol 2021	Toluol 2022	Xylole 2021	Xylole 2022
Bitterfeld/Wolfen	(0,6)	(0,5)	(1,1)	(1,0)	(0,5)	(0,5)
Leuna	0,5	0,5	1,0	0,9	0,6	0,5
Magdeburg/Guericke-Str.	(0,5)	0,5	(0,8)	0,9	(0,8)	0,8
Magdeburg/West	0,5	0,4	0,7	0,8	0,7	0,7
Wittenberg/Dessauer Str.	0,9	0,8	1,5	1,6	1,2	1,4

(...) 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 2021	Eben 2022	mp-Xyl 2021	mp-Xyl 2022	o-Xyl 2021	o-Xyl 2022
Bitterfeld/Wolfen	(0,1)	(0,1)	(0,4)	(0,3)	(0,2)	(0,1)
Leuna	0,1	0,1	0,5	0,4	0,1	0,1
Magdeburg/Guericke-Str.	(0,1)	0,1	(0,6)	0,6	(0,2)	0,2
Magdeburg/West	0,1	0,1	0,5	0,5	0,2	0,1
Wittenberg/Dessauer Str.	0,3	0,3	0,9	1,0	0,3	0,4

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

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

Messstation	2021	2022
Bitterfeld/Wolfen	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Brockenstation	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Leuna	3,0	3,9
Unterharz/Friedrichsbrunn	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Wernigerode/Bahnhof	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Zartau/Waldmessstation	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Zeit	1,2 ¹⁾	3,8

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

Tabelle A 33: Kritische Werte für SO_2 zum Schutz der Vegetation (Kalenderjahr)

Komponente: Schwefeldioxid in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Wert: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Wertigkeit: Grenzwert gültig ab 19.07.2001

Jahr	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
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: Achtstundenmittelwerte (Maximum/Jahr) COKomponente: Kohlenmonoxid in mg/m³

Schutzziel: menschliche Gesundheit

Bezugszeit: 8 h

Wert: 10 mg/m³ - höchster Achtstundenmittelwert (stündlich gleitend) pro Jahr

Wertigkeit: Grenzwert gültig ab 01.01.2005

Messstation	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bitterfeld/Wolfen	0,9	0,7	1,2	0,5		
Halle/Merseburger Straße ^{*)}	1,3	0,9				
Halle/Riebeckplatz				0,7	0,7	0,8
Magdeburg/Schleinufer	1,7	1,0	1,2	1,0	0,8	1,0
Stendal/Stadtsee	0,9	1,1	0,9	0,8		
Weißenfels/Am Krug	1,1	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8
Wernigerode/Bahnhof	1,1	0,9	1,7	1,1	1,0	1,0
Wittenberg/Dessauer Straße	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	1,1

*) Messende 12/2018, Station abgebaut

Tabelle A 36: Jahresmittelwerte CO in mg/m³

Messstation	2021	2022
Halle/Riebeckplatz	0,2	0,2
Magdeburg/Schleinufer	0,3	0,3
Weißenfels/Am Krug	0,2	0,2
Wernigerode/Bahnhof	0,3	0,2
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
2022	270	25

Tabelle A 38: Jahresmittelwerte H₂S in µg/m³

Messstation	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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 2020–2022

Stationäre Messstandorte (außer BDF)

Standort	2020	2021	2022	max. Monatsmittelwert 2022
Amsdorf	0,12	0,14	0,12	0,22
Bernburg	0,06	0,07	0,07	0,10
Bitterfeld/Wolfen	0,04	0,04	0,04	0,08
Burg	0,03	0,03	0,04	0,11
Colbitz	0,05	0,06	0,05	0,11
Deuben, Holzberg	0,08	0,08	0,05	0,12
Deuben, OT Naundorf	0,07	0,06	0,07	0,11
Drei Annen Höhe	0,07	[0,10]	0,09	0,16
Großkayna	0,04	0,05	0,05	0,16
Halberstadt	0,03	0,07	0,04	0,08
Halle, Riebeckplatz	0,12	0,12	0,11	0,30
Halle, Reideburger Str.	0,05	0,09	0,06	0,09
Hettstedt, An der Brache	0,05	0,05	0,05	0,14
Hettstedt, Berggrenze	0,08	0,06	0,09	0,19

Standort	2020	2021	2022	max. Monatsmittelwert 2022
Hettstedt, Schloßstr.	0,05	0,09	0,05	0,09
Kapenmühle	0,10	0,13	0,12	0,22
Karsdorf	0,07	0,12	0,08	0,24
Latdorf	0,07	0,06	0,09	0,31
Leuna (LÜSA-Station)	0,03	0,04	0,04	0,07
Leuna, AVA	0,10	0,05	0,04	0,07
Magdeburg, Wallonerberg	0,06	0,06	0,06	0,17
Magdeburg, Rothensee	0,05	0,05	0,05	0,14
Osterwieck	0,02	0,07	0,05	0,11
Petersberg	0,09	0,07	0,16	0,12
Rübeland	0,09	[0,13]	0,14	0,25
Schkopau	0,05	0,06	0,05	0,10
Siptenfelde	0,02	0,03	0,05	0,15
Steißfurt	0,10	0,09	0,10	0,22
Stendal	0,05	0,03	0,04	0,09
Thießen	0,12	0,16	0,07	0,25
Unterharz/Friedrichsbrunn	0,06	0,03	0,04	0,10
Weißenfels	0,04	0,05	0,05	0,18
Wernigerode	0,02	0,03	0,04	0,07
Wittenberg, Bahnstr.	0,04	0,04	0,04	0,09
Wittenberg-Piesteritz	0,12	0,11	0,05	0,10
Zartau	0,04	0,05	0,05	0,13
Zeitz	0,04	0,07	0,05	0,11
Zorbau	0,05	0,08	0,04	0,10

