

Immissionsschutzbericht Luftqualität 2018

Sachsen-Anhalt



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Umweltschutz



Impressum

Herausgeber:	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Tel.: +49 345-5704-501 <u>poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de</u> Internet: www.lau.sachsen-anhalt.de
Redaktion:	Fachbereich Immissionsschutz, Klima, Erneuerbare Energien, Nachhaltigkeit Fachgebiet Immissionsüberwachung
Redaktionsschluss:	Halle (Saale), Oktober 2019
Bildrechte	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

1	Immissionen luftverunreinigender Stoffe.....	6
1.1	Immissionsmessnetz.....	6
1.1.1	Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt (LÜSA)	6
1.1.1.1	Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt.....	9
1.1.1.2	Aktuelle Informationen zur Luftqualität in Sachsen-Anhalt.....	9
1.1.2	Ermittlung der NO ₂ -Konzentration mit Passivsammlern.....	12
1.1.3	Ermittlung von Black Carbon mit NUPS.....	13
1.2	Depositionsmessnetz	13
1.2.1	Messnetz Staubbiederschlag.....	15
1.2.2	Messnetz An- und Kationen.....	15
1.2.3	Messnetz Dioxine/Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle	17
1.3	Immissionsmeteorologische Einschätzung.....	20
1.4	Ergebnisse aus dem Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt.....	22
1.4.1	Allgemeine Einschätzung der Luftqualität	22
1.4.2	Partikel PM ₁₀ /Partikel PM _{2,5}	24
1.4.2.1	Partikel PM ₁₀ -Belastungssituation an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt	27
1.4.2.2	Auswertung der Parallelmessungen von Partikel PM _{2,5} und PM ₁₀	28
1.4.2.3	Partikelbelastung am Standort der Messstation Halle/Nord.....	29
1.4.2.4	Partikel PM ₁₀ -Episode(n) im Jahr 2018	34
1.4.2.5	Trendentwicklung für Partikel PM ₁₀ und Partikel PM _{2,5} in Sachsen-Anhalt.....	36
1.4.2.6	Bewertung der Jahresmittelwerte 2018 für Partikel PM ₁₀ und Partikel PM _{2,5} unter Berücksichtigung der WHO-Leitwerte	38
1.4.3	Stickstoffoxide (NO ₂ , NO)	39
1.4.3.1	Analyse der NO- und NO ₂ -Immissionen der Jahre 2017 und 2018.....	44
1.4.3.2	Ergebnisse der NO ₂ -Passivsammlermessungen.....	48
1.4.4	Ozon (O ₃)	50
1.4.5	Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM ₁₀	59
1.4.5.1	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	59

1.4.5.2	Schwermetalle	62
1.4.5.3	Ionen.....	63
1.4.6	Black Carbon (BC).....	65
1.4.6.1	Black Carbon mit NUPS.....	71
1.4.7	Benzol, Toluol und Xylole (BTX).....	71
1.4.8	Schwefeldioxid (SO ₂).....	74
1.4.9	Kohlenmonoxid (CO).....	75
1.4.10	Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	76
1.4.11	Kohlendioxid (CO ₂).....	78
1.5	Ergebnisse der Depositionsmessungen.....	79
1.5.1	Staubniederschlag.....	79
1.5.2	Ausgewählte Anionen und Kationen	82
1.5.2.1	Bulk-Deposition.....	82
1.5.2.2	Wet-Only-Deposition.....	89
1.5.3	PCDD/F- und dl-PCB-Deposition.....	90
1.5.4	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	94
1.5.5	Sondermessprogramm „Solarfeld in Droßdorf“	96
1.6	Bewertungsmaßstäbe	99
2	Zusammenfassung	107
3	Anhang Tabellen	111
4	Anhang Abbildungen.....	141
5	Anhang Begriffsbestimmungen.....	152

Vorwort

Saubere Luft braucht jeder für seine Gesundheit – das ist ein Menschenrecht. Luftverschmutzung macht krank: Feinstaub und Stickoxide schädigen die Gesundheit. Letztere sind in den vergangenen Jahren auf Platz eins der Gefahrenliste gerückt. Sie greifen Atemwege an, verursachen Schlaganfälle, machen Asthmatikern zu schaffen. Deshalb ist es erklärtes politisches Ziel, alles dafür zu tun, damit die Luft dort, wo sie mit Schadstoffen belastet ist, sauberer wird und dort keine Verschlechterung eintritt, wo sie bereits eine hohe Qualität aufweist.

In Sachsen-Anhalt hat sich die Luftqualität seit 1990 deutlich verbessert. Insbesondere an verkehrsreichen Straßen in den Städten sind nach wie vor erhöhte Konzentrationen an Stickstoffoxiden und Feinstaub zu verzeichnen. Jedoch setzte sich beim Stickstoffdioxid (NO₂) der bereits in den vergangenen Jahren gerade an diesen Verkehrsschwerpunkten erkennbare Belastungsrückgang fort und es gab im Jahr 2018 erstmals keine Überschreitung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid in Sachsen-Anhalt mehr. Dennoch stellt die weitere Verringerung der Belastung der Luft mit Stickstoffdioxid nach wie vor eine der größten Herausforderungen im Bereich Luftreinhaltung sowohl auf Bundesebene als auch in Sachsen-Anhalt dar.

Die Basis für eine qualifizierte Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt bildet ein qualitätsgesichertes Luftüberwachungs- und Informationssystem (LÜSA). Die Ortswahl der Messstandorte und Anordnung der Probenahmestellen erfolgen nach bundesrechtlichen Vorgaben (39. BImSchV, Anlage 3). Im Zuge der öffentlichen Diskussion um die Standortwahl der NO₂-Messstellen in Deutschland wurden diese durch einen externen Gutachter überprüft. Im Ergebnis wurde für die in Sachsen-Anhalt überprüfte Messstation (Halle/Paracelsusstraße) die Konformität mit den gesetzlichen Anforderungen festgestellt.

Der Immissionsschutzbericht erscheint zum 29. Mal. Im Bericht werden die Luftqualität und die Einwirkung von Luftverunreinigungen (Immissionen und Depositionen) auf die Umwelt in Sachsen-Anhalt durch Schadstoffe dokumentiert und bewertet. Er wird durch das Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) im Auftrag des Ministeriums Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (MULE) erstellt und herausgegeben.

Neben der laufenden tagesaktuellen Information zur Luftqualität über das Internetportal des Landesamtes für Umweltschutz (<https://lau.sachsen-anhalt.de/startseite/>) und der Luftqualitäts-App (LÜSA-App) dient der vorliegende Bericht der umfassenden Unterrichtung der Öffentlichkeit nach den Anforderungen für die Information der Bevölkerung über die Luftqualität auf der Grundlage des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sowie der EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa.

Allen Beteiligten, die auch in diesem Jahr mit großem Engagement den "Immissionsschutzbericht Luftqualität 2018" erarbeitet haben, gilt mein herzlicher Dank.



Prof. Dr. Claudia Dalbert
Ministerin für Umwelt, Landwirtschaft und Energie
des Landes Sachsen-Anhalt

1 Immissionen luftverunreinigender Stoffe

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. Oktober 2015). Rechtsgrundlage ist § 44 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in Verbindung mit der Verordnung zur Durchführung des BImSchG (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.

Für die Immissionseinschätzungen spielen Messungen eine entscheidende Rolle.

Der größte Teil der Immissionsmessungen wird im Rahmen des Luftüberwachungs- und Informationssystems Sachsen-Anhalt (LÜSA) durchgeführt. Darüber hinaus besteht ein etabliertes Depositionsmessnetz. Ergänzt werden diese Messungen durch spezielle Programme, wie z. B. Stichproben- oder orientierende Messungen mit dem Messfahrzeug und Passivsammlermessprogramme.

1.1 Immissionsmessnetz

1.1.1 Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt (LÜSA)

Das LÜSA ist ein integriertes Mess- und Informationssystem, das praktisch im Echtzeitbetrieb rund um die Uhr die Luftbelastungsdaten im Land erfasst und für verschiedenste Nutzer und Zwecke bereitstellt. Es umfasst gegenwärtig (Stand 2018) 22 Containermessstationen unterschiedlicher Größe. Hinzu kommen eine Kleinmessstation¹, ein „stand-alone“-PM₁₀-Messgerät und die Hintergrundstation Brocken. An diesen, in ganz Sachsen-Anhalt verteilten Standorten, werden ca. 200 automatisiert arbeitende Analysengeräte und Messinstrumente eingesetzt.

Die Messstationen sind über Mobilfunkrouter mit der LÜSA-Messnetzzentrale in Magdeburg verbunden. Somit ist eine sichere (Verschlüsselung), wenig stör anfällige (Einsatz moderner Hardware) und zukunftsfähige Datenübertragung gewährleistet.

Die wesentlichsten Aufgaben des LÜSA sind:

- Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität gemäß der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV),
- Erzeugung der Datengrundlage für den Datenverbund Deutschland und das europäische Luftmessnetz (EURO-AIRNET),
- Feinstaub Partikel PM₁₀/PM_{2,5} – Überwachung; operationeller Betrieb Prognosemodell für Maximalwertvorhersage (PM₁₀),
- Ozon-Überwachung und aktive Information der Bevölkerung bei erhöhter Ozonbelastung,
- Ursachenanalyse für Luftbelastungen und Erfolgskontrolle von Luftreinhaltemaßnahmen,

¹ Kleinmessstationen sind nicht begehbare Messstationen mit kompakten Außenmaßen, die an Standorten mit begrenzten Platzverhältnissen zum Einsatz kommen.

- Information der Öffentlichkeit über den aktuellen Stand und die langfristige Entwicklung der Immissionssituation in Sachsen-Anhalt auf multimedialer Ebene (Internet, Luftqualitäts-App, Videotext),
- Führung des Immissionskatasters als Basis für die Beurteilung der Luftqualität,
- Datenbereitstellung für das Forstliche Umweltmonitoring.

Die Abbildung 1 zeigt die Messnetzkarte mit den Standorten der Messstationen des Luftüberwachungs- und Informationssystems Sachsen-Anhalt (Stand 12/2018).

Informationen zum Messprogramm an den einzelnen Standorten enthält die Tabelle A 2 im Anhang. 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.



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

Mit Blick auf die rechtlichen Anforderungen zur Überwachung der Luftqualität erfolgt eine regelmäßige und kritische Überprüfung des Messnetzes mit dem Ziel einer Messnetzoptimierung. So wird sichergestellt, dass das Messnetz die Anforderungen an die Bereitstellung der Messwerte 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. Ein erklärtes Ziel stellt in diesem Zusammenhang die Ablösung der im Messnetz noch verbliebenen Kleinmessstationen dar. Diese kompakten, nicht begehbaren Messstationen haben den entscheidenden Nachteil, dass bestimmte Wartungsarbeiten nur bei passender (trockener) Witterung vorgenommen werden können, da beispielsweise eine Seitenwand geöffnet werden muss. Die Kleinmessstationen wurden daher in den zurückliegenden Jahren schrittweise durch neue „maßgeschneiderte“ Stationen ersetzt. Dies erfolgte im Rahmen von Standortwechseln, wie beispielsweise bei der Aufgabe des Standortes Magdeburg/Reuter-Allee und Umzug in die Otto-von-Guericke-Straße (2016) oder im Zusammenhang mit der ohnehin anstehenden Erneuerung der Stationshülle. Ein Beispiel dafür ist die Station Halle/Paracelsusstraße (Abbildung 2). Dort wurde im vergangenen Jahr nur die Hülle der Messstation erneuert, die Messtechnik hingegen wurde von der alten Station komplett übernommen. Die neue Station bietet somit erheblich bessere Wartungs- und Servicebedingungen für die Messtechniker als das Vorgängermodell.

Infolge dessen ergaben sich im Jahr 2018 die nachfolgend aufgeführten Änderungen innerhalb des Messnetzes (Tabelle 1).

Tabelle 1: Wesentliche Änderungen im LÜSA im Jahr 2018

Station	Änderung	Datum
Wittenberg/ Dessauer Straße	Austausch der verschlissenen Containerhülle (Messprogramm unverändert)	02/2018
Halle/ Paracelsusstraße	Austausch der verschlissenen Containerhülle (Station durch vergrößert, Messprogramm unverändert)	04/2018



Abbildung 2: Messstation Halle/Paracelsusstraße: im Februar 2017 (letzter Ausbaustand, linkes Bild) und als neue Messstation im April 2018 (rechtes Bild)

1.1.1.1 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-Rahmenrichtlinie² (1996/62/EG) ausgewiesen. Es findet eine regelmäßige Überprüfung der Gebietszuschnitte statt.

Die Gebiete und Ballungsräume für die Beurteilung der Komponenten Partikel PM₁₀, Partikel PM_{2,5}, Stickstoffdioxid und Ozon sind in der Abbildung A 1 im Anhang dargestellt.

Abbildung A 2 visualisiert die Gebiete und Ballungsräume für die Beurteilung der Komponenten Benzol, Benzo(a)pyren, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid und Abbildung A 3 die Gebiete für Schwermetalle und Arsen sowie Ökosysteme.

1.1.1.2 Aktuelle Informationen zur Luftqualität in Sachsen-Anhalt

Das LÜSA, als komplexes und integriertes Mess- und Informationssystem, hat im Vollzug der 39. BImSchV eine Vielzahl verschiedener Anforderungen zu erfüllen. Dabei ist die zeitnahe (stündliche), allgemeinverständliche und aktive Information der Öffentlichkeit sowie der relevanten Organisationen, wie Umweltschutzverbände, Interessenvertretungen gefährdeter Personengruppen und andere Stellen, die mit dem Gesundheitsschutz befasst sind, von zentraler Bedeutung. So werden verschiedenste Wege für Datenpublikationen genutzt, wobei der Fokus immer mehr auf den elektronischen Medien liegt, da hierüber die von der EU (2008/50/EG, Artikel 26³) geforderte zeitnahe Information gewährleistet werden kann. Über die Tagespresse wird die Öffentlichkeit zumeist im Zusammenhang mit besonderen Belastungssituationen, z. B. Ozonepisoden, informiert.

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/>.

² ersetzt durch die RL 2008/50/EG

³ RICHTLINIE 2008/50/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa



Abbildung 3: Startseite des Luftüberwachungs- und Informationssystems Sachsen-Anhalt (LÜSA)

Aktuelle Informationen zur Luftschadstoffbelastung sind auch mobil über eine App verfügbar. Die im Auftrag des LAU entwickelte **Luftqualitäts-App** (LÜSA-App) wurde zwischenzeitlich bereits mehrfach aktualisiert und im Funktionsumfang erweitert. Im Zuge dessen erfolgte u.a. die Implementierung einer Alarmfunktion. Dabei wird der Nutzer bei erhöhter Luftbelastung mittels Warnmeldung informiert (Abbildung 4).



Mit Hilfe der LÜSA-App lassen sich jederzeit und unabhängig von den traditionellen Medien wie Presse und Rundfunk Informationen zur Luftqualität in Sachsen-Anhalt verbreiten. Über die Nutzung neuer Medien können darüber hinaus mehr Bürger erreicht und für das Thema Luftqualität sensibilisiert werden.



Abbildung 4: Screenshots der Luftqualitäts-App Sachsen-Anhalt

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



Abbildung 5: Beispiel für Videotextseite des MDR, Tafel 525, Seite 1 (Partikel PM₁₀ 24h-Mittelwerte, Region Nord)

Das Umweltbundesamt (UBA) bietet unter der Adresse <http://www.umweltbundesamt.de> bundesweite Informationen zur aktuellen Luftqualität und Links zu den einzelnen Landesmessnetzen an (Abbildung 6).



Abbildung 6: 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 PM_{10} 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 und auch statistische Auswertungen der gesammelten Messdaten über ein kartenbasiertes Informationssystem bereitgestellt. Bei den "Up-to-date" Daten handelt es sich um noch unvalidierte und damit vorläufige Daten.

1.1.2 Ermittlung der NO_2 -Konzentration mit Passivsammlern

Der Vollzug der 39. BImSchV erfordert umfangreiche Beurteilungen der Luftqualität hinsichtlich der Stickstoffdioxidkonzentrationen an einer festgelegten Anzahl von Probenahmestandorten. Als Referenzmethode zur Messung von Stickstoffdioxid und Stickstoffoxiden wird die in der DIN EN 14211 „Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz“ beschriebene Methode unter Anwendung automatischer Messeinrichtungen eingesetzt.

Die Ermittlung von Stickstoffdioxid in der Außenluft mit Passivsammlern erfordert im Vergleich zur Überwachung mit automatisch arbeitenden Messeinrichtungen zusätzlichen laboranalytischen Aufwand. Dies stellt aber eine sehr kostengünstige alternative Ermittlungsmethode dar, da die aufwändige Aufstellung von automatischen Messeinrichtungen in Messcontainern und die Bereitstellung benötigter Infrastruktur entfällt. Vor dem Hintergrund eines steigenden Bedarfs an NO_2 -Messungen, insbesondere an viel befahrenen Straßen, erfolgte durch das LAU eine umfangreiche Validierung zum Nachweis der Gleichwertigkeit des Verfahrens für den mit Triethanolamin (TEA) getränkten Passivsammler mit Membran (TEA+M) der Fa. Passam mit der Referenzmethode. Die Anforderung der 39. BImSchV für orientierende bzw. ortsfeste Messungen (25 % bzw. 15 % des EU-Grenzwertes⁴) wurde im Jahr 2018 mit einer Genauigkeit (Messunsicherheit) von 12 % sicher eingehalten⁵.

Die im Jahr 2018 betriebenen Messstandorte für NO_2 -Passivsammlermessungen sind in Abbildung A 4 bis Abbildung A 7 dargestellt. Messanlass, genauer Standort und Beginn der Messungen sind in Tabelle A 27 beschrieben.

⁴ 39. BImSchV, Anlage 1

⁵ interner Bericht „Bestimmung der Sammelrate und der Messunsicherheit der Passivsammlermessungen für das Jahr 2018“, LAU 06.03.2019

1.1.3 Ermittlung von Black Carbon mit NUPS⁶

Das Messprogramm zur Bestimmung des verkehrstypischen Schadstoffs Ruß bzw. Black Carbon (BC) dient als Ergänzung zu den automatischen Messungen des LÜSA (s. Kap.1.4.6). Die Messungen werden an stark befahrenen Straßen, Straßenabschnitten oder Verkehrsknotenpunkten mittels Netzunabhängigen Probenahmesystemen (NUPS) durchgeführt (Beschreibung des Probenahmesystems s. Immissionsschutzbericht 2011). Im Gegensatz zu den Messungen des LÜSA wird der BC im gesamten abgeschiedenen Staub bestimmt und nicht nur in der $PM_{2,5}$ -Fraktion.

Die Analytik der zuvor beprobten Sammelfilter erfolgt mit dem Rußfilteranalysator OT21 (s. Abbildung 7). Das Gerät nutzt für die Messung der Lichtabsorption aufgrund der Aerosolbelastung auf dem Filter zwei Wellenlängen (880 und 370 nm). Die Lichtabsorptionsmessung bei 880 nm Wellenlänge wird als Ruß oder BC interpretiert. Die Messung bei 370 nm Wellenlänge bestimmt die UVPM (UV-Absorbing Particulate Matter), welche als Indikator für aromatische organische Verbindungen (z. B. aus Zigarettenrauch, Holz- und Biomasseverbrennung, etc.) in abgeschiedenen Partikeln und Aerosolen interpretiert werden.



Abbildung 7: Rußfilteranalysator OT21

In Abbildung A 8 und Abbildung A 9 ist die Lage der Messstandorte dargestellt. Die genaue Beschreibung der Standorte erfolgt in Tabelle A 28. Das Messprogramm wurde ab Juli 2017 begonnen. Die ersten Ergebnisse sind in Abbildung 65 dargestellt.

1.2 Depositionsmessnetz

Luftverunreinigungen können nicht nur direkt über den Luftweg Gesundheits- und Umweltschäden bewirken, sondern auch über ihre Ablagerung (Deposition) auf Böden, in Gewässern oder auf Pflanzen.

In zunehmendem Maße wird den Beeinträchtigungen der Ökosysteme durch Depositionen (Stoffeinträge) aus der Atmosphäre Beachtung geschenkt, da diese die in der Vegetation, im Boden und in den Gewässern ablaufenden komplexen physikalisch-chemischen und biologischen

⁶ Netzunabhängige Probenahmesysteme (NUPS)

schen Prozesse beeinflussen. Depositionen, die besonders mit der Industrialisierung einsetzten, führten bereits vielerorts zur Überschreitung der begrenzten Pufferkapazität empfindlicher Systeme.

Auf dem Territorium von Sachsen-Anhalt werden seit Beginn der 1960er Jahre Depositionsmessnetze mit wechselnder Anzahl von Messstandorten und Komponenten sowie mit unterschiedlichsten Probenahmetechniken betrieben. Ziel der Messungen ist es, aktuelle gesicherte Umweltdaten bzgl. Staubniederschlag einschließlich verschiedener Staubinhaltsstoffe, ausgewählter An- und Kationen, Dioxine und Furane flächendeckend und an Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) durch:

- Gewinnung einer Übersicht über atmosphärische Stoffeinträge in Sachsen-Anhalt,
- Fortsetzung langfristiger Messreihen zur Trend-Beobachtung,
- Überwachung besonders von Ökosystemen hinsichtlich der Stoffeinträge aus der Luft in den Boden, z. B. durch die Messung von An- und Kationen,
- Ermittlung der Immissionswirksamkeit von Emittenten auf die Umwelt, z. B. bei Messungen von Dioxinen/Furanen,
- Schutz von Anwohnern bei zeitweiligen potentiellen Schadstoffbelastungen

bereitzustellen.

Die Ergebnisse sind Grundlage für politische Entscheidungen und für eine Erfolgskontrolle von Umweltschutzmaßnahmen.

Die Depositionsmessnetze des Landes Sachsen-Anhalt beinhalten ein stationäres Messnetz mit nahezu unveränderlichen, über lange Zeiträume betriebenen Messstandorten und veränderliche temporäre oder anlassbedingte Messnetze sowie weiterhin Depositionsmessungen im Rahmen von Sonderprogrammen.

Temporäre Messnetze werden auf Anforderung anderer Behörden (z. B. Überwachung des Einflusses lokaler Emittenten) oder aus anderem Anlass (z. B. Erprobung neuer Messverfahren, Qualitätssicherungsmaßnahmen) eingerichtet. In der Regel ist nicht vorhersehbar, wann die Beprobung temporärer Messnetze beendet werden kann oder ob zu einem späteren Zeitpunkt neue Anforderungen gestellt werden. Bei den Sonderprogrammen ist im Gegensatz zum Betrieb der temporären und stationären Messnetze das Beprobungsende terminiert.

Im Jahr 2018 wurden insgesamt 52 Messstandorte betrieben. Nachfolgend sind die an den Messstandorten ermittelten Stoffe dargestellt:

- 51 Messstandorte für Staubniederschlag, an 48 dieser Messstandorte wurden die Staubinhaltsstoffe aus dem Staubniederschlag bestimmt,
- 11 Messstandorte für An- und Kationen als Deposition mit Bergerhoff-Sammlern,
- 5 Messstandorte für An- und Kationen als Deposition mit LWF-Niederschlags-sammlern,
- 5 Messstandorte für An- und Kationen als Deposition mit Eigenbrodt-Sammlern,
- 2 Messstandorte für An- und Kationen als Nassdeposition mit Eigenbrodt-Sammlern,

- 9 Messstandorte für Dioxine/Furane und Polychlorierte Biphenyle als Deposition mit Bergerhoff-Sammlern und
- 1 Messstandort für Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe als Deposition mit Trichter-Adsorber-Sammlern und als Deposition mit Eigenbrodt-Sammlern

Messprogramme und Standortbezug:

- 6 Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF): Ermittlung der Deposition von An- und Kationen, Staubbiederschlag und Staubinhaltsstoffen (jeweils mit Bergerhoff-Sammlern), aufgrund von Vandalismus konnten 2018 nur 5 Messstandorte ausgewertet werden,
- 5 Messstandorte auf LÜSA-Messstationen: Ermittlung der Deposition von An- und Kationen, Staubbiederschlag und Staubinhaltsstoffen (jeweils mit Bergerhoff-Sammlern) und
- 3 Messstandorte für Staubbiederschlag im Sondermessprogramm „Solarfeld in Droßdorf“

1.2.1 Messnetz Staubbiederschlag

Im Rahmen der Depositionsuntersuchungen mit Bergerhoff-Sammlern wurde im Jahre 2018 landesweit der Staubbiederschlag an 51 Messstandorten (stationäre und temporäre Messnetze) ermittelt. Abbildung 8 zeigt die Lage der Messstandorte in Sachsen-Anhalt.

1.2.2 Messnetz An- und Kationen

Die Erfassung der Depositionen von Anionen bzw. Kationen erfolgt mit Bulk- (Topf- bzw. Flasche/Trichter-Sammler) und wet-only-Sammlern (Nass-Sammler) Die genaue Beschreibung der Probenahmesysteme sind dem Immissionsschutzbericht 2011 zu entnehmen. Die Lage der Messstandorte zur Bestimmung der Deposition von Anionen und Kationen ist in der Tabelle A 29 dargestellt.

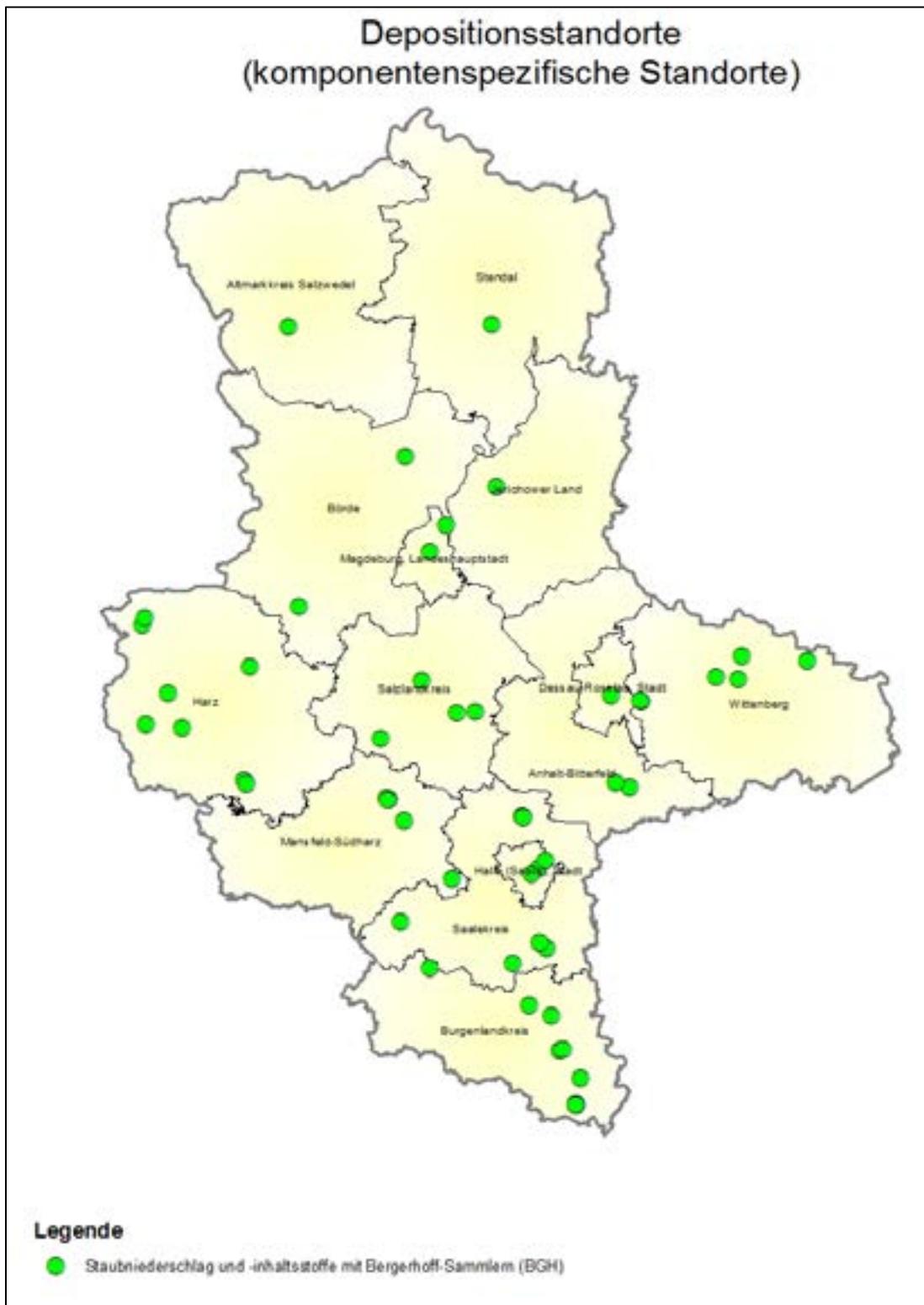


Abbildung 8: Messstandorte für Staubniederschlag und -inhaltsstoffe im Jahr 2018

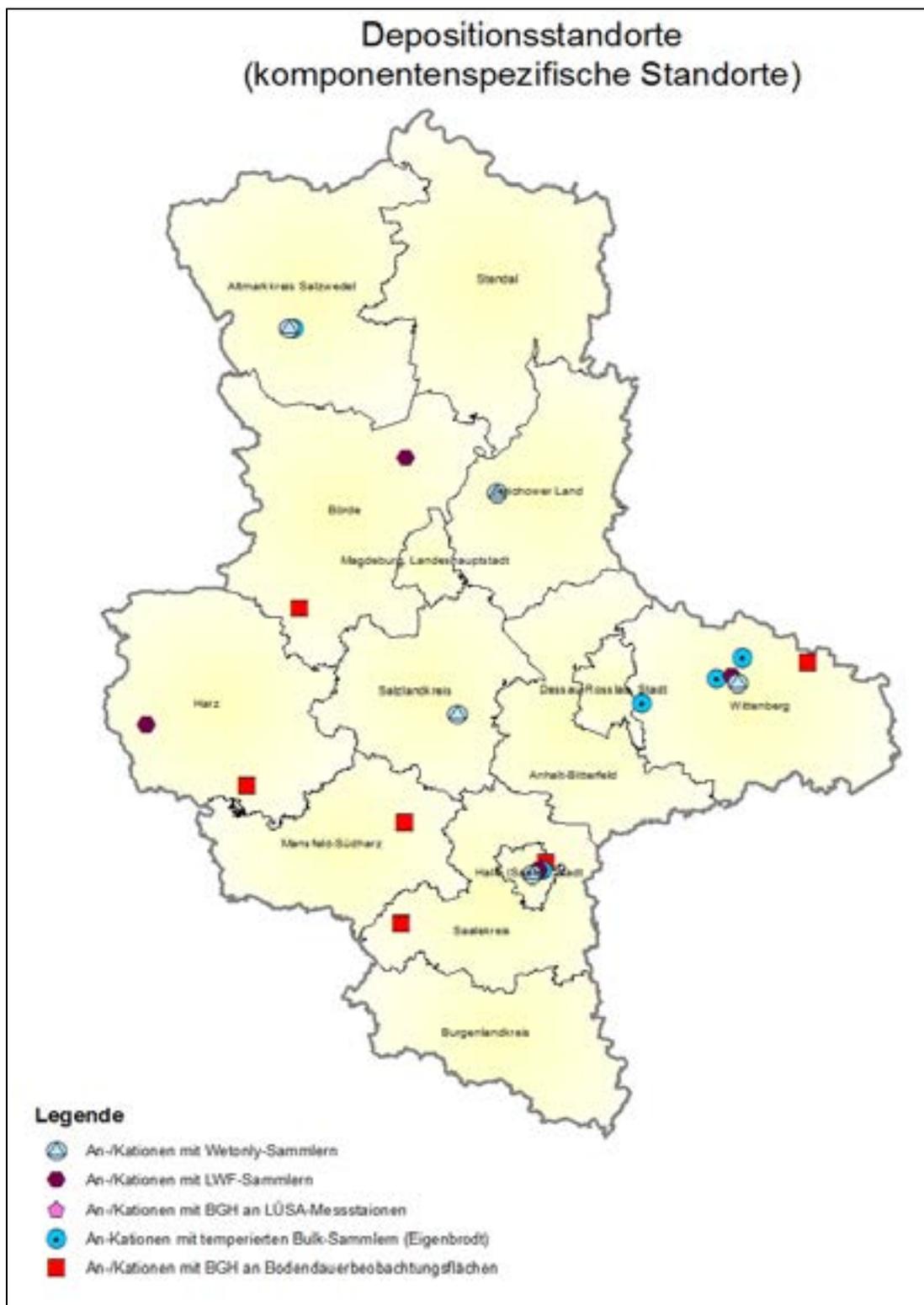


Abbildung 9: Messstandorte für An- und Kationen im Jahr 2018

1.2.3 Messnetz Dioxine/Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle

Entsprechend dem Beschlussvorschlag der 115. Sitzung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) werden für Dioxine/Furane und dioxinähnliche Substanzen die Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) nach WHO 2005 verwen-

det. Aus Konsistenzgründen und wegen der Möglichkeit, Zeitreihen zu bilden, wird auch die alte Bewertung (WHO 1998) weitergeführt.

Für die polychlorierten Dioxine und Furane (PCDD/F) sowie die dioxinähnlichen (dioxin-like) polychlorierten Biphenyle (dl-PCB) in der Deposition (Staubniederschlag) sind keine Immissionswerte festgelegt. Ersatzweise kann hier der von der LAI als Zielwert für die langfristige Luftreinhaltung definierte Depositionswert von 4 pg WHO-TEQ/(m²d) verwendet werden⁷. Dieser Wert ist als Summenwert aller 2,3,7,8 chlorierten Dioxin- und Furankongeneren und der dl-PCB zu verstehen und beinhaltet die Neubewertung der Toxizitätsäquivalente der WHO aus dem Jahr 2005.

Wie die PCDD/F sind die dl-PCB schwerflüchtige organische Verbindungen, die häufig aus den gleichen Emissionsquellen in die Atmosphäre gelangen. Insbesondere Verbrennungsprozesse, an denen chlorhaltige Stoffe beteiligt sind, metallurgische Prozesse und Prozesse der Chlorchemie tragen zur Bildung bei. So lag es nahe, an den Messstandorten für die Bestimmung der PCDD/F auch die dl-PCB zu erfassen. Die dl-PCB wurden dabei aus denselben Depositionsproben, aus denen auch die PCDD/F bestimmt wurden, analysiert. Dabei wird für die einzelnen Kongenere die von der Internationalen Union für Reine und Angewandte Chemie (IUPAC) festgelegte Nummerierung verwendet. Von 209 verschiedenen Variationen wurden bisher etwa 130 Kongenere in der Umwelt nachgewiesen.

In Abbildung 10 ist die Lage und Art der aktuell in Sachsen-Anhalt betriebenen Messstandorte für die Ermittlung der PCDD/F und dl-PCB aufgeführt. Die Bezeichnung, der genaue Standort und der Beginn der Messungen sind in Tabelle A 29 aufgeführt. Die Ermittlungen erfolgten mit Bergerhoff-Sammlern entsprechend VDI 2090 Blatt 1.

⁷ Bericht der LAI "Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind – Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhaltungsplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe" vom 21.09.2004



Abbildung 10: Lage der Messstandorte zur Ermittlung der Dioxine/Furane und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle

1.3 Immissionsmeteorologische Einschätzung

Das Jahr 2018 war ein außergewöhnliches Wetterjahr der Klimageschichte. Es präsentierte sich als das wärmste und sonnigste Jahr seit Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen. Mit 10,9 °C war es um 2,2 Kelvin wärmer als im langjährigen Mittel (8,7 °C) und mit etwa 2110 Stunden um 588 Stunden sonniger (1522 Stunden). Der bundesweit heißeste Ort des Jahres war Bernburg an der Saale mit 39,5 °C am 31. Juli. Auch gehörte es zu den niederschlagsärmsten Jahren seit 1881. Mit nur rund 360 l/m² (547 l/m²) war Sachsen-Anhalt das trockenste Bundesland.

Das Jahr 2018 begann mit einem ungewöhnlich milden und sehr niederschlagsreichen Januar. Mit einer Temperatur von 3,8 °C war der Monat fast drei Grad wärmer als das Mittel der vergangenen 30 Jahre. Deutschlandweit geht der Monat damit als sechstwärmster in die Klimageschichte ein.

Im Februar und März zeigte sich der Winter nur kurz, aber mit zwei markanten Kaltlufteinbrüchen. Damit zeigte sich der Monat März sogar kälter als der Januar. Der Februar gehörte zu den sonnigsten und trockensten Februar-Monaten der vergangenen Jahrzehnte.

Anfang April schaltete das Wetter innerhalb weniger Tage von Winter auf Sommer um. April und Mai waren sogar die wärmsten seit dem Beginn regelmäßiger Messungen. Während im Norden der ausbleibende Regen für Probleme sorgte, entluden sich im Mai und in den ersten beiden Juniwochen vor allem im Süden und Westen Deutschlands zahlreiche schwere Gewitter, oft mit Hagel und sintflutartigem Regen.

Doch von diesem blieben die meisten Regionen verschont, so dass nun eine der größten Trockenheiten der deutschen Klimageschichte folgte. Dazu erlebten die Menschen im Juli und August eine der längsten und gewaltigsten Hitzeperioden. Sommerlich warme Tage mit viel Sonnenschein und katastrophale Regenarmut zogen sich bis in den November hin.

Erst im Dezember ging die Dürre mit ergiebigen Niederschlägen zu Ende.

Für die Einschätzung der meteorologischen Situation, insbesondere für den Vergleich mit klimatologischen (langjährigen) Mittelwerten, wurden die Daten des Deutschen Wetterdienstes und der Witterungsreport des DWD „Deutschlandwetter im Jahr 2018“ verwendet.

Beispielhaft sind in Abbildung 11 die Abweichung der Lufttemperatur, in Abbildung 12 die Abweichung des Niederschlages und in Abbildung 13 die Abweichung der Sonnenscheindauer vom langjährigen Mittel für das Jahr 2018 an der Wetterstation Magdeburg grafisch dargestellt.



Abbildung 11: Abweichung der Lufttemperatur im Jahr 2018 vom langjährigen Mittel (1981-2010), Wetterstation Magdeburg

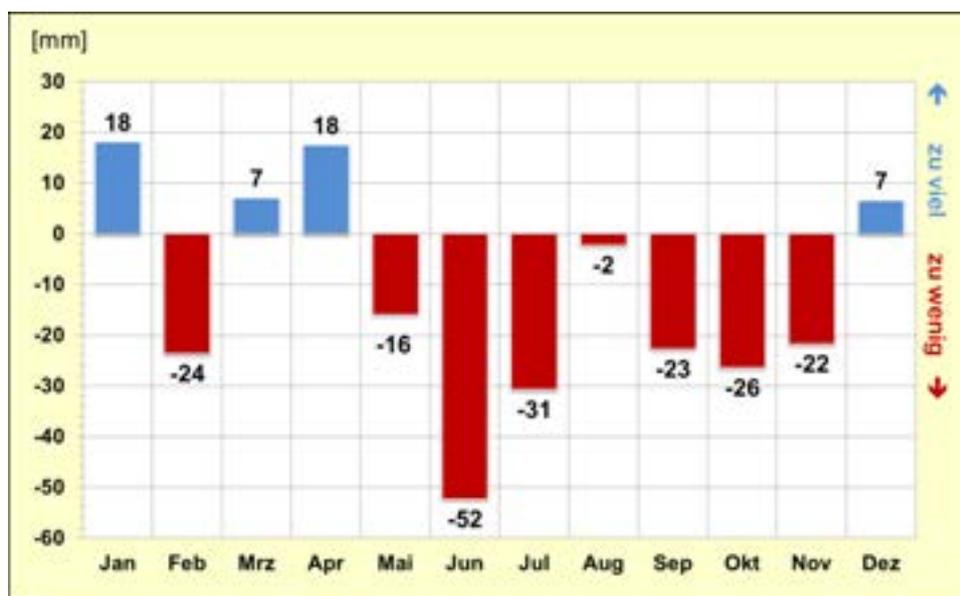


Abbildung 12: Abweichung des Niederschlages im Jahr 2018 vom langjährigen Mittel, Wetterstation Magdeburg

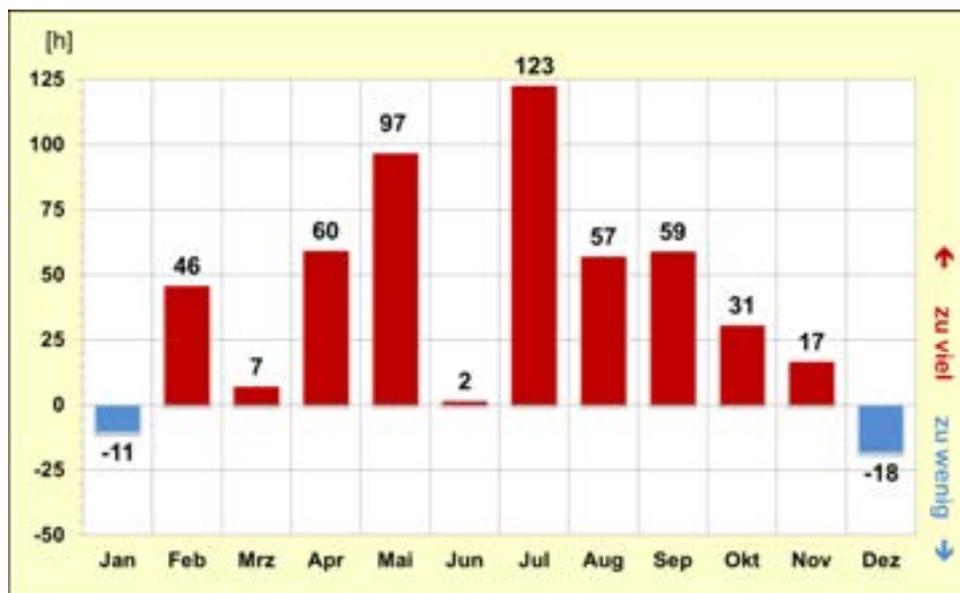


Abbildung 13: Abweichung der Sonnenscheindauer im Jahr 2018 vom langjährigen Mittel, Wetterstation Magdeburg

1.4 Ergebnisse aus dem Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt

1.4.1 Allgemeine Einschätzung der Luftqualität

Ursache der Luftschadstoffbelastungen sind Emissionen aus unterschiedlichen Quellen. Vor allem der motorisierte Straßenverkehr, die Landwirtschaft sowie Verbrennungsprozesse in Energie- und Industrieanlagen aber auch in Haushalten (Holzheizungen) sind Quellen für Stickstoffdioxid und Feinstaub (Partikel).

Die Höhe der Schadstoffbelastung hängt auch von den meteorologischen Bedingungen ab. Winterliche, kalte Hochdruckwetterlagen verursachen erhöhte Emissionen durch verstärktes Heizen. Sie sind außerdem durch geringe Windgeschwindigkeiten und einen eingeschränkten vertikalen Luftaustausch gekennzeichnet, was zur Anreicherung von Luftschadstoffen in den unteren Luftschichten führt. Wetterlagen mit hohen Windgeschwindigkeiten und somit guten Durchmischungsbedingungen verstärken hingegen die Verdünnung von Schadstoffen in der Luft.

Tendenziell wurde im Jahr 2018 - verglichen mit dem Jahr 2017 - bei den grenzwertrelevanten Luftschadstoffen Partikel PM_{10} und Partikel $PM_{2,5}$, Stickstoffdioxid und Ozon Folgendes festgestellt (Abbildung 14):

- Die Partikel PM_{10} -Belastung (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als $10 \mu m$) fiel im Berichtsjahr etwas höher aus als im Jahr 2017. Es war an allen Standorten ein Anstieg der Jahresmittelwerte um 1 bis $3 \mu g/m^3$ zu verzeichnen. Dieser Wiederanstieg der mittleren Jahresbelastung steht in Zusammenhang mit der langanhaltenden Trockenheit. Die Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes für Partikel PM_{10} von $50 \mu g/m^3$ (35 Überschreitungen pro Jahr sind erlaubt) ging gegen-

über dem Vorjahr zum Teil recht deutlich zurück. Eine Grenzwertüberschreitung war an keinem Standort zu verzeichnen.

- Die Partikel PM_{2,5}-Konzentrationen (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 2,5 µm) lagen im Berichtsjahr um 1 bis 2 µg/m³ höher als im Jahr 2017. Der ab dem 01.01.2015 geltende EU-Grenzwert von 25 µg/m³ wurde an allen Standorten in Sachsen-Anhalt eingehalten. Der verschärfte, ab dem Jahr 2020 gültige EU-Grenzwert von 20 µg/m³ wurde im Berichtsjahr landesweit eingehalten.
- Beim Stickstoffdioxid zeigt sich an der Hälfte der Standorte ein Rückgang der Konzentrationen. An dem am stärksten belasteten Standort in Sachsen-Anhalt, der Messstation in der Paracelsusstraße in Halle (Saale), ging die Stickstoffdioxidbelastung im Vergleich zum Vorjahr um 3 µg/m³ zurück. Damit konnte der seit dem 01.01.2010 geltende EU-Grenzwert (Jahresmittelwert von 40 µg/m³) erstmalig an diesem Standort und damit gleichzeitig auch landesweit eingehalten werden. Die verkehrsnahen Standorte verzeichneten die stärksten Belastungsrückgänge (bis zu 4 µg/m³, Messstation Magdeburg/Schleiufer) während sich die Konzentrationen im städtischen Hintergrund nur moderat verändert haben und sich ein uneinheitliches Bild abzeichnet. Dabei bewegten sich die Konzentrationsänderungen im Bereich +/- 1 µg/m³ im Vergleich zum Vorjahr.



Abbildung 14: Entwicklung der Schadstoffbelastung der Luft in Sachsen-Anhalt seit dem Jahr 1991 (ausgewählte Schadstoffe und Messstationen)

- Trotz der außergewöhnlichen Witterung im Berichtsjahr (vgl. 1.3) und des langanhaltenden, sehr heißen und trockenen Sommers war die Zahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen (1-h-Mittelwert 180 µg/m³) mit nur vier Tagen auffallend gering (Vorjahr 0 Tage). Zum Vergleich: im „Jahrhundertssommer“ 2003 gab es 22 Tage.

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

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Immissionsüberwachung für die einzelnen Luftschadstoffe detailliert dargestellt.

1.4.2 Partikel⁸ PM₁₀/Partikel PM_{2,5}

Die Überwachung der Partikel-Immissionen ist nach wie vor eines der Schwerpunktthemen der Luftqualitätsüberwachung. Angesichts der Entwicklung in der jüngsten Vergangenheit, die vor allem durch ein vergleichsweise niedriges Belastungsniveau gekennzeichnet ist, tritt diese Thematik in der öffentlichen Wahrnehmung und Diskussion allerdings zuweilen etwas in den Hintergrund. Dies insbesondere unter Berücksichtigung der seit geraumer Zeit geführten Diskussionen um die Stickstoffdioxidbelastung in den Innenstädten und möglichen Fahrverboten für Diesel-Kfz. Die letzte Grenzwertüberschreitung in Sachsen-Anhalt datiert auf das Jahr 2014 und liegt damit schon einige Zeit zurück. Die nachfolgenden Jahre zeichneten sich durch einen erheblichen Belastungsrückgang aus.

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2018 an insgesamt 23 Messstationen Partikel PM₁₀-Messungen durchgeführt. Damit blieb die Zahl der Messstationen gegenüber dem Vorjahr unverändert.

Die Zahl der Partikel PM_{2,5}-Messungen blieb mit 11 Messstationen ebenfalls unverändert. Die bereits im Jahr 2008 begonnenen Partikel PM_{2,5}-Messreihen an den AEI-Stationen Magdeburg/West und Halle/Nord wurden fortgeführt. Die AEI-Stationen leisten mit ihren Messergebnissen einen Beitrag zur Ermittlung des *Average Exposure Indicator*⁸ für Deutschland.

In der Tabelle A 4 sind die für die Jahre 2017 und 2018 berechneten Kenngrößen des Jahresmittelwertes für Partikel PM₁₀ nebst verwendeter Messmethoden enthalten. Die Partikel PM₁₀-Belastung lag im Jahr 2018 im Mittel um etwa 2 µg/m³ höher als im Jahr 2017.

Die Tabelle A 10 enthält die Jahresmittelwerte für Partikel PM₁₀. Der seit dem 01.01.2005 einzuhaltende Grenzwert der 39. BImSchV für den Jahresmittelwert für Partikel PM₁₀ (40 µg/m³) wurde auch im Jahr 2018 an keiner LÜSA-Messstation überschritten.

Im Zuge weiterer Auswertungen konnten an allen Messstationen Tagesmittelwerte größer 50 µg/m³ festgestellt werden. Der seit dem 01.01.2005 gültige 24-Stunden-Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit besagt, dass 50 µg/m³ nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden dürfen. Dieser Grenzwert wurde im Jahr 2018 in Sachsen-Anhalt nicht überschritten (Abbildung 15).

⁸ Ausführungen zur Begriffsbestimmung im Zusammenhang mit dieser Thematik sind im Anhang enthalten

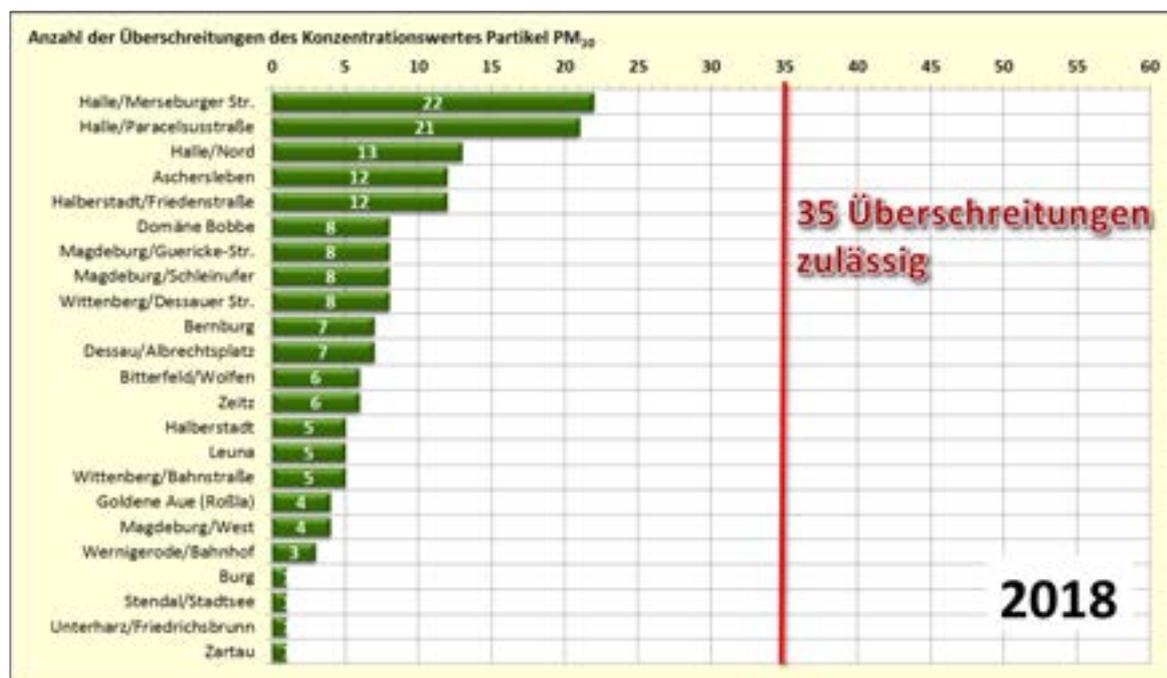


Abbildung 15: Anzahl der Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Konzentrationswertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2018

An der Spitze der Überschreitungen für das Jahr 2018 findet sich der Standort Halle/Merseburger Straße mit 22 Überschreitungstagen, dicht gefolgt von der Paracelsusstraße mit 21 Tagen. Ungewöhnlich, aber erklärbar, ist, dass sich an dritter Stelle mit 13 Überschreitungstagen die Hintergrundstation (städtisch) Halle/Nord befindet (siehe 1.4.2.3). Erst danach folgen mit Aschersleben und Halberstadt/Friedenstraße weitere verkehrsbezogene Standorte, jeweils mit 12 Überschreitungen.

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass der Grenzwert an allen Messstandorten sicher eingehalten werden konnte. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Überschreitungszahlen an nahezu allen Messstationen zum Teil sogar recht deutlich gesunken, so z. B. in Magdeburg/Schleiufer mit acht Überschreitungstagen. Im Vorjahr wurden dort noch 15 Überschreitungstage registriert (Abbildung 16). Die Tabelle A 9 enthält darüber hinaus die Überschreitungszahlen für Partikel PM_{10} für die Jahre 2010 bis 2018.

An der Messstation Halle/Merseburger Straße kam es zu einem deutlichen Anstieg der Partikelbelastung und es wurden sieben Überschreitungstage mehr als im Vorjahr registriert. Dies ist im Wesentlichen auf umfangreiche Bautätigkeiten im unmittelbaren Umfeld der Messstation zurückzuführen.

Für den Standort **Aschersleben** wurde Ende des Jahres 2008 auf Grundlage der Richtlinie 2008/50/EG eine **Fristverlängerung** für die Einhaltung des Grenzwertes beantragt. Während der Laufzeit der Fristverlängerung (ab 11.06.2008 bis 11.06.2011) wurde der seit dem 01.01.2005 gültige 24-Stunden-Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um eine Toleranzmarge von 50 % erhöht. Dies bedeutet, dass $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden dürfen und nur diese Überschreitungen gezählt werden. Dieser Sachverhalt muss bei der Interpretation der betroffenen Jahre berücksichtigt werden (Abbildung 16). Die dargestellten

Überschreitungszahlen der Jahre 2006 und 2007 beziehen sich auf den 24-Stunden-Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

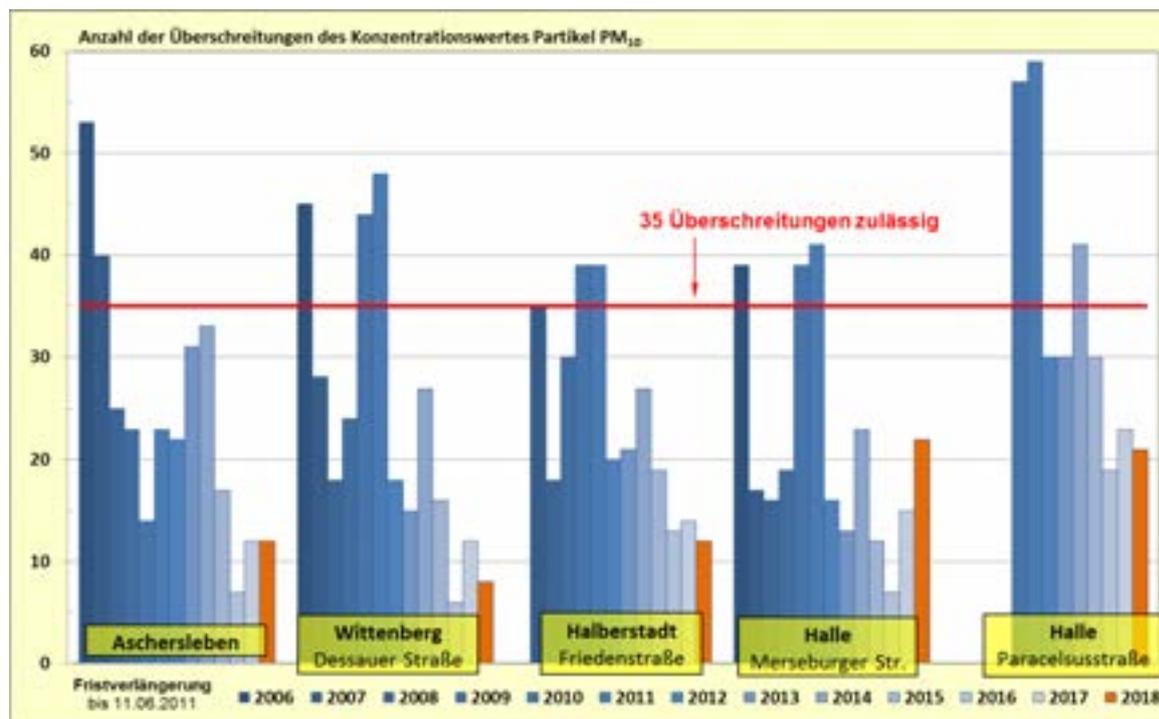


Abbildung 16: Anzahl der Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Konzentrationswertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an ausgewählten Messstationen im Vergleich der Jahre 2006 bis 2018

Abbildung 17 visualisiert die Entwicklung der Partikel PM_{10} -Jahresmittelwerte an den Verkehrsmessstationen Halle/Merseburger Straße und Wittenberg/Dessauer Str., den beiden Stationen mit den längsten Partikel PM_{10} -Messreihen des LÜSA. Insgesamt gesehen ist ein rückläufiger Trend erkennbar. Die Jahre mit überdurchschnittlich hoher Belastung (Jahre 2003 und 2006) sowie auch die Jahre 2010 und 2011 sorgten für eine zeitweilige Unterbrechung der Entwicklung und heben sich deutlich ab. Dies gilt auch für das Jahr 2018, wenn gleich es an den beiden Standorten dafür unterschiedliche Gründe gab. Die bislang niedrigsten Jahresmittelwerte wurden in den Jahren 2012 und 2013 gemessen. Der Wiederanstieg im vergangenen Jahr erklärt sich vor dem Hintergrund der langanhaltenden Trockenheit und ist an allen Standorten des Messnetzes erkennbar. Am Standort Merseburger Straße fanden darüber hinaus sehr umfangreiche Baumaßnahmen statt, die Messstation selbst befand sich mittendrin und der Messbetrieb wurde zum Jahresende 2018 beendet. Der langjährige Standort musste dauerhaft aufgegeben werden, da die Verkehrsführung in diesem Bereich der Merseburger Straße grundlegend verändert wird.

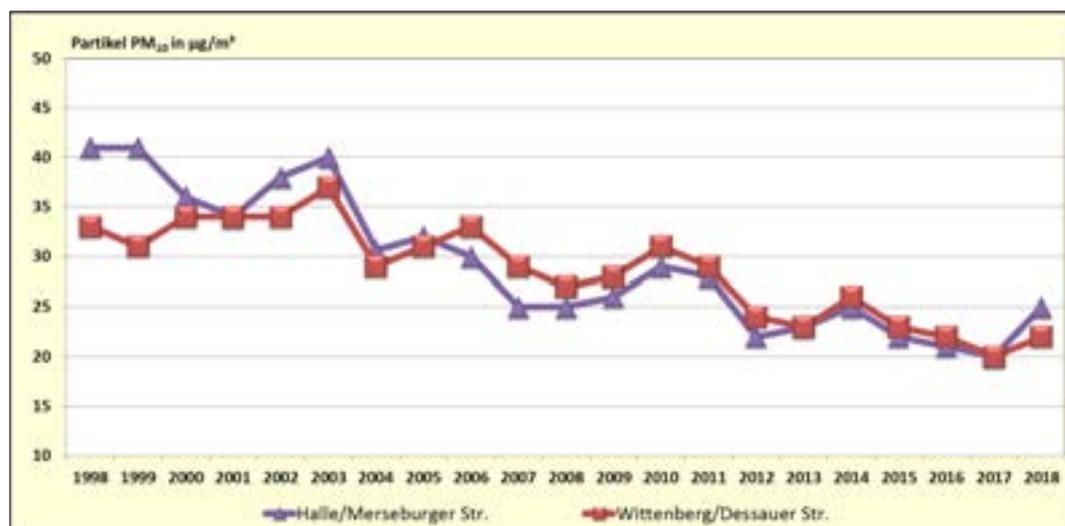


Abbildung 17: Entwicklung der Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte an den Verkehrsmessstationen Halle/Merseburger Straße und Wittenberg/Dessauer Straße

1.4.2.1 Partikel PM₁₀-Belastungssituation an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt

Abbildung 18 visualisiert den Vergleich der Jahresmittelwerte 2010 bis 2018 für Partikel PM₁₀ an Verkehrsmessstationen und damit an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt.

