



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Umweltschutz

Immissionsschutzbericht Sachsen-Anhalt

Luftqualität 2016

Impressum

Herausgeber:	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Tel.: +49 345-5704-501 poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de Internet: www.lau.sachsen-anhalt.de
Redaktion:	Fachbereich Immissionsschutz, Klimaschutz Fachgebiet Immissionsüberwachung
Redaktionsschluss:	Halle (Saale), Oktober 2017
Bildrechte	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

Vorwort	5
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.....	13
1.1.3 Ermittlung von Rußkonzentrationen mit NUPS.....	14
1.2 Depositionsmessnetz.....	14
1.2.1 Messnetz Staubbiederschlag.....	15
1.2.2 Messnetz An- und Kationen.....	15
1.2.3 Messnetz Dioxine/Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle.....	15
1.3 Immissionsmeteorologische Einschätzung.....	20
1.4 Ergebnisse aus dem Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt.....	22
1.4.1 Allgemeine Einschätzung.....	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	27
1.4.2.3 Partikel PM ₁₀ -Episode(n) im Jahr 2016.....	29
1.4.2.4 Trendentwicklung für Partikel PM ₁₀ und Partikel PM _{2,5} in Sachsen-Anhalt.....	37
1.4.2.5 Bewertung der Jahresmittelwerte 2016 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 NO ₂ -Belastungssituation an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt.....	41
1.4.3.2 Ergebnisse der NO ₂ -Passivsammlermessungen.....	43
1.4.4 Ozon (O ₃).....	45
1.4.5 Ursachenanalyse der Überschreitung des Informationswertes an der LÜSA-Messstation Wittenberg Bahnstraße am 25. Juni 2016.....	49
1.4.6 Ursachenanalyse der Ozonepisode am 27. und 28. August 2016.....	51
1.4.7 Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM ₁₀	54
1.4.7.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).....	54
1.4.7.2 Ruß (EC).....	57
1.4.7.3 Schwermetalle.....	59
1.4.7.4 Ionen.....	59
1.4.8 Benzol, Toluol und Xylole (BTX).....	61
1.4.9 Schwefeldioxid (SO ₂).....	64
1.4.10 Kohlenmonoxid (CO).....	65
1.4.11 Schwefelwasserstoff (H ₂ S).....	66
1.4.12 Kohlendioxid (CO ₂).....	67
1.5 Ergebnisse der Depositionsmessungen.....	69
1.5.1 Staubbiederschlag.....	69
1.5.2 Ausgewählte Anionen und Kationen.....	71
1.5.2.1 Bulk-Deposition.....	71
1.5.2.2 Wet-Only-Deposition.....	76
1.5.3 PCDD/F- und dl-PCB-Deposition.....	78
1.5.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).....	80

1.6	Sondermessprojekt „Einfluss von Holzheizungen im innerstädtischen Bereich“	83
1.6.1	Einführung	83
1.6.2	Standortbeschreibung und Messkonzeption	83
1.6.3	Darstellung und Bewertung der Messergebnisse	84
1.6.4	Zusammenfassung	86
1.7	Bewertungsmaßstäbe	87
2	Zusammenfassung	94
3	Anhang Tabellen	100
4	Anhang Abbildungen	128
5	Anhang Begriffsbestimmungen	140

Vorwort

Die Luftqualität hat sich in Sachsen-Anhalt seit 1990 deutlich verbessert. Probleme wie der saure Regen gehören mittlerweile der Vergangenheit an. Heute stehen andere Luftschadstoffe im Fokus, die massiv unsere Gesundheit gefährden: Feinstaub oder Stickstoffdioxid. In epidemiologischen Studien konnte ein Zusammenhang zwischen der zeitnahen Belastung mit NO₂ und der Zunahme der Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie der Sterblichkeit in der Bevölkerung beobachtet werden.

Der vorliegende Immissionsschutzbericht konzentriert sich erstmals ausschließlich auf den Schwerpunkt Luftqualität im Jahr 2016. Er enthält eine umfassende Darstellung der Messergebnisse, vergleichende Betrachtungen zur zurückliegenden Entwicklung, Aussagen zur Bewertung der Luftqualität und zur Einwirkung von luftverunreinigenden Stoffen auf die Umwelt in Sachsen-Anhalt.

Für die Orte mit der höchsten Luftschadstoffbelastung und Grenzwertüberschreitungen für Feinstaub (Partikel PM₁₀) und Stickstoffdioxid wurden Luftreinhaltepläne mit Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität erarbeitet. Die Pläne und deren Maßnahmen werden einer kontinuierlichen Evaluierung unterzogen.

In der Landeshauptstadt Magdeburg und in Halle (Saale) wurden im Jahr 2011 Umweltzonen eingerichtet, die die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Luftqualitätsgrenzwerte sicherstellen sollen. Eine Verschärfung der Anforderungen („grüne“ Umweltzone) für beide Städte war zum 1. Januar 2013 in Kraft getreten. In Halle (Saale) wurde eine dritte Stufe der Umweltzone am 3. März 2016 eingeführt, womit deren verkehrsbeschränkende Anforderungen weiter verschärft wurden. Die Einhaltung des Immissionsgrenzwertes für Stickstoffdioxid wird auch zukünftig weitere Maßnahmen zur Luftreinhaltung erfordern.

Der Immissionsschutzbericht erscheint in diesem Jahr zum 27sten Mal. Aufgrund der Schwerpunktsetzung im Bereich Immissionen wurde der Inhalt leicht reduziert. Er wird durch das Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (MULE) erstellt und herausgegeben.

Der vorliegende Bericht dient der umfassenden Unterrichtung der Öffentlichkeit über die Luftqualität des Jahres 2016. Er entspricht den Mindestanforderungen 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. Jederzeit tagesaktuelle Information zur Luftqualität sind über das Internetportal des LAU (www.lau.sachsen-anhalt.de) und die „LÜSA-App“ abrufbar.

Allen Beteiligten, die auch in diesem Jahr mit großem Engagement den „Immissionsschutzbericht Sachsen-Anhalt – Luftqualität 2016“ erarbeitet haben, gilt mein herzlicher Dank.

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

1 Immissionen luftverunreinigender Stoffe

Die EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa sowie die aktuelle nationale Gesetzgebung auf dem Gebiet des Immissionsschutzes der Bundesrepublik Deutschland (BImSchG) verlangen eine kontinuierliche Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt, für die die Zuständigkeit beim LAU liegt.

Für diese 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 im near-real-time Betrieb rund um die Uhr die Luftbelastungsdaten im Land erfasst und für verschiedenste Nutzer und Zwecke bereitstellt. Es umfasst gegenwärtig 19 große Containermessstationen (Stand Jahr 2016). Hinzu kommen vier Kleinmessstationen, 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 die Datenübertragung sicherer (Verschlüsselung), weniger stör anfällig (Einsatz moderner Hardware) und zukunftsfähig.

Die wesentlichsten Aufgaben des LÜSA sind:

- Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität gemäß der EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa (2008/50/EG) und der 4. Tochterrichtlinie (2004/107/EG), national umgesetzt in Form der 39. Bundes-Immissionsschutz-VO (39. BImSchV),
- Erzeugung der Datengrundlage für das Umweltinformationssystem (UIS) sowie für das europäische Luftmessnetz (EURO-AIRNET) gemäß Durchführungsbeschluss der Kommission (2011/850/EU) mit Bestimmungen zu den Richtlinien 2004/107/EG und 2008/50/EG,
- 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,
- kontinuierliche Zustandserfassung und Trendbeobachtung luftverunreinigender Stoffe bei gleichzeitiger Erfassung meteorologischer Parameter,
- Information der Öffentlichkeit über den aktuellen Stand und die langfristige Entwicklung der Immissionssituation in Sachsen-Anhalt auf multimedialer Ebene gemäß der EU-Umweltinformations-Richtlinie (2003/4/EG), welche in Form des Umweltinformationsgesetzes des Bundes (UIG) in nationales Recht umgesetzt wurde (zusätzlich gilt das UIG des Landes Sachsen-Anhalt),
- near-real-time Bereitstellung der Messdaten für das Internet, für den Datenverbund Deutschland und das europäische Luftmessnetz,
- 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 01.01.2016).



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

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.

Mit Blick auf die gesetzlichen Mindestanforderungen zur Überwachung der Luftqualität erfolgt eine regelmäßige und kritische Überprüfung des Messnetzes mit dem Ziel einer Messnetzoptimierung. 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 (Abbildung 2). Infolge dessen ergaben sich im Jahr 2016 die nachfolgend aufgeführten Änderungen innerhalb des Messnetzes (Tabelle 1).

Tabelle 1: Wesentliche Änderungen im LÜSA im Jahr 2016

Station	Änderung	Datum
Magdeburg/ Guericke-Str.	Inbetriebnahme der neuen Messstation (Komponenten: PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO/NO ₂ , BTX)	01.01.16
Halberstadt/ Paulsplan	Beginn einer PM _{2,5} -Messreihe (Erweiterung der PM _{2,5} -Datenbasis im Beurteilungsgebiet LSA West)	21.05.16
Zartau (Waldmessstation)	Austausch der verschlissenen Containerhülle (Messprogramm unverändert)	25.10.16
Aschersleben, Halle/ Merseburger Straße	Ablösung/Ersatz der bislang eingesetzten Hochvolumensammler (HVS) DHA 80 durch LVS (Low Volume Sampler) vom Typ SEQ 47/50 <i>Die LVS-Geräte entsprechen dem gemäß DIN EN 12341:2014 definierten Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀ oder PM_{2,5} Massenfraktion des Schwebstaubes.</i>	12/2016

**Abbildung 2:** Austausch der Containerhülle der Waldmessstation Zartau im Oktober 2016 (Verladen der alten Station zwecks Abtransport und Entsorgung)

Details zu den Einsätzen des Immissionsmessfahrzeugs im Jahr 2016 können Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Einsätze des Immissionsmessfahrzeugs im Jahr 2016

Standort	Bemerkungen	Zeitraum
Halle, Trothaer Straße	orientierende Messung zur Ermittlung der Partikel- und Stickstoffdioxidbelastung (Evaluierung des Luftreinhalteplanes) 1. Wiederholungsmessung / 1. Messphase	12.01.16 – 28.02.16
Magdeburg, O.-v.-Guericke-Str.	orientierende Messung zur Ermittlung der Partikel- und Stickstoffdioxidbelastung (Evaluierung des Luftreinhalteplanes) 1. Wiederholungsmessung / 1. Messphase	01.03.16 – 10.04.16
Magdeburg, O.-v.-Guericke-Str	orientierende Messung zur Ermittlung der Partikel- und Stickstoffdioxidbelastung (Evaluierung des Luftreinhalteplanes) 1. Wiederholungsmessung / 2. Messphase	11.04.16 – 31.05.16
Halle, Trothaer Straße	orientierende Messung zur Ermittlung der Partikel- und Stickstoffdioxidbelastung (Evaluierung des Luftreinhalteplanes) 1. Wiederholungsmessung / 2. Messphase	02.06.16 – 24.07.16
Steckby, Gelände der LAU-Außenstelle	orientierende Messung zur Ermittlung der Hintergrundbelastung (Partikel und Stickstoffdioxid), 2. Messphase	26.07.16 – 03.11.16

1.1.1.1 Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt

Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt gemäß EU-Richtlinie auf der Basis ausgewiesener Gebiete und Ballungsräume in den Mitgliedstaaten. Zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit wurden daher auf Basis einer Ausgangsbeurteilung gemäß Artikel 5 der inzwischen abgelösten EU-Rahmenrichtlinie¹ (1996/62/EG) entsprechende Gebiete und Ballungsräume für die regelmäßige Beurteilung der Luftqualität im Land Sachsen-Anhalt ausgewiesen.

Bereits im Jahr 2012 wurde die langjährige Gebietseinteilung im Zusammenhang mit der jährlichen EU-Berichterstattung verändert und neu angepasst. Damit wurde u. a. der allgemeinen Entwicklung der Luftbelastungssituation und den Veränderungen im Messnetz Rechnung getragen. Der neue Gebietszuschnitt führt zu einer deutlichen Reduzierung der Anzahl der Gebiete und basiert auf einer sehr spezifischen und komponentenabhängigen Gebietseinteilung.

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

Mit dem immissionsschutzrechtlichen Vollzug entsprechend der Richtlinie Luftqualität und saubere Luft in Europa (2008/50/EG) sind die Anforderungen, die das LÜSA als komplexes und integriertes **Mess- und Informationssystem** zu erfüllen hat, wesentlich gestiegen. Das LÜSA hat dabei erhöhte Anforderungen insbesondere bzgl. einer zeitnahen (stündlichen), allgemeinverständlichen und aktiven Information der Öffentlichkeit sowie der relevanten Organisationen wie Umweltschutzverbände, Interessenvertretungen gefährdeter Personengruppen und anderer Stellen, die mit dem Gesundheitsschutz befasst sind, zu erfüllen. So werden verschiedenste Wege für Datenpublikationen genutzt, wobei die elektronischen Medien immer mehr an Bedeutung gewonnen haben, da hierüber die von der EU geforderte zeitnahe Information gewährleistet werden kann. Über die Tagespresse wird die Öffentlichkeit zumeist im Zusammenhang mit besonderen Belastungssituationen, z. B. Ozonepisoden informiert.

Das Internet-Angebot des LÜSA wurde in den zurückliegenden Jahren immer wieder erweitert und ausgebaut. Zuletzt wurden die zumeist tabellarisch vorhandenen Informationen durch kartenbasierte Darstellungen zur Visualisierung der Ozon- und Feinstaubbelastung ergänzt. Über ein Berichtsarchiv sind weiterhin verschiedene Fachberichte und Fachinformationen abrufbar. Die Internet-Adresse des LÜSA-Angebotes lautet:

<https://www.luesa.sachsen-anhalt.de/luesa-web/>.

¹ ersetzt durch die RL 2008/50/EG



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

Seit nunmehr zwei Jahren sind aktuelle Informationen zur Luftschadstoffbelastung auch mobil über eine App verfügbar. Die im Auftrag des LAU entwickelte **Luftqualitäts-App** (LÜSA-App) wurde zwischenzeitlich bereits aktualisiert und im Funktionsumfang erweitert.

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.

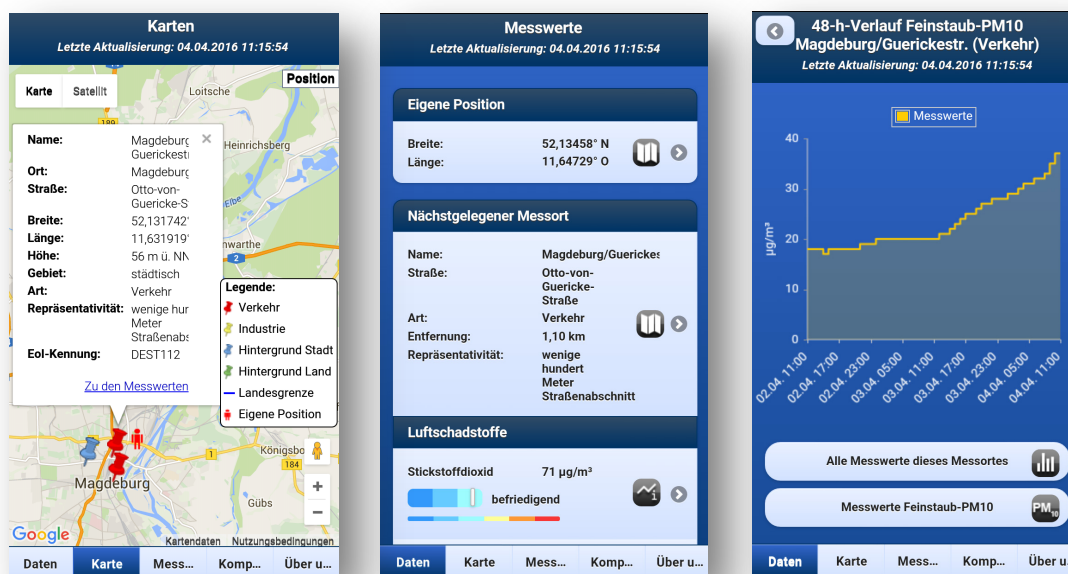


Abbildung 4: Screenshots der Luftqualitäts-App Sachsen-Anhalt

Die LÜSA-App ist ein kostenfreies Informationsangebot des LAU. Diese App informiert stündlich aktualisiert über die Luftqualität an den Messstationen zur Luftüberwachung in Sachsen-Anhalt (LÜSA) und bewertet diese auf Basis eines Luftqualitäts-Indexes, der mittels einer 6-stufigen Farbskala die Luftqualität von sehr gut (blau) bis sehr schlecht (rot) anschaulich darstellt. Zusätzlich stellt die App die wichtigsten Wetterdaten bereit. Per GPS wird der aktuelle Standort des Nutzers ermittelt und die Luftqualität der nächstgelegenen Messstation dann automatisch angezeigt. Bei schlechter Luftqualität, beispielsweise aufgrund hoher Feinstaubbelastung, wird der Nutzer mittels „push-up“-Meldung direkt darauf hingewiesen. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, gezielt Informationen über einzelne Messstationen und Messdaten des Luftmessnetzes abzurufen. Neben der Darstellung der aktuellen Werte werden für die Messdaten Verlaufskurven über die jeweils letzten 48 h angeboten.

Luftschadstoffe

- Stickstoffdioxid (NO_2)
- Feinstaub (PM_{10})
- Ozon (O_3)
- Schwefeldioxid (SO_2)
- Kohlenmonoxid (CO)

Meteorologie

- Lufttemperatur
- Windrichtung
- Windgeschwindigkeit
- Luftdruck
- Niederschlag
- Globalstrahlung

Die LÜSA-App ist für die Betriebssysteme Android, iOS und Windows Phone kostenlos in den entsprechenden App-Stores erhältlich.

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.

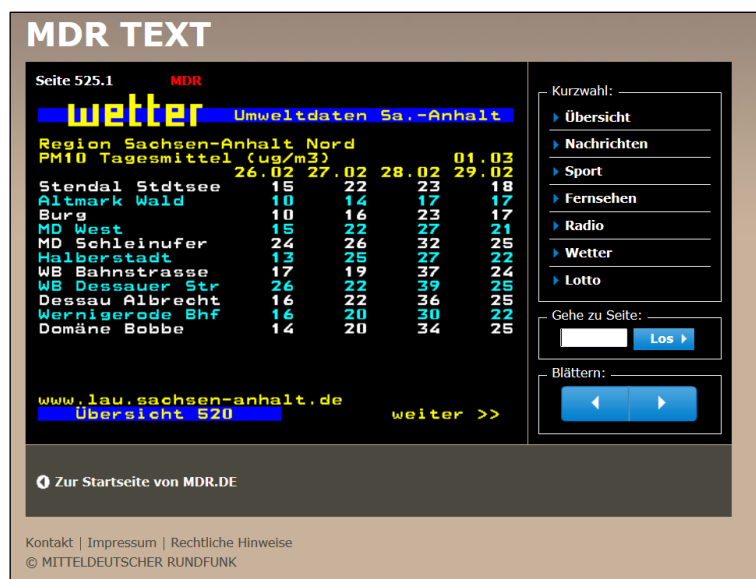


Abbildung 5: Beispiel für Videotextseite des MDR, Tafel 525, Seite 1 (Partikel PM_{10} 24h-Mittelwerte, Region Nord)

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

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 Eu-

ropäische 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 (<http://www.eea.europa.eu>). 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.eionet.europa.eu/aqportal/products/viewers> werden diese Informationen und auch statistische Auswertungen der gesammelten Messdaten über ein kartenbasiertes Informationssystem bereitgestellt (Abbildung 6).

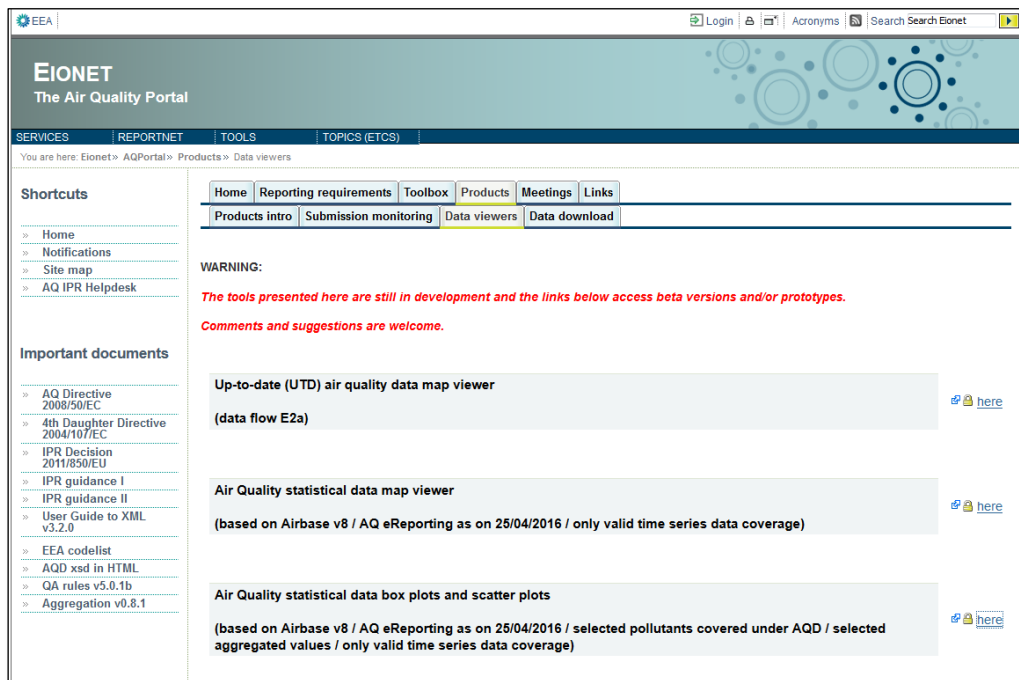


Abbildung 6: Startseite für das kartenbasierte Informationssystem (map viewer) zur Luftbelastung in Europa auf der Webseite der EUA

Bei den "Up-to-date" Daten handelt es sich um noch unvalidierte und damit vorläufige Daten. Die Standortmarkierungen der Messstationen werden in Abhängigkeit von der Belastungshöhe eingefärbt. Abrufbar sind Verläufe der 1-h-Mittelwerte für die Komponenten Partikel PM_{10} und $PM_{2,5}$, Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid. Beim Anklicken einer Stationsmarkierung erscheint ein Fenster mit Metainformationen zur Messstation und es wird eine Grafik des Messwertverlaufs angezeigt. Abbildung 7 zeigt beispielhaft anhand der LÜSA-Station Magdeburg/Schleiufer (EU-Code: DEST103) die Art der Darstellung auf der EUA-Webseite im Detail. Dargestellt ist die Stickstoffdioxidkonzentration ab dem 24.02.2017.

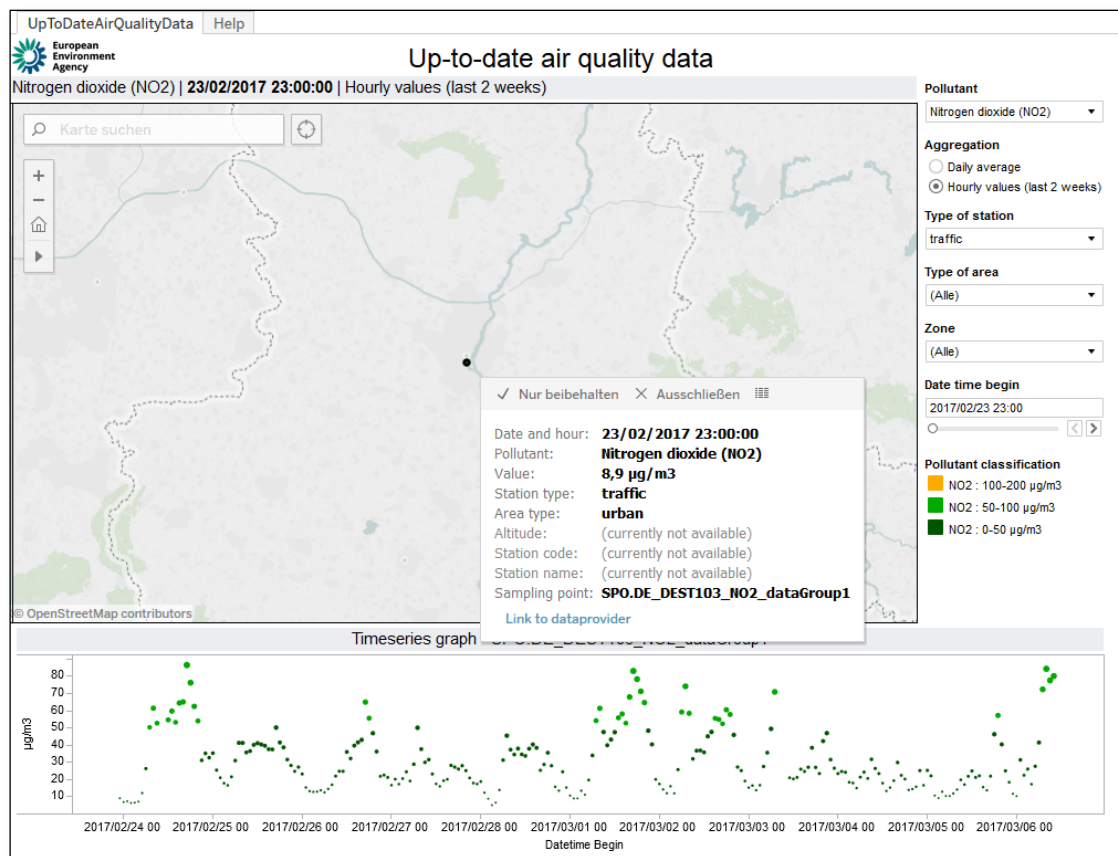


Abbildung 7: Beispiel für die Detailedarstellung der Luftbelastung auf der Webseite der EUA

1.1.2 Ermittlung der NO₂-Konzentration mit Passivsammlern

Im Rahmen der Umsetzung der Luftqualitätsrichtlinien der EU sind umfangreiche Beurteilungen der Luftqualität hinsichtlich der Stickstoffdioxidimmissionskonzentrationen an einer festgelegten Anzahl von Probenahmestandorten erforderlich. 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 NO₂ in der Außenluft mit Passivsammlern erfordert im Vergleich zur Überwachung mit automatisch arbeitenden Messeinrichtungen zusätzlichen laboranalytischen Aufwand, stellt aber eine sehr kostengünstige Ermittlungsmethode und interessante Alternativmethode dar, da die aufwändige Aufstellung von automatischen Messeinrichtungen in Messcontainern und die Bereitstellung benötigter Infrastruktur entfällt. Vor dem Hintergrund eines steigenden Bedarfs an NO₂-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-Grenzwertes²) wurde im Jahr 2016 mit einer Genauigkeit (Unsicherheit) von 13 % sicher eingehalten³.

² 39. BImSchV, Anlage 1

³ interner Bericht „Bestimmung der Sammelrate und der Messunsicherheit der Passivsammlermessungen für das Jahr 2016“, LAU 01.03.2017

Die im Jahr 2016 betriebenen Messstandorte für NO₂-Passivsammlermessungen sind in Abbildung A 4 bis Abbildung A 8 dargestellt. Messanlass, genauer Standort und Beginn der Messungen sind in Tabelle A 24 beschrieben.

1.1.3 Ermittlung von Rußkonzentrationen mit NUPS

In der Umgebungsluft kommen Kohlenstoffverbindungen in Form von organischen Kohlenstoffverbindungen (z. B. pflanzliche Rückstände), die als **organischer Kohlenstoff (OC)** bezeichnet werden, sowie Ruß, der vorwiegend aus **elementarem Kohlenstoff (EC)** besteht, vor. Anorganische Kohlenstoffverbindungen treten nur in Einzelfällen auf.

Der gesamte Kohlenstoff wird mit **TC (Total Carbon)** bezeichnet und stellt die Summe aus EC und OC dar.

Das Messprogramm wurde zur Überprüfung der Konzentrationswerte für den verkehrstypischen Schadstoff Ruß an stark befahrenen Straßen, Straßenabschnitten oder Verkehrsknotenpunkten durchgeführt. In Abbildung A 9 und Abbildung A 10 ist die Lage der Messstandorte beschrieben (Einzelheiten sind in Tabelle A 25 dargestellt). Die Rußmessungen erfolgten mit netzunabhängigen Probenahmesystemen (NUPS). Eine ausführliche Beschreibung des Probenahmesystems ist im Immissionsschutzbericht 2011 enthalten.