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

BDF-Messstandorte

Standort	2020	2021	2022	max. Monatsmittelwert 2022
Krevese			0,06	0,17
Iden			0,08	0,38
Ladeburg			0,05	0,10
Cattau			0,05	0,18
Pirkau			0,14	0,43
Siptenfelde	0,02	0,03	0,05	0,15

Tabelle A 40: Jahresmittelwerte von Metallgehalten des Staubniederschlags in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ im Jahr 2022

Stationäre Messstandorte (außer BDF)

Standort/ Bezeichnung	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
KAP	0,2	0,09	0,4	1,0	4,7	76,7	1,5	1,5	0,2	0,01	0,8	19,3
BTF-C1	0,4	0,04	0,3	2,2	5,1	17,3	2,0	2,2	0,3	0,01	1,4	15,9
COL	0,2	0,04	0,1	0,9	2,5	87,5	0,9	1,7	0,2	0,01	0,8	11,8
HHM 111/1	0,3	0,04	0,2	1,5	3,8	13,1	0,9	2,0	0,2	0,01	1,0	14,1
HHM 113	0,5	0,07	0,3	2,3	5,0	21,9	1,5	9,0	0,4	0,01	1,6	25,1
NEB 03	0,6	0,04	0,3	1,9	4,8	23,4	1,1	2,9	0,3	0,03	1,5	16,5
ZZ-C1	0,3	0,06	0,2	1,5	3,6	13,5	1,1	2,5	0,3	0,01	1,0	16,4
WSF 6	1,4	0,05	0,5	1,3	5,1	14,1	1,2	4,6	0,3	0,01	1,0	23,5
ZOB	0,3	0,04	0,2	1,2	2,8	14,1	0,8	1,7	0,3	0,01	1,0	10,3
HAL 34	0,7	0,04	0,3	2,0	5,7	19,5	1,4	3,5	0,4	0,01	1,4	27,3
HAL -V	0,5	0,05	0,4	6,9	19,2	31,2	3,0	5,3	1,4	0,02	1,9	57,6
HBS-C1	0,3	0,05	0,3	2,0	5,1	20,3	1,5	2,8	0,3	0,01	1,5	22,9
HBS 5	0,3	0,05	0,2	1,3	2,1	17,9	0,9	2,0	0,2	0,01	1,5	13,0
QLB-C3	0,3	0,03	0,3	1,1	2,2	16,2	0,9	1,4	0,1	0,01	1,0	12,5
DAH	0,4	0,10	0,4	1,5	3,6	61,6	1,2	2,0	0,2	0,03	1,4	16,5
WR-C1	0,3	0,04	0,2	1,6	5,7	18,0	1,2	2,5	0,3	0,01	1,3	17,6
WR 18	0,9	0,08	0,4	2,0	3,0	72,5	1,5	2,2	0,3	0,06	2,1	23,3
BRG-C1	0,3	0,03	0,2	1,3	3,5	16,2	1,0	2,2	0,2	0,01	0,9	12,6
MD 01	0,3	0,04	0,2	2,4	11,4	21,1	1,1	3,3	0,4	0,01	1,4	24,3
ROT	4,0	0,08	0,2	1,7	6,7	16,7	1,0	2,4	0,3	0,01	0,9	22,2
EIL 41	0,9	0,12	0,5	3,9	14,3	42,7	2,3	9,1	0,7	0,03	3,1	41,8
HET 08	1,3	0,18	0,6	2,0	55,2	26,9	2,0	24,6	0,4	0,04	2,2	44,0
HET 05	6,9	1,81	1,8	3,4	135,6	46,9	3,8	156,4	1,2	0,27	4,6	227,4
HET 45	0,6	0,14	0,6	1,8	51,7	22,0	2,1	12,9	0,3	0,03	1,7	44,2
MER-C4	0,3	0,04	0,2	1,7	4,4	14,8	1,1	2,4	0,3	0,01	1,3	14,7
MER 100	0,3	0,06	0,2	1,2	3,5	14,0	1,1	2,2	0,5	0,01	0,9	14,3
SK 13	0,3	0,07	0,3	1,7	6,5	20,0	1,3	3,6	0,4	0,01	1,1	22,4
LEU	0,4	0,05	0,2	1,3	3,2	12,4	1,2	2,0	0,3	0,01	0,8	12,3
PET 8	0,5	0,04	0,2	1,4	3,1	28,5	0,9	2,0	0,2	0,02	1,2	11,0
BBG -C1	0,5	0,06	0,4	3,3	11,0	24,9	1,8	3,8	1,0	0,02	2,0	44,8
BBG 07	0,6	0,06	0,3	1,7	3,8	22,7	1,2	3,1	0,2	0,02	1,7	16,8
STF	0,7	0,04	0,3	2,0	3,2	26,0	1,3	2,2	0,2	0,02	2,1	12,9
ZAR	0,2	0,04	0,1	0,9	2,3	26,2	0,9	1,5	0,2	0,01	0,9	9,5
SDL-C2	0,2	0,04	0,2	1,1	3,4	14,3	0,7	1,9	0,2	0,01	0,9	14,6
PIE	0,3	0,04	0,2	3,3	6,0	24,6	1,2	2,5	0,9	0,01	1,3	41,7
WB-C1	0,3	0,04	0,2	1,8	8,7	16,2	0,9	2,5	0,4	0,01	1,1	13,3

Standort/ Bezeichnung	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
THI	0,3	0,05	0,2	1,2	4,1	19,9	0,7	2,0	0,2	0,01	1,0	15,4
BDF 62	0,4	0,04	0,2	1,2	2,2	17,3	0,9	1,7	0,2	0,01	1,2	9,0

*) 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 04	0,2	0,03	0,1	1,0	2,9	24,3	0,8	1,6	0,1	0,01	1,0	11,1
BDF 18	0,3	0,05	0,2	1,2	4,3	17,9	0,8	1,5	0,1	0,01	1,1	16,2
BDF 28	0,3	0,04	0,2	1,8	2,8	19,2	1,0	1,9	0,2	0,01	1,7	10,2
BDF 33	0,4	0,04	0,2	1,4	3,5	19,3	1,0	2,0	0,2	0,02	1,4	19,6
BDF 40	0,9	0,06	0,7	4,0	32,8	113,1	2,4	2,2	0,3	0,03	3,7	64,8