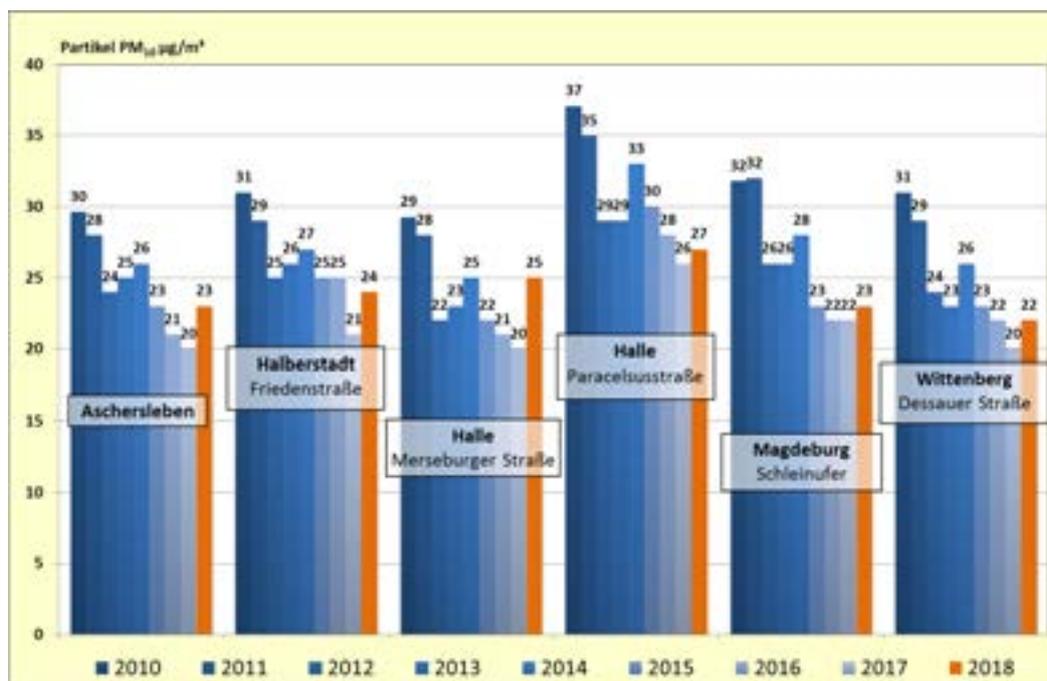


Abbildung 18: Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte 2010 bis 2018 an Verkehrsmessstationen

Die Jahre 2010 und 2011 stellen sich im Vergleich noch immer als die am höchsten belasteten Jahre dar. In den Jahren 2016 und 2017 wurden an den Hotspots die bislang niedrigsten Jahresmittelwerte überhaupt gemessen. Der im vergangenen Jahr nicht nur an den Hotspots beobachtete und zum Teil recht deutliche Wiederanstieg der mittleren Jahresbelastung steht in Zusammenhang mit der langanhaltenden Trockenheit.

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

Die Tabelle 2 enthält die Jahresmittelwerte der **Partikel PM_{2,5}-Messungen**, analog dazu sind in Tabelle A 6 die Ergebnisse der Partikel PM₁₀-Messungen an diesen Standorten aufgeführt.

Das Partikel PM_{2,5}-Messprogramm in Sachsen-Anhalt umfasste im Jahr 2018 10 Messreihen. Davon liegen drei im städtischen Hintergrund (Halberstadt/Paulsplan, Magdeburg/West, Halle/Nord), eine im vorstädtischen Hintergrund (Burg), drei an Verkehrsschwerpunkten (Halle/Paracelsusstraße, Halle/Merseburger Straße, Magdeburg/Schleiufer) und zwei im ländlichen Hintergrund (Unterharz/Friedrichsbrunn, Domäne Bobbe). Die Messstation Weißenfels/Am Krug liegt im innerstädtischen Bereich an der B 87. Sie ist jedoch belastungsseitig nicht mit den Hotspots in Halle (Saale) bzw. Magdeburg vergleichbar.

Tabelle 2: Jahresmittelwerte Partikel PM_{2,5} (2010 bis 2018) in µg/m³, automatische Messung

Messstation	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Halle/Merseburger Str.	23	(20)	16	17	18	14	14	13	15
Unterharz/Friedrichsbrunn	(15)	12	11	(10)	11	9	9	8	9
Burg	21	17	14	12	14	12	11	11	12
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾²⁾	24	22	17	16	18	k. A.			
Magdeburg/West	19	18	15	15	16	13	13	13	14
Halle/Nord	18	19	15	16	16	13	13	13	14
Domäne Bobbe	20	18	15	16	16	13	13	13	13
Halle/Paracelsusstraße					22	19	19	k. A. ³⁾	15
Weißenfels/Am Krug					16	13	13	12	14
Magdeburg/Guericke-Str.							14	15	
Magdeburg/Schleiufer ⁴⁾							14	13	14
Halberstadt/Paulsplan							10	11	13

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

1) Gravimetrie (Hochvolumensammler)

2) Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)

3) messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %

4) Gravimetrie (LVS SEQ 47/50)

Gegenüber dem Vorjahr zeigte sich im Jahr 2018 zumeist ein Anstieg der Jahreswerte um 1 bis 2 µg/m³. Die Gründe dafür wurden bereits im Kapitel 1.4.2.1 erläutert.

Der Anteil von Partikel PM_{2,5} am Partikel PM₁₀ ist sehr stark von der Höhe und der Art der Belastung am jeweiligen Standort abhängig. Die Tabelle A 7 enthält die prozentualen Anteile von Partikel PM_{2,5} an der Partikel PM₁₀-Fraktion. Parallel dazu sind in Tabelle A 8 die komplementären Anteile der „coarse fraction“ (= Grobfraction, d_{ae} von 2,5 µm bis 10 µm) ausgewiesen. Erfahrungsgemäß ist der „coarse fraction“-Anteil an den stark verkehrsbeeinflussten Standorten höher als an Standorten im Hintergrund. Dies trifft für die Standorte in Magdeburg und Halle mit Anteilen zwischen 35 und 42 % auch zu. Im vorstädtischen bzw. städtischen Hintergrund lag der Anteil der „coarse fraction“ zwischen 24 % (Halberstadt/Paulsplan) und 29 % in Burg. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Anteil an allen untersuchten Standorten erhöht (Ausnahme Domäne Bobbe). Tabelle A 8 visualisiert die Entwicklung des „coarse fraction“-Anteils für die Messstationen Halle/Merseburger Straße und Halle/Nord, beginnend im Jahr 2008. Über diesen langen Zeitraum betrachtet ist ein leicht steigender Trend erkennbar, im Falle von Halle/Nord auch entsprechend visualisiert. Grundsätzlich zeigt sich diese Entwicklung ebenso an weiteren Standorten im Messnetz, es wirken sich im konkreten Fall jedoch auch lokalen Besonderheiten (u. a. Bautätigkeiten) aus. Dies gilt insbesondere

für den deutlichen Anstieg am Standort Halle/Nord im letzten Jahr. Auf die spezielle Situation an diesem Standort wird im folgenden Kapitel 1.4.2.3 genauer eingegangen.

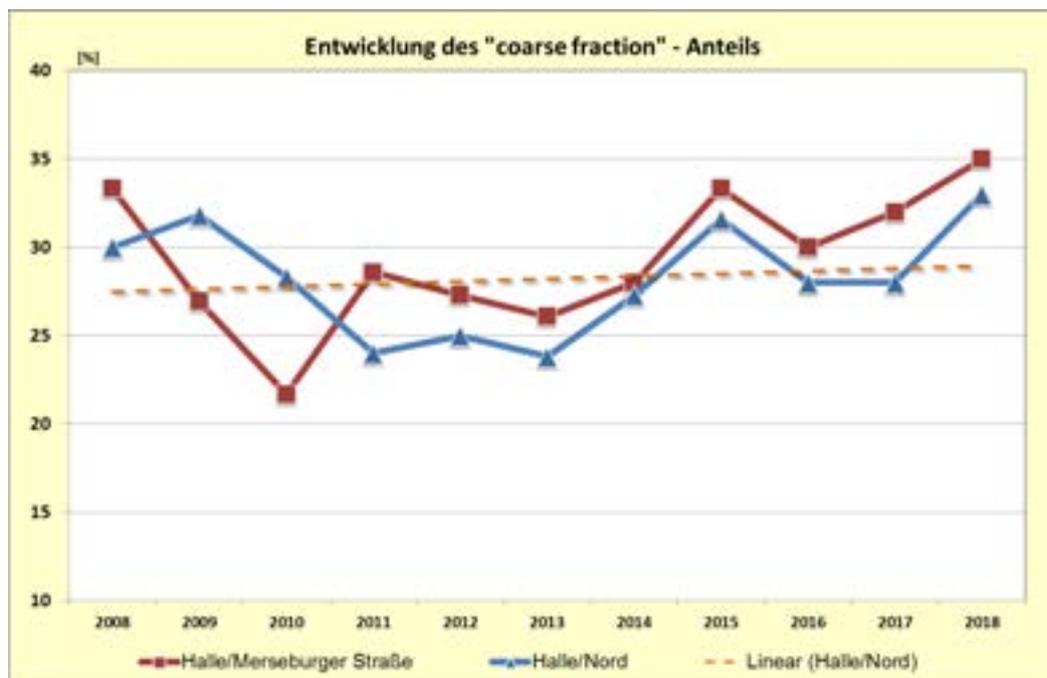


Abbildung 19: Entwicklung des Anteils der Grobfraktion am PM_{10} an Standorten im Stadtgebiet von Halle (Saale)

1.4.2.3 Partikelbelastung am Standort der Messstation Halle/Nord

Die Partikelbelastung am Standort der Messstation Halle/Nord war im Jahr 2018 durch auffällige Besonderheiten gekennzeichnet. Das Jahresmittel für Partikel PM_{10} lag bei $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als an vergleichbaren Standorten im städtischen Hintergrund wie beispielsweise Magdeburg/West.

Die Messstation Halle/Nord befindet sich auf dem Gelände der Lessing-Grundschule im Paulusviertel in Halle (Saale). Der Standort liegt unweit der Paracelsusstraße (ca. 150 m), ist jedoch durch mehrere Häuserzeilen von dieser getrennt. Das Schulgelände ist sehr weitläufig, größtenteils unbefestigt und wird auch für den Hortbetrieb genutzt. Im September 2016 wurde mit den Bauarbeiten (Ausheben der Baugrube) für ein neues Hortgebäude in unmittelbarer Nähe der Messstation begonnen. Die Arbeiten erstreckten sich über einen Zeitraum von zwei Jahren und waren im August 2018 zu großen Teilen abgeschlossen. Abbildung 20 zeigt die Messstation und deren Umfeld im August letzten Jahres. Das Bild kann jedoch nur ansatzweise einen Eindruck der insbesondere im Zusammenhang mit der langanhaltenden Trockenheit und der Bautätigkeit dort vor Ort entstandenen Situation vermitteln: staubtrockene Flächen ohne jegliche Bodenvegetation.

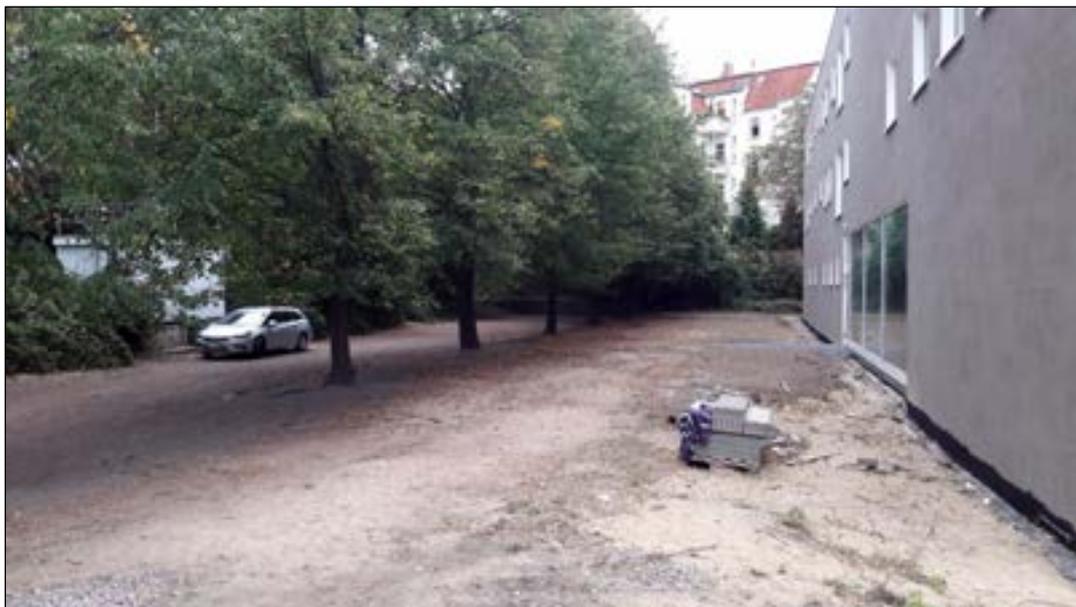


Abbildung 20: Umfeld der Messstation Halle/Nord im August 2018

Der Sachverhalt stellte sich zunächst so dar, dass ab Mitte August an der Station Halle/Nord auffällig hohe Tageswerte bei den Partikeln (insbesondere PM₁₀) im Vergleich zu den stark verkehrsbeeinflussten Messstationen Paracelsusstraße und Merseburger Straße registriert worden sind. An einigen Tagen kam es zu Überschreitungen des zulässigen Tageswertes für PM₁₀ von 50 µg/m³ ausschließlich an diesem Standort (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Tagesmittelwerte Partikel PM₁₀ (µg/m³) im Zeitraum 13.08. – 23.08.2018 (automatische Messung)

Messstation\Tag	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.
Merseburger Str.	20	12	16	27	27	17	16	18	10	23	38
Halle Nord	36	29	35	33	33	17	16	59	20	26	63
Paracelsusstraße	23	16	22	33	44	17	20	31	17	37	44

Der Effekt war mit Beginn des neuen Schuljahres erkennbar und es zeigten sich im Zeitverlauf sehr markante Belastungsspitzen (Abbildung 21).

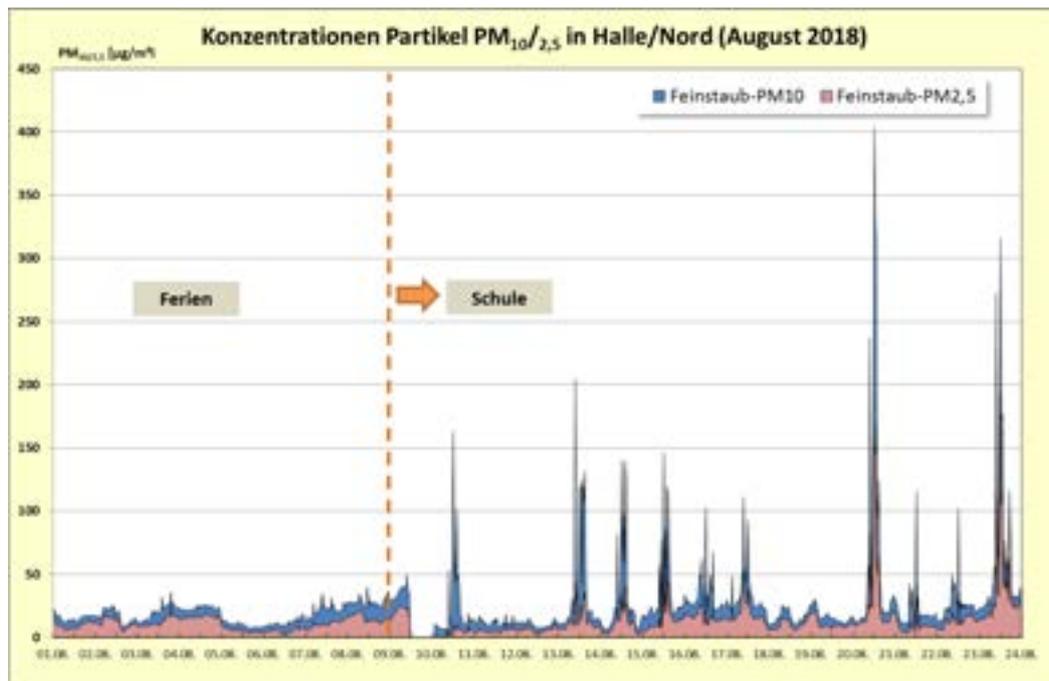


Abbildung 21: Verlauf der Partikel PM_{10/2,5}-Konzentrationen (0,5-h-Mittelwerte) am Standort Halle/Nord im Zeitraum 01.08. – 24.08.2018

Die Analyse des zeitlichen Verlaufs der Partikelkonzentrationen an der Messstation Halle/Nord brachte ein deutlich erkennbares Muster zu Tage. Demnach traten die Belastungsspitzen über mehrere Tage hinweg immer zu den gleichen Tageszeiten auf, jedoch ausschließlich an Werktagen (Abbildung 22).

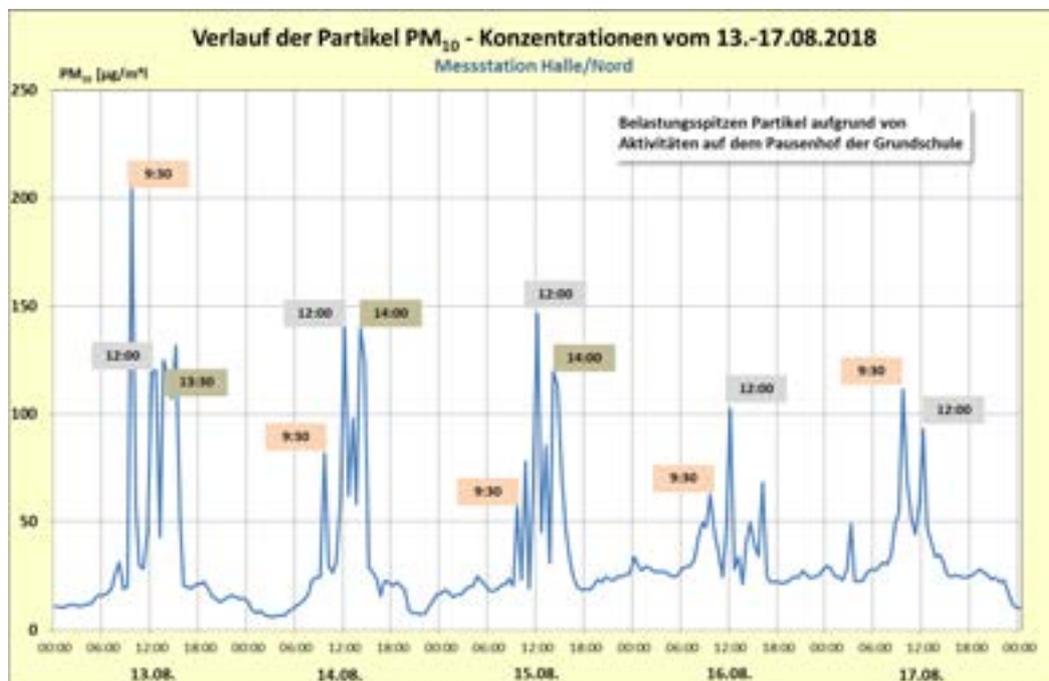


Abbildung 22: Verlauf der Partikel PM₁₀-Konzentrationen (0,5-h-Mittelwerte) an der Station Halle/Nord im Zeitraum vom 13.08. – 17.08.2018

Die Belastungsspitzen korrelierten mit den Pausenzeiten und „staubintensiven“ Freizeitaktivitäten auf dem Schulhof. Zur Erklärung: die Kinder spielten dort in den Pausen sehr oft Fußball. Dies führte unter den seinerzeit herrschenden Bedingungen (sehr lange Trockenheit, staubtrockene Wege und Freiflächen sowie Bautätigkeiten auf dem Gelände) zu einer deutlich erhöhten Staubbelastung.

Am 20. August 2018 war die Belastung so hoch, dass der zulässige Tageswert für Partikel PM_{10} ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) überschritten worden ist. Der gemessene Tageswert lag bei $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dabei wurde um 12 Uhr eine Belastungsspitze (0,5-h-Mittelwert) von rund $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen (Abbildung 23). Die teilweise auch noch am Nachmittag auftretenden Belastungsspitzen sind auf die gleiche Ursache zurückzuführen, da sich der Schulhort auf demselben Gelände befindet.

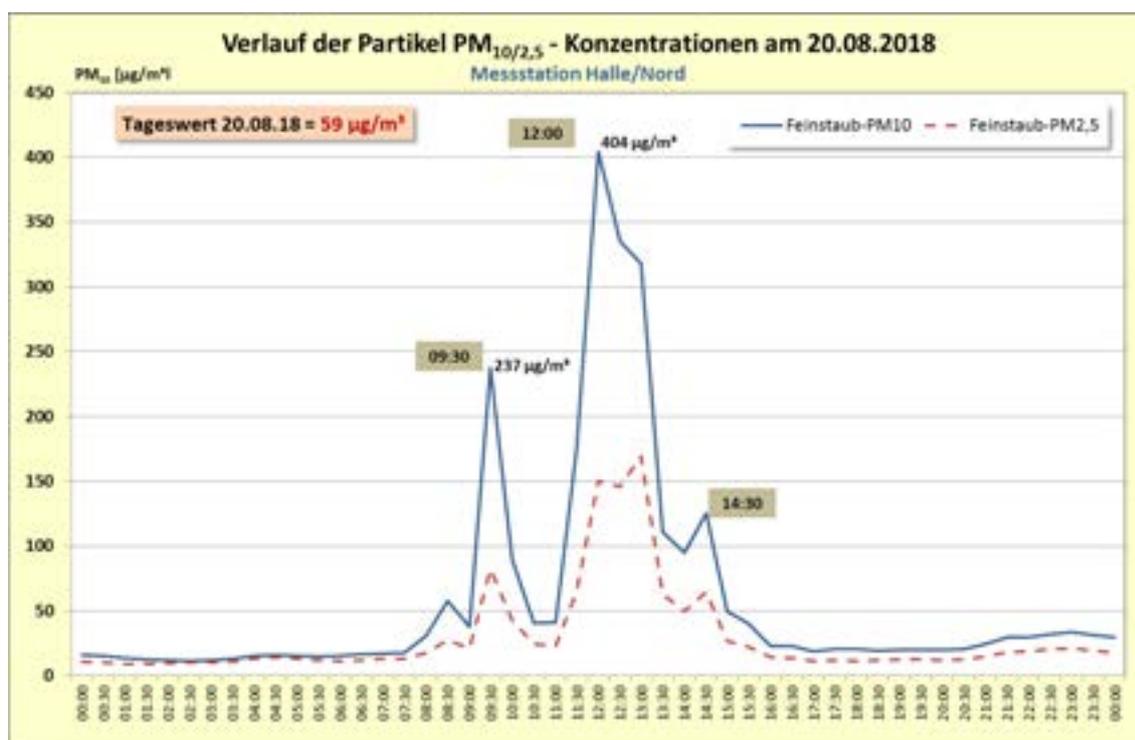


Abbildung 23: Verlauf der Partikel-Konzentrationen (0,5-h-Mittelwerte PM_{10} , $PM_{2,5}$) an der Station Halle/Nord am 20.08.2018

Die an der Messstation Halle/Nord gemessenen Partikelspitzen waren überwiegend auf „staubintensiven“ Freizeitaktivitäten der Kinder während der Pausenzeiten auf dem Schulhof und im nachmittäglichen Hortbetrieb zurückzuführen. Durch die umfangreichen Bauaktivitäten im Zusammenhang mit der Errichtung des neuen Hortgebäudes waren zusätzliche große sandige Flächen entstanden, welche die Staubentwicklung enorm begünstigten. Aufgrund der lang anhaltenden Trockenheit war das Gelände dann im wahrsten Sinne des Wortes „staubtrocken“ und flächendeckend ohne jegliche Bodenvegetation. Dies alles führte zu einem zeitweise veränderten Partikel-Belastungsregime am Standort Halle/Nord mit tlw. höheren Partikelkonzentrationen als an der Verkehrsmessstation Halle/Paracelsusstraße.

Ähnliche Belastungsmuster wurden an diesem Standort im September 2016 schon einmal festgestellt. Abbildung 24 vermittelt einen Eindruck der im Rahmen einer Ortsbegehung am

01. September 2016 vorgefundenen Situation (Uhrzeit 13:30 Uhr). Zum Zeitpunkt der Ortsbegehung waren die Kinder im Rahmen der Hortbetreuung auf dem Schulgelände überaus aktiv. Diese Aktivitäten waren mit einer erheblichen Staubentwicklung verbunden, was die Kinder selbst aber offensichtlich nicht störte.



Abbildung 24: Erhebliche Staubentwicklung bei Aktivitäten der Kinder (Freizeit, Hortbetrieb) auf dem Weg direkt an der Messstation Halle/Nord

Im September 2018 wurden an der Station Halle/Nord drei weitere Überschreitungen des zulässigen Tageswertes registriert (Tabelle 4). Die Ursache war noch immer dieselbe, denn auch im September hielt die Trockenheit weiter an und es gab nur vereinzelt geringe Niederschläge. Anhand von Abbildung 25 ist zu erkennen, dass die Belastungsspitzen in Halle/Nord am 17., 20. und 21. September höher sind als am Hotspot Paracelsusstraße. Am späten Nachmittag des 21. September gab es die ersten Niederschläge, was den abrupten Rückgang der Konzentrationen erklärt, am 23. folgten dann weitere und die Staubkonzentrationen gingen deutlich zurück.

Tabelle 4: Tagesmittelwerte Partikel PM₁₀ (µg/m³) im Zeitraum 15.09. – 23.09.2018 (automatische Messung)

Messstation\Tag	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.
Merseburger Str.	12	16	28	34	28	32	31	10	7
Halle Nord	15	15	56	49	46	51	54	12	8
Paracelsusstraße	22	17	51	43	43	45	35	10	5

Insgesamt wurden im Zusammenhang mit der beschriebenen Belastungssituation in Halle/Nord im August und September 2018 fünf (zusätzliche) Überschreitungstage registriert, die es unter anderen Umständen nicht gegeben hätte. Dies erklärt letztlich auch den Anstieg der Überschreitungstage an dieser Station im Vergleich zum Vorjahr und verdeutlicht die Besonderheit der Situation. An den übrigen Standorten des Messnetzes sind die Überschreitungszahlen im Jahr 2018 im Vergleich zum Vorjahr gesunken.

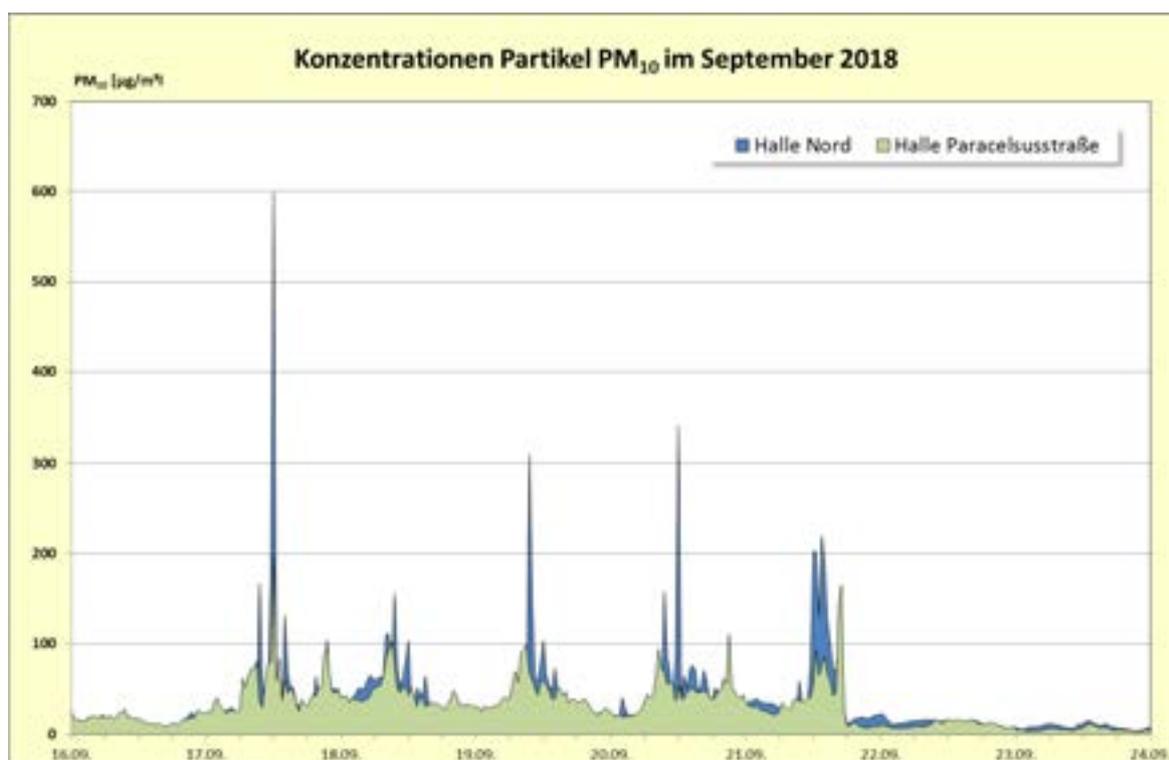


Abbildung 25: Verlauf der Partikel PM₁₀-Konzentrationen (0,5-h-Mittelwerte) an den Standorten Halle/Nord und Halle/Paracelsusstraße (Zeitraum 16.09. – 24.09.2018)

1.4.2.4 Partikel PM₁₀-Episode(n) im Jahr 2018

Im Jahr 2018 gab es zwei Partikel PM₁₀-Episoden im Februar und im Oktober und damit eine Episode mehr als im Vorjahr. Beide Episoden waren jedoch ausgesprochen kurz (siehe Tabelle 5) und von der Belastungshöhe her vergleichsweise moderat. Die gemessenen Tageswerte lagen zumeist im Bereich zwischen 50 und 80 µg/m³. Dabei gab es nur einen Tag (09.02.2018), an dem es zu flächendeckenden Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes an allen Stationen des Messnetzes kam (mit einer Ausnahme: Station Wernigerode/Bahnhof).

Tabelle 5: Partikel PM₁₀-Episode(n) im Jahr 2018 in Sachsen-Anhalt (Relativer Anteil der Stationen (%) mit Partikel PM₁₀-Tagesmittelwerten > 50 µg/m₃)

Datum	Höhepunkt	Anteil im Mittel über alle Tage	Anteil am Tag des Höhepunktes	Andauer der Episode in Tagen
08.02. – 09.02.18	09.02.2018	87	96	2
16.10. – 18.10.18	16.10.2018	45	61	3

Das Umweltbundesamt stellt die Daten aus den Messnetzen der einzelnen Bundesländer zusammen und bereitet sie in graphischer Form auf. Dies ermöglicht eine deutschlandweite Betrachtung der Belastungssituationen. Die Abbildung 26 zeigt die Karten (interpolierte Darstellung) der Partikel PM₁₀-Belastung für den Zeitraum der ersten Partikelepisode (07.02.2018 – 11.02.2018). Anhand dieser Karten lässt sich der Verlauf der Episode gut nachvollziehen.

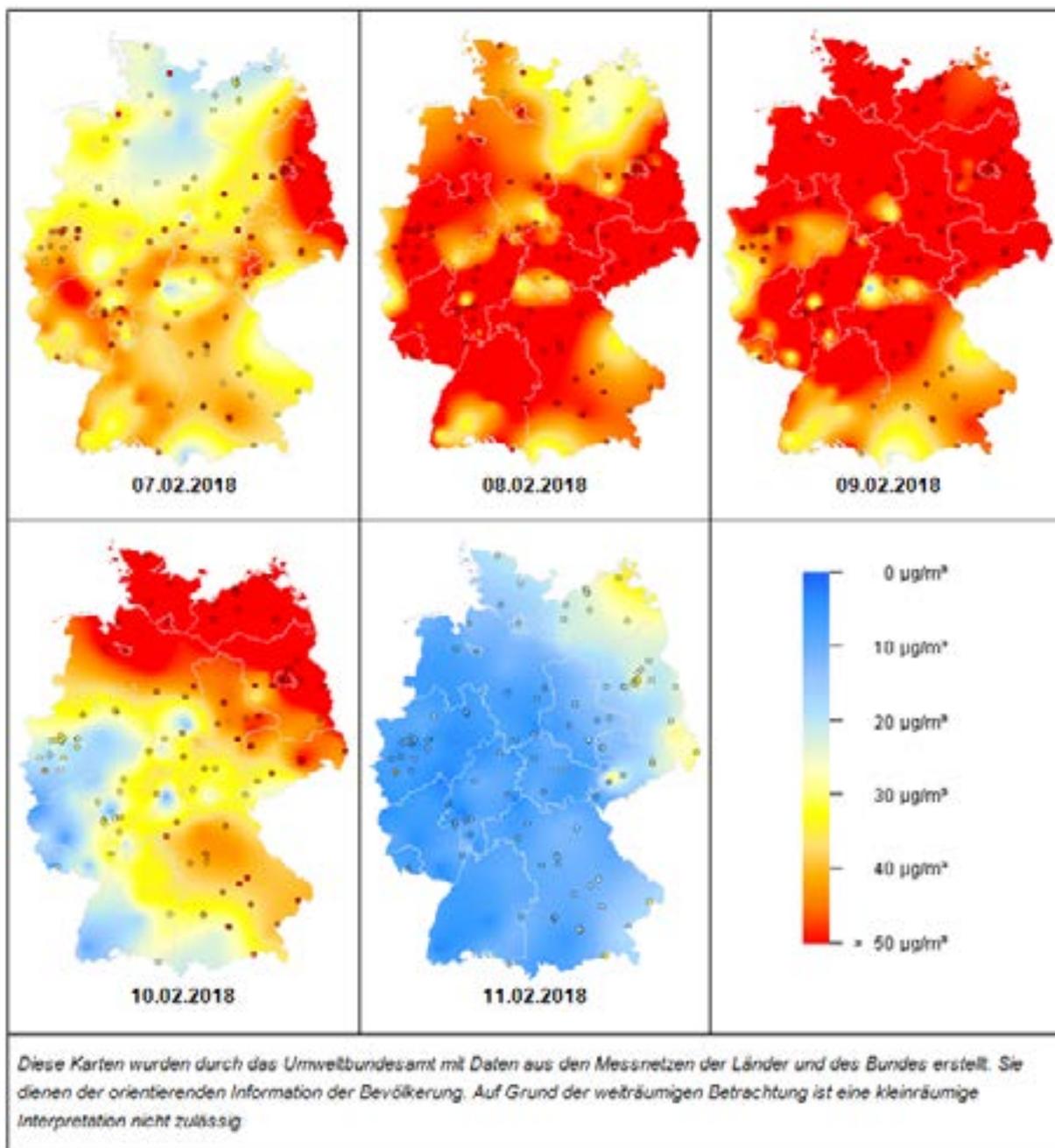


Abbildung 26: Partikel PM₁₀ – Belastung in Deutschland vom 07.02.2018 bis 11.02.2018

Die nachfolgende Abbildung 27 visualisiert eine Übersicht der seit dem Jahr 2005 in Sachsen-Anhalt registrierten Partikelepisoden. Dargestellt sind die Anzahl der Episoden pro Jahr, die Anzahl der Episodentage und die mittlere Andauer der Belastungssituation. Die Jahre 2011, 2010 und 2014 weisen die meisten Episodentage aus. Das Jahr 2016 markiert mit nur vier Episodentagen das andere Extrem. Allerdings lassen sich rein aus der Anzahl der Episodentage nur bedingt Rückschlüsse hinsichtlich der Belastung bezogen auf das Gesamtjahr ziehen. Ein gutes Beispiel dafür ist das Jahr 2012, welches mit 25 Episodentagen nicht allzu weit entfernt vom Jahr 2010 mit 29 Tagen liegt. Während sich jedoch das Jahr 2010 als eines der höchstbelasteten Jahre darstellt, blieb das Jahr 2012 aufgrund sehr niedriger Jahresmittelwerte in Erinnerung (an den Hotspots). Charakteristisch für die Episoden im Janu-

ar/Februar 2010 waren großflächig Tagesmittelwerte im Bereich zwischen 100 und 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ein vergleichbares Belastungsmuster wurde hingegen im Januar/Februar 2012 nicht annähernd erreicht.

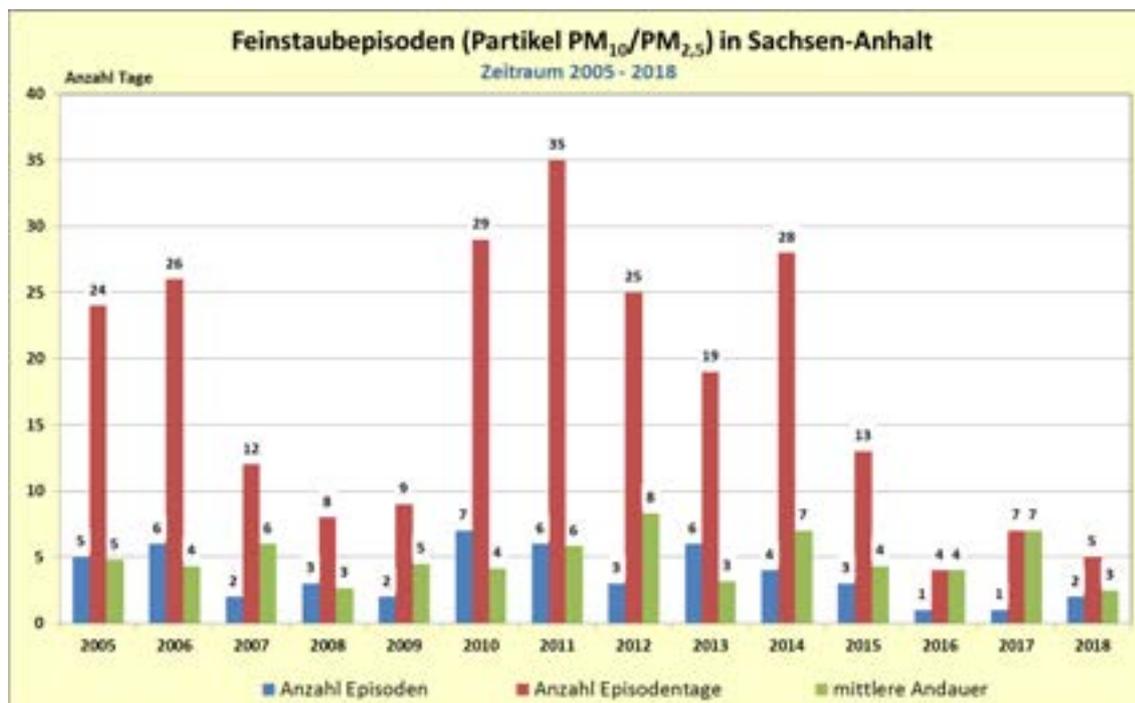


Abbildung 27: Übersicht der Feinstaubepisoden in Sachsen-Anhalt im Zeitraum von 2005 bis 2018

1.4.2.5 Trendentwicklung für Partikel PM_{10} und Partikel $\text{PM}_{2,5}$ 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. Sofern Sammlermessreihen zur Verfügung standen, wurden diese für die Auswertung genutzt. Es fanden im Falle von Partikel PM_{10} nur Stationen Berücksichtigung, die mindestens sieben Jahre gemessen haben. Diese Vorgehensweise konnte für die Darstellung der Partikel $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwerte nicht konsequent angewandt werden, da das zur Verfügung stehende Datenkollektiv ungleich kleiner und der Messbeginn an den einzelnen Standorten zu unterschiedlich war. Es wurden daher auch kürzere Zeitreihen mit einbezogen. Die Klasse „ländlicher Hintergrund“ wird deshalb nur durch eine Station repräsentiert.

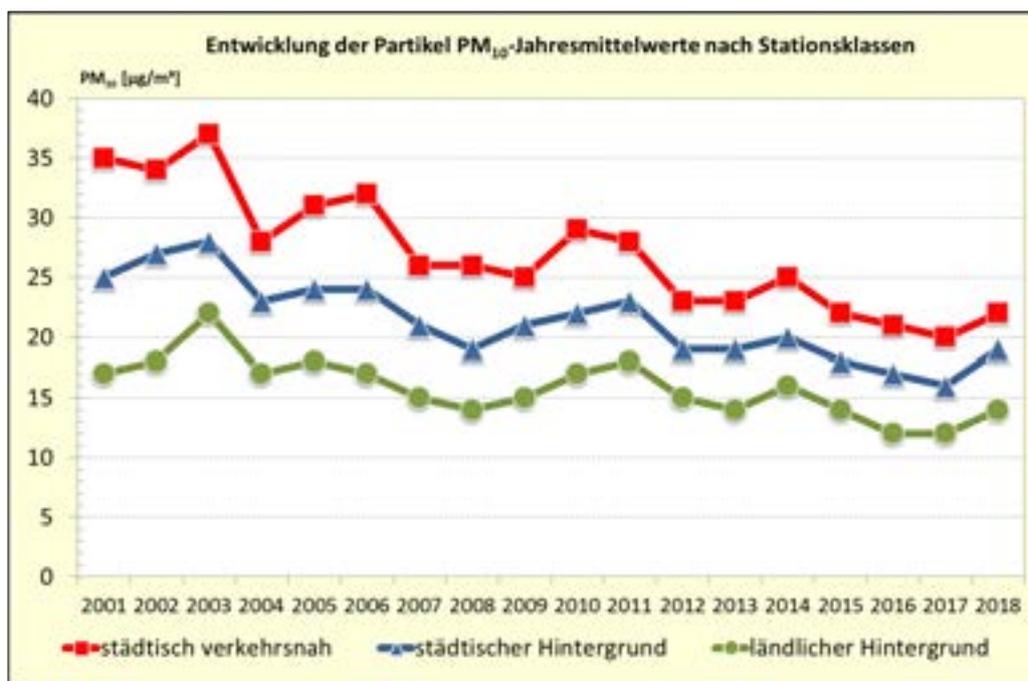


Abbildung 28: Entwicklung der Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

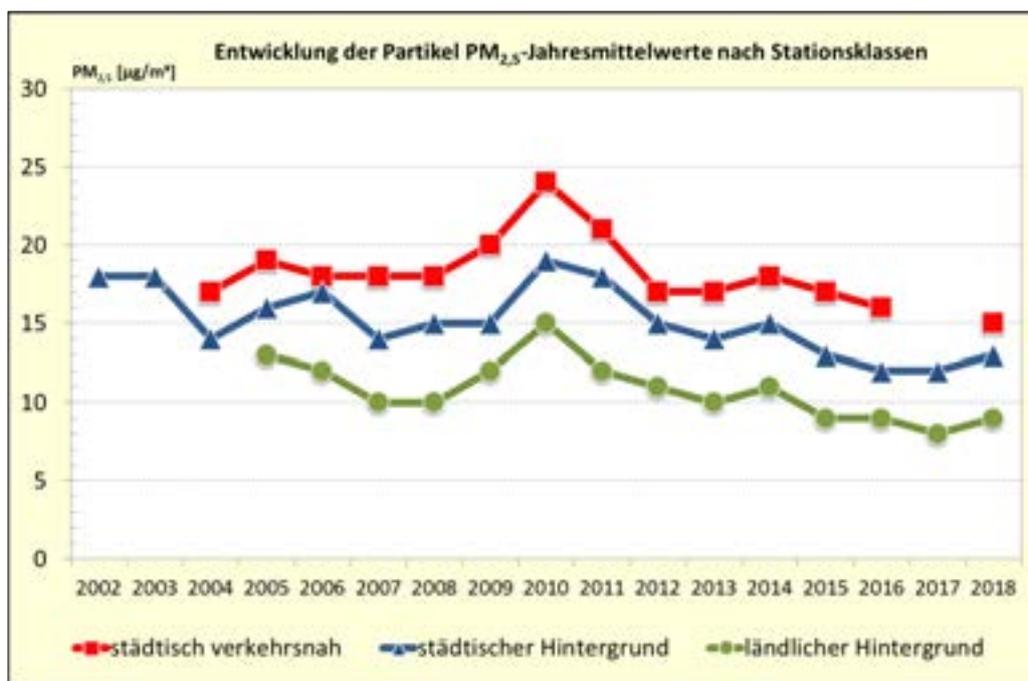


Abbildung 29: Entwicklung der Partikel PM_{2,5}-Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

In Auswertung der in Abbildung 28 dargestellten Entwicklung kann für die Jahresmittelwerte Partikel PM₁₀ insgesamt gesehen ein Rückgang festgestellt werden. Die Ausnahmejahre 2003 und 2006 sowie die ebenfalls durch eine hohe Belastung charakterisierten Jahre 2010 und 2011 sind als Trendunterbrechung erkennbar. Darüber hinaus ist der Verlauf durch jährliche, zumeist witterungsbedingte Schwankungen gekennzeichnet. Der Verlauf ist über die Stationsklassen hinweg annähernd synchron. Das Jahr 2014 markierte aufgrund des Wiederanstiegs der Belastung eine weitere Trendunterbrechung. Seitdem sind die Konzentrationen

nen über alle Klassen erneut kontinuierlich gesunken. Bedingt durch die langanhaltende Trockenheit kam es im letzten Jahr über alle Klassen hinweg zu einem deutlichen Belastungsanstieg. Überschreitungen des Partikel PM_{10} -Jahresgrenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ traten im gesamten Beobachtungszeitraum nicht auf.

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 29). 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. Für die Klasse der verkehrsnahen Stationen konnte aufgrund nur eingeschränkter Datenverfügbarkeit ($< 90 \%$) an einem für dieses Kollektiv essentiell wichtigen Standort für 2017 kein Wert angegeben werden. Infolge der langanhaltenden Trockenheit zeigt sich analog zum PM_{10} ein Anstieg der mittleren Jahresbelastung.

1.4.2.6 Bewertung der Jahresmittelwerte 2018 für Partikel PM_{10} und Partikel $PM_{2,5}$ unter Berücksichtigung der WHO-Leitwerte

In den bisherigen Ausführungen erfolgte die Bewertung der Partikelmessergebnisse ausschließlich anhand der aktuell gültigen Grenzwerte gemäß der 39. BImSchV bzw. Richtlinie 2008/50/EG. Im Folgenden werden die Jahresmittelwerte 2018 mit Hinblick auf die deutlich strengeren WHO-Leitwerte (siehe Abschnitt 2.6) betrachtet.

Für Partikel PM_{10} beträgt der WHO-Leitwert $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert und ist damit nur halb so hoch wie der aktuelle EU-Grenzwert. Dieser Leitwert wird aktuell an allen verkehrsnahen Standorten und darüber hinaus sogar an einem Standort im städtischen Hintergrund überschritten. Insgesamt gesehen wird dieser viel strengere aber nicht rechtsverbindliche Wert im Jahr 2018 an 15 von 23 Stationen eingehalten (Jahr 2017: 19 von 23 Stationen).

Mit Blick auf die gesundheitlichen Wirkungen ist festzustellen, dass die Bedeutung der kleineren Partikel deutlich größer ist. Deshalb existiert ebenfalls ein entsprechender WHO-Leitwert für Partikel $PM_{2,5}$. Dieser liegt bei $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und ist damit nur halb so hoch wie der EU-Grenzwert ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), der in Stufe 2 ab dem Jahr 2020 gültig ist. Aktuell liegt der EU-Grenzwert bei $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gültig ab 01.01.2015).

Die Abbildung 31 visualisiert die Partikel $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte 2018 der LÜSA-Messstationen mit Blick auf den WHO-Leitwert und den EU-Grenzwert (Stufe 2). Letzterer wird aktuell bereits an allen Standorten eingehalten. Im Gegensatz dazu wird der WHO-Leitwert nach wie vor nur an einem Standort im ländlichen Hintergrund eingehalten. Um diesen ambitionierten Leitwert einzuhalten, sind weitere Anstrengungen zur Senkung der Partikelkonzentrationen erforderlich.

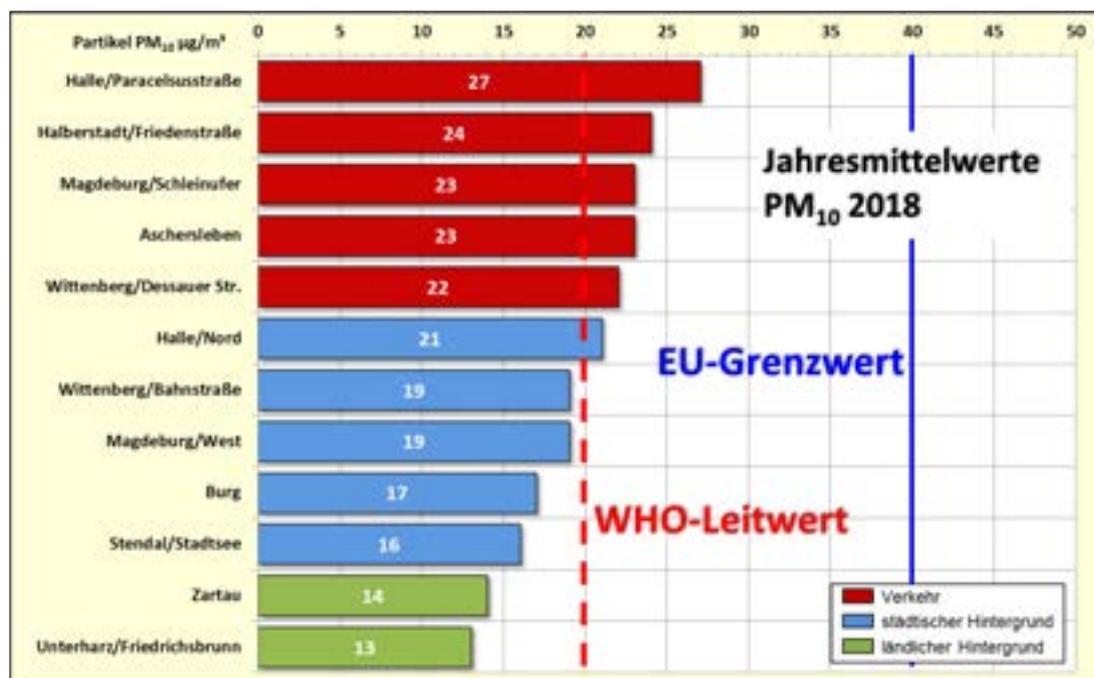


Abbildung 30: Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte 2018 ausgewählter Stationen in Sachsen-Anhalt in Bezug zum WHO-Leitwert und EU-Grenzwert

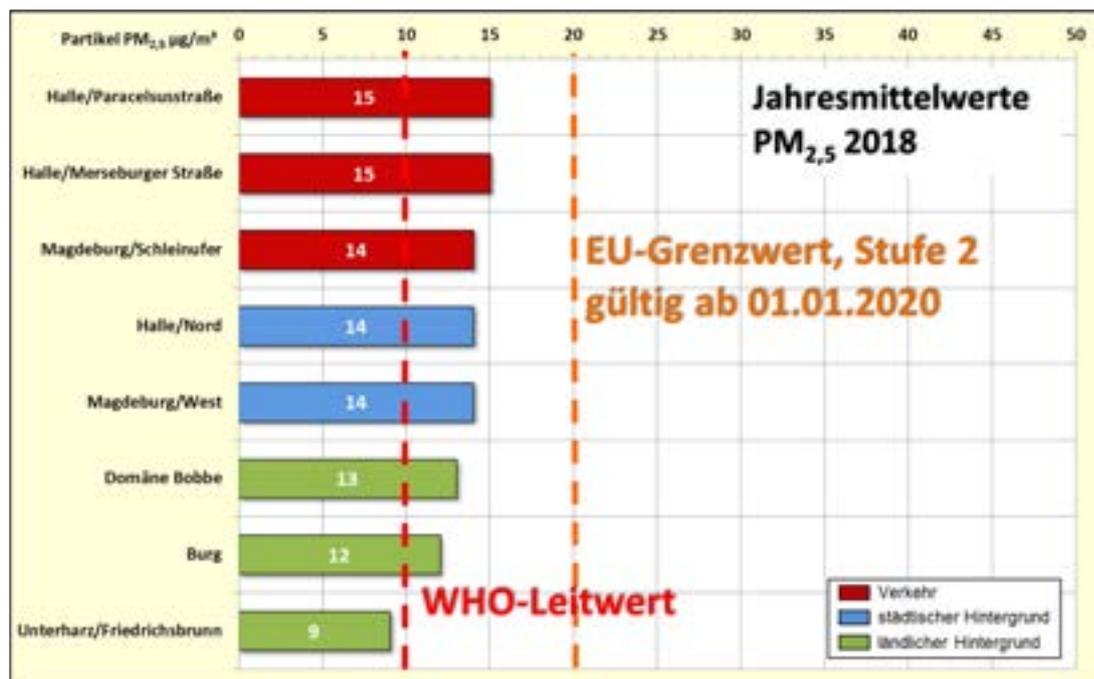


Abbildung 31: Partikel PM_{2,5}-Jahresmittelwerte 2018 in Sachsen-Anhalt in Bezug zum WHO-Leitwert und EU-Grenzwert, Stufe 2

1.4.3 Stickstoffoxide (NO₂, NO)

Unter Stickstoffoxiden (NO_x) fasst man gasförmige Oxide des Stickstoffs zusammen, zu deren wichtigsten Verbindungen Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) zählen.

Stickstoffmonoxid (NO) hat nur eine kurze atmosphärische Lebensdauer. Die Verweilzeit von NO₂ in der Atmosphäre wird in der Literatur mit fünf bis sieben Tagen angegeben.

Bei der Wirkung der Stickstoffoxide auf den Menschen ist insbesondere die Schädigung der Atemwege zu nennen. Langandauernde Exposition kann zu Beeinträchtigung der Lungenfunktion und zu chronischen Herz-Kreislaufkrankungen führen.

Die Stickstoffoxide haben auch pflanzentoxische Wirkungen.

In der Atmosphäre sind Stickstoffoxide und reaktive Kohlenwasserstoffe zusammen mit Sonnenstrahlung die Reaktionspartner für die photochemische Ozonbildung. Maßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffoxidemissionen tragen also auch zur Minderung der sommerlichen Ozonbelastung bei.

Stickstoffoxide werden bei Verbrennungsprozessen freigesetzt. Hauptemittenten sind Kraftwerke, Feuerungsanlagen und motorisierter Verkehr, wobei dem Verkehr eine besondere Bedeutung zugemessen wird, weil die Auspuffemissionen in geringer Höhe freigesetzt werden.

Im Jahr 2018 standen im LÜSA zur Bestimmung der NO- und NO₂-Konzentrationen 22 Messreihen zur Verfügung. Die Datenverfügbarkeiten der einzelnen Messreihen ist Tabelle A 3 zu entnehmen. Im Mittel über alle Stationen wurde eine Verfügbarkeit von 99 % erreicht.

Seit dem Jahr 2010 sind die NO₂-Luftqualitätsgrenzwerte (Jahresmittelwert, Kurzzeitwert) in Kraft (siehe Abschnitt 1.6, Tabelle 18).

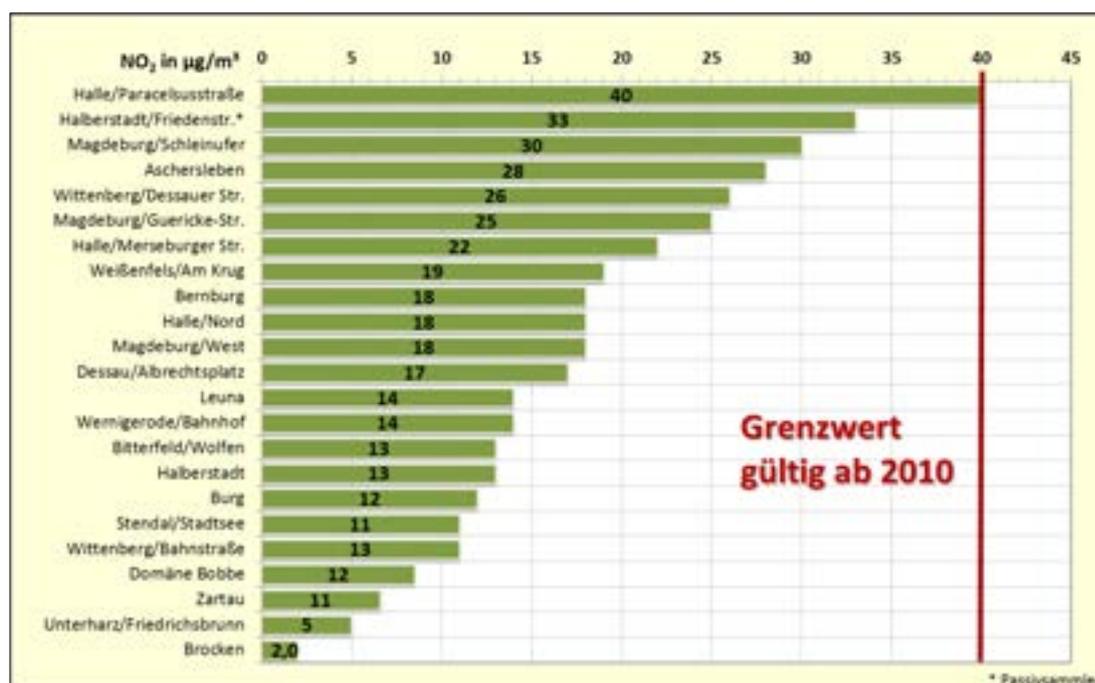


Abbildung 32: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid 2018 in µg/m³

Jahresmittelwerte werden als Kenngröße für die mittlere Belastung herangezogen. Abbildung 32 visualisiert die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Konzentrationen für das Jahr 2018 im Vergleich zum Jahreshrenzwert.

Im Jahr 2018 konnte der Jahresgrenzwert für Stickstoffdioxid, der in der Stadt Halle (Saale) seit dem Jahr 2015 regelmäßig überschritten wurde, erstmalig knapp eingehalten werden. Dennoch wird die straßennahe Einhaltung des NO₂-Jahresgrenzwertes in den nächsten Jahren weiterhin eine große Herausforderung darstellen.

Überschreitungen des (Kurzzeit-)Grenzwertes (200 µg/m³ als Stundenmittelwert bei maximal 18 zulässigen Überschreitungen) und Überschreitungen der Alarmschwelle (1-Stundenmittelwerte größer 400 µg/m³ in drei aufeinander folgenden Stunden) traten nicht auf. Wie bereits in den Vorjahren wurden an den LÜSA-Messstellen 2018 keine Stundenmittelwerte über 200 µg/m³ registriert.

Die Messergebnisse der Stickstoffdioxid-Konzentrationen in Sachsen-Anhalt anhand der Anforderungen der 39. BImSchV (siehe Abschnitt 1.6) sind in Tabelle A 11 bis Tabelle A 14 dokumentiert.

Den Vergleich der Monatsmittelwerte 2017 und 2018 für Verkehrsstationen (Messstandorte, wo eine hohe Schadstoffkonzentrationen zu erwarten ist und nur für die lokale Umgebung repräsentativ) und Stadtgebietsstationen (Aufschluss über die Konzentrationen im urbanen Hintergrund) visualisiert Abbildung 33.



Abbildung 33: Vergleich der Monatsmittelwerte der Stickstoffdioxid-Immissionen der Jahre 2017 und 2018 an Verkehrs- und Stadtgebietsstationen

Man kann bei beiden Kategorien den Einfluss der Witterung auf die Stickstoffdioxidkonzentrationen erkennen. So bewirken zum Beispiel längere Perioden mit extremem Frost, Temperaturinversion und eingeschränkten Austauschverhältnissen wie im Januar 2017 einen deutlichen Anstieg der Konzentrationen im Vergleich zum milden und sehr niederschlagsreichen Januar 2018 mit für diesen Monat ungewöhnlich niedrigen Konzentrationen.

Die mittleren Konzentrationen (Abbildung 34) waren im Jahr 2017 deutlich rückläufig. Das Jahr wurde geprägt von unbeständigen Wetterlagen mit starkem Wind bis hin zum Orkan

und häufigen, teils ergiebigen Niederschlägen. Sie führten zu einer schnellen Durchmischung und Transport bzw. zur Auswaschung der Luftschadstoffe durch Niederschläge.