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

Auf dem Territorium des Gebietes 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. Staubbiederschlag 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 verän-

derliche 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 2016 wurden folgende Messstandorte betrieben:

- 44 Messstandorte für Staubbiederschlag und Staubinhaltsstoffe,
- 5 Messstandorte für An- und Kationen als Deposition mit Bergerhoff-Sammlern sowie für Staubbiederschlag und Staubinhaltsstoffe an den Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF),
- 5 Messstandorte für An- und Kationen als Deposition mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen,
- 5 Messstandorte für An- und Kationen als Deposition mit RS200-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.

1.2.1 Messnetz Staubbiederschlag

Im Rahmen der Depositionsuntersuchungen mit Bergerhoff-Sammlern wurde im Jahre 2016 landesweit der Staubbiederschlag an 49 Messstandorten (stationäre und temporäre Messnetze) ermittelt. Die 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 (genaue Beschreibung der Probenahmesysteme siehe Immissionsschutzbericht 2011). Die Lage der Messstandorte zur Bestimmung der Deposition von Anionen und Kationen ist Abbildung 9 zu entnehmen.

1.2.3 Messnetz Dioxine/Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle

Entsprechend Beschlussvorschlag der 115. Sitzung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 12. und 13.03.2008 in Trier werden die Toxizitätsäquivalenzfaktoren für Dioxine/Furane und dioxinähnliche Substanzen durch die WHO 2005 berücksichtigt. 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 (Staubbiederschlag) sind keine Immissionswerte festgelegt. Ersatzweise kann hier der von der LAI als Zielwert für die langfristige Luftreinhalteplanung definierte Depositionswert von 4 pg WHO-TEQ/(m²d) verwendet werden⁴.

⁴ 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

Dieser Wert ist als Summenwert von mehreren Dioxin- und Furankongeneren und der dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle zu verstehen und beinhaltet die Neubewertung der Toxizitätsäquivalente der WHO.

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 26 aufgeführt. Die Ermittlungen erfolgten mit Bergerhoff-Sammlern entsprechend VDI 2090 Blatt 1.

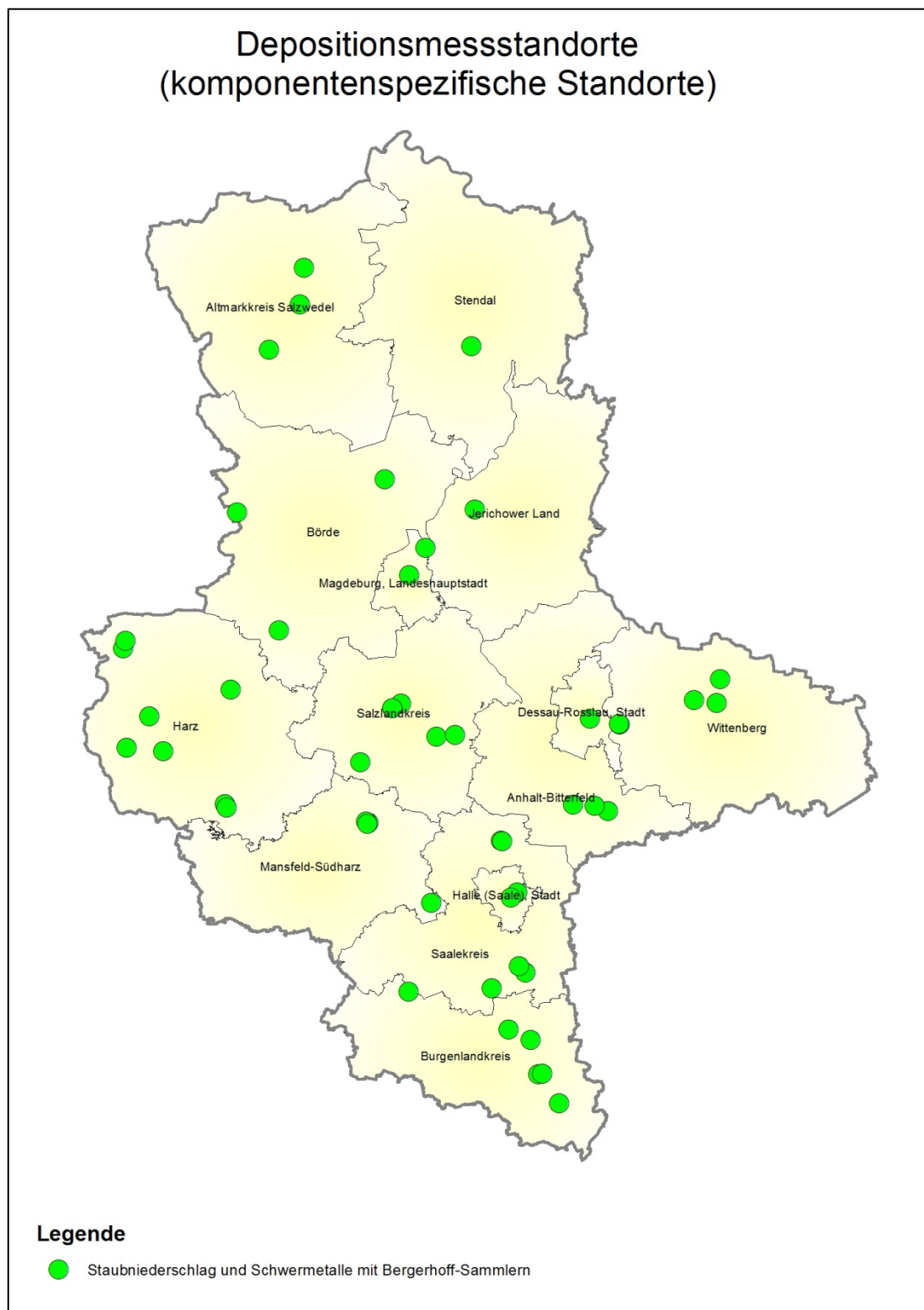


Abbildung 8: Messstandorte für Staubniederschlag und Staubinhaltsstoffe im Jahr 2016

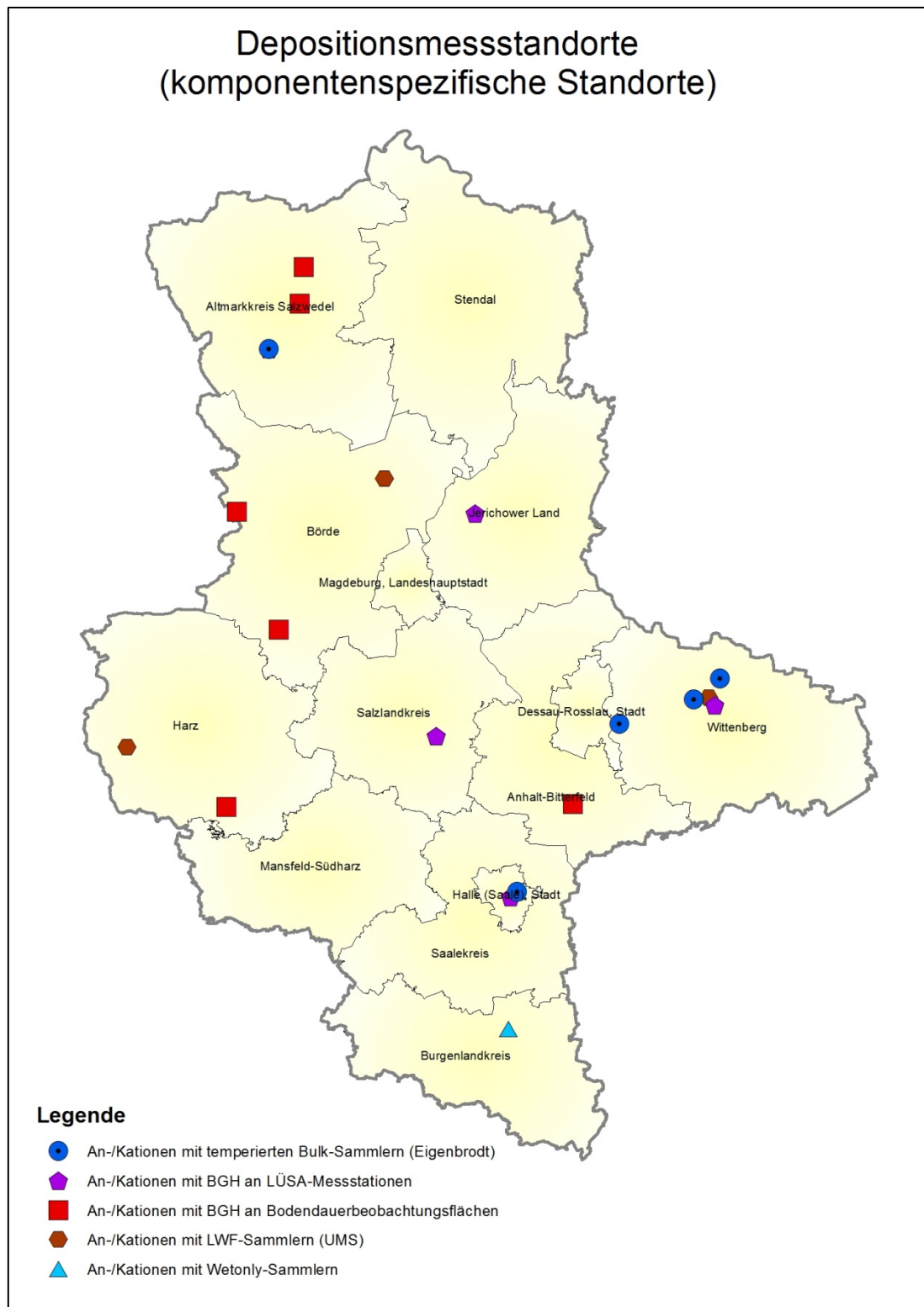


Abbildung 9: Messstandorte für An- und Kationen im Jahr 2016



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

1.3 Immissionsmeteorologische Einschätzung

In der Reihung der wärmsten Jahre nimmt das Jahr 2016 – wie bereits seine direkten Vorgängerjahre – eine vordere Platzierung. Gemeinsam mit sechs weiteren Jahren nimmt in Deutschland das Jahr 2016 den 8. Platz seit 1881 ein. Dabei war es in fast ganz Deutschland zu warm und zu trocken. Die Bilanz der Sonnenscheindauer war ausgeglichen.

Mitte Januar breitete sich Frost und Schnee für einige Tage in ganz Deutschland aus, bevor das Winterintermezzo endete und zeitweise sehr milde Luft mit reichlich Regen und Sturm bis Anfang März dominierte. Bis Mitte Mai wechselten Hochdruckgebiete, deren Sonnenschein den Nordosten Deutschlands begünstigte, mit Tiefs und Tiefausläufern, die den Witterungsverlauf mit mehreren Kaltlufteinbrüchen überwiegend trüb, nass und kühl gestalteten.

Ab Ende Mai entluden in feucht-warmen Luftmassen langsam ziehende Gewitter punktuell enorme Niederschlagsmengen. Im Juli nahm die Unwetterneigung allmählich ab. Der August verlief zunächst kühl, bevor der Monat mit der intensivsten Hitzewelle des Sommers endete. Anhaltender Hochdruckeinfluss im September verlängerte den „Sommer“ mit überwiegend sonnigem, warmem und trockenem Wetter.

Den Oktober dagegen beherrschten Tiefdruckgebiete mit wolkenreicher, kühler und teilweise regnerischer Witterung. Der November zeigte sich zunächst winterlich, bevor eine Südströmung Tauwetter brachte. Ähnlich wie im September dominierten auch im Dezember Hochdruckgebiete.

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 „Jahreskurzübersicht 2016“ 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 2016 an der Wetterstation Magdeburg graphisch dargestellt.

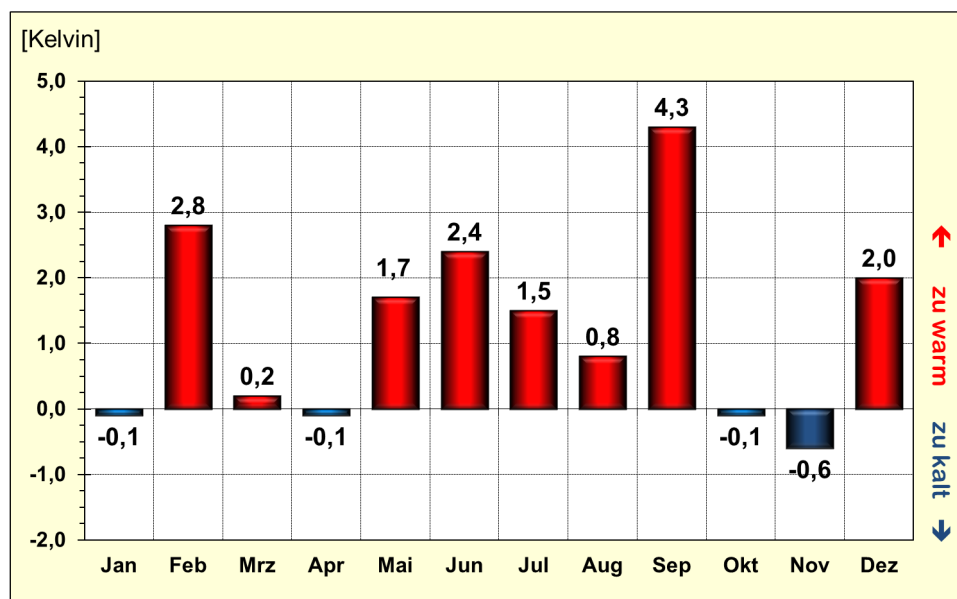


Abbildung 11: Abweichung der Lufttemperatur im Jahr 2016 vom langjährigen Mittel (1981-2010), Wetterstation Magdeburg

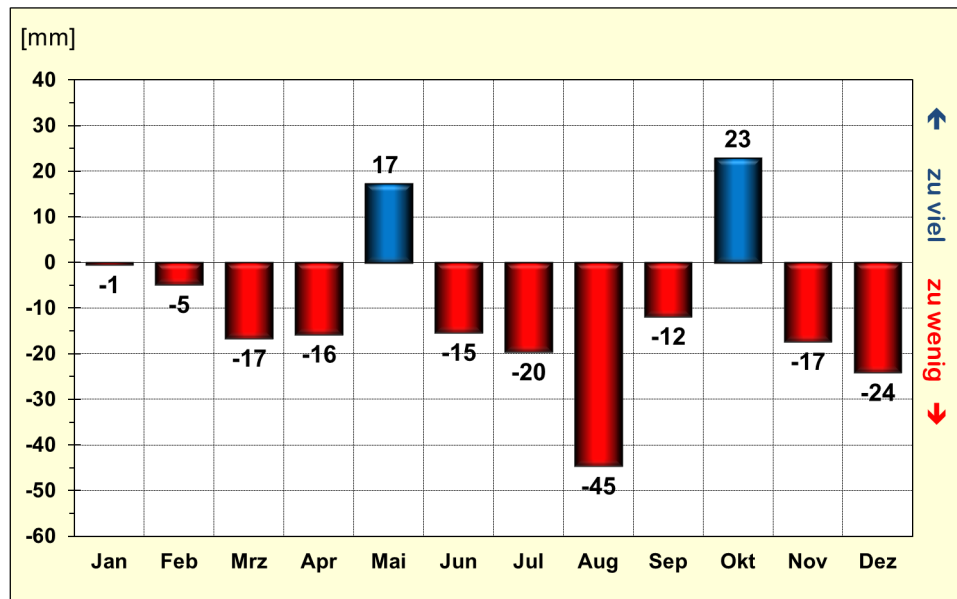


Abbildung 12: Abweichung des Niederschlages im Jahr 2016 vom langjährigen Mittel, Wetterstation Magdeburg

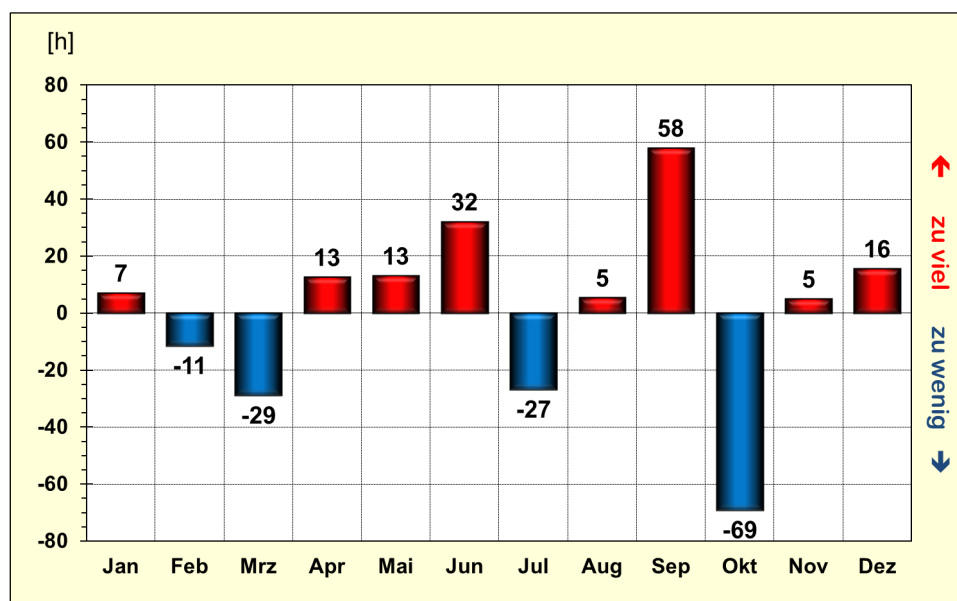


Abbildung 13: Abweichung der Sonnenscheindauer im Jahr 2016 vom langjährigen Mittel, Wetterstation Magdeburg

1.4 Ergebnisse aus dem Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt

1.4.1 Allgemeine Einschätzung

Die Luftqualität in Sachsen-Anhalt wird wie folgt bewertet:

Ursache der Luftschadstoffbelastungen sind Emissionen aus den unterschiedlichsten Quellen. Vor allem der motorisierte Straßenverkehr und Verbrennungsprozesse in Energie- und Industrieanlagen sowie in Haushalten sind hier zu nennen. Zur Feinstaubbelastung tragen zudem Emissionen der Landwirtschaft bei.

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.

Bei einem sich insgesamt nur langsam verändernden Emissionsniveau für Luftschadstoffe prägen diese unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen die zwischenjährlichen Schwankungen in der Luftbelastung.

Tendenziell wurde im Jahr 2016 (verglichen mit dem Jahr 2015) 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 $10\ \mu m$) hatte im Jahr 2012 die niedrigsten Konzentrationen seit Beginn der systematischen Messungen erreicht. Das Jahr 2014 brachte einen Belastungsanstieg, verbunden mit einer deutlichen Zunahme bei der Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes für Partikel PM_{10} von $50\ \mu g/m^3$ (35 Überschreitungen pro Jahr sind erlaubt). Dies führte in der Konsequenz an einer Messstation Sachsen-Anhalts, und zwar in Halle/Paracelsusstraße, zur Grenzwertüberschreitung (41 gemessene Überschreitungen). An den übrigen innerstädtischen Verkehrsschwerpunkten („Hotspots“) des Landes in Halle (Saale), Magdeburg, Halberstadt und Wittenberg war es letztmalig im Jahr 2011 zu derartigen Grenzwertüberschreitungen gekommen. In den Jahren 2015 und 2016 wurden die Konzentrationen des bisher am niedrigsten belasteten Jahres 2012 wieder erreicht, an einigen Standorten sogar noch unterboten. Dies war im Berichtsjahr insbesondere an den „Hotspots“ mit einem bemerkenswerten Rückgang der Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes verbunden und zwar auf das bisher niedrigste Niveau überhaupt. Damit konnte landesweit die sichere Einhaltung des gesetzlichen Grenzwertes für Partikel PM_{10} konstatiert werden.
- Die Überwachung der Partikel $PM_{2,5}$ -Konzentrationen gewinnt aufgrund der hohen Gesundheitsrelevanz immer mehr an Bedeutung. Um dem Rechnung zu tragen, wurde die Zahl der Messungen im Luftmessnetz Sachsen-Anhalt um zwei erhöht. Der ab 01.01.2015 geltende EU-Grenzwert von $25\ \mu g/m^3$ wurde an allen Standorten in Sachsen-Anhalt eingehalten. Der verschärfte, ab dem Jahr 2020 gültige EU-Grenzwert von $20\ \mu g/m^3$ wäre im Berichtsjahr ebenfalls landesweit eingehalten worden, wenn auch in Halle/Paracelsusstraße mit $19\ \mu g/m^3$ relativ knapp.

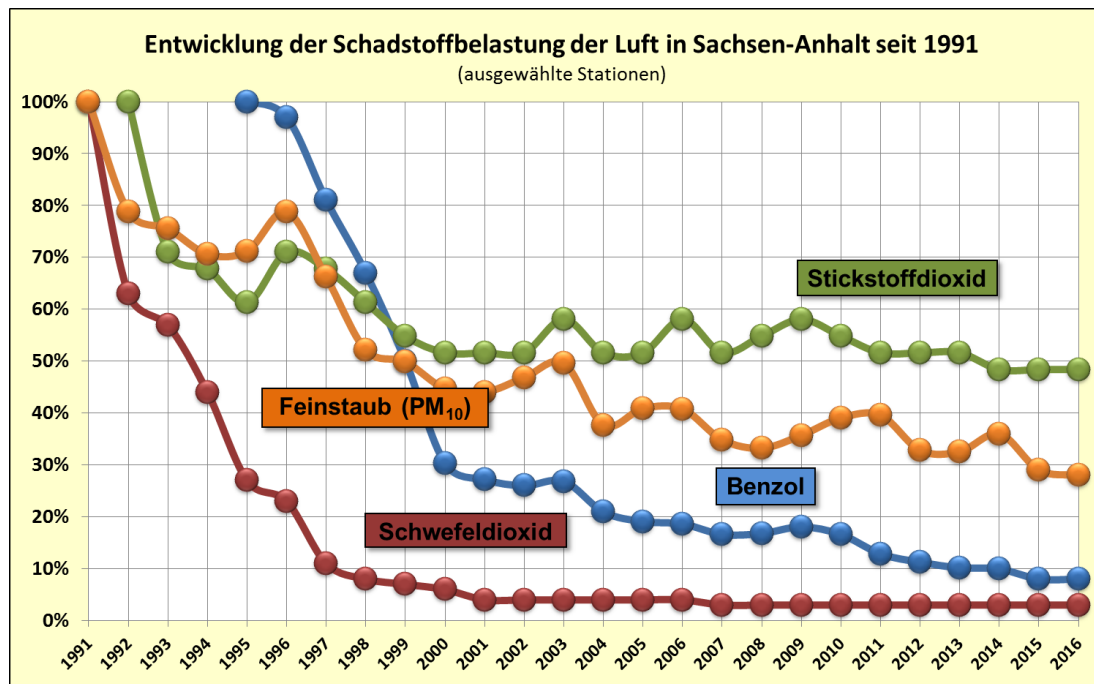


Abbildung 14: Entwicklung der Schadstoffbelastung der Luft in Sachsen-Anhalt seit dem Jahr 1991 (ausgewählte Schadstoffe und Messstationen)

- Beim **Stickstoffdioxid** ist der in den Vorjahren noch erkennbare und im Landesdurchschnitt leicht rückläufige Trend vorerst zum Stillstand gekommen und es zeigen sich an den Stationen im Land teils unterschiedliche Entwicklungen im Vergleich zum Vorjahr. Mit Ausnahme des Ballungsraumes Halle konnte der seit 01.01.2010 geltende EU-Grenzwert (Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) jedoch landesweit eingehalten werden. In der Saalestadt befinden sich mit der Paracelsusstraße ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und der Volkmannstraße ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) die gegenwärtig am höchsten belasteten Punkte in Sachsen-Anhalt. Ausdruck einer positiven Entwicklung am Standort Paracelsusstraße ist jedoch, dass die Stickstoffdioxidbelastung dort im Vergleich zum Vorjahr um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zurückgegangen ist.
- Nachdem im Jahr 2015 auf Grund des überdurchschnittlich warmen und sonnigen Sommers gute **Ozonbildungsbedingungen** geherrscht haben und erstmals seit dem Jahr 2006 wieder ausgeprägte Episoden mit hohen Ozonspitzenbelastungen aufgetreten waren, sorgten die Witterungsbedingungen im Sommer 2016 für eine sehr moderate Belastung. Es bildeten sich keine typischen Ozonepisoden heraus und die mittlere Belastung war insgesamt rückläufig. Die Zahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen bewegte sich mit nur drei Tagen auf niedrigem Niveau (Vorjahr 8 Tage).

Fazit:

Die **Partikel PM₁₀**-Belastung ging im Jahr 2016 gegenüber dem im Vorjahr erreichten „Minimum-Level“ an einigen Standorten nochmals leicht zurück. An den „Hotspots“ wurden die niedrigsten Überschreitungszahlen überhaupt gemessen. Dadurch waren Grenzwertüberschreitungen in Sachsen-Anhalt nicht zu verzeichnen.

Stickstoffdioxid belastet die Luft an „Hotspots“ des Straßenverkehrs im Ballungsraum Halle noch zu hoch, so dass der gesetzliche Grenzwert überschritten worden ist. In allen anderen Orten Sachsen-Anhalts wurde der seit 01.01.2010 geltende Grenzwert eingehalten. Landesweit ist aktuell kein einheitlicher Belastungstrend erkennbar.

Beim **Ozon** traten im Gegensatz zum Vorjahr keine ausgeprägten Episoden mit hohen Spitzenbelastungen auf. Die Zahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen ist von acht auf zwei zurückgegangen.

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 Partikel PM₁₀/Partikel PM_{2,5}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. So waren die Jahre 2012 und 2013 belastungsseitig als sehr niedrig einzuschätzen und im Jahr 2014 gab es nur eine Grenzwertüberschreitung. Das Jahr 2015 zeichnet sich wiederum durch einen sehr deutlichen Belastungsrückgang aus. Gemessen an der Zahl der Überschreitungen und der Partikel-Episoden lässt sich das Jahr 2016 durch eine noch moderatere Belastung beschreiben.

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2016 an insgesamt 23 Messstationen Partikel PM₁₀-Messungen durchgeführt. Neu hinzugekommen ist die Messstation Magdeburg/Guericke Straße (vorläufiger Ersatz für den Standort Magdeburg/Reuter-Allee⁶).

Die Zahl der Partikel PM_{2,5}-Messungen wurde um zwei Standorte erweitert (Magdeburg/Schleiufer, Halberstadt) und damit insgesamt an 11 Messstationen durchgeführt. 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*⁵ für Deutschland.

In der Tabelle A 4 sind die für die Jahre 2015 und 2016 berechneten Kenngrößen des Jahresmittelwertes für Partikel PM₁₀ nebst verwendeter Messmethoden enthalten. Der Vergleich zeigt für das Jahr 2016 zumeist niedrigere oder unveränderte Jahresmittelwerte gegenüber 2015. Insgesamt lag die Partikel PM₁₀-Belastung im Jahr 2016 im Mittel um etwa 1 µg/m³ niedriger als im Jahr 2015.

Die Tabelle A 7 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 2016 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 2016 in Sachsen-Anhalt nicht überschritten (Abbildung 15).