Tabelle A 41: Jahresmittelwerte von Anionen und Kationen in kg/(ha*a) im Jahr 2022

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}
Krevese	5,3	0,2	7,4	5,3	1,9	6,1	3,2	2,3	1,5	0,5	6,4
Iden	5,8	0,2	6,8	4,3	1,0	4,4	3,4	1,3	1,9	0,6	5,0
Ladeburg	5,4	0,9	7,2	6,1	1,3	4,7	2,9	2,0	3,0	0,7	5,3
Cattau	4,7	0,2	5,6	6,8	2,7	9,1	2,5	5,9	2,8	0,7	8,3
Pirkau	4,6	2,2	8,8	11,8	3,5	8,4	2,7	2,5	6,6	1,0	8,5
Siptenfelde	7,1	0,2	8,6	5,9	1,0	3,2	4,2	1,2	2,8	0,8	4,4

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)	4,2	0,2	8,3	5,6	0,5	3,5	2,1	2,3	4,5	0,6	4,6
Kapenmühle	4,0	0,2	7,1	4,3	0,6	4,1	2,2	3,8	2,5	0,7	4,8
Zartau	6,5	0,2	8,7	5,1	0,9	4,7	3,3	1,5	2,9	0,6	5,6
Piesteritz	6,4	0,3	11,2	7,7	0,8	18,5	4,0	1,0	3,2	0,6	16,9
Thießen	5,1	0,2	9,2	10,2	11,7	19,6	3,1	7,4	5,8	1,2	17,3

Bewertung des Eintrages in Ökosysteme (LWF-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)	3,3	0,2	7,9	5,1	0,3	3,0	1,8	1,5	3,8	0,5	4,1
Colbitz	5,0	0,2	7,0	4,3	0,8	3,9	2,9	1,8	1,8	0,6	4,6
Drei Annen Hohe	8,3	0,2	10,6	7,2	3,0	8,8	5,2	2,7	3,8	0,9	9,3
Wittenberg	4,0	0,2	8,2	5,5	1,3	6,5	2,1	3,3	4,8	1,2	6,9
Zartau	5,6	0,2	8,2	5,1	1,1	5,1	3,3	1,5	1,8	0,6	5,8

Auswertung von Nassdepositionen (Wet-Only-Sammler)

Standort/ Bezeichnung	CL-	NO2-	NO3-	SO42-	HPO42-	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Nges
Halle (LAU)	2,0	0,1	6,0	3,5	0,1	2,9	1,2	0,5	1,3	0,3	3,6
Weißenfels	1,8	0,1	5,8	3,3	0,1	3,0	1,1	0,3	1,1	0,2	3,6

Tabelle A 42: pH-Wert, Leitfähigkeit und Niederschlag im Jahr 2022 (Wet-Only-Sammler)

Standort/ Bezeichnung	pH-Wert	Leitfähigkeit in $\mu\text{S/cm}$	Niederschlag in mm
Halle (LAU)	5,3	13,7	355
Weißenfels	5,4	13,1	342

Tabelle A 43: Jahresmittelwerte von PCDD/F und dl-PCB [in pg I-TEQ/(m²d)] sowie dl-PCB-Leitkongenere [in ng/(m²d)] im Jahr 2022

	HET 45	MER 100	ZOB	LEU	ROT	STF	BBG 7	HAL 34	ZAR
PCDD/F in pg WHO-TEQ/(m ² d) (WHO 2005)	1,40	2,49	0,42	0,76	0,75	0,92	0,52	0,73	0,41
dl-PCB in pg WHO-TEQ/(m ² d) (WHO 2005)	0,30	0,13	0,07	0,13	0,32	0,13	0,17	0,14	0,10
Summe (PCDD/F, dl-PCB) in pg WHO-TEQ/(m ² d) (WHO 2005)	1,70	2,61	0,49	0,89	1,07	1,05	0,69	0,87	0,51
PCB-Leitkongenere (Ballschmitter) in ng/(m ² d)	1,9	1,2	1,3	1,1	2,5	1,6	1,8	1,1	2,0

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	2022
BaA	29,8	23,3	24,0	35,6	31,5	27,2	15,7	52,5	110,1	14,6	9,8	17,9
BbF				19,1	16,0	27,1	16,8	59,0	98,9	14,6	13,2	22,9
BjF				21,8	26,3	15,3	6,5	19,5	52,4	9,9	9,9	13,7
BkF	22,0	13,9	23,5	21,0	19,3	13,6	6,7	25,8	44,4	7,7	5,8	8,8
BaP	35,5	25,6	32,0	34,1	31,1	23,6	13,8	50,2	105,1	15,5	9,6	16,9
INP	22,8	21,9	32,0	30,7	28,8	13,0	9,0	28,7	43,9	9,3	6,6	12,0
DB(ah)A				12,7	6,3	1,1	2,3	12,8	17,9	2,2	1,8	3,5
BghiP	28,9	23,5	30,7	25,6	31,4	17,8	11,7	36,8	53,2	11,2	9,3	14,9
COR	12,5	8,7	8,4	7,0	9,5	5,6	3,7	12,4	13,9	2,9	3,3	4,9
Summe PAK 2004/107/EG	141	99	152	141	128	97	57	198	368	58	47	79
Summe PAK 2004/850/EG	128	92	147	127	122	92	53	183	345	56	45	74