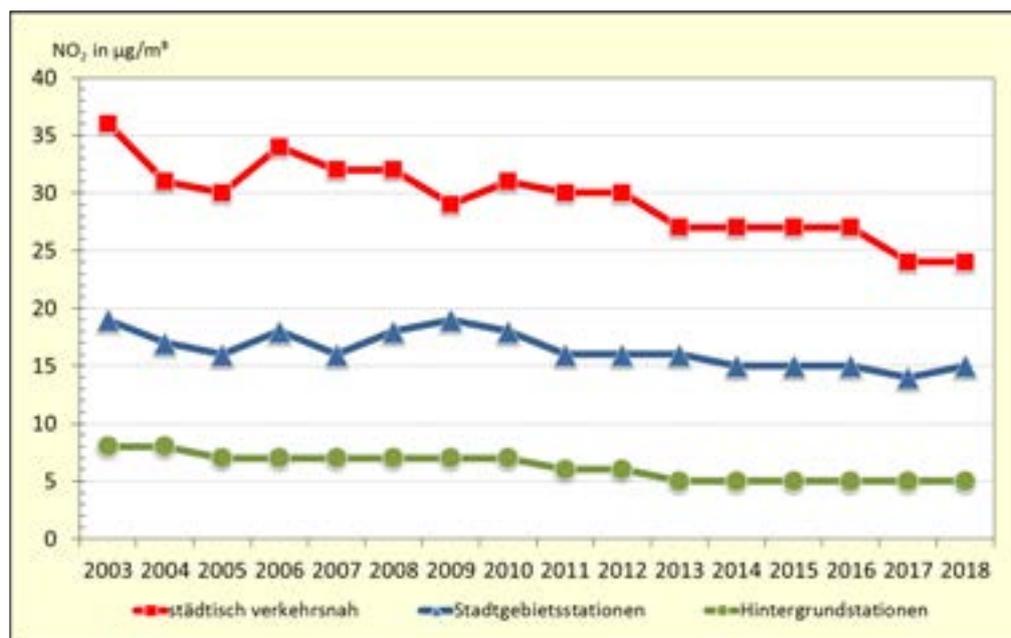


Abbildung 34: Entwicklung der Stickstoffdioxid-Immissionen (Jahresmittelwerte)

Im Jahr 2018 waren die Witterungsbedingungen weniger optimal, so dass sich dieser Trend nicht an allen LÜSA-Messstellen fortsetzt. Die in unmittelbarer Nähe zu den Emissionsquellen im Straßenverkehr gelegenen Verkehrsmessstationen weisen erwartungsgemäß die höchste Stickstoffdioxidkonzentration auf. Dennoch ist an den meisten Verkehrsmessstationen ein Rückgang von 2 bis 4 µg/m³ zu verzeichnen. Eine Erklärung dafür könnte die Umsetzung der in den Luftreinhalteplänen enthaltenen emissionsmindernden Maßnahmen sein. An den Standorten im urbanen und ländlichen Hintergrund ist keine Tendenz zu erkennen. An einigen Standorten ist sogar ein leichter Anstieg zu verzeichnen.

Für **Stickstoffmonoxid** existieren keine Grenzwerte. In der VDI-Richtlinie 2310 (siehe Abschnitt 1.6) sind maximale Immissionskonzentrationen (MIK-Werte) festgelegt, die als Richtwerte dienen, um "...Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Menschen, insbesondere auch für Kinder, Kranke und Alte, bei ihrer Einhaltung" zu vermeiden.

Die 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 µg/m³ 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.

Seit mehreren Jahren deutet sich ein Trend zur Verschiebung der Kfz-Immissionen zu erhöhten NO_2 -Direktemissionen an. 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.

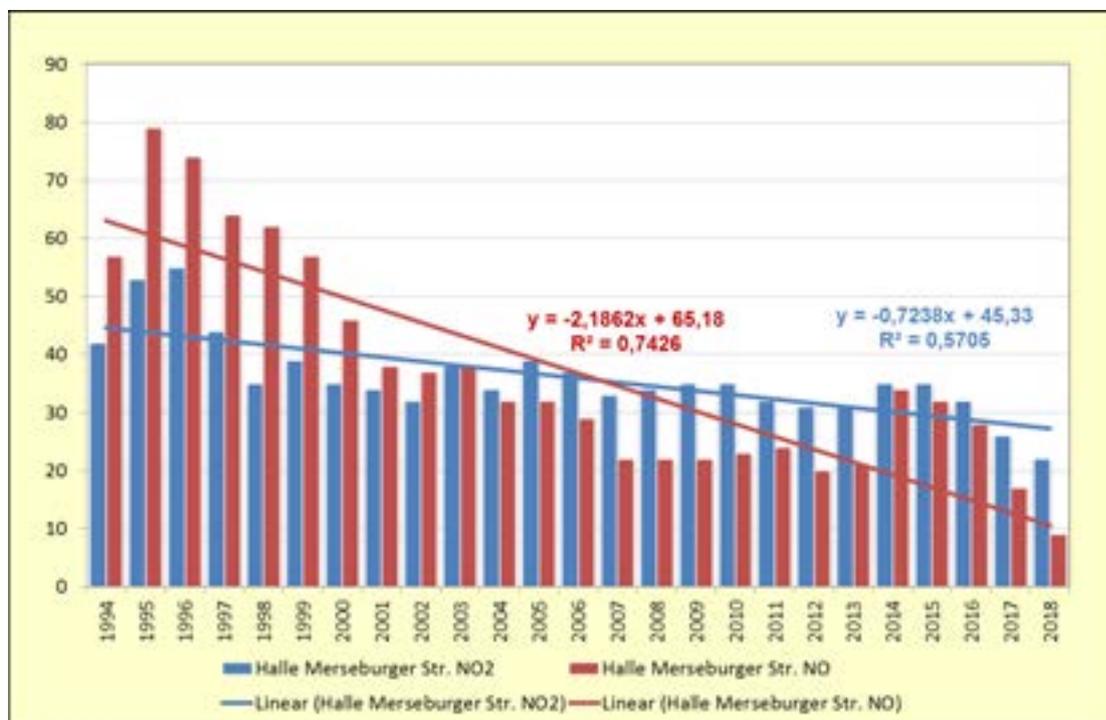


Abbildung 35: Jahresmittelwerte und Trend Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid an der LÜSA-Messstation Halle/Merseburger Straße 1994 bis 2018

Abbildung 35 zeigt am Beispiel der Verkehrsmessstation Halle/Merseburger Str. die Entwicklung der NO - und NO_2 -Jahresmittelwerte seit 1994. Die Errichtung einer Lichtsignalanlage im Dezember 2013 führte dort zu einem deutlichen Anstieg der NO_2 -Konzentrationen. Die Haltelinie dieser Lichtsignalanlage befindet sich nur etwa 5 m von der Luftmessstation entfernt. Dies hat zur Folge, dass sich der Fahrzeugverkehr in Richtung Süden während der Rotphasen zweiseitig und direkt vor der Messstation staut und insbesondere beim Anfahren mehr NO_x emittiert wird. Der Rückgang der Jahresmittelwerte 2017 und 2018 ist auf die ab Juli 2017 begonnenen Baumaßnahmen mit Sperrung einer Fahrtrichtung stadteinwärts und Umleitung einer Richtungsfahrbahn stadtauswärts zurückzuführen.

Dennoch ist eine deutliche Abnahme des NO/NO_2 -Verhältnisses unverkennbar (Abbildung 36).

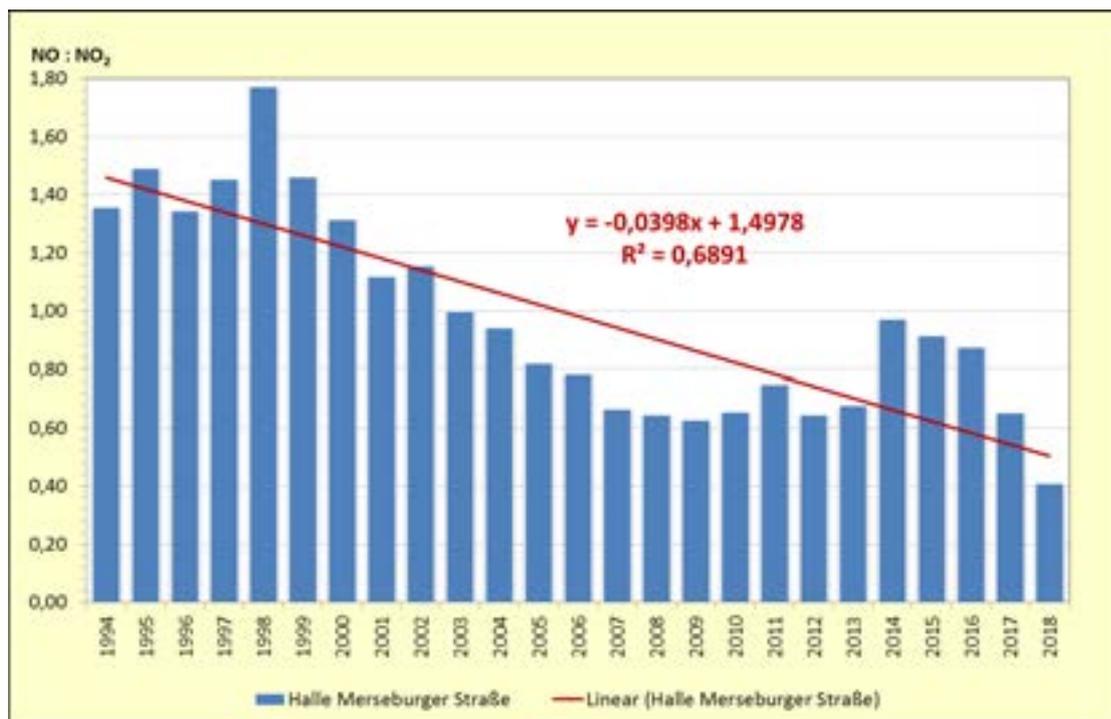


Abbildung 36: Entwicklung des Verhältnisses Stickstoffmonoxid : Stickstoffdioxid 1994 bis 2018 an der LÜSA-Messstation Halle/Merseburger Straße

Mit Hilfe des einfachen nicht-parametrischen Mann-Kendall-Tests auf Trends in Zeitreihen, erweist sich der abnehmende Trend als statistisch signifikant.

1.4.3.1 Analyse der NO- und NO₂-Immissionen der Jahre 2017 und 2018

Analysiert werden die Jahresmittelwerte Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) des Jahres 2018 und deren Abweichungen von den entsprechenden Werten des Jahres 2017 für alle Stationen des LÜSA.

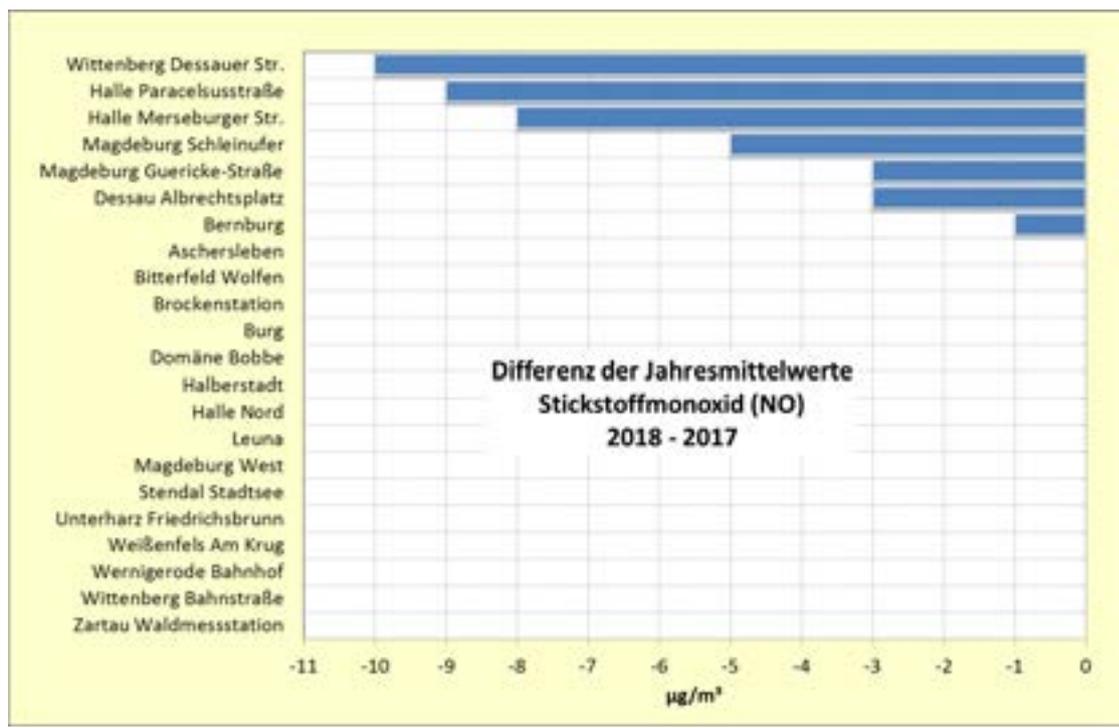


Abbildung 37: Verhalten der Jahresmittelwerte NO von 2017 zu 2018

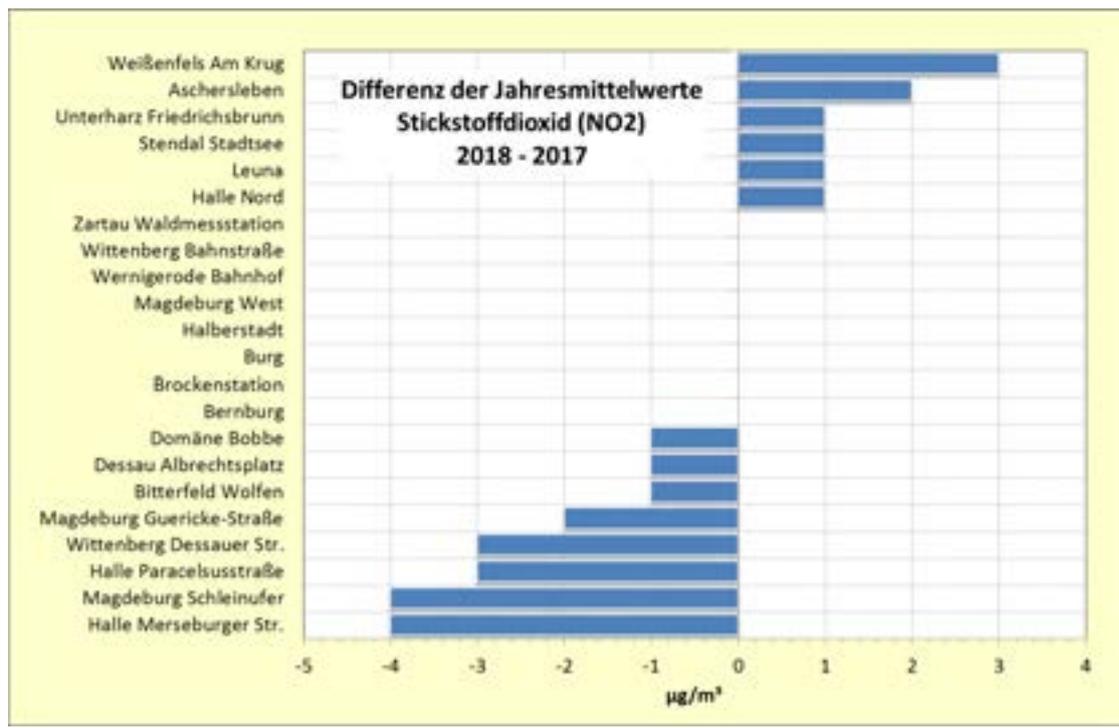


Abbildung 38: Verhalten der Jahresmittelwerte NO₂ von 2017 zu 2018

Abbildung 37 und Abbildung 38 visualisieren Anstieg bzw. Rückgang der Jahresmittelwerte der NO- und NO₂-Immissionen gegenüber dem Vorjahr. Die Differenzen der Jahresmittelwerte von 2017 und 2018 wurden auf ganze Zahlen gerundet und der Größe nach geordnet dargestellt.

Der in Abbildung 35 am Beispiel der Verkehrsmessstation Halle Merseburger Straße visualisierten Trend zur Verschiebung der Kfz-Immissionen zu erhöhten NO_2 -Direktemissionen spiegelt sich auch beim Rückgang der NO -Jahresmittelwerte an den Verkehrsmessstationen wieder (Abbildung 37).

Allerdings ist auch bei den NO_2 -Jahresmittelwerten - mit Ausnahme der Stationen in Aschersleben und Weißenfels - an den Verkehrsmessstationen ein Rückgang zu verzeichnen. In Aschersleben führte die Sperrung einer Bundesstraße zu erhöhtem Verkehrsfluss am Standort der Messstation. Die Verkehrsmessstation Weißenfels befindet sich an der Umleitungsstrecke der Autobahn A9, so dass die gestiegenen NO_2 -Immissionen wahrscheinlich durch Ausweichverkehr und Rückstau bis zur Station verursacht wurden.

In Abbildung 39 und Abbildung 40 wird der Zusammenhang von Ozon, Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid für die Stationen des LÜSA für die Jahresmittelwerte 2017 und 2018 visualisiert. Dazu wurde je LÜSA-Station ein Wertepaar aus Stickstoffdioxid sowie dem Produkt von Ozon und Stickstoffmonoxid gebildet. Mit Hilfe der statistischen Regressionsanalyse zeigt sich ein deutlicher linearer Zusammenhang des Produktes aus Ozon und NO und NO_2 , wobei die Punkte umso näher am Koordinatennullpunkt liegen, je verkehrsferner gemessen wurde. Bei einer linearen Beziehung zwischen 2 Variablen gilt: „Je größer die Steigung, desto größer die Änderungsrate“. Die Steigung der Regressionsgeraden ist im Jahr 2018 (siehe Tabelle A 15) mit 15,821 steiler als 2017 (13,986). Ursache dafür sind die deutlich höheren Ozonkonzentrationen, die trotz niedrigerer NO -Jahreswerte zu einem größeren Produkt $\text{NO} \cdot \text{O}_3$ führten.

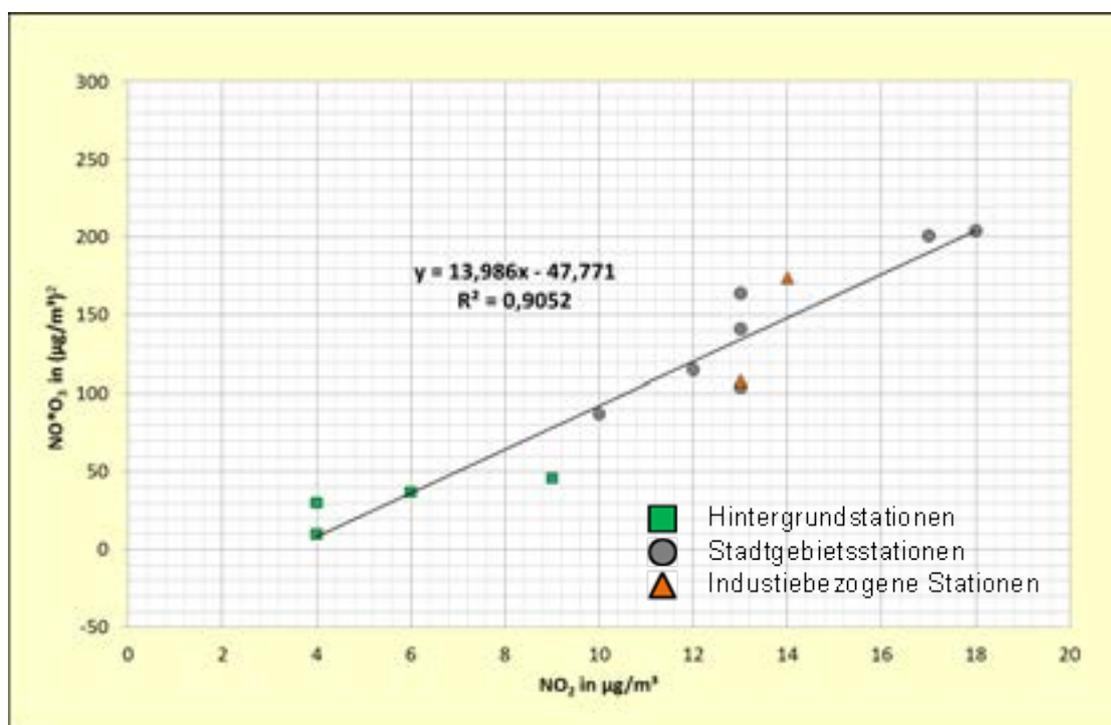


Abbildung 39: Darstellung des Zusammenhangs der Jahresmittelwerte 2017 NO , NO_2 und Ozon an den Messstationen in Sachsen-Anhalt

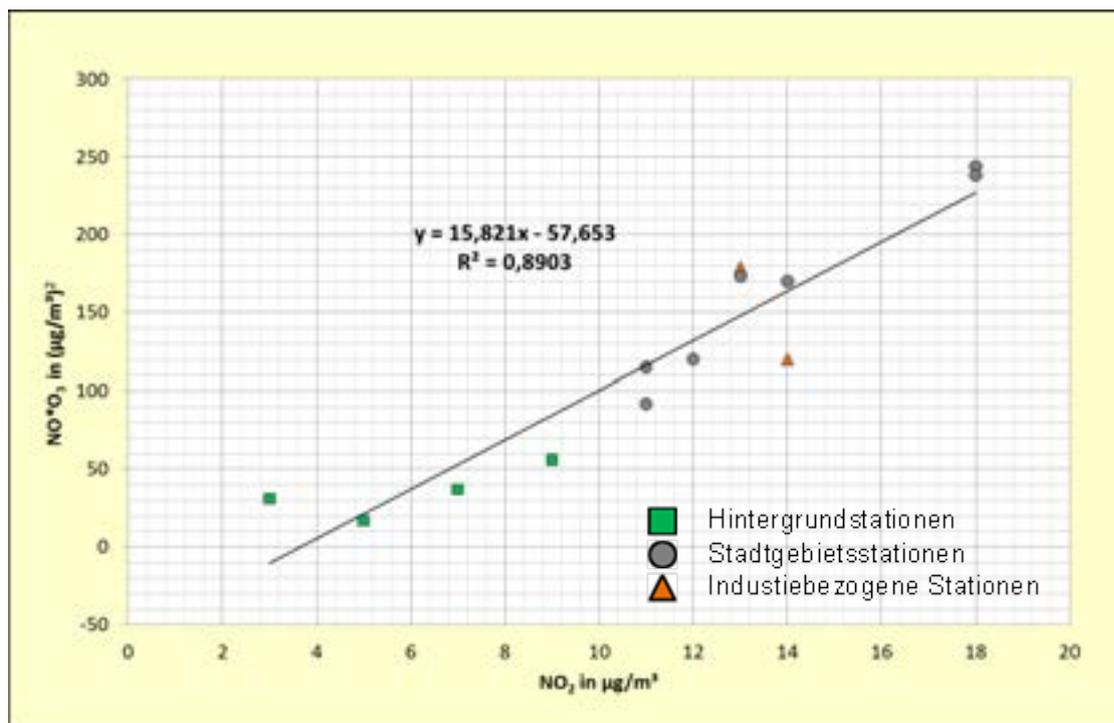


Abbildung 40: Darstellung des Zusammenhangs der Jahresmittelwerte 2018 NO, NO₂ und Ozon an den Messstationen in Sachsen-Anhalt

1.4.3.2 Ergebnisse der NO₂-Passivsammlermessungen

Die Ergebnisse der Passivsammlermessungen sind in der nachfolgenden Abbildung 41 dargestellt (genaue Standortbeschreibung siehe Anhang Abbildung A 4 bis Abbildung A 7).

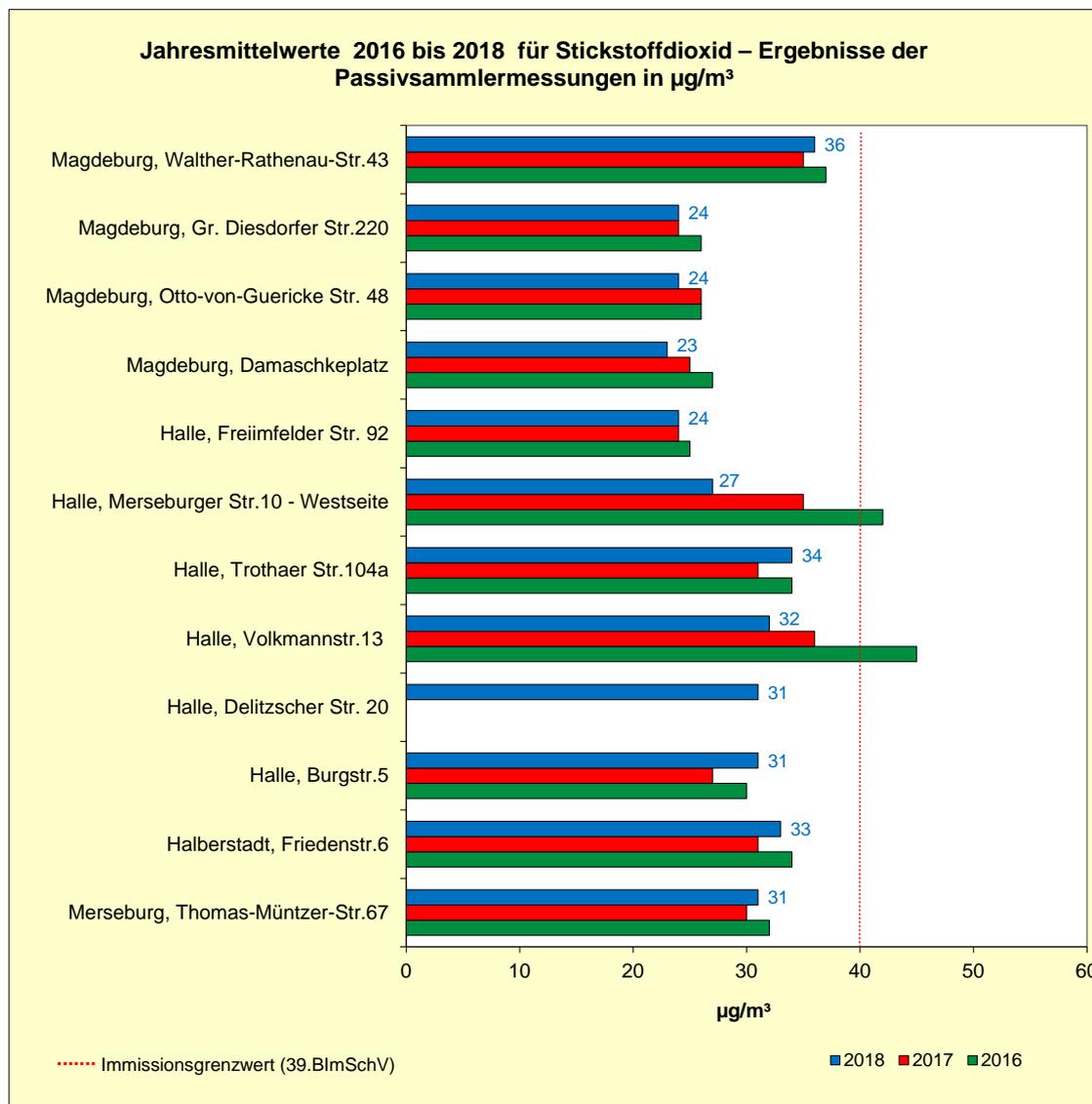


Abbildung 41: Jahresmittelwerte der NO₂-Messungen mit Passivsammler (LÜSA-Referenzstandorte sind nicht enthalten)

Im Vergleich zum Jahr 2017 haben sich 2018 an 4 Standorten die NO₂-Messwerte verringert, an 5 Standorten erhöht und an 2 Standorten nicht verändert. Die mit Passivsammlern ermittelten Jahresmittelwerte 2018 liegen an allen Messstandorten unterhalb 40 µg/m³.

Der Rückgang der NO₂-Konzentrationen in der Volkmannstraße hat sich im Jahr 2018 fortgesetzt. Aufgrund von Verkehrssanierungsmaßnahmen durch den Umbau des Steintorplatzes mit der zeitweisen Einrichtung einer Ampelregelung Ecke Volkmannstraße/Krausenstraße war im Jahr 2016 gegenüber 2015 eine Zunahme der NO₂-Konzentration zu verzeichnen (2015: 39 µg/m³; 2016: 45 µg/m³; 2017: 36 µg/m³). Der zeitweise Betrieb der Lichtsignalanlage (01.05. – 19.12.2016), war mit geänderten Verkehrsflüssen und häufigen

Staus in der Volkmannstraße verbunden und dürfte maßgeblich zum registrierten NO₂-Anstieg in 2016 beigetragen haben. Das Belastungsniveau 2018 fällt mit 32 µg/m³ etwas geringer als im Jahr 2017 aus.

Der starke NO₂-Rückgang in der Merseburger Straße ist auf die ab Juli 2017 begonnenen Baumaßnahmen mit Sperrung einer Fahrtrichtung stadteinwärts und Umleitung einer Richtungsfahrbahn stadtauswärts zurückzuführen.

Anhand der in den nachfolgenden Abbildung 42 und Abbildung 43 dargestellten zeitlichen Konzentrationsverläufe (14-tägig) sind die Auswirkungen der beschriebenen verkehrstechnischen Maßnahmen erkennbar.

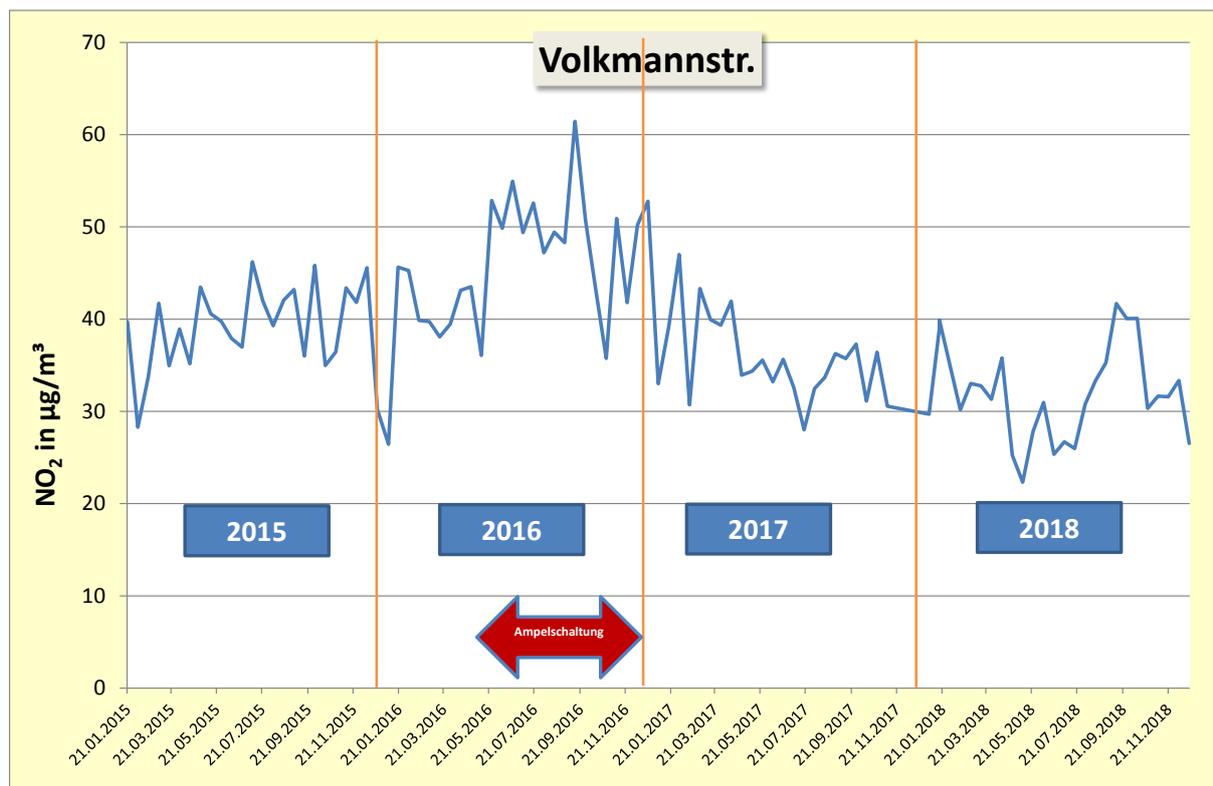


Abbildung 42: NO₂-Konzentrationsverlauf für den Zeitraum 2015 bis 2018 in der Volkmannstraße

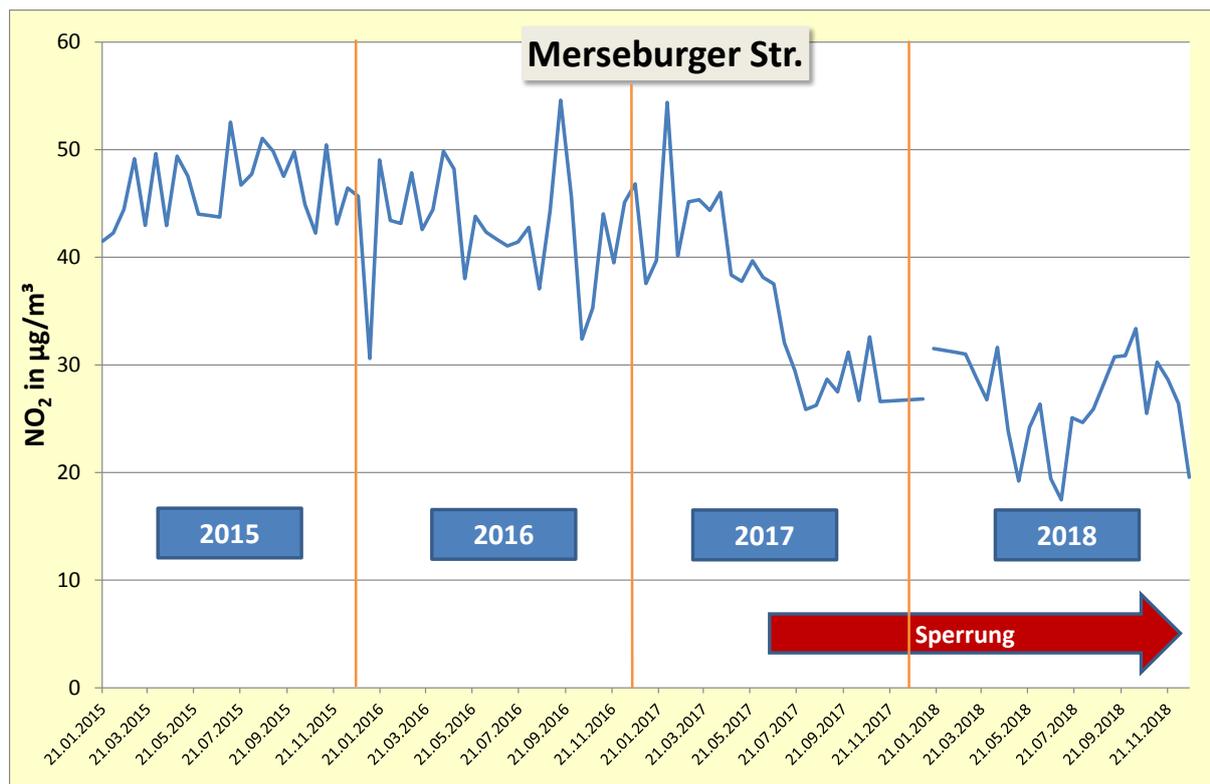


Abbildung 43: NO₂-Konzentrationsverlauf für den Zeitraum 2015 bis 2018 in der Merseburger Straße

Eine deutliche Verringerung des Kfz-Verkehrs durch Baumaßnahmen führte auch am Standort Magdeburg Damaschkeplatz zu einer deutlichen Verringerung der NO₂-Konzentrationen. Im Zuge der Baumaßnahmen wurde zunächst im Mai 2015 eine Fahrtrichtung gesperrt. Seit Anfang Mai 2017 fließt dort überhaupt kein Kfz-Verkehr mehr. Der Sammler dokumentiert somit im Wesentlichen den Einfluss der Tunnelbaustelle und den Verkehrseinfluss der Tangente.

1.4.4 Ozon (O₃)

Die Beurteilung der bodennahen Ozonkonzentrationen erfolgt gemäß den Zielwerten, langfristigen Zielen und Alarmschwellen der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation (siehe Abschnitt 1.6, Tabelle 19).

Für eine flächendeckende Überwachung der Ozonkonzentration, zur Untersuchung der regionalen Besonderheiten sowie zur Auswertung des Ozonbildungspotentials standen im Jahr 2018 in Sachsen-Anhalt 15 Messreihen mit einer mittleren Verfügbarkeit der Ozon-Stundenmittelwerte von 99 % zur Verfügung. Die Verfügbarkeiten an den einzelnen Stationen sind in Tabelle A 3 angegeben. Tabelle A 15 enthält die Jahresmittelwerte als Kenngröße für die mittlere Belastung der Jahre 2017 und 2018. Das Jahr 2018 war das wärmste und sonnigste Jahr seit Beginn regelmäßiger Wetteraufzeichnungen. So ist es auch nicht überraschend, dass die mittleren Konzentrationen beim Ozon im Vergleich zum Vorjahr deutlich anstiegen.

Ozon wird als sekundärer Schadstoff bezeichnet, weil in Bodennähe auftretendes Ozon nicht direkt freigesetzt wird. Es bildet sich in den unteren Luftschichten der Atmosphäre bis in etwa zehn Kilometer Höhe bei intensiver Sonneneinstrahlung durch photochemische Reaktionen von Sauerstoff und Luftverunreinigungen. Vor allem flüchtige organische Verbindungen und Stickstoffoxide sind an diesen Reaktionen beteiligt. Diese Luftverunreinigungen werden überwiegend durch den Menschen verursacht. Hinzu kommt eine natürliche Ozon-Hintergrundbelastung, die vom hemisphärischen Transport und von natürlichen Bildungsprozessen herrührt. Wegen dieser verschiedenen Einflussgrößen, die zudem Schwankungen unterliegen, ist es schwer, Aussagen über einen Langzeittrend zu machen.

Die Abbildung 44 visualisiert die Jahresmittelwerte des Ozons der Jahre 2003 bis 2018 am Beispiel einer typischen Stadtgebiets-, Hintergrund- und Verkehrsmessstation. Gegenüber dem Vorjahr wird ein deutlicher Anstieg der mittleren Konzentrationen festgestellt.

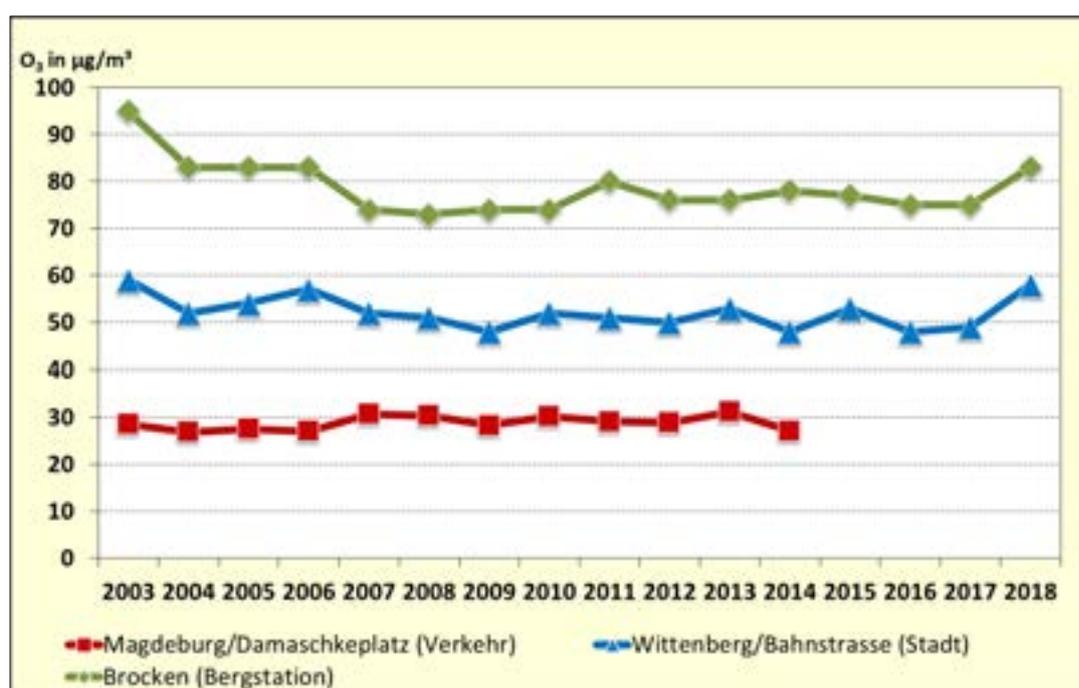


Abbildung 44: Verlauf der Jahresmittelwerte Ozon in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Beispiel einer Hintergrund-, einer Stadtgebiets- und einer Verkehrsmessstation

Der Sommer 2018 war der zweitheißeste seit Beginn regelmäßiger Wetteraufzeichnungen im Jahre 1881 und damit außergewöhnlich heiß und trocken. Mit $19,3\text{ }^\circ\text{C}$ lag er nur $0,5\text{ Kelvin}$ hinter dem Spitzenreiter im Jahr 2003 mit $19,7\text{ }^\circ\text{C}$.

Abbildung 45 visualisiert die Anzahl der Tage mit Überschreitung des Schwellenwertes für Ozon zur Information der Bevölkerung von $180\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ und der Alarmschwelle vom Jahr 1993 bis zum Jahr 2018. Im Vergleich zum Sommer 2003 (22 Tage) wurden jedoch 2018 in Sachsen-Anhalt an nur 4 Tagen Überschreitungen der Informationsschwelle (Einstundenmittelwerte größer als $180\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) gemessen (Tabelle A 16 und Tabelle A 17). Die Situation im Sommer 2018 stellt sich als ungewöhnlich dar, denn angesichts der anhaltend hohen Temperaturen – zum Teil deutlich über der 30 Grad-Marke – wurden eigentlich auch deutlich mehr Überschreitungen der Informationsschwelle erwartet.

Die Ozonspitzen gehen seit 1990 sowohl in der Höhe, als auch in der Häufigkeit ihres Auftretens zurück. Grund für diese erfreuliche Entwicklung ist die gegenüber 1990 deutlich verringerte Freisetzung der Vorläuferstoffe (Stickstoffoxide, flüchtige Kohlenwasserstoffe), die zur Ozonbildung beitragen.

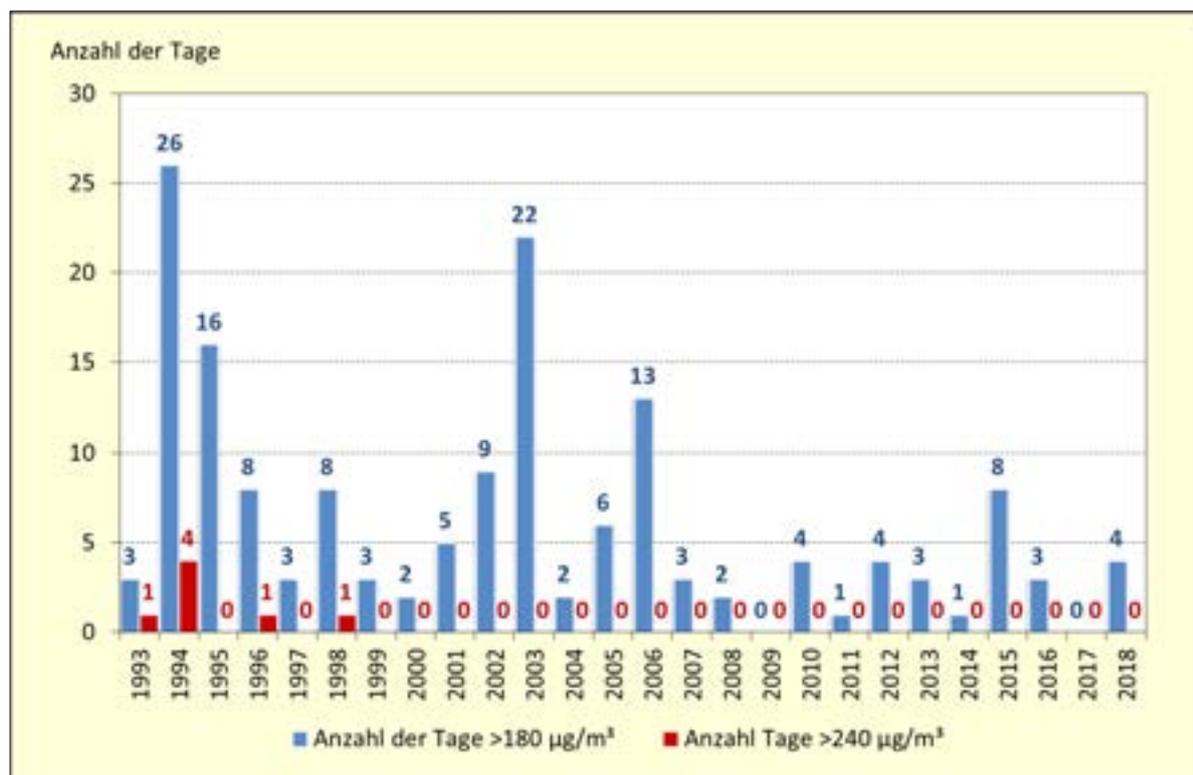


Abbildung 45: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwertes für Ozon zur Information der Bevölkerung ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und der Alarmschwelle ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$); Bezug: 1-h-Mittelwert

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 ab dem Jahr 2013 gültig.

Im Jahr 2017 wurden im Durchschnitt über alle LÜSA-Stationen an 8 Tagen Überschreitungen des Achtstundenmittelwertes ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) registriert, im Jahr 2018 war das an 43 Tagen der Fall. Das führte auch dazu, dass der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht nur an der Bergstation auf dem Brocken sondern zusätzlich an den LÜSA-Messstationen Leuna, Wittenberg/Bahnstraße und Domäne Bobbe nicht eingehalten werden konnte (Abbildung 46 und Tabelle A 18).

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 - wäre im Jahr 2018 an keiner LÜSA-Station eingehalten worden.

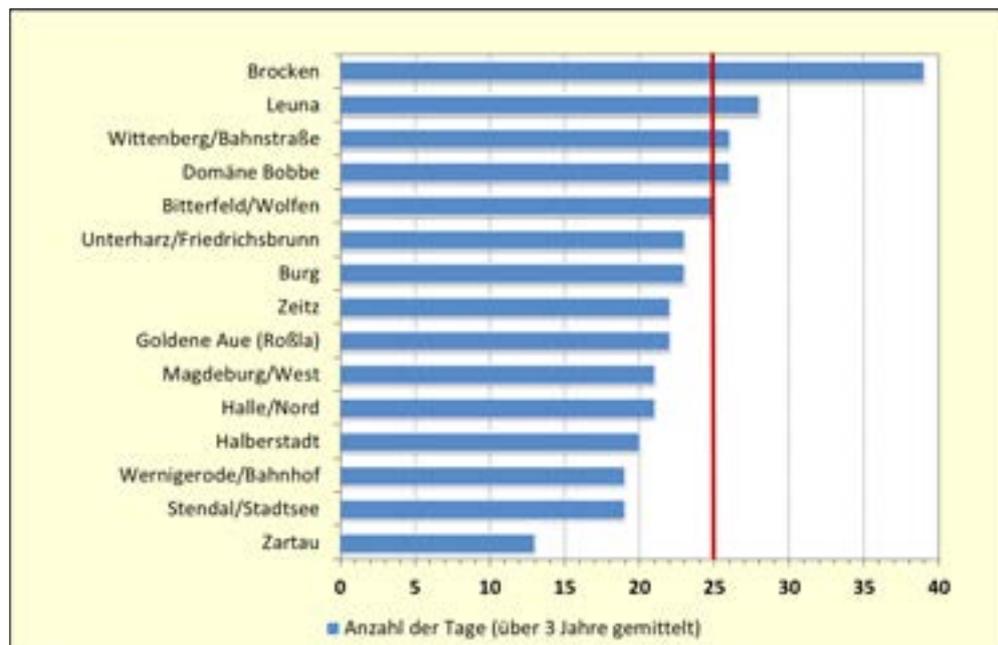


Abbildung 46: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Zielwertes für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemittelt über 3 Jahre ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuhalten als höchster 8-h-Mittelwert ab dem Jahr 2010)

Die Luftgüteleitlinien der WHO (Weltgesundheitsorganisation) geben eine zuverlässige Orientierungshilfe bei der Prüfung von möglichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung (siehe Abschnitt 1.6 Tabelle 28) und haben weltweit Gültigkeit.

Der Leitwert für Ozon ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 8h-Mittelwert) wird an allen LÜSA-Stationen an einer großen Anzahl von Tagen im Jahr überschritten (Tabelle A 20 des Anhanges).

Die Entwicklung der Anzahl der Tage pro Jahr, an denen an mindestens einer LÜSA-Station ein 8-h-Mittelwert größer $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. größer $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftrat, visualisiert Abbildung 47.

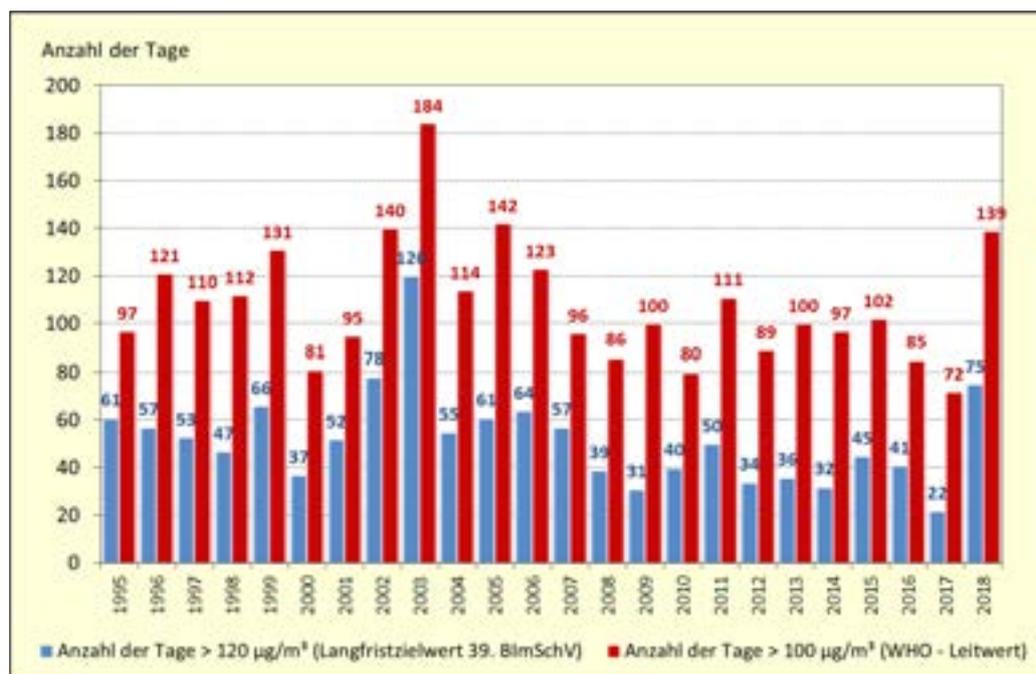


Abbildung 47: Anzahl der Tage pro Jahr, an denen an mindestens einer LÜSA-Station ein 8-h-Mittelwert größer 120 µg/m³ bzw. 100 µg/m³ auftrat

Zum Schutz der Vegetation vor hohen Ozonbelastungen wurde ein Zielwert (AOT40) festgelegt (vgl. Abschnitt 1.6).

Dieser für die Belastung der Vegetation durch Ozon repräsentative Wert sollte im Mittel über fünf Jahre 18000 (µg/m³)h nicht überschreiten. Er ist allerdings erst ab dem Jahr 2015 zu bewerten. Im Jahr 2016 und 2017 wurde dieser Zielwert eingehalten. Im Jahr 2018 wurde der Zielwert mit 19874 (µg/m³)h an der Bergmesstation auf dem Brocken nicht erreicht. (Abbildung 48).

Als Langfristziel sollen 6000 (µg/m³)h nicht überschritten werden (Tabelle A 19 im Anhang).

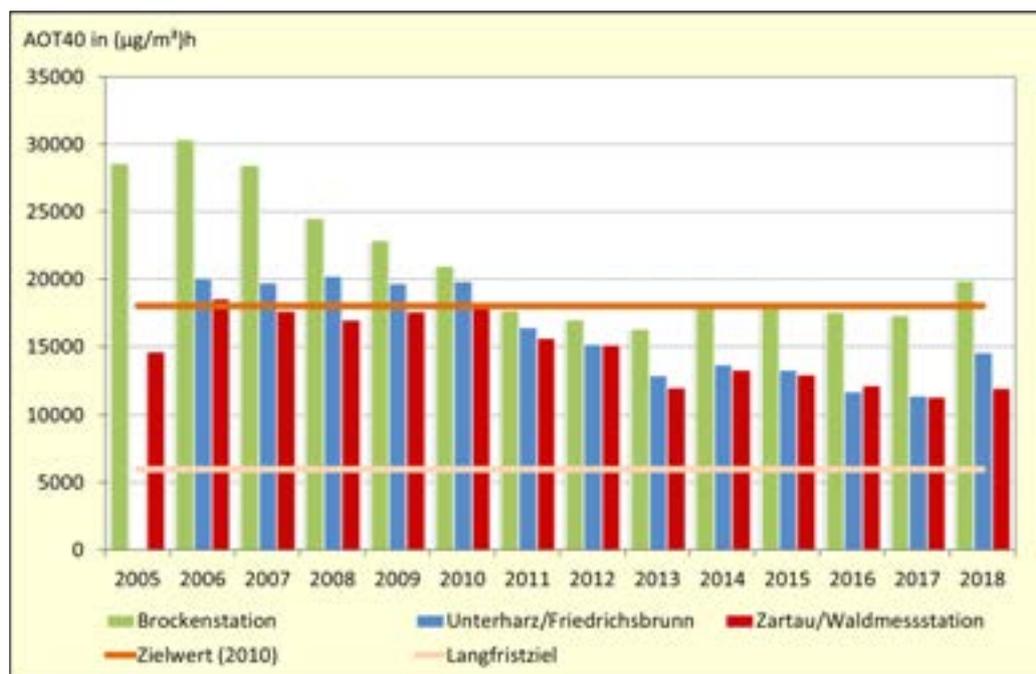


Abbildung 48: AOT40-Werte an Messstationen zur Überwachung von empfindlichen Ökosystemen (Mittel über 5 Jahre in $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$)

Auswertung zur Überschreitung des Informationswertes für Ozon am 04.07.2018 und 05.07.2018

Wetterlage in Sachsen-Anhalt

Am Rande eines Hochs über Skandinavien floss in einer nördlichen Strömung am 04.07. weiterhin warme und trockene Luft in die Region.

Die Höchstwerte erreichten 27 bis 31, im Harz 24 bis 27 °C bei schwachem bis mäßigem Nordwestwind.

Die im Süden am 05.07. anfangs noch vorhandene feucht-warme und zu Gewittern neigende Luft zog bereits während der ersten Nachthälfte rasch ab. Anschließend gelangte unter zunehmenden Hochdruckeinfluss trockene, aber etwas kühlere Luft aus Nordwesten nach Sachsen-Anhalt.

Ozonsituation in Sachsen-Anhalt am 04.07.2018 und 05.07.2018

Am Rande eines Hochs über Skandinavien floss in einer nördlichen Strömung am 04.07. weiterhin warme und trockene Luft in die Region. Die Höchstwerte erreichten 27° C bis 31° C, im Harz 24 °C bis 27 °C bei schwachem bis mäßigem Nordwestwind. Die im Süden am 05.07. anfangs noch vorhandene feucht-warme und zu Gewittern neigende Luft zog bereits während der ersten Nachthälfte rasch ab. Anschließend gelangte unter zunehmenden Hochdruckeinfluss trockene, aber etwas kühlere Luft aus Nordwesten nach Sachsen-Anhalt.

Bodennahes Ozon wird nicht wie andere Luftschadstoffe direkt emittiert, sondern bildet sich in der Luft aus sogenannten Vorläuferstoffen, nämlich Stickoxiden und organischen Gasen und Dämpfen unter Einwirkung des Sonnenlichts. Hohe Temperaturen wirken reaktionsbeschleunigend.

So kam es am 04.07. bei wolkenlosem Himmel mit dem Anstieg der Lufttemperaturen auch zu einem kontinuierlichen Anstieg der Ozonkonzentrationen und zu Überschreitungen des 1h-Mittelwertes zur Information der Bevölkerung von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an 3 LÜSA-Messstationen. Der Spitzenwert wurde an diesem Tag mit $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um 22:00 Uhr auf dem Brocken gemessen. In Magdeburg wurden $182 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20 Uhr) und in Halberstadt $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (17 Uhr) als Spitzenwerte registriert (Abbildung 49 und Abbildung 50).

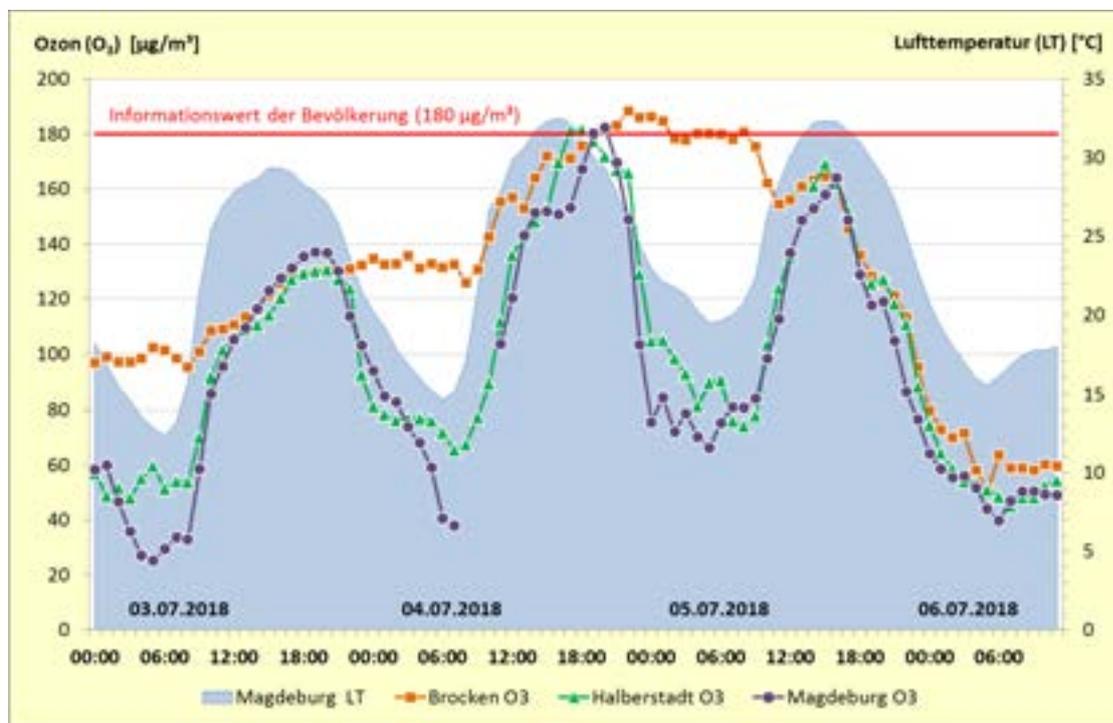


Abbildung 49: Verlauf der 1h-Mittelwerte Ozon und Lufttemperatur vom 03.07.2018 bis 06.07.2018

Entstandenes Ozon wird durch Reaktionen mit NO und anderen Luftverunreinigungen oder an Oberflächen (Boden, Pflanzen) abgebaut. In den Abend- und Nachtstunden gewinnen aufgrund der fehlenden Sonnenenergie die Abbaureaktionen die Oberhand und führen zu einem Absinken der Ozonkonzentration, so dass die Ozonwerte in den Nachtstunden wieder rückläufig waren. Eine Ausnahme bildete der Brocken. Der Brocken lag zu diesem Zeitraum in der sogenannten Ozon-Reservoir-Schicht und zeigte weiterhin hohe Messwerte im Bereich von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nachts bildete sich bei klarem Himmel durch Abkühlung am Boden eine Temperaturinversion, die den vertikalen Luftaustausch fast gänzlich zum Erliegen brachte. Der Rückgang der Ozonwerte fand daher nur in den unteren Schichten in ca. 100 m Bodennähe statt. In der Schicht darüber blieb das höhere Ozonniveau vom vergangenen Tage fast vollständig erhalten.