⁵ Ausführungen zur Begriffsbestimmung im Zusammenhang mit dieser Thematik sind im Anhang enthalten

⁶ Aufgabe des Standortes (Juli 2015) aufgrund der Baumaßnahmen für den City-Tunnel

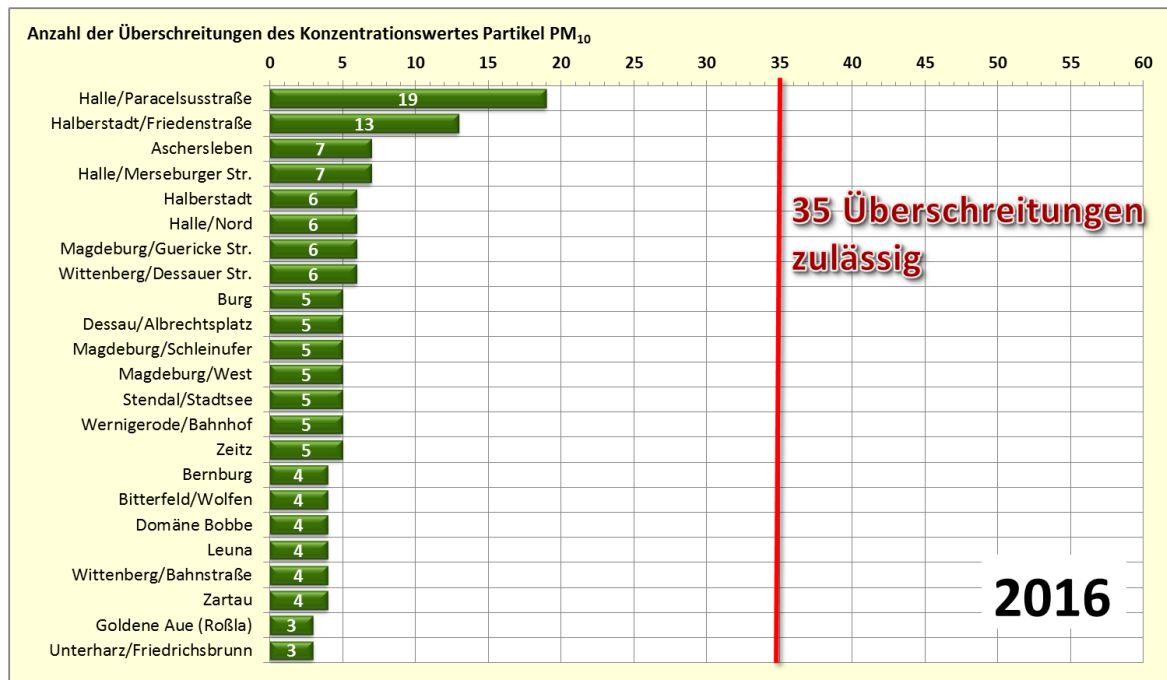


Abbildung 15: Anzahl der Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Konzentrationswertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2016

Die meisten Überschreitungstage wurden für das Jahr 2016 erneut am Standort Halle/Paracelsusstraße mit 19 (Vorjahr 30 Tage) festgestellt. Am verkehrsbezogenen Standort Halberstadt/Friedenstraße wurde mit 13 Überschreitungen die zweithöchste Anzahl im Land erreicht, gefolgt von den Stationen Aschersleben und Halle/Merseburger Str. mit je 7 Überschreitungen. An den übrigen Verkehrsschwerpunkten lagen die Überschreibungszahlen knapp darunter, so z. B. in Magdeburg/Guericke-Str. und Wittenberg/Dessauer Str. (je 6 Überschreitungen) und in Magdeburg/Schleiufer (5 Überschreitungen). Damit konnte der Grenzwert an diesen Standorten sicher eingehalten werden.

Im Vergleich zum Vorjahr sind die Überschreibungszahlen an den Hotspots nicht nur sehr deutlich gesunken, sondern es sind auch die niedrigsten seit 2006 (Abbildung 16). Die Tabelle A 6 enthält darüber hinaus die Überschreibungszahlen für Partikel PM₁₀ für die Jahre 2010 bis 2016.

Für den Standort Aschersleben wurde seinerzeit auf Grundlage der Richtlinie 2008/50/EG eine **Fristverlängerung** für die Einhaltung des Grenzwertes beantragt. Während der Laufzeit der Fristverlängerung (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 von Abbildung 16 berücksichtigt werden.

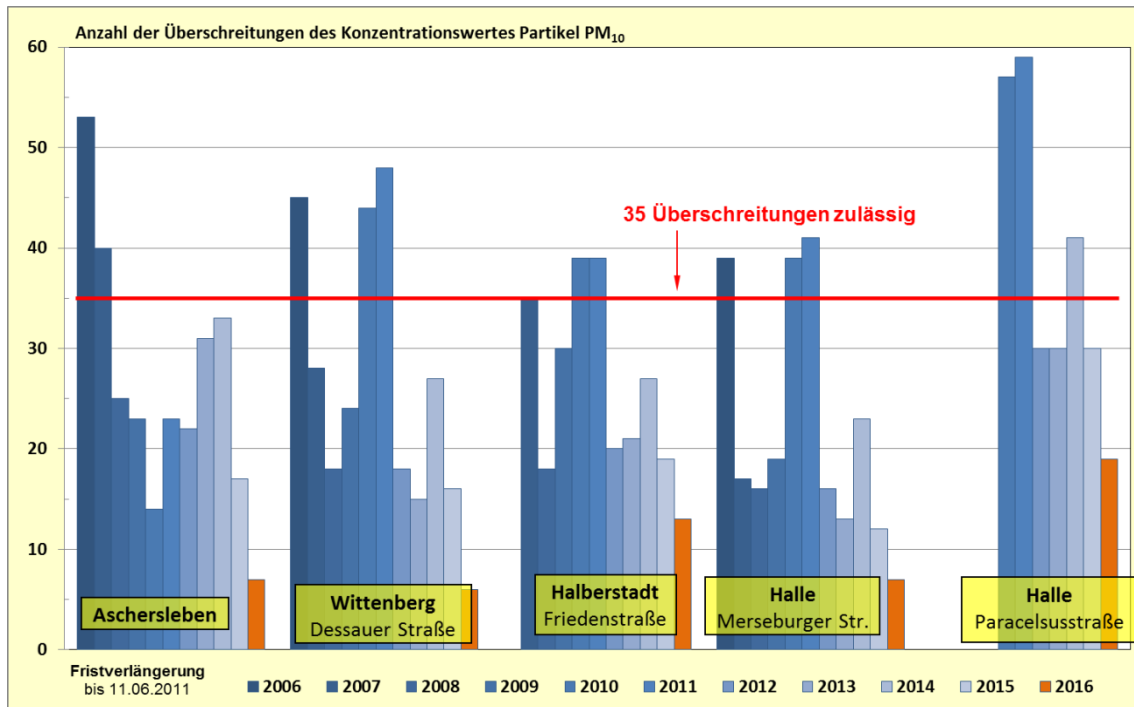


Abbildung 16: Anzahl der Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Konzentrationswertes von 50 µg/m³ an ausgewählten Messstationen im Vergleich der Jahre 2006 bis 2016

Abbildung 17 visualisiert die Entwicklung der Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte an den Verkehrsmessstationen Halle/Merseburger Straße und Wittenberg/Dessauer Str., den beiden Stationen mit den längsten Partikel PM₁₀-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. In den Jahren 2012 und 2013 wurden aufgrund des allgemein sehr niedrigen Belastungsniveaus auch sehr niedrige Jahresmittelwerte gemessen. Dem Wiederanstieg im Jahr 2014 folgte ein erneuter Rückgang. Im vergangenen Jahr nahm die Belastung an beiden Standorten weiter ab.

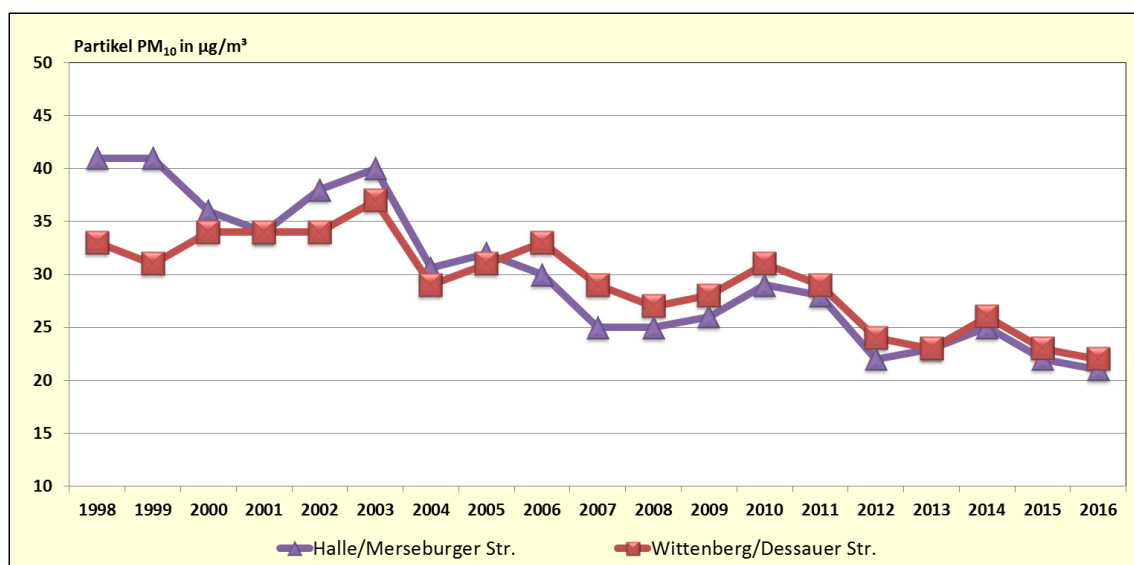


Abbildung 17: Entwicklung der Partikel PM₁₀-Jahresmittelwerte an den Verkehrsmessstationen Halle/Merseburger Straße und Wittenberg/Dessauer Straße

1.4.2.1 Partikel PM_{10} -Belastungssituation an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt

Die nachfolgende Grafik (Abbildung 18) visualisiert den Vergleich der Jahresmittelwerte 2010 bis 2016 für Partikel PM_{10} an Verkehrsmessstationen und damit an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt.

Das Jahr 2010 stellt sich im Vergleich der vergangenen sieben Jahre noch immer als das am höchsten belastete Jahr dar, dicht gefolgt vom Jahr 2011, während die Jahre 2012 und 2013 jeweils auf vergleichbarem, aber deutlich niedrigerem Niveau gegenüber dem Jahr 2010 einzuordnen sind.

Das Jahr 2012 galt bisher als das Jahr mit den niedrigsten an den Hotspots gemessenen Jahresmittelwerten. Im Jahr 2016 wurden jedoch teils noch geringere Werte ermittelt, beispielsweise in Aschersleben, Halle/Merseburger Straße und Magdeburg/ Schleinufer. Gegenüber dem Jahr 2015 sind die Werte an diesen Standorten damit um 1 bis 2 $\mu g/m^3$ zurückgegangen. Dies ist jedoch nicht überall der Fall, in Halberstadt blieben sie konstant.

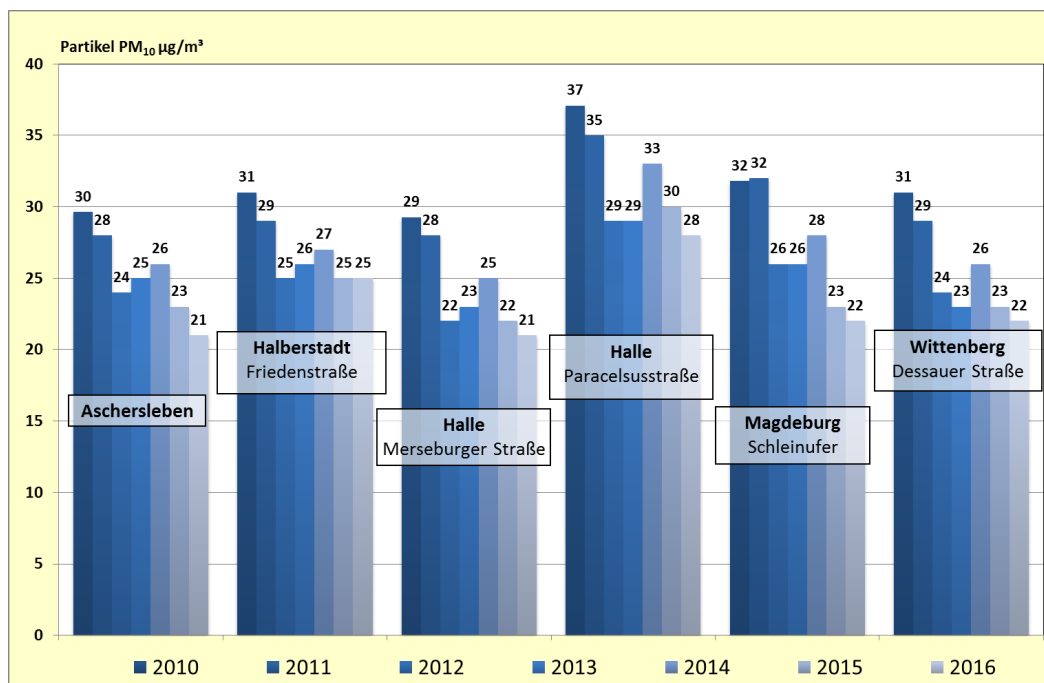


Abbildung 18: Vergleich der Partikel PM_{10} -Jahresmittelwerte 2010 bis 2016 an Verkehrsmessstationen

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

Die Tabelle 3 enthält die Jahresmittelwerte der **Partikel $PM_{2,5}$ -Messungen**, analog dazu sind in Tabelle 4 die Ergebnisse der Partikel PM_{10} -Messungen an diesen Standorten aufgeführt.

Das Partikel $PM_{2,5}$ -Messprogramm in Sachsen-Anhalt wurde im Jahr 2016 um zwei weitere Standorte erweitert und umfasst damit nun 11 Messreihen. Davon liegen drei im städtischen Hintergrund (Halberstadt/Paulsplan, Magdeburg/West, Halle/Nord), eine im vorstädtischen Hintergrund (Burg), vier an Verkehrsschwerpunkten (Halle/Paracelsusstraße, Halle/Merseburger Straße, Magdeburg/Guericke-Str., Magdeburg/Schleinufer) 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 3: Jahresmittelwerte Partikel PM_{2,5} (2007 bis 2016) in µg/m³, automatische Messung

Messstation	Jahresmittelwerte Partikel PM _{2,5} in µg/m ³									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Halle/Merseburger Str.	16 ¹⁾	16	19	23	(20)	16	17	18	14	14
Unterharz/Friedrichsbrunn	10	10	12	(15)	12	11	(10)	11	9	9
Burg	14	15	16	21	17	14	12	14	12	11
Magdeburg/Reuter-Allee ²⁾³⁾	19	19	20	24	22	17	16	18	k. A.	
Magdeburg/West			15	19	18	15	15	16	13	13
Halle/Nord			15	18	19	15	16	16	13	13
Domäne Bobbe				20	18	15	16	16	13	13
Halle/Paracelsusstraße								22	19	19
Weißenfels/Am Krug								16	13	13
Magdeburg/Guericke-Str.										14
Magdeburg/Schleiufer ⁴⁾										14
Halberstadt/Paulsplan										10

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

1) ... aus Parallelmessung abgeleitet

2) ... Gravimetrie (Hochvolumensammler)

3) ... Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)

4) ... Gravimetrie (LVS SEQ 47/50)

Gegenüber dem Vorjahr zeigten sich im Jahr 2016 im Grunde keine Veränderungen der Jahresmittelwerte. Die Werte im städtischen Bereich liegen eng beieinander und die Unterschiede zwischen Verkehrsmessstation und Station im städtischen Hintergrund betragen maximal 6 µg/m³ (Halle (Saale)).

Tabelle 4: Jahresmittelwerte Partikel PM₁₀ (2007 bis 2016) in µg/m³, automatische Messung

Messstation	Jahresmittelwerte Partikel PM ₁₀ in µg/m ³									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Halle/Merseburger Str.	24	24	26	29	28	22	23	25	21	20
Unterharz/Friedrichsbrunn	14	13	16	k. A.	k. A.	k. A.	(13)	14	12	11
Burg	21	22	22	26	24	19	16	20	16	15
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾	29	29	29	33	32	25	25	28	k. A.	
Magdeburg/West			23	25	25	19	19	21	18	13
Halle/Nord			22	25	25	20	21	22	19	13
Domäne Bobbe				25	23	19	19	21	17	18
Halle/Paracelsusstraße								33	30	27
Magdeburg/Guericke-Str.										20
Magdeburg/Schleiufer										22
Halberstadt/Paulsplan										16

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

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

Der Anteil von Partikel PM_{2,5} am Partikel PM₁₀ ist prinzipiell sehr stark von der Höhe und der Art der Belastung am jeweiligen Standort abhängig. Die nachfolgende Tabelle 5 enthält die prozentualen Anteile von Partikel PM_{2,5} an der Partikel PM₁₀-Fraktion. Parallel dazu sind in Tabelle 6 die komplementären Anteile der „coarse fraction“ (= Grobfraktion, d_{ae} von 2,5 µm bis 10 µm) ausgewiesen.

Im Jahresvergleich der Jahre 2015 und 2016 lässt sich überwiegend eine Erhöhung des Partikel PM_{2,5}-Anteils feststellen. Dies gilt sowohl für die Verkehrsmessstationen als auch für die Stationen im städtischen Hintergrund mit Ausnahme von Burg. Im ländlichen Hintergrund zeigte sich die Messstation Domäne Bobbe mit einem leichten Rückgang, während am Standort Unterharz/Friedrichsbrunn ein geringfügiger Anstieg festgestellt wurde. Die Messstation Halberstadt/Paulsplan weist interessanterweise mit 63 % den geringsten und die Messstation Unterharz/Friedrichsbrunn mit 82 % den höchsten Partikel PM_{2,5}-Anteil am Partikel PM₁₀ im Vergleich aller Standorte auf.

Tabelle 5: Prozentualer Anteil Partikel PM_{2,5} am Partikel PM₁₀ (2007 bis 2016)

Messstation	Anteil Partikel PM _{2,5} am Partikel PM ₁₀ in %									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Halle/Merseburger Straße	67 ¹⁾	67	73	78	(71)	73	74	72	67	70
Unterharz/Friedrichsbrunn	71	77	75	k. A.	k. A.	k. A.	(77)	79	75	82
Burg	67	68	73	82	71	74	75	70	75	73
Magdeburg/Reuter-Allee ²⁾³⁾	66	66	69	73	69	68	64	64	k. A.	
Halle/Nord			68	72	76	75	76	73	68	72
Magdeburg/West			65	77	72	79	79	76	72	72
Domäne/Bobbe				80	78	79	84	76	76	72
Halle/Paracelsusstraße								67	63	70
Magdeburg/Guericke-Str.										70
Magdeburg/Schleiufer ⁴⁾										64
Halberstadt/Paulsplan										63

(...) eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

¹⁾ aus Parallelmessung (Gravimetrie) abgeleitet

²⁾ Gravimetrie (HVS DHA 80, ab 03/2012 LVS SEQ 47/50)

³⁾ Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)

⁴⁾ PM₁₀ = automatische Messung, PM_{2,5} = LVS SEQ 47/50

Tabelle 6: Anteil der „coarse fraction“ (Grobfraktion) am Partikel PM₁₀ (2007 bis 2016)

Messstation	Anteil der „coarse fraction“ Partikel PM ₁₀ in %									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Halle/Merseburger Straße	33 ¹⁾	33	27	22	(29)	27	26	28	33	30
Unterharz/Friedrichsbrunn	29	23	25	k. A.	k. A.	k. A.	(23)	21	25	18
Burg	33	32	27	18	29	26	25	30	25	27
Magdeburg/Reuter-Allee ²⁾³⁾	34	34	31	27	31	32	36	36	k. A.	
Halle/Nord		30	32	28	24	25	24	27	32	28
Magdeburg/West			35	23	28	21	21	24	28	28
Domäne/Bobbe				20	22	21	16	24	24	28
Halle/Paracelsusstraße								33	37	30
Magdeburg/Guericke-Str.										30
Magdeburg/Schleiufer ⁴⁾										36
Halberstadt/Paulsplan										38

(...) eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

¹⁾ aus Parallelmessung (Gravimetrie) abgeleitet

²⁾ Gravimetrie (HVS DHA 80, ab 03/2012 LVS SEQ 47/50)

³⁾ Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)

⁴⁾ PM₁₀ = automatische Messung, PM_{2,5} = LVS SEQ 47/50

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 auch zu. Demgegenüber bewegt sich jedoch der Anteil der Grobfraktion im städtischen Hintergrund in Halberstadt mit 38 % auf etwas höherem Niveau. Ansonsten liegt der Anteil der „coarse fraction“ im vorstädtischen/städtischen Hintergrund zwischen 27 % (Burg) und 28 % in Magdeburg/West.

1.4.2.3 Partikel PM₁₀-Episode(n) im Jahr 2016

Im Jahr 2016 gab es nur eine (!) Partikel PM₁₀-Episode (siehe Tabelle 7) und damit zwei Episoden weniger als im Jahr 2015. Bei dieser Episode handelte es sich um eine nur kurzzeitig anhaltende Belastungssituation gleich am Jahresanfang. Die Episode umfasste nur 4 Tage (Jahr 2015 gesamt = 13 Tage), fiel jedoch hinsichtlich Belastungshöhe und Anzahl der jeweils betroffenen Stationen deutlich stärker aus als die prägnanteste Episode des Vorjahres. Insgesamt gab es damit im Jahr 2016 drei Tage, an dem flächendeckende Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes an allen Stationen des Messnetzes auftraten.

Tabelle 7: Partikel PM₁₀-Episode(n) im Jahr 2016 in Sachsen-Anhalt

Datum	Höhepunkt	Relativer Anteil der Stationen (%) mit Partikel PM ₁₀ -Tagesmittelwerten > 50 µg/m ³		Andauer der Episode in Tagen
		im Mittel über alle Tage	am Tag des Höhepunktes	
04.01. – 07.01.16	07.01.16	96	100	4

Die nachfolgende Abbildung 19 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 der niedrigsten Jahresmittelwerte überhaupt in Erinnerung (an den Hotspots). Charakteristisch für die Episoden im Januar/Februar 2010 waren großflächig Tagesmittelwerte im Bereich zwischen 100 und 150 µg/m³. Ein vergleichbares Belastungsmuster wurde hingegen im Januar/Februar 2012 nicht annähernd erreicht.

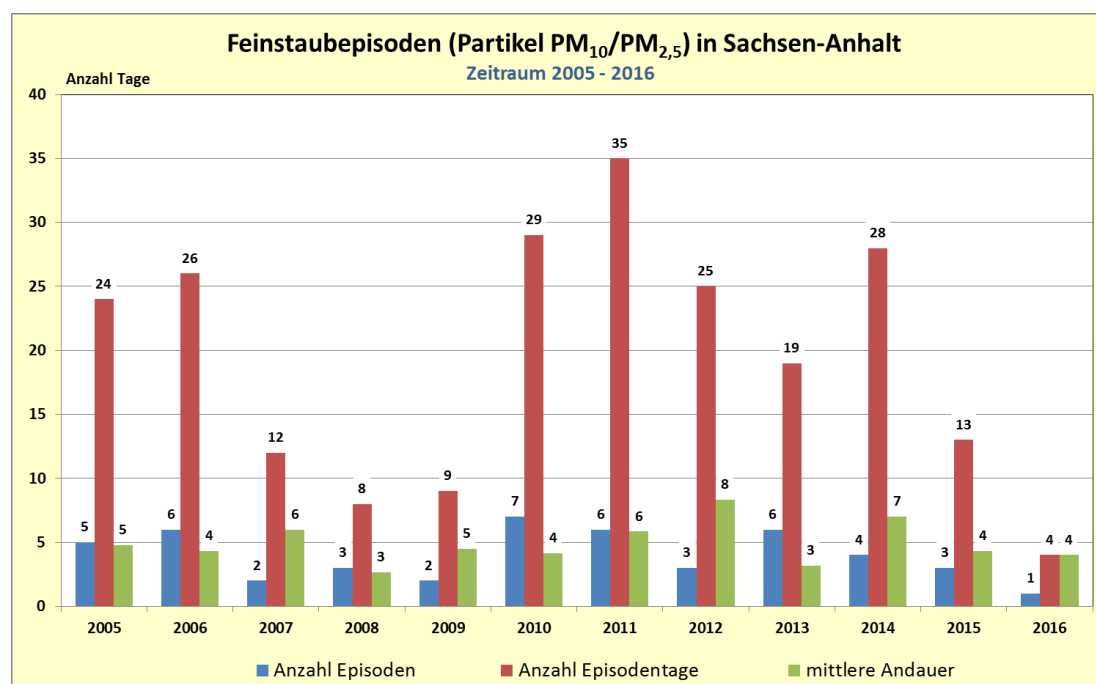


Abbildung 19: Übersicht der Feinstaubepisoden in Sachsen-Anhalt im Zeitraum von 2005 bis 2016

Analyse der Partikel PM₁₀-Episode im Januar

Im Januar 2016 kam es in Sachsen-Anhalt in der Zeit vom 04. - 07.01.2016 zu einer kurzen Partikel-Episode mit deutlich erhöhten Partikel PM₁₀-Konzentrationen. Dabei traten großflächige Überschreitungen des seit dem Jahr 2005 gültigen EU-Konzentrationswertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 50 µg/m³ an allen Tagen der Episode auf. Der 07.01.2016 markiert den Höhepunkt der Episode mit den höchsten Tagesmittelwerten und Überschreitungen an allen 23 LÜSA-Stationen.

In den Tagen unmittelbar vor Beginn der Episode waren bereits Teile im Norden und Osten Deutschlands von erhöhten Partikelkonzentrationen betroffen. Als unmittelbare Folge des

Silvesterfeuerwerks war bereits der erste Tag des neuen Jahres durch deutlich erhöhte Partikelkonzentrationen gekennzeichnet. Dies war jedoch deutschlandweit nicht flächendeckend und homogen, sondern regional in unterschiedlicher Ausprägung und mit Überschreitungen an nahezu allen Hotspots. Dennoch war diese Vorbelastung mit entscheidend für die nachfolgende Episode. Aufgrund der vorherrschenden, austauscharmen Wetterlage konnten die belasteten Luftmassen in der Mitte und im Norden von Deutschland nicht ausgeräumt werden und damit war genügend Potential für die sich darauf aufbauende Partikelepisode vorhanden. Nachfolgend bildete sich unter Hochdruckeinfluss eine deutliche und über die Episodentage recht stabile Luftmassengrenze heraus. Die nördliche Hälfte Deutschlands lag damit unter einer „Dunstglocke“ während der Süden unter dem Einfluss frischer Atlantikluft stand (Abbildung 24).

Großräumige Wetterlage

Für die Ursachenanalyse sind die Witterungsbedingungen während der Episode von entscheidender Bedeutung. Bereits zu Beginn der Episode herrschten über Deutschland große Temperaturgegensätze. Eine scharfe Luftmassengrenze, mit teils gefrierendem Regen, teils Schnee, trennte einen kalten Nordosten von einem milden und feuchten Südwesten. Die Tiefstwerte im Nordosten und Süden lagen zwischen -10 °C und -11 °C während es im Westen häufig frostfrei blieb und Temperaturen teils bis zu 9 °C gemessen worden sind.

Am **03. Januar** blieb es im Nordosten trocken und mit Höchsttemperaturen von zum Teil nur -10 °C eisig kalt. Im Westen und Süden fiel wiederholt Niederschlag, im Nordwesten trat Eisregen auf.

Am **04. Januar** herrschte an den Stationen von Ostfriesland bis zum Bayerischen Wald ostwärts Dauerfrost, wobei es mit Höchsttemperaturen von -9 °C in Mecklenburg-Vorpommern am kältesten war. Im Südwesten kletterten die Temperaturen hingegen auf bis zu 9 °C . Wieder zogen Niederschlagsgebiete von West nach Ost, lediglich im äußersten Nordosten war es trocken. Während es im Westen regnete, schneite es im Osten. Im Übergangsbereich von Warm- zu Kaltluft fiel teils wieder Eisregen.

Tags darauf (**05. Januar**) verlagerte sich die Kaltluft etwas nach Osten, von Niedersachsen und Thüringen an ostwärts trat aber vielerorts ein weiterer Eistag auf. Der Kältepol mit -10 °C als Maximum lag erneut in Mecklenburg Vorpommern. Am Nordrand der Eifel war es hingegen bis zu 10 °C warm. Von Schleswig-Holstein bis nach Mecklenburg-Vorpommern war es nochmals trocken. Im übrigen Gebiet fiel meist Regen bzw. nach Osten in höheren Lagen auch Schnee.

Wie schon in den Vortagen blieb das Wetter am **06. Januar** in Deutschland zweigeteilt. Eine nahezu stationäre Luftmassengrenze (die von den Niederlanden nach Tschechien verlief) trennte milde, maritime Luft im Süden von kalter, trockener Kontinentalluft im Norden. So war es von Nordfriesland bis Vorpommern bei eiskalten Temperaturen sonnig. Auf der kalten Seite der Luftmassengrenze fiel von Niedersachsen bis Brandenburg und Niederbayern Schnee. Nach Süden hin gingen die Niederschläge in Regen über, wobei dieser in einem Übergangsbereich am Boden gefror. Meist fielen nur geringe Mengen.

Am **07. Januar** erreichten mittags Ausläufer von Sturmtief „Britta II“ mit einem umfangreichen Regengebiet den Südwesten, erfassten bis zum Abend die Südwesthälfte und verlagerten sich in der Nacht in den Norden und Osten. Dabei gingen die Niederschläge im Nordwesten in gefrierenden Regen und im Norden und Osten in Schnee über. Quelle: DWD, Witterungsreport Express, Nr. 1/2016.

Situation in Sachsen-Anhalt

In Abbildung 20 sind die Verläufe der Tagesmittelwerte der Partikel PM_{10} -Konzentrationen einiger Stationen im Land Sachsen-Anhalt für den Zeitraum vom 01.01.2016 bis 08.01.2016 dargestellt. Es ist ein recht homogener Verlauf der Episode in allen Teilen des Landes zu erkennen. Im Bereich Halle (Saale) stellte sich der 06. Januar als Belastungshöhepunkt dar. In den übrigen Regionen wurden die höchsten Tagesmittelwerte erst am 07. Januar erreicht. Der durch den Wetterwechsel abrupt eingeleitete Belastungsrückgang ist an allen Standorten sehr gut sichtbar.