10.2 Abbildungen

Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt

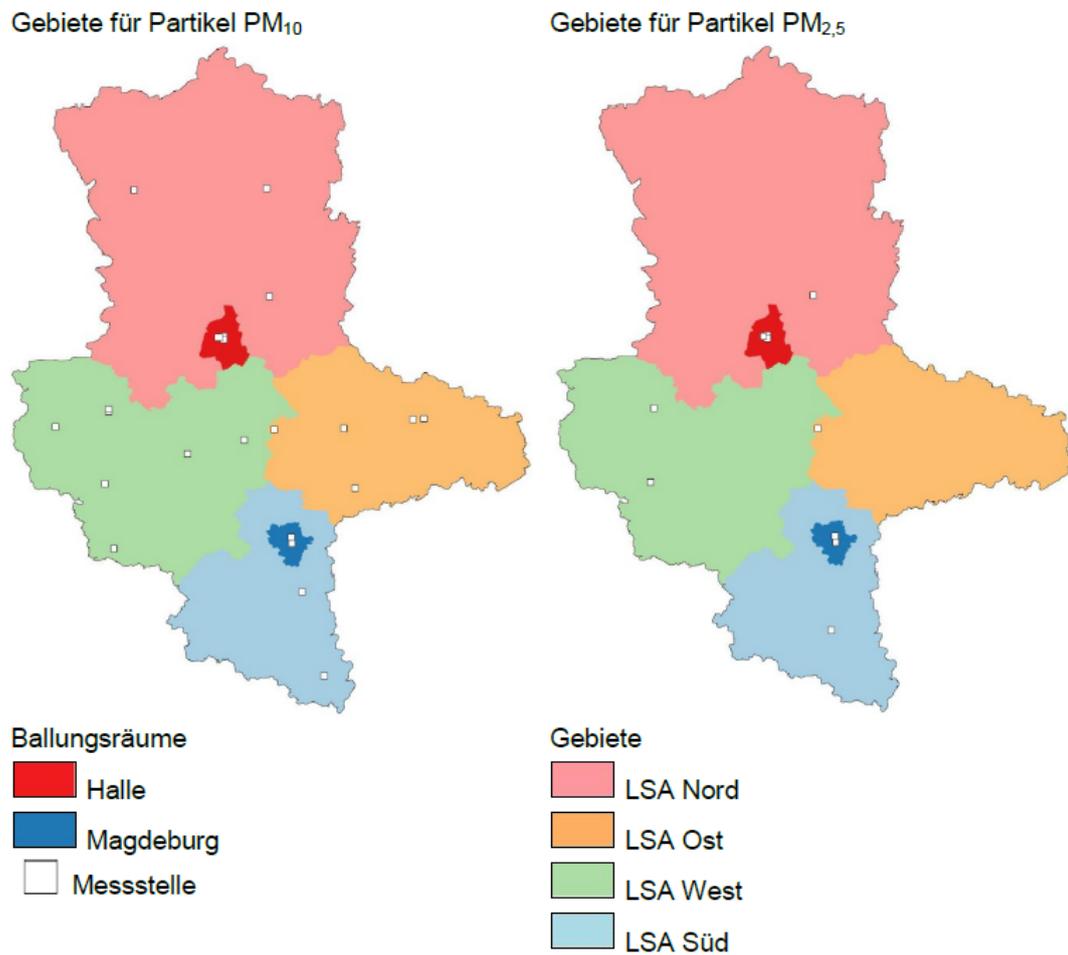


Abbildung A 1: Gebietseinteilung für Partikel (PM₁₀, PM_{2,5})⁹

⁹ ATKIS-DVG © GeoBasis-DE / LVermGeo LSA [2019/75005]. Es gelten die Nutzungsbedingungen des LVermGeo LSA.

Gebiete für Stickstoffdioxid (NO₂)

Gebiete für Ozon (O₃)

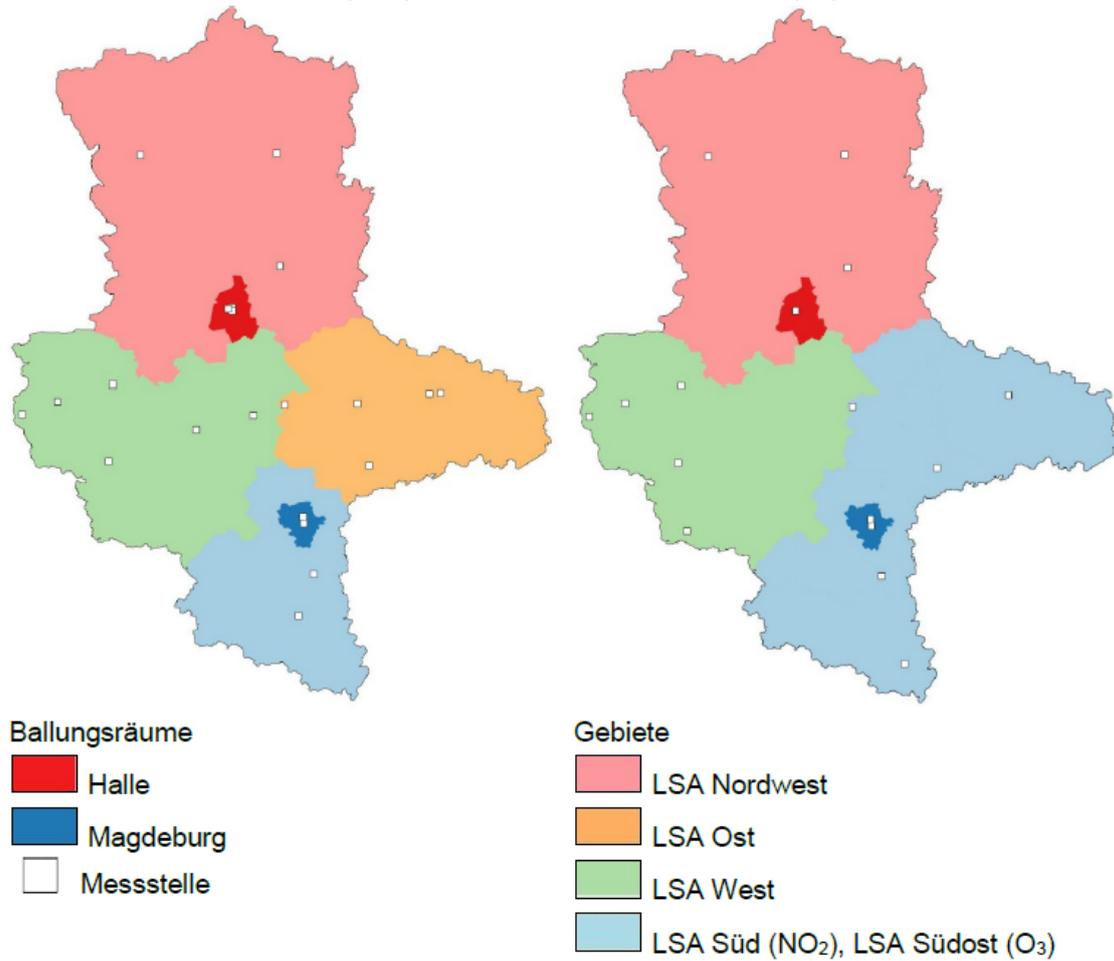
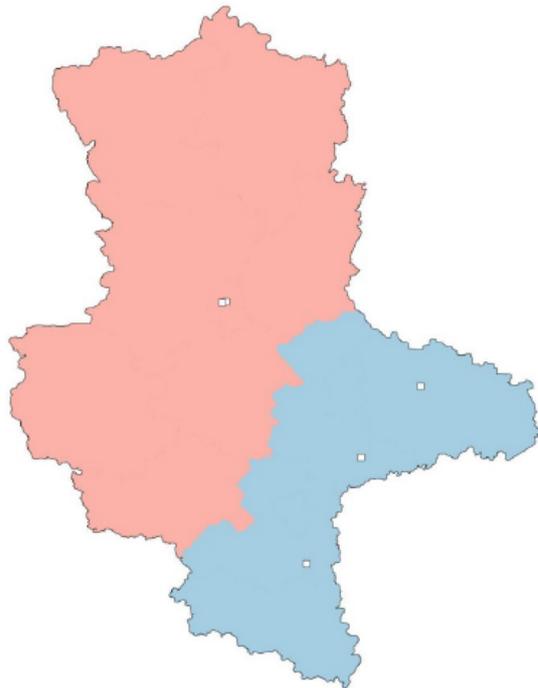