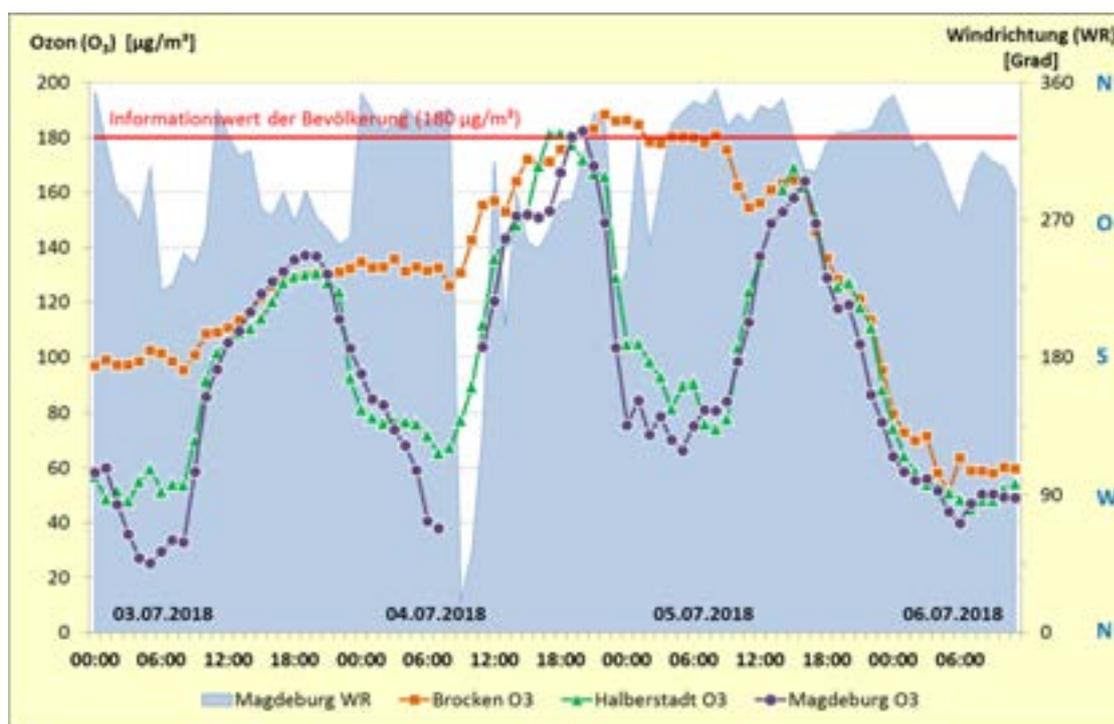


Abbildung 50: Verlauf der 1h-Mittelwerte Ozon und Windrichtung vom 03.07.2018 bis 06.07.2018

Die im Süden noch vorhandene feucht-warme und zu Gewittern neigende Luft führte am 05.07. zum erneuten Anstieg der Ozonkonzentrationen. Dabei überschritten im südöstlichen und südlichen Teil Sachsen-Anhalts 6 LÜSA-Stationen den Informationswert der Bevölkerung (Abbildung 51). Der höchste Wert trat an der LÜSA-Messstation Wittenberg/Bahnstraße mit $194 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf (Spitzenwerte der weiteren Messstationen mit Überschreitung des Informationswertes: Leuna $192 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Halle/Nord $183 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Roßla $182 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Bitterfeld/Wolfen $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Auch auf dem Brocken kam es aufgrund des oben genannten Ozonreservoirs in den Morgenstunden noch zu Überschreitungen des Informationswertes (Maximum am 05.06.: $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Am Freitag (06.07.18) führte Tiefdruckeinfluss (teils dichte Bewölkung, Temperaturrückgang) zu einem deutlichen Belastungsrückgang, so dass keine Überschreitungen des Informationswertes mehr auftraten.

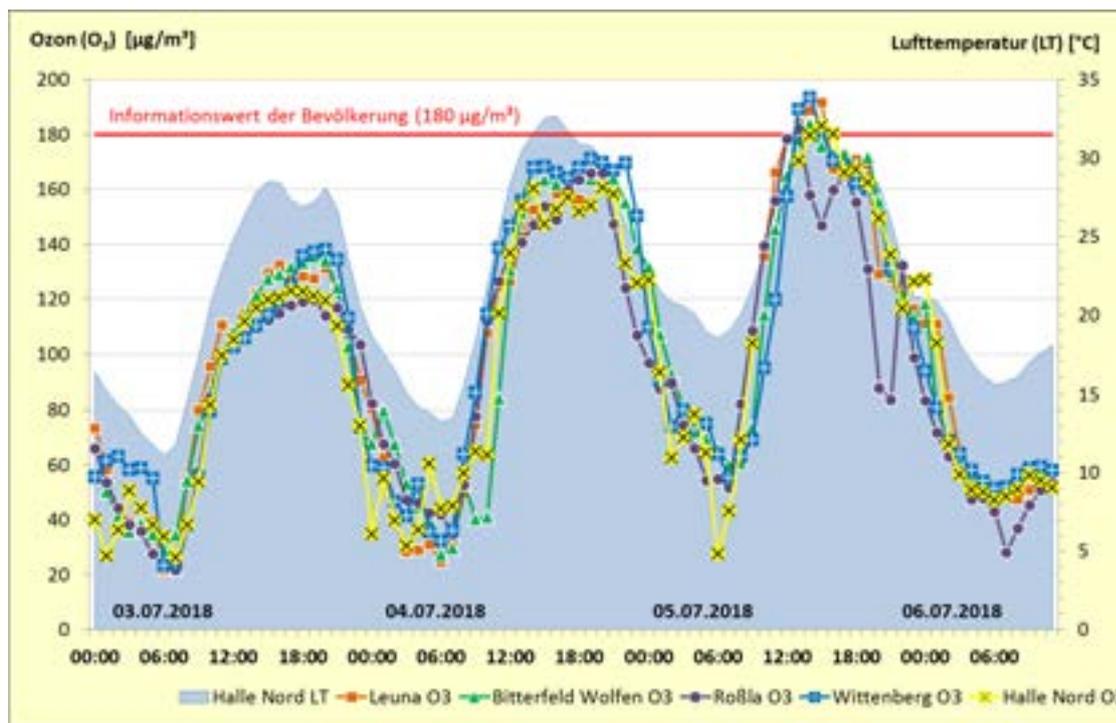


Abbildung 51: Verlauf der 1h-Mittelwerte Ozon und Lufttemperatur vom 03.07.2018 bis 06.07.2018

Auch deutschlandweit traten am 04.07.2018 und 05.07.2018 Überschreitungen des Informationswertes für Ozon (180 µg/m³ als 1h-Mittelwert) auf.

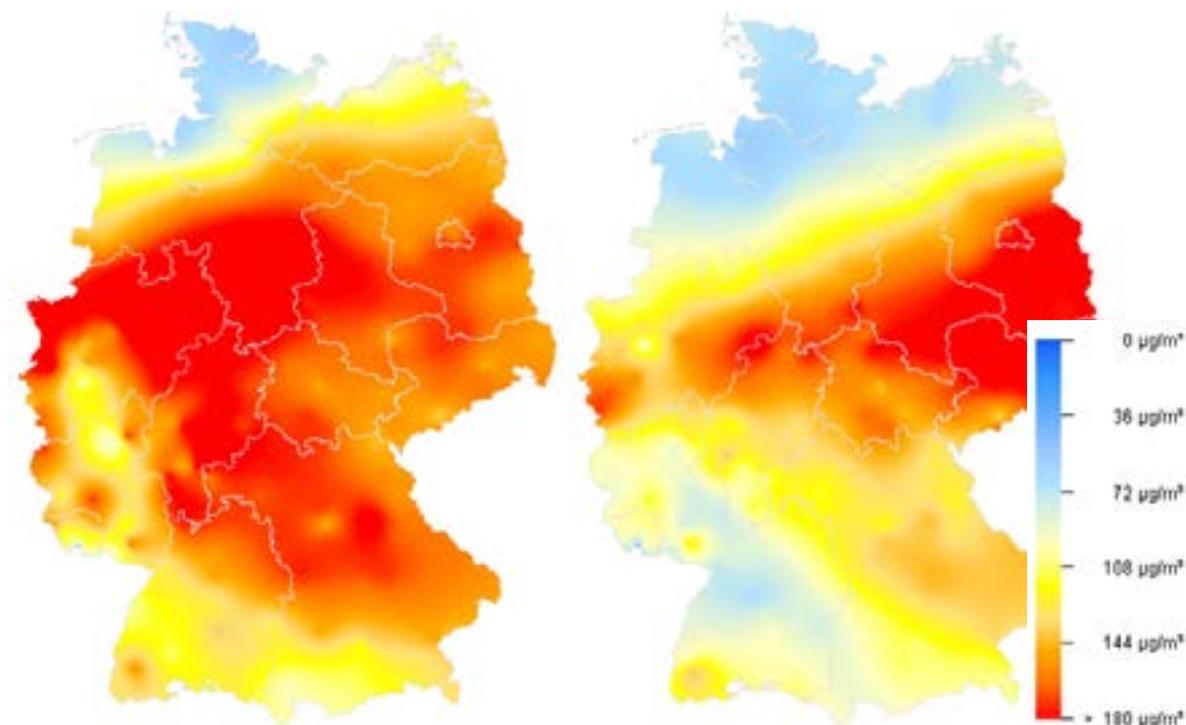


Abbildung 52: Maximale 1h-Mittelwerte der Ozonkonzentration am 04.07.2018 (linke Karte) und Abbildung 53: Maximale 1h-Mittelwerte der Ozonkonzentration am 05.07.2018 (rechte Karte)

Die Karten (Abbildung 52 und Abbildung 53) wurden mit den Daten der Messnetze der Länder und des Bundes erstellt. Auf Grund der weiträumigen Betrachtung ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig.

1.4.5 Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM₁₀

1.4.5.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe sind ringförmige Kohlenwasserstoff-Verbindungen, deren Molekülgerüst aus mehreren miteinander verbundenen Benzolringen besteht. Sie entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material, wie Holz, Kohle oder Öl. Kanzerogene und mutagene Eigenschaften verschiedener PAK sind experimentell eindeutig nachgewiesen.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe werden hauptsächlich über den Luftpfad verbreitet. Aufgrund der geringen Flüchtigkeit der meisten PAK - Einzelstoffe ist ihre Verbreitung meist an das Vorkommen von Partikeln, wie Staub, Ruß und Pollen, gebunden.

Als Leitkomponente der PAK wird Benzo(a)pyren (B(a)P) 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.

PAK wurden im Jahr 2018 an den Messstationen Halle/Merseburger Straße (HEVC), Wittenberg/Dessauer Straße (M002), Magdeburg/Guericke-Straße (M205) und Burg (BUCO) mit Probenahme an jedem dritten Tag bestimmt.

Der Zielwert für Benzo(a)pyren wurde im Jahr 2018 in Halle (Saale) zu 26 % und in Burg zu 16 % erreicht; somit ist bezüglich der Messstation Halle/Merseburger Str. im Vergleich zum Jahr 2017 ein Anstieg und für die Messstation in Burg eine Stagnation des Jahresmittelwertes für B(a)P zu verzeichnen. In Wittenberg wurde der Zielwert zu 45 % ausgeschöpft, was bezogen auf das Jahr 2017 ebenfalls eine Stagnation bedeutet.

Die Jahresmittelwerte für ausgewählte PAK sind in der Tabelle 6 enthalten. Zusätzlich visualisiert Abbildung 54 die Jahresmittelwerte 2018 für die o. g. Messstationen.

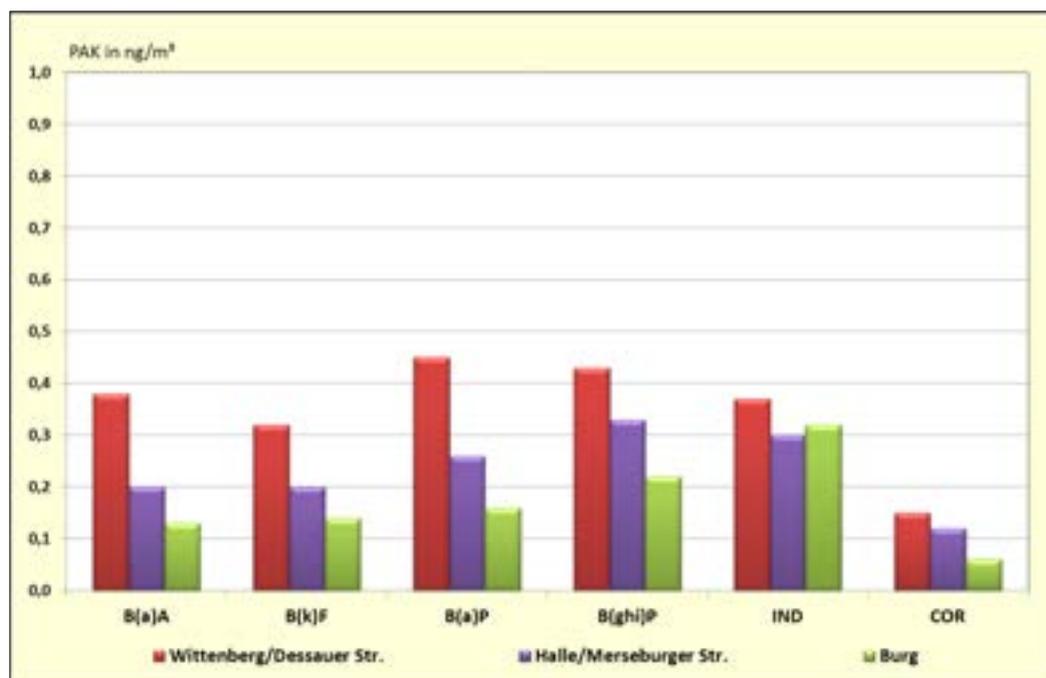


Abbildung 54: Jahresmittelwerte polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe 2018

Das höchste Belastungsniveau weist, wie auch in den vorangegangenen Jahren, die Station Wittenberg/Dessauer Str. auf, was in diesem Bereich u. a. im erhöhten Lkw-Anteil am Verkehrsaufkommen begründet sein kann.

Im Januar 2016 wurde mit der Messung polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe an der neu errichteten Verkehrsmessstation Magdeburg/Guericke-Str. begonnen. Der Zielwert für Benzo(a)pyren wurde im Jahr 2018 an der Messstation Magdeburg/Guericke-Str. lediglich zu 12 % ausgeschöpft.

Tabelle 6: Jahresmittelwerte polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe 2000 bis 2018 in ng/m³

Messstation Jahr	B(a)A	CHR	B(b)F	B(k)F	B(a)P	DB(ah)A	B(ghi)P	IND	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
HEVC 2002	0,56	0,75	0,85	0,37	0,50	0,11	0,61	-	0,19
HEVC 2003	0,60	0,79	0,83	0,37	0,51	0,08	0,64	0,59	0,20
HEVC 2004	0,39	0,57	0,55	0,25	0,33	0,04	0,44	0,39	0,15
HEVC 2005	0,44	0,67	0,57	0,30	0,37	0,05	0,55	0,49	0,17
HEVC 2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEVC 2007*	0,40	-	-	0,34	0,44	-	0,49	0,48	0,28
HEVC 2008*	0,36	-	-	0,29	0,41	-	0,44	0,45	0,19
HEVC 2009*	0,44	-	-	0,45	0,56	-	0,45	0,53	0,21
HEVC 2010*	0,41	-	-	0,28	0,53	-	0,43	0,51	0,18
HEVC 2011*	0,33	-	-	0,22	0,47	-	0,44	0,41	0,19
HEVC 2012*	0,24	-	-	0,17	0,24	-	0,29	0,34	0,14
HEVC 2013*	0,13	-	-	0,12	0,21	-	0,16	0,14	0,05
HEVC 2014*	0,20	-	-	0,14	0,23	-	0,21	0,18	0,07
HEVC 2015*	0,21	-	-	0,16	0,26	-	0,21 ¹⁾	0,20 ¹⁾	0,07
HEVC 2016*	0,29	-	-	0,25	0,32	-	0,28	0,27	0,12
HEVC 2017*	0,19	-	-	0,17	0,21	-	0,23	0,17	0,11

HEVC 2018*	0,20	-	-	0,20	0,26	-	0,33	0,30	0,12
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
BUCO 2006	0,53	0,96	0,70	0,39	0,46	0,06	0,72	0,67	0,20
BUCO 2007	0,33	0,55	0,52	0,29	0,26	0,05	0,42	0,47	0,14
BUCO 2008	0,29	0,51	0,48	0,23	0,24	0,10	0,27	0,33	0,16
BUCO 2009	0,31	0,51	0,52	0,24	0,29	0,13	0,25	0,33	0,09
BUCO 2010	0,49	0,72	0,82	0,37	0,52	0,19	0,40	0,38	0,11
BUCO 2011	0,32	0,42	0,56	0,25	0,37	0,15	0,33	0,32	0,10
BUCO 2012	0,40	0,53	0,66	0,31	0,38	0,17	0,36	0,36	0,12
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

B(a)A Benzo(a)anthracen B(ghi)P Benzo(ghi)perylene COR Coronen
 B(b)F Benzo(b)fluoranthren B(k)F Benzo(k)fluoranthren CHR Chrysen
 B(a)P Benzo(a)pyren DB(ah)A Dibenzo(ah)anthracen IND Indeno(1,2,3)pyrene

* Im Falle der Messstationen **Wittenberg/Dessauer Str.** und **Halle/Merseburger Straße** (ab dem Jahr 2007) wurde für die PAK - Analytik ein anderes Analysenmessverfahren angewandt. Mithin kann nicht für jede Einzelkomponente ein separater Messwert ausgewiesen werden.

¹⁾ Korrektur der Angabe für 2015 in 05/2017

Abbildung 55 zeigt den Verlauf der Jahresmittel von Benzo(a)pyren für die Messstationen HEVC, M002 und BUCO. Gut erkennbar ist das höhere Niveau der Konzentrationen an der Verkehrsstation in Wittenberg/Dessauer Straße, darüber hinaus der synchrone Anstieg der Konzentrationen an den beiden verbliebenen Verkehrsstationen ab 2014 sowie auch der synchrone Abfall in 2017. Für 2018 ist die Station Halle/Merseburger Str. wiederum ein Anstieg zu verzeichnen und für die Station Wittenberg/Dessauer Str. eine Stagnation auf erhöhtem Niveau.

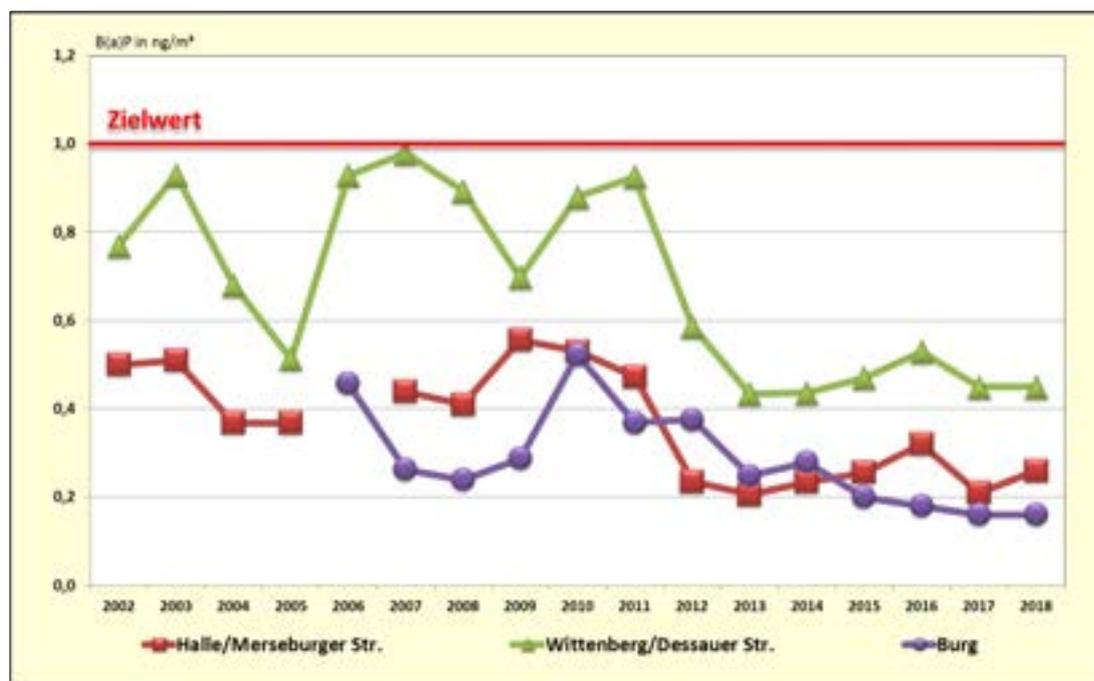


Abbildung 55: Entwicklung der Benzo(a)pyren-Konzentrationen im Partikel PM₁₀

1.4.5.2 Schwermetalle

Schwermetalle und Arsen werden als Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM₁₀ in Form von Monatsmittelwerten bestimmt.

Schwermetalle sind Metalle, die eine höhere Dichte als 5,0 g/cm³ aufweisen. Überwiegend an kleinere Staubfraktionen (Partikel) 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 2018 wurden Schwermetalle und Arsen als Inhaltsstoffe der Feinstaub-Fraktion Partikel PM₁₀ an drei LÜSA-Stationen gemessen – Burg (BUCO), Halle/Merseburger Str. (HEVC) und Wittenberg/Dessauer Str. (M002) – siehe Tabelle 7.

Aus der 39. BImSchV ergibt sich für **Blei** ein Immissionsgrenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit von 0,5 µg/m³, gemittelt über ein Kalenderjahr, einzuhalten ab dem 01.01.2005. Die gemessenen Werte lagen in Sachsen-Anhalt deutlich unter dem Immissionsgrenzwert.

Für die Bewertung von **Arsen, Kadmium und Nickel** stehen ebenfalls die Vorgaben der 39. BImSchV zur Verfügung. Die 39. BImSchV definiert **Zielwerte** für Arsen, Kadmium und Nickel, welche ab dem 01.01.2013 eingehalten werden sollen.

Diese Vorgaben sind identisch mit den Zielwerten der LAI (vgl. Abschnitt 1.6 Tabelle 23). Wie die Ergebnisse in Tabelle 7 zeigen, wurden die Zielwerte weit unterschritten.

Die Jahresmittelwerte von **Vanadium** und **Chrom** lagen an allen Standorten wie auch im Vorjahr sehr deutlich unterhalb der von der LAI vorgeschlagenen **Beurteilungswerte**.

Für **Mangan** beträgt der Leitwert der WHO $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert. Die gemessenen Werte lagen an allen Stationen deutlich darunter.

Ein Vergleich der in Tabelle 7 zusammengestellten Jahresmittelwerte für 2017 und 2018 zeigt jedoch besonders für den Messstandort Halle/Merseburger Str. eine leicht steigende Tendenz der untersuchten Komponenten. Im Umfeld des Standortes Halle/Merseburger Str. ist seit III/ 2017 eine lang andauernde Bautätigkeit zu verzeichnen, die ggf. ursächlich für den leichten Anstieg sein kann.

Tabelle 7: Jahresmittelwerte 2017 und 2018 von Schwermetallen und Arsen im Partikel PM_{10}

Komponente	Relevanter Bewertungsmaßstab ¹⁾	BUCO 2017	BUCO 2018	HEVC 2017	HEVC 2018	M002 2017	M002 2018
Arsen [ng/m^3]	6 (39. BImSchV)	0,74	0,71	1,12	1,20	1,23	1,20
Blei [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,5 (39. BImSchV)	0,0061	0,0080	0,0071	0,0095	0,0084	0,0171
Kadmium [ng/m^3]	5 (39. BImSchV)	0,16	0,25	0,17	0,22	0,23	0,3
Chrom [ng/m^3]	17 (LAI)	1,54	1,58	4,81	3,68	4,93	3,57
Mangan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,15 (WHO)	0,0058	0,007	0,0140	0,0149	0,0124	0,0112
Nickel [ng/m^3]	20 (39. BImSchV)	0,86	0,86	1,67	1,88	1,29	1,16
Vanadium [ng/m^3]	20 (LAI)	0,60	0,65	0,93	1,32	0,84	0,97

¹⁾ ... für ausführliche Definition siehe Abschnitt 2.6

1.4.5.3 Ionen

Im Jahr 2018 wurden im LÜSA für drei Messstandorte lösliche Ionen von Inhaltsstoffen im Partikel PM_{10} in Form von Tagesmittelwerten bestimmt. Die Tabelle 8 enthält die Jahresmittelwerte für die Jahre 2017 und 2018.

Die aufgeführten Messstandorte unterliegen folgender Exposition. Der Standort Halle/Paracelsusstraße (M501) befindet sich an einer mehrspurigen innerstädtischen Straße und unterliegt damit einem erheblichen Verkehrseinfluss (Hotspot). Der Standort Burg (BU-CO) ist charakteristisch für den (vor)städtischen Hintergrund. Die regionale Hintergrundbelastung zwischen den Ballungsräumen Magdeburg, Halle und Dessau-Roßlau wird durch die Messstation Domäne Bobbe (DOBO) repräsentiert. Damit existieren Messreihen an Standorten mit sehr unterschiedlicher Exposition. Der Probenahmerhythmus wurde entsprechend synchronisiert, d. h. die Filterproben für die Ionenanalytik stammen für alle Stationen immer jeweils vom selben Tag.

Tabelle 8: Jahresmittelwerte löslicher Ionen im Partikel PM_{10} 2017 und 2018 in ng/m^3

Komponente	BUCO 2017	BUCO 2018	DOBO 2017	DOBO 2018	M501 2017	M501 2018
Na^+ (Natrium-Ionen)	293	268	296	320	515	489
NH_4^+ (Ammonium-Ionen)	1280	1383	1451	1542	1465	1498
K^+ (Kalium-Ionen)	116	128	120	130	206	143
Mg^{2+} (Magnesium-Ionen)	44	53	45	56	65	65
Ca^{2+} (Kalzium-Ionen)	156	198	169	254	415	486
Cl^- (Chlorid-Ionen)	313	325	314	340	771	678
NO_2^- (Nitrit-Ionen)	51	55	39	29	42	29
NO_3^- (Nitrat-Ionen)	3209	3002	3582	3462	4020	3561
SO_4^{2-} (Sulfat-Ionen)	1939	2213	2035	2232	2251	2502

Im Jahresvergleich 2017/2018 sind zumeist nur geringe Unterschiede feststellbar.

Im Vergleich der unterschiedlich exponierten Messstationen für das Jahr 2018 (Abbildung 56) hebt sich der verkehrsnaher Standort Paracelsusstraße bei den Ca^{2+} - und Cl^- -Ionen recht deutlich von den beiden anderen Standorten ab. Dieser Effekt dürfte auf den Einsatz von Streusalz in den Wintermonaten zurückzuführen sein.

Interessant ist auch der Blick auf die Stickstoffverbindungen (NH_4^+ und NO_3^-), denn dort dominieren die Standorte Paracelsusstraße und Domäne Bobbe. In der Paracelsusstraße ist der Verkehr als wesentlichste Quelle zu betrachten, in Bobbe ist es hingegen die Landwirtschaft.

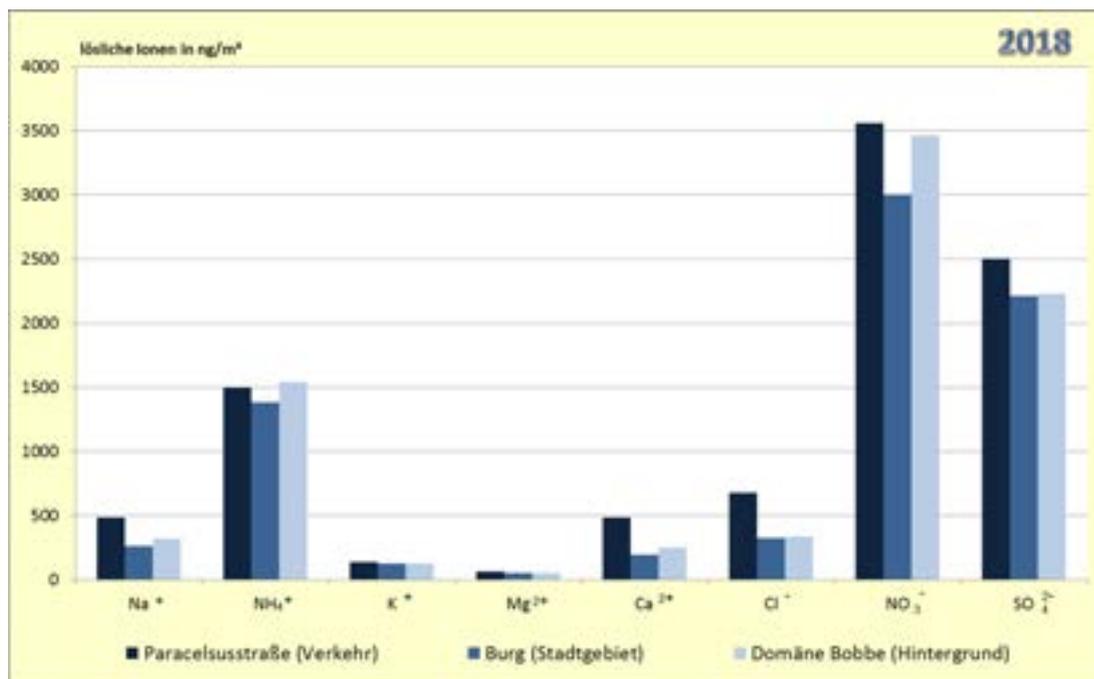


Abbildung 56: Vergleich der Jahresmittelwerte löslicher Ionen im Partikel PM_{10} an LÜSA-Messstationen 2018 (Zeitraum 01.01.2018 – 31.12.2018)

Abbildung 57 zeigt die Entwicklung der Ionengehalte am Standort Domäne Bobbe, welcher als repräsentativ für den regionalen Hintergrund in der Mitte von Sachsen-Anhalt anzusehen ist.

Dominierend und durch eine erkennbare Entwicklung gekennzeichnet sind die Ammonium-, Nitrat- und Sulfat-Ionen. Bei Ammonium und Sulfat ist für den Zeitraum 2016 bis 2018 eine geringfügige Zunahme der ermittelten Konzentrationen zu verzeichnen, beim Nitrat eine Stagnation auf relativ hohem Niveau.

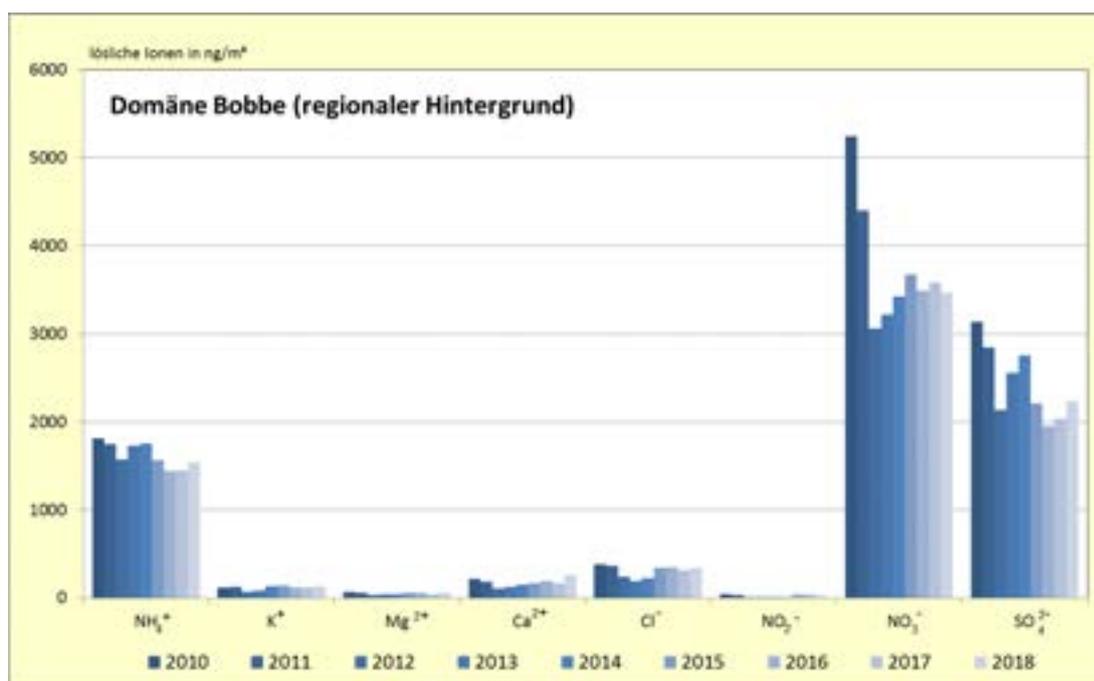


Abbildung 57: Vergleich der Jahresmittelwerte löslicher Ionen im Partikel PM₁₀ an der Hintergrundmessstation Domäne Bobbe (Zeitraum 2010 bis 2018)

1.4.6 Black Carbon (BC)

Im LÜSA werden automatische Messungen des schwarzen Kohlenstoffs (Black Carbon BC) vorgenommen.

Bei dem automatischen Messverfahren werden die optischen Eigenschaften der Rußpartikel genutzt, um aus der Lichtabsorption bzw. Reflexion einen Konzentrationswert für den schwarzen Kohlenstoff (BC) zu ermitteln, der mit der spezifischen Lichtabschwächung (bzw. Schwärzung) korreliert. Hierbei erfolgt eine simultane Messung bei sieben Wellenlängen (370, 470, 520, 590, 660, 880 und 950 nm). Die Messung der Absorption bei der Wellenlänge 880 nm wird als Konzentration des Rußes, als „Black Carbon“, interpretiert.

Durch die spektrale Erfassung der optischen Eigenschaften der Partikel können auch spezifische Aussagen zu Quellgruppen (Unterscheidung des Anteils von Ruß aus Biomasseverbrennung BC_{bb} und der Verbrennung fossiler Brennstoffe BC_{ff}) und deren quantitativen Beiträgen getroffen werden.

Die Messungen bieten neben der Quellgruppenidentifikation auch die Möglichkeit tagesaktuelle „Ruß“-daten zu erhalten.

Die Erhebung von Daten über die Rußbelastung ist aus verschiedenen Gründen wichtig. Zum einen ist Ruß krebserregend. Zum anderen absorbiert Ruß Licht und hat dadurch einen Einfluss auf den Strahlungshaushalt der Erde und somit auf das Klima. Die Reduktion der Rußbelastung ist daher auch im Zusammenhang mit dem Klimaschutz von Bedeutung.

Messungen von Black Carbon (BC) erfolgten im Jahr 2018 im LÜSA an der Verkehrsmessstation Magdeburg/Schleiufer, zwei Stationen im städtischen (Magdeburg/West und Halle/Nord) und einer Messstation im ländlichen Hintergrund (Zartau). Die für die Jahre 2017

und 2018 erhaltenen Jahresmittelwerte sind in der nachfolgenden Tabelle 9 zusammengestellt. Erwartungsgemäß ist der Jahresmittelwert für die Verkehrsmessstation am höchsten und der für die Station im ländlichen Hintergrund am geringsten. Die Jahresmittelwerte für die Stationen im städtischen Hintergrund liegen dazwischen, wie ebenfalls erwartet wurde. Bezüglich der Messstation Magdeburg/West (städtischer Hintergrund) ist in 2018 ein nicht unbeträchtlicher Anstieg zu verzeichnen.

Tabelle 9: Jahresmittelwerte von Black Carbon (BC) für die Jahre 2017 und 2018 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	2017	2018
Magdeburg/Schleinufer	1,76	1,74
Magdeburg/West	0,80	1,04
Halle/Nord	keine Messung	0,95
Zartau	0,55	0,48

Die nachfolgende Grafik (Abbildung 58) gibt die Jahresmittelwerte für BC sowie auch die jeweiligen Anteile für BC aus der Biomasseverbrennung BC_{bb} und BC resultierend aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe BC_{ff} für die vier genannten Messstationen wieder.

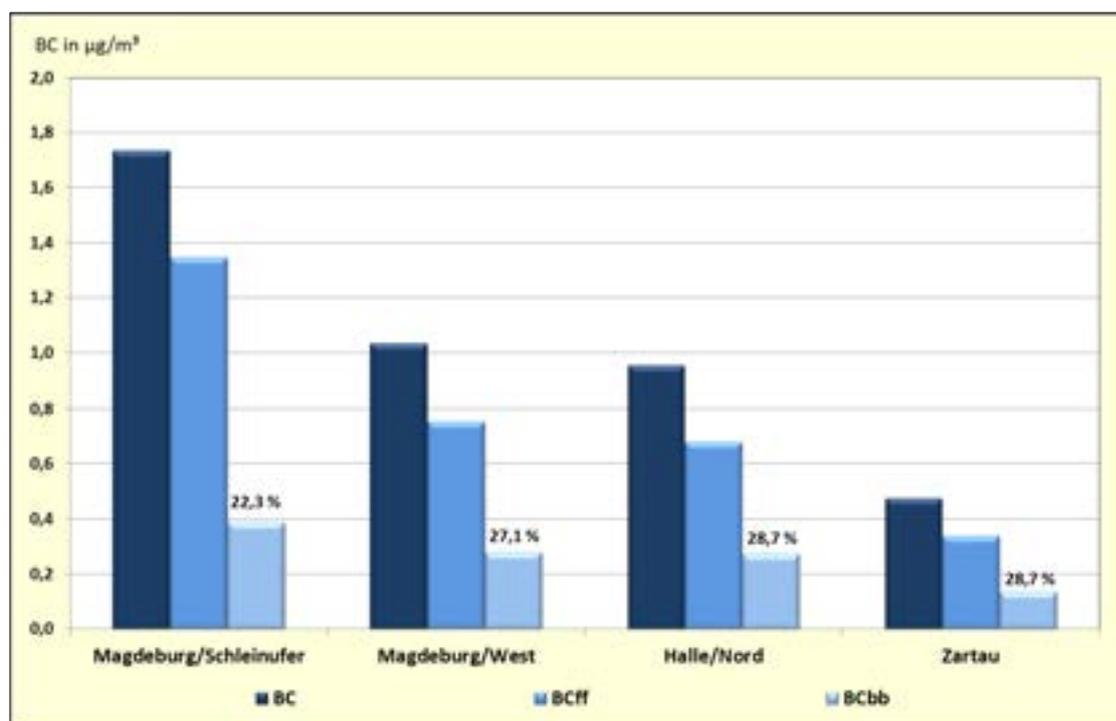


Abbildung 58: Vergleich der Jahresmittelwerte für Black Carbon (BC) sowie BC_{ff} und BC_{bb}

Auch hinsichtlich der Größenordnung für den Parameter BC_{ff} ist die erwartete Abstufung zu verzeichnen. BC_{ff} ist im Falle der Verkehrsmessstation Magdeburg/Schleinufer am größten und am Standort Zartau am geringsten.

Bezüglich der absoluten Höhe für BC_{bb} ist wiederum die gleiche Abstufung anzutreffen. Betrachtet man allerdings die prozentualen Anteile (Anteil von BC_{bb} an BC), so ergibt sich für die Station im ländlichen Hintergrund erwartungsgemäß der größte prozentuale Anteil für BC_{bb} (BC resultierend aus der Verbrennung von Biomasse). Aber auch im städtischen Hintergrund ist der prozentuale Anteil von BC_{bb} nicht unbeträchtlich. Im Falle der Stadtgebiets-

station Halle/Nord erreicht der Anteil von BC_{bb} an BC sogar den Wert der Station im ländlichen Hintergrund. Als Ursache ist u.a. der zunehmende Anteil an Holzheizungen im innerstädtischen Bereich zu sehen.

Im Folgenden werden die Tages- und Wochengänge sowie die Monatsmittelwerte für BC und BC_{bb} (BC resultierend aus der Verbrennung von Biomasse) für die Stationen Magdeburg/Schleifufer und Zartau vergleichend dargestellt.

Abbildung 59 und Abbildung 60 visualisieren die Tagesgänge für beide Messstationen. Im Falle der Verkehrsmessstation Magdeburg/Schleifufer wurde ein signifikanter Tagesgang für BC geprägt durch ein erhöhtes Verkehrsaufkommen in den Morgen- und frühen Abendstunden erhalten. Während dieser Zeit sinkt erwartungsgemäß der prozentuale Anteil von BC_{bb} ab. Demgegenüber wurde für die Station im ländlichen Hintergrund – Zartau – für BC ein solch ausgeprägter Tagesgang nicht erhalten und der prozentuale Anteil von BC_{bb} ist vergleichsweise hoch und relativ gleichbleibend.

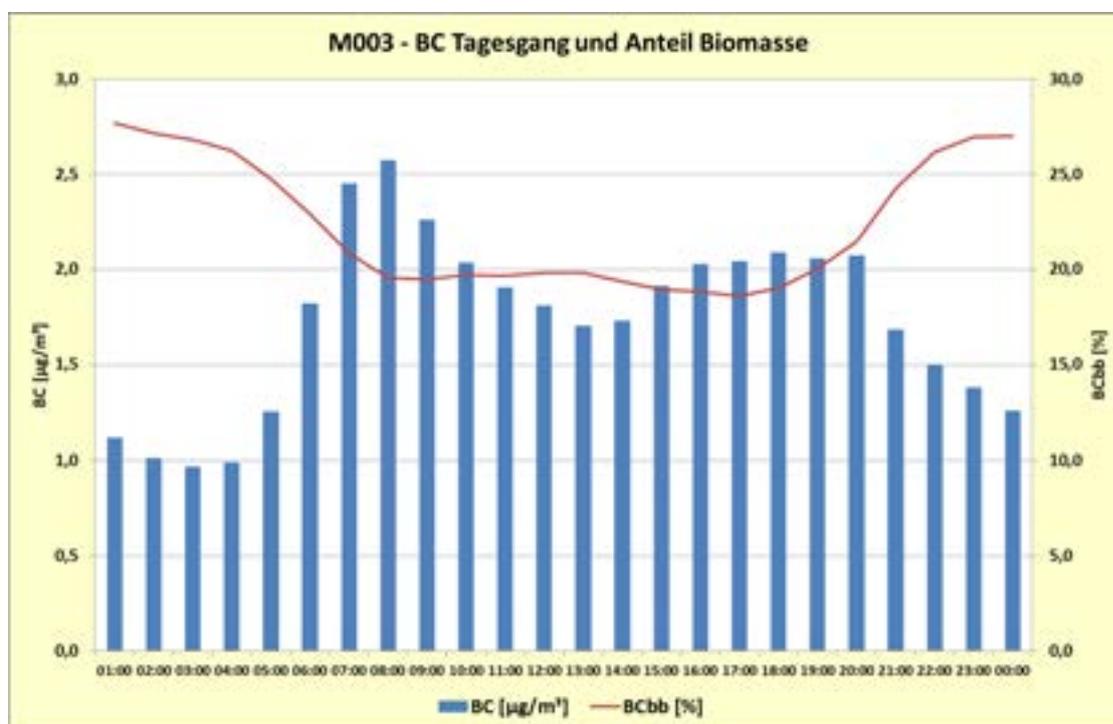


Abbildung 59: Magdeburg/Schleifufer - Tagesgang für Black Carbon (BC) und Anteil Biomasse

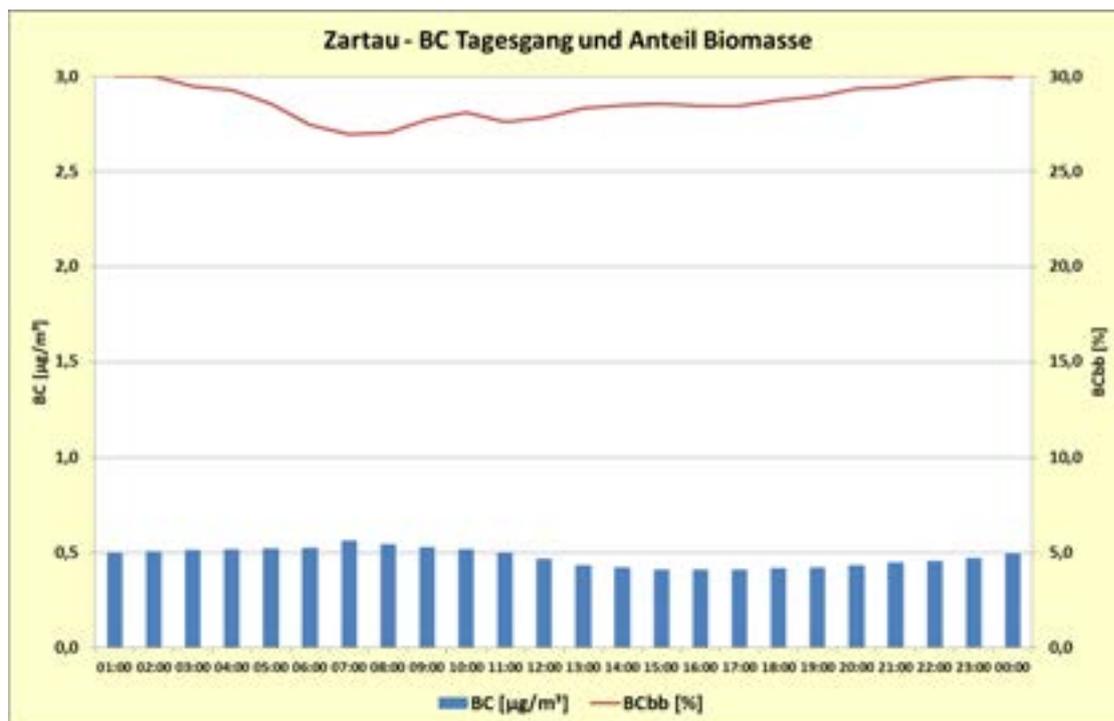


Abbildung 60: Zartau - Tagesgang für Black Carbon (BC) und Anteil Biomasse

Der Wochengang für BC und BC_{bb} für beide Stationen ist anhand der Abbildung 61 und der Abbildung 62 ersichtlich. Für die Verkehrsmessstation sind die höheren Werte für BC durch das verstärkte Verkehrsaufkommen an den Tagen Montag bis Freitag zu verzeichnen, am Wochenende sind die ermittelten Konzentrationen geringer. Für die Station im ländlichen Hintergrund sind am Wochenende die höheren Konzentrationen für BC und BC_{bb} anzutreffen; die höheren Konzentrationen für BC_{bb} (und mithin aus BC) resultieren ggf. aus einem höheren Anteil der Verbrennung von Biomasse an den Wochenendtagen. Erfahrungsgemäß werden am Wochenende z. B. verstärkt kleine Holzheizungen in Betrieb genommen.

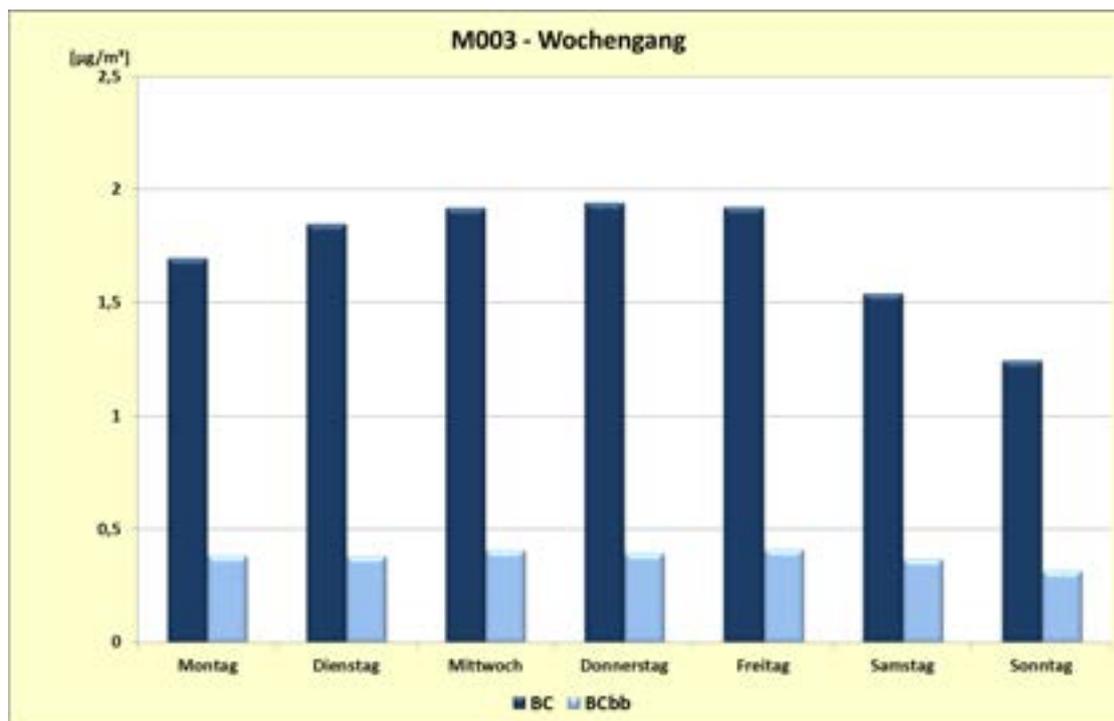


Abbildung 61: Magdeburg/Schleiufer – Wochengang für Black Carbon (BC) und Anteil Biomasse

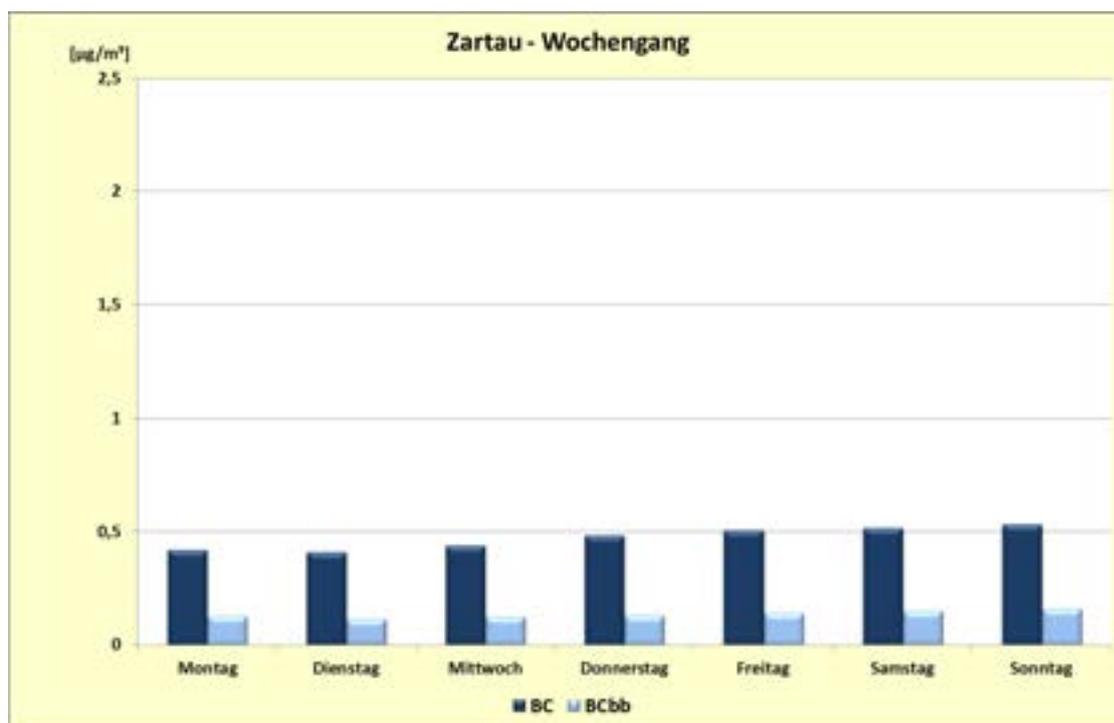


Abbildung 62: Zartau - Wochengang für Black Carbon (BC) und Anteil Biomasse

Die Abbildung 63 und die Abbildung 64 zeigen vergleichend die Monatsmittelwerte für BC und BC_{bb} für die Stationen Magdeburg/Schleiufer und Zartau. Im Falle der Verkehrsmessstation ist der Anteil BC_{bb} an BC bezogen auf den gesamten Jahresverlauf geringer. Bezüglich Zartau ist der Anteil am BC resultierend aus der Verbrennung von Biomasse im gesam-

ten Jahresverlauf vergleichsweise höher und darüber hinaus größeren Schwankungen unterlegen, wobei die höchsten Anteile BC_{bb} an BC erwartungsgemäß für die Wintermonate auszuweisen sind, was wiederum als Beleg des zunehmenden Einflusses von Holzheizungen gewertet werden kann.

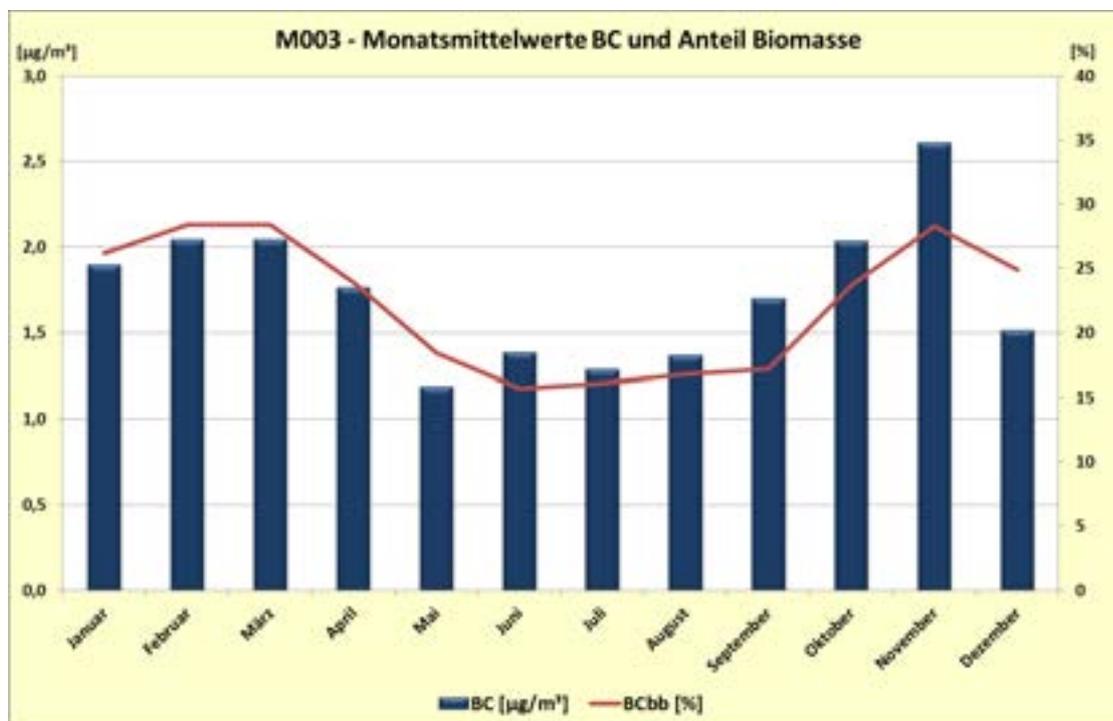


Abbildung 63: Magdeburg/Schleiufer – Monatsmittelwerte BC und Anteil Biomasse

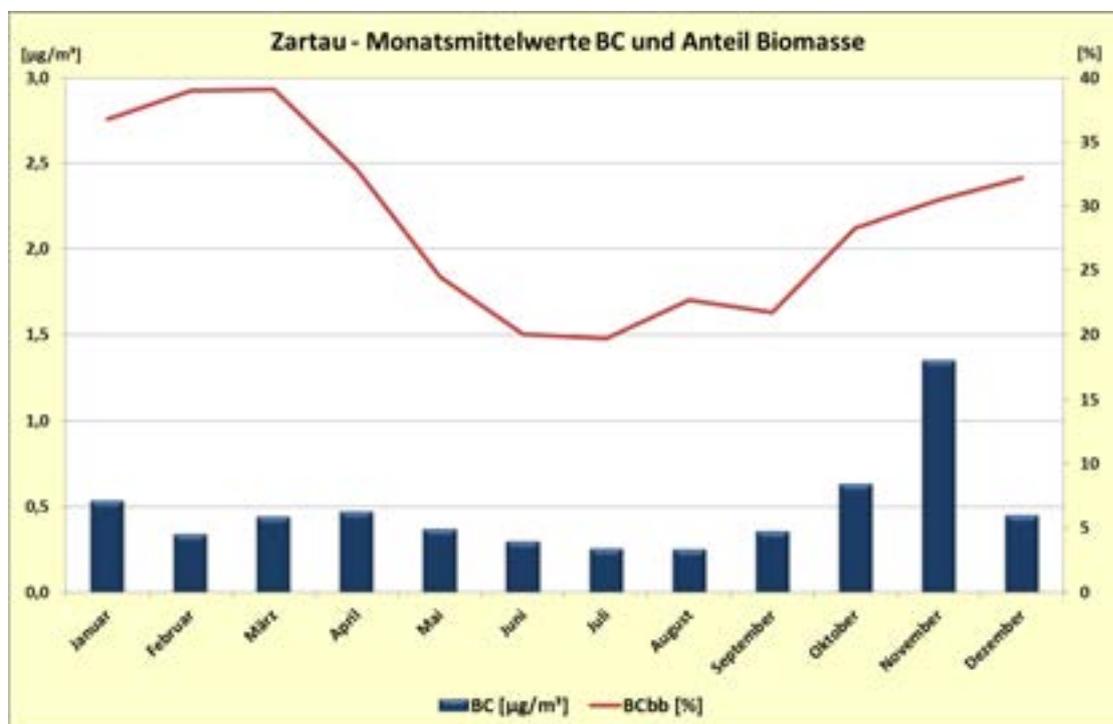
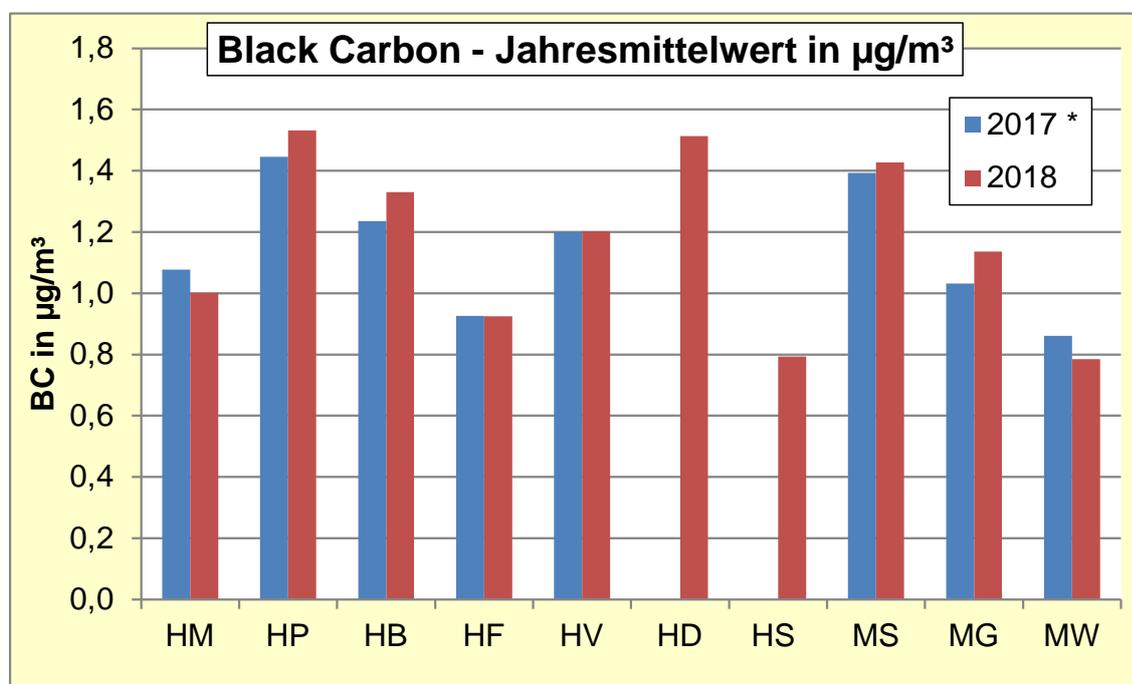


Abbildung 64: Zartau – Monatsmittelwerte BC und Anteil Biomasse

1.4.6.1 Black Carbon mit NUPS

Die ersten Ergebnisse von Black Carbon(BC) mittels Netzunabhängigen Probenahmesystems (NUPS) und anschließender Analytik mit dem Rußfilteranalysator OT21 sind im folgenden Diagramm Abbildung 65 dargestellt. Die Abkürzungen der Messstandorte s. Tabelle A 28.



* Messzeitraum (Juli - Dezember 2017)

Abbildung 65: Jahres- und Halbjahresmittel von Black Carbon (BC)-Probenahme mit NUPS

1.4.7 Benzol, Toluol und Xylole (BTX)

Haupt-Emissionsquelle von Benzol ist zu mehr als 90 % der Kraftfahrzeugverkehr. Durch Motorabgase und Verdunstung aus dem Kraftstofftank, aus Vergaser oder Einspritzanlage gelangt es in die Luft. In Ballungsgebieten und besonders an stark befahrenen Straßen ist mit erhöhten Benzolbelastungen zu rechnen. Deshalb wird Benzol in den Städten Halle (Saale), Magdeburg und Wittenberg an Verkehrsmessstationen registriert.

Zusätzlich ist die Stadtgebietsmessstation Magdeburg/West, welche sich in einem Wohngebiet befindet, mit einem BTX-Messgerät ausgerüstet, um den Trend der Benzol-Belastung im städtischen Hintergrundbereich erfassen zu können.