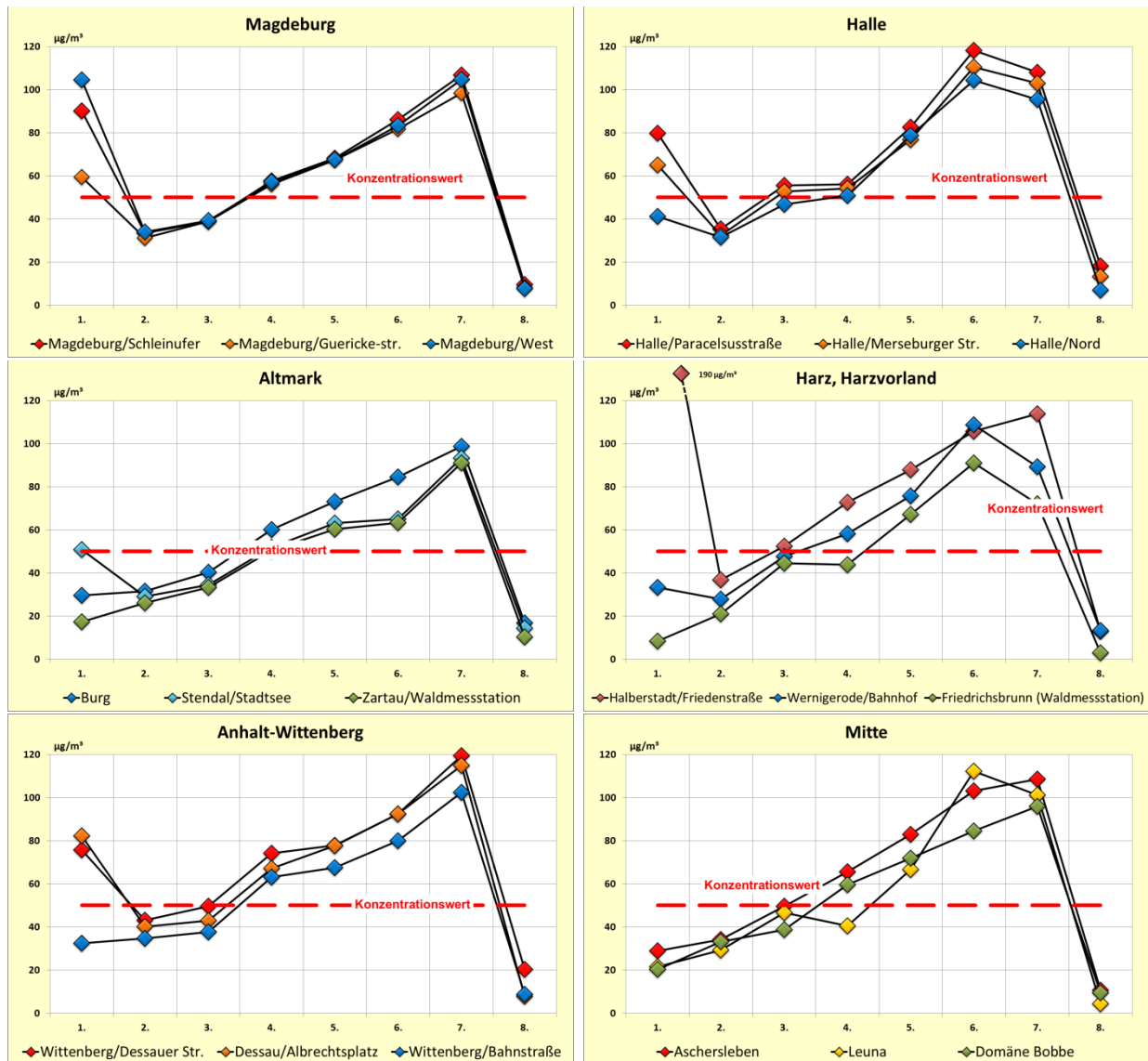


Abbildung 20: Tagesmittelwerte der Partikel PM_{10} -Konzentrationen vom 01.01.2016 bis 08.01.2016 in Sachsen-Anhalt

In der Gesamteinschätzung stellt sich diese Partikel PM_{10} -Episode als großräumige und flächendeckende Belastungssituation dar. Aufgrund einer stabilen Luftmassengrenze quer über Deutschland waren davon im Wesentlichen jedoch nur der Norden und die Mitte Deutschlands betroffen. Die austauscharme Hochdruck-Wetterlage und Beiträge aus lokalen Quellen (Kfz-Verkehr und Gebäudeheizungen mit Festbrennstoffen) in diesen Gebieten haben die Entstehung der erhöhten Partikelkonzentrationen begünstigt. Ein zusätzliches Potential resultierte aus den zum Jahreswechsel durch Feuerwerk entstandenen Partikelemissionen.

Die Abbildung 21 visualisiert die Partikel PM_{10} -Tagesmittelwerte aller Stationen am Tag der höchsten Belastung (07.01.2016), dem Höhepunkt dieser Episode.

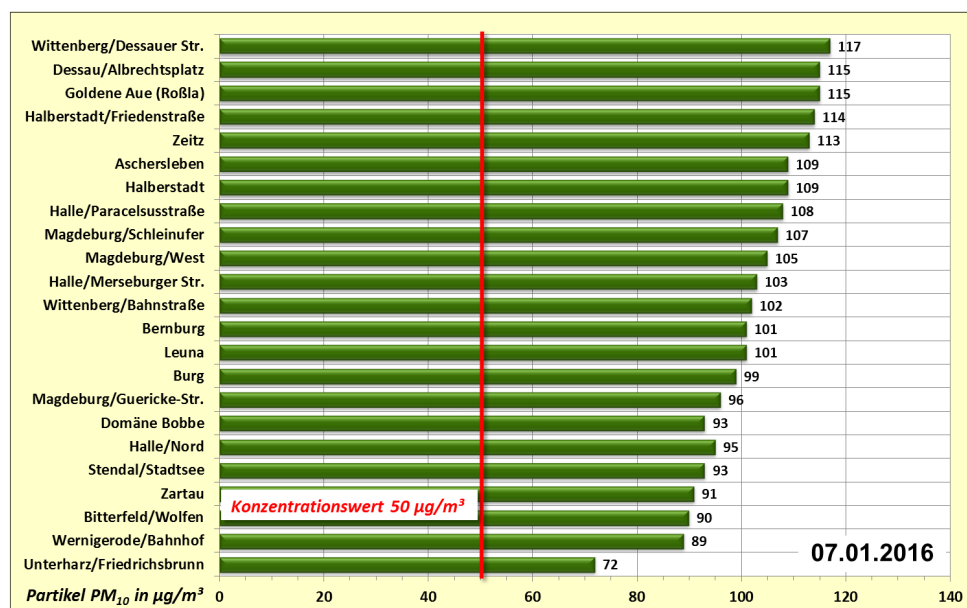


Abbildung 21: Tagesmittelwerte Partikel PM₁₀ am 07.01.2016

Anhand der nachfolgenden Abbildung 22 ist der Verlauf der Belastungssituation gut nachvollziehbar. Dargestellt sind die Tagesmittelwerte der Partikel PM₁₀-Messstationen des LÜSA für den Zeitraum vom 01.01.2016 bis 08.01.2016. Am 05./06. und 07. Januar wurde der zulässige Tagesmittelwert an allen Messstationen im Land überschritten.

Die Abbildung 23 zeigt sogenannte Rückwärtstrajektorien für Messstationen in Sachsen-Anhalt für ausgewählte Tage im Zeitraum vom 04.01.2016 bis 08.01.2016. Rückwärtstrajektorien beschreiben den Pfad einzelner Luftpakete durch die Atmosphäre, zurückverfolgt über eine bestimmte Zeitdauer (zumeist 48 Stunden) von einer Messstation (Immissionsort) aus. Anhand der Darstellung ist auch erkennbar, in welcher Höhe über dem Boden die Luftpakete transportiert worden sind. Eine rote Färbung bedeutet Transport in den bodennahen Luftschichten (bis 800 m) und eine blaue Färbung heißt, dass die Luftpakete in der freien Atmosphäre (> 2000 m) transportiert worden sind. Beim Transport in den bodennahen Luftschichten ist es sehr wahrscheinlich, dass Partikel-Emissionen lokaler Quellen aufgenommen und anschließend weitertransportiert werden.

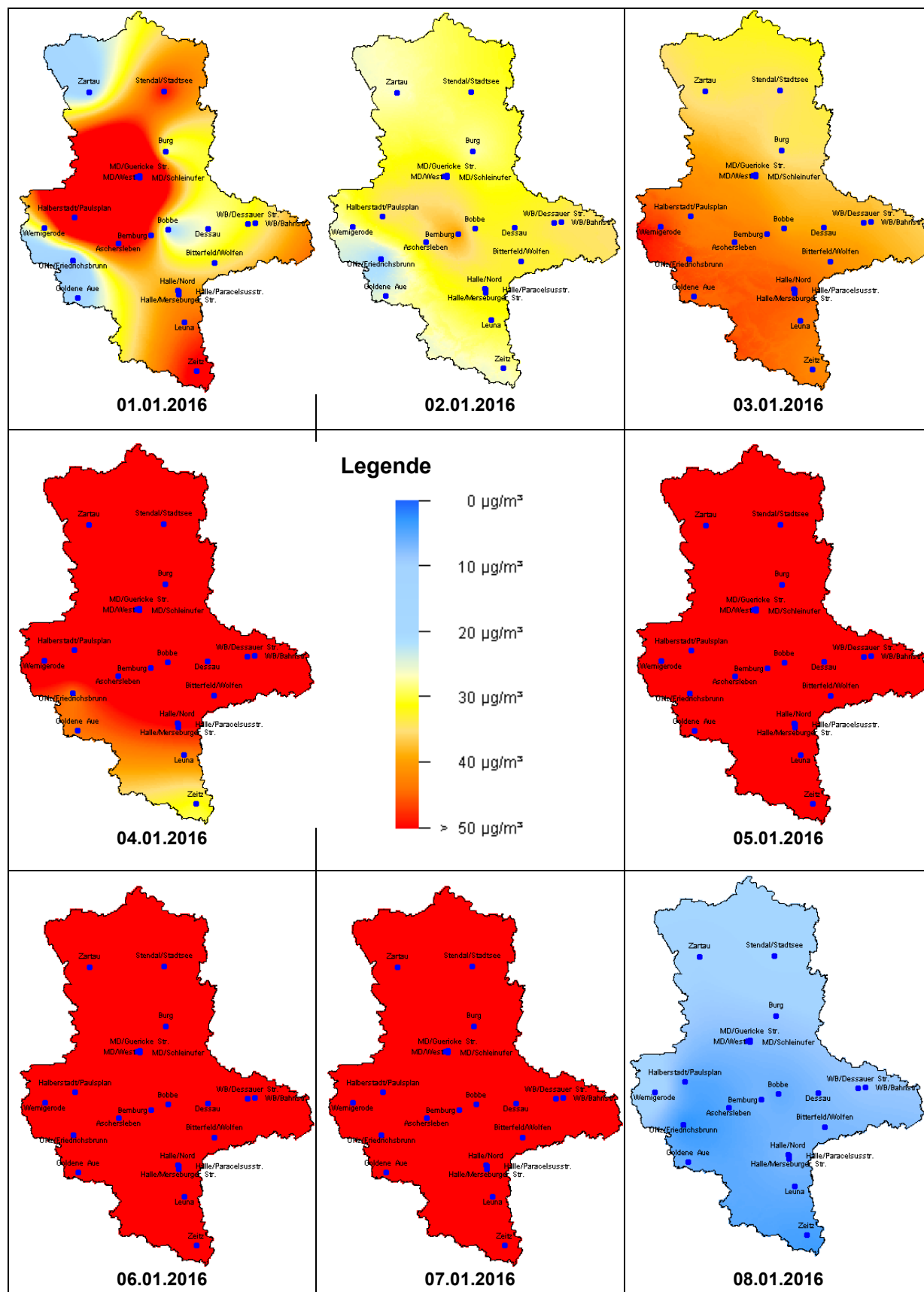


Abbildung 22: Partikel PM_{10} – Belastung in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 01.01.2016 bis 08.01.2016

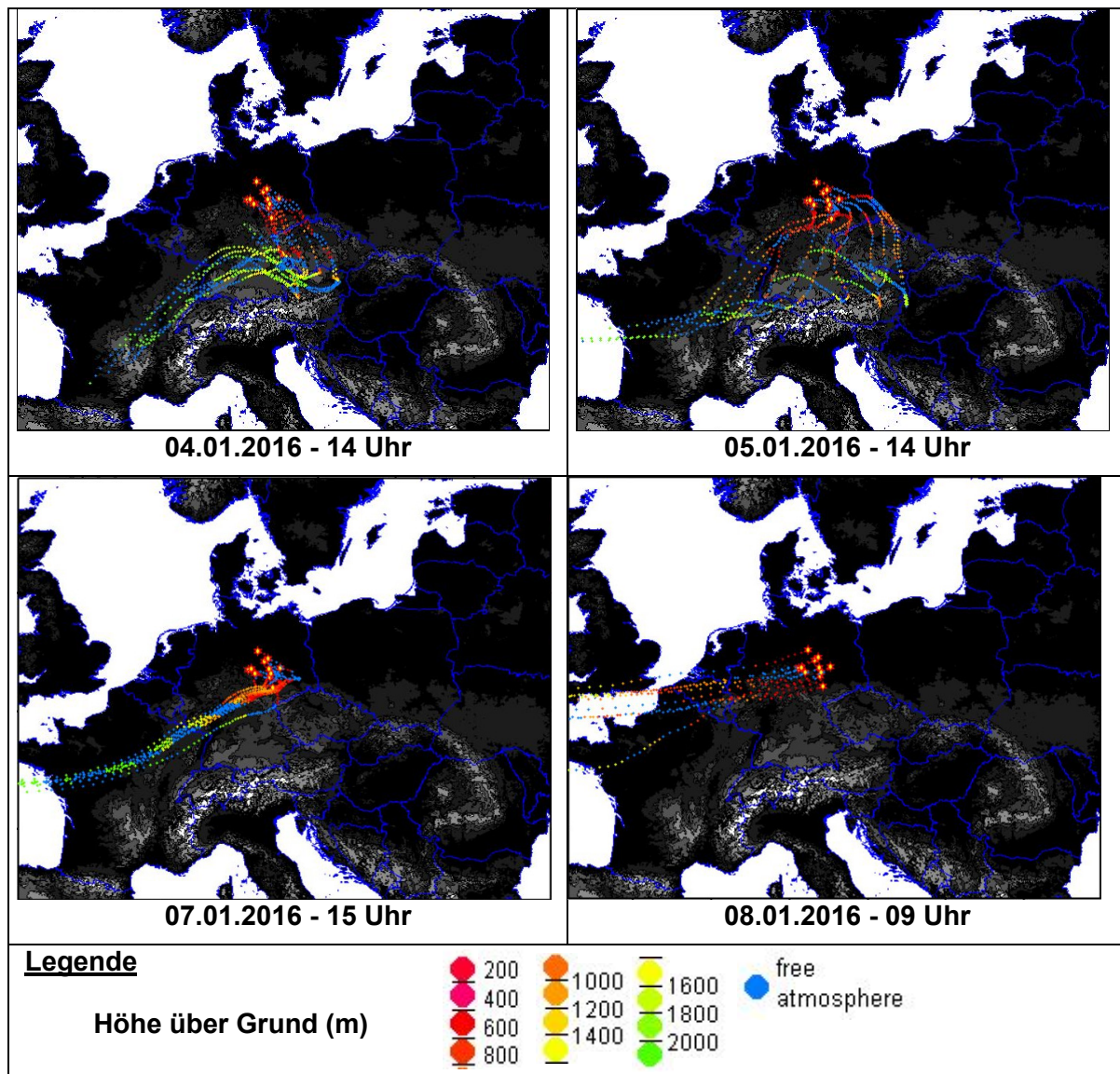
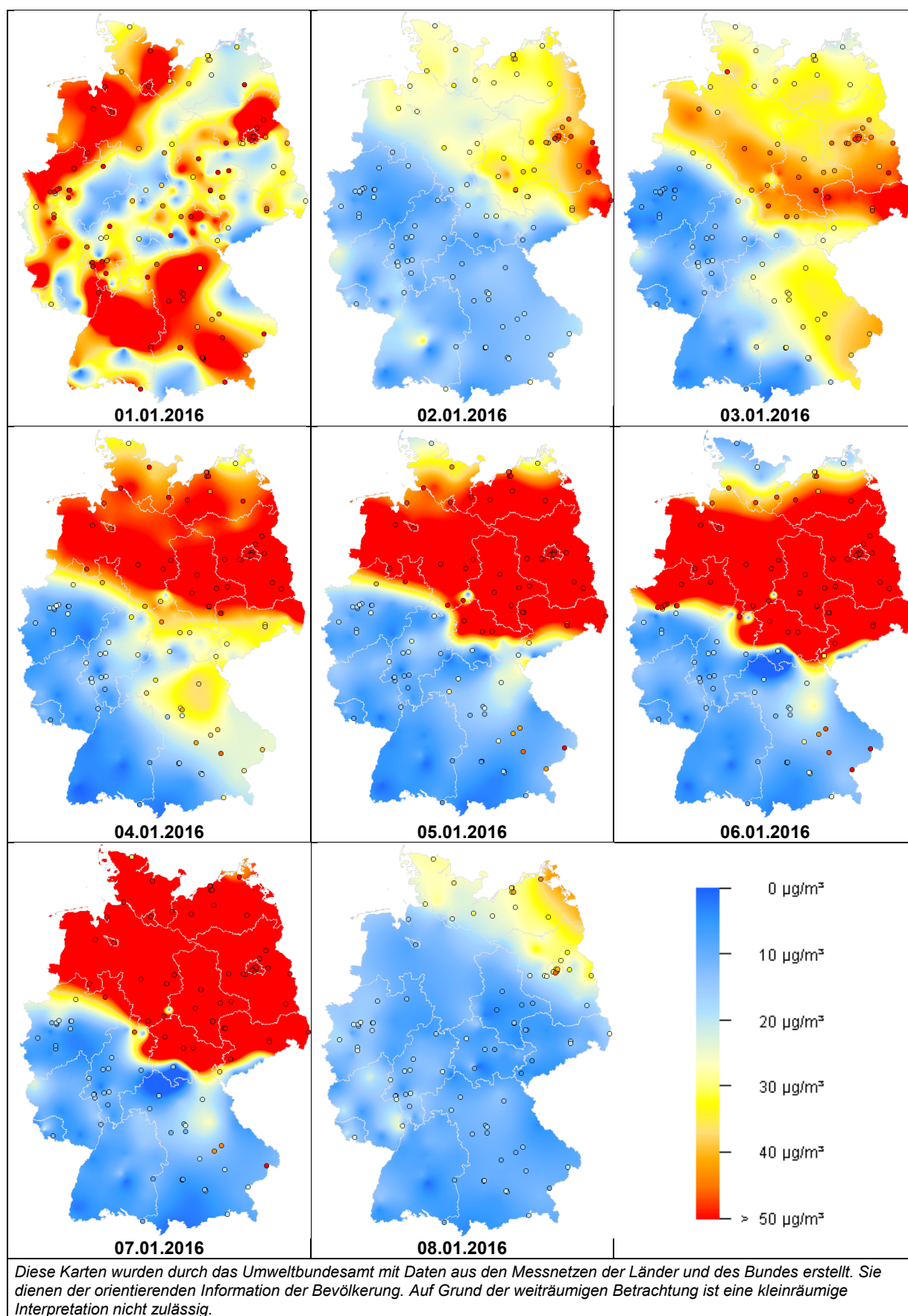


Abbildung 23: Trajektorien im Zeitraum vom 04.01.2016 bis 08.01.2016 (ausgewählte Tage)

Anhand der Trajektorien wird deutlich, dass die klassischen Ferntransportprozesse aus östlichen/südöstlichen Richtungen hier keine Rolle gespielt haben. Am Höhepunkt der Episode war eine Anströmung aus Südwest mit „Bodenkontakten“ ausschließlich in Deutschland gegeben. Damit erfolgte ein innerdeutscher Transport belasteter Luftmassen.

Situation im Bundesgebiet

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. Abbildung 24 zeigt die Karten (interpolierte Darstellung) der Partikel PM_{10} -Belastung für den Zeitraum vom 01.01.2016 – 08.01.2016. Anhand dieser Karten lässt sich der Verlauf der Episode gut nachvollziehen.

Abbildung 24: Partikel PM₁₀ – Belastung in Deutschland vom 01.01.2016 bis 08.01.2016

1.4.2.4 Trendentwicklung für Partikel PM_{10} und Partikel $PM_{2,5}$ in Sachsen-Anhalt

Für eine Zeitreihenanalyse und die Darstellung der Trendentwicklung für Partikel in Sachsen-Anhalt wurden Stationen gleicher Exposition zu Stationsklassen zusammengefasst. Dabei wurden folgende Stationsklassen gebildet: ländlicher Hintergrund, städtischer Hintergrund und städtisch verkehrsnah. 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 $PM_{2,5}$ -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 allerdings nur durch eine Station repräsentiert. Dieser Umstand ist bei der Interpretation der Darstellung der Partikel $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte entsprechend zu berücksichtigen.

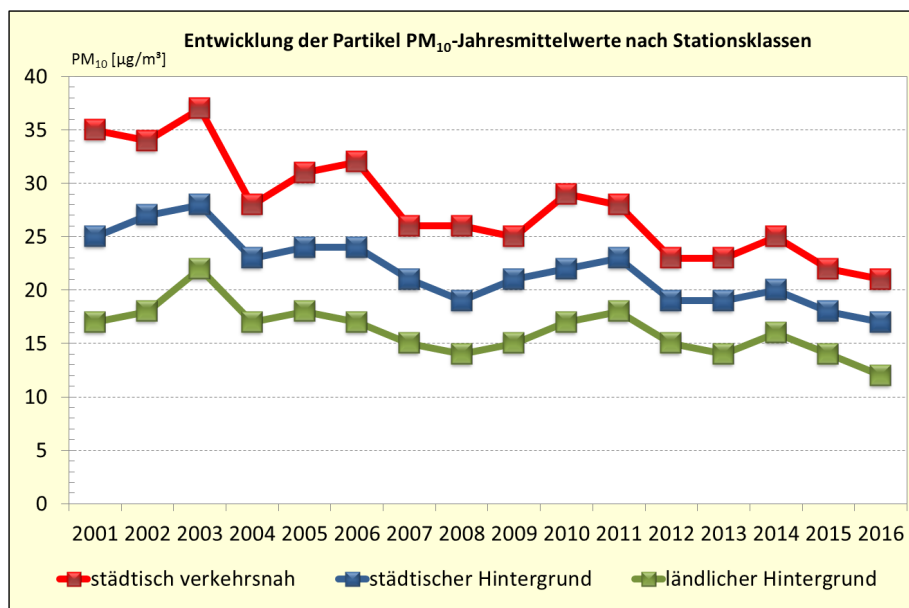


Abbildung 25: Entwicklung der Partikel PM_{10} -Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

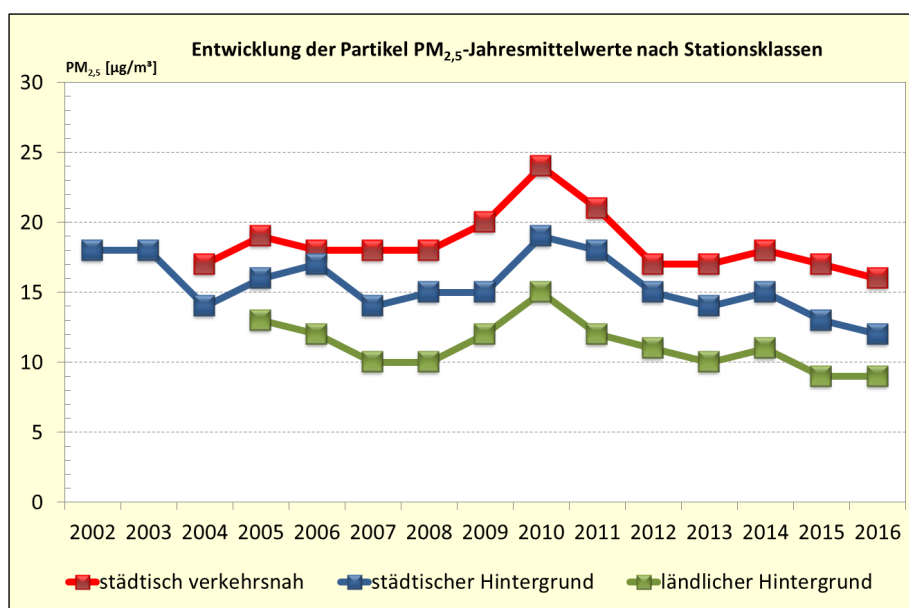


Abbildung 26: Entwicklung der Partikel $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

In Auswertung der in Abbildung 25 dargestellten Entwicklung kann für die Jahresmittelwerte Partikel PM_{10} 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 über alle Klassen erneut kontinuierlich gesunken (Ausnahme: 2016 - städtisch verkehrsnah). Letztere Klasse fällt durch Belastungskonstanz gegenüber dem Vorjahr ins Auge. 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 ausgeprägt ist (Abbildung 26). Im Jahr 2010 wurde an allen Stationen ein Maximum erreicht, seither gingen die Konzentrationen, mit kurzer Unterbrechung im Jahr 2014, kontinuierlich zurück.

1.4.2.5 Bewertung der Jahresmittelwerte 2016 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 2016 mit Hinblick auf die deutlich strengeren WHO-Leitwerte (siehe Kapitel 1.7) 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. Letzterer wird an allen Messstationen in Sachsen-Anhalt sicher eingehalten. Wird hingegen der WHO-Leitwert in Ansatz gebracht, dann ergibt sich ein etwas anderes Bild (Abbildung 27). Demnach würde dieser Leitwert aktuell an allen verkehrsnahen Standorten überschritten werden. Demgegenüber und analog zum Jahr 2015 würde der Leitwert im städtischen Hintergrund eingehalten werden. Insgesamt gesehen würde dieser viel strengere aber nicht rechtsverbindliche Wert im Jahr 2016 an 18 von 22 Stationen eingehalten werden (Jahr 2015: nur 16 von 22 Stationen).

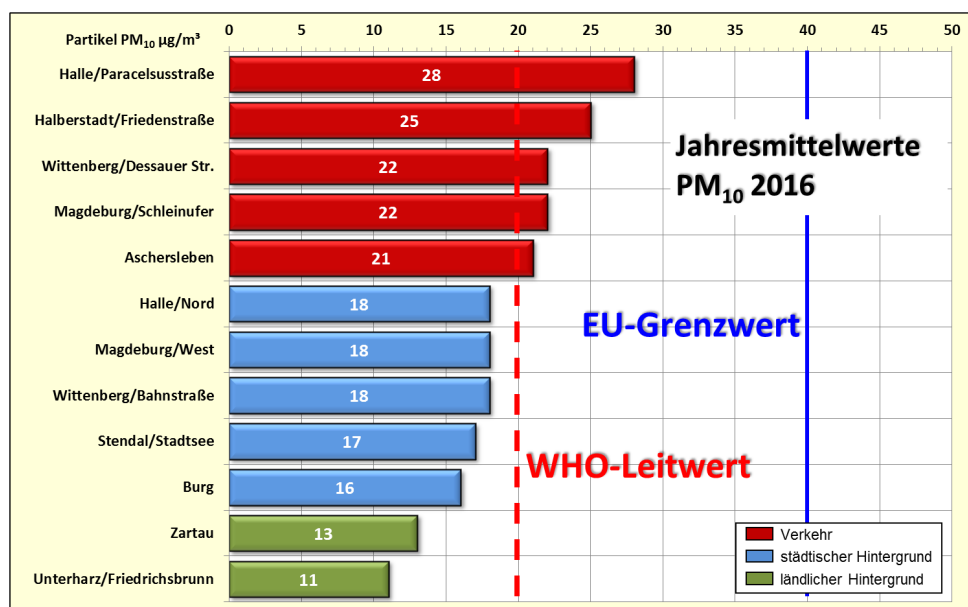


Abbildung 27: Partikel PM_{10} -Jahresmittelwerte 2016 ausgewählter Stationen in Sachsen-Anhalt in Bezug zum WHO-Leitwert und EU-Grenzwert

Mit Blick auf die gesundheitlichen Wirkungen ist festzustellen, dass die Bedeutung der kleineren Partikel deutlich größer ist. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, kommt der Überwachung der Partikel $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen zukünftig immer mehr Bedeutung zu. Seitens der WHO wurde dem bereits Rechnung getragen und es existiert ebenfalls ein entsprechender Leitwert für Partikel $\text{PM}_{2,5}$. 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 nachfolgende Abbildung 28 visualisiert die Partikel $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwerte 2016 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 gegenwärtig nur an einem Standort im ländlichen Hintergrund eingehalten. Es ist daher unstrittig, dass zukünftig weitere Anstrengungen zur Senkung der Partikelkonzentrationen unternommen werden müssen.