Abbildung A 2: Gebietseinteilung für Stickstoffdioxid und Ozon

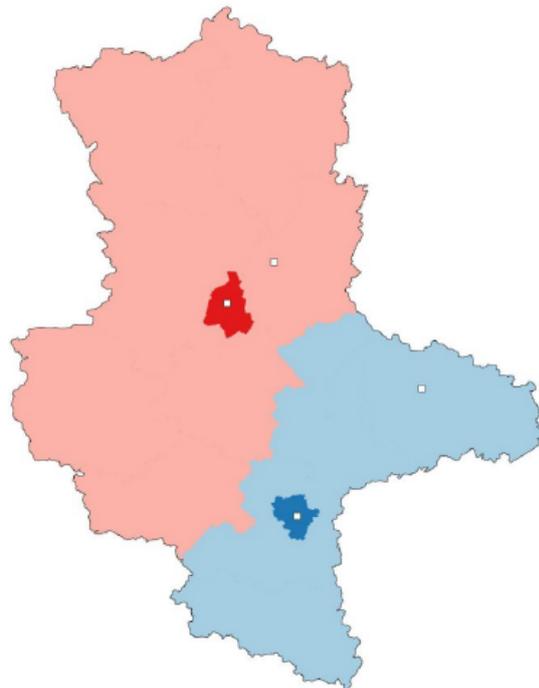
Gebiete für Benzol



Ballungsräume



Gebiete für Benzo(a)pyren



Gebiete

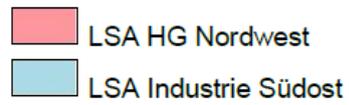


Abbildung A 3: Gebietseinteilung für Benzol und Benzo(a)pyren

Gebiete für Kohlenmonoxid (CO)

Gebiete für Schwefeldioxid (SO₂)