Neben dem Verkehr stellt auch der Lösemiteleinsatz in der Industrie eine Emissionsquelle für Benzol, Toluol und Xylole dar. Diese werden als Ausgangs- und Zwischenprodukte der chemischen Industrie sowie als Laborchemikalien eingesetzt und sind als Extraktions- und Lösungsmittel weit verbreitet. Deshalb sind die LÜSA-Messstationen in Leuna und Bitterfeld/Wolfen ebenfalls mit BTX-Messgeräten ausgerüstet und fungieren mithin als Emittenten bezogene Messstationen.

Die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole wurden im Jahr 2018 in Sachsen-Anhalt an sechs Messstationen erfasst (Tabelle A 2). Aufschluss über die Verfüg-

barkeiten der einzelnen Messreihen gibt Tabelle A 3. Die Monatskenngrößen aus den verfügbaren Daten sind dem LÜSA-Internetangebot zu entnehmen. Jahresmittelwerte für Benzol, Toluol und Summe der Xylole enthält die Tabelle 10.

An der Verkehrsmessstation in Wittenberg/Dessauer Str. wurde mit $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der höchste Jahresmittelwert 2018 für Benzol im Land Sachsen-Anhalt ermittelt. Im Vergleich zum Vorjahr ist für die eben genannte Verkehrsmessstation eine leicht fallende Tendenz, jedoch für die Mehrzahl der in Tabelle 10 aufgeführten Messstationen ein geringfügiger Anstieg bezüglich der Messkomponente Benzol zu verzeichnen.

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 den LÜSA-Stationen im Bereich von 12 % (Magdeburg/West) bis zu 20 % (Wittenberg/Dessauer Straße) erreicht und damit sicher eingehalten.

Tabelle 10: Jahresmittelwerte von Benzol, Toluol und Xylole in den Jahren 2017 und 2018 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	Benzol 2017	Benzol 2018	Toluol 2017	Toluol 2018	Xylole ¹⁾ 2017	Xylole ¹⁾ 2018
Bitterfeld/Wolfen	0,6	0,7	1,0	1,2	0,5	0,6
Halle/Merseburger Str.	0,7	0,8	1,1	1,2	1,1	1,2
Leuna	0,6	0,5 ²⁾	1,2	1,1 ²⁾	0,5	0,4 ²⁾
Magdeburg/Guericke-Str.	0,7	0,7	1,4	1,3	1,6	1,2
Magdeburg/West	0,5	0,6	1,0	1,2	1,0	1,2
Wittenberg/Dessauer Str.	1,1	1,0	2,2	2,0	1,9	1,7

¹⁾ ... Summe der Xylole (para-, meta- und ortho-Xylol)

²⁾ ... Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Die Jahresmittelwerte der Xylole (meta-, para- und ortho-Xylol) sowie Ethylbenzol für die Jahre 2017 und 2018 sind der Tabelle 11 und der Tabelle 12 zu entnehmen.

Tabelle 11: Jahresmittelwerte von Ethylbenzol, meta+para- sowie ortho-Xylol 2017 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	Ethylbenzol	meta+para-Xylol	ortho- Xylol
Bitterfeld/Wolfen	0,1	0,4	0,2
Halle/Merseburger Str.	0,2	0,8	0,2
Leuna	0,1	0,4	0,1
Magdeburg/Guericke-Str.	0,3	1,1	0,5
Magdeburg/West	0,2	0,7	0,3
Wittenberg/Dessauer Str.	0,4	1,4	0,5

Tabelle 12: Jahresmittelwerte von Ethylbenzol, meta+para- sowie ortho-Xylol 2018 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	Ethylbenzol	meta+para-Xylol	ortho- Xylol
Bitterfeld/Wolfen	0,1	0,5	0,2
Halle/Merseburger Str.	0,3	1,0	0,3
Leuna	0,1 ¹⁾	0,3 ¹⁾	0,1 ¹⁾
Magdeburg/Guericke-Str.	0,2	0,9	0,3
Magdeburg/West	0,2	0,9	0,4
Wittenberg/Dessauer Str.	0,3	1,3	0,4

¹⁾ ... Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Die Abbildung 66 zeigt die Entwicklung der Jahresmittelwerte für Benzol bzgl. der Verkehrsmessstationen Halle/Merseburger Str., Magdeburg/Damaschkeplatz und Guericke-Str. (Messreihe im Jahr 2014 beendet bzw. 2016 begonnen) und Wittenberg/Dessauer Str. und

verdeutlicht, dass die Benzol-Jahresmittelwerte bis zum Jahr 2000 deutlich rückläufig waren und sich seither auf relativ niedrigem Niveau eingependelt haben.

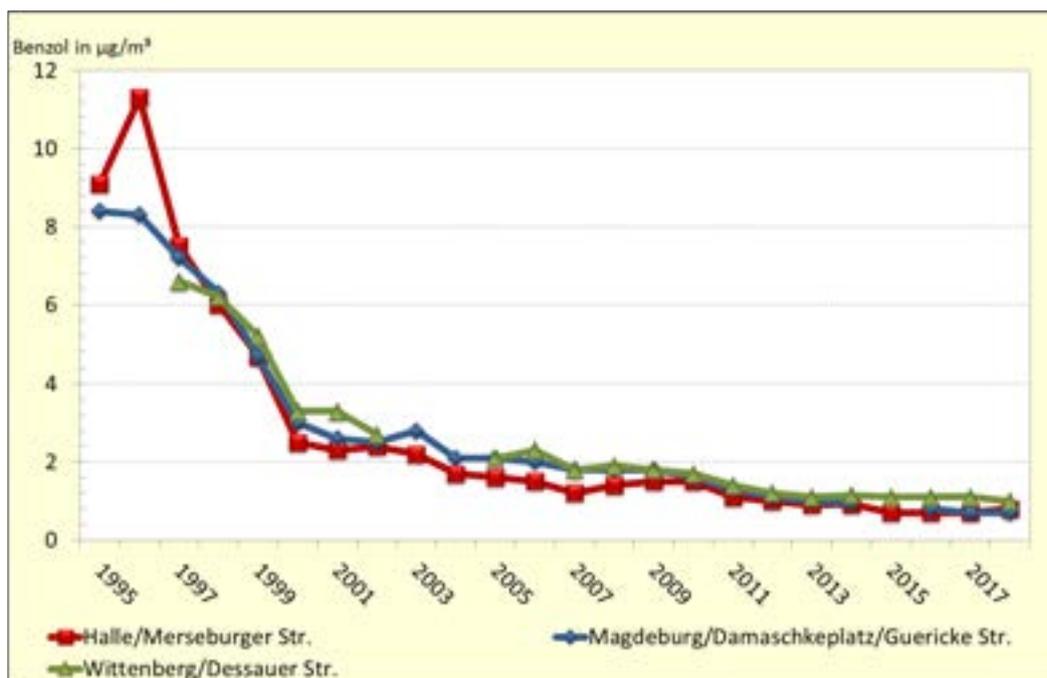


Abbildung 66: Entwicklung der Jahresmittelwerte für Benzol für ausgewählte Verkehrsstationen

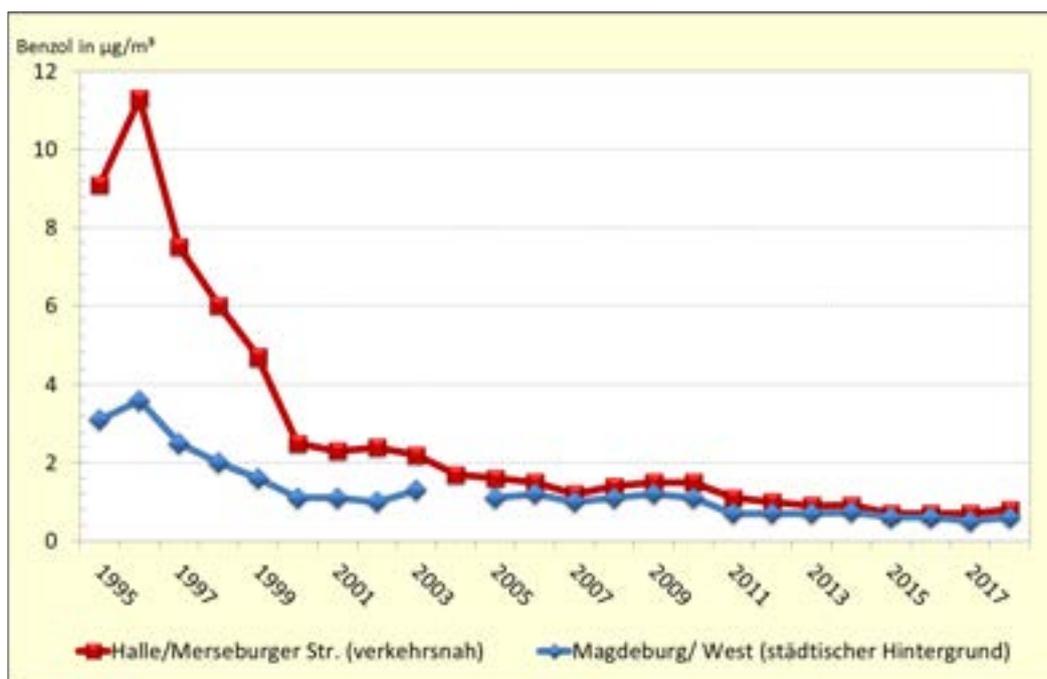


Abbildung 67: Jahresmittelwerte für Benzol für eine Verkehrsmessstation im Vergleich zu einer Messstation im städtischen Hintergrund

Abbildung 67 visualisiert eine Gegenüberstellung der für die Verkehrsmessstation Halle/Merseburger Str. und die Stadtgebietsstation Magdeburg/West gemessenen Jahresmittelwerte für Benzol. Hierbei wird deutlich, dass in den 90er Jahren die Benzol-Jahresmittelwerte

für die Verkehrsstation im Vergleich zur Stadtgebietsstation signifikant höher waren, sich jedoch in den letzten Jahren auf niedrigem Niveau einander annähern.

Als Zielwert für Toluol und Xylole hat die LAI immissionsbegrenzende Werte von jeweils $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) vorgeschlagen. Der maximale Jahresmittelwert für Toluol wurde an der LÜSA-Messstation Wittenberg/Dessauer Straße mit $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Dies entspricht ca. 7 % des Jahres-Zielwertes. Den höchsten Jahresmittelwert für Xylole wies ebenfalls die Station Wittenberg/Dessauer Straße auf ($1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$; ca. 6 % des Zielwertes).

Im Vergleich zum Vorjahr sind die maximalen Jahresmittelwerte für Toluol und für Xylol gesunken.

Die BTX-Immissionen insgesamt sind landesweit auf niedrigem Niveau, wobei die relativen Belastungsschwerpunkte an den Verkehrsmessstationen mit den höchsten registrierten Werten liegen.

1.4.8 Schwefeldioxid (SO₂)

Schwefeldioxid ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, das beim Einleiten in Wasser schweflige Säure bildet. In der Natur befindet sich Schwefeldioxid in vulkanischen Gasen und im Erdgas. Durch Verbrennung fossiler Brennstoffe ergibt sich eine große Belastung der Atmosphäre mit Schwefeldioxid (Saurer Regen, Wintersmog). Auf Grund der Bildung von schwefliger Säure wirkt Schwefeldioxid auf Mensch und Tier durch Reizung und Schädigung der Schleimhäute, Bronchospasmen und Reizhusten. Für das Jahr 2018 standen in Sachsen-Anhalt die in der Tabelle A 22 dargestellten Jahreskenngrößen von 10 Messreihen zur Einschätzung der Immissionsbelastung durch Schwefeldioxid zur Verfügung. Zu den Verfügbarkeiten wird auf Tabelle A 3 verwiesen.

Die Schwefeldioxid-Konzentrationen haben sich auch im Jahr 2018 auf dem Niveau des Vorjahres stabilisiert. Bezüglich der industriebezogenen Station Leuna ist im Vergleich zu 2017 eine geringfügige Minimierung des Jahresmittelwertes auszuweisen. Die für die Stationen Brocken und Zeitz erhaltenen Jahresmittelwerte liegen bereits im Bereich der Nachweisgrenze, deshalb wird hier keine weitere Interpretation vorgenommen.

Bezüglich der industriebezogenen Station Leuna ist, wie auch bereits in den Vorjahren, der höchste Jahresmittelwert auszuweisen (Tabelle A 22).

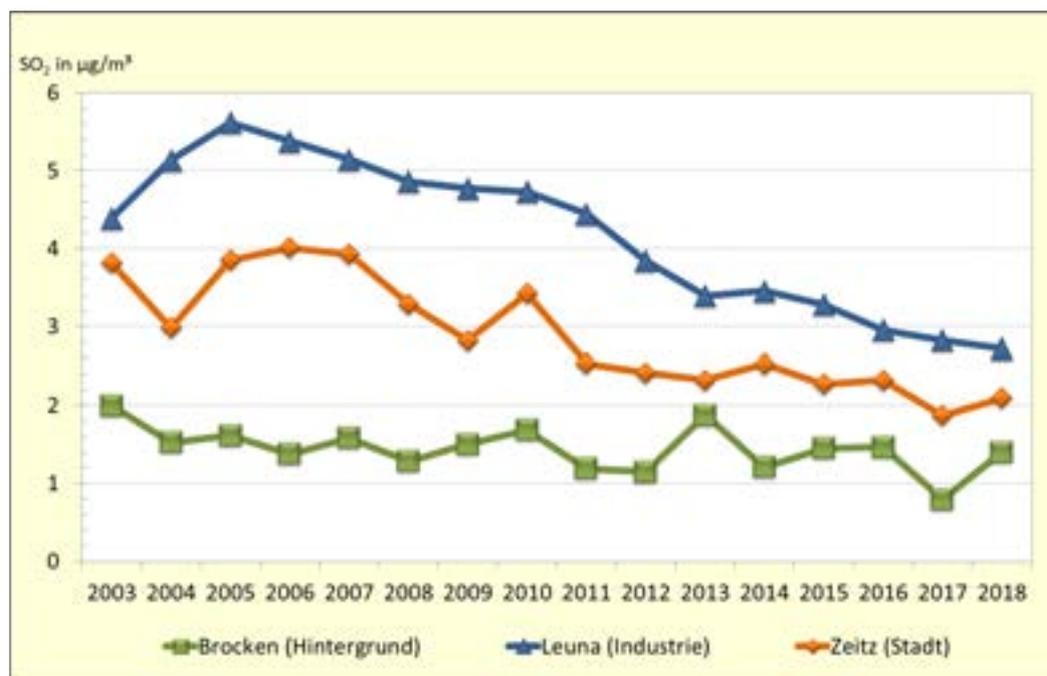


Abbildung 68: Entwicklung der Schwefeldioxid-Immissionen am Beispiel einer Hintergrund-, einer Stadtgebiets- und einer industriebezogenen Messstation (Jahresmittelwerte)

Im Zuge der Auswertungen gemäß der 39. BImSchV konnten zu Grenzwerten und Alarmschwelle wie auch schon in den Vorjahren keine Überschreitungen registriert werden. Damit ist in Sachsen-Anhalt seit einiger Zeit ein sehr niedriges Konzentrationsniveau – weit unterhalb der Grenzwerte – erreicht.

1.4.9 Kohlenmonoxid (CO)

Kohlenmonoxid ist ein farb- und geruchloses Gas. Ein großer Teil des in der Erdatmosphäre enthaltenen Kohlenmonoxids ist natürlichen Ursprungs. Die wichtigste anthropogene Quelle ist die unvollständige Verbrennung von Kohlenstoff und kohlenstoffhaltigen Verbindungen in Feuerungsanlagen und Motoren.

Die Tabelle A 25 enthält die Jahresmittelwerte von Kohlenmonoxid-Messreihen des Jahres 2017 sowie für das Jahr 2018. Die Verfügbarkeiten der Kohlenmonoxid-Messreihen sind in der Tabelle A 3 zusammengefasst.

Der höchste Jahresmittelwert im Jahr 2018 wurde mit $0,3 \text{ mg/m}^3$ an den Messstationen in Halle/Merseburger Str., Magdeburg/Schleiufer, Weißenfels/Am Krug, Wernigerode/Bahnhof und Wittenberg/Dessauer Str. ermittelt.

Im Vergleich zum Jahr 2017 ergab sich bei den Jahresmittelwerten 2018 an allen Standorten eine gleichbleibende Tendenz der Kohlenmonoxid-Konzentration.

Im Mittel lagen die Konzentrationen für das Jahr 2018 an den Verkehrsmessstationen 1,3-mal so hoch wie an den übrigen Standorten.

Abgesehen von dem etwas höheren Niveau der Kohlenmonoxid-Konzentration an den stark verkehrsbeeinflussten Messstationen ist bezüglich der übrigen Standorte inzwischen ein sehr niedriges Konzentrationsniveau in der Nähe der natürlichen Hintergrundkonzentration erreicht.

Tabelle A 26 enthält die maximalen Achtstundenmittelwerte der Kohlenmonoxid-Konzentrationen. Auf dieses Luftqualitätsmerkmal zielt der seit dem 01.01.2005 einzuhalten- de Grenzwert der 39. BImSchV von 10 mg/m^3 ab, der im Jahr 2018 wiederum an allen Stationen sehr deutlich unterschritten wurde. Die Entwicklung der maximalen Achtstundenmittelwerte für Kohlenmonoxid ist in Abbildung 69 beispielhaft für die Stationen Halle/Merseburger Str. und Bitterfeld/Wolfen dargestellt.



Abbildung 69: Maximale 8h-Mittelwerte Kohlenmonoxid am Beispiel einer Verkehrs- und industriebezogenen Station

1.4.10 Schwefelwasserstoff (H_2S)

Schwefelwasserstoff ist ein farbloses, unangenehm riechendes und stark giftiges Gas. Es entsteht u. a. bei Fäulnisprozessen von Eiweiß und verursacht den charakteristischen Geruch von faulen Eiern. In der Industrie fällt Schwefelwasserstoff u. a. bei der Entschwefelung von Mineralölen in Raffinerien an. In sogenannten Clausanlagen wird der gasförmige Schwefelwasserstoff zu elementarem Schwefel als Rohstoff für die chemische Industrie umgewandelt.

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2018 an den beiden industriebezogenen Messstationen in Leuna und Bitterfeld/Wolfen Schwefelwasserstoff-Immissionen gemessen. In diesen Regionen gibt es aufgrund der Geruchsintensität von H_2S häufig Anlass zu Beschwerden, wohingegen gesundheitliche Auswirkungen bei Konzentrationen auf dem Niveau der registrierten Immissionen nicht zu erwarten sind.

Das WHO-Regionalbüro für Europa hat als Leitwerte für Schwefelwasserstoff $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Tagesmittelwert (Gesundheitsschutz) und $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Halbstundenmittelwert (Geruchsschwelle) festgelegt (vgl. Abschnitt 1.6).

Tabelle 13 stellt die Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle durch Schwefelwasserstoff dar. Auffällig ist der deutliche Anstieg der Überschreitungsanzahlen im Jahr 2006 gegenüber den Vorjahren. An beiden Standorten lagen die Werte im Jahr 2006 etwa auf dem Niveau des Jahres 2001. Dieser Trend setzte sich in den Jahren 2007, 2008 und 2009 fort.

Für den Zeitraum der Jahre 2010 bis 2012 ist die Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle an beiden Stationen deutlichen Schwankungen unterlegen. Eine Tendenz zu sinkenden Werten ist im Jahr 2013 zu verzeichnen. Für die Folgejahre 2014 und 2015 ist keine eindeutige Tendenz auszuweisen, sondern eine Stabilisierung auf dem Niveau des Jahres 2013. Für 2016 und 2017 ist eine Abnahme der Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle zu verzeichnen, für das Jahr 2018 jedoch eine signifikante Zunahme.

Tabelle 13: Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Halbstundenmittelwert) in den Jahren 2001 bis 2018

Jahr	Bitterfeld/Wolfen	Leuna
2001	232	12
2002	50	0
2003	59	2
2004	33	4
2005	40	2
2006	205	17
2007	171	30
2008	238	14
2009	137	31
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

Die registrierten Konzentrationen im restlichen Zeitraum des Jahres waren jedoch so gering, dass die Kenngrößen im Jahresmittel an beiden Messstationen im Vergleich zahlenmäßig unterhalb der Nachweisgrenze lagen (Tabelle 14).

Tabelle 14: Jahresmittelwerte von Schwefelwasserstoff 2012 bis 2018 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bitterfeld/Wolfen	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$
Leuna	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$	$1,3^{1)}$

¹⁾ Kenngröße kleiner als die Nachweisgrenze ($2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

1.4.11 Kohlendioxid (CO₂)

Kohlendioxid ist ein farbloses und geruchloses Gas, das natürlicher Bestandteil der umgebenden Luft ist. Die wichtigste anthropogene Quelle ist die Verbrennung fossiler Brennstoffe (Kohle, Erdöl und Erdgas).

Kohlendioxid trägt als Treibhausgas zur Erderwärmung bei, die wiederum eine Reihe gefährlicher Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt hat. Es ist eins der wichtigsten anthropogenen Treibhausgase.

Das LAU betreibt auf dem Brocken ein Kohlendioxid-Messgerät, um den Trend der Konzentrationen zu beobachten.

Anhand der nachfolgenden Abbildung 70 ist ein deutlicher Anstieg der CO₂-Konzentrationen seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 erkennbar.

Die jahreszeitlichen Variationen der CO₂-Konzentration sind auf Photosynthese und Atmung der Biosphäre zurückzuführen.

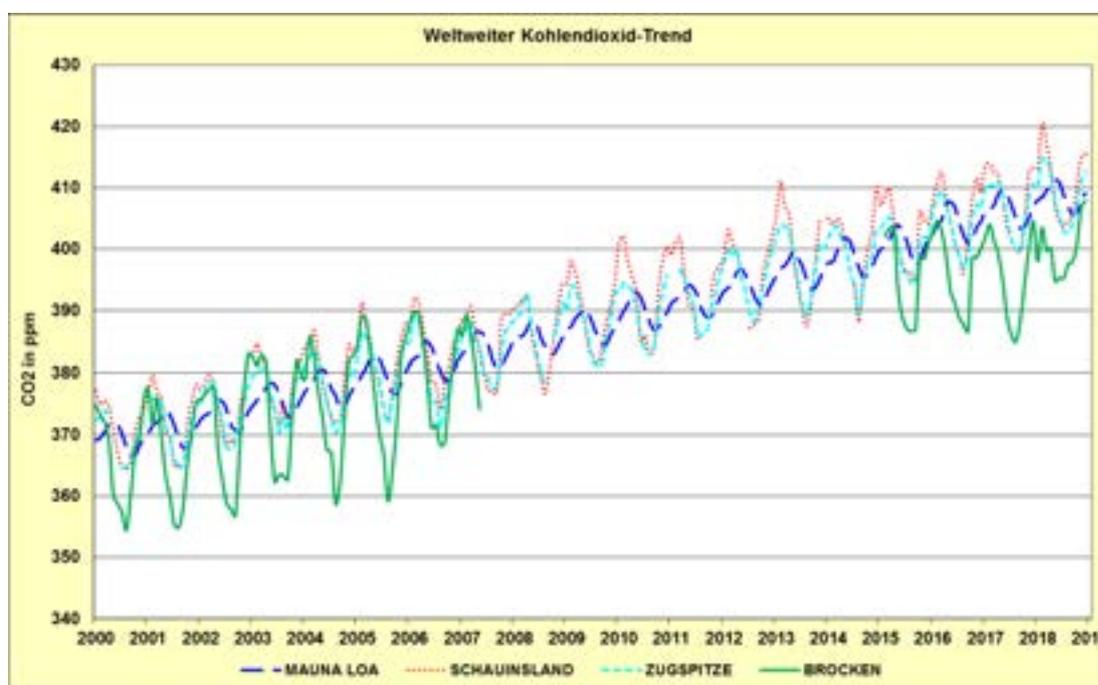


Abbildung 70: Entwicklung der CO₂-Konzentration auf dem Brocken im Vergleich zu anderen langjährigen Messreihen

Im Falle von CO₂-Langzeitmessreihen, wie z. B. an der GWA-Station Mauna Loa Hawaii (GWA-Global Atmosphere Watch) bzw. auf dem Schauinsland (UBA-Messstation), werden die eingehenden CO₂-Messdaten vorab selektiert, um Einflüsse von lokalen CO₂-Quellen und -senken zu minimieren. Eine solche Datenfiltration wird mit den CO₂-Messwerten vom Brocken nicht vorgenommen, so dass saisonale und andere Einflussfaktoren eher zum Tragen kommen können.

Aufgrund gerätetechnischer Probleme können für den Zeitraum von Juni 2007 bis Januar 2015 keine CO₂-Messdaten vom Brocken ausgewiesen werden. Seit Februar 2015 erfolgt

der langfristig konzipierte Weiterbetrieb der Messreihe im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie Sachsen-Anhalts.

Als höchste Erhebung in Norddeutschland stellt der Brocken einen exponierten Standort für das Monitoring des klimarelevanten Gases Kohlendioxid dar.

Wegen ihrer Lage in 1142 m Höhe befindet sich die Station Brocken jedoch nur zeitweilig über der bodennahen Mischungsschicht, wodurch sowohl weiträumig transportierte als auch lokal beeinflusste Luftmassen erfasst werden können. Mithin kommen auch saisonale und andere Einflussfaktoren eher zum Tragen.

Die am Standort Brocken gewonnenen CO₂-Messwerte sind somit auch nur bedingt mit denen der Langzeitmessreihen Mauna Loa, Schauinsland und Zugspitze vergleichbar.

1.5 Ergebnisse der Depositionsmessungen

Stoffeinträge aus der Atmosphäre können mit sedimentierenden und nicht-sedimentierenden Partikeln sowie aus der Gasphase erfolgen. Die sedimentierenden Partikel können nass oder trocken sein. Die Deposition sedimentierender Partikel lässt sich näherungsweise mit geeigneten Sammlern (Probenahmesystemen) erfassen. Die Bestimmung des nicht-sedimentierenden Anteiles der trockenen Deposition ist nur mit aufwändigen mikrometeorologischen Verfahren möglich.

Es existiert kein experimentelles Verfahren zur gemeinsamen Bestimmung der Deposition sedimentierender und nicht-sedimentierender Atmosphärenbestandteile (Gesamtdeposition).⁹

Im Landesmessnetz kommen Bulk- und Wet-Only-Sammler zum Einsatz (genaue Beschreibung der Probenahmesysteme siehe Immissionsschutzbericht 2011).

1.5.1 Staubniederschlag

Zur Erfassung des Staubniederschlages wird ein Bulk-Probenahmesystem verwendet, welches über die gesamte Sammelperiode offen ist und die sedimentierende trockene und nasse Deposition erfasst. Als Sammeleinheit wird ein Topfsammler (Bergerhoff) eingesetzt.

In Tabelle A 30 und Tabelle A 31 sind für jeden Messstandort die Jahresmittelwerte des Staubniederschlages der letzten drei Jahre aufgeführt. In der nachfolgenden Abbildung 71 sind die Ergebnisse für das Jahr 2018 grafisch dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Immissionswert für Staubniederschlag als Jahresmittel zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen (TA Luft) von 0,35 g/(m²d) eingehalten wurde.

⁹ weiterführende Aspekte siehe VDI 4320 Blatt 1

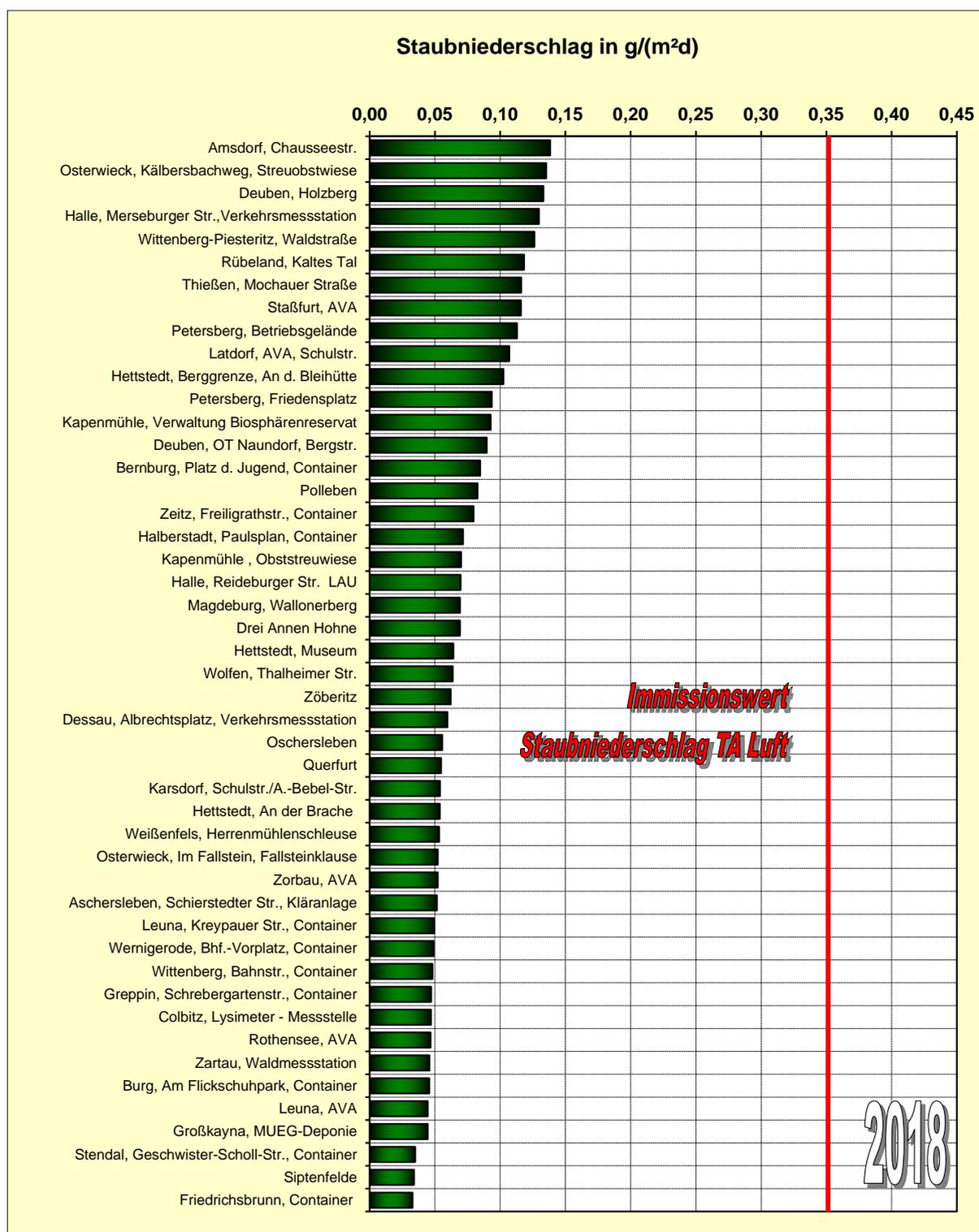


Abbildung 71: Jahresmittelwerte für Staubniederschlag 2018

Die Belastung durch Staubniederschlag im Landesdurchschnitt aller Messstandorte lag im Jahr 2018 mit 0,07 g/(m²d) in der Größenordnung der Vorjahre.

Der nachfolgenden Abbildung 72, in der der Jahrgang des Staubniederschlages als Mittelwert aller Messstandorte für die Jahre 2014 bis 2018 dargestellt ist, ist zu entnehmen,

dass es eine deutliche Abhängigkeit von der Jahreszeit gibt. Die höchsten Staubbiederschläge treten erwartungsgemäß in den Sommermonaten auf.

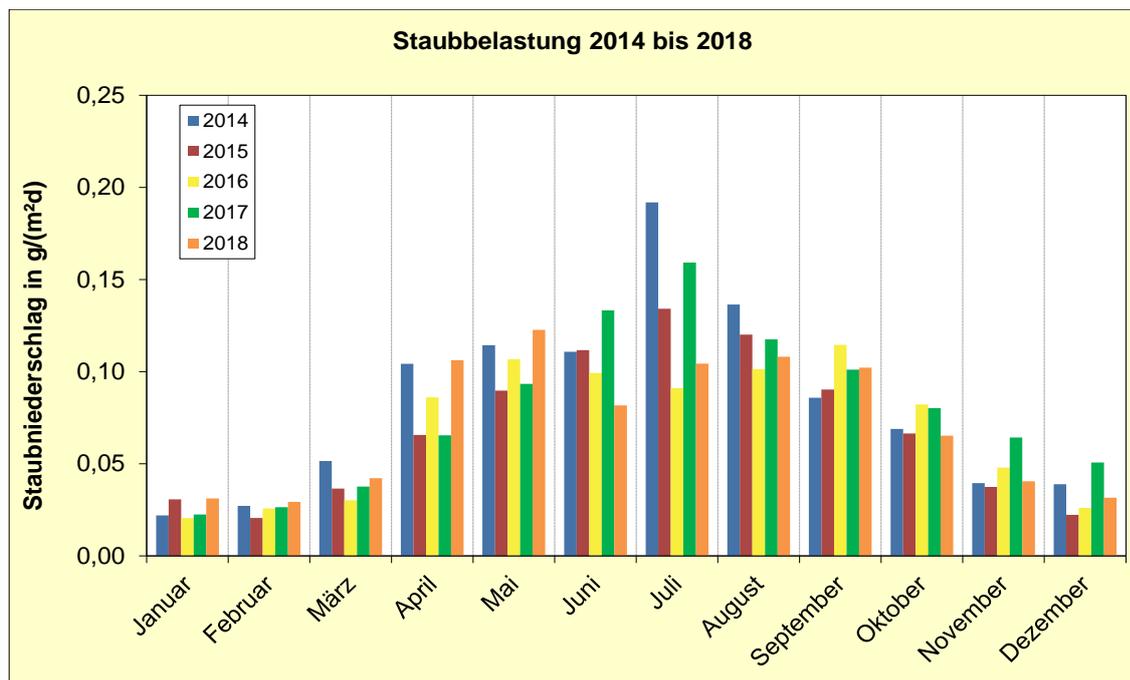


Abbildung 72: Jahrgang des Staubbiederschlages aller Messstandorte

Schwer- und Halbmetallgehalte im Staubbiederschlag

Aus den Proben des Staubbiederschlages wurden elf Schwermetalle und das Halbmetall Arsen analytisch unter Einsatz moderner, dem heutigen Stand der Technik entsprechender Analysetechnik (ICP-OES und ICP-MS) bestimmt.

Die Jahresmittelwerte für die Depositionen der Staubinhaltsstoffe liegen an allen Messstandorten des Landes in der Größenordnung des Vorjahres (Abbildung 73).

Vergleicht man die Jahresmittelwerte der Gehalte an Schwer- bzw. Halbmetallen im Staubbiederschlag (Tabelle A 32 und Tabelle A 33) an den einzelnen Messstandorten mit den zulässigen Frachten für Schadstoffdepositionen der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und den Immissionswerten für Schadstoffdepositionen der TA Luft 2002 (Nr. 4.5.1 und Nr. 4.3.1), so wird wie in den Vorjahren lediglich für Kupfer die nach BBodSchV zulässige Fracht von $99 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ an drei traditionell belasteten Messstandorten in Hettstedt deutlich überschritten.

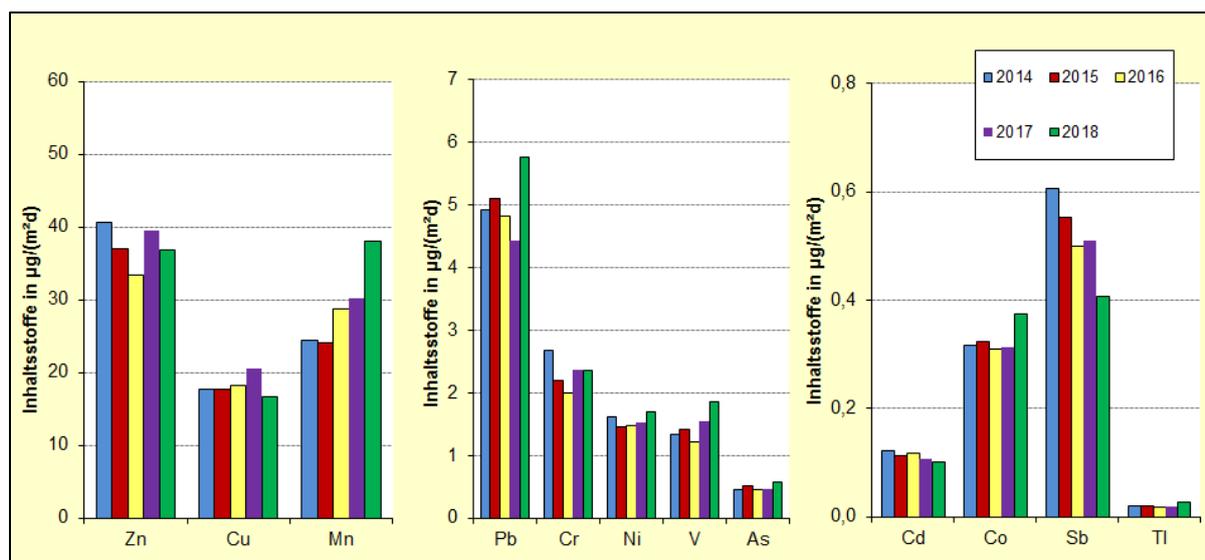


Abbildung 73: Vergleich der Jahresmittelwerte von Inhaltsstoffen im Staubbiederschlag für 2014 bis 2018 im Landesdurchschnitt

1.5.2 Ausgewählte Anionen und Kationen

1.5.2.1 Bulk-Deposition

Das Bulk-Probenahmesystem ist über die gesamte Sammelperiode offen und erfasst die sedimentierende trockene und nasse Deposition. Als Sammeleinheiten werden Topfsammler (Bergerhoff) und Trichter-Flasche-Sammler eingesetzt. Sammler vom Trichter-Flasche-Typ unterscheiden sich in nicht temperierte (LWF-Sammler) und temperierte Sammler (Eigenbröt-Sammler).

Ein Überangebot an säurebildenden Stoffen und Nährstoffen verursacht Veränderungen chemischer und biologischer Bodenparameter, die u. a. Vegetation und Grundwasser beeinflussen und zur Destabilisierung empfindlicher Ökosysteme führen können. Ursache dieser schleichend fortschreitenden Prozesse „Versauerung und Eutrophierung“ sind Nitrat-, Ammonium- und Sulfateinträge über die Atmosphäre in den Boden. Eutrophierung bewirkt, dass seltene spezialisierte Pflanzen, die nur auf nährstoffarmen Standorten konkurrenzfähig sind, von nitrophilen Arten verdrängt werden. Biotope wie Magerrasen und Moore mit ihren einmaligen Pflanzen- und Tiergesellschaften, aber auch Wasser- und Klimaschutzfunktionen sind so gefährdet. Die durch Versauerung bedingten Veränderungen in Böden betreffen deren chemische Eigenschaften und ihre Leistungsfähigkeit zur Schadstoffaufnahme und können zu Schäden an Mikrofauna und Vegetation führen.

Entsprechend Kernindikator B5¹⁰ lässt sich der Stickstoffeintrag in Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr aus den Stickstoff-Element-Einträgen von Nitrat und Ammonium und der Säureeintrag aus den Nitrat-, Ammonium- und Sulfateinträgen (Angabe in Kiloäquivalent pro

¹⁰ 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)

Hektar und Jahr) berechnen. Als Zielwerte (critical loads) werden für eutrophierenden Stickstoff 10 kg/(ha*a) und für säureempfindliche Freiflächen-Biotope 1 keq/(ha*a) angegeben¹¹.

In Abbildung 74 bzw. Abbildung 75 sind die Stickstoff- bzw. Säureeinträge des Jahres 2018, die an fünf Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) mit Bergerhoff-Sammlern gemessen wurden, dargestellt. Die Angaben zur Deposition der einzelnen An- und Kationen an den BDF wurden in Tabelle A 34 aufgeführt. Die Zielwerte (critical loads) für Eutrophierung und Versauerung wurden nicht überschritten.

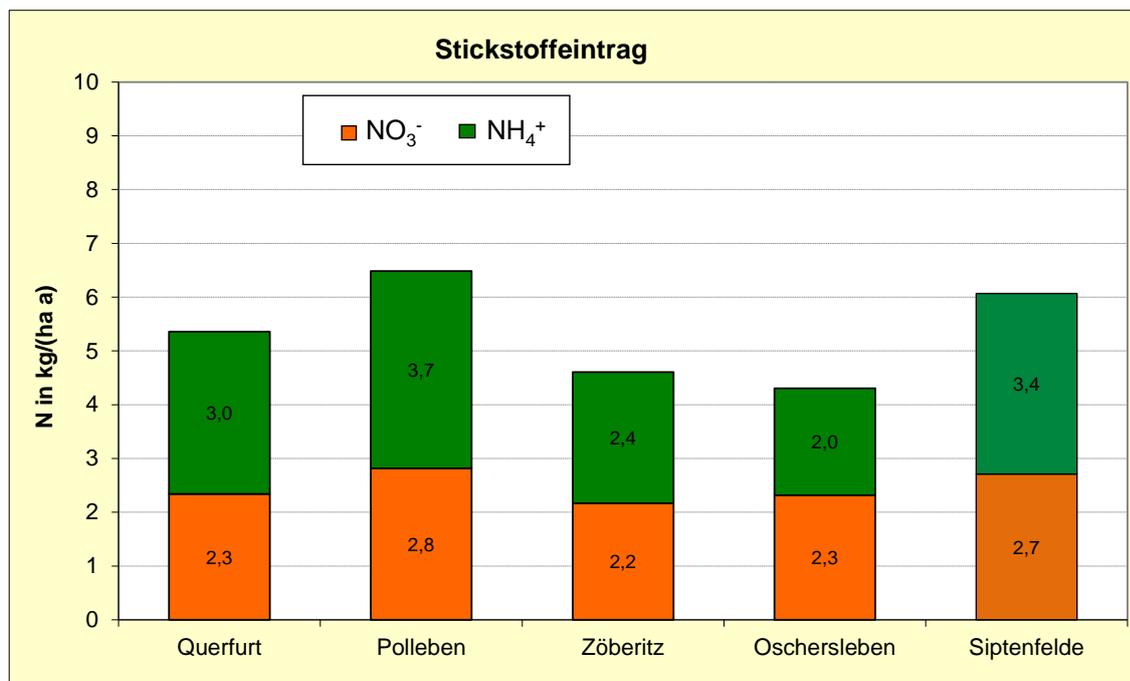


Abbildung 74: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern an Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Jahresmittelwerte Stickstoffeintrag 2018

Die Abbildung zeigt die Jahresmittelwerte 2018 für den Säureeintrag an sechs Bodendauerbeobachtungsflächen.

¹¹ www.lfu.bayern.de/umweltqualitaet/umweltbeobachtung/schadstoffe_luft/eutrophierung_versauerung/critical_loads/index.htm

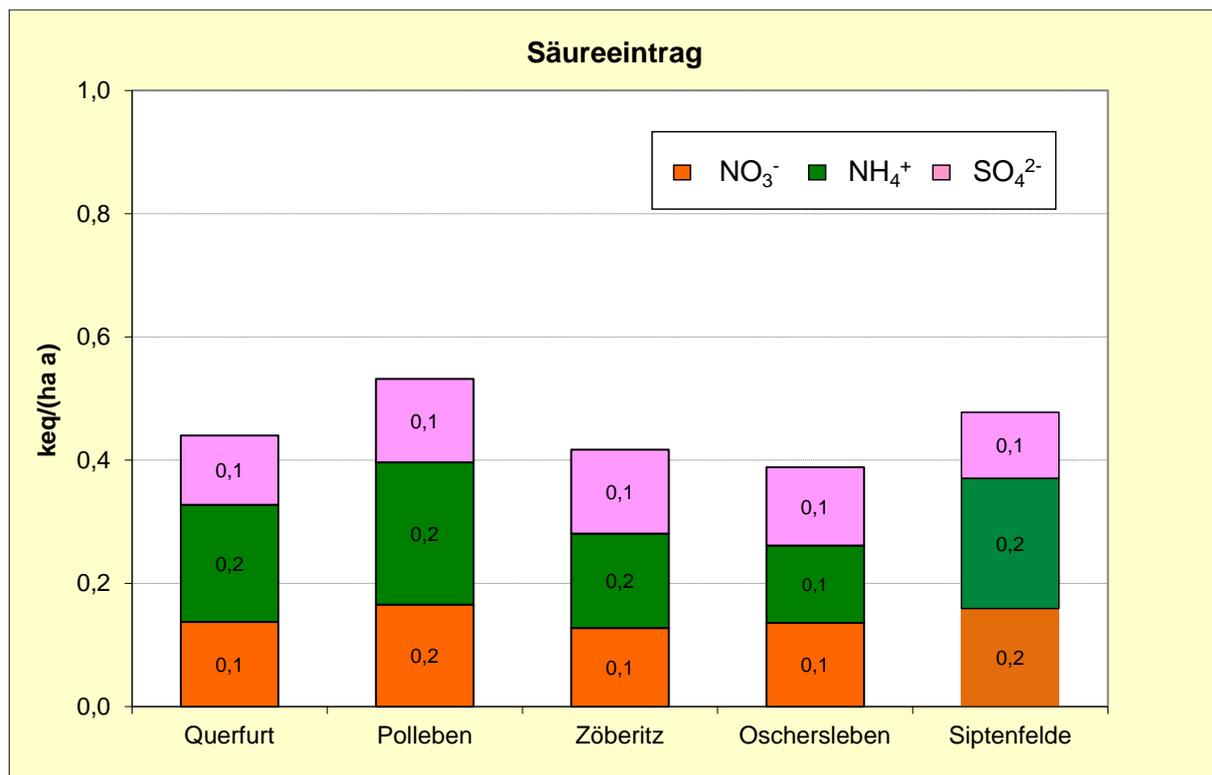


Abbildung 75: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern an Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Jahresmittelwerte Säureeintrag 2018

Die Ergebnisse der Bulk-Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern an fünf LÜSA-Messtationen sind in Tabelle A 35, Abbildung A 10 und in Abbildung A 11 enthalten. Diese Standorte sind als Dauermesstandorte angelegt. Die Depositionswerte zeigen bis auf die höheren Ammonium-Werte 2017 in Zartau keine signifikanten Unterschiede zu denen der Vorjahre. Dies zeigt sich auch in den entsprechenden Stickstoff- bzw. Säureeinträgen (siehe Abbildung 76 und Abbildung 77). Die Zielwerte (critical loads) für Eutrophierung und Versauerung wurden nicht überschritten.

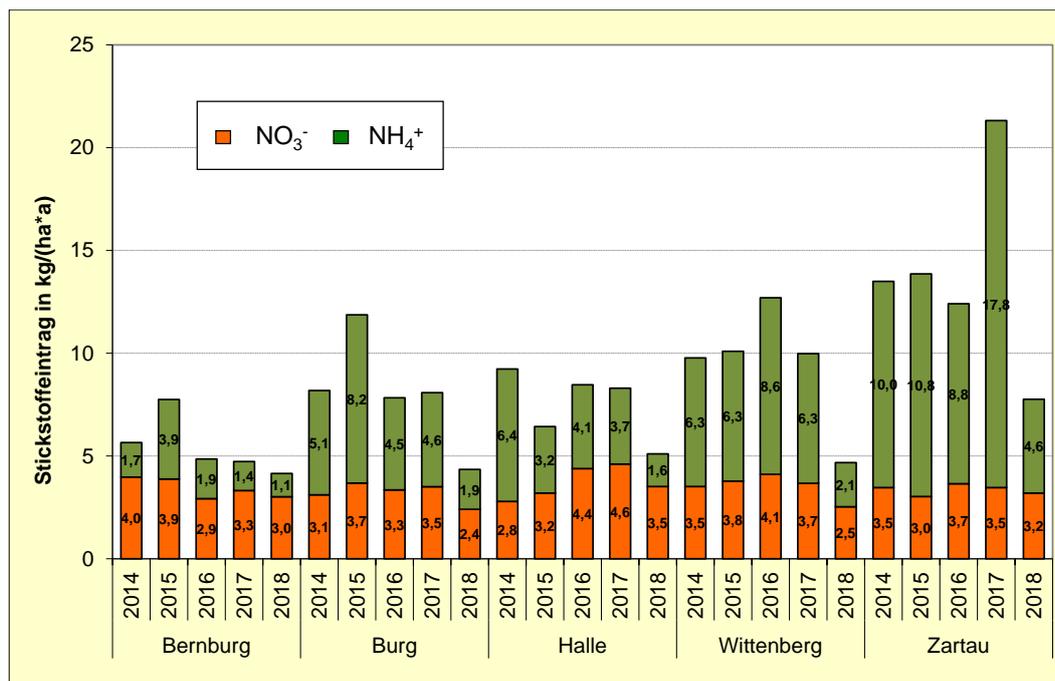


Abbildung 76: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messtationen, Jahresmittelwerte Stickstoffeintrag

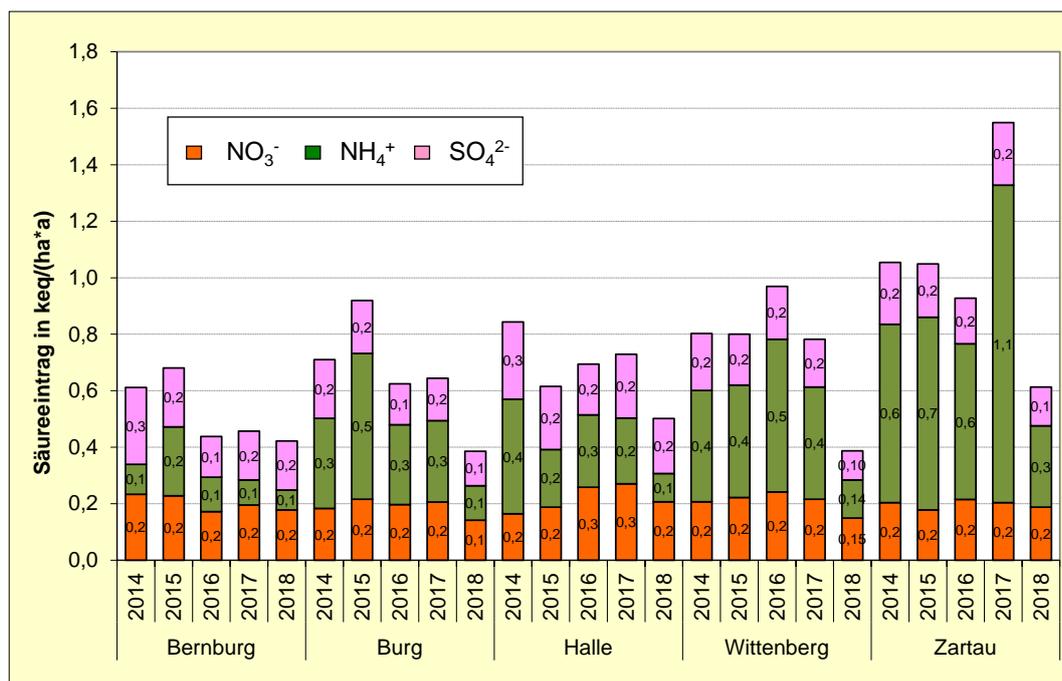


Abbildung 77: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messtationen, Jahresmittelwerte Säureeintrag

Die Messstandorte der Deposition von An- und Kationen mit temperierten Eigenbrodt-Sammlern (An- und Kationen) liegen mit Ausnahme von Halle-Ost und Piesteritz in niedrig belasteten, meist von Wald umgebenen Regionen. Hier soll langfristig der Eintrag von relevanten An- und Kationen über den Luftpfad in Ökosysteme gemessen werden. Die Jahres-

mittel der Depositionsmessungen für An- und Kationen mit Eigenbrodt-Sammlern sind in Tabelle A 36, Abbildung A 12 und Abbildung A 13 dargestellt.

Die für die fünf Messstandorte berechneten Jahresmittelwerte der Stickstoff- bzw. Säureeinträge sind in Abbildung 78 und Abbildung 79 dargestellt. Auffällig ist, dass die Ammonium- und Nitrat-Deposition gegenüber den Vorjahren am Standort Piesteritz (Einwirkungsbereich eines Düngemittelproduzenten) im Jahr 2018 stark abgenommen hat. Die Jahresmittelwerte liegen aber weiterhin deutlich über denen der anderen Messstandorte. Auch an den anderen Messstandorten werden im Vergleich zum Vorjahr niedrigere Jahresmittelwerte verzeichnet. Sie liegen durchgängig unter den Zielwerten (critical loads).

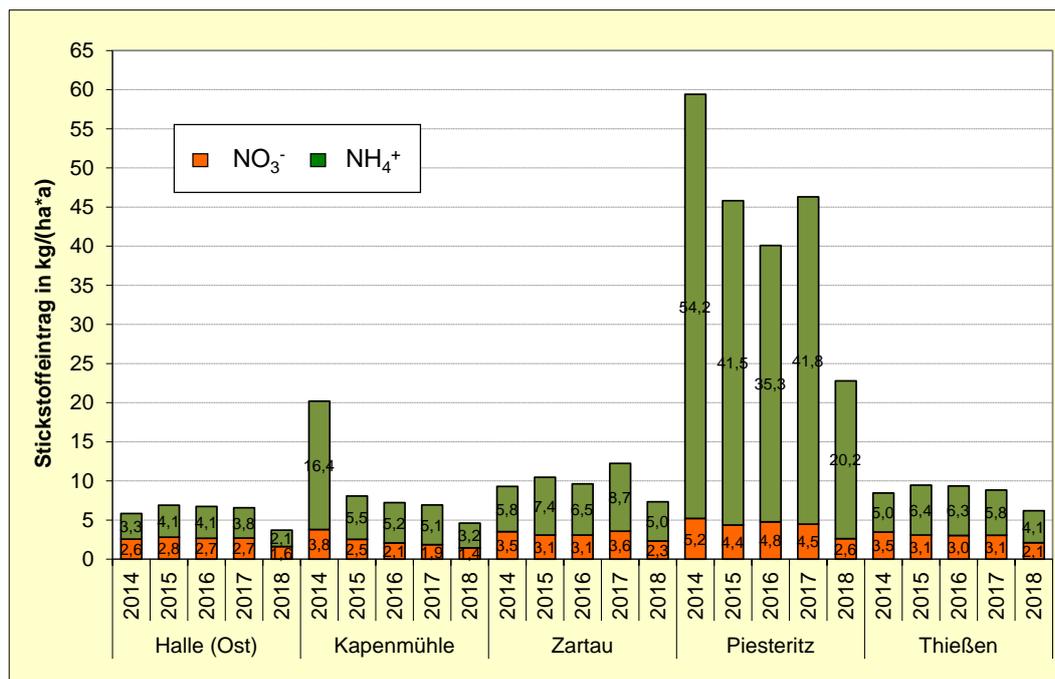


Abbildung 78: Stickstoffdepositionen mit Eigenbrodt-Sammlern (Jahresvergleich)

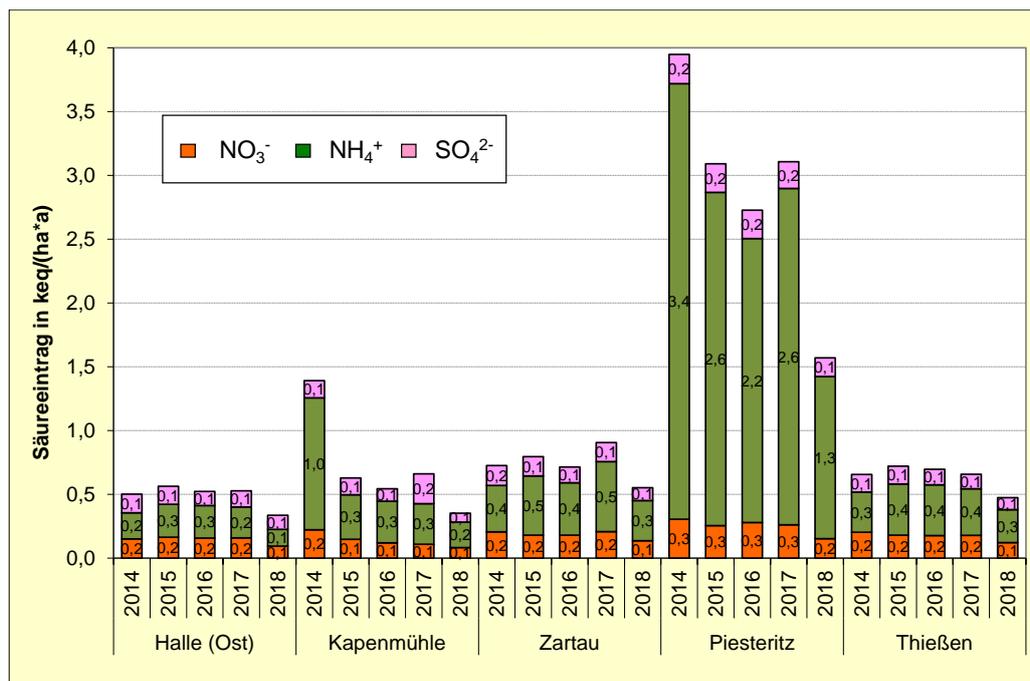


Abbildung 79: Säuredepositionen mit Eigenbrodt-Sammlern (Jahresvergleich)

Die Jahresmittelwerte der Depositionsmessungen der Stickstoff- bzw. Säureeinträge mit den nicht temperierten LWF-Sammlern in Abbildung 80 bzw. Abbildung 81 zeigen, dass die Zielwerte (critical loads) mit Ausnahme von Wittenberg eingehalten wurden, wobei die Werte der Hintergrundstationen (Zartau, Drei Annen Hohne) im Bereich der Vorjahre liegen. In Wittenberg ist die Ammonium-Deposition gegenüber 2017 gesunken, aber die Nitrat- und Sulfat-Deposition signifikant angestiegen. Damit wurden die Zielwerte noch stärker als in den Vorjahren überschritten. Die Einzelwerte der Deposition von An- und Kationen wurden in Tabelle A 37 dargestellt.