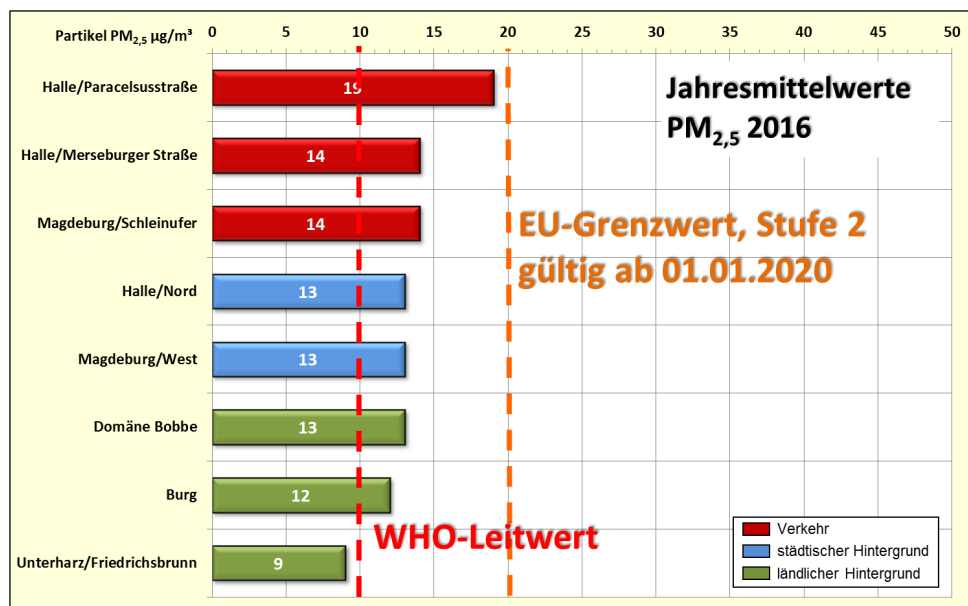


Abbildung 28: Partikel $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwerte 2016 in Sachsen-Anhalt in Bezug zum WHO-Leitwert und EU-Grenzwert, Stufe 2

1.4.3 Stickstoffoxide (NO_2 , NO)

Die Stickstoffoxide (NO_x) sind von großer lufthygienischer Bedeutung; zu ihnen gehören u. a. Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2).

Im Jahr 2016 standen im LÜSA dafür 22 Messreihen zur Verfügung. Die Einschätzung der Datenverfügbarkeiten der einzelnen Messreihen ermöglicht Tabelle A 3. Im Mittel über alle Stationen wurde eine Verfügbarkeit von 99 % erreicht.

Bei der Wirkung der Stickstoffoxide auf den Menschen ist insbesondere die Schädigung der Atemwege zu nennen. Bei längerer Einwirkung können höhere Konzentrationen zu chronischer Bronchitis oder auch zu einer Erhöhung der Empfindlichkeit gegenüber Atemwegsinfektionen führen. Die Stickstoffoxide haben auch pflanzentoxische Wirkungen.

Die Stickstoffoxid-Belastung der Atmosphäre hat für weitere Problemkomplexe ebenfalls entscheidende Bedeutung. Stickstoffoxide und reaktive Kohlenwasserstoffe sind zusammen mit Sonnenstrahlung die Reaktionspartner für die photochemische Ozonbildung. Maßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffoxidemissionen tragen also auch zur Minderung des Sommersmogs bei.

Stickstoffmonoxid hat nur eine kurze atmosphärische Lebensdauer. Die Verweilzeit von NO_2 in der Atmosphäre wird in der Literatur mit fünf bis sieben Tagen angegeben.

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. In einer Analyse des Umweltbundesamtes wird der Kfz-Verkehr mit einem Anteil von ca. 70 % als Hauptverursacher für die hohen NO_2 -Immissionskonzentrationen an den stark befahrenen innerstädtischen Straßen benannt. Dies wird besonders auf Dieselfahrzeuge und deren hohe primäre NO_2 -Emissionen zurückgeführt. Neben den Diesel-Pkw tragen auch Nutzfahrzeuge und Busse zur Belastung bei. Seit dem Jahr 2010 sind die NO_2 -Luftqualitätsgrenzwerte (Jahresmittelwert, Kurzzeitwert) in Kraft (Tabelle 18).

Die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte an verkehrlich hoch belasteten Stellen mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen (Straßenschluchten) in Städten bereitet nicht nur in Sachsen-Anhalt nach wie vor erhebliche Probleme.

Bis zum 31.12.2014 wurde aufgrund des Kommissionsbeschlusses vom 20.02.2013 für die Ballungsräume Magdeburg und Halle eine Fristverlängerung gewährt⁷.

In dieser Übergangsfrist durfte ein NO_2 -Jahresmittelwert von $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschritten werden.

Jahresmittelwerte werden als Kenngröße für die mittlere Belastung herangezogen. Abbildung 29 visualisiert die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Konzentrationen für das Jahr 2016 im Vergleich zum Jahresgrenzwert.

Überschreitungen des (Kurzzeit-)Grenzwertes ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Stundenmittelwert bei maximal 18 zulässigen Überschreitungen) und Überschreitungen der Alarmschwelle (Stundenmittelwerte größer $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in drei aufeinander folgenden Stunden) traten nicht auf. Wie bereits in den Vorjahren wurden an den LÜSA-Messstellen 2016 keine Stundenmittelwerte über $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert.

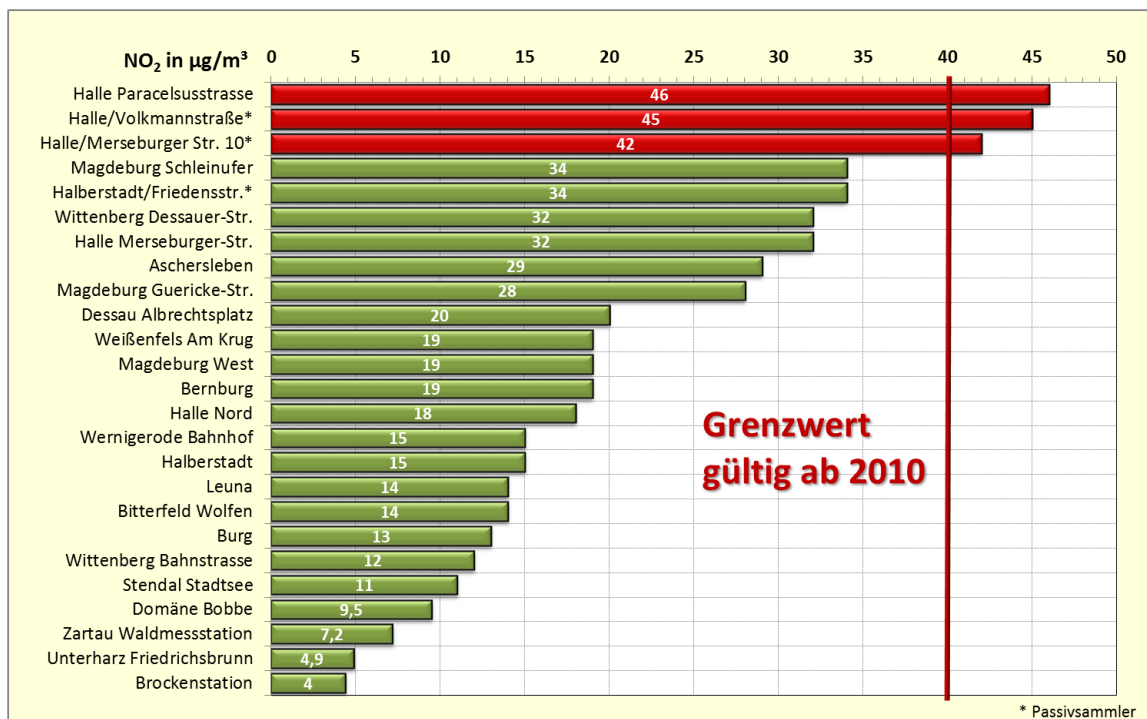


Abbildung 29: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid 2016 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

⁷ Beschluss der Europäischen Kommission C(2013) 900 final vom 20.02.2013 über die deutschen Anträge zur Verlängerung der Frist zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid

1.4.3.1 NO₂-Belastungssituation an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt

In Abbildung 30 werden die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid an den Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt graphisch dargestellt.

An der Verkehrsmessstation Halle/Paracelsusstraße (49 µg/m³) sowie den mit Passivsammlern beprobten Messstandorten Halle/Merseburger Straße 10 - Westseite (42 µg/m³) und Halle/Volkmannstraße (45 µg/m³), traten Jahresmittelwerte auf, die den seit 01.01.2010 geltenden und durch die 39. BImSchV in deutsches Recht umgesetzten Grenzwert (40 µg/m³) für den Schutz der menschlichen Gesundheit überschreiten. Deshalb sind im Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Halle Maßnahmen festgelegt, mit dem Ziel die Luftqualität zu verbessern und die Einhaltung des Grenzwertes zukünftig zu gewährleisten.

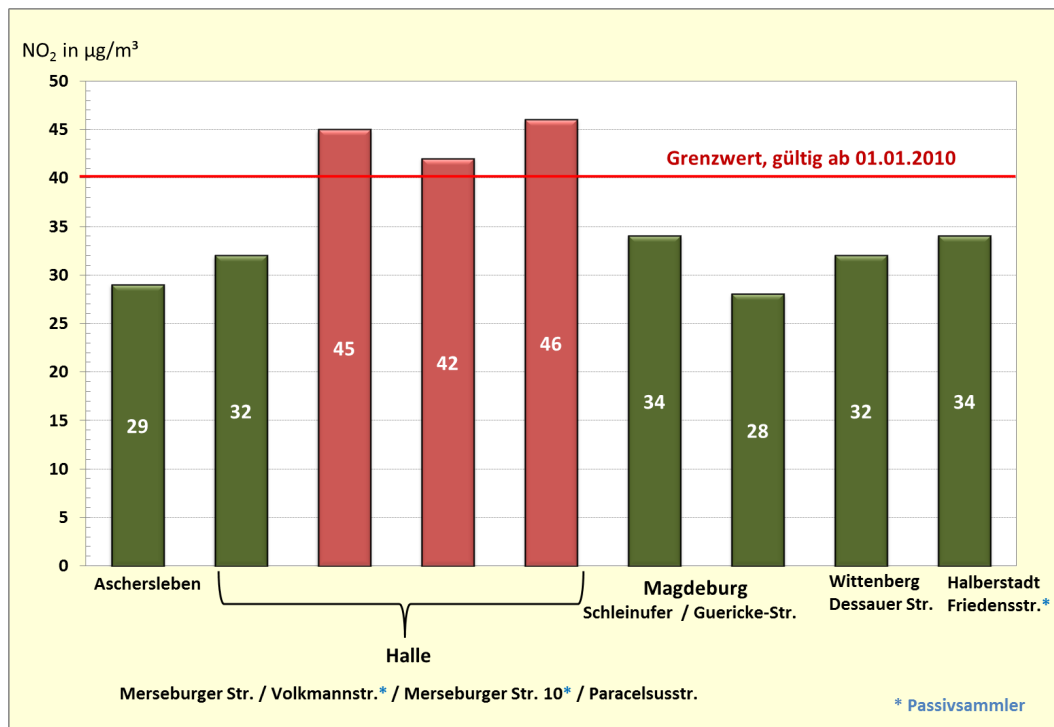


Abbildung 30: Vergleich der NO₂-Jahresmittelwerte an Verkehrs-Hotspots im Jahr 2016

Die Messergebnisse der Stickstoffdioxid-Konzentrationen in Sachsen-Anhalt anhand der Anforderungen der 39. BImSchV (siehe Kapitel 1.7) sind in den Tabellen (Tabelle A 8 bis Tabelle A 11) dokumentiert.

Abbildung 31 zeigt den Vergleich der Monatsmittelwerte der Jahre 2015 und 2016 für Verkehrs- und Stadtgebietsstationen.

Verkehrsmessstationen befinden sich an „Hotspots“ – Standorten an denen hohe Schadstoffkonzentrationen zu erwarten sind – und sind nur für die lokale Umgebung repräsentativ, wogegen Stadtgebietsstationen Aufschluss über die Konzentrationen im urbanen Hintergrund geben.

Der jahreszeitliche Verlauf mit höheren Werten im Herbst und Winter und niedrigeren Werten im Frühling und Sommer („Badewannenkurve“) visualisiert den Einfluss der Witterungsbedingungen. An den stark verkehrsbeeinflussten Stationen ist dieser Jahresgang deutlich geringer ausgeprägt. Der anhaltende Hochdruckeinfluss im September 2016 mit sonnigem warmem und trockenem Wetter führte dazu, dass die Monatsmittelwerte der NO₂-Konzentrationen höher ausfielen als im Vorjahr 2015. Der regnerische Oktober war geprägt von Tiefdruckeinfluss und ließ bei sehr guten Austauschverhältnissen die Monatsmittelwerte 2016 deutlich geringer ausfallen als im Vorjahr.

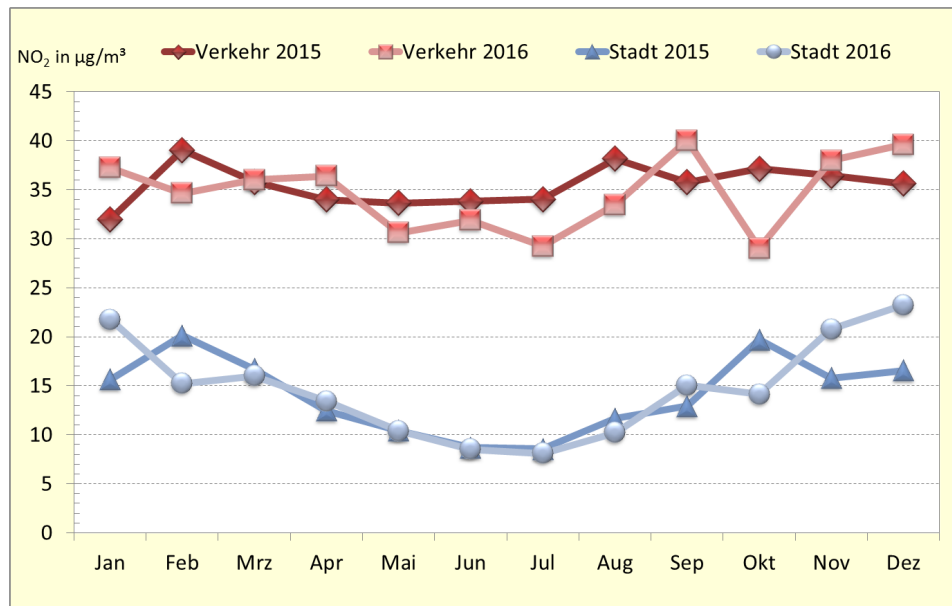


Abbildung 31: Vergleich der Monatsmittelwerte der Stickstoffdioxid-Immissionen der Jahre 2015 und 2016 an Verkehrs- und Stadtgebietsstationen

Die durch Witterungseinflüsse bedingten monatlichen Schwankungen der Stickstoffdioxid-Belastung führten zu keiner Änderung der mittleren Belastung (Tabelle A 11). In den vergangenen vier Jahren stagnieren die Jahresmittelwerte auf fast gleichem Niveau.

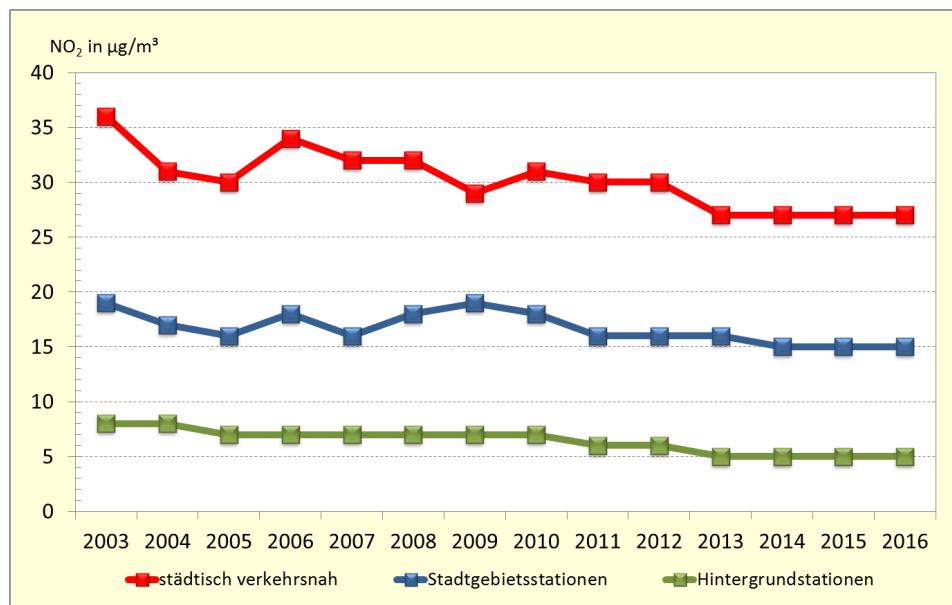


Abbildung 32: Entwicklung der Stickstoffdioxid-Immissionen (Jahresmittelwerte)

Abbildung 32 zeigt über Stationstypen gemittelte Jahresmittelwerte seit dem Jahr 2003. An den weit entfernt von der Hauptemissionsquelle, dem Straßenverkehr, gelegenen Hintergrundstationen wurden die geringsten Stickstoffdioxid-Belastungen gemessen. Ballungsräume und Städte sind aufgrund der dort im Vergleich zum Umland hohen Emissionen von einer stärkeren Luftschadstoffbelastung betroffen. Die in unmittelbarer Nähe zu den Emissionsquellen im Straßenverkehr gelegenen Verkehrsmessstationen weisen erwartungsgemäß die höchste Stickstoffdioxidkonzentration auf.

Die Höhe der Stickstoffdioxidkonzentrationen wird auch durch die Witterungsverhältnisse beeinflusst. So führen zum Beispiel längere Perioden mit extremem Frost, Temperaturinver-

sion und eingeschränkten Austauschverhältnissen zu einem deutlichen Anstieg der Konzentrationen. In den letzten vier Jahren ist kein Trend mehr erkennbar.

Für **Stickstoffmonoxid** existieren keine Grenzwerte. In der VDI-Richtlinie 2310 (siehe Kapitel 1.7) 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 10 enthält für ausgewählte Stationen (repräsentativ für den Schutz von Ökosystemen) die Jahresmittelwerte der **Stickstoffoxide**, angegeben als Stickstoffdioxid. Der Grenzwert zum Schutz der Vegetation beträgt $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert und wird an den ausgewählten 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.

In jüngster Zeit 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.

Die Zulassungszahlen für Diesel-Pkw sind in Deutschland vor einigen Jahren stark angestiegen. Im Jahr 2002 lag beispielsweise der Diesel-Anteil bei Pkw-Neuzulassungen noch bei 38 %. Demgegenüber war im Jahr 2006 schon fast jeder zweite neuzugelassene Pkw (ca. 45 %) mit einem Dieselmotor ausgerüstet, im Jahr 2015 betrug die Zahl der Neuzulassungen an Diesel-PKW bereits 48 % der PKW-Zulassungen.

3,4 Millionen neu zugelassene Personenkraftwagen (Pkw) und somit +4,5 Prozent mehr als im Vorjahr weist die Jahresbilanz 2016 aus. Darunter befanden sich neben 11.410 Elektrofahrzeugen (-7,7 %) auch 47.996 Pkw mit Hybridantrieb (+42,7 %), davon 13.744 mit Plug-in. Benzin- (52,1 %) und Dieselmotoren (45,9 %) dominierten weiterhin den Automobilmarkt, wobei der Anteil der dieselbetriebenen Fahrzeuge um mehr als zwei Prozentpunkte abnahm⁸.

Diesel-PKW überschreiten die Euro-Grenzwerte für Stickstoffdioxid (NO_x) auf der Straße noch deutlich stärker als bislang angenommen. Ging man für das Jahr 2016 bislang von $575 \text{ mg NO}_x/\text{km}$ aus, liegt nun die Diesel-Pkw-Flotte in Deutschland bei durchschnittlich $767 \text{ mg NO}_x/\text{km}$. Das ergaben neue Berechnungen für das Umweltbundesamt (UBA). Für die Neubewertung wurden erstmals auch für den betriebswarmen Motor Messungen bei allen in Deutschland typischen Außentemperaturen berücksichtigt⁹. Hohe NO_x -Emissionen treten vor allem an kalten Tagen auf. UBA-Präsidentin Maria Krautzberger: „Unsere neuen Daten zeichnen ein deutlich realistischeres und leider noch unerfreulicheres Bild der Stickoxidbelastung durch Diesel-Pkw in Deutschland“¹⁰.

1.4.3.2 Ergebnisse der NO_2 -Passivsammlermessungen

Die Ergebnisse der Passivsammlermessungen sind in der nachfolgenden Abbildung 33 dargestellt (genaue Standortbeschreibung siehe Anhang Abbildung A 4 bis Abbildung A 8).

⁸ Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, www.kba.de

⁹ „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) Mario Keller (MK Consulting GmbH) Stefan Hausberger, Claus Matzer (IVT / TU Graz), Philipp Wüthrich, Benedikt Notter (INFRAS)

¹⁰ Presseerklärung des Umweltbundesamtes Nr. 16/2017 vom 25.04.2017

(<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/stickoxid-belastung-durch-diesel-pkw-noch-hoehher>)

Für das Jahr 2016 sind gegenüber 2014 niedrigere NO_2 -Messwerte zu verzeichnen. Eine Ausnahme betrifft den Messstandort Halle, Volkmannstraße 13, hier ist ein signifikanter Anstieg gegenüber 2014 festzustellen. Gegenüber 2015 ist für das Jahr 2016 kein einheitlicher Trend feststellbar. Insbesondere an einigen Standorten in Halle und am Standort Merseburg wurden geringfügig höhere NO_2 -Konzentrationen ermittelt.

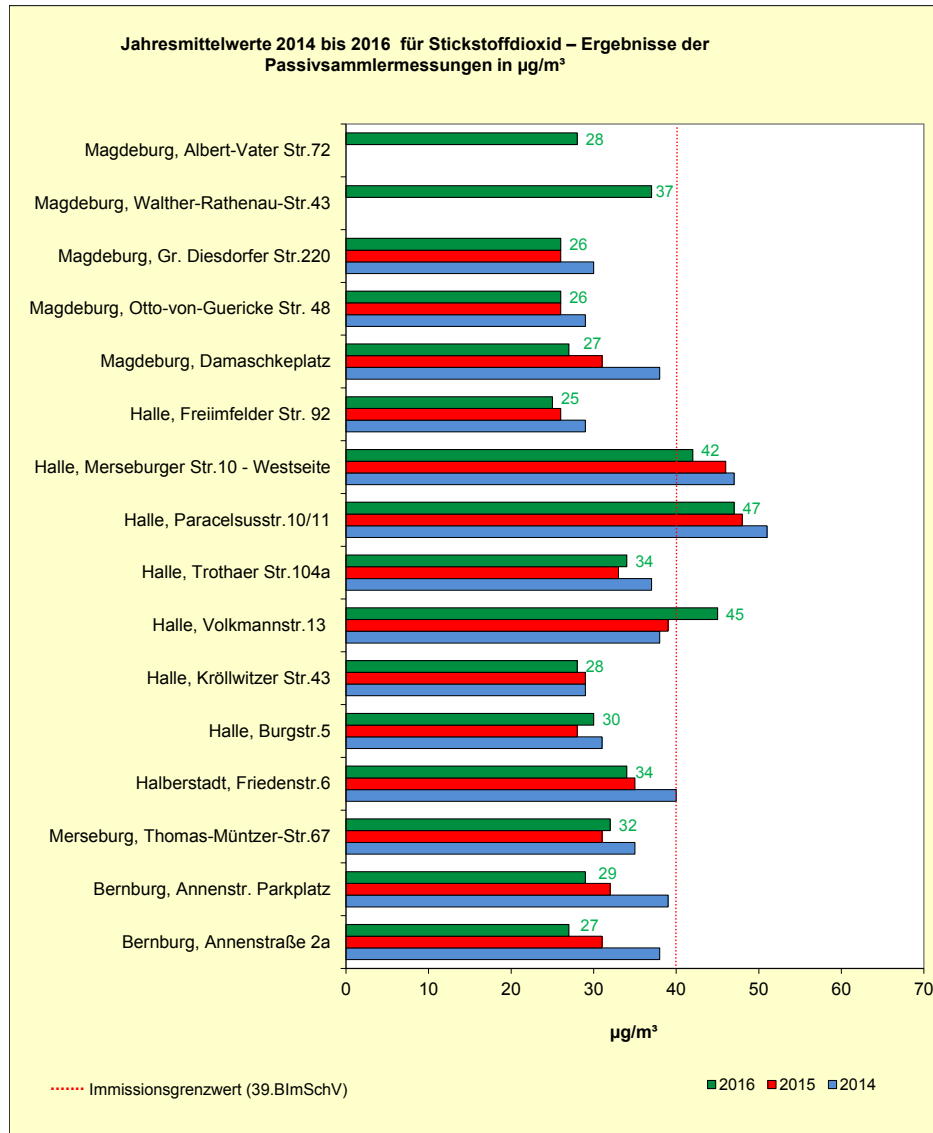


Abbildung 33: Jahresmittelwerte der NO_2 -Messungen mit Passivsammler (LÜSA-Referenzstandorte sind nicht enthalten)

An einigen Passivsammler-Standorten ist infolge von verkehrstechnischen Maßnahmen ein Rückgang der NO_2 -Belastung gegenüber den Vorjahren feststellbar. So bestätigt sich der Trend an den zwei Messstandorten in Bernburg infolge der Inbetriebnahme des Teilstückes der B6n.

Gleiches trifft auch auf den Standort Magdeburg, Damaschkeplatz zu. Durch die Baumaßnahmen wurde seit Mai 2015 eine Fahrtrichtung gesperrt. Seit Anfang Mai 2016 fließt dort überhaupt kein Kfz-Verkehr mehr. Der Sammler dokumentiert somit im Wesentlichen den Zustand der Tunnelbaustelle und den Verkehrseinfluss des Magdeburger Rings.

Auch am Standort Halberstadt, Friedenstraße ist gegenüber den Vorjahren eine verringerte NO_2 -Belastung zu verzeichnen.

Im Gegensatz dazu wurde 2016 in Halle an drei Standorten der Jahresgrenzwert überschritten. Der starke Anstieg der NO_2 -Konzentrationen in der Volkmannstraße sowie die modera-

ten Erhöhungen in der Trothaer und Burgstraße gegenüber den Werten des Vorjahres 2015 dürften in Teilen mit den durch die Sanierung einer Richtungsfahrbahn der Hochstraße und dem Umbau des Steintorplatzes verbunden mit der zeitweisen Einrichtung einer Ampelregelung in der Volkmannstraße, baustellenbedingt geänderten Verkehrsflüssen bzw. häufigen Staus in den genannten Straßen in Verbindung stehen.

1.4.4 Ozon (O_3)

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 Kapitel 1.7 Tabelle 19).

Für eine flächendeckende Überwachung der Ozonkonzentration, zur Untersuchung der regionalen Besonderheiten sowie zur Auswertung des Ozonbildungspotentials standen im Jahr 2016 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 12 enthält die Jahresmittelwerte als Kenngröße für die mittlere Belastung der Jahre 2015 und 2016. Im Vergleich zum Vorjahr sind die mittleren Konzentrationen um 4 % bis 11 % und im Mittel über alle LÜSA-Messstationen um 6 % zurückgegangen.

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 sogenannte Ozon-Hintergrundbelastung, die von hemisphärischem Transport und natürlichen Bildungsprozessen herrührt. Wegen dieser verschiedenen Einflussgrößen, die zudem Schwankungen unterliegen, ist es schwer, Aussagen über einen Langzeittrend zu machen.