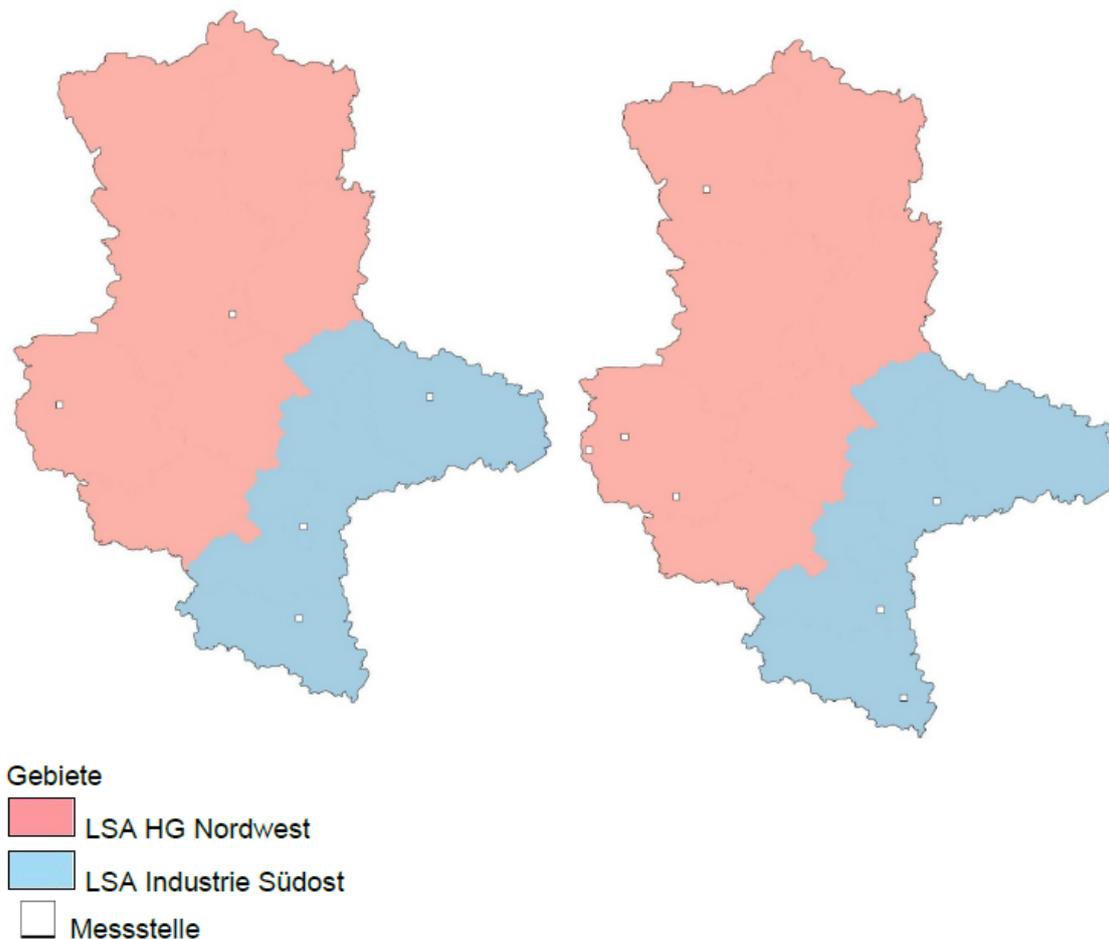


Abbildung A 4: Gebietseinteilung für Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid