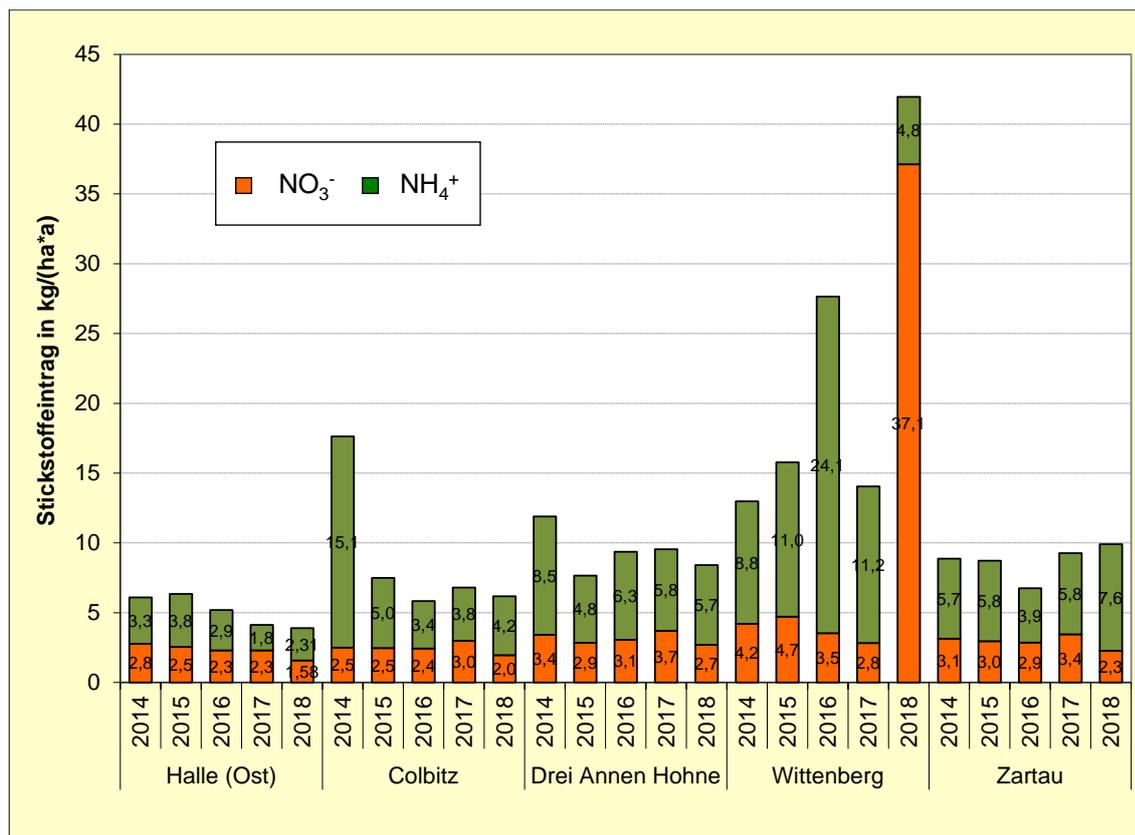


Abbildung 80: Depositionsmessungen mit LWF-Niederschlagssammlern, Jahresvergleich Stickstoffeintrag

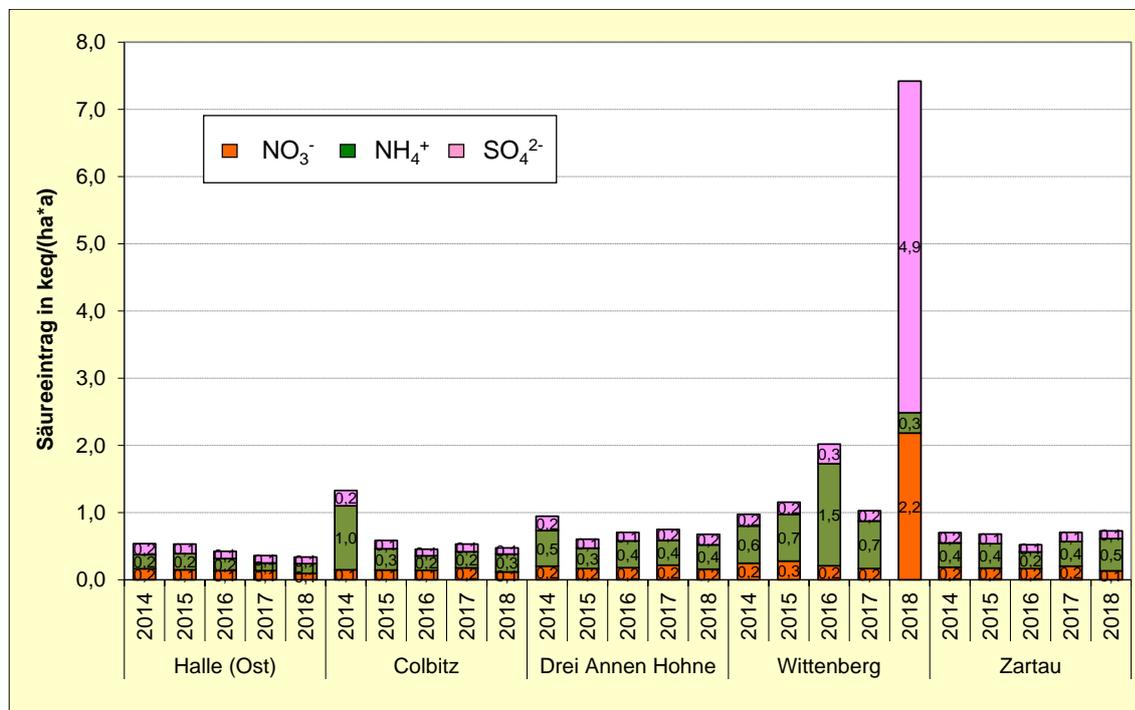


Abbildung 81: Depositionsmessungen mit LWF-Niederschlagssammlern, Jahresvergleich Säureeintrag

1.5.2.2 Wet-Only-Deposition

Das Wet-Only-Probenahmesystem ist nur für die Dauer der Niederschlagsereignisse geöffnet. Es wird somit nur die sedimentierende nasse Deposition erfasst. Als Sammeleinheit wird ein Trichter-Flasche-Sammler (temperierter Eigenbrodt-Sammler) eingesetzt.

In Abbildung 82 und Abbildung 83 sind die Ergebnisse der Nassdepositionen entsprechend Kernindikator B5¹² dargestellt. Die Eintragungshöhen liegen unterhalb der Zielwerte (critical loads).

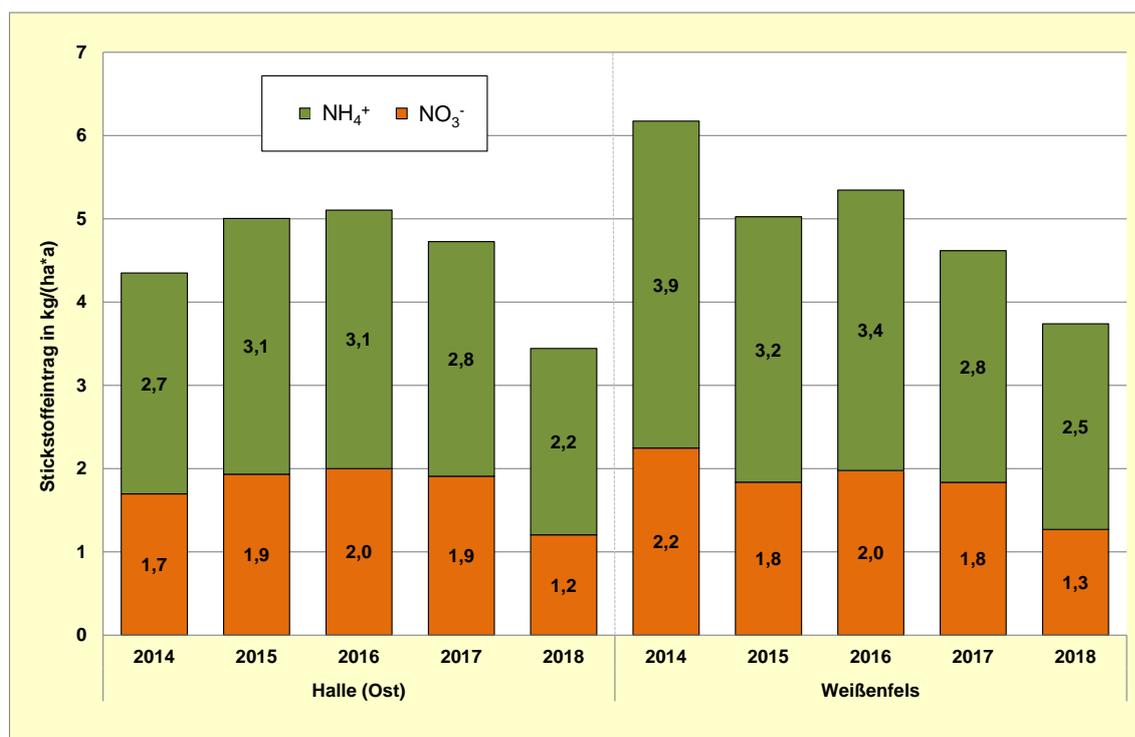


Abbildung 82: Stickstoffdepositionen mit Wet-Only-Sammlern, Jahreseinträge 2014 – 2018

¹² 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)

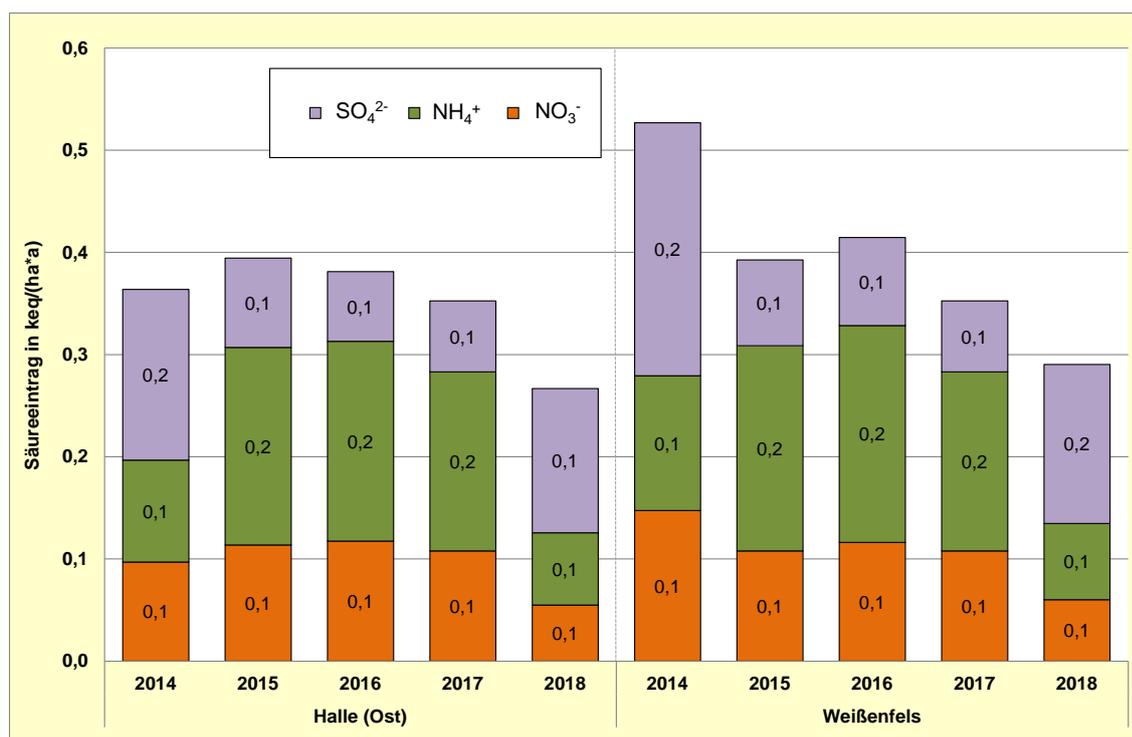


Abbildung 83: Säuredepositionen mit Wet-Only-Sammlern, Jahreseinträge 2014 – 2018

In Abbildung A 14 und Abbildung A 15 sind die Jahreseinträge der bestimmten An- und Kationen der Jahre 2014 bis 2018 dargestellt. Im Jahr 2018 waren die Niederschlagsmengen sehr gering und somit liegen sowohl in Halle-Ost als auch in Weißenfels die Werte unter denen der Vorjahre. In Tabelle A 38 sind die Einzelwerte (incl. pH-Wert, Leitfähigkeit und Niederschlagsmenge) aufgeführt.

1.5.3 PCDD/F- und dl-PCB-Deposition

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Jahresmittelwerte der Toxizitätsäquivalente nach WHO 2005 für die Summe der PCDD/F und dl-PCB im Vergleich zum LAI-Zielwert (4 pg WHO-TEQ/(m²d)¹³ dargestellt (Standorte siehe Abbildung 10 im Kapitel 1.2.3 und

Tabelle A 29). Einzelwerte sind in Tabelle A 39 bis Tabelle A 44, Toxizitätsäquivalenzfaktoren in Tabelle A 45 und Tabelle A 46 aufgeführt.

Metallurgie/Feuerungsanlagen

An den traditionell durch die Metallurgie belasteten Messstandorten in Hettstedt wurde besonders in den Jahren 1999 bis 2003 der LAI-Zielwert um ein Vielfaches überschritten. In den Jahren danach ist insbesondere aufgrund von Produktionsstilllegungen ein Rückgang

¹³ Bericht der LAI "Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind – Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe" vom 21.09.2004

der Depositionswerte zu verzeichnen (siehe Abbildung 84). Trotz eines leichten Anstiegs gegenüber 2017 wurde der LAI-Zielwert im Jahr 2018 unterschritten.

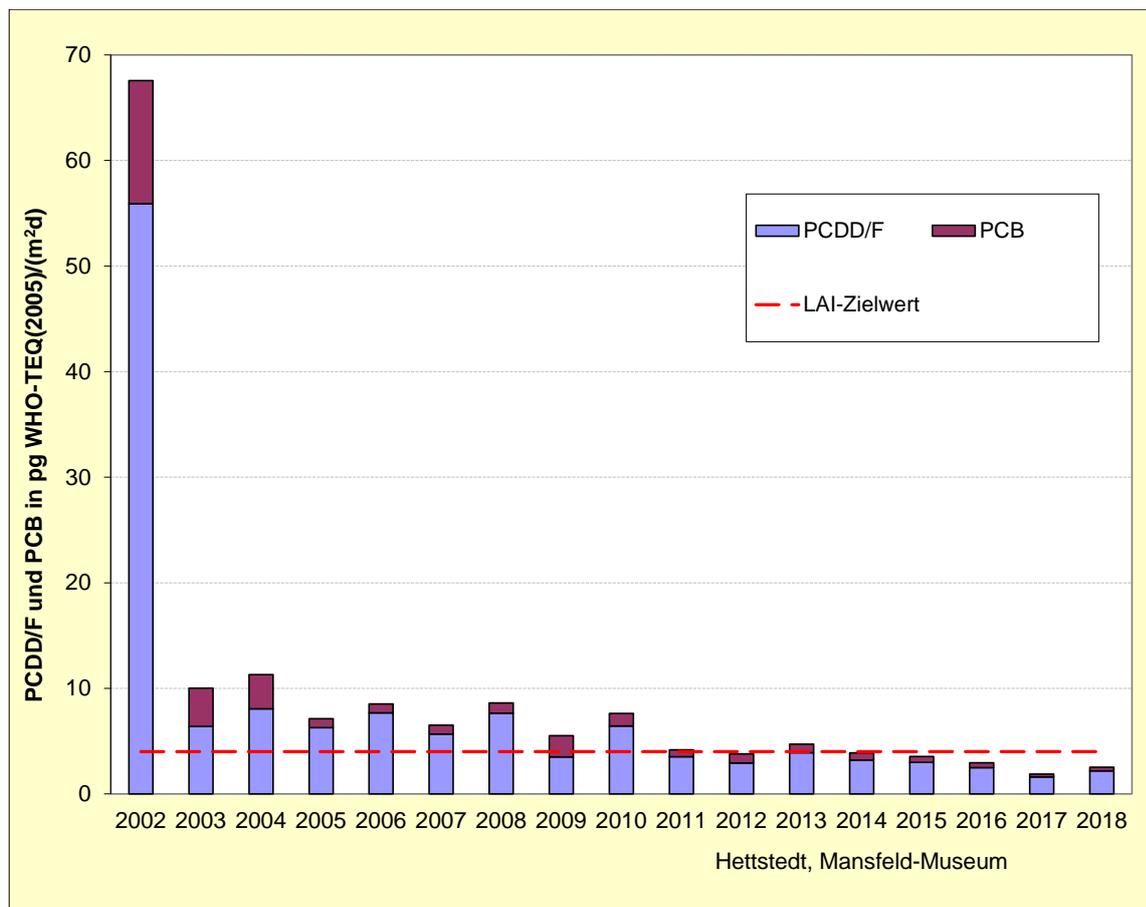


Abbildung 84: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB, Hettstedt, Mansfeld-Museum (HET45)

An Messstandorten in der Nähe von Feuerungsanlagen ist in den letzten Jahren ähnlich wie bei metallurgischen Anlagen ebenfalls ein Rückgang der Jahresmittelwerte zu verzeichnen (siehe Abbildung 85). Der LAI-Zielwert wurde im Jahr 2018 sicher eingehalten.

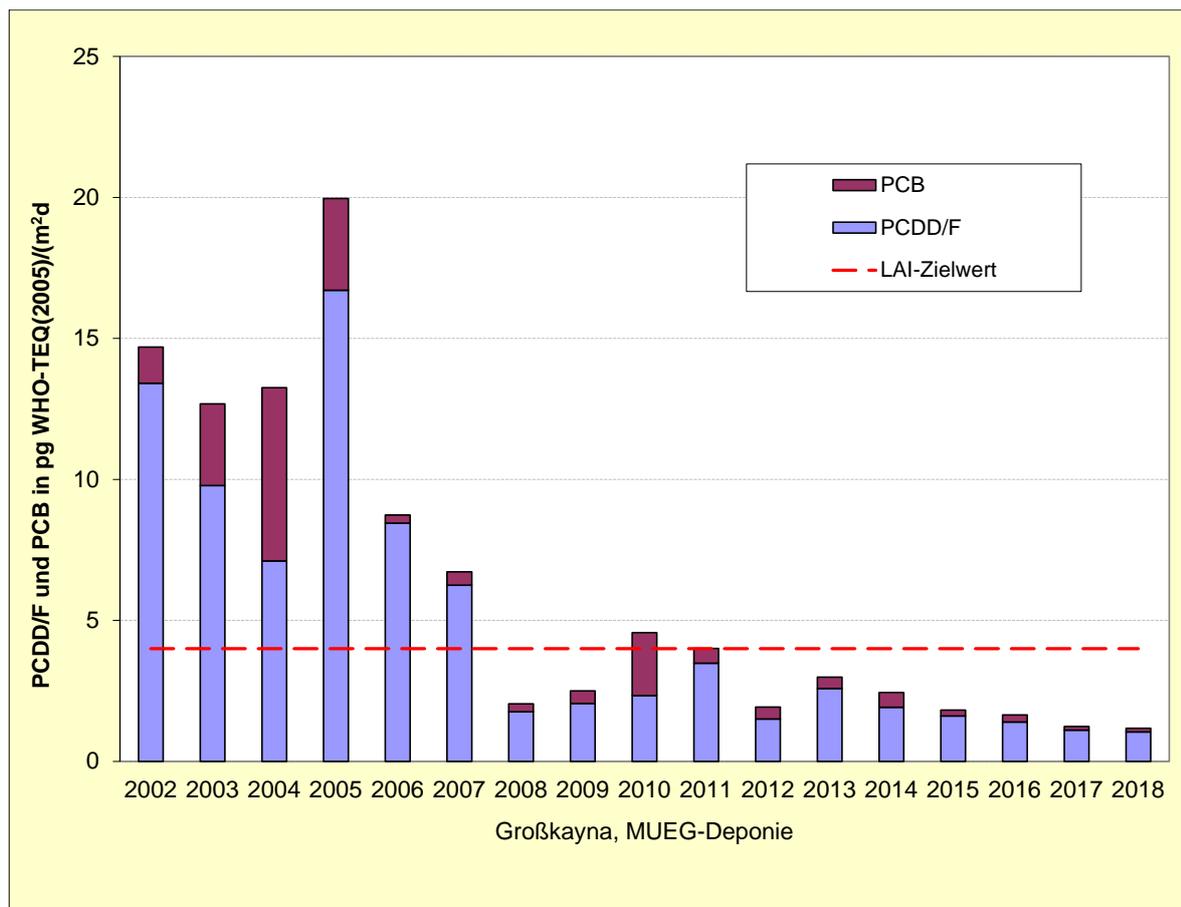


Abbildung 85: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB, Großkayna, (MER100)

Abfallverbrennungsanlagen (AVA)

Unter Vorsorgeaspekten erfolgten im Umfeld von 5 ausgewählten Abfallverbrennungsanlagen Depositionsmessungen. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich an den Standorten Zorbau und Rothensee die Deposition verringert und an den Standorten Leuna, Staßfurt und Bernburg erhöht. Der LAI-Zielwert wurde an allen Standorten sicher unterschritten (Abbildung 86).

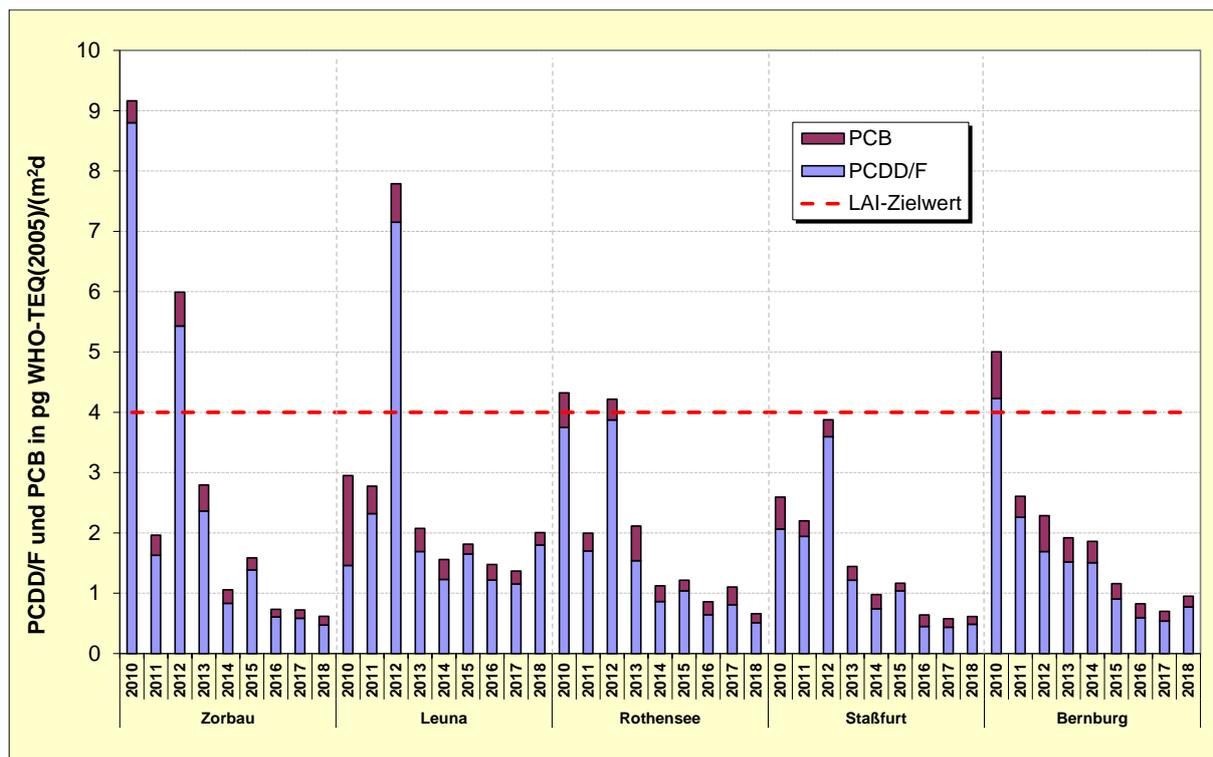


Abbildung 86: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB in der Nähe von Abfallverbrennungsanlagen

Hintergrundmessungen

Um die Messungen an industriell belasteten Messstandorten besser beurteilen zu können, wurden zum Vergleich an zwei wenig belasteten Messstandorten Hintergrundmessungen durchgeführt. Der LAI-Zielwert wurde bei den Hintergrundmessungen in den letzten Jahren deutlich unterschritten (Abbildung 87).

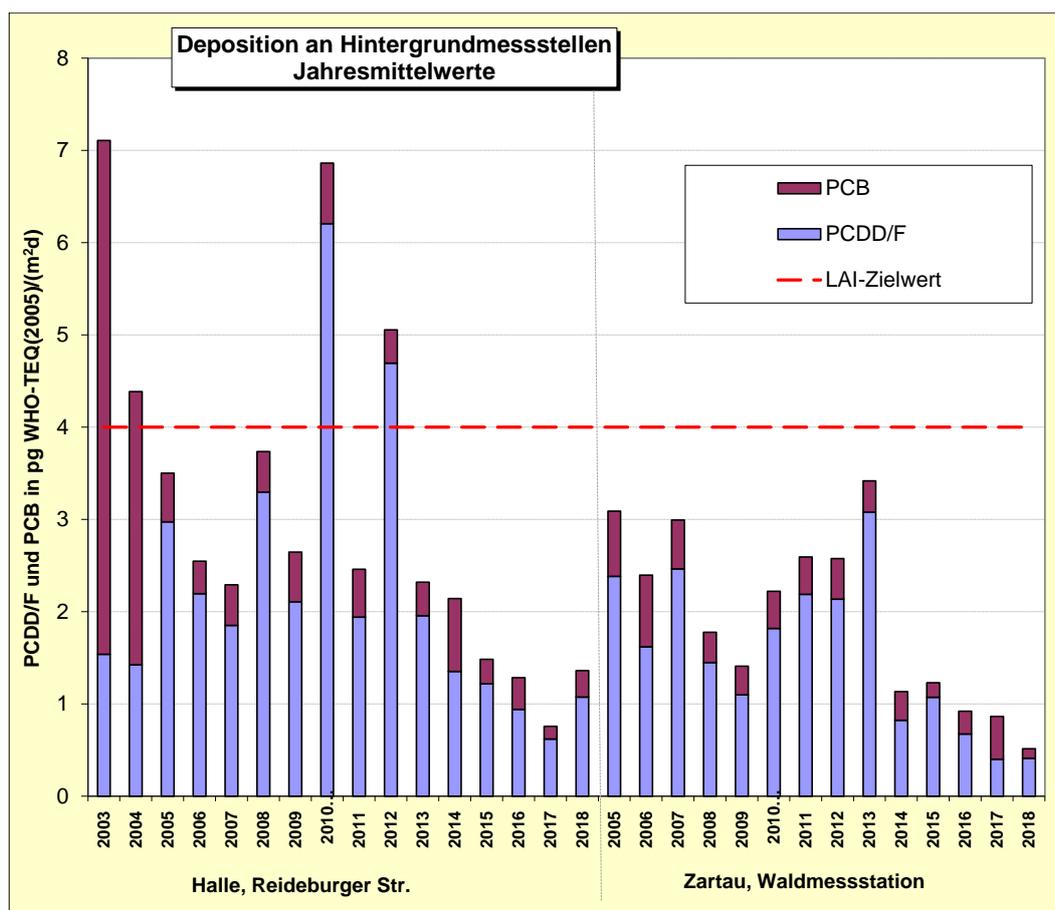


Abbildung 87: Depositionen an PCDD/F und dl-PCB, Hintergrundmessstandorte

1.5.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Für die Erfassung der PAK-Deposition wurde ein temperierter Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler) nach DIN EN 15980 verwendet (genaue Beschreibung der Probenahmesysteme siehe Immissionsschutzbericht 2011).

In der nachfolgenden Abbildung 88 sind die Jahresmittelwerte der PAK-Leitkomponente Benzo(a)pyren am Messstandort Halle (Saale) für die Jahre 2011 bis 2018 dargestellt (Einzelwerte siehe Tabelle A 47). Die zulässige zusätzliche jährliche Fracht an Benzo(a)pyren beträgt gemäß Referentenentwurf der sogenannten Mantelverordnung MantelIV (Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung) 1 g/(ha*a). Dies entspricht umgerechnet einem Wert von etwa 0,27 µg/(m²d). Dieser Wert wurde in allen Jahren unterschritten.

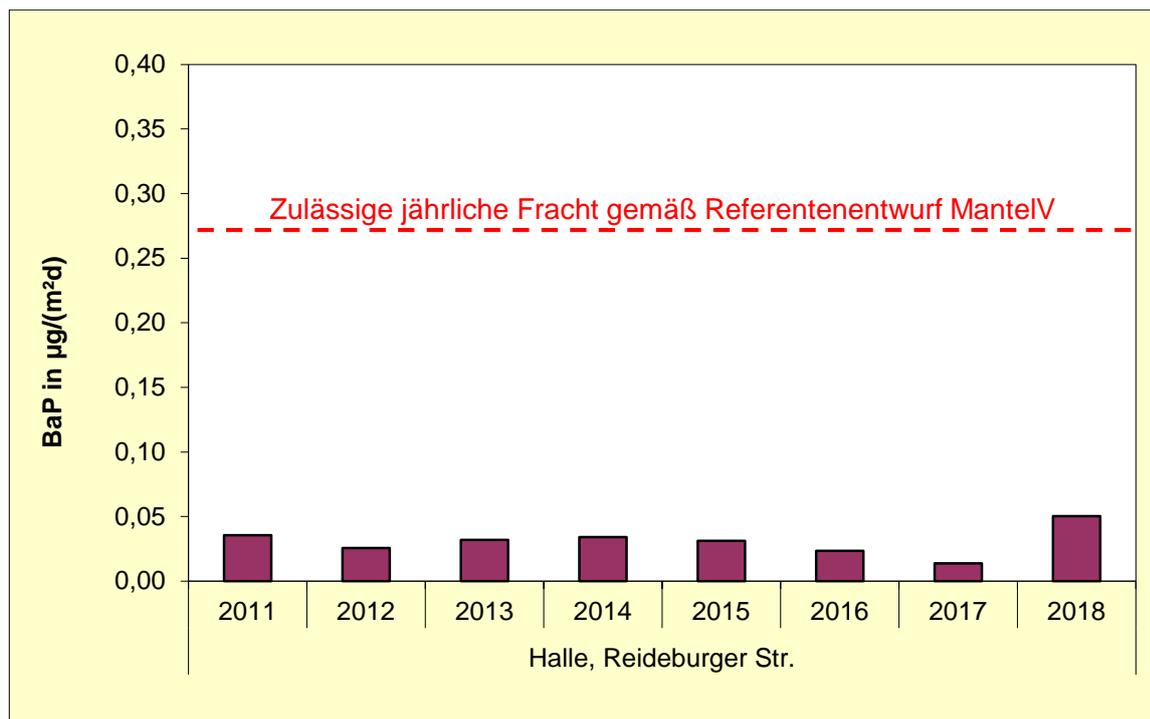


Abbildung 88: Deposition an Benzo(a)pyren mit dem temperierten Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler)

Im vorliegenden Bericht werden PAK-Summenparameter nach der Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe sowie nach 2004/850/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29.04.2004 über persistente organische Schadstoffe bzw. 39. BImSchV ausgewiesen. In Tabelle 15 sind die Einzelsubstanzen aufgeführt.

Tabelle 15: Einzelsubstanzen für PAK-Summenparameter

PAK	2004/107/EG ¹⁴	2004/850/EG ¹⁵
Benzo(a)pyren		x
Benzo(a)anthracen	x	
Benzo(b)fluoranthren	x	x
Benzo(j)-fluoranthren	x	
Benzo(k)fluoranthren	x	x
Indeno(1,2,3-cd)pyren	x	x
Dibenzo(a,h)anthracen	x	

¹⁴ Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (4. Tochterrichtlinie); 39. BImSchV

¹⁵ Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe

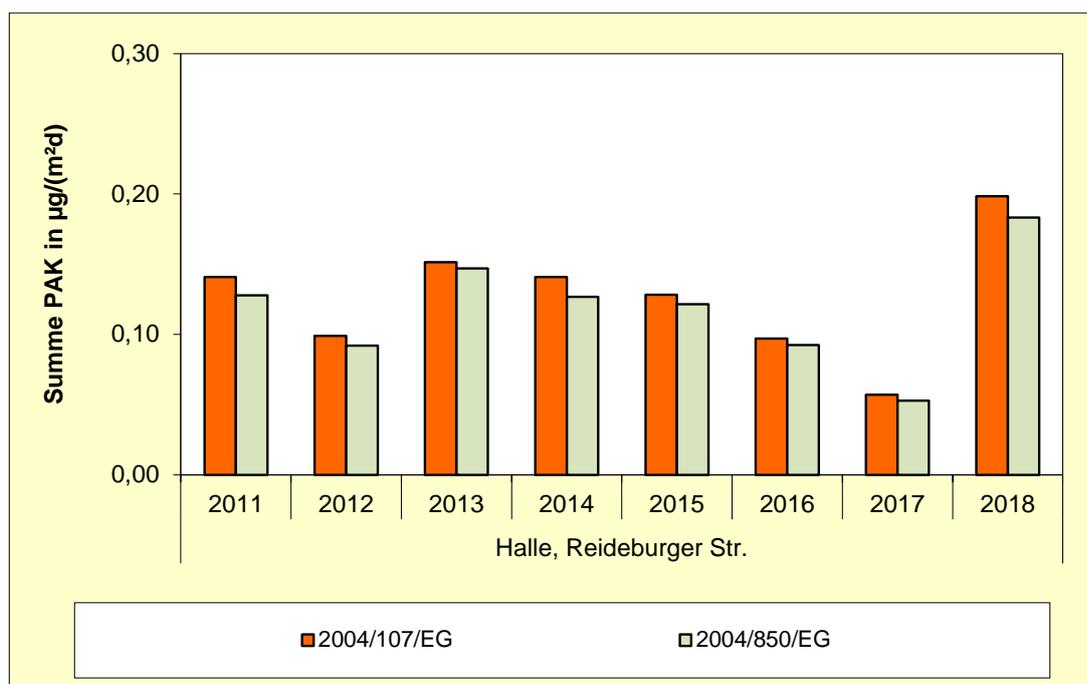


Abbildung 89: Summenwerte PAK mit dem temperierten Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler)

Sowohl die Depositionen von Benzo(a)pyren als auch die PAK-Summenwerte liegen 2018 über den Vorjahren.

1.5.5 Sondermessprogramm „Solarfeld in Droßdorf“

Aufgrund einer Beschwerde des Betreibers einer Photovoltaikanlage im Gewerbegebiet Droßdorf (bei Zeitz) über starke Verschmutzungen der Solarmodule wurden für die Dauer von 12 Monaten (15.06.2017 – 22.06.2018) Depositionen (Staubniederschlag) an 3 Messpunkten gemessen.

Die Lage der Messpunkte sind in Tabelle 16 und Abbildung 90 zu entnehmen. Die Messzeiträume sind in Tabelle 17 und die Einzelwerte in Abbildung 91 dargestellt.

Tabelle 16: Standorte der Messpunkte

Ort	Gauß-Krüger RW	Gauß-Krüger HW
Messpunkt MP1	4508952	5651901
Messpunkt MP2	4508990	5651838
Messpunkt MP3	4509032	5651769



Abbildung 90: Lage der Messpunkte

Tabelle 17: Messzeiträume 2017/2018

Probe	Zeitraum
P 1	15.06.2017 - 21.07.2017
P 2	21.07.2017 - 18.08.2017
P 3	18.08.2017 - 15.09.2017
P 4	15.09.2017 - 18.10.2017
P 5	18.10.2017 - 16.11.2017
P 6	16.11.2017 - 12.12.2017
P 7	12.12.2017 - 15.01.2018
P 8	15.01.2018 - 15.02.2018
P 9	15.02.2018 - 13.03.2018
P10	13.03.2018 - 12.04.2018
P11	12.04.2018 - 15.05.2018
P12	15.05.2018 - 22.06.2018

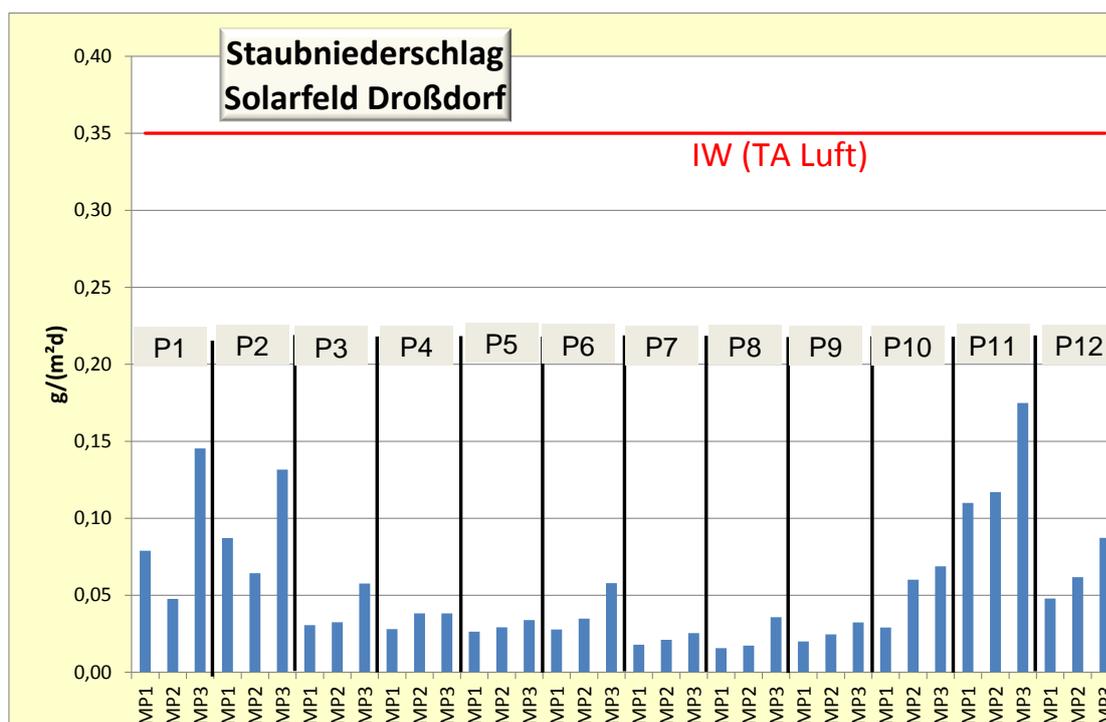


Abbildung 91: Monatswerte Staubniederschlag (P1 bis P12)

Die drei Depositionsstandorte wurden in Lee der Hauptwindrichtung zum vermuteten Emitter eingerichtet (s. Abbildung 90). Der Staubniederschlag wurde mittels Bergerhoff-Sammler bestimmt. Die Sammler wurden jeweils über die Dauer von einem Monat exponiert und dann gewechselt. Für eine Bewertung der Depositionen (Staubniederschlag) anhand des Immissionswertes nach TA Luft muss die Beprobung über den Zeitraum eines Jahres (12 Monate) erfolgen.

Die Jahreswerte der Deposition (Staubniederschlag) der einzelnen Messpunkte betragen:

MP 1 0,04 g/(m²*d)

MP 2 0,05 g/(m²*d)

MP 3 0,07 g/(m²*d)

Alle Monats- und Jahresmittelwerte für den Staubniederschlag lagen unterhalb des Immissionswertes von 0,35 g/(m²*d) nach TA Luft (Jahresmittelwert). Ein Vergleich der ermittelten Jahreswerte mit den Mittelwerten aller Staubniederschlagsmesspunkte in Sachsen-Anhalt aus dem Jahr 2017 (0,08 g/(m²*d)) und 2018 (0,07 g/(m²*d)) zeigt, dass an den Messstandorten in Droßdorf keine erhöhten Staubniederschlagswerte vorliegen.

1.6 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. Diese haben eine sehr unterschiedliche Verbindlichkeit, die sich von Festlegungen in Rechtsvorschriften bis hin zu Empfehlungen (Erkenntnisquellen) erstreckt, wobei die Bewertung auf der Grundlage von Rechtsvorschriften in jedem Falle Vorrang hat.

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

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 LAI und andere Erkenntnisquellen herangezogen werden. Im Gegensatz zu früheren Fassungen sind in der Neufassung der TA Luft vom 01.10.2002 die Bewertungsmaßstäbe auf konkrete Orte bezogen („Punktbezug“).

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 wesentlichen Bewertungsmaßstäbe, weitgehend in Tabellenform, zusammengestellt.

In Tabelle 18 sind die Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV für Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO₂, NO_x), Partikel PM₁₀/Partikel PM_{2,5}, Blei (Pb), Arsen (As), Kadmium (Cd), Nickel (Ni), Benzo(a)Pyren [B(a)P], Benzol und Kohlenmonoxid (CO) zusammengestellt.

Tabelle 18: Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV für SO₂, NO₂, NO_x, Partikel PM₁₀, Partikel PM_{2,5}, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P, Benzol und CO

Schadstoff	GW µg/m ³	Luftqualitätsmerkmal	Bezugszeitraum	Schutzgut	Nebenbedingungen	Zeitpunkt Einhaltg. GW	OBS µg/m ³	UBS µg/m ³
Schwefeldioxid	350	Stundenmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	Überschreitung höchst. 24-mal	1.1.2005	entfällt	entfällt
Schwefeldioxid	125	Tagesmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	Überschreitung höchst. 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 höchst. 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 höchst. 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	Mensch	1.1.2010	0,35	0,25
Benzol	5	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2010	3,5	2
Arsen (ng/m ³)	6 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2013	3,6	2,4
Kadmium (ng/m ³)	5 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2013	3	2
Nickel (ng/m ³)	20 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2013	14	10
Benzo(a) Pyren (ng/m ³)	1 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	entfällt	1.1.2013	0,6	0,4
Kohlenmonoxid (mg/m ³)	10	höchster 8-h-Mittelwert	Tag	Mensch	entfällt	1.1.2005	7	5

¹⁾ Alarmschwelle

²⁾ AEI – Average Exposure Indikator (Indikator für die durchschnittliche Exposition)

³⁾ im Umkreis von 1000 m um definierte industrielle Quellen

⁴⁾ Zielwert

Erläuterungen: **GW** = Grenzwert, **OBS** = Obere Beurteilungsschwelle, **UBS** = Untere Beurteilungsschwelle

Alle Werte für die gasförmigen Stoffe Tabelle 18 beziehen sich auf eine Temperatur von 293 K und einen Luftdruck von 101,3 kPa.

Immissionsgrenzwerte im Sinne dieser Verordnung 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, Berechnung u. a.) 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 19 sind die Bewertungsmaßstäbe für Ozon zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 19: Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV vom 05.08.2010 für Ozon

Wert	Dimension	Art des Bewertungsmaßstabes	Luftqualitätsmerkmal	Mittelungs-/Akkumulationszeitraum	Zeitpunkt der Einhaltung
120 ¹⁾	µg/m ³	Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit § 9 (1)	gleitend ermittelter höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	8 Stunden	soweit wie möglich ab 01.01.2010 ³⁾
18000 ²⁾	(µg/m ³)h	Zielwert zum Schutz der Vegetation § 9 (2)	AOT 40 (siehe Erl. im Text)	1 Stunde, akkumuliert von Mai bis Juli	soweit wie möglich ab 01.01.2010 ³⁾ , gemittelt über 5 Jahre
120	µg/m ³	langfristiges Ziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit § 9 (3)	gleitend ermittelter höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	8 Stunden	entfällt

6 000	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h	langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation § 9 (4)	AOT 40 (siehe Erl. im Text)	1 Stunde, akkumuliert von Mai bis Juli	entfällt
180	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Informationsschwelle § 9 (5)	1-h-Mittelwert	1 Stunde	entfällt
240	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Alarmschwelle § 9 (6)	1-h-Mittelwert	1 Stunde	entfällt

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

¹⁾ 25 Überschreitungstage pro Kalenderjahr, gemittelt über drei Jahre

²⁾ gemittelt über fünf Jahre

³⁾ Die Einhaltung der Zielwerte wird zu diesem Termin beurteilt. Dies bedeutet, dass das Jahr 2010 das erste Jahr ist, das herangezogen wird, um zu berechnen, ob die Zielwerte im betreffenden Drei- bzw. Fünfjahreszeitraum eingehalten wurden.

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

Langfristige Ziele sind langfristig zu erreichende Werte, 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 unverzüglich geeignete Informationen erforderlich sind.

Der AOT 40¹⁶ (ausgedrückt in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h) ist die über einen vorgegebenen Zeitraum (in der Verordnung: Mai bis Juli) summierte Differenz zwischen Ozonkonzentrationen über 80 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h und 80 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h unter ausschließlicher Verwendung der täglichen 1-Stunden-Mittelwerte zwischen 8:00 und 20:00 Uhr MEZ.

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. Seit 01.10.2002 ist die Fassung vom 24.07.2002 in Kraft. 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.

¹⁶ Accumulated Over Threshold

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Gefahren sind in Tabelle 20 folgende Immissionswerte festgelegt:

Tabelle 20: 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
Schwebstaub (Partikel PM_{10}) ¹⁾	40	Jahr	entfällt
Schwebstaub (Partikel PM_{10}) ¹⁾	50	24 Stunden	35

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: $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$, bezogen auf ein Jahr (Nr. 4.3.1),
- Immissionswerte zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation (Tabelle 21),
- Immissionswert für Fluorwasserstoff zum Schutz vor erheblichen Nachteilen (Nr. 4.4.2) $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bezogen auf ein Jahr,
- Immissionswerte für Schadstoffdepositionen (Nr. 4.5.1). Diese Immissionswerte sind in Tabelle 25 aufgeführt.

Bei allen gasförmigen Stoffen ist die Massenkonzentration auf $20 \text{ }^\circ\text{C}$ und $101,3 \text{ kPa}$ bezogen.

Tabelle 21: Immissionswerte für Schwefeldioxid und Stickstoffoxide zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation – Nr. 4.4.1

Stoff/Stoffgruppe	Konzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mittelungszeitraum	Schutzgut
Schwefeldioxid	20	Jahr und Winter (1. Oktober bis 31. März)	Ökosysteme
Stickstoffoxide, angegeben als Stickstoffdioxid	30	Jahr	Vegetation

Maximale Immissions-Werte der VDI-Richtlinien

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 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 22 dargestellt.

Tabelle 22: MIK-Werte nach VDI 2310

Schadstoff	Wert	Dimension	Bezugszeitraum	VDI-Richtlinie
Stickstoffdioxid	50 ¹⁾	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ²⁾	Tag	2310 Bl. 12
Stickstoffdioxid	20 ¹⁾	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ²⁾	Jahr	2310 Bl. 12
Ozon	120	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ³⁾	30 Minuten	2310 Bl. 15
Ozon	100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. Die Neubewertung des Krebsrisikos durch Luftverunreinigungen ist im Bericht **„Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind“**¹⁷ dokumentiert.

Tabelle 23 fasst die o. g. Bewertungsmaßstäbe sowie die aktualisierten für kanzerogene Luftschadstoffe zusammen.

Tabelle 23: Vorschläge der LAI für immissionsbegrenzende Werte

¹⁷ Bericht der Bund/ Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, September 2004

Schadstoff/ Schadstoffgruppe	Wert	Dimension	Kategorie des Bewertungs- maßstabes	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

WHO-Leitwerte

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO), Regionalbüro für Europa, hatte bereits im Jahr 1987 Luftqualitätsleitlinien veröffentlicht (Air Quality Guidelines for Europe). Die zweite Ausgabe erschien im Jahr 2000, die dritte im Jahr 2005. Die jüngste Aktualisierung erfolgte im Jahr 2008. Eine erneute Überarbeitung der Zielwerte (Air Quality Guidelines) durch die WHO ist vorgesehen.

Die Leitlinien sind eine Basis für die EU-Grenzwerte und auch für die LAI-Bewertungsmaßstäbe. WHO-Leitwerte sind auch als Erkenntnisquelle bei der Bewertung von Stoffen nutzbar, für die ganz oder teilweise andere Bewertungsmaßstäbe fehlen. Beispielfür hierfür sind in Tabelle 24 u. a. Leitwerte für Toluol, Schwefelwasserstoff und Mangan aufgeführt. WHO-Leitwerte für Stickstoffdioxid sind in der nachfolgenden Tabelle nicht angeführt, da die WHO-Leitwerte für NO₂ exakt den Vorgaben der 39. BImSchV entsprechen.

Tabelle 24: WHO-Leitwerte

Schadstoff	Wert	Dimension	Kategorie des Bewertungsmaßstabes	Bezugszeitraum	Schutzgut
Partikel (PM ₁₀)	20	µg/m ³	Leitwert	Jahr	Mensch
Partikel (PM ₁₀)	50	µg/m ³	Leitwert	Tag	Mensch
Partikel (PM _{2,5})	10	µg/m ³	Leitwert	Jahr	Mensch
Partikel (PM _{2,5})	25	µg/m ³	Leitwert	Tag	Mensch
Ozon	100	µg/m ³	Leitwert	8 Stunden	Mensch
Schwefeldioxid	20	µg/m ³	Leitwert	Tag	Mensch
Schwefeldioxid	500	µg/m ³	Leitwert	10 Minuten	Mensch
Toluol	1	mg/m ³	Leitwert (Geruchsschwelle)	30 Minuten	Mensch
Toluol	0,26	mg/m ³	Leitwert	Woche	Mensch
Schwefel- wasserstoff	7	µg/m ³	Leitwert (Geruchsschwelle)	30 Minuten	Mensch

Schwefelwasserstoff	150	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Leitwert	Tag	Mensch
Mangan	0,15	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Leitwert	Jahr	Mensch

Luftqualitätsmerkmal/Art des Bewertungsmaßstabes: arithmetischer Mittelwert über den Bezugszeitraum

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 (BBodSchV) 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 25 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 25: Zulässige zusätzliche Frachten der BBodSchV und Immissionswerte für Schadstoffdepositionen der TA Luft 2002 (Nr. 4.5.1 und Nr. 4.3.1)

Schadstoff	Fracht-Wert	Dimension	Fracht-Wert	Dimension	Immissionswert	Dimension
Blei	400	$\text{g}/(\text{ha}^*\text{a})$	110	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	100	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Cadmium	6	$\text{g}/(\text{ha}^*\text{a})$	1,6	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	2	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Chrom	300	$\text{g}/(\text{ha}^*\text{a})$	82	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	entfällt	entfällt
Kupfer	360	$\text{g}/(\text{ha}^*\text{a})$	99	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	entfällt	entfällt
Nickel	100	$\text{g}/(\text{ha}^*\text{a})$	27	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	15	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Quecksilber	1,5	$\text{g}/(\text{ha}^*\text{a})$	0,4	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	1	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Zink	1200	$\text{g}/(\text{ha}^*\text{a})$	329	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	entfällt	entfällt
Arsen	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	4	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Thallium	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	2	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$
Staubniederschlag	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	0,35	$\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$

Bezugszeitraum: Jahr

2 Zusammenfassung

Die Auswertung der permanent durchgeführten Messungen zur Luftschadstoffbelastung hat gezeigt, dass sich die Luftqualität in Sachsen-Anhalt auch im Jahr 2018 weiter verbessert hat. Erkennbar war dies vor allem an stark verkehrsbeeinflussten Standorten in Städten, auch wenn die Situation dort insgesamt noch immer nicht vollständig zufriedenstellend ist. Insbesondere vor dem Hintergrund der ambitionierteren WHO-Leitwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist festzustellen, dass die Atemluft an diesen exponierten Stellen nach wie vor zu viel Stickstoffdioxid und auch Feinstaub enthält. Jedoch setzte sich beim Stickstoffdioxid (NO_2) der bereits in den vergangenen Jahren gerade an Verkehrsschwerpunkten erkennbare Belastungsrückgang fort und es gab im Jahr 2018 erstmals keine Überschreitung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid in Sachsen-Anhalt mehr.

Für die Luftschadstoffe Partikel PM_{10} , Stickstoffdioxid und Ozon wurde im Jahr 2018 gegenüber dem Vorjahr Folgendes festgestellt:

- Die Partikel PM_{10} -Belastung (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als $10\ \mu\text{m}$) fiel im Berichtsjahr etwas höher aus als im Jahr 2017. Es war an allen Standorten ein Anstieg der Jahresmittelwerte um 1 bis $3\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu verzeichnen. Dieser Wiederanstieg der mittleren Jahresbelastung steht in Zusammenhang mit der außergewöhnlichen Witterung im vergangenen Jahr und der damit verbundenen langanhaltenden Trockenheit. Die Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes für Partikel PM_{10} von $50\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 Überschreitungen pro Jahr sind erlaubt) ging gegenüber dem Vorjahr zum Teil recht deutlich zurück. Eine Grenzwertüberschreitung war an keinem Standort zu verzeichnen.
- Die Partikel $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als $2,5\ \mu\text{m}$) lagen im Berichtsjahr um 1 bis $2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als im Jahr 2017. Der ab 01.01.2015 geltende EU-Grenzwert von $25\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an allen Standorten in Sachsen-Anhalt eingehalten. Der verschärfte, ab dem Jahr 2020 gültige EU-Grenzwert von $20\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im Berichtsjahr landesweit eingehalten.
- Beim Stickstoffdioxid zeigt sich an der Hälfte der Standorte ein Rückgang der Konzentrationen. An dem am stärksten belasteten Standort in Sachsen-Anhalt, der Messstation in der Paracelsusstraße in Halle (Saale) ging die Stickstoffdioxidbelastung im Vergleich zum Vorjahr um $3\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ zurück. Damit konnte der seit 01.01.2010 geltende EU-Grenzwert (Jahresmittelwert von $40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) erstmalig an diesem Standort und damit gleichzeitig auch landesweit eingehalten werden. Die verkehrsnahen Standorte verzeichneten die stärksten Belastungsrückgänge (bis zu $4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, Messstation Magdeburg/Schleinufer) während die Konzentrationen sich im städtischen Hintergrund nur moderat verändert haben und sich ein uneinheitliches Bild abzeichnet. Dabei bewegten sich die Konzentrationsänderungen im Bereich $\pm 1\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Vergleich zum Vorjahr.
- Ozon: Trotz der außergewöhnlichen Witterung im Berichtsjahr (vgl. 1.3) und des langanhaltenden, sehr heißen und trockenen Sommers war die Zahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen (1-h-Mittelwert $180\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) mit nur vier Tagen auffallend gering (Vorjahr 0 Tage). Zum Vergleich: im „Jahrhundertsummer“ 2003 gab es 22 Tage.

Stärker im Detail betrachtet lässt sich die Belastungssituation durch die genannten Luftschadstoffe im Berichtsjahr wie folgt charakterisieren:

Dem Anstieg der Jahresmittelwerte steht bei den **Partikeln (PM₁₀)** ein Rückgang der Zahl der Überschreitungstage gegenüber, wie anhand der nachfolgenden Aufstellung erkennbar ist (Ausnahmen: Aschersleben, Baustellensituation in Halle/Merseburger Straße):

- Halle/Merseburger Straße mit 22 Überschreitungen (Vergleich Jahr 2017: 15),
- Halle/Paracelsusstraße mit 21 Überschreitungen (23),
- Halberstadt/Friedenstraße mit 12 Überschreitungen (14),
- Aschersleben mit 12 Überschreitungen (12),
- Magdeburg/Schleinufer mit 8 Überschreitungen (15),
- Wittenberg/Dessauer Straße mit 8 Überschreitungen (12).

Aufgrund der leicht angestiegenen Jahresmittelwerte hat sich die Zahl der Messstationen, an denen der von der WHO empfohlene, allerdings nicht rechtsverbindliche Partikel PM₁₀-Leitwert von 20 µg/m³ als Jahresmittel, gegenüber dem Vorjahr mehr als verdoppelt. Während der WHO-Wert im vergangenen Jahr nur an vier von 23 Messstationen Sachsen-Anhalts überschritten worden ist, waren es 2018 insgesamt acht Messstationen.

Für die hinsichtlich der gesundheitlichen Wirkungen mit einer deutlich höherer Bedeutung einzustufenden **Partikel PM_{2,5}** (Durchmesser kleiner 2,5 µm) existiert ein EU-Grenzwert in Höhe von 25 µg/m³. Dieser Grenzwert wird derzeit an allen Standorten in Sachsen-Anhalt unterschritten. Auch der ab dem kommenden Jahr geltende EU-Grenzwert von 20 µg/m³ wird bereits jetzt eingehalten. Analog zu Partikel PM₁₀ existiert ein entsprechender WHO-Leitwert für Partikel PM_{2,5}. Dieser liegt bei 10 µg/m³ und ist damit nur halb so hoch wie der zuletzt genannte EU-Grenzwert (20 µg/m³). Der WHO-Leitwert wird nach wie vor nur an einem Standort im ländlichen Hintergrund eingehalten.

Die Höhe der **Stickstoffdioxid**-Belastung ist sehr stark durch lokale Quellen - insbesondere den Verkehr in Ballungsräumen - bestimmt. Im Zuge der anhaltenden Diskussion um Dieselfahrzeuge und den ersten von Gerichten in Deutschland verhängten Fahrverboten sind Veränderungen der Zusammensetzung der Fahrzeugflotten (z. B. Verringerung des Diesel-Anteils) erkennbar. Vor diesem Hintergrund erklärt sich zumindest in Teilen der deutliche Rückgang der Stickstoffdioxid-Konzentrationen an innerstädtischen Verkehrsschwerpunkten. Letztlich lässt sich dadurch für das Berichtsjahr auch in Sachsen-Anhalt die Einhaltung des Grenzwertes (40 µg/m³) an allen Messstandorten feststellen.

Der EU-Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt 120 µg/m³ und ist seit dem Jahre 2013 gültig (höchster Achtstundenmittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über drei Jahre). Im Jahr 2017 wurden im Durchschnitt über alle LÜSA-Stationen an 8 Tagen Überschreitungen des Achtstundenmittelwertes (120 µg/m³) registriert, im Jahr 2018 war das an 43 Tagen der Fall. Damit konnte dieser Zielwert sowohl an der Bergstation auf dem Brocken (analog zum Vorjahr) als auch an den Messstationen Leuna, Wittenberg/Bahnstraße und Domäne Bobbe nicht eingehalten werden.

Der EU-Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40) vor hohen Ozonbelastungen, der seit dem Jahr 2015 zu bewerten ist, wurde an den zu betrachtenden Standorten Unterharz/Friedrichsbrunn und Zartau/Waldmessstation deutlich unterschritten, auf dem Brocken jedoch deutlich überschritten.

Für die weiteren mit Immissionsgrenzwerten versehenen Luftschadstoffe ist für die Entwicklung in Sachsen-Anhalt Folgendes zu konstatieren:

Völlig unproblematisch ist die Situation bezüglich der Luftschadstoffe **Schwefeldioxid** und **Kohlenmonoxid**, da das inzwischen erreichte stabil niedrige Konzentrationsniveau deutlich unter den maßgebenden Immissionsgrenzwerten liegt.

Überschreitungen des am 01.01.2010 in Kraft getretenen Grenzwertes für **Benzol** traten im Jahr 2018 selbst an innerstädtischen Verkehrsschwerpunkten oder in der Umgebung emissionsrelevanter Industrieanlagen wie auch in den Vorjahren nicht auf.

Bei den überwachten Inhaltsstoffen im Feinstaub (Partikel PM₁₀) – **Schwermetalle** (Kadmium, Nickel und Blei) und **Arsen** – wurden alle relevanten Grenz- und Zielwerte der EU in Sachsen-Anhalt auch im Jahr 2018 sehr deutlich unterschritten.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe treten vorrangig partikelgebunden auf. Als Leitkomponente der PAK gilt **Benzo(a)pyren**, für das ein EU-Zielwert von 1 ng/m³ festgelegt ist, der ab 01.01.2013 nicht mehr überschritten werden sollte. PAK wurden im Jahr 2018 an drei verkehrsbezogenen Messstandorten und an einem Standort im städtischen Hintergrund bestimmt. Der Zielwert für Benzo(a)pyren wurde im Jahr 2018 mit Werten zwischen minimal 12 % (Magdeburg) und maximal 45 % (Lutherstadt Wittenberg) ausgeschöpft.

Messungen von **Black Carbon (BC)** erfolgten im Jahr 2018 im LÜSA an einem verkehrsbezogenen Standort sowie an zwei Stationen im städtischen und einer Messstation im ländlichen Hintergrund. Am verkehrsbezogenen Standort fand sich erwartungsgemäß der höchste und im ländlichen Hintergrund der geringste Jahresmittelwert. Die eingesetzte Messtechnik eröffnet u. a. auch die Möglichkeit einer Quellgruppenidentifikation, d.h. die Unterscheidung des Anteils von BC aus Biomasseverbrennung BC_{bb} und der Verbrennung fossiler Brennstoffe BC_{ff}. Der vergleichsweise hohe Anteil an BC aus Biomasseverbrennung im städtischen Hintergrund (Halle (Saale)) ist u.a. auf einen zunehmenden Anteil an Holzheizungen im innerstädtischen Bereich zurückzuführen.

Die Belastung durch **Staubniederschlag** im Landesdurchschnitt hat sich seit dem Jahr 1990 ständig verringert. Sie lag im Jahre 2018 in der Größenordnung der Vorjahre und erreicht im Landesdurchschnitt ca. ein Fünftel des Immissionswertes für Staubniederschlag zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen (TA Luft) von 0,35 g/m²d. Der höchste Staubniederschlagswert (0,14 g/(m²d)) wurde am Standort in Amsdorf, Chausseestr. festgestellt.

Vergleicht man die Jahresmittel der Schwermetallgehalte des Staubniederschlages mit den zulässigen Frachten für Schadstoff-Depositionen der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), so sind wie in den Vorjahren lediglich Überschreitungen für Kupfer an drei traditionell belasteten Messstellen in Hettstedt zu verzeichnen. Weiterhin sind erhöhte Gehalte an Chrom, Zink und Kupfer im Staubniederschlag, resultierend aus Emissionen

des Fahrzeugverkehrs, insbesondere an Verkehrsstandorten festzustellen. Die zulässigen Frachten für Schadstoffdepositionen der BBodSchV werden für diese Stoffe jedoch nicht überschritten.

Der LAI-Zielwert für die **Deposition von PCDD/F und dl-PCB** (4 pg WHO-TEQ/(m²d)) und die zulässige jährliche Fracht (gemäß Referentenentwurf der MantelV vom 06.02.2017) für **Benzo(a)pyren** von 0,27 µg/(m²d) wurden an allen Messstandorten im Jahr 2018 unterschritten.

Die Zielwerte (critical loads) für Eutrophierung und Versauerung wurden lagebedingt nur an den Standorten Wittenberg und Piesteritz überschritten.