Die Abbildung 34 visualisiert die Jahresmittelwerte des Ozons der Jahre 2003 bis 2016 am Beispiel je einer typischen Stadtgebiets-, Hintergrund- und Verkehrsmessstation.

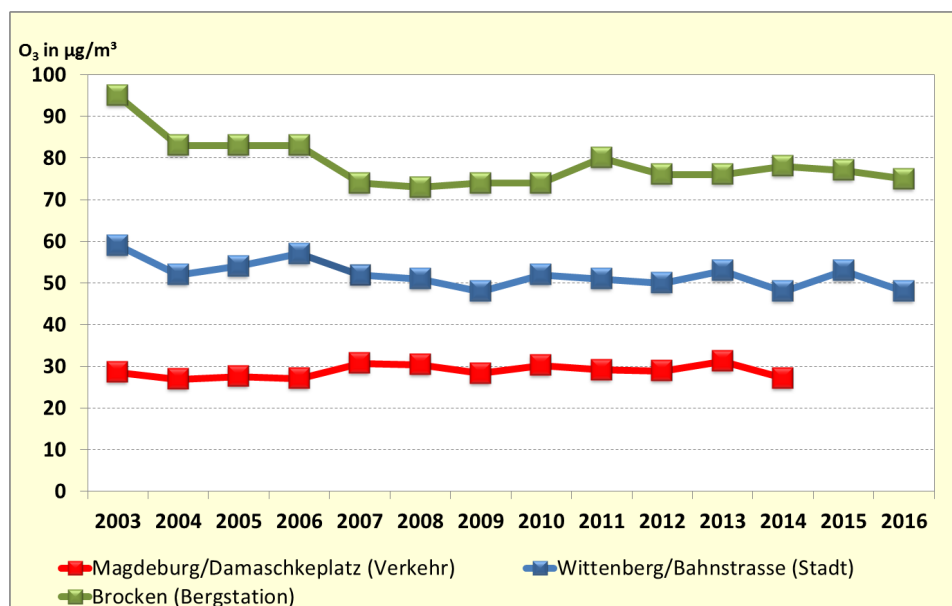


Abbildung 34: Verlauf der Jahresmittelwerte Ozon in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Beispiel einer Hintergrund-, einer Stadtgebiets- und einer Verkehrsmessstation

Der Sommer des Jahres 2015 war der drittwärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Verbreitet wurden neue Hitzerekorde gemessen und es war überdurchschnittlich sonnig. Im Jahr 2016 waren die Witterungsbedingungen für die Ozonbildung nicht ganz so optimal wie im Vorjahr, so dass die mittlere Belastung rückläufig war. Aus diesem Grund bildeten sich auch keine typischen Ozonepisoden aus. Dennoch traten an einem Tag im Juni und an zwei Tagen im August Ozonspitzenbelastungen auf, die lokal zu Überschreitungen des Informationswertes der Bevölkerung führten. Das wird nachfolgend noch Gegenstand einer Analyse sein.

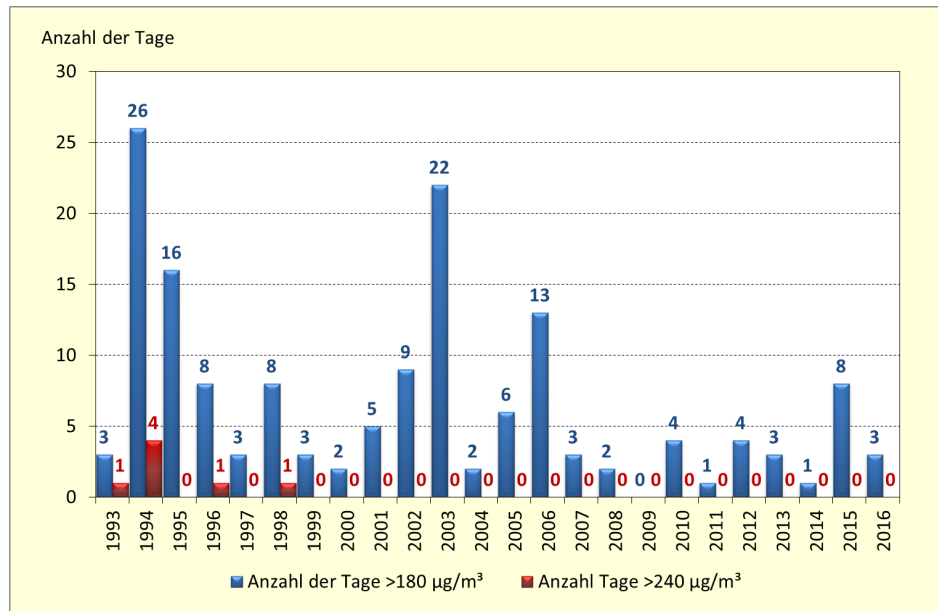


Abbildung 35: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwertes für Ozon zur Information der Bevölkerung ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und der Alarmschwelle ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$); Bezug: 1-h- Mittelwert

Insgesamt wurde 2016 im LÜSA an drei Tagen und fünf Stationen der Schwellenwert zur Information der Bevölkerung von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert überschritten. Die Alarmschwelle ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde in Sachsen-Anhalt nicht überschritten. Der höchste Einstundenmittelwert trat an der LÜSA-Messstation Wittenberg/Bahnstraße mit $231 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Die Werte und Überschreitungszeiten der Einstundenmittelwerte größer als $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kann man Tabelle A 14 entnehmen. Abbildung 35 enthält die Anzahl der Tage mit Überschreitung des Schwellenwertes für Ozon zur Information der Bevölkerung von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und der Alarmschwelle vom Jahr 1993 bis 2016. Seit dem Jahr 1999 wurde in Sachsen-Anhalt keine Überschreitung der Alarmschwelle ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mehr registriert.

Die 39. BImSchV benennt Zielwerte sowohl für den Schutz der menschlichen Gesundheit als auch für den Schutz der Vegetation (Wälder). 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.

Der Zielwert 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. Dieser Zielwert wurde – außer an der Bergstation auf dem Brocken – an allen LÜSA-Stationen eingehalten (Abbildung 36, Tabelle A 13 und Tabelle A 15).

Weiterhin werden in der 39. BImSchV auch 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 Achtstunden-mittelwert darf nicht überschritten werden – wäre im Jahr 2016 an keiner LÜSA-Station eingehalten worden.

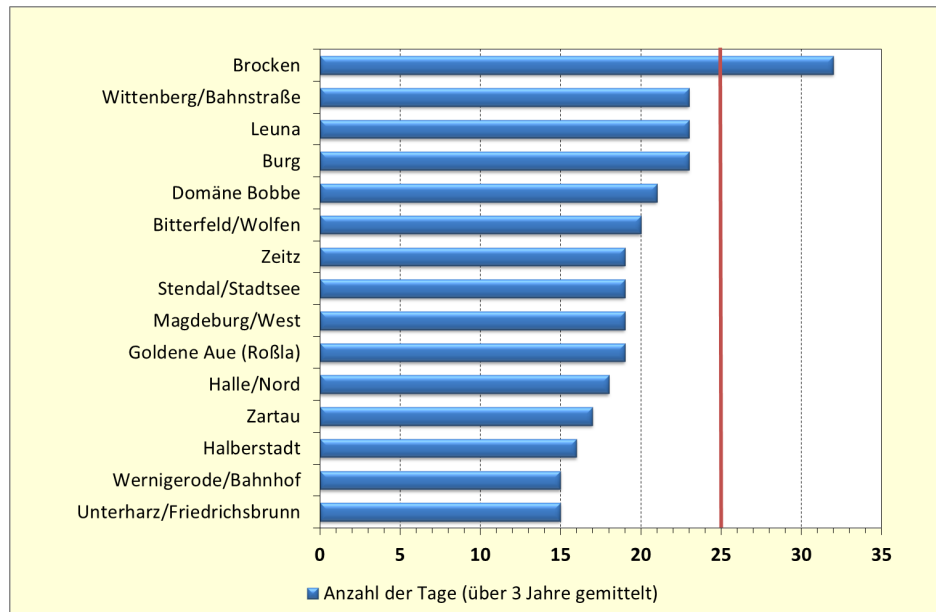


Abbildung 36: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Zielwertes für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemittelt über 3 Jahre ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuhalten als höchster 8-h-Mittelwert ab dem Jahr 2010)

Die Luftgüteleitlinien der WHO (Weltgesundheitsorganisation) geben eine zuverlässige Orientierungshilfe bei der Prüfung von möglichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung (siehe Kapitel 1.7 Tabelle 24) 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 17 des Anhangs).

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 37.

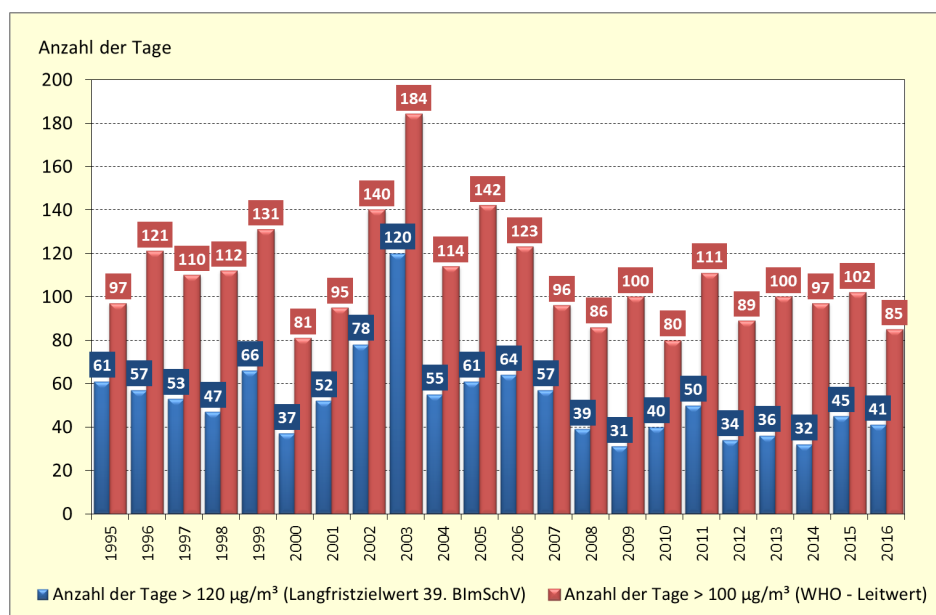


Abbildung 37: Anzahl der Tage pro Jahr, an denen an mindestens einer LÜSA-Station ein 8-h-Mittelwert größer $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftrat

Zum Schutz der Vegetation vor hohen Ozonbelastungen wurde ein Zielwert (AOT40) festgelegt (vgl. Kapitel 1.7).

Dieser für die Belastung der Vegetation durch Ozon repräsentative Wert sollte im Mittel über fünf Jahre 18000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$) nicht überschreiten. Er ist allerdings erst ab dem Jahr 2015 zu bewerten. Im Jahr 2016 wurde dieser Zielwert eingehalten. (Abbildung 38).

Als Langfristziel sollen 6000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$) nicht überschritten werden (Tabelle A 16 im Anhang).

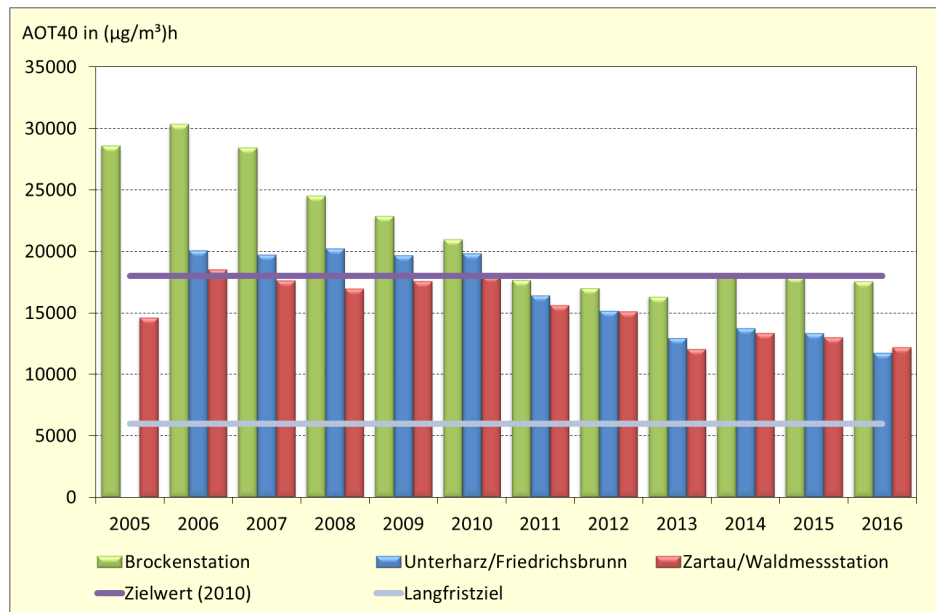


Abbildung 38: AOT40-Werte an Messstationen zur Überwachung von empfindlichen Ökosystemen (Mittel über 5 Jahre in ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$))

1.4.5 Ursachenanalyse der Überschreitung des Informationswertes an der LÜSA-Messstation Wittenberg Bahnstraße am 25. Juni 2016

Mit einer südöstlichen Strömung floss ab dem 23.06. zunehmend heiße Luft nach Deutschland. Am 24.06. überschritten die Lufttemperaturen im Osten Sachsens-Anhalts die 35 °C-Marke.

Das führte auch zu einem kontinuierlichen Anstieg der Ozonkonzentrationen. Der 1h-Mittelwert zur Information der Bevölkerung von 180 µg/m³ wurde jedoch nicht erreicht.

Im Vorfeld einer Gewitterzone kam es mit Änderung der Windrichtung über Nord auf südwestliche Richtungen am 25.06. zu einem Rückgang der Lufttemperaturen.

Dabei waren an den Ozonmessstellen des LÜSA auch die Ozonkonzentrationen wieder rückläufig. Eine Ausnahme bildete die Messstation Wittenberg Bahnstraße. Hier kam es ab ca. 09:00 Uhr zu einem steilen Anstieg der Ozonkonzentrationen. An zwei Stunden wurde der Informationswert der Bevölkerung (180 µg/m³ als 1h-Mittelwert) deutlich überschritten. Der maximale 1h-Mittelwert wurde um 16:00 Uhr mit 231 µg/m³ erreicht.

Abbildung 39 zeigt den Verlauf der Ozonkonzentration, Lufttemperatur und Windrichtung an der LÜSA-Messstation Wittenberg.

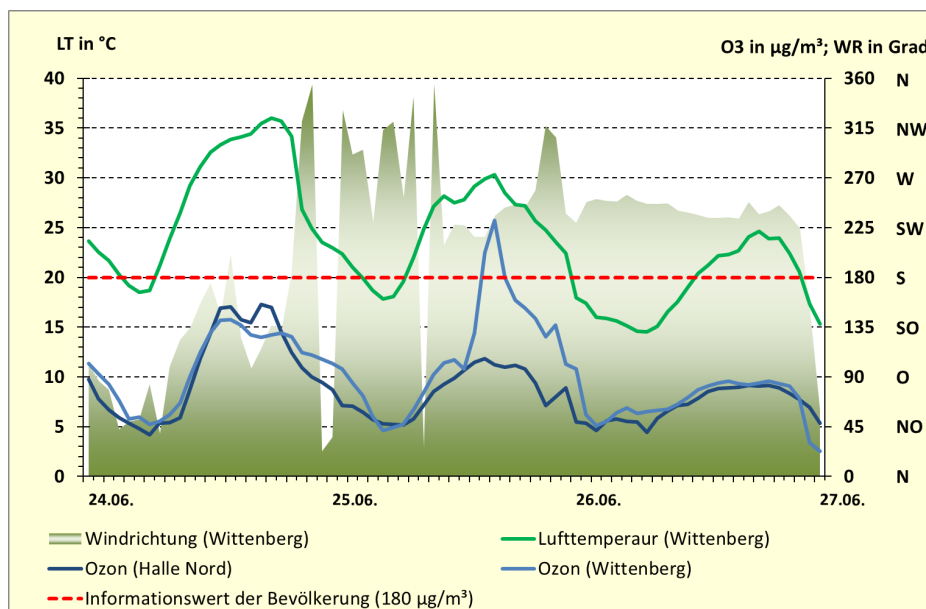


Abbildung 39: Einstundenmittelwerte Ozon, Windrichtung und Lufttemperatur

Es bleibt die Frage, was die Ursache für das Phänomen ist, dass in Wittenberg die Ozonkonzentrationen steil anstiegen, während an den anderen LÜSA-Messstellen die Konzentrationen schon rückläufig waren?

Die folgenden Abbildungen zeigen die sogenannten Rückwärtstrajektorien bezogen auf den Stationsort (Abbildung 40 und Abbildung 42) und die Höhe (Abbildung 41 und Abbildung 43) der Luftpakete. Hiermit lässt sich die Herkunft bzw. der Transport der Luftmassen durch die Atmosphäre ausgehend vom Immissionsort rückwärts verfolgen.

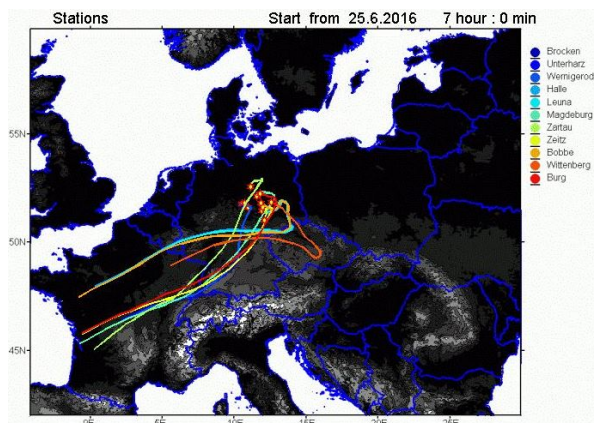


Abbildung 40: Rückwärtstrajektorien
25.06.2016 07:00 Uhr

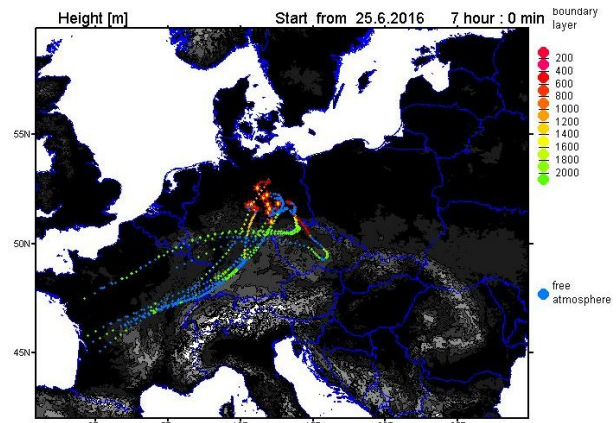


Abbildung 41: Rückwärtstrajektorien
25.06.2016 07:00 Uhr

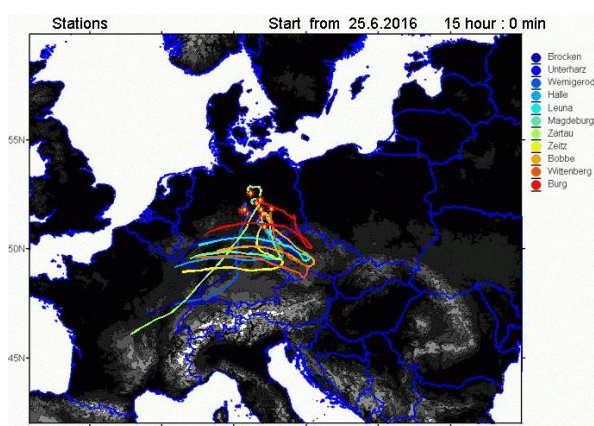


Abbildung 42: Rückwärtstrajektorien
25.06.2016 15:00 Uhr

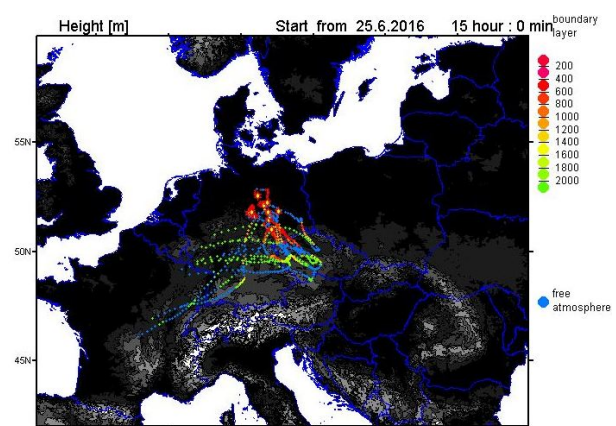
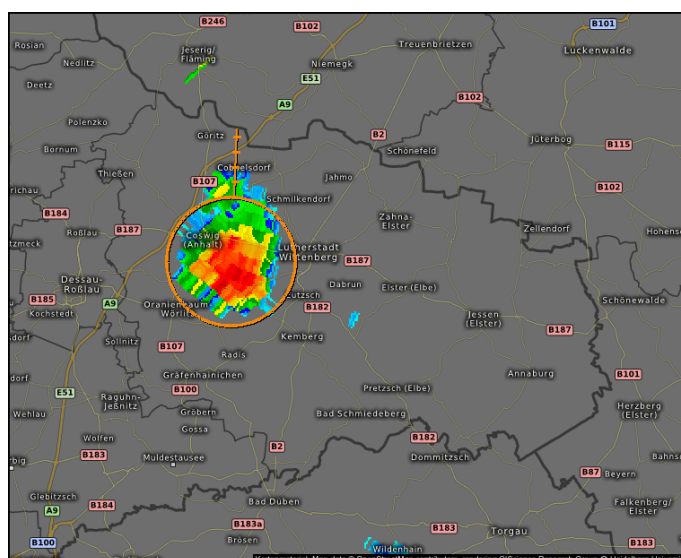
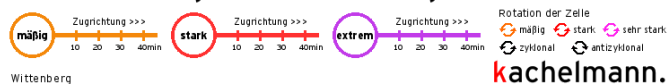


Abbildung 43: Rückwärtstrajektorien
25.06.2016 15:00 Uhr

Hier wird visualisiert, dass die nach Wittenberg transportierten Luftpakete einen längeren Weg über das östliche Festland (Abbildung 40) zurücklegen mussten und sich auf ihrem Weg mehr mit Vorläufersubstanzen anreichern konnten.



Radar-VorhersageHD / Stormtracking



Östlich von Wittenberg befand sich eine Gewitterzelle.

Wenn Blitze zur Erde zucken, sorgen gewaltige elektrische Entladungen dafür, dass aus den Sauerstoffmolekülen der Luft einzelne Sauerstoffatome freigesetzt werden. Solche freien Radikale, wie die negativ geladenen Sauerstoffteilchen auch genannt werden, reagieren mit Sauerstoffmolekülen zu Ozon. So dass nach Abklingen des Gewitters die Luft stark mit Ozon angereichert ist. Dies führte zu einem steilen Anstieg der Ozonkonzentrationen in Wittenberg.

Abbildung 44: Gewitterzelle östlich
von Wittenberg am 25.06.2016 11:20
Uhr

Ein ähnliches Phänomen trat auch an einer Messstation in Mecklenburg Vorpommern auf (Abbildung 45 Karte von 17:00 Uhr)

Die folgende Abbildung 45 zeigt die deutschlandweite Entwicklung der Belastung (zweistündlich aktualisiert) am 25.06.2016 von 11:00 Uhr bis 19:00 Uhr.

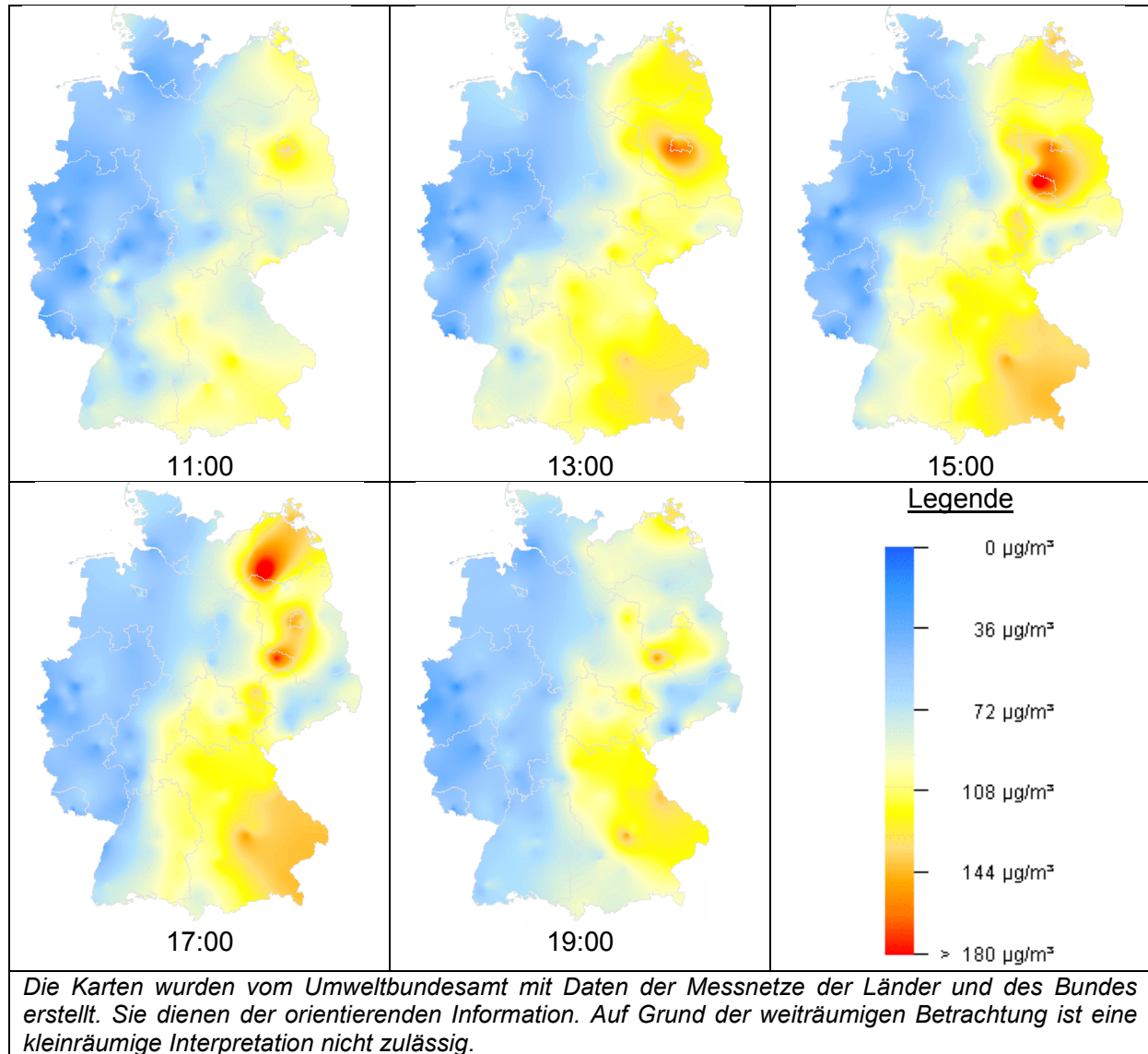


Abbildung 45: Flächenhafte Darstellung der Einstundenmittelwerte Ozon am 25.06.2016 in Deutschland

1.4.6 Ursachenanalyse der Ozonepisode am 27. und 28. August 2016

Am 26.08. und 27.08. lenkte ein Hochdruckgebiet mit Schwerpunkt über Weißrussland aus südlichen Breiten sehr warme bis heiße Luft nach Sachsen-Anhalt. Es näherte sich jedoch ein Tiefausläufer, der am Wochenbeginn die Region von Westen her überquerte.

Abbildung 46 und Abbildung 47 zeigen die sogenannten Rückwärtstrajektorien, mit deren Hilfe man die Herkunft bzw. den Transport der Luftmassen verfolgen kann. Hier wird der Weg der Luftpakete durch die Atmosphäre ausgehend vom Immissionsort rückwärts verfolgt.