Gebiete für Schwermetalle und Arsen

Gebiete Ökosysteme

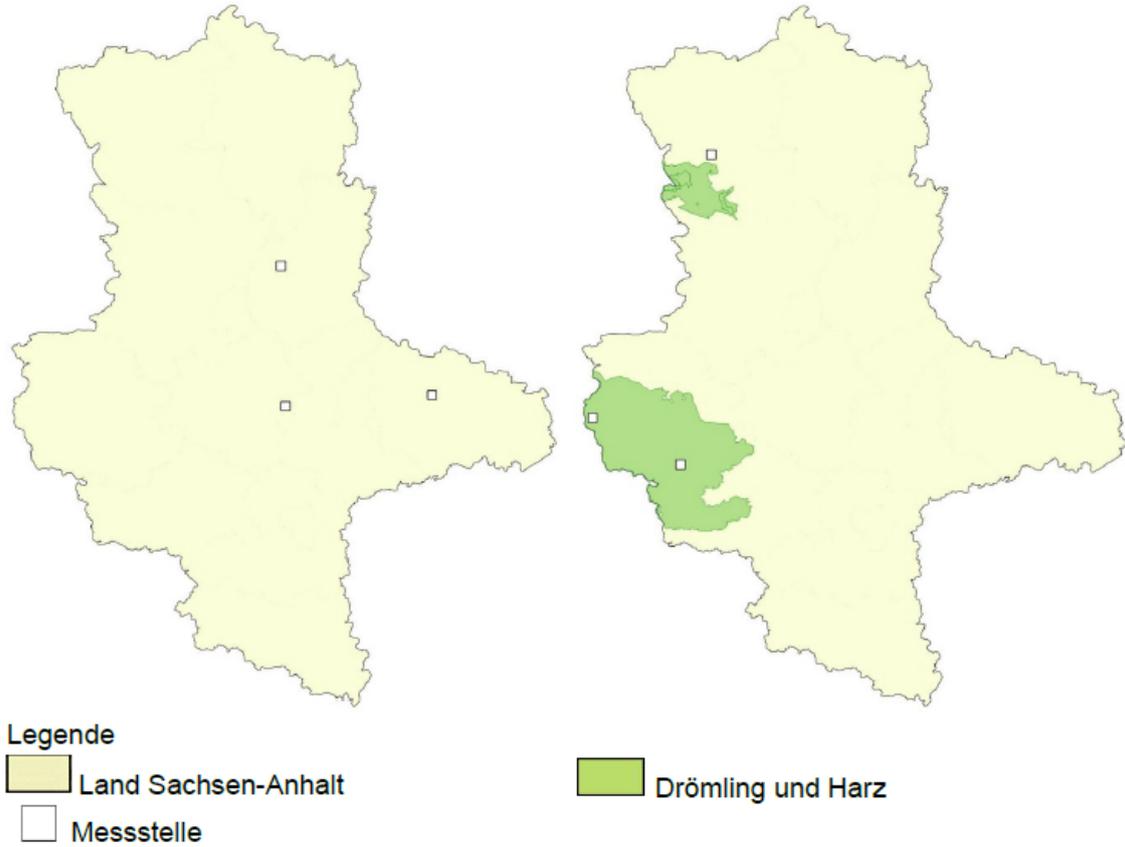


Abbildung A 5: Gebietseinteilung für Schwermetalle und Arsen sowie Ökosysteme

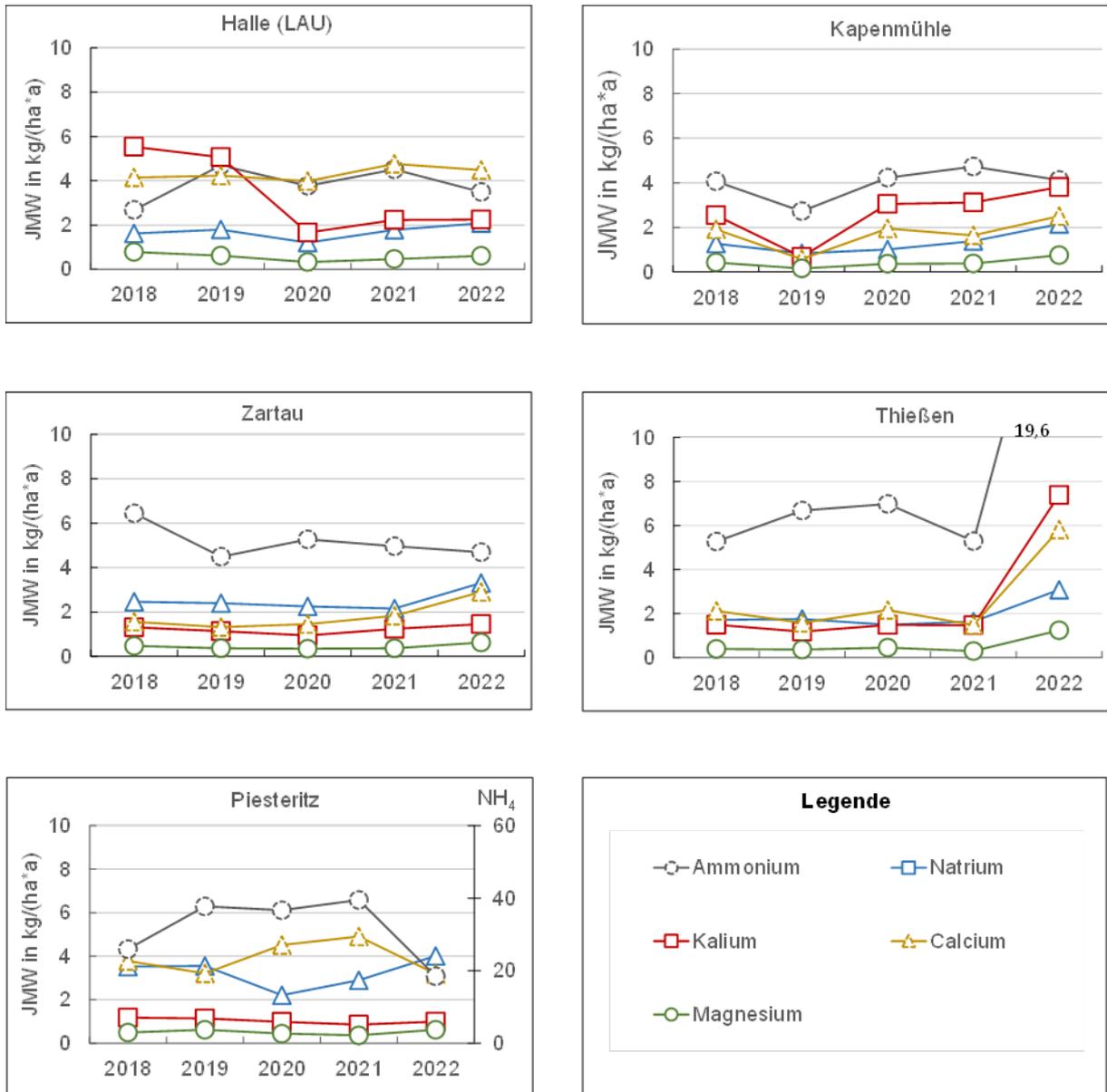


Abbildung A 6: Depositionsmessungen von Kationen mit Eigenbrodt-Sammlern

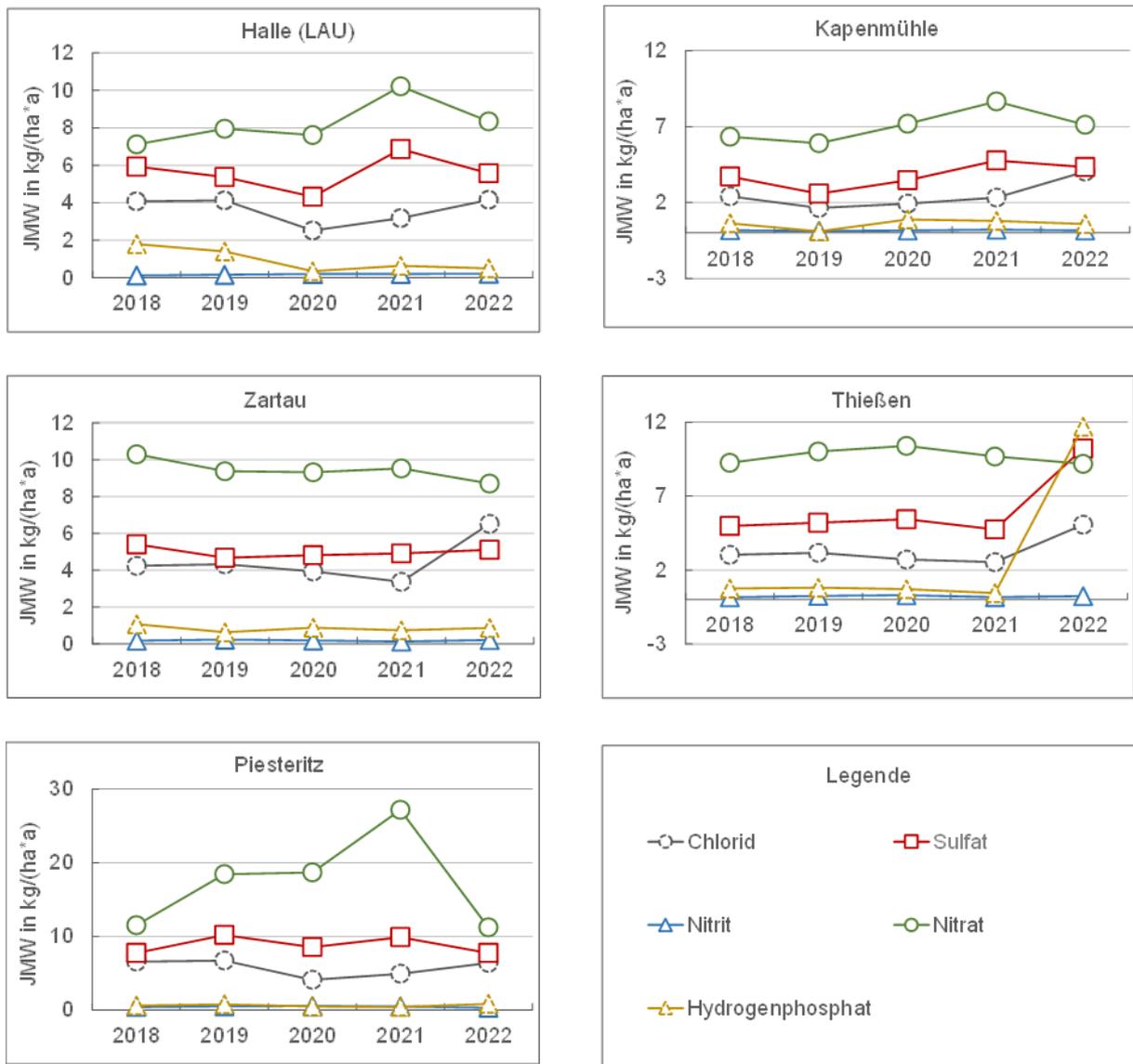


Abbildung A 7: Depositionsmessungen von Anionen mit Eigenbrodt-Sammlern

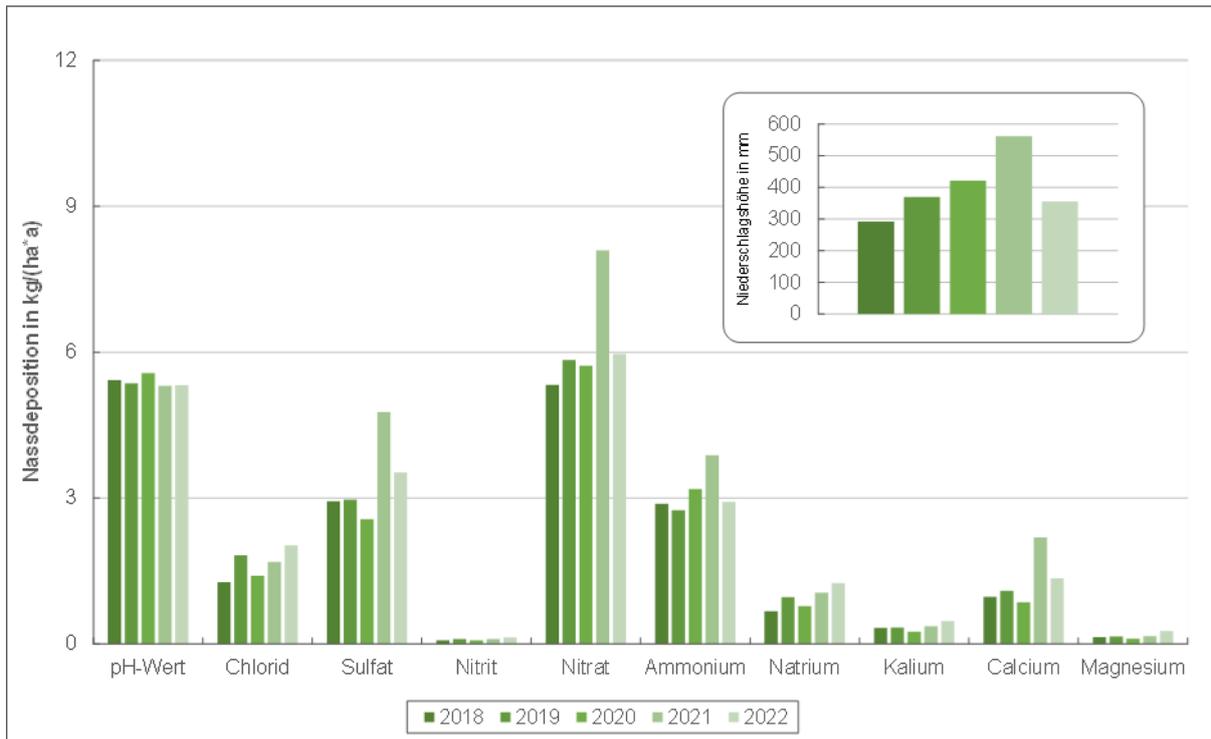


Abbildung A 8: Stoffeintrag durch Nassdeposition (Wet-Only-Sammler) an der Station Halle (LAU)



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, Kadmium, 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, Kadmium, 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 zum Schutz der menschlichen Gesundheit - Nr. 4.2.1

Stoff/Stoffgruppe	Konzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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
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 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, 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	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	100	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Cadmium	6	g/(ha*a)	1,6	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	2	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Nickel	100	g/(ha*a)	27	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	15	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Quecksilber	1,5	g/(ha*a)	0,4	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	1	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Arsen	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	4	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Thallium	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	2	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Benzo(a)pyren	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	0,5	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