3 Anhang Tabellen

Tabelle A 1: Messstationen des LÜSA (Stand: Januar 2018)

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/Albrechtsplatz	Verkehr	Zerbster Straße	4516976	5745189
Domäne Bobbe	Hintergrund	Pappelweg	4492622	5744802
Goldene Aue (Roßla)	Hintergrund	Am Freibad	4436931	5702773
Halberstadt/Paulsplan	Stadtgebiet	Paulsplan	4435226	5751857
Halle/Merseburger Str.	Verkehr	Merseburger Straße	4498953	5704505
Halle/Nord	Stadtgebiet	Schleiermacherstraße	4498652	5706842
Leuna	Industrie	Kreypauer Str./Sportplatz	4502347	5687395
Magdeburg/Guericke-Str.	Verkehr	O.-v.-Guericke-Str.	4474902	5777622
Magdeburg/Schleifufer	Verkehr	Schleifufer	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	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	Straße	Exposition	Rechtswert	Hochwert
Aschersleben	Hinter dem Zoll	verkehrsnahe	4462098	5736285
Halle/Paracelsusstraße	Paracelsusstraße	verkehrsnahe	4498809	5706685

Einzelmessstation Partikel PM₁₀

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

Einzelmessstationen Meteorologie

Name	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 2018

Stationsname	Inbetriebnahme	SO ₂	NO; NO ₂	CO	O ₃	H ₂ S	PM ₁₀	PM _{2,5}	WG; WR	LT	Feu	LD	NS	GSTR	BTX	BC*	PAK**	SM**	Ionen**
Bernburg	1992		+						+	+	+	+	+	+					
Bitterfeld/Wolfen	1990	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+				
Brocken	1996	+	+		+				+	+	+								
Burg	1993		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Dessau/Albrechtsplatz	2001		+				+			+	+	+	+						
Domäne/Bobbe	2009		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+					+
Goldene Aue (Roßla)	2011				+		+		+	+	+	+	+	+					
Halberstadt/Paulsplan	1992		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+					
Halle/Gittermast	1992				+				+	+	+								
Halle/Merseburger Straße	1993		+	+			+	+							+		+	+	
Halle/Nord	1992		+		+			+	+	+	+	+	+	+		+			
Halle/Paracelsusstraße	2009		+				+	+											
Leuna	1998	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+				
Magdeburg/Funkmast	2015								+	+	+								
Magdeburg/Gittermast	2014								+	+	+								
Magdeburg/Guericke-Str.	2016		+				+	+							+		+		
Magdeburg/Schleiufer	2009		+	+			+	+								+			
Magdeburg/West	1993	+	+		+		+	+							+	+			
Stendal/Stadtsee	2011	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+					
Uhz./Friedrichsbrunn	2003	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+					
Weißenfels/Am Krug	2012	+	+	+				+											
Wernigerode/Bahnhof	1990	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+					
Wittenberg/Bahnstraße	1992	+	+		+		+		+	+	+	+	+	+					
Wittenberg/Dessauer Stra-	1996		+	+			+								+		+	+	
Zartau	1997		+		+		+		+	+	+	+	+	+		+			
Zeitz	1992	+			+		+		+	+	+	+	+	+					

* BC = Black Carbon (im Partikel PM_{2,5})
 ** als Komponente im Partikel PM₁₀

Komponentenausstattung der Kleinmessstationen des LÜSA

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

* BC = Black Carbon (im Partikel PM_{2,5})
 ** als Komponente im Partikel PM₁₀

Einzelmessstation* Partikel PM₁₀

Stationsname	Inbetriebnahme
Halberstadt/Friedenstraße	2007

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

- | | | |
|---|---|------------------------|
| SO ₂ Schwefeldioxid | BTX Benzol, Toluol, Xylole | WG Windgeschwindigkeit |
| NO Stickstoffmonoxid | Staub Schwebstaub | WR Windrichtung |
| NO ₂ Stickstoffdioxid | PM ₁₀ Partikel (d _{ae} < 10 µm) | LT Lufttemperatur |
| CO Kohlenmonoxid | PM _{2,5} Partikel (d _{ae} < 2,5 µm) | Feu Feuchte |
| CO ₂ Kohlendioxid | Ionen Ionen im PM ₁₀ | LD Luftdruck |
| O ₃ Ozon | EC Elementarer Kohlenstoff | NS Niederschlag |
| H ₂ S Schwefelwasserstoff | OC organischer Kohlenstoff | GSTR Globalstrahlung |
| PAK Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe im PM ₁₀ | | |
| SM Schwermetalle + Arsen im PM ₁₀ (Blei, Cadmium, Vanadium, Chrom, Mangan, Nickel) | | |

Tabelle A 3: Verfügbarkeit der LÜSA-Messdaten im Jahr 2018 in %

	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	100	99	99	99	99	99		96	96	96	96	96	96	99
Brockenstation	99	99	99		99									
Burg		99	99		99	99	100							
Dessau Albrechtsplatz		100	100			99								
Domäne Bobbe		99	99		99	99	97							
Goldene Aue (Roßla)					99	98								
Halberstadt		99	99		99	99								
Halle Merseburger Str.	98	98	98	98		97	97	92	92	92	92	92	92	
Halle Nord		99	99		99	98	98							
Halle Paracelsusstraße		99	99			98	98							
Leuna	96	96	96		96	96		85	85	85	85	85	85	96
Magdeburg Guericke-Straße		99	99			100	100	94		94	94	94	94	
Magdeburg Schleinufer		99	99	99		99								
Magdeburg West	99	99	99		99	99	99	97	97	97	97	97	97	
Stendal Stadtsee		99	99	99	99	99								
Unterharz Friedrichsbrunn	99	99	100		99	97	97							
Weißenfels Am Krug	99	99	99	99			99							
Wernigerode Bahnhof	100	100	100	100	100	99								
Wittenberg Bahnstraße		99	99		100	99								
Wittenberg Dessauer Str.		97	98	98		98		92	92	92	92	92	92	
Zartau Waldmessstation	97	96	96		96	96								
Zeitz	99				100	99								
Mittelwert	99	99	99	99	99	99	98	93	92	93	93	93	93	97

Tabelle A 4: Jahresmittelwerte Partikel PM₁₀ 2017 und 2018 in µg/m³

Messstation	Methode 2017	Methode 2018	2017	2018
Aschersleben	A	A	20	23
Bernburg	A	A	17	19
Bitterfeld/Wolfen	A	A	16	19
Burg	A	A	15	17
Dessau/Albrechtsplatz	A	A	18	19
Domäne Bobbe	A	A	16	18
Goldene Aue (Roßla)	A	A	14	16
Halberstadt/Paulsplan	A	A	15	17
Halle/Merseburger Str.	A	A	19	23
Halle/Nord	A	A	18	21
Halle/Paracelsusstraße	B	B	k.A. ¹⁾	26
Leuna	A	A	16	18
Magdeburg/Guericke-Str.	B	B	21	24
Magdeburg/Schleiufer	A	A	22	23
Magdeburg/West	A	A	17	19
Stendal/Stadtsee	A	A	15	16
Unterharz/Friedrichsbrunn	A	A	11	13
Wernigerode/Bahnhof	A	A	16	17
Wittenberg/Bahnstraße	A	A	17	19
Wittenberg/Dessauer Str.	A	A	20	22
Zartau	A	A	13	14
Zeitz	A	A	16	19
Aschersleben	C	C	20	23
Burg	C	C	15	17
Domäne Bobbe	C	C	16	19
Halberstadt/Friedenstraße	C	C	21	24
Halle/Merseburger Str.	C	C	20	25
Halle/Paracelsusstraße	C	C	26	27
Magdeburg/Guericke-Str.	C	C	21	24
Wittenberg/Dessauer Str.	C	C	20	22

A Nephelometer + Beta-Absorption (Gerätetyp: Sharp 5030)

B Streulichtmessung (Gerätetyp: Absorptionsspektrometer GRIMM EDM 180)

C Gravimetrie (Gerätetyp: Filtersammler LVS SEQ 47/50)

¹⁾ messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %

Tabelle A 5: Jahresmittelwerte Partikel PM_{2,5} 2010 bis 2018 in µg/m³

Messstation	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Burg	21	17	14	12	14	12	11	11	12
Halle/Merseburger Str.	23	(20)	16	17	18	14	14	13	15
Halle/Nord	18	19	15	16	16	13	13	13	14
Magdeburg/Reuter-Allee ^{1) 2)}	24	22	17	16	18				
Magdeburg/West	19	18	15	15	16	13	13	13	14
Unterharz/Friedrichsbrunn	(15)	12	11	(10)	11	9	9	8	9
Domäne Bobbe	20	18	15	16	16	13	13	13	13
Halle/Paracelsusstraße					22	19	19	13 ³⁾⁴⁾	15 ⁴⁾
Weißenfels/Am Krug					16	13	13	12	14
Halberstadt/Paulsplan							10	11	13
Magdeburg/Guericke-Str.							14	15	k.A. ⁵⁾
Magdeburg/Schleiufer ¹⁾							14	13	14

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

¹⁾ Gravimetrie (Hochvolumensammler)

²⁾ Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)

³⁾ Messbeginn 08.02.2017

⁴⁾ Gravimetrie (LVS SEQ 47/50)

⁵⁾ messtechnische Probleme

Tabelle A 6: Jahresmittelwerte Partikel PM₁₀ (2010 bis 2018) in µg/m³, automatische Messung

Messstation	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Burg	26	24	19	16	20	16	15	15	17
Halle/Merseburger Str.	29	28	22	23	25	21	20	19	23
Halle/Nord	25	25	20	21	22	19	18	18	21
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾	33	32	25	25	28	k. A.			
Magdeburg/West	25	25	19	19	21	18	18	17	19
Unterharz/Friedrichsbrunn	k. A.	k. A.	k. A.	(13)	14	12	11	11	13
Domäne Bobbe	25	23	19	19	21	17	18	16	18
Halle/Paracelsusstraße					33	30	27	k. A. ²⁾	26
Halberstadt/Paulsplan							16	15	17
Magdeburg/Guericke-Str.							20	21	
Magdeburg/Schleiufer							22	22	23

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

¹⁾ Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)

²⁾ messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %

Tabelle A 7: Prozentualer Anteil Partikel PM_{2,5} am Partikel PM₁₀ (2010 bis 2018)

Messstation	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Burg	82	71	74	75	70	75	73	73	71
Halle/Merseburger Straße	78	(71)	73	74	72	67	70	68	65
Halle/Nord	72	76	75	76	73	68	72	72	67
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾²⁾	73	69	68	64	64	k. A.			
Magdeburg/West	77	72	79	79	76	72	72	76	74
Unterharz/Friedrichsbrunn	k. A.	k. A.	k. A.	(77)	79	75	82	73	69
Domäne/Bobbe	80	78	79	84	76	76	72	72	72
Halle/Paracelsusstraße					67	63	70	k. A. ³⁾	58
Halberstadt/Paulsplan							63	73	76
Magdeburg/Guericke-Str.							70	71	k. A.
Magdeburg/Schleiufer ⁴⁾							64	59	61

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

¹⁾ Gravimetrie (HVS DHA 80, ab 03/2012 LVS SEQ 47/50)

²⁾ Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)

³⁾ messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %

⁴⁾ PM10 = automatische Messung, PM2,5 = LVS SEQ 47/50

Tabelle A 8: Prozentualer Anteil der Grobfraction (coarse fraction) am Partikel PM₁₀ (2010 bis 2018)

Messstation	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Burg	18	29	26	25	30	25	27	27	29
Halle/Merseburger Straße	22	(29)	27	26	28	33	30	32	35
Halle/Nord	28	24	25	24	27	32	28	28	33
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾²⁾	27	31	32	36	36	k. A.			
Magdeburg/West	23	28	21	21	24	28	28	24	26
Unterharz/Friedrichsbrunn	k. A.	k. A.	k. A.	(23)	21	25	18	27	31
Domäne/Bobbe	20	22	21	16	24	24	28	28	28
Halle/Paracelsusstraße					33	37	30	k. A. ³⁾	42
Halberstadt/Paulsplan							38	27	24
Magdeburg/Guericke-Str.							30	29	k. A.
Magdeburg/Schleiufer ⁴⁾							36	41	39

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

¹⁾ Gravimetrie (HVS DHA 80, ab 03/2012 LVS SEQ 47/50)

²⁾ Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)

³⁾ messtechnische Probleme, Datenverfügbarkeit < 50 %

⁴⁾ PM10 = automatische Messung, PM2,5 = LVS SEQ 47/50

Tabelle A 9: Anzahl der Überschreitungstage (Tagesmittelwerte > 50 µg/m³) für Partikel PM₁₀

Schutzziel: menschliche Gesundheit
 Bezugszeit: 24 h
 Wert: 50 µg/m³
 Wertigkeit: Grenzwert (gültig ab 01.01.2005)
 Überschreitungen zulässig pro Station und Jahr: 35

Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Aschersleben ¹⁾	23 ⁵⁾	22	31	33	17	7	12	12
Bernburg	32	11	12	19	7	4	12	7
Bitterfeld/Wolfen	29	9	13	16	4	4	10	6
Burg ¹⁾	28	7	7	9	7	5	7	1
Dessau/Albrechtsplatz	35	9	13	19	7	5	12	7
Domäne Bobbe	26	10	9	13	7	4	8	8
Goldene Aue (Roßla)					2 ²⁾	3	7	4
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	39	20	21	27	19	13	14	12
Halberstadt/Paulsplan	24 ³⁾	9	10	10	8	6	7	5
Halle/Merseburger Str. ¹⁾	41	16	13	23	12	7	15	22
Halle/Nord	30	10	10	21	9	6	11	13
Halle/Paracelsusstraße ¹⁾	59	30	30	41	30	19	23	21
Hettstedt/Industrie	23	6	6					
Leuna	25	10	10	17	6	4	10	5
Magdeburg/Damaschkeplatz ¹⁾	33	20	10	31				
Magdeburg/Guericke-Str. ¹⁾						6	12	8
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾⁷⁾	53	19	11	29	8			
Magdeburg/Schleifufer	51	23	16	28	12	5	15	8
Magdeburg/West	31	4	10	17	9	5	10	4
Pouch	27	7						
Stendal/Stadtsee	19 ⁴⁾	7	10	8	5	5	5	1
Unterharz/Friedrichsbrunn	7	2	(0)	5	1	3	4	1
Weißenfels/Am Krug		8 ⁶⁾	14					
Weißenfels/Promenade	32							
Wernigerode/Bahnhof	15	8	4	12	7	5	5	3
Wittenberg/Bahnstraße	25	5	6	15	7	4	11	5
Wittenberg/Dessauer Str. ¹⁾	48	18	15	27	16	6	12	8
Zartau/Waldmessstation	19	4	7	4	4	4	6	1
Zeitz	24	11	10	18	5	5	7	6

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

n Anzahl der Überschreitungen pro Station und Jahr

¹⁾ Gravimetrie

²⁾ Messbeginn 30.01.2015

³⁾ Messbeginn 27.01.2011

⁴⁾ Messbeginn 26.01.2011

⁵⁾ Fristverlängerung bis 11.06.2011, insgesamt 12 Überschreitungen vom GW + TM (75 µg/m³)

⁶⁾ Messbeginn 07.02.2012

⁷⁾ Anzahl bis zum 16.07.2015 (letzter Filter), Station am 24.07.2015 abgebaut

Tabelle A 10: Jahresmittelwerte Partikel PM₁₀ (2011 – 2018)

Schutzziel: menschliche Gesundheit
 Bezugszeit: Jahr
 Grenzwert: 40 µg/m³ (gültig ab 01.01.2005)

Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Aschersleben ¹⁾	28	24	25	26	23	21	20	23
Bernburg	26	20	21	22	19	18	17	19
Bitterfeld/Wolfen	24	19	21	21	18	17	16	19
Burg ¹⁾	24	18	18	20	18	16	15	17
Dessau/Albrechtsplatz	26	21	21	23	19	19	18	19
Domäne Bobbe ¹⁾	22	17	18	21	19	16	16	19
Goldene Aue (Roßla)					15 ²⁾	15	14	16
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	29	25	26	27	25	25	21	24
Halberstadt/Paulsplan	23 ³⁾	18	18	18	16	16	15	17
Halle/Merseburger Str. ¹⁾	28	22	23	25	22	21	20	25
Halle/Nord	25	20	21	22	19	18	18	21
Halle/Paracelsusstraße ¹⁾	35	29	29	33	30	28	26	27
Hettstedt/Industrie	22	16	17					
Leuna	24	19	19	21	17	16	16	18
Magdeburg/Damaschkeplatz ¹⁾	27	24	23	28				
Magdeburg/Guericke-Str. ¹⁾						21	21	24
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾⁶⁾	32	25	25	28	k. A.			
Magdeburg/Schleinufer	32	26	26	28	23	22	22	23
Magdeburg/West	25	19	19	21	18	18	17	19
Pouch	21	18						
Stendal/Stadtsee	22 ⁴⁾	17	17	19	16	17	15	16
Unterharz/Friedrichsbrunn	k. A.	k. A.	(13)	14	17	11	11	13
Weißenfels/Am Krug		(18) ⁵⁾	20					
Weißenfels/Promenade	27							
Wernigerode/Bahnhof	22	21	18	19	17	16	16	17
Wittenberg/Bahnstraße	22	20	18	21	18	18	17	19
Wittenberg/Dessauer Str. ¹⁾	29	24	23	26	23	22	20	22
Zartau/Waldmessstation	20	14	15	17	15	13	13	14
Zeitz	23	18	19	20	16	16	16	19

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

¹⁾ Gravimetrie

²⁾ Messbeginn 30.01.2015

³⁾ Messbeginn 27.01.2011

⁴⁾ Messbeginn 26.01.2011

⁵⁾ Messbeginn 07.02.2012

⁶⁾ Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel), daher keine Angabe eines Jahresmittelwertes

Tabelle A 11: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (2011 – 2018)

Schutzziel: menschliche Gesundheit
 Bezugszeit: Jahr
 Grenzwert: 40 µg/m³ (gültig ab 01.01.2010)

Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Aschersleben	31	31	30	30	27	29	26	28
Bernburg	23	24	21	21	20	19	18	18
Bitterfeld/Wolfen	15	16	15	15	15	14	14	13
Brockenstation	4,3	4,3	4,0	2 ⁵⁾	2 ⁵⁾	4,4	2 ⁵⁾	2 ⁵⁾
Burg	16	15	13	13	13	13	13	12
Dessau/Albrechtsplatz	24	23	20	21	21	20	18	17
Domäne Bobbe	11	11	9,4	9,5	8,9	9,5	9,4	8,5
Halberstadt	16	15	15	14	13	15	13	13
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	43	43	43	40	35	34	31	33
Halle/Merseburger Str.	32	31	31	35	35	32	26	22
Halle/Nord	20	20	18	19	18	18	17	18
Halle/Paracelsusstraße ⁴⁾	55	54	50	49	49	46	43	40
Leuna	16	16	14	15	14	14	13	14
Magdeburg/Damaschkeplatz ⁴⁾	44	41	42	40				
Magdeburg/Reuter-Allee ⁴⁾	43	43	39	39				
Magdeburg/Guericke-Str.						28	27	25
Magdeburg/Schleinufer	36	36	35	34	34	34	34	30
Magdeburg/West	20	20	20	19	18	19	18	18
Stendal/Stadtsee	13 ²⁾	12	11	11	11	11	10	11
Unterharz/Friedrichsbrunn	5,8	5,6	(5,1)	5,4	4,7	4,9	4,3	5,0
Weißenfels/Am Krug		(20) ³⁾	20	18	18	19	16	18
Weißenfels/Promenade	25							
Wernigerode/Bahnhof	14	15	16	13	14	15	13	14
Wittenberg/Bahnstraße	12	12	12	12	12	12	12	11
Wittenberg/Dessauer Str.	35	35	32	31	32	32	29	26
Zartau/Waldmessstation	8,4	7,8	6,8	7,3	6,3	7,2	6,3	6,6

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

¹⁾ Passivsammlermessung (PS Halberstadt auch in Tabelle A18 dargestellt)

²⁾ Messbeginn: 25.01.2011

³⁾ Messbeginn: 14.02.2012

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 12: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (Passivsammler)

Schutzziel: menschliche Gesundheit
 Bezugszeit: Jahr
 Grenzwert: 40 µg/m³ (gültig ab 01.01.2010)

Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bernburg, Annenstraße 2a (Ostseite)			40	39	31	29		
Bernburg, Annenstraße Parkplatz			42	38	32	27		
Halberstadt, Friedensstr. 6	43	43	43	40	35	34	31	33
Halle, Burgstr. 5/6	32	31	32	31	28	30	27	31
Halle, Freimfelder Str. 102		34	34	30	28			
Halle, Freimfelder Str. 88		28						
Halle, Freimfelder Str. 92		31	29	29	26	25	24	24
Halle, Kröllwitzer Str. 43	32	31	29	29	29	28	28	
Halle, Merseburger Str. 10, Westseite ¹⁾	47	46	45	47	46	42	35	27
Halle, Merseburger Str. 109, Ostseite	28							
Halle, Merseburger Str. 112, Westseite			31					
Halle, Merseburger Str. 21, Ostseite			34	34				
Halle, Merseburger Str. 63, Ostseite	34	32						
Halle, Trothaer Str. 104a ¹⁾	38	34	36	37	33	34	31	34
Halle, Volkmannstr. 13 ¹⁾	44	46	43	38	39	45	36	32
Magdeburg, Große Diesdorfer Straße		32	29	30	26	26	24	24
Magdeburg, Halberstädter Str. 103	36							
Magdeburg, Halberstädter Str. 98	34							
Magdeburg, O.-v.-Guericke-Str. 48		29	26	29	26	26	26	24
Merseburg, B 91, Thomas-Müntzer-Str.	38	37	36	35	31	32	30	31

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

Tabelle A 13: Kritische Werte für Stickstoffoxide (NO_x) zum Schutz der Vegetation

Schutzziel: Vegetation
 Bezugszeit: Jahr
 Grenzwert: 30 µg/m³ (gültig ab 10.07.2001)

Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Brockenstation	5,0	4,8	4,7	3,9	4,5	4,7	4,1	3,8
Domäne Bobbe	13	13	11	11	11	11	11	10
Unterharz/Friedrichsbrunn	6,6	6,2	(5,6)	6,0	5,2	5,5	4,6	5,4
Zartau/Waldmessstation	9,6	8,5	7,4	8,1	7,2	8,3	7,6	7,7

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

Tabelle A 14: Jahresmittelwerte Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid 2017 und 2018 in µg/m³

	NO 2017	NO 2018	NO ₂ 2017	NO ₂ 2018
Aschersleben	30	30	26	28
Bernburg	8,7	7,8	18	18
Bitterfeld/Wolfen	3,6	3,2	14	13
Brocken	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	2 ¹⁾	2 ¹⁾
Burg	2,1	2,1	13	12
Dessau/Albrechtsplatz	9,1	6,2	18	17
Domäne Bobbe	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	9,4	8,5
Halberstadt	2,8	3,2	13	13
Halle/Merseburger Str.	17	9,0	26	22
Halle/Nord	4,4	4,7	17	18
Halle/Paracelsusstraße	41	32	43	40
Leuna	2,2	2,2	13	14
Magdeburg/Guericke-Str.	14	11	27	25
Magdeburg/Schleinufer	29	23	34	30
Magdeburg/West	4,5	4,7	18	18
Stendal/Stadtsee	1,7	1,6	10	11
Unterharz/Friedrichsbrunn	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	4,3	5,0
Weißenfels/Am Krug	9,1	9,4	16	19
Wernigerode/Bahnhof	3,2	2,9	13	14
Wittenberg/Bahnstraße	2,3	2,0	12	11
Wittenberg/Dessauer Str.	38	27	29	26
Zartau	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	6,3	6,6

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

Tabelle A 15: Jahresmittelwerte Ozon 2017 und 2018 in µg/m³

Messstation	2017	2018
Bitterfeld/Wolfen	48	56
Brockenstation	75	83
Burg	49	56
Domäne Bobbe	51	58
Goldene Aue (Roßla)	45	53
Halberstadt	50	54
Halle/Nord	46	52
Leuna	49	56
Magdeburg/West	46	51
Stendal/Stadtsee	50	57
Unterharz/Friedrichsbrunn	52	61
Wernigerode Bahnhof	52	59
Wittenberg/Bahnstraße	49	58
Zartau/Waldmessstation	42	48
Zeitz	47	51

Tabelle A 16: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Ozon-Schwellenwertes zur Information der Bevölkerung (180 µg/m³)

Messstation	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bitterfeld/Wolfen	0	1	0	0	4	0	0	1
Brocken	0	1	0	0	4	0	0	2
Burg	0	2	0	0	4	0	0	0
Domäne Bobbe	0	2	1	1	4	1	0	0
Goldene Aue (Roßla)	(0)	1	0	0	2	0	0	1
Halberstadt	1	1	0	0	1	0	0	1
Halle/Nord	0	1	0	0	4	1	0	1
Leuna	0	1	1	0	4	1	0	2
Magdeburg/Damaschkeplatz	0	0	0	0				
Magdeburg/West	0	2	0	1	3	0	0	1
Stendal/Stadtsee	(0)	0	1	0	2	0	0	0
Unterharz/Friedrichsbrunn	0	0	(0)	0	2	0	0	1
Wernigerode/Bahnhof	0	0	0	0	0	0	0	0
Wittenberg/Bahnstraße	0	1	1	0	6	2	0	2
Zartau	0	2	0	0	(2)	0	0	0
Zeitz	0	2	0	0	3	1	0	0

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

Tabelle A 17: Überschreitungen des Ozon-Schwellenwertes zur Information der Bevölkerung in µg/m³ (180 µg/m³)

Messstation	GRNN	BROC	ROSS	HTCC	HENN	LASO	MGWW	HZUN	WGCC
04.07.2018 17:00				181					
04.07.2018 18:00				181					
04.07.2018 20:00		182					182		
04.07.2018 21:00		183							
04.07.2018 22:00		188							
04.07.2018 23:00		186							
05.07.2018 00:00		186							
05.07.2018 01:00		185							
05.07.2018 08:00		181							
05.07.2018 13:00			182			184			189
05.07.2018 14:00	184					189			194
05.07.2018 15:00					183	192			181
04.08.2018 19:00						183			
09.08.2018 16:00								183	
09.08.2018 18:00									186

Bitterfeld Wolfen (GRNN), Brockenstation (BROC), Goldene Aue (ROSS), Halberstadt (HTCC), Halle Nord (HENN), Leuna (LASO), Magdeburg West (MGWW), Unterharz Friedrichsbrunn (HZUN), Wittenberg Bahnstraße (WGCC)

Tabelle A 18: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Schwellenwertes zum Gesundheitsschutz ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) für Ozon

Messstation	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Mittel (dreijährig)
Bitterfeld/Wolfen	11	14	27	18	12	45	25
Brocken	28	28	34	34	18	66	39
Burg	18	19	29	20	6	44	23
Domäne Bobbe	12	17	22	24	10	44	26
Goldene Aue (Roßla)	11	17	24	16	7	43	22
Halberstadt	16	13	20	16	7	38	20
Halle/Nord	11	15	21	19	6	38	21
Leuna	16	17	29	23	11	49	28
Magdeburg/West	16	17	20	19	4	40	21
Stendal/Stadtsee	18	14	22	20	3	34	19
Unterharz/Friedrichsbrunn	(14)	11	22	11	8	51	23
Wernigerode/Bahnhof	11	10	21	14	5	38	19
Wittenberg/Bahnstraße	23	18	31	20	11	48	26
Zartau	11	15	(18)	17	0	22	13
Zeit	12	16	21	19	8	40	22

(...) unzureichende Verfügbarkeit – Wert geht nicht in das Dreijahresmittel ein

Tabelle A 19: AOT40 Werte zum Schutz der Vegetation vor Ozon in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h

Schutzziel: Vegetation
 Bezugszeit: 1h (akkumuliert von Mai bis Juli)
 Wert: $18000 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$ (gemittelt über 5 Jahre)
 Wertigkeit: Zielwert (gültig ab 01.01.2010)

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Bitterfeld/Wolfen	14352	14074	13424	13231	16780
Brockenstation	18205	17932	17578	17321	19874
Burg	15729	15543	15623	14598	17295
Domäne Bobbe	13558	12982	13131	12780	16194
Goldene Aue (Roßla)	11904	12434	11626	11349	14208
Leuna	15274	15163	14997	14590	17276
Unterharz/Friedrichsbrunn	13751	13337	11759	11449	14547
Zartau/Waldmessstation	13342	12985	12187	11326	12016

Tabelle A 20: Anzahl der Tage mit Überschreitung des WHO Leitwertes für Ozon (100 µg/m³ als 8-h-Mittelwert)

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

Ozon	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bitterfeld Wolfen	64	39	41	44	63	48	32	99
Brockenstation	104	78	83	85	84	81	63	130
Burg	65	47	53	51	66	49	30	88
Domäne Bobbe	63	42	41	44	57	53	24	84
Goldene Aue (Roßla)	51	43	45	39	51	40	25	85
Halberstadt	52	40	43	38	56	41	31	76
Halle Nord	54	43	34	43	55	42	22	88
Leuna	57	45	47	45	65	49	37	95
Magdeburg Damaschkeplatz	9	11	6	8				
Magdeburg West	58	39	34	44	48	44	26	73
Stendal Stadtsee	50	40	48	48	57	49	25	81
Unterharz Friedrichsbrunn	65	46	53	39	52	35	33	100
Wernigerode Bahnhof	57	37	39	34	53	42	26	83
Wittenberg Bahnstraße	72	48	60	54	73	57	40	106
Zartau Waldmessstation	45	43	49	47	(44)	43	11	51
Zeitz	56	48	30	45	57	45	32	86

(...) unzureichende Verfügbarkeit

Tabelle A 21: Jahresmittelwerte Blei 2018 (als Inhaltstoff im Partikel PM₁₀)

Messstation	Mittelwert (µg/m ³)
Burg	0,0080
Halle/Merseburger Str.	0,0095
Wittenberg/Dessauer Str.	0,0171

Tabelle A 22: Jahresmittelwerte Schwefeldioxid 2017 und 2018 in µg/m³

Messstation	2017	2018
Bitterfeld/Wolfen	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Brockenstation	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Halle/Merseburger Straße	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Leuna	2,8	2,7
Magdeburg/West	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Unterharz/Friedrichsbrunn	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Weißenfels/Am Krug	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Wernigerode/Bahnhof	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Zartau Waldmessstation	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Zeitz	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾

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

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

Tabelle A 23: Kritische Werte für Schwefeldioxid 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	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Brockenstation	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Zartau/Waldmessstation	(1,2) ¹⁾	1,2 ¹⁾				
Unterharz/Friedrichsbrunn	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾

¹⁾ Kenngröße < Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.
 (...) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Tabelle A 24: Kritische Werte für Schwefeldioxid zum Schutz der Vegetation (Winterhalbjahr)

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	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
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 25: Jahresmittelwerte Kohlenmonoxid 2017 und 2018 in mg/m^3

Messstation	2017	2018
Bitterfeld/Wolfen	0,2	0,2
Halle/Merseburger Str.	0,3	0,3
Magdeburg/Schleinufer	0,3	0,3
Stendal/Stadtsee	0,2	0,2
Weißenfels/Am Krug	0,3	0,3
Wernigerode/Bahnhof	0,3	0,3
Wittenberg/Dessauer Str.	0,3	0,3

Tabelle A 26: 8-h-Mittelwerte (Maximum/Jahr) für Kohlenmonoxid in mg/m^3

Komponente: Kohlenmonoxid in mg/m^3
 Schutzziel: menschliche Gesundheit
 Bezugszeit: 8 h
 Wert: 10 mg/m^3 - höchster 8 h-Mittelwert (stündlich gleitend) pro Jahr
 Wertigkeit: Grenzwert gültig ab 01.01.2005

Messstation	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bitterfeld/Wolfen	0,7	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7
Halle/Merseburger Str.	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	0,9
Magdeburg/Damaschkeplatz	1,4	3,4				
Magdeburg/Schleinufer			1,3	1,8	1,7	1,0
Stendal/Stadtsee	0,7	1,0	0,7	0,8	0,9	1,1
Weißenfels/Am Krug	0,9	1,1	1,0	2,7	1,1	0,8
Wernigerode/Bahnhof	1,8	0,9	1,2	1,3	1,1	0,9
Wittenberg/Dessauer Str.	1,4	1,5	1,3	1,5	1,3	1,3

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

Tabelle A 27: Messstandorte der NO₂-Passivsammlermessungen (2018)

Ort	Bez.	Rechtswert	Hochwert	Messbeginn	Messanlass
Merseburg, B91, Thomas-Müntzer-Str. 67	M	4498877	5690546	2003	verkehrsnahe Messung
Halle, Paracelsusstraße 10/11	P	4498807	5706701	2003	Referenzstandort
Halle, Paracelsusstraße, LÜSA-Station	P-L	4498803	5706695	2015	Referenzstandort
Halle, Trothaer Straße 104 a	T	4497499	5708350	2003	Evaluierung Umweltzone
Halle, Burgstraße 5/6	B	4496974	5707400	2007	Evaluierung Umweltzone
Halle, Delitzscher Str.20	H	4499415	5704914	2018	Beobachtung verkehrstechnischer Maßnahmen
Halle, Volkmannstr. 13	V	4499026	5705788	2008	Evaluierung Umweltzone
Halle, Schleiermacherstraße, LÜSA-Station	N	4498650	5706846	2009	Referenzstandort
Halle, Merseburger Str. 10	A	4498958	5704236	2011	Prüfung Grenzwertrelevanz
Halle, Freimfelder Str. 92	F2	4499745	5705224	2011	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg, Hans-Löscher-Straße 30, LÜSA-Station	W	4473495	5777204	2009	Referenzstandort
Magdeburg, Damaschkeplatz ¹⁾	D	4474317	5777660	2007	
Magdeburg, O.-v.-Guericke-Str. 48	O	4474635	5776667	2012	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg, Gr. Diesdorfer Str. 220	G	4473404	5777452	2012	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg, Schleiufer 12, LÜSA-Station	S	4474947	5776400	2015	Referenzstandort
Magdeburg, Walther-Rathenau-Str. 43	Z	4475022	5778484	2016	Prüfung Grenzwertrelevanz
Halberstadt, Friedenstraße 6	E	4435109	5751056	2008	Prüfung Grenzwertrelevanz

¹⁾ ab 2015= Fortsetzung der Messungen am ehemaligen Standort der LÜSA-Messstation zu Vergleichszwecken

Tabelle A 28: Messstandorte der NUPS zur Bestimmung von Black Carbon

Ort	Bez.	Rechtswert	Hochwert	Messbeginn	Messanlass
Magdeburg, Schleiufer 12, (LÜSA-Station)	MS	4474947	5776400	07-2017	Grenze der Umweltzone
Magdeburg, Gr. Diesdorfer Str. 220	MG	4473404	5777452	07-2017	innerhalb der Umweltzone
Magdeburg, Hans-Löscher-Straße (LÜSA-Station) ¹⁾	MW	4473495	5777204	07-2017	Referenzstandort
Halle, Merseburger Straße (LÜSA-Verkehrsstation) ¹⁾	HM	4498951	5704509	07-2017	Referenzstandort
Halle, Paracelsusstraße (LÜSA-Station) ¹⁾	HP	4498807	5706701	07-2017	Referenzstandort
Halle, Burgstraße 5/6	HB	4496974	5707400	07-2017	innerhalb der Umweltzone
Halle, Freimfelder Str. 92	HF	4499745	5705224	07-2017	Grenze der Umweltzone
Halle, Volkmannstr. 13	HV	4499026	5705788	07-2017	innerhalb der Umweltzone
Halle, Delitzscher Str. 20	HD	4499415	5704914	12-2017	Beobachtung verkehrstechnischer Maßnahmen
Halle, Schleiermacherstraße, LÜSA-Station	HS	4498652	5706842	01-2018	Qualitätssicherung
Halle, Schleiermacherstraße, LÜSA-Station	HS-2	4498652	5706842	01-2018	Qualitätssicherung

¹⁾ Referenzstandorte dienen der Verifizierung

Qualitätssicherung - Vergleichsmessungen mit Magee Scientific Aethalometer® (AE33)

Tabelle A 29: Standorte für die Ermittlung der Deposition von PCDD/F und dl-PCB

Ort	Bez.	Rechtswert	Hochwert	Beginn
Hettstedt, Museum	HET45	4466345	5721399	02-1996
Großkayna, Deponie	MER100	4494624	5683891	01-2002
Halle, Reideburger Str., LAU	HAL34	4500430	5705580	05-2003
Zartau, Waldmessstation	ZAR	4444100	5829200	01-2005
Zorbau, AVA	ZOB	4503450	5672041	12-2005
Leuna, AVA	LEU	4500891	5688902	12-2005
Rothensee, AVA	ROT	4479574	5784110	12-2005
Staßfurt, AVA	STF	4474004	5748607	01-2009
Bernburg, AVA	BBG 7	4486300	5741500	09-2009

Tabelle A 30: Staubbiederschlag in g/(m²d) in den Jahren 2016 – 2018 (außer Sonderprogramm)

Kreis	Ort	Jahresmittel			Max. Monatsmittel 2018
		2016	2017	2018	
Altmarkkreis Salzwedel	Zartau, Waldmessstation	0,06	0,05	0,05	0,10
Anhalt-Bitterfeld	Bitterfeld/Wolfen, Schrebergartenstr., Container	0,04	0,04	0,05	0,13
	Kapenmühle, Verwaltung Biosphärenreservat	0,18	0,24	0,09	0,22
	Kapenmühle, Obststreuwiese	0,06	0,08	0,07	0,17
	Wolfen, Thalheimer Str.	0,05	0,06	0,06	0,15
Börde	Colbitz, Lysimeter - Messstelle	0,06	0,07	0,05	0,09
	Oschersleben	-	-	0,06	0,17
Burgenlandkreis	Deuben, Holzberg	0,08	0,13	0,13	0,22
	Deuben, OT Naundorf, Bergstraße	0,07	0,08	0,09	0,14
	Karsdorf, Schulstr./A.-Bebel-Str.	0,05	0,09	0,05	0,09
	Weißenfels, Herrenmühlenschleuse	0,04	0,04	0,05	0,17
	Zeititz, Freiligrathstr., Container	0,05	0,05	0,08	0,17
	Zorbau, AVA	0,03	0,10	0,05	0,15
Dessau-Rosslau	Dessau, Albrechtsplatz, Verkehrsmessstation	0,06	0,07	0,06	0,13
Halle (Saale)	Halle, Merseburger Str., Verkehrscontainer	0,10	0,12	0,13	0,24
	Halle, Reideburger Str., LAU	0,06	0,05	0,07	0,15
Harz	Zöberitz	-	-	0,06	0,11
	Drei Annen Hohne	0,10	0,04	0,07	0,26
	Unterharz/Friedrichsbrunn, Container	0,06	0,03	0,03	0,11
	Halberstadt, Paulsplan, Container	0,07	0,04	0,07	0,26
	Osterwieck, Im Fallstein, Fallsteinklause	0,03	0,05	0,05	0,18
	Osterwieck, Kälbersbachweg	0,09	0,09	0,14	0,39
	Rübeland, Kaltes Tal	0,09	0,12	0,12	0,35

Tabelle A 31: Staubniederschlag in g/(m²d) in den Jahren 2016 – 2018 (außer Sonderprogramm)

Kreis	Ort	Jahresmittel			Max. Monatsmittel 2018
		2016	2017	2018	
Harz	Siptenfelde	0,02	0,02	0,03	0,07
	Wernigerode, Bahnhof, Container	0,03	0,04	0,05	0,13
Jerichower Land	Burg, Am Flickschulpark, Container	0,03	0,06	0,05	0,17
Magdeburg	Magdeburg, Wallonerberg	0,04	0,10	0,07	0,14
	Rothensee, AVA	0,04	0,06	0,05	0,10
Mansfeld-Südharz	Amsdorf, Chausseestraße	0,10	0,14	0,14	0,27
	Hettstedt, An der Brache	0,04	0,04	0,05	0,11
	Hettstedt, Berggrenze, An der Bleihütte	0,09	0,08	0,10	0,16
	Hettstedt, Museum	0,07	0,08	0,06	0,15
Saalekreis	Bad Lauchstädt	-	-	0,07	0,25
	Großkayna, MUEG-Deponie	0,03	0,05	0,04	0,10
	Leuna, Kreypauer Str., Container	0,03	0,04	0,05	0,12
	Leuna, AVA	0,03	0,05	0,04	0,12
	Petersberg, Friedensplatz	0,08	0,06	0,09	0,42
	Petersberg, Betriebsgelände	0,12	0,10	0,11	0,22
	Querfurt	-	-	0,05	0,28
Salzlandkreis	Aschersleben, Schierstedter Str., Kläranlage	0,03	0,04	0,05	0,11
	Bernburg, Platz d. Jugend, Container	0,07	0,10	0,08	0,15
	Latdorf, Schulstraße, AVA	0,05	0,08	0,11	0,22
	Staßfurt, AVA	0,09	0,07	0,12	0,27
Stendal	Stendal/Stadtsee, Geschwister-Scholl-Str., Container	0,03	0,03	0,03	0,07
Wittenberg	Thießen, Mochauer Str.	0,29	0,24	0,12	0,60
	Wittenberg, Bahnstr., Container	0,04	0,03	0,05	0,12
	Wittenberg-Piesteritz, Betriebsgelände	0,09	0,12	0,13	0,27

Tabelle A 32: Inhaltsstoffe des Staubniederschlages, Jahresmittelwerte 2018 in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ (außer Sonderprogramm)

Kreis	Ort	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Altmarkkreis Salzwedel	Zartau, Waldmessstation	0,2	0,1	0,1	1,0	4,5	18,7	0,8	2,4	0,3	0,01	0,9	23,3
Anhalt-Bitterfeld	Bitterfeld/Wolfen, Schrebergartenstr., Container	0,5	0,1	0,6	2,1	12,0	17,2	1,9	2,4	0,4	0,01	1,2	24,6
	Kapenmühle, Verwaltung Biosphärenreservat	0,3	0,1	0,3	1,0	6,5	106,9	1,9	1,8	0,3	0,03	0,7	39,2
	Kapenmühle, Obststreuwiese	0,6	0,1	0,3	1,7	5,2	34,7	1,3	2,6	0,3	0,02	1,6	28,9
	Wolfen, Thalheimer Str.	0,3	0,1	0,3	1,8	5,2	14,8	1,0	2,7	0,4	0,01	1,1	61,8
Börde	Colbitz, Lysimeter - Messstelle	0,2	0,1	0,1	0,9	3,7	122,8	0,7	2,0	0,3	0,01	0,7	21,8
Burgenlandkreis	Deuben, Holzberg	0,7	0,1	0,3	2,1	5,8	21,6	1,5	2,9	0,4	0,01	1,5	33,9
	Deuben, OT Naundorf, Bergstraße	0,5	0,1	0,3	3,0	9,5	22,8	1,5	4,2	0,8	0,01	1,5	39,7
	Karsdorf, Schulstr./A. Bebel-Str.	0,4	0,1	0,2	1,6	5,7	16,7	1,0	2,6	0,4	0,03	1,3	27,0
	Scheiplitz	1,1	0,1	1,2	6,4	5,9	56,2	4,9	2,7	0,3	0,02	7,0	21,3
	Weißenfels, Herrenmühlenschleuse	0,3	0,2	0,2	1,6	5,3	14,3	1,3	4,9	0,4	0,01	1,1	27,6
	Zeitz, Freiligrathstr., Container	0,3	0,1	0,2	1,8	5,8	13,8	1,6	3,8	0,4	0,01	1,1	27,8
	Zorbau, AVA	0,9	0,1	0,6	3,2	5,8	45,4	2,0	3,2	0,4	0,02	3,4	28,8
Dessau-Rosslau	Dessau, Albrechtsplatz, Verkehrsmessstation	0,5	0,1	0,3	3,6	17,7	28,6	1,6	6,8	1,4	0,01	1,6	52,5
Halle (Saale)	Halle, Merseburger Str., Verkehrscontainer	1,0	0,1	0,9	13,2	37,8	64,8	5,9	10,3	2,3	0,02	3,8	123,7
	Halle, Reideburger Str., LAU	0,4	0,1	0,2	2,0	8,4	18,1	1,2	3,9	0,5	0,01	1,3	38,1
Harz	Drei Annen Höhe	0,2	0,1	0,3	1,1	3,3	16,8	0,7	1,7	0,3	0,01	0,6	28,4
	Drübeck	0,4	0,3	0,3	1,9	8,2	41,9	1,3	4,1	0,3	0,02	1,4	54,3
	Unterharz/Friedrichsbrunn, Container	0,2	0,1	0,1	1,0	3,1	14,2	0,7	1,4	0,2	0,01	0,6	20,6
	Halberstadt, Paulsplan, Container	0,3	0,1	0,2	1,8	5,7	15,2	1,3	2,9	0,4	0,01	1,1	30,4
	Osterwieck, Im Fallstein, Fallsteinklause	0,2	0,1	0,2	1,2	3,8	17,3	1,0	2,8	0,3	0,01	1,1	32,4
	Osterwieck, Kälbersbachweg	0,3	0,1	0,3	1,7	6,7	24,2	1,0	3,8	0,4	0,01	1,4	42,2
	Rodersdorf	0,9	0,1	0,7	3,3	5,0	64,0	2,0	4,4	0,2	0,03	4,1	24,0
	Rübeland, Kaltes Tal	0,6	0,1	0,3	1,4	3,8	50,1	1,1	2,4	0,4	0,02	1,3	20,8

Tabelle A 33: Inhaltsstoffe des Staubniederschlages, Jahresmittelwerte 2018 in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ (außer Sonderprogramm)

Kreis	Ort	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Harz	Siptenfelde	0,2	0,8	0,1	0,8	3,0	9,2	0,6	1,3	0,2	0,01	0,6	16,2
	Wernigerode, Bahnhof, Container	0,3	0,1	0,2	1,6	6,5	14,9	1,2	3,3	0,5	0,01	1,1	43,4
Jerichower Land	Burg, Am Flickschuhpark, Container	0,3	0,1	0,2	1,8	5,4	17,4	1,0	2,4	0,3	0,01	1,0	40,2
Magdeburg	Magdeburg, Wallonerberg	0,4	0,1	0,4	4,4	20,6	31,5	1,5	4,0	0,6	0,01	1,7	40,6
	Rothensee, AVA	0,3	0,1	0,2	1,7	8,2	17,6	1,4	2,8	0,4	0,01	0,8	28,7
Mansfeld-Südharz	Amsdorf, Chausseestraße	1,1	0,2	0,7	5,5	24,7	69,9	3,3	20,3	1,2	0,03	4,1	86,3
	Hettstedt, An der Brache	0,4	0,1	0,3	1,6	153,7	18,0	1,4	9,5	0,3	0,02	1,4	48,4
	Hettstedt, Berggrenze, An der Bleihütte	1,5	0,4	0,4	2,0	215,2	21,8	2,3	23,9	0,7	0,19	1,6	88,1
	Hettstedt, Museum	0,7	0,1	0,3	1,8	177,9	32,5	1,9	10,2	0,3	0,02	1,5	47,8
	Kleinleinungen	0,2	0,1	0,2	1,0	3,6	11,6	0,7	1,6	0,3	0,01	0,8	31,0
Saalekreis	Bad Lauchstädt	0,4	0,1	0,7	1,6	4,7	18,6	1,0	2,9	0,4	0,01	1,5	25,6
	Großkayna, MUEG-Deponie	0,7	0,1	0,7	4,0	7,2	35,5	3,3	2,9	0,4	0,02	4,1	28,3
	Leuna, Kreypauer Str., Container	0,4	0,1	0,2	3,0	21,0	15,3	1,4	3,0	0,4	0,01	1,8	37,0
	Leuna, AVA	0,3	0,1	0,2	1,8	6,2	15,7	1,2	3,0	0,8	0,01	1,2	30,8
	Petersberg, Friedensplatz	0,4	0,0	0,2	1,6	6,0	22,3	0,9	2,7	0,3	0,01	1,2	22,0
	Petersberg, Betriebsgelände	0,6	0,1	0,3	1,4	4,1	27,5	0,9	2,2	0,3	0,01	1,3	19,6
Salzlandkreis	Aschersleben, Schierstedter Str., Kläranlage	0,2	0,1	0,2	1,1	5,4	14,7	0,8	1,9	0,3	0,01	1,1	20,2
	Bernburg, Platz d. Jugend, Container	0,5	0,1	0,4	3,9	15,6	29,0	1,8	4,6	1,5	0,02	2,6	70,5
	Latdorf, Schulstraße, AVA	0,4	0,1	0,3	1,9	5,3	20,3	1,1	2,9	0,4	0,01	1,9	22,5
	Staßfurt, AVA	0,8	0,1	0,7	2,1	4,4	63,8	1,4	2,6	0,3	0,02	2,5	22,8
Stendal	Stendal/Stadtsee, Geschwister-Scholl-Str., Container	0,3	0,1	0,2	1,1	4,7	13,2	0,7	2,1	0,3	0,01	0,9	18,8
Wittenberg	Thießen, Mochauer Str.	0,5	0,1	0,2	1,7	7,9	56,3	1,3	2,5	0,3	0,02	1,2	35,3
	Wittenberg, Bahnstr., Container	0,4	0,1	0,2	3,0	8,2	18,4	1,7	3,6	0,6	0,01	1,6	52,6
	Wittenberg-Piesteritz, Betriebsgelände	0,6	0,1	0,4	5,1	8,5	30,0	3,0	6,9	0,8	0,02	2,3	105,8

Tabelle A 34: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) im Jahr 2018

Jahresmittel der Anionen und Kationen in kg/(ha*a)											
	Anionen					Kationen					N _{gesamt}
	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HPO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
Querfurt	3,0	0,3	10,4	6,0	2,1	3,9	2,6	2,9	3,0	0,5	5,4
Polleben	3,9	0,3	12,5	7,2	1,4	4,7	3,1	2,4	3,5	0,8	6,5
Zoberitz	3,9	0,8	9,6	7,3	2,8	3,1	3,1	4,9	6,2	1,9	4,6
Oschersleben	5,0	0,2	10,2	6,8	1,1	2,6	3,4	4,1	3,7	0,6	4,3
Siptenfelde	3,3	0,3	12,0	5,7	1,1	4,3	2,9	1,4	1,8	0,5	6,1

Tabelle A 35: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messtationen im Jahr 2018

Jahresmittel der Anionen und Kationen in kg/(ha*a)											
	Anionen					Kationen					N _{gesamt}
	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HPO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
Bernburg	8,5	0,5	13,4	9,3	0,3	1,5	6,6	1,0	11,3	0,6	4,1
Burg	4,6	0,2	10,6	6,5	0,6	2,5	3,7	1,4	3,0	0,5	4,3
Halle (Saale)	5,9	0,7	15,6	10,4	0,3	2,0	4,2	1,1	11,3	0,7	5,1
Wittenberg	2,8	0,2	11,2	5,5	0,4	2,8	2,6	0,9	2,7	0,4	4,7
Zartau	5,6	0,3	14,1	7,4	1,3	5,9	4,2	2,0	1,6	0,6	7,8

Tabelle A 36: Bulk-Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern im Jahr 2018

Jahresmittel der Anionen und Kationen in kg/(ha*a)											
	Anionen					Kationen					N _{gesamt}
	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HPO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
Halle (Ost)	4,1	0,1	7,1	5,9	1,8	2,7	1,6	5,5	4,2	0,8	3,7
Kapenmühle	2,4	0,2	6,3	3,7	0,6	4,1	1,3	2,5	1,9	0,4	4,6
Zartau	4,2	0,2	10,3	5,4	1,1	6,4	2,5	1,3	1,5	0,5	7,3
Piesteritz	6,6	0,4	11,5	7,7	0,6	26,0	3,5	1,2	3,8	0,5	22,8
Thießen	3,0	0,2	9,3	5,0	0,8	5,3	1,7	1,5	2,1	0,4	6,2

Tabelle A 37: Depositionsmessungen mit nicht temperierten Bulk-Sammlern im Jahr 2018 (LWF-Niederschlagssammlern)

Jahresmittel der Anionen und Kationen in kg/(ha*a)											
	Anionen					Kationen					N _{gesamt}
	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HPO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
Halle (Ost)	4,5	0,1	7,0	5,4	0,9	3,0	1,5	3,9	4,4	0,6	3,9
Colbitz	3,0	0,2	8,7	5,0	0,7	5,4	1,8	2,0	1,6	0,4	6,2
Drei Annen Hohne	6,1	0,2	12,0	8,4	3,6	7,3	3,4	3,5	4,2	0,7	8,4
Wittenberg	49,8	0,6	164,3	264,1	6,9	6,2	37,6	60,0	177,2	29,8	42,0
Zartau	4,2	0,2	10,0	6,1	1,5	9,8	2,6	1,6	1,5	0,5	9,9

Tabelle A 38: pH-Werte, Leitfähigkeiten und Nassdeposition im Jahr 2018

Nassdeposition in kg/(ha*a)	Halle (Ost)	Weißenfels
Chlorid	1,3	0,9
Sulfat	2,9	3,2
Nitrit	0,1	0,1
Nitrat	5,3	5,6
Hydrogenphosphat	0,0	0,0
Ammonium	2,9	3,2
Natrium	0,7	0,5
Kalium	0,3	0,2
Calcium	1,0	0,7
Magnesium	0,1	0,1
Stickstoff	3,4	3,7
Schwefel	1,0	1,1
Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$	13,5	13,6
pH-Wert	5,4	5,5
Niederschlag in mm	292	280

Tabelle A 39: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2018 (Bergerhoff)

Kongenere	HET 45 (Hettstedt, Museum)				MER 100 (Großkayna, MUEG-Deponie)				HAL 34 (Halle Reideburger Str., LAU)			
	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18
2378-TCDD	0,0004	0,0001	0,0003	0,0001	0,0002	≤0,0006	≤0,0001	0,0002	0,0005	0,0002	≤0,0002	0,0001
12378-PeCDD	0,0015	0,0007	0,0007	0,0007	0,0009	≤0,0004	0,0004	0,0008	0,0017	0,0006	0,0004	0,0009
123478-HxCDD	0,0015	0,0013	0,0012	0,0013	0,0009	≤0,0005	0,0005	0,0009	0,0020	0,0011	0,0007	0,0013
123678-HxCDD	0,0026	0,0020	0,0021	0,0029	0,0022	0,0026	0,0004	0,0020	0,0031	0,0013	0,0006	0,0020
123789-HxCDD	0,0018	0,0011	0,0013	0,0020	0,0016	0,0013	0,0005	0,0014	0,0026	0,0012	0,0005	0,0016
1234678-HpCDD	0,0230	0,0140	0,0210	0,0330	0,0200	0,0200	0,0075	0,0160	0,0576	0,0380	0,0180	0,0265
12346789-OCDD	0,0670	0,0480	0,0720	0,0700	0,0570	0,0690	0,0310	0,0550	0,4494	0,3000	0,1900	0,1750
2378-TCDF	0,0042	0,0026	0,0027	0,0040	0,0023	0,0013	0,0009	0,0011	0,0055	0,0012	0,0008	0,0018
12378-PeCDF	0,0042	0,0034	0,0039	0,0042	0,0031	0,0023	0,0022	0,0019	0,0042	0,0011	0,0009	0,0017
23478-PeCDF	0,0074	0,0058	0,0062	0,0091	0,0042	0,0030	0,0026	0,0035	0,0059	0,0013	0,0009	0,0032
123478-HxCDF	0,0064	0,0079	0,0100	0,0089	0,0048	0,0031	0,0029	0,0064	0,0055	0,0015	0,0019	0,0024
123678-HxCDF	0,0071	0,0068	0,0087	0,0097	0,0051	0,0018	0,0029	0,0043	0,0050	0,0013	0,0008	0,0025
123789-HxCDF	0,0009	0,0009	0,0010	0,0017	0,0004	0,0003	0,0001	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0004
234678-HxCDF	0,0100	0,0098	0,0110	0,0140	0,0044	0,0022	0,0019	0,0044	0,0045	0,0013	0,0003	0,0035
1234678-HpCDF	0,0330	0,0400	0,0580	0,0580	0,0180	0,0088	0,0071	0,0110	0,0163	0,0066	0,0044	0,0086
1234789-HpCDF	0,0048	0,0059	0,0088	0,0079	0,0022	0,0009	0,0005	0,0011	0,0013	0,0007	0,0003	0,0011
12346789-OCDF	0,0460	0,0760	0,1100	0,0840	0,0110	0,0043	0,0028	0,0077	0,0206	0,0105	0,0064	0,0099
Summe in ng WHO-TEQ (WHO 2005)	0,008	0,007	0,008	0,009	0,005	0,004	0,003	0,004	0,008	0,003	0,002	0,004
pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 2005)	2,5	2,0	2,1	2,2	1,5	0,9	0,8	1,0	2,4	0,7	0,5	0,9
Jahresmittelwert in pg I-TEQ/(m²d) (NATO/CCMS)	2,5				1,2				1,2			
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 1998)	2,6				1,2				1,2			
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 2005)	2,2				1,0				1,1			

Tabelle A 40: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2018 (Bergerhoff)

Kongenere	STF (Staßfurt, AVA)				ZOB (Zorbau, AVA)				LEU (Leuna, AVA)			
	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18
2378-TCDD	0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	0,0001	≤0,0001	≤0,0002	0,0001	≤0,0001	0,0003	0,0001
12378-PeCDD	0,0005	0,0003	0,0005	0,0001	0,0006	0,0003	0,0002	≤0,0001	0,0005	≤0,0001	0,0057	0,0002
123478-HxCDD	0,0005	0,0006	≤0,0002	0,0005	0,0006	0,0005	≤0,0001	≤0,0002	0,0006	0,0002	0,0074	0,0007
123678-HxCDD	0,0010	0,0007	0,0007	0,0014	0,0010	0,0011	0,0006	0,0005	0,0012	0,0002	0,0230	0,0008
123789-HxCDD	0,0006	0,0004	0,0006	0,0012	0,0010	0,0011	0,0008	≤0,0003	0,0009	0,0002	0,0140	0,0011
1234678-HpCDD	0,0089	0,0064	0,0100	0,0094	0,0100	0,0130	0,0086	0,0062	0,0110	0,0062	0,2100	0,0130
12346789-OCDD	0,0250	0,0240	0,0300	0,0360	0,0320	0,0460	0,0480	0,0280	0,0400	0,0330	0,4700	0,0540
2378-TCDF	0,0014	0,0013	0,0012	0,0007	0,0014	0,0010	0,0013	0,0010	0,0014	0,0008	0,0037	0,0008
12378-PeCDF	0,0013	0,0010	0,0018	0,0008	0,0014	0,0010	0,0010	0,0007	0,0015	0,0005	0,0043	0,0012
23478-PeCDF	0,0019	0,0010	0,0012	0,0010	0,0022	0,0007	0,0016	0,0011	0,0023	0,0007	0,0080	0,0023
123478-HxCDF	0,0018	0,0012	0,0016	0,0012	0,0018	0,0011	0,0017	0,0010	0,0022	0,0008	0,0120	0,0024
123678-HxCDF	0,0015	0,0010	0,0012	0,0011	0,0017	0,0008	0,0015	0,0011	0,0024	0,0006	0,0130	0,0013
123789-HxCDF	0,0001	0,0001	≤0,0001	0,0001	0,0002	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0002	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001
234678-HxCDF	0,0017	0,0009	0,0011	0,0019	0,0015	0,0008	0,0017	0,0004	0,0023	0,0006	0,0170	0,0024
1234678-HpCDF	0,0051	0,0037	0,0035	0,0046	0,0057	0,0026	0,0081	0,0037	0,0080	0,0035	0,0560	0,0058
1234789-HpCDF	0,0006	0,0004	0,0006	0,0003	0,0007	0,0003	0,0006	0,0004	0,0008	0,0004	0,0086	0,0008
12346789-OCDF	0,0023	0,0040	0,0044	0,0027	0,0027	0,0042	0,0100	0,0031	0,0047	0,0088	0,0330	0,0046
Summe in ng WHO-TEQ (WHO 2005)	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,003	0,001	0,020	0,002
pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 2005)	0,7	0,4	0,5	0,4	0,8	0,4	0,5	0,3	0,9	0,2	6,3	0,5
Jahresmittelwert in pg I-TEQ/(m²d) (NATO/CCMS)	0,5				0,5				1,8			
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 1998)	0,6				0,6				2,0			
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 2005)	0,5				0,5				1,8			

Tabelle A 41: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2018 (Bergerhoff)