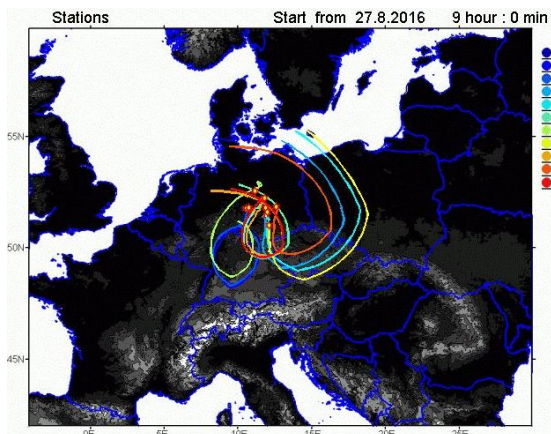


Abbildung 46: Rückwärtstrajektorien
27.08.2016 09:00 Uhr

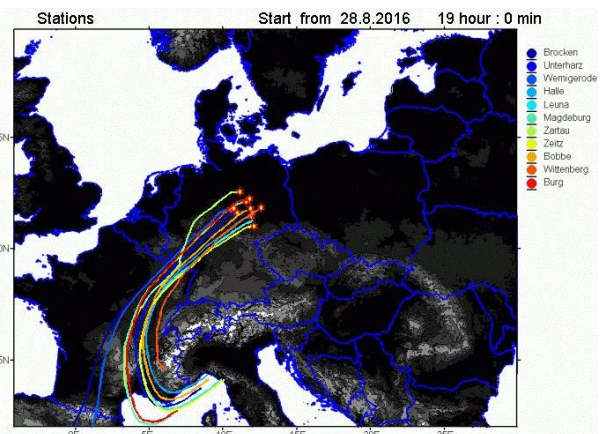
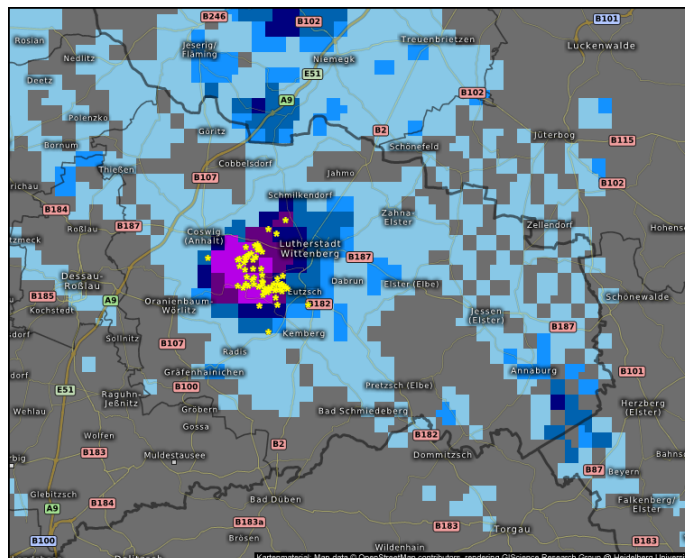


Abbildung 47: Rückwärtstrajektorien
28.08.2016 19:00 Uhr

Diese Strömungssituation deutet darauf hin, dass sich die Luftpakete bei Ihrem Weg über das Land mit Vorläufersubstanzen anreichern konnten. Zusammen mit den hohen Lufttemperaturen und starker Sonneneinstrahlung bei wolkenlosem Himmel waren damit am 27.08. ideale Voraussetzungen für die Ozonbildung vorhanden.



Radar und Blitze
28.08.2016, 17:20 Uhr MESZ
minimal leicht mäßig stark sehr stark extrem/Hagel Blitze
Wittenberg
kachelmann.
Blitzdaten: Siemens BLUDS

Ein ähnliches Phänomen wie schon in Kapitel 1.4.5 beschrieben, führte am 28.08. zu einer weiteren Überschreitung des Informationswertes für Ozon ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 1h-Mittelwert) an der LÜSA-Messstation Wittenberg Bahnstraße. Hier wurde um 19:00 Uhr nach einem heftigen Gewitter ein 1h-Mittelwert von $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Wieder sorgten die häufigen Blitze für gewaltige elektrische Entladungen. Aus den Sauerstoffmolekülen der Luft wurden einzelne Sauerstoffatome freigesetzt die mit Sauerstoffmolekülen zu Ozon reagierten.

Abbildung 48: Gewitterzelle östlich von Wittenberg am 28.08.2016 17:20 Uhr

Abbildung 49 zeigt den Zusammenhang von Ozonkonzentration, Lufttemperatur und Windrichtung für diese Episode.

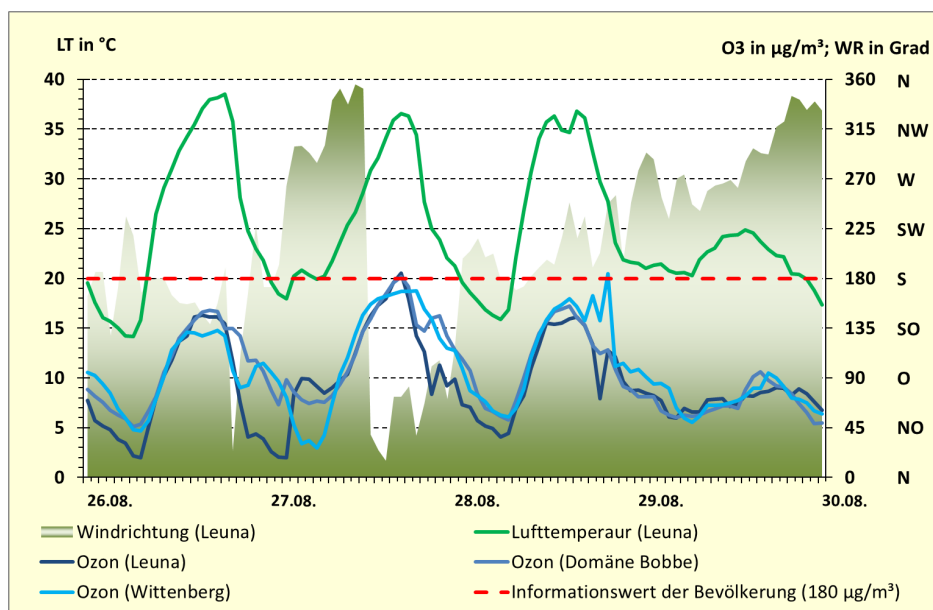
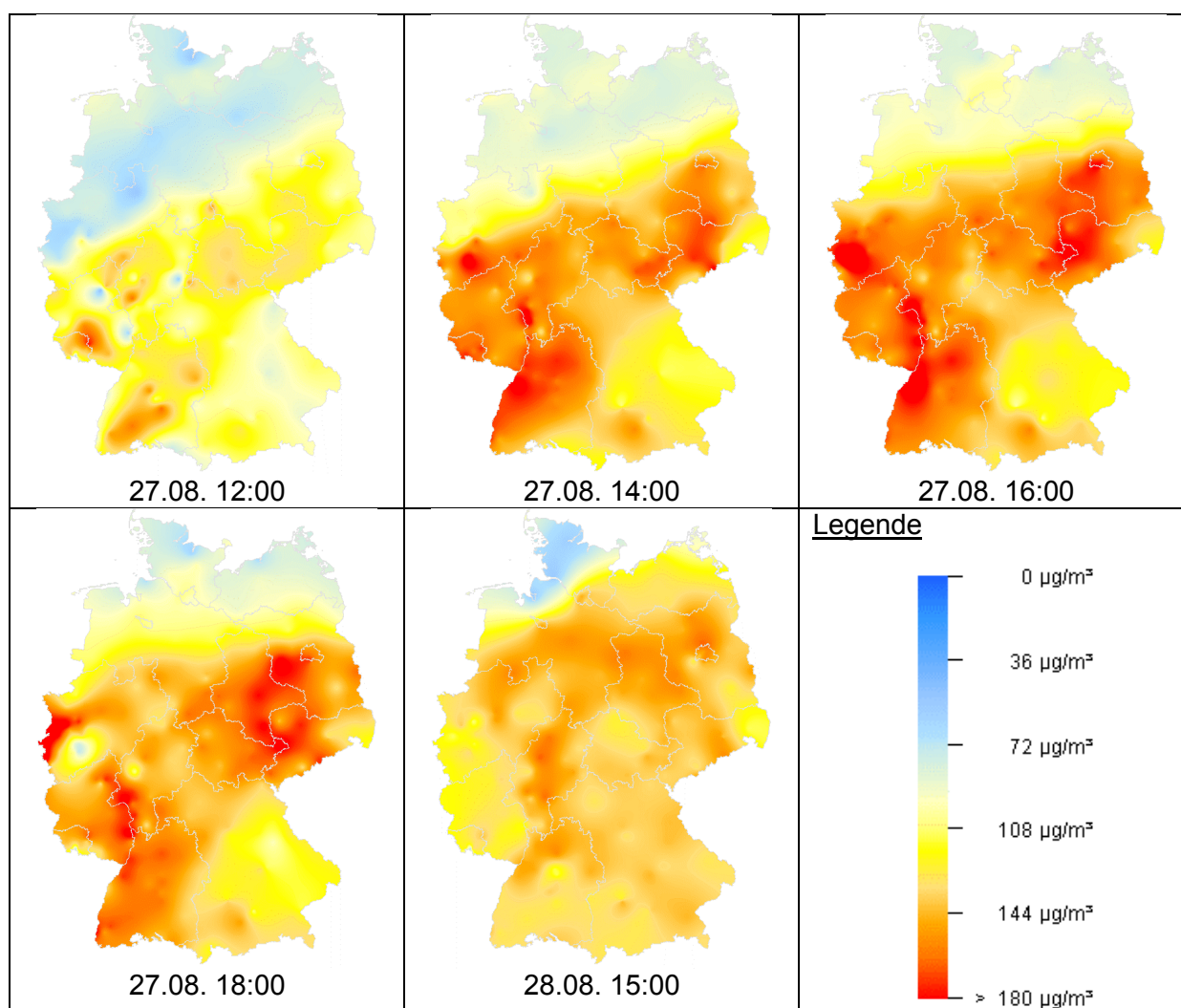


Abbildung 49: Einstundenmittelwerte Ozon, Windrichtung und Lufttemperatur

Die deutschlandweite Entwicklung der Belastung vom 27.08.2016 12:00 Uhr bis 28.08.2016 21:00 Uhr visualisiert Abbildung 50.



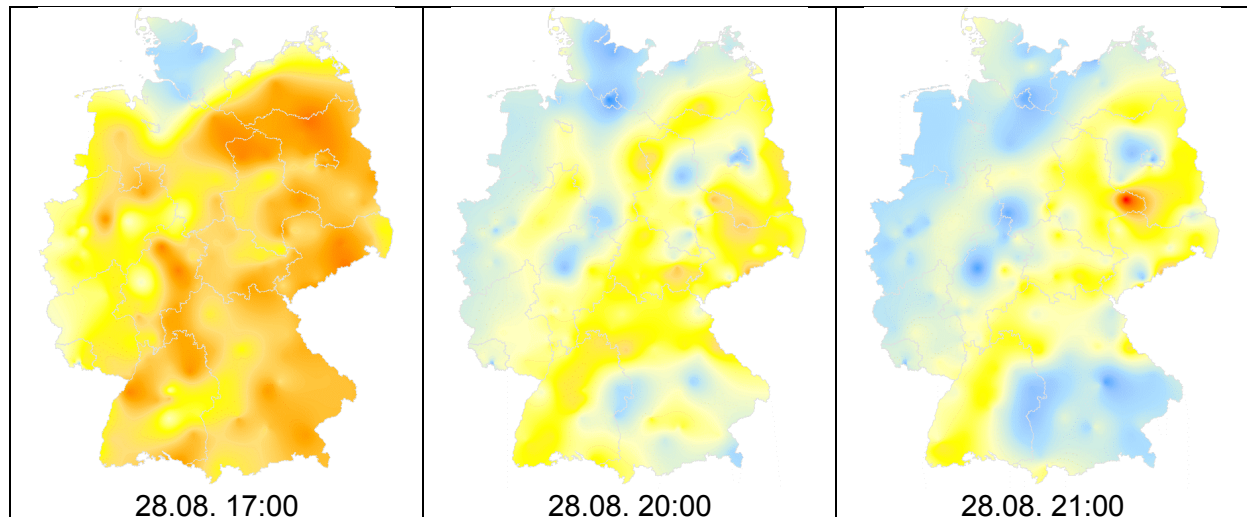


Abbildung 50: Flächenhafte Darstellung der Einstundenmittelwerte Ozon am 27.08.2016 und 28.08.2016 in Deutschland

1.4.7 Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM_{10}

1.4.7.1 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 PM_{10} festgelegt. Dieser Zielwert beträgt 1 ng/m^3 und sollte ab dem 01.01.2013 nicht mehr überschritten werden.

PAK wurden im Jahr 2016 an den Messstationen Halle/Merseburger Straße, Wittenberg/Dessauer Straße, Magdeburg/Guericke-Straße und Burg mit Probenahme an jedem dritten Tag bestimmt.

Der Zielwert für Benzo(a)pyren wurde im Jahr 2016 in Halle (Saale) zu 32 % und in Burg zu 18 % erreicht; somit ist bezüglich der Messstation Burg im Vergleich zum Jahr 2015 ein geringfügiger Rückgang zu verzeichnen. In Wittenberg wurde der Zielwert zu 53 % ausgeschöpft, was bezogen auf das Jahr 2015 einen Anstieg darstellt. Auch für die Station Halle/Merseburger Straße ist ein Anstieg auszuweisen.

Die Jahresmittelwerte für ausgewählte PAK sind in der Tabelle 8 enthalten. Zusätzlich visualisiert Abbildung 51 die Jahresmittelwerte 2016 für die o. g. Messstationen.

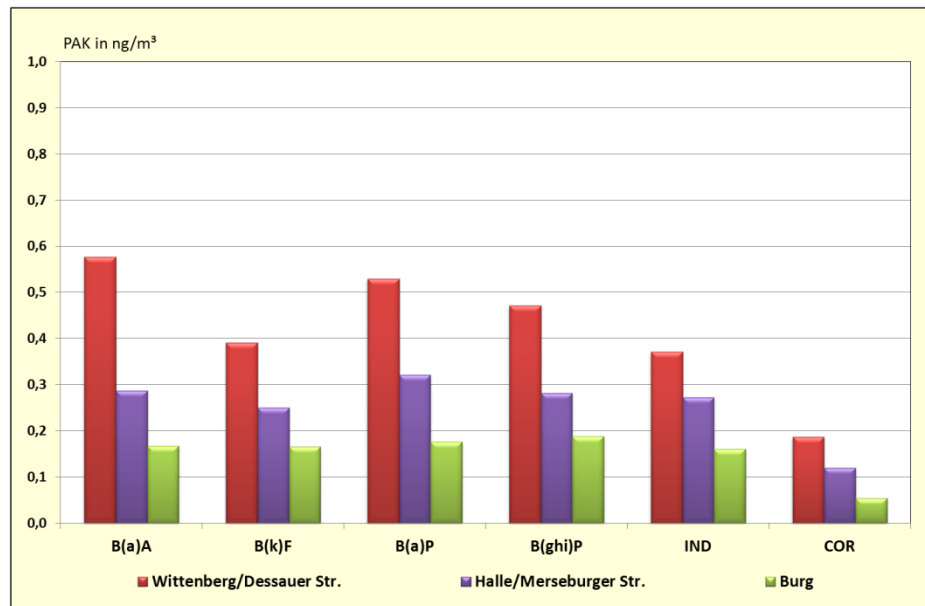


Abbildung 51: Jahresmittelwerte polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe 2016

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.

Für die Station Magdeburg/Damaschkeplatz liegt die längste Zeitreihe für PAK-Messungen innerhalb des LÜSA vor. Dieser Standort musste jedoch mit Ablauf des Jahres 2014 wegen der Baumaßnahme „City-Tunnel“ aufgegeben werden. Die ersatzweise erfolgten Messungen an der benachbarten Verkehrsmessstation Magdeburg/Reuter-Allee mussten dann aus gleichem Grund im Juli 2015 beendet werden, so dass für das Jahr 2015 für den Standort Magdeburg keine Jahresmittelwerte für PAK ausgewiesen werden können. 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 2016 an der Messstation Magdeburg/Guericke-Str. zu 19 % ausgeschöpft.

Tabelle 8: Jahresmittelwerte polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe 2000 bis 2016 in ng/m³

Messstation	Jahresmittelwerte									
	Jahr	B(a)A	CHR	B(b)F	B(k)F	B(a)P	DB(ah)A	B(ghi)P	IND	COR
Magdeburg/ Damaschke- platz	2000	0,43	0,74	0,70	0,33	0,45	0,07	0,59	-	0,21
	2001	0,48	0,77	0,77	0,35	0,45	0,07	0,56	-	0,19
	2002	0,62	0,72	0,76	0,34	0,43	0,06	0,59	-	0,20
	2003	0,59	0,75	0,73	0,33	0,43	0,05	0,62	0,56	0,22
	2004	0,44	0,65	0,59	0,26	0,36	0,04	0,50	0,42	0,16
	2005	0,34	0,54	0,45	0,23	0,26	0,04	0,45	0,38	0,14
	2006	0,52	0,94	0,62	0,35	0,40	0,05	0,65	0,57	0,19
	2007	0,33	0,54	0,53	0,24	0,24	0,04	0,34	0,43	0,15
	2008	0,32	0,51	0,41	0,21	0,22	0,09	0,25	0,28	0,14
	2009	0,38	0,65	0,53	0,25	0,32	0,11	0,30	0,35	0,11
	2010	0,38	0,57	0,59	0,26	0,35	0,13	0,32	0,27	0,08
	2011	0,35	0,49	0,59	0,26	0,40	0,14	0,38	0,31	0,12
	2012	0,31	0,45	0,51	0,24	0,31	0,12	0,30	0,28	0,10
	2013	0,26	0,41	0,48	0,22	0,25	0,12	0,34	0,24	0,11
	2014	0,20	0,29	0,40	0,17	0,22	0,09	0,25	0,20	0,08
Magdeburg/ Reuter-Allee	2006	0,45	0,84	0,55	0,30	0,35	0,04	0,58	0,49	0,17

Messstation	Jahresmittelwerte									
	Jahr	B(a)A	CHR	B(b)F	B(k)F	B(a)P	DB(ah)A	B(ghi)P	IND	COR
Magdeburg/ Guericke- Straße	2016	0,17	0,28	0,35	0,15	0,19	0,09	0,19	0,21	0,06
Halle/ Merseburger Str.	2002	0,56	0,75	0,85	0,37	0,50	0,11	0,61	-	0,19
	2003	0,60	0,79	0,83	0,37	0,51	0,08	0,64	0,59	0,20
	2004	0,39	0,57	0,55	0,25	0,33	0,04	0,44	0,39	0,15
	2005	0,44	0,67	0,57	0,30	0,37	0,05	0,55	0,49	0,17
	2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2007*	0,40	-	-	0,34	0,44	-	0,49	0,48	0,28
	2008*	0,36	-	-	0,29	0,41	-	0,44	0,45	0,19
	2009*	0,44	-	-	0,45	0,56	-	0,45	0,53	0,21
	2010*	0,41	-	-	0,28	0,53	-	0,43	0,51	0,18
	2011*	0,33	-	-	0,22	0,47	-	0,44	0,41	0,19
	2012*	0,24	-	-	0,17	0,24	-	0,29	0,34	0,14
	2013*	0,13	-	-	0,12	0,21	-	0,16	0,14	0,05
	2014*	0,20	-	-	0,14	0,23	-	0,21	0,18	0,07
	2015*	0,21	-	-	0,16	0,26	-	0,21 ¹⁾	0,20 ¹⁾	0,07
	2016*	0,29	-	-	0,25	0,32	-	0,28	0,27	0,12
Wittenberg/ Dessauer Str.	2002	0,90	1,06	1,20	0,54	0,77	0,16	0,89	-	0,27
	2003	0,90	1,11	1,26	0,57	0,93	0,17	0,95	0,81	0,26
	2004	0,68	0,94	1,00	0,45	0,68	0,09	0,81	0,67	0,24
	2005*	0,63	-	-	0,39	0,51	-	0,53	0,54	0,38
	2006*	0,93	-	-	0,51	0,93	-	0,82	0,86	0,42
	2007*	0,96	-	-	0,64	0,98	-	0,89	0,94	0,51
	2008*	0,81	-	-	0,55	0,89	-	0,78	0,76	0,38
	2009*	0,89	-	-	0,40	0,70	-	0,77	0,82	0,34
	2010*	0,85	-	-	0,46	0,88	-	0,66	0,78	0,31
	2011*	0,61	-	-	0,34	0,93	-	0,69	0,69	0,29
	2012*	0,44	-	-	0,28	0,59	-	0,57	0,68	0,27
	2013*	0,29	-	-	0,22	0,43	-	0,29	0,28	0,13
	2014*	0,45	-	-	0,39	0,44	-	0,46	0,34	0,15
	2015*	0,36 ¹⁾	-	-	0,32 ¹⁾	0,47	-	0,33 ¹⁾	0,29 ¹⁾	0,14
	2016*	0,58	-	-	0,39	0,53	-	0,47	0,37	0,19
Burg	2006	0,53	0,96	0,70	0,39	0,46	0,06	0,72	0,67	0,20
	2007	0,33	0,55	0,52	0,29	0,26	0,05	0,42	0,47	0,14
	2008	0,29	0,51	0,48	0,23	0,24	0,10	0,27	0,33	0,16
	2009	0,31	0,51	0,52	0,24	0,29	0,13	0,25	0,33	0,09
	2010	0,49	0,72	0,82	0,37	0,52	0,19	0,40	0,38	0,11
	2011	0,32	0,42	0,56	0,25	0,37	0,15	0,33	0,32	0,10
	2012	0,40	0,53	0,66	0,31	0,38	0,17	0,36	0,36	0,12
	2013	0,23	0,36	0,49	0,22	0,25	0,13	0,32	0,22	0,09
	2014	0,21	0,29	0,48	0,21	0,28	0,12	0,27	0,20	0,08
	2015	0,13	0,22	0,33	0,15	0,20	0,09	0,19	0,14	0,05
	2016	0,17	0,28	0,37	0,17	0,18	0,10	0,19	0,16	0,05

B(a)A Benzo(a)anthracen

B(b)F Benzo(b)fluoranthren

B(a)P Benzo(a)pyren

B(ghi)P Benzo(ghi)perylene

B(k)F Benzo(k)fluoranthren

DB(ah)A Dibenzo(ah)anthracen

COR Coronen

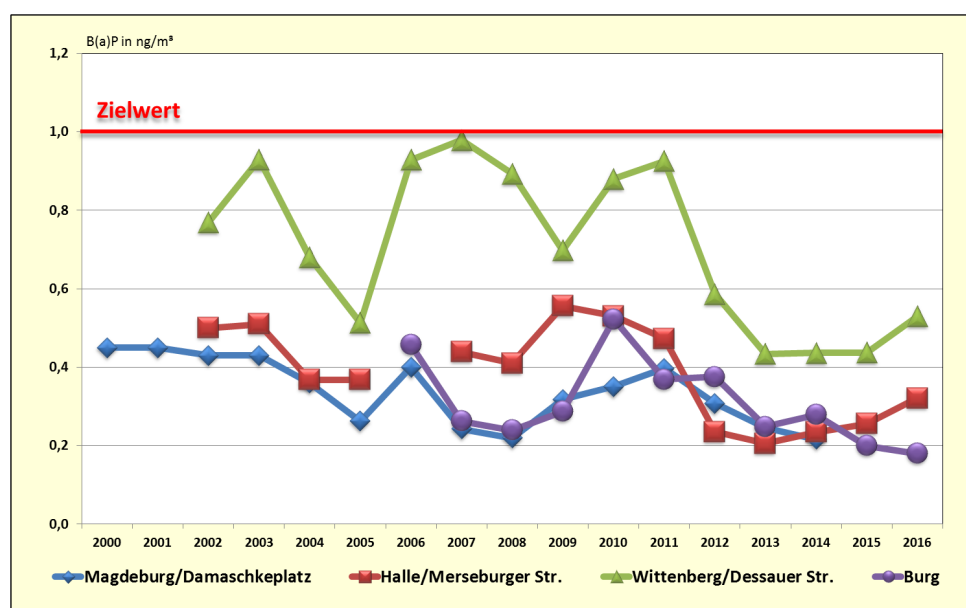
CHR Chrysen

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 52 zeigt den Verlauf der Jahresmittel von Benzo(a)pyren. Gut erkennbar ist das höhere Niveau der Konzentrationen an der Verkehrsstation in Wittenberg (Dessauer Straße) und darüber hinaus der synchrone Anstieg der Konzentrationen an den beiden verbliebenen Verkehrsstationen ab 2014.

Abbildung 52: Entwicklung der Benzo(a)pyren-Konzentrationen im Partikel PM_{10}

1.4.7.2 Ruß (EC)

Die weitaus wichtigsten Emittenten von Ruß sind dieselbetriebene Fahrzeuge und Maschinen. Heute sind etwa 90 % der Rußemissionen auf den Kfz-Verkehr zurückzuführen. Die höchsten Immissionen treten deshalb an stark verkehrsbelasteten Standorten mit hohem Schwerlastverkehrsanteil auf. Wegen des dominanten Emissionsbeitrages aus Dieselmotoren werden die Begriffe Ruß und Dieselruß synonym gebraucht.

Rußmessungen erfolgen im LÜSA überwiegend an Verkehrsmessstationen, aber auch im städtischen bzw. ländlichen Hintergrund (Burg bzw. Domäne Bobbe, Tabelle 9).

Tabelle 9: Jahresmittelwerte¹¹ von Ruß (EC) ab dem Jahr 2010 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	EC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Halle/Merseburger Str.	(1,6)	1,9	k. A.	1,6	1,9	1,3
Wittenberg/Dessauer Str.	3,0	3,1	k. A.	2,3	2,5	1,9
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾	2,7	2,6	k. A.	1,7	2,0	(1,1)
Halle/Paracelsusstraße		3,0	k. A.	3,4	2,4	1,7
Halle/Nord ²⁾			(1,5) ³⁾	1,4	1,2	0,9
Magdeburg/West ²⁾			(1,4) ³⁾	1,2	0,9	0,8
Burg	1,5	1,4	k. A.	1,4	1,4	1,7
Domäne Bobbe	1,0	1,2	k. A.	1,2	1,4	1,4

¹⁾ Standort musste 07/2015 aufgegeben werden

²⁾ Probenahme mittels LVS (SEQ 47/50)

³⁾ Messbeginn März 2012

(...) Eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Die Probenahme erfolgt jeden dritten Tag und die Analytik wird gemäß VDI-Richtlinie 2465, Teil 2 „Thermographische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffs (EC) nach Thermodesorption des organischen Kohlenstoffs“ durchgeführt.

Das von Dieselruß ausgehende Krebsrisiko übertrifft das von anderen Luftschadstoffen, denen ein kanzerogenes Potential zugeschrieben wird. Die Größe der Dieselrußpartikel liegt

¹¹ Die Ergebnisse aus dem Messjahr 2016 liegen ebenfalls vor, sie müssen jedoch aufgrund von Änderungen im analytischen Bereich (Einsatz neuer Analysenmesstechnik) nochmals abschließend geprüft werden. Bis zur Vorlage des Prüfergebnisses erfolgt daher keine Veröffentlichung der Daten.

typischerweise zwischen 0,1 und 1 Mikrometer (μm), d. h. es handelt sich um eine vollständig alveolengängige Komponente des Partikel PM_{10} -Schadstoffkomplexes. Aufgrund dieser Eigenschaften kommt den verkehrsbedingten Rußemissionen eine besondere lufthygienische Relevanz zu.

Nach Einschätzung einer Arbeitsgruppe der LAI 1992 haben Dieselußpartikel einen Anteil von mehr als 60 % am immissionsbedingten kanzerogenen Risiko.

Als ein Bewertungsmaßstab für Ruß wurde bislang u. a. der in einer Studie dieser Arbeitsgruppe „Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen“ von 1992 genannte Zielwert von $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ herangezogen, der bei einem Gesamtrisiko von 1 : 2500 der sieben in dieser Studie genannten Stoffe gilt.

In seinem Bericht über „Kanzerogene Wirkungen von Partikeln in der Atemluft“ vom Februar 2006 schlug der Ausschuss „Luftqualität/ Wirkungsfragen/ Verkehr“ der LAI die Einführung eines Bewertungsmaßstabes für Dieseluß in Höhe von $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert vor, der als Zielwert zu verstehen ist.

Jüngste wissenschaftliche Erkenntnisse unterstreichen die Gefährlichkeit von Dieseluß. Mehrere neue Studien führten zu einer Neueinstufung der Gefährlichkeit von Dieseluß. Die Neueinstufung wurde am 12.06.2012 durch die WHO vorgenommen. Dieseluß gilt jetzt als erwiesenermaßen Lungenkrebs erregend (IARC-Gruppe 1)¹².

Ergebnisse der Rußmessung mit NUPS

In Abbildung 53 sind die Jahresmittelwerte¹¹ der EC-Konzentration für die mit NUPS beprobten Messstandorte bis einschließlich 2015 dargestellt. Es ist an allen Messstandorten der Trend zur Abnahme der EC-Belastung im Vergleich zum Vorjahr feststellbar (Ausnahme Standort Halle/Merseburger Straße LÜSA-Station).