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/(m ² d)
Staubniederschlag	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	0,35	g/(m ² d)

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 $0,1 \mu\text{m}$ können durch ihren aerodynamischen Durchmesser (d_{ae})¹⁰

¹⁰ Der d_{ae} eines Teilchens beliebiger Form, chemischer Zusammensetzung und Dichte ist gleich dem Durchmesser einer Kugel mit der Dichte ein Gramm pro Kubikzentimeter ($1 \text{ g}/\text{cm}^3$), welche in ruhender oder wirbelfrei strömender Luft dieselbe Sinkgeschwindigkeit hat wie das betrachtete Teilchen.

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.

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = 20 % Reduktion, AEI = 13 - < 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = 15 % Reduktion, AEI = 8,5 - < 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = 10 % Reduktion).

Als Ausgangswert für das Jahr 2010 wurde für Deutschland ein AEI von 16,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Deutschland hat dieses Ziel für das Jahr 2020 mit 11,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sicher eingehalten. Der AEI für das Jahr 2021 (Mittelwert der Jahre 2020, 2021 und 2022) 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, 2023).

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. (2023). *Luftqualität 2022 - vorläufige Auswertung*. Dessau-Roßlau.
- World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Executive summary. Geneva: World Health Organization; Licence: CCBY-NC-SA3.0 IGO.