Kongenerere	ROT (Rothensee, AVA)				BBG 7 (Bernburg, AVA)				ZAR (Zartau, Waldmessstation)			
	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18
2378-TCDD	0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	0,0002	≤0,0001	0,0002	≤0,0001	≤0,0001	0,0001	≤0,0002	≤0,0002
12378-PeCDD	0,0004	0,0001	≤0,0001	≤0,0001	0,0009	0,0002	0,0006	0,0006	0,0004	0,0001	≤0,0001	0,0004
123478-HxCDD	0,0004	0,0001	0,0005	0,0003	0,0016	0,0010	0,0014	0,0010	0,0006	0,0001	0,0002	≤0,0001
123678-HxCDD	0,0010	0,0006	0,0009	0,0006	0,0025	0,0005	0,0007	0,0011	0,0014	0,0006	0,0003	0,0010
123789-HxCDD	0,0009	0,0001	0,0008	0,0009	0,0016	0,0006	0,0009	0,0012	0,0012	0,0007	0,0002	0,0008
1234678-HpCDD	0,0120	0,0044	0,0120	0,0150	0,0220	0,0110	0,0140	0,0140	0,0160	0,0061	0,0034	0,0150
12346789-OCDD	0,0380	0,0330	0,1100	0,0900	0,1100	0,0570	0,0690	0,0420	0,0510	0,0280	0,0260	0,0500
2378-TCDF	0,0011	0,0013	0,0016	0,0011	0,0022	0,0012	0,0012	0,0017	0,0010	0,0009	0,0006	0,0008
12378-PeCDF	0,0011	0,0017	0,0015	0,0011	0,0018	0,0010	0,0008	0,0014	0,0010	0,0010	0,0006	0,0009
23478-PeCDF	0,0016	0,0014	0,0012	0,0013	0,0042	0,0011	0,0011	0,0024	0,0019	0,0008	0,0006	0,0018
123478-HxCDF	0,0017	0,0041	0,0021	0,0017	0,0030	0,0014	0,0017	0,0018	0,0016	0,0010	0,0008	0,0013
123678-HxCDF	0,0015	0,0027	0,0017	0,0021	0,0033	0,0011	0,0009	0,0021	0,0017	0,0010	0,0004	0,0009
123789-HxCDF	0,0002	0,0002	0,0004	0,0001	0,0003	≤0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	≤0,0001	≤0,0001	0,0001
234678-HxCDF	0,0012	0,0010	0,0012	0,0021	0,0042	≤0,0010	0,0012	0,0031	0,0021	0,0009	0,0005	0,0020
1234678-HpCDF	0,0055	0,0084	0,0089	0,0061	0,0092	0,0045	0,0046	0,0059	0,0059	0,0034	0,0027	0,0062
1234789-HpCDF	0,0010	0,0025	0,0019	0,0010	0,0010	0,0007	0,0004	0,0004	0,0007	0,0003	0,0001	0,0004
12346789-OCDF	0,0084	0,0200	0,0230	0,0140	0,0053	0,0046	0,0038	0,0044	0,0049	0,0027	0,0024	0,0046
Summe in ng WHO-TEQ (WHO 2005)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005	0,001	0,002	0,003	0,002	0,001	0,001	0,002
pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 2005)	0,6	0,5	0,5	0,4	1,5	0,4	0,6	0,8	0,6	0,3	0,2	0,5
Jahresmittelwert in pg I-TEQ/(m²d) (NATO/CCMS)	0,6				0,8				0,8			
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 1998)	0,6				0,9				0,9			
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 2005)	0,5				0,8				0,8			

Tabelle A 42: Kongenerenverteilung der Depositionen dl-PCB in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2018 (Bergerhoff)

IUPAC Nr.	Kongenere	HET 45 (Hettstedt, Museum)				MER 100 (Großkayna, MUEG- Deponie)				HAL 34 (Halle Reideburger Str., LAU)				ZAR (Zartau, Waldmessstation)			
		1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18
77	33'44' - TCB	0,04	0,06	0,07	0,04	0,05	0,06	0,02	0,04	0,09	0,05	0,04	0,05	0,02	0,04	0,02	0,03
81	344'5 - TCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
105	233'44' - PeCB	0,11	0,27	0,17	0,08	0,08	0,20	0,03	0,05	0,32	0,13	0,09	0,16	0,04	0,19	0,04	0,04
114	2344'5 - PeCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
118	23'44'5 - PeCB	0,32	0,69	0,58	0,37	0,21	0,69	0,12	0,23	0,85	0,33	0,30	0,46	0,12	0,46	0,11	0,17
123	2'344'5 - PeCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
126	33'44'5 - PeCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
156	233'44'5 - HxCB	0,11	0,14	0,10	0,05	0,03	0,10	0,02	0,02	0,15	0,09	0,08	0,08	0,04	0,08	0,02	0,02
157	233'44'5' - HxCB	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01
167	23'44'55' - HxCB	0,05	0,06	0,07	0,04	0,02	0,04	0,02	0,01	0,08	0,07	0,05	0,04	0,02	0,04	0,01	0,01
169	33'44'55' - HxCB	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
189	233'44'55' - HpCB	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Quartalswerte in pg WHO- TEQ/(m ² d) (WHO 2005)		0,3	0,5	0,4	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m ² d) (WHO 1998)		0,4				0,1				0,3				0,1			
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m ² d) (WHO 2005)		0,3				0,1				0,3				0,1			

Tabelle A 43: Kongenerenverteilung der Depositionen dl-PCB in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2018 (Bergerhoff)

IUPAC Nr.	Kongenere	STF (Staßfurt, AVA)				ZOB (Zorbau, AVA)				LEU (Leuna, AVA)				ROT (Rothensee, AVA)				BBG 7 (Bernburg, AVA)			
		1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18
77	33'44' - TCB	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,02	0,03
81	344'5 - TCB	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
105	233'44' - PeCB	0,07	0,11	0,05	0,02	0,06	0,16	0,12	0,04	0,03	0,06	0,06	0,03	0,08	0,16	0,12	0,06	0,07	0,11	0,05	0,06
114	2344'5 - PeCB	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
118	23'44'5 - PeCB	0,02	0,30	0,16	0,11	0,17	0,45	0,46	0,26	0,12	0,16	0,27	0,16	0,20	0,43	0,30	0,25	0,18	0,28	0,27	0,21
123	2'344'5 - PeCB	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
126	33'44'5 - PeCB	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
156	233'44'5 - HxCB	0,03	0,05	0,03	0,01	0,02	0,11	0,06	0,02	0,03	0,03	0,06	0,02	0,03	0,09	0,05	0,05	0,03	0,08	0,05	0,03
157	233'44'5' - HxCB	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
167	23'44'55' - HxCB	0,02	0,05	0,02	0,01	0,01	0,05	0,04	0,01	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	0,06	0,04	0,02	0,02	0,04	0,04	0,01
169	33'44'55' - HxCB	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01
189	233'44'55' - HpCB	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Quartalswerte in pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 2005)		0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 1998)		0,1				0,2				0,2				0,2				0,2			
Jahresmittelwert in pg WHO-TEQ/(m²d) (WHO 2005)		0,1				0,1				0,2				0,1				0,2			

Tabelle A 44: Verteilung der Leit-Kongeneren* in den Quartalsproben in ng/Probe und Depositionswerte des Jahres 2018 in ng/(m²d) (Bergerhoff)

dl-PCB-Leitkongenere													
IUPAC Nr.	Kongenere	HET 45 (Hettstedt, Museum)				MER 100 (Großkayna, MUEG-Deponie)				HAL 34 (Halle Reideburger Str., LAU)			
		1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18
28	244' - TrCB	1,2	1,9	1,6	1,2	1,6	1,7	0,4	1,6	1,7	0,9	0,7	1,0
52	22'55' - TCB	0,5	1,1	1,3	0,5	0,6	0,9	0,3	0,7	1,9	0,4	0,4	0,5
111	22'455' - PeCB	1,0	1,1	1,3	0,6	0,6	1,0	0,3	0,7	1,9	0,6	0,5	0,7
153	22'44'55' - HxCB	1,6	1,2	1,0	0,5	0,4	1,0	0,2	0,4	1,9	1,1	0,7	0,7
138	22'344'5' - HxCB	2,1	1,4	1,2	0,8	0,6	0,7	0,3	0,6	1,8	1,4	1,1	0,9
180	22'344'55' - HpCB	<0,1	0,6	0,5	0,4	<0,1	0,5	0,1	0,1	<0,1	0,6	0,4	0,4
Deposition in ng/(m ² d)		1,9	2,2	1,9	1,0	1,1	1,5	0,4	0,9	2,8	1,3	1,1	1,0
Mittel in ng/(m ² d)		1,7				1,0				1,5			
IUPAC Nr.	Kongenere	STF (Staßfurt, AVA)				ZOB (Zorbau, AVA)				LEU (Leuna, AVA)			
		1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18
28	244' - TrCB	1,0	1,1	0,4	0,4	1,0	0,7	2,7	1,4	0,7	0,5	0,9	0,5
52	22'55' - TCB	0,5	0,5	0,3	0,2	0,4	0,4	1,6	0,7	0,3	0,2	0,6	0,3
111	22'455' - PeCB	0,4	0,6	0,3	0,3	0,4	0,5	1,6	0,7	0,4	0,2	0,6	0,4
153	22'44'55' - HxCB	0,3	0,7	0,3	0,2	0,3	0,6	0,9	0,3	0,3	0,2	0,6	0,3
138	22'344'5' - HxCB	0,6	1,2	0,9	0,2	0,5	0,9	1,6	0,6	0,5	0,4	1,0	0,3
180	22'344'55' - HpCB	0,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,3	0,4	0,2	<0,1	0,2	0,5	0,2
Deposition in ng/(m ² d)		0,9	1,1	0,6	0,4	0,9	0,8	2,7	0,9	0,7	0,4	1,3	0,4
Mittel in ng/(m ² d)		0,8				1,3				0,7			
IUPAC Nr.	Kongenere	ROT (Rothensee, AVA)				BBG 7 (Bernburg, AVA)				ZAR (Zartau, Waldmessstation)			
		1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18	1/18	2/18	3/18	4/18
28	244' - TrCB	1,1	1,1	0,4	0,7	1,0	1,5	0,5	0,5	0,8	1,0	0,4	1,5
52	22'55' - TCB	0,5	0,5	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,2	0,6
111	22'455' - PeCB	0,5	0,5	0,1	0,4	0,4	0,7	0,3	0,4	0,4	0,6	0,3	0,6
153	22'44'55' - HxCB	0,4	0,6	0,1	0,3	0,4	0,9	0,5	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3
138	22'344'5' - HxCB	0,6	0,9	0,2	0,5	0,5	1,2	1,0	0,4	0,5	0,6	0,3	0,5
180	22'344'55' - HpCB	<0,1	0,4	0,1	0,2	<0,1	0,5	0,4	0,2	<0,1	0,2	0,1	0,1
Deposition in ng/(m ² d)		0,9	1,1	0,3	0,6	0,9	1,4	0,8	0,6	0,7	0,9	0,4	0,9
Mittel in ng/(m ² d)		0,7				0,9				0,7			

Tabelle A 45: Toxizitätsäquivalenzfaktoren nach NATO/CCMS und WHO 1998/2005

Stoffbezeichnung	I-TEF nach NATO/CCMS 1988	WHO-TEF 1998	WHO-TEF 2005
2,3,7,8-Tetra-CDD	1,0	1	1
1,2,3,7,8-Penta-CDD	0,5	1	1
1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,3,6,7,8-Hepta-CDD	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,6,7,8,9-Octa-CDD	0,001	0,0001	0,0003
2,3,7,8-Tetra-CDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8-Penta-CDF	0,05	0,05	0,03
2,3,4,7,8-Penta-CDF	0,5	0,5	0,3
1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF	0,1	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,6,7,8,9-Octa-CDF	0,001	0,0001	0,0003

Tabelle A 46: Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) nach WHO 1998/2005 für die Leit-Kongenerere (Nr. 28 – 180) und di-PCB (Nr. 77 – 189)

	IUPAC-Nr.	Struktur	WHO-TEF 1998	WHO-TEF 2005
Leit-Kongenerere	28	244' - TrCB	-	-
	52	22'55' - TCB	-	-
	111	22'455' - PeCB	-	-
	153	22'44'55' - HxCB	-	-
	138	22'344'5' - HxCB	-	-
	180	22'344'55' - HpCB	-	-
di-PCB	77	33'44' - TCB	0,0001	0,0001
	81	344'5 - TCB	0,0001	0,0003
	115	233'44' - PeCB	0,0001	0,00003
	114	2334'5 - PeCB	0,0005	0,00003
	118	23'44'5 - PeCB	0,0001	0,00003
	123	2'344'5 - PeCB	0,0001	0,00003
	126	33'44'5 - PeCB	0,1	0,1
	156	233'44'5 - HxCB	0,0005	0,00003
	157	233'44'5' - HxCB	0,0005	0,00003
	167	23'44'55' - HxCB	0,00001	0,00003
	169	33'44'55' - HxCB	0,01	0,03
	189	233'44'55' - HpCB	0,0001	0,00003

Tabelle A 47: PAK - Jahresmittelwerte in ng/(m²d) (Eigenbrodt-Sammler)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
FLU	112,8	81,8						
PYR	129,7							
BNT	11,6	4,5						
BghiF	15,3	8,5						
BcPhen	10,7	5,6						
CPcdP	5,6	2,6						
BaA	29,8	23,3	24,0	35,6	31,5	27,2	15,7	52,5
CHR+TRI	50,4	40,2						
B(b+))F	47,7	30,5	59,7					
BbF				19,1	16,0	27,1	16,8	59,0
BjF				21,8	26,3	15,3	6,5	19,5
BkF	22,0	13,9	23,5	21,0	19,3	13,6	6,7	25,8
BeP	31,1	22,4						
BaP	35,5	25,6	32,0	34,1	31,1	23,6	13,8	50,2
PER	11,4	8,2						
DBajA	8,5	9,6						
INP	22,8	21,9	32,0	30,7	28,8	13,0	9,0	28,7
DB(ac+ah)A	18,6	9,2	12,4					
DB(ah)A				12,7	6,3	1,1	2,3	12,8
PIC	14,3	8,8						
BghiP	28,9	23,5	30,7	25,6	31,4	17,8	11,7	36,8
ANT	0,0	3,2						
COR	12,5	8,7	8,4	7,0	9,5	5,6	3,7	12,4
BbCHR	11,6	8,0						
Summe PAK RL 2004/107/EG	140,8	98,9	151,5	140,9	128,2	97,2	57,0	198,3
Summe PAK 2004/850/EG	127,9	92,0	147,1	126,8	121,5	92,4	52,8	183,3

4 Anhang Abbildungen

Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt

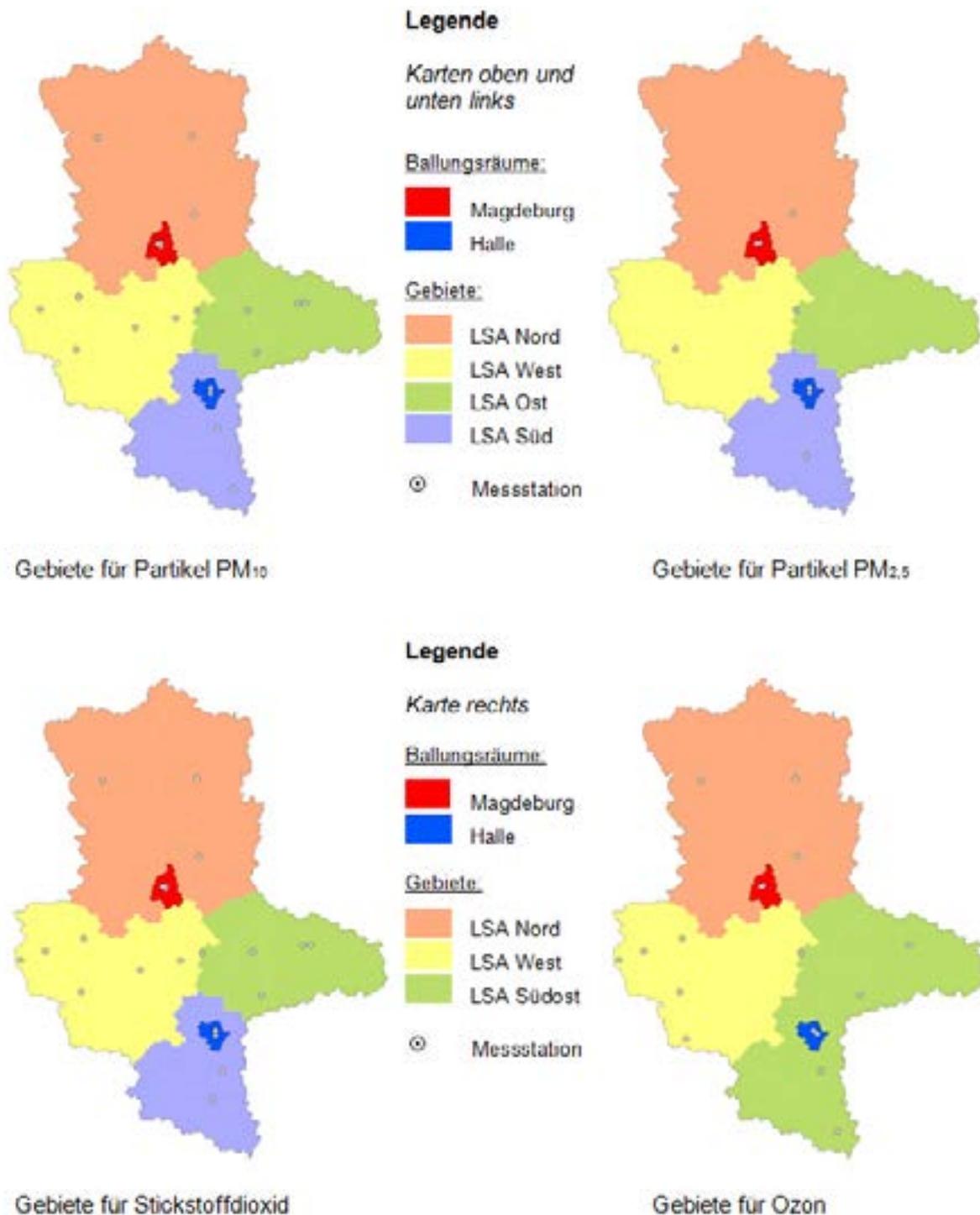


Abbildung A 1: Gebietseinteilung für Partikel (PM₁₀, PM_{2,5}), Stickstoffdioxid und Ozon

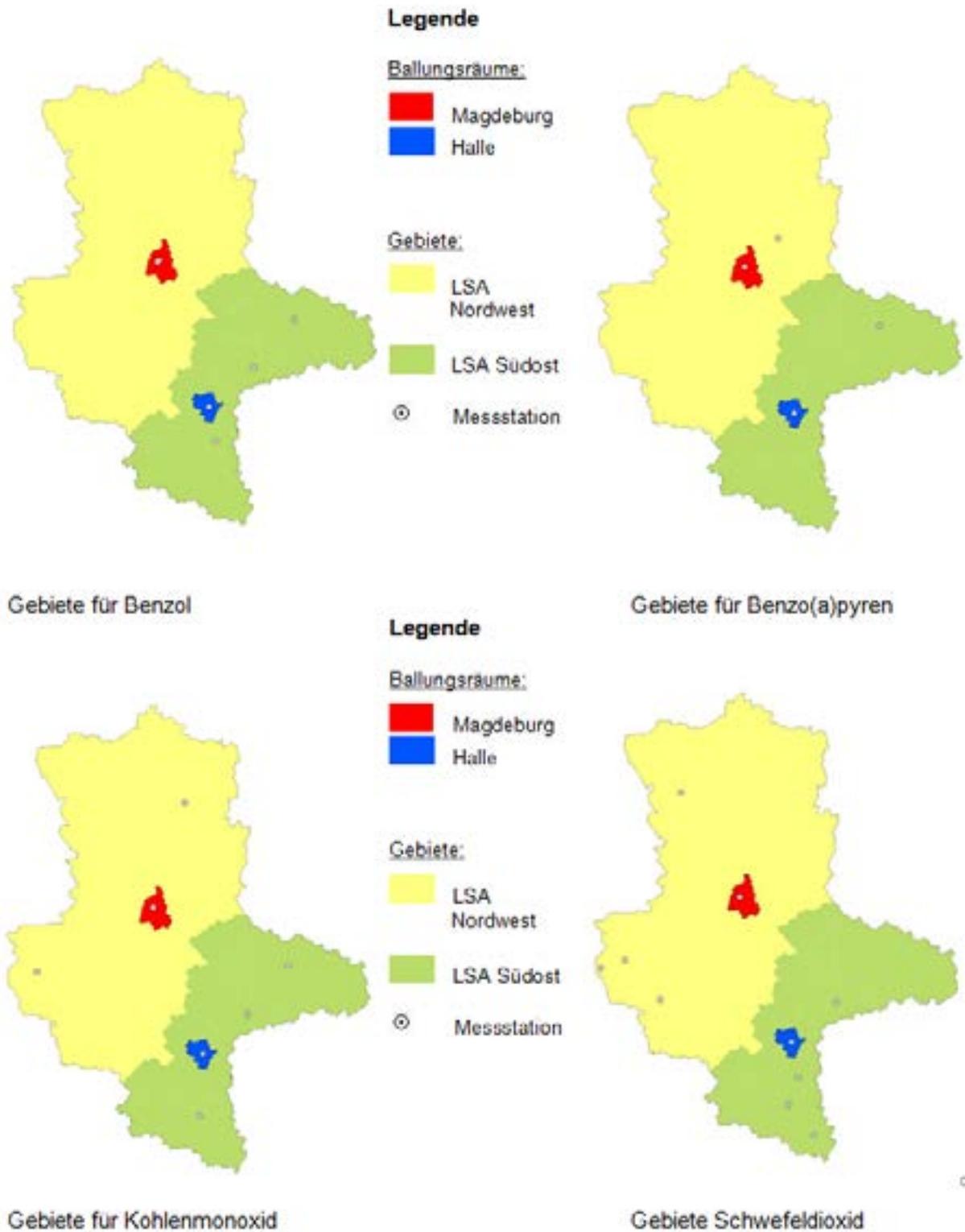


Abbildung A 2: Gebietseinteilung für Benzol, Benzo(a)pyren, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid

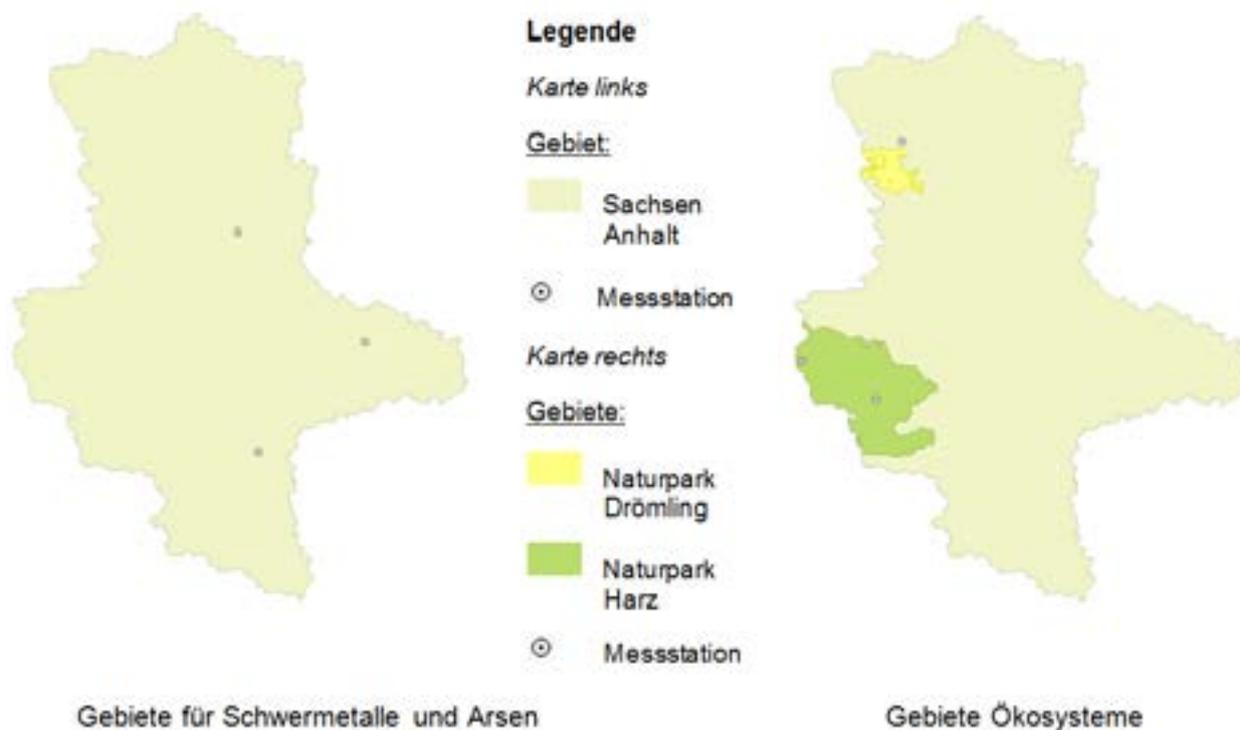


Abbildung A 3: Gebietseinteilung für Schwermetalle und Arsen sowie Ökosysteme

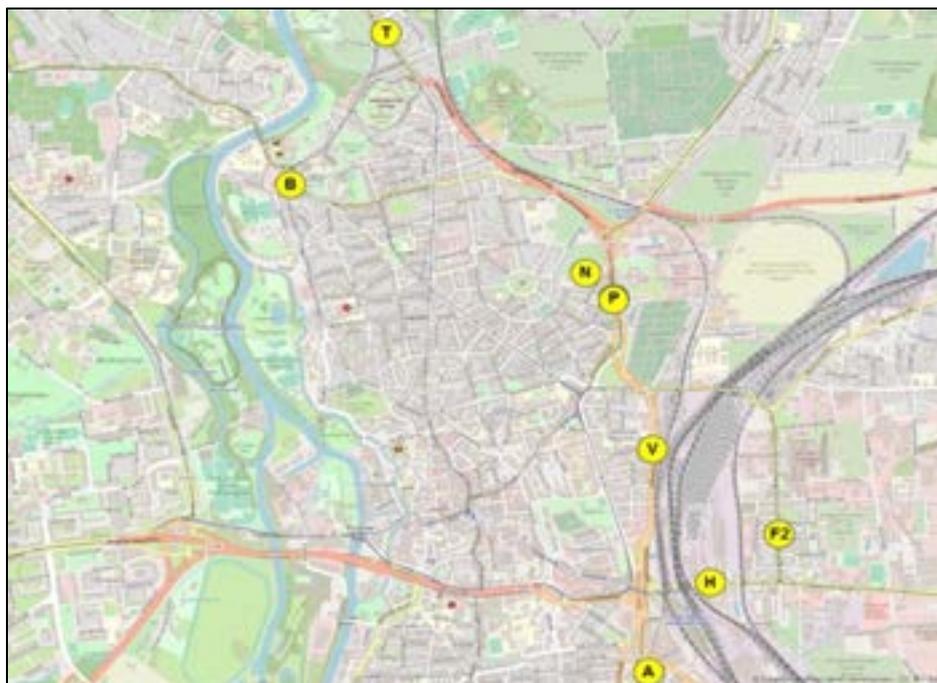


Abbildung A 4: Lage der Passivsammler-Messstandorte in Halle (Saale)¹⁸

(P: Paracelsusstr., T: Trothaer Str. 104 a, B: Burgstr. 5/6, H: Delitzscher Str. 20, V: Volkmannstr. 13, N: Schleiermacherstr., A: Merseburger Str. 10, F2: Freiimfelder Str. 92)

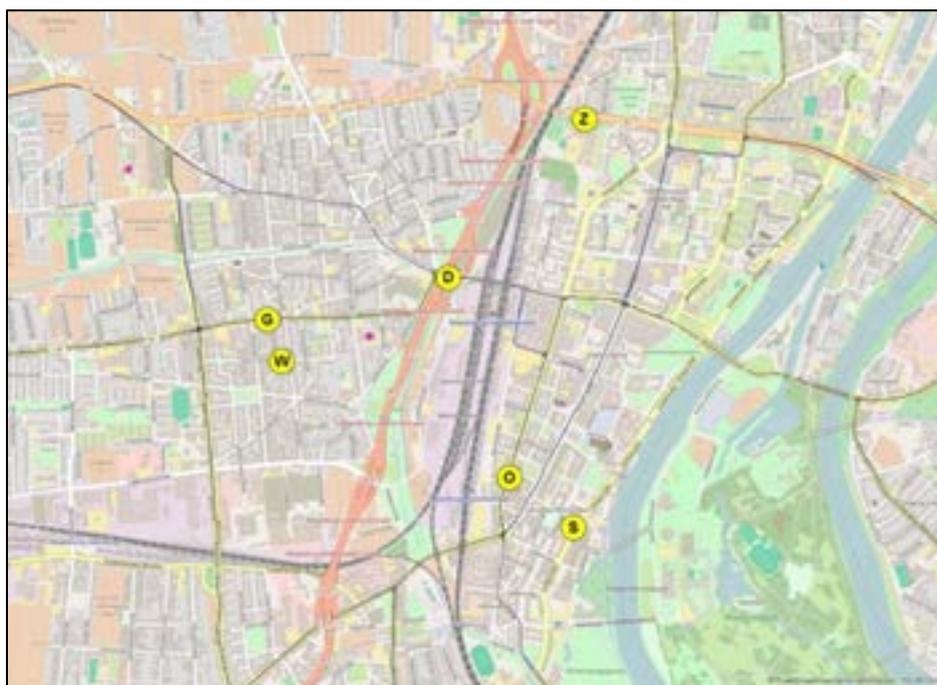


Abbildung A 5: Lage der Passivsammler-Messstandorte in Magdeburg¹⁸

(W: Hans-Löscher-Str., D: Damaschkeplatz, O: Otto-von-Guericke Straße, G: Gr. Diesdorfer Straße, S: Schleiufer, Z: Walther-Rathenau-Str.)

¹⁸ Karten von OpenStreetMap - Veröffentlicht unter ODbL (<http://www.openstreetmap.org/copyright>)

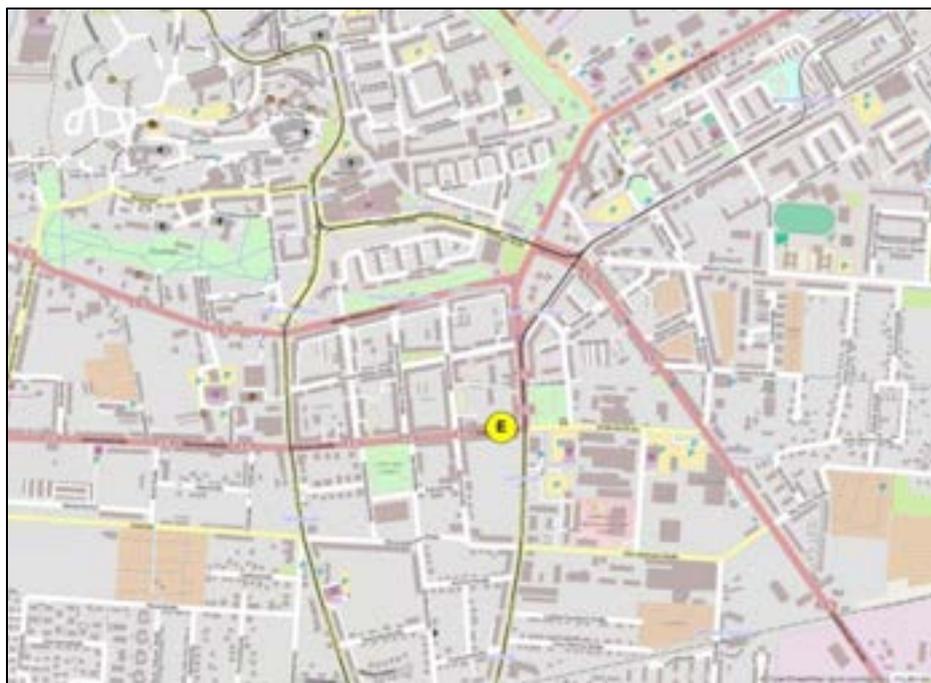


Abbildung A 6: Lage des Passivsammler-Messtandortes in Halberstadt¹⁸
 (E: Friedenstraße 6)

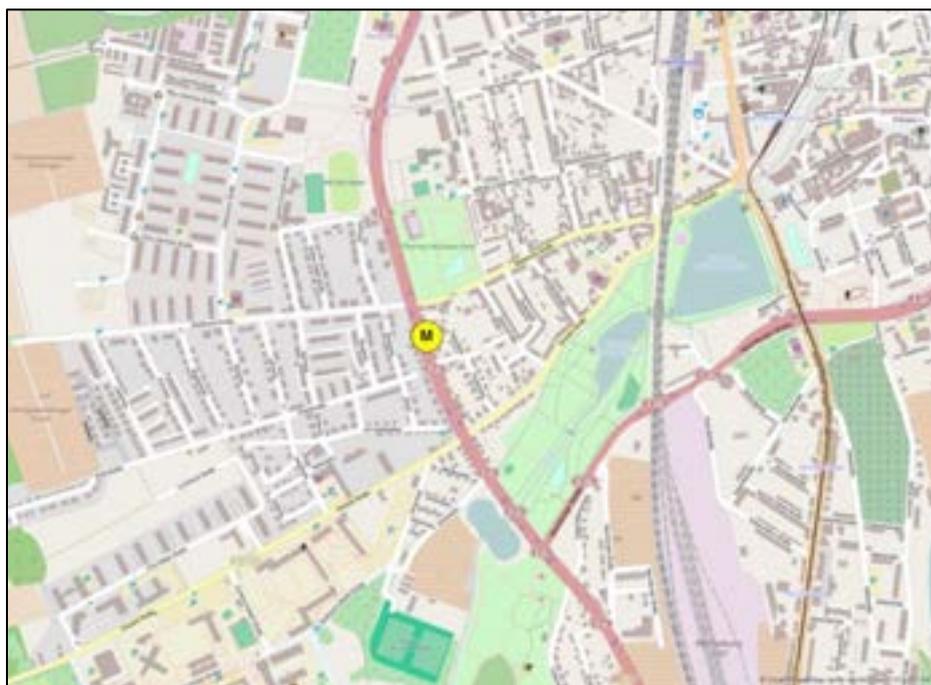


Abbildung A 7: Lage des Passivsammler-Messtandortes in Merseburg¹⁸
 (M: B91, Thomas-Müntzer-Str. 67)

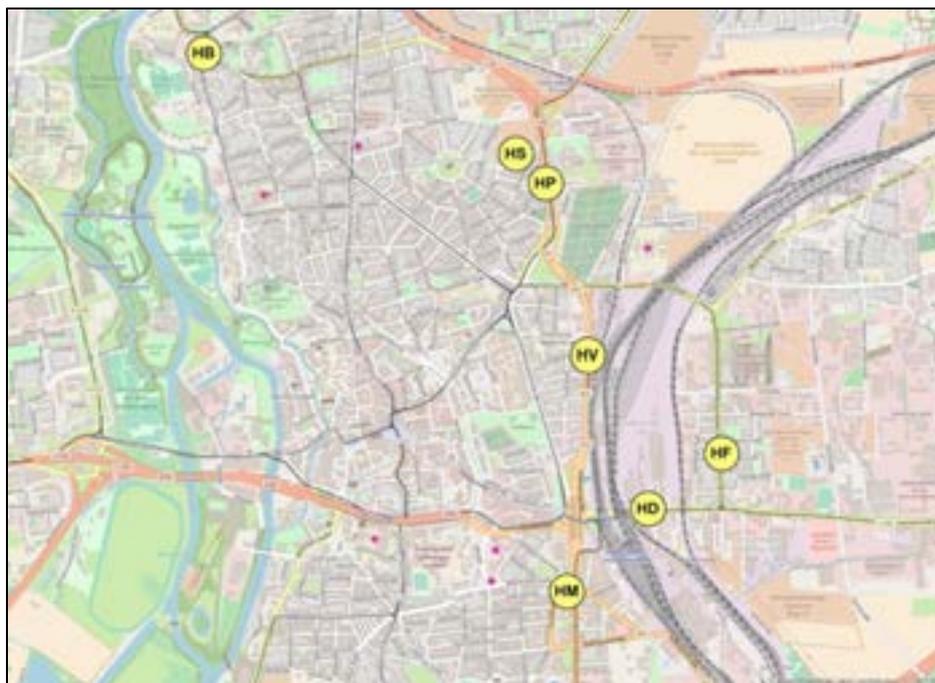


Abbildung A 8: Lage der Messstandorte NUPS in Halle (Saale)¹⁸

(HP: Paracelsusstr., HB: Burgstr., HV: Volkmannstr., HM: Merseburger Str., HF: Freiimfelder Str.)



Abbildung A 9: Lage der Messstandorte NUPS in Magdeburg¹⁸

(MW: Hans-Löscher-Str., MG: Gr. Diesdorfer Straße, MS: Schleiufer)

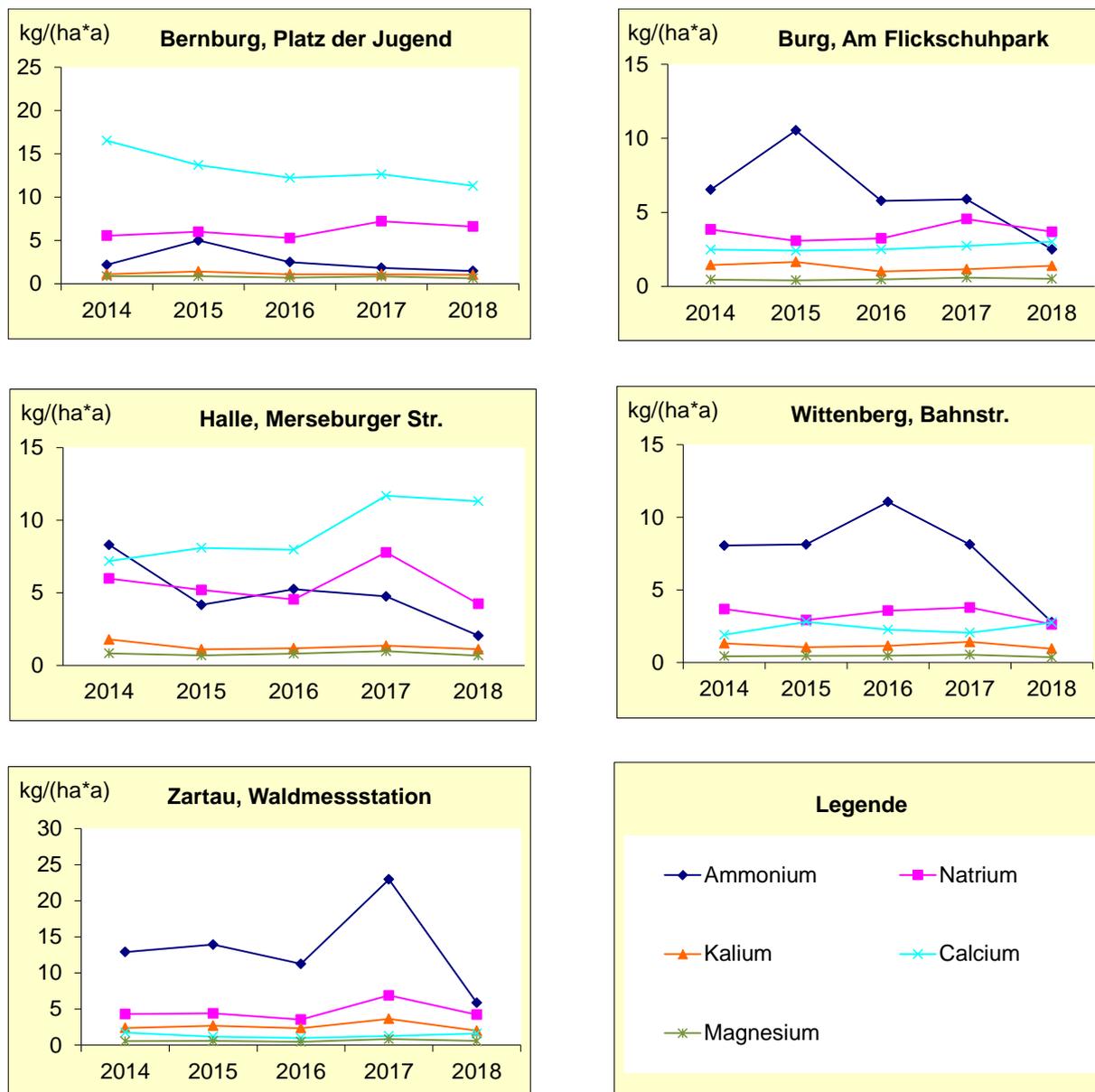


Abbildung A 10: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messtationen, Jahresvergleich der Kationen in kg/(ha*a)

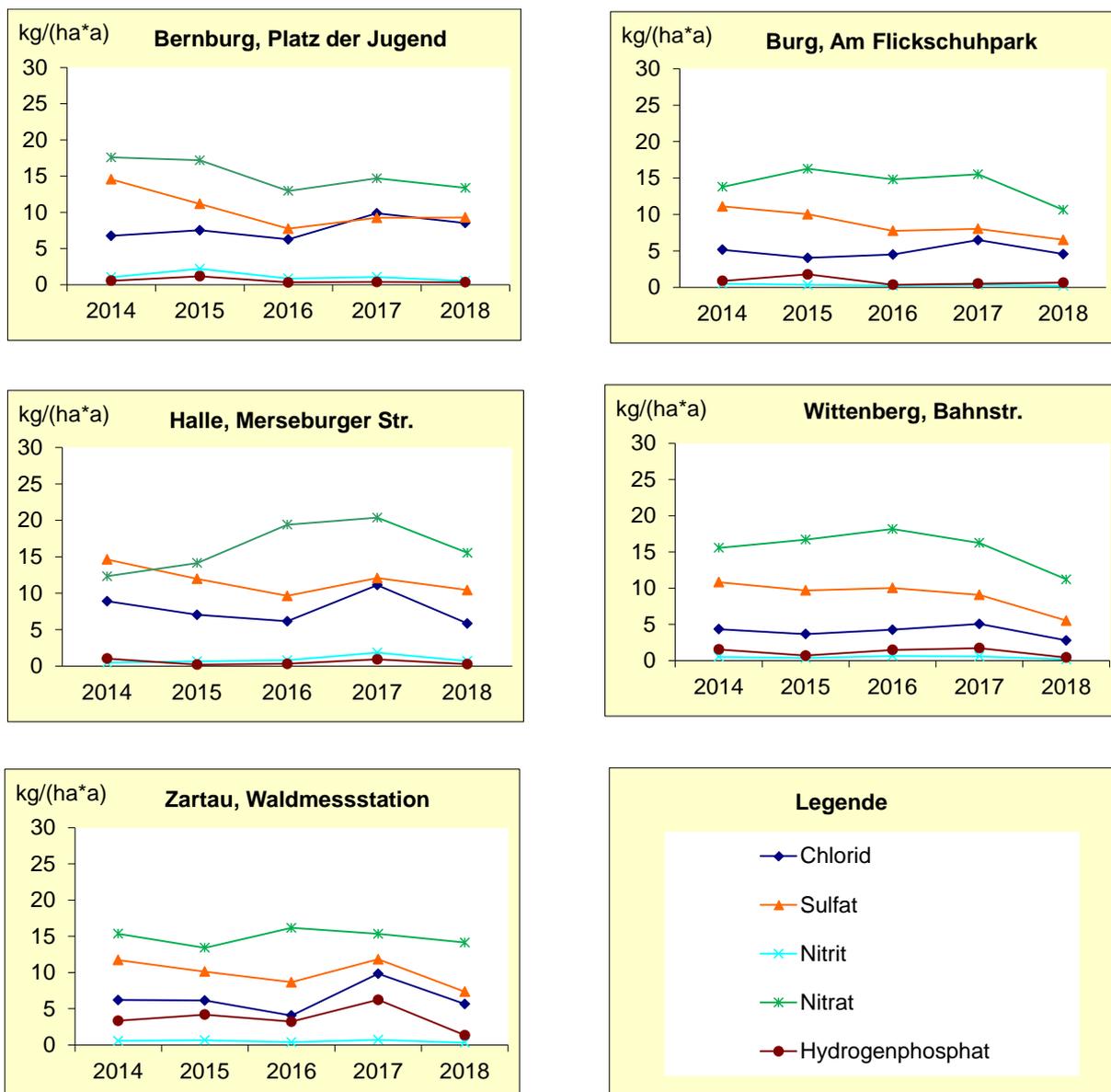


Abbildung A 11: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen, Jahresvergleich der Anionen in kg/(ha*a)

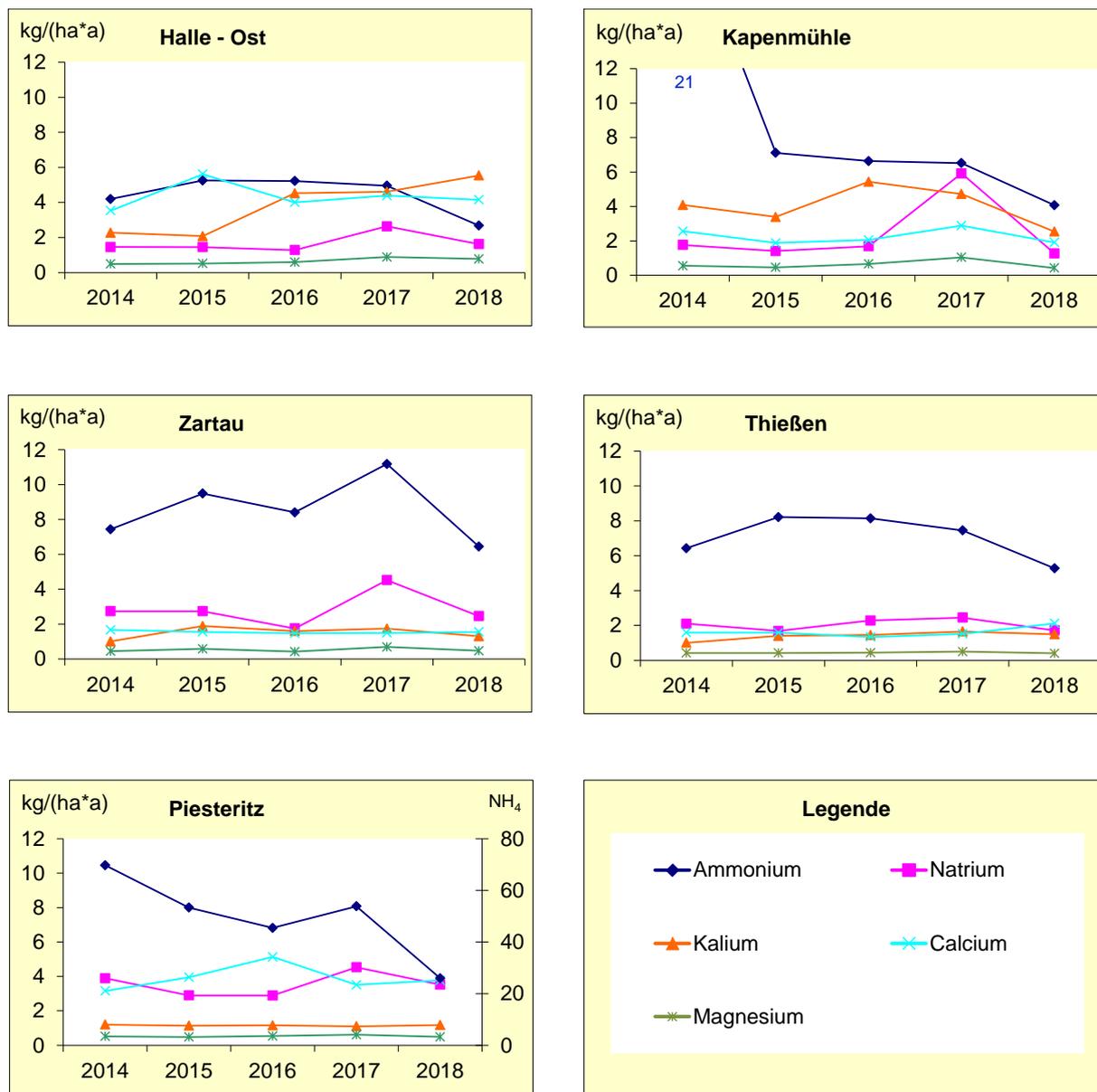


Abbildung A 12: Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern, Jahresvergleich der Kationen in kg/(ha*a)

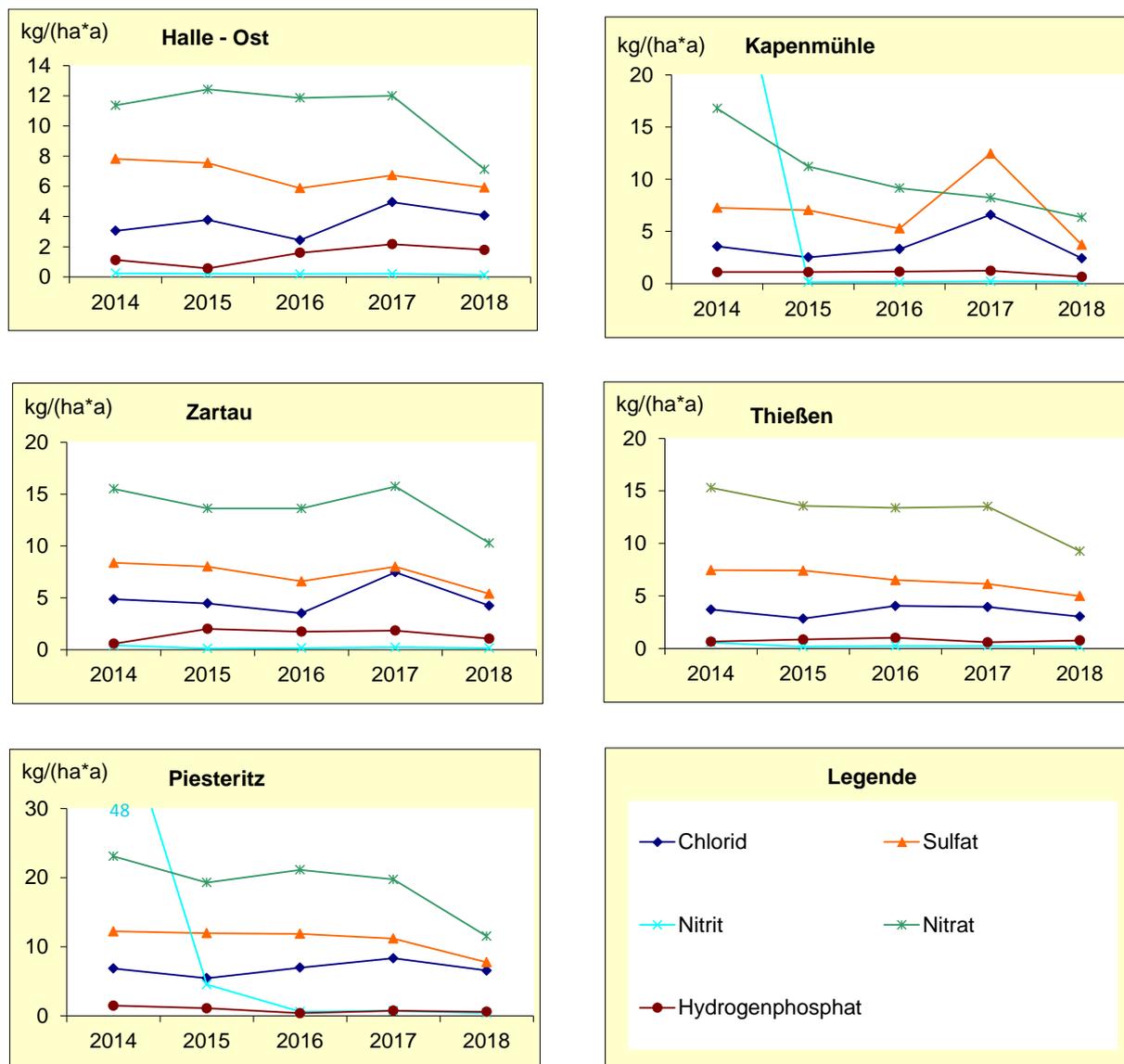


Abbildung A 13: Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern, Jahresvergleich der Anionen in kg/(ha*a)

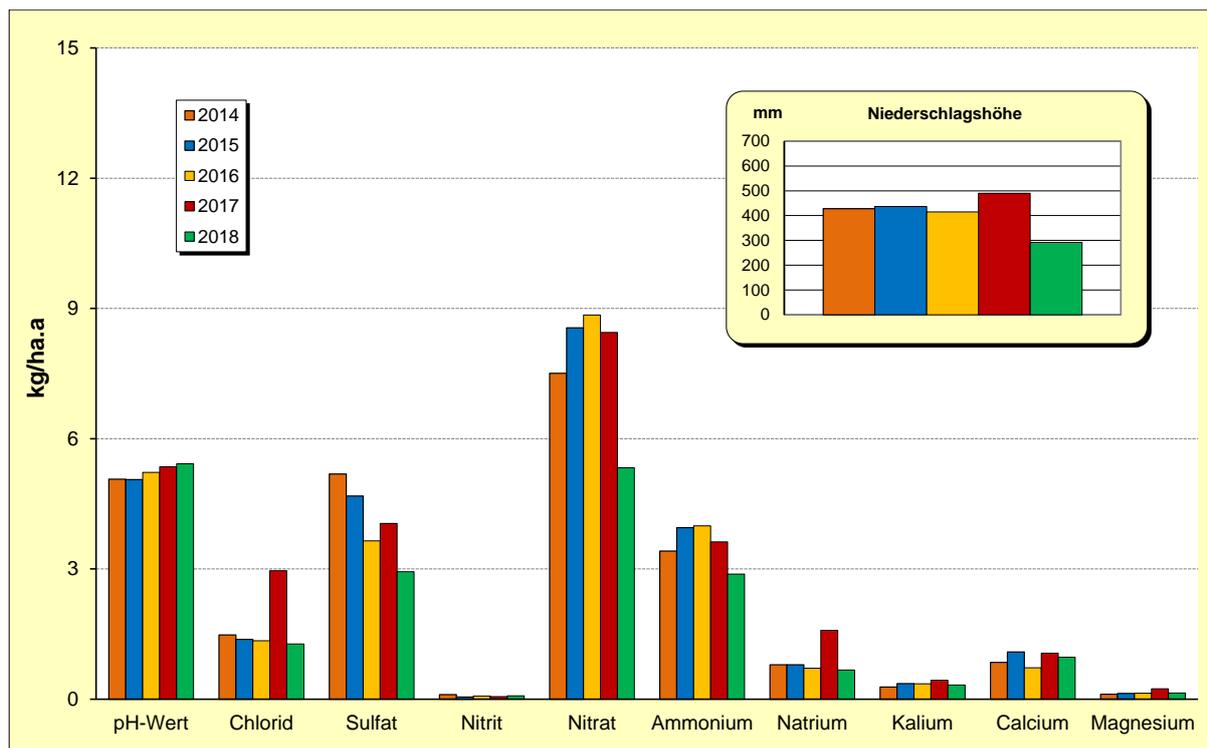
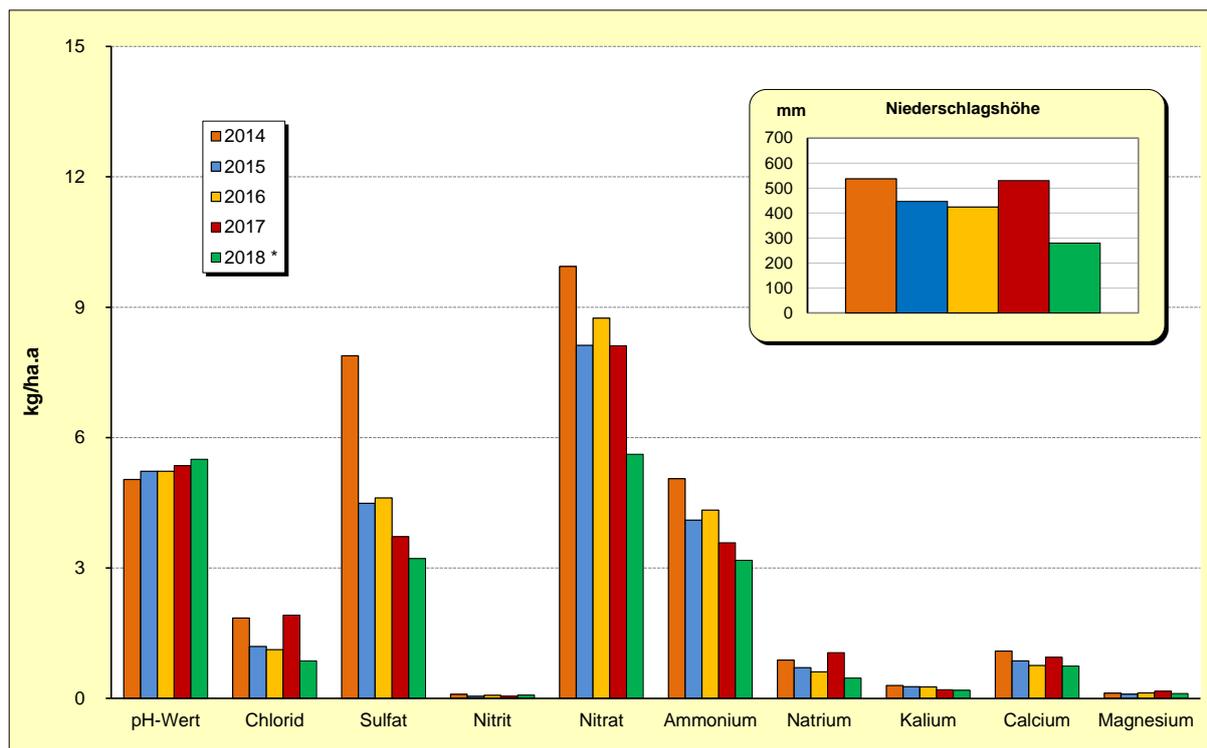


Abbildung A 14: Stoffeintrag durch Nassdeposition an der Station Halle (Ost)



* 01.06. - 07.09.2018 Geräteausfall

Abbildung A 15: Stoffeintrag durch Nassdeposition an der Station Weißenfels

5 Anhang 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})**¹⁹ 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 $2,5 \mu\text{m}$ (Partikel $\text{PM}_{2,5}$)
- **Grobe** Partikel: Teilchen größer als $2,5 \mu\text{m}$
(Teilchen größer als $2,5 \mu\text{m}$ und kleiner als $10 \mu\text{m}$ werden auch als „**coarse fraction**“ bezeichnet)

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

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

$\text{PM}_{2,5}$ 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.

¹⁹ Der d_{ae} eines Teilchens beliebiger Form, chemischer Zusammensetzung und Dichte ist gleich dem Durchmesser einer Kugel mit der Dichte ein Gramm pro Kubikzentimeter (1 g/cm^3), welche in ruhender oder wirbelfrei strömender Luft dieselbe Sinkgeschwindigkeit hat wie das betrachtete Teilchen.

primäre Partikel*anthropogene Quellen*

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)

natürliche Quellen

Vulkane, Meere (Seesalzaerosole), Waldbrände und biologisches organisches Material (z. B. Pflanzenpollen)

sekundär gebildete Partikel

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.

Methan-Emissionen aus Feuchtgebieten und Emissionen von Lachgas durch biologische Aktivitäten in Böden

Average Exposure Indicator = Indikator für die durchschnittliche Exposition der Bevölkerung (AEI)

Basis für diesen Indikator sind Partikel PM_{2,5}-Messungen an Stationen im urbanen Hintergrund auf nationaler Ebene. Für die Umsetzung dieser Messverpflichtung gemäß der Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa (2008/50/EG) wurden deutschlandweit **36 Stationen** benannt (39. BImSchV §15, Anlagen 5 und 12), deren zusammengefasste Messergebnisse die Basis für die Ermittlung des AEI bilden. Die Berechnung erfolgt als gleitender Jahresmittelwert der Konzentration für drei Kalenderjahre. Der AEI für das erste Referenzjahr 2010 ist der Mittelwert der Jahre 2008, 2009 und 2010.

In Abhängigkeit von der Höhe des AEI ergibt sich ein gestaffelter Prozentsatz der Reduktionsverpflichtung bis zum Jahr 2020 (AEI = 18 - < 22 µg/m³ = 20 % Reduktion, AEI = 13 - < 18 µg/m³ = 15 % Reduktion, AEI = 8,5 - < 13 µg/m³ = 10 % Reduktion).

Als Ausgangswert für das Jahr 2010 wurde für Deutschland ein AEI²⁰ von 16,4 µg/m³ berechnet. Daraus leitet sich entsprechend der EU-Richtlinie ein nationales Minderungsziel von 15 % bis zum Jahr 2020 ab. Demnach darf der für das Jahr 2020 als Mittelwert der Jahre 2018, 2019 und 2020 berechnete AEI einen Wert von 13,9 µg/m³ nicht überschreiten.

Aufgrund des vorgegebenen Zeithorizontes für die Überprüfung des Reduktionszieles müssen die beiden AEI-Messstationen in Sachsen-Anhalt Magdeburg/West und Halle/Nord mindestens bis zum Jahr 2020 unverändert betrieben werden.

²⁰ Quelle: Umweltbundesamt, Luftqualität 2018, vorläufige Auswertung, Stand Januar 2019