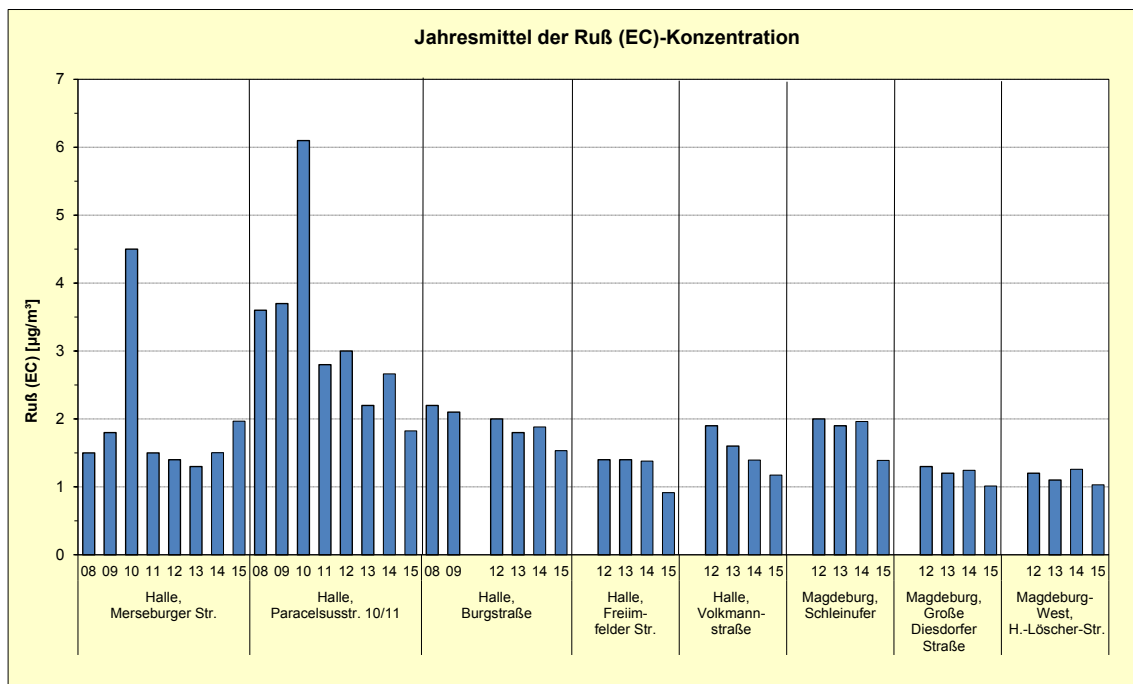


Abbildung 53: Jahresmittelwerte der EC-Konzentrationen, Probenahme mit NUPS

¹² <https://www.iarc.fr/>

1.4.7.3 Schwermetalle

Schwermetalle und Arsen werden als Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM_{10} in Form von Monatsmittelwerten bestimmt. Schwermetalle sind Metalle, die eine höhere Dichte als $5,0 \text{ g/cm}^3$ 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 2016 wurden Schwermetalle und Arsen als Inhaltsstoffe der Feinstaub-Fraktion Partikel PM_{10} an drei LÜSA-Stationen gemessen (siehe Tabelle 10). Aus der 39. BImSchV ergibt sich für **Blei** ein Immissionsgrenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit von $0,5 \mu\text{g/m}^3$, gemittelt über ein Kalenderjahr, einzuhalten ab dem 01.01.2005. Die gemessenen Werte lagen in Sachsen-Anhalt sehr 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. Kapitel 1.7 Tabelle 23). Wie die Ergebnisse in Tabelle 10 zeigen, wurden die Zielwerte sehr 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 $0,15 \mu\text{g/m}^3$ als Jahresmittelwert. Die gemessenen Werte lagen an allen Stationen deutlich darunter.

Ein Vergleich der in Tabelle 10 zusammengestellten Jahresmittelwerte für 2015 und 2016 zeigt jedoch für alle drei Messstandorte und fast alle der untersuchten Komponenten eine steigende Tendenz.

Tabelle 10: Jahresmittelwerte 2015 und 2016 von Schwermetallen und Arsen im Partikel PM_{10}

Komponente	Relevanter Bewertungsmaßstab ¹	Burg		Halle/Merseburger Str.		Wittenberg/Dessauer Str.	
		2015	2016	2015	2016	2015	2016
Arsen [ng/m^3]	6 (39. BImSchV)	0,39	0,67	0,50	0,66	0,63	1,03
Blei [$\mu\text{g/m}^3$]	0,5 (39. BImSchV)	0,0045	0,0066	0,0050	0,0060	0,0156	0,0192
Kadmium [ng/m^3]	5 (39. BImSchV)	0,20	0,17	0,16	0,13	0,32	0,27
Chrom [ng/m^3]	17 (LAI)	0,84	1,68	3,03	3,44	2,27	4,80
Mangan [$\mu\text{g/m}^3$]	0,15 (WHO)	0,0032	0,0066	0,0081	0,0093	0,0065	0,0127
Nickel [ng/m^3]	20 (39. BImSchV)	0,48	0,81	1,09	1,02	0,84	1,20
Vanadium [ng/m^3]	20 (LAI)	0,34	0,57	0,59	0,58	0,48	0,80

¹⁾ ... für ausführliche Definition siehe Kapitel 1.7

1.4.7.4 Ionen

Im Jahr 2016 wurden im LÜSA für drei Messstandorte lösliche Ionen von Inhaltsstoffen im Partikel PM_{10} in Form von Tagesmittelwerten bestimmt. Die Tabelle 11 enthält die Jahresmittelwerte für die Jahre 2015 und 2016.

Die aufgeführten Messstandorte unterliegen folgenden Expositionen. Der Standort Halle/Paracelsusstraße befindet sich an einer mehrspurigen innerstädtischen Straße und unterliegt damit einem erheblichen Verkehrseinfluss (Hotspot). Der Standort Burg ist charakteristisch für den (vor)städtischen Hintergrund. Die regionale Hintergrundbelastung zwischen den Ballungsräumen Magdeburg, Halle und Dessau-Roßlau wird durch die Messstation Domäne Bobbe 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 11: Jahresmittelwerte löslicher Ionen im Partikel PM₁₀ 2015 und 2016 in ng/m³

Komponente	Burg		Domäne Bobbe		Halle/Paracelsusstr.	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Na ⁺ (Natrium-Ionen)	287	240	293	222	397	386
NH ₄ ⁺ (Ammonium-Ionen)	1375	1372	1561	1437	1473	1313
K ⁺ (Kalium-Ionen)	168	150	140	119	154	141
Mg ²⁺ (Magnesium-Ionen)	54	46	56	59	71	81
Ca ²⁺ (Kalzium-Ionen)	134	153	164	189	489	553
Cl ⁻ (Chlorid-Ionen)	306	356	343	349	628	724
NO ₂ ⁻ (Nitrit-Ionen)	7	23	1	40	8	66
NO ₃ ⁻ (Nitrat-Ionen)	3208	3235	3674	3494	3775	3741
SO ₄ ²⁻ (Sulfat-Ionen)	2088	1983	2205	1949	2308	2076

Im Jahresvergleich 2015/2016 sind zumeist nur geringe Unterschiede feststellbar.

Im Vergleich der unterschiedlich exponierten Messstationen für das Jahr 2016 (Abbildung 54) hebt sich der verkehrsnah Standort Paracelsusstraße bei den Ca²⁺- 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, denn dort dominieren die Standorte Paracelsusstraße und Domäne Bobbe (insbesondere bei NO₃⁻). In der Paracelsusstraße ist der Verkehr als wesentlichste Quelle zu betrachten, in Bobbe ist es hingegen die Landwirtschaft. Letztere dürfte auch als Quelle für die NH₄⁺-Ionen fungieren. Allerdings ist hier die Differenzierung zwischen den Standorten nicht sehr stark.

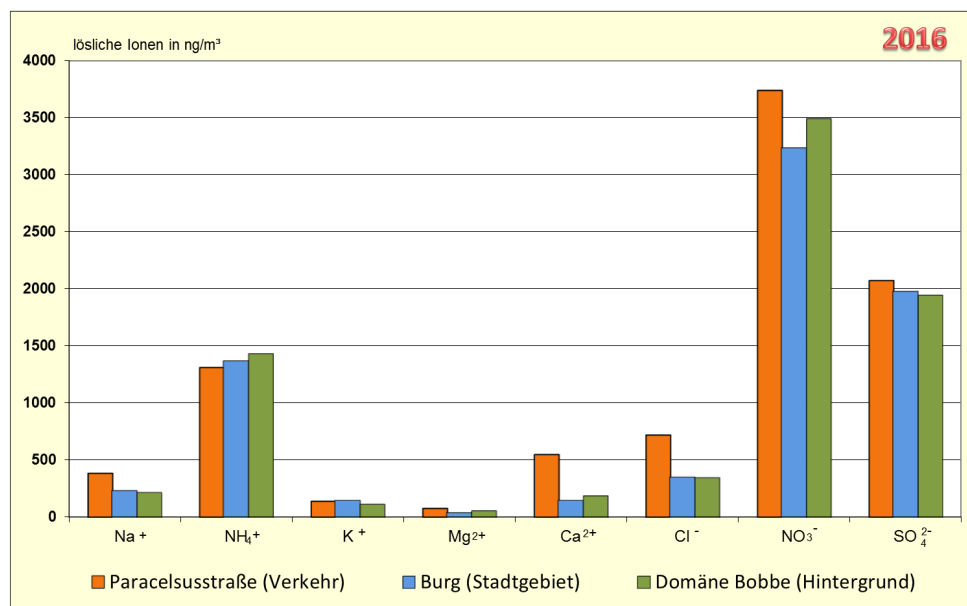


Abbildung 54: Vergleich der Jahresmittelwerte löslicher Ionen im Partikel PM₁₀ an LÜSA-Messstationen 2016 (Zeitraum 01.01.2016 – 31.12.2016)

Abbildung 55 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 zeigt sich im Wesentlichen ein abneh-

mender Trend. Beim Nitrat wurde im Jahr 2012 die bislang niedrigste Konzentration gemessen. Seit dem Jahr 2013 sind die Gehalte angestiegen, ohne das jedoch das Niveau der Jahre 2010/2011 wieder erreicht worden ist.

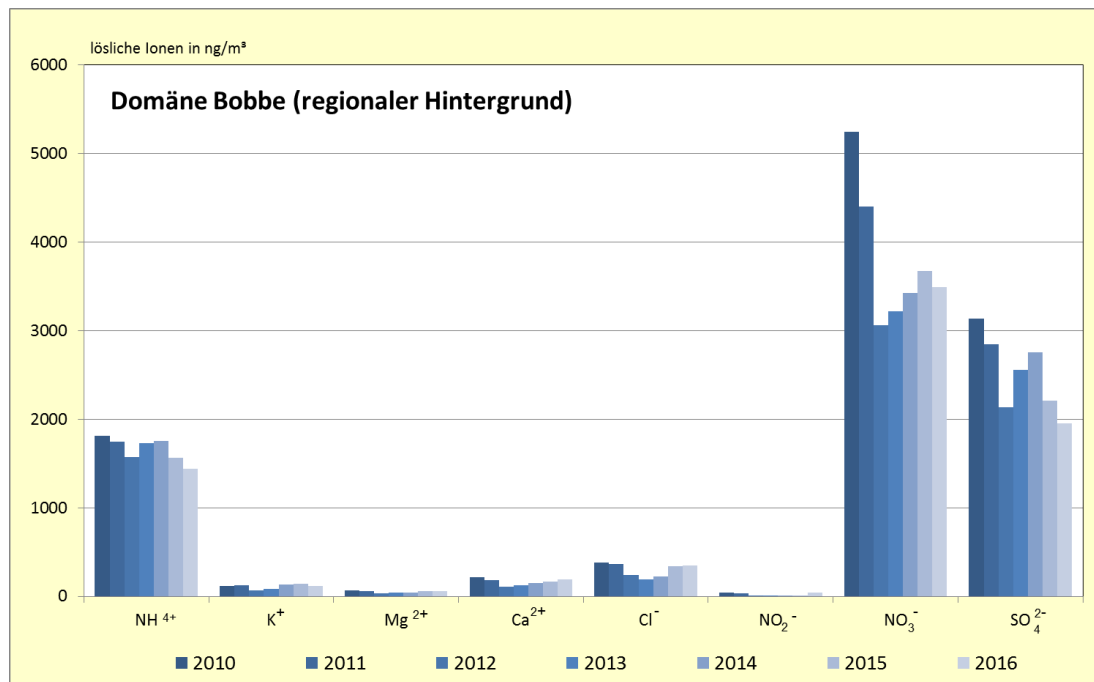


Abbildung 55: Vergleich der Jahresmittelwerte löslicher Ionen im Partikel PM₁₀ an der Hintergrundmessstation Domäne Bobbe für den Zeitraum 2010 bis 2016

1.4.8 Benzol, Toluol und Xylol (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 Xylol 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 emittentenbezogene Messstationen.

Die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylol wurden im Jahr 2016 in Sachsen-Anhalt an sechs Messstationen erfasst (Tabelle A 2). Aufschluss über die Verfügbarkeiten 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 Xylol enthält die Tabelle 12.

An der Verkehrsmessstation in Wittenberg/Dessauer Str. wurde mit 1,1 µg/m³ der höchste Jahresmittelwert 2016 für Benzol im Land Sachsen-Anhalt ermittelt. Im Vergleich zum Vorjahr ist für die eben genannte Verkehrsmessstation sowie für alle übrigen in Tabelle 12 auf-

geführten Messstationen eine gleichbleibende Tendenz 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 % (Bitterfeld/Wolfen, Leuna und Magdeburg/West) bis zu 22 % (Wittenberg/Dessauer Straße) erreicht und damit sicher eingehalten.

Tabelle 12: Jahresmittelwerte von Benzol, Toluol und Xylole in den Jahren 2015 und 2016 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
	Benzol		Toluol		Xylole ¹⁾	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Bitterfeld/Wolfen	0,6	0,6	1,2	1,2	0,6	0,5
Halle/Merseburger Str.	0,7	0,7	1,4	1,3	1,4	1,4
Leuna	0,6	0,6	1,1	1,1	0,5	0,5
Magdeburg/Guericke-Str.	-	0,8	-	1,5	-	2,3
Magdeburg/West	0,6	0,6	1,1	1,1	1,1	1,1
Wittenberg/Dessauer Str.	1,1	1,1	2,3	2,2	1,8	1,6

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

Die Jahresmittelwerte der Xylole (meta-, para- und ortho-Xylol) sowie Ethylbenzol für die Jahre 2015 und 2016 sind der Tabelle 13 und der Tabelle 14 zu entnehmen.

Tabelle 13: Jahresmittelwerte von Ethylbenzol, meta+para- sowie ortho-Xylol 2015 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Ethylbenzol	meta+para-	ortho-
		Xylol	
Bitterfeld/Wolfen	0,1	0,4	0,2
Halle/Merseburger Str.	0,3	1,1	0,4
Leuna	0,1	0,3	0,1
Magdeburg/West	0,2	0,9	0,2
Wittenberg/Dessauer Str.	0,4	1,4	0,5

Tabelle 14: Jahresmittelwerte von Ethylbenzol, meta+para- sowie ortho-Xylol 2016 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Ethylbenzol	meta+para-	ortho-
		Xylol	
Bitterfeld/Wolfen	0,1	0,4	0,1
Halle/Merseburger Str.	0,3	1,1	0,3
Leuna	0,1	0,4	0,2
Magdeburg/Guericke-Str.	0,4	1,5	0,8
Magdeburg/West	0,2	0,9	0,3
Wittenberg/Dessauer Str.	0,4	1,2	0,4

Die Abbildung 56 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.

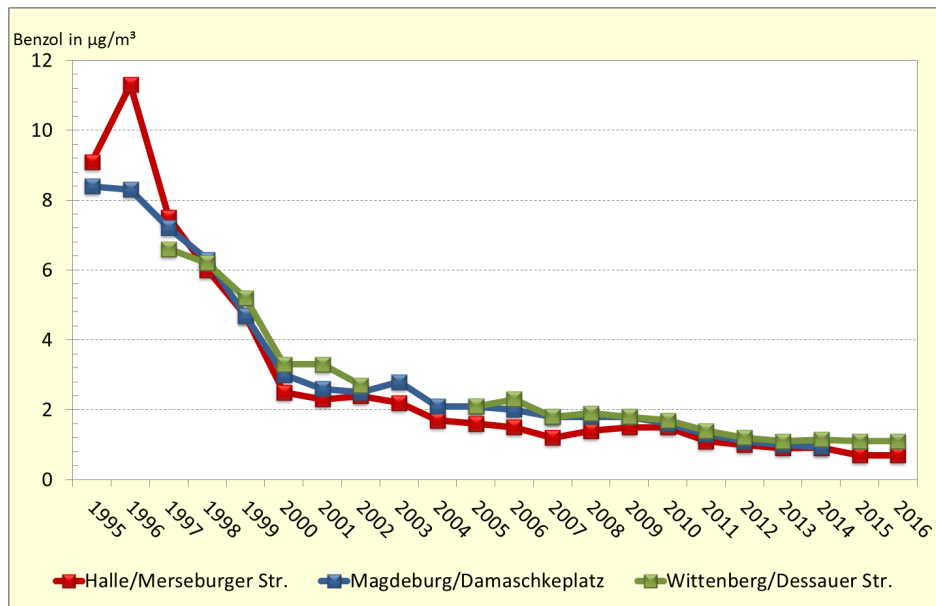


Abbildung 56: Entwicklung der Jahresmittelwerte für Benzol für ausgewählte Verkehrsstationen

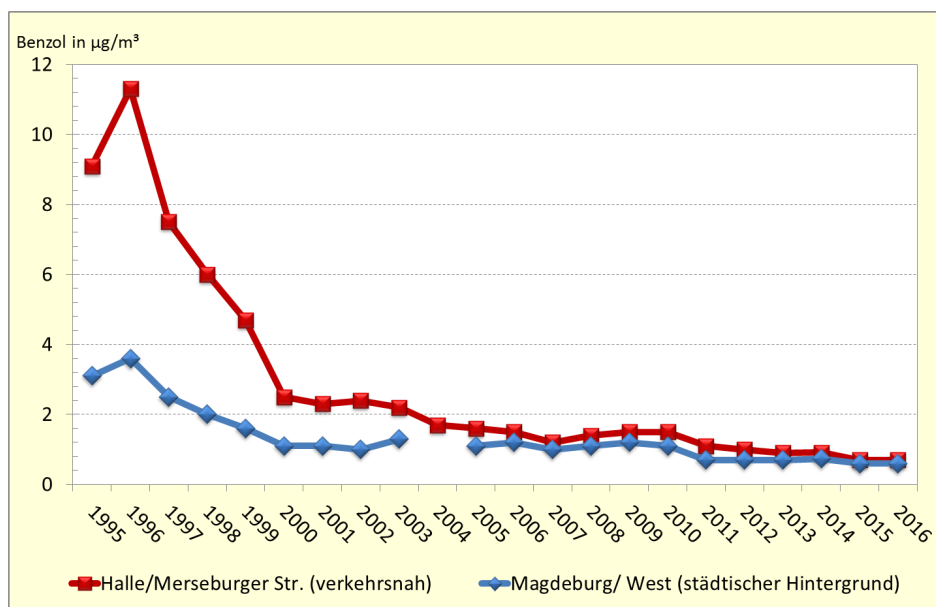


Abbildung 57: Jahresmittelwerte für Benzol für eine Verkehrsmessstation im Vergleich zu einer Messstation im städtischen Hintergrund

Abbildung 57 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 $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Dies entspricht ca. 7 % des Jahres-Zielwertes. Den höchsten Jahresmittelwert für Xylole wies die Station Magdeburg/Guericke-Str. auf ($2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$; ca. 8 % des Zielwertes).

Im Vergleich zum Vorjahr ist der maximale Jahresmittelwert für Toluol geringfügig gesunken und der für Xylol geringfügig angestiegen, wobei bezogen auf Xylol in 2015 der Maximalwert an der Messstation Wittenberg/Dessauer Str. und in 2016 an der neu errichteten Messstation Magdeburg/Guericke-Str. zu verzeichnen war.

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

1.4.9 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 2016 standen in Sachsen-Anhalt die in der Tabelle A 19 dargestellten Jahreskenngrößen von 11 Messreihen zur Einschätzung der Immissionsbelastung durch Schwefeldioxid zur Verfügung. Zu den Verfügbarkeiten wird auf Tabelle A 3 verwiesen.

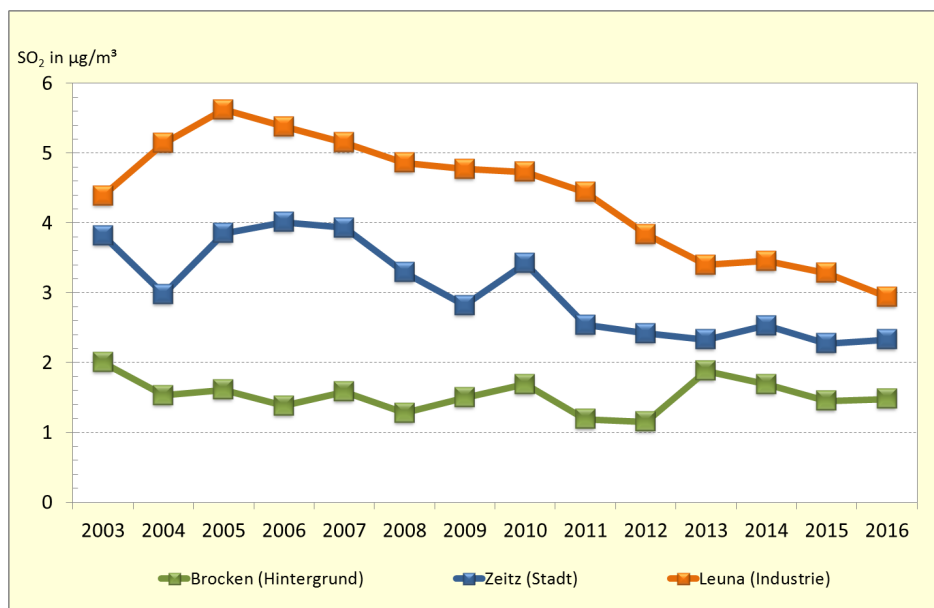


Abbildung 58: Entwicklung der Schwefeldioxid-Immissionen am Beispiel einer Hintergrund-, einer Stadtgebiets- und einer industriebezogenen Messstation (Jahresmittelwerte)

Die Schwefeldioxid-Konzentrationen haben sich auch im Jahr 2016 auf dem Niveau des Vorjahres stabilisiert. Damit ist in Sachsen-Anhalt seit einiger Zeit ein sehr niedriges Konzentrationsniveau – weit unterhalb der Grenzwerte – erreicht.

An der industriebezogenen Station Leuna wurde, wie auch bereits in den Vorjahren, der höchste Jahresmittelwert ermittelt (Tabelle A 19).

Im Zuge der Auswertungen gemäß der 39. BImSchV konnten zu Grenzwerten und Alarmschwelle wie auch schon in den Vorjahren keine Überschreitungen registriert werden.

1.4.10 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 22 enthält die Jahresmittelwerte von Kohlenmonoxid-Messreihen des Jahres 2015 sowie für das Jahr 2016. Die Verfügbarkeiten der Kohlenmonoxid-Messreihen sind in der Tabelle A 3 zusammengefasst.

Der höchste Jahresmittelwert im Jahr 2016 wurde mit $0,4 \text{ mg/m}^3$ an den Verkehrsmessstationen in Wittenberg/Dessauer Str. und Magdeburg/Schleiufer ermittelt. Im Vergleich zum Jahr 2015 ergab sich bei den Jahresmittelwerten 2016 an fast allen Standorten eine gleichbleibende Tendenz der Kohlenmonoxid-Konzentration, bezogen auf die Messstation Halle/Merseburger Str. sogar eine geringfügige Abnahme.

Im Mittel lagen die Konzentrationen für das Jahr 2016 an den Verkehrsmessstationen 1,5-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 23 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 2016 wiederum an allen Stationen sehr deutlich unterschritten wurde. Die Entwicklung der maximalen Achtstundenmittelwerte für Kohlenmonoxid ist in Abbildung 59 beispielhaft für die Stationen Halle/Merseburger Str. und Bitterfeld/Wolfen dargestellt.

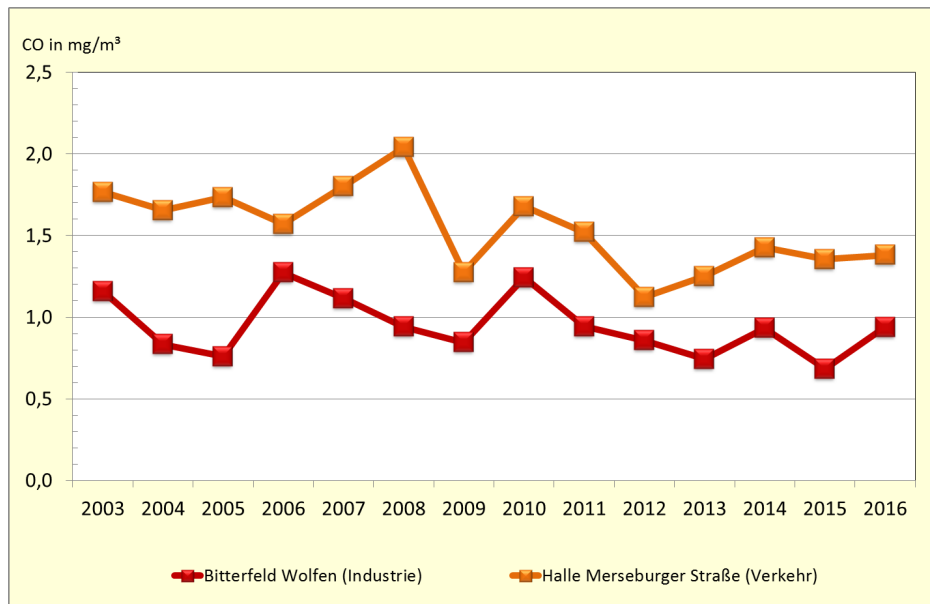


Abbildung 59: Maximale 8h-Mittelwerte Kohlenmonoxid am Beispiel einer verkehrs- und industriebezogenen Station

1.4.11 Schwefelwasserstoff (H₂S)

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 2016 an den beiden industriebezogenen Messstationen in Leuna und Bitterfeld/Wolfen Schwefelwasserstoff-Immissionen gemessen. In diesen Regionen gibt es aufgrund der Geruchsintensität von H₂S häufig Anlass zu Beschwerden, wohingegen gesundheitliche Auswirkungen bei Konzentrationen auf dem Niveau der registrierten Immissionen nicht zu erwarten sind.

Das WHO-Regionalbüro für Europa hat als Leitwerte für Schwefelwasserstoff 150 µg/m³ als Tagesmittelwert (Gesundheitsschutz) und 7 µg/m³ als Halbstundenmittelwert (Geruchsschwelle) festgelegt (vgl. Kapitel 1.7).

Tabelle 15 stellt die Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle durch Schwefelwasserstoff dar. Auffällig ist der deutliche Anstieg der Überschreitungszahlen 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 ist eine Abnahme der Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle zu verzeichnen.

Tabelle 15: Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle (7 µg/m³ als Halbstundenmittelwert) in den Jahren 2001 bis 2016

Jahr	Anzahl der Überschreitungen	
	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

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 16).

Tabelle 16: Jahresmittelwerte von Schwefelwasserstoff 2011 bis 2016 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bitterfeld/Wolfen	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⁾ Kenngröße kleiner als die Nachweisgrenze ($2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

1.4.12 Kohlendioxid (CO_2)

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). Zu beachten ist weiterhin die großflächige Zerstörung von Wäldern, die eine Senke für Kohlendioxid darstellen.

Kohlendioxid trägt als Treibhausgas zur Erderwärmung bei, die wiederum eine Reihe gefährlicher Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt hat. Es ist das wichtigste der anthropogenen Treibhausgase Methan, Distickstoffoxid, teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe, perfluorierte Kohlenwasserstoffe, Schwefelhexafluorid und Kohlendioxid, deren Ausstoß gemäß Kyoto-Protokoll reduziert werden soll.

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

Anhand der nachfolgenden Abbildung ist ein deutlicher Anstieg der CO_2 -Konzentrationen seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 erkennbar.

Die jahreszeitlichen Variationen der CO_2 -Konzentration sind auf Photosynthese und Atmung der Biosphäre zurückzuführen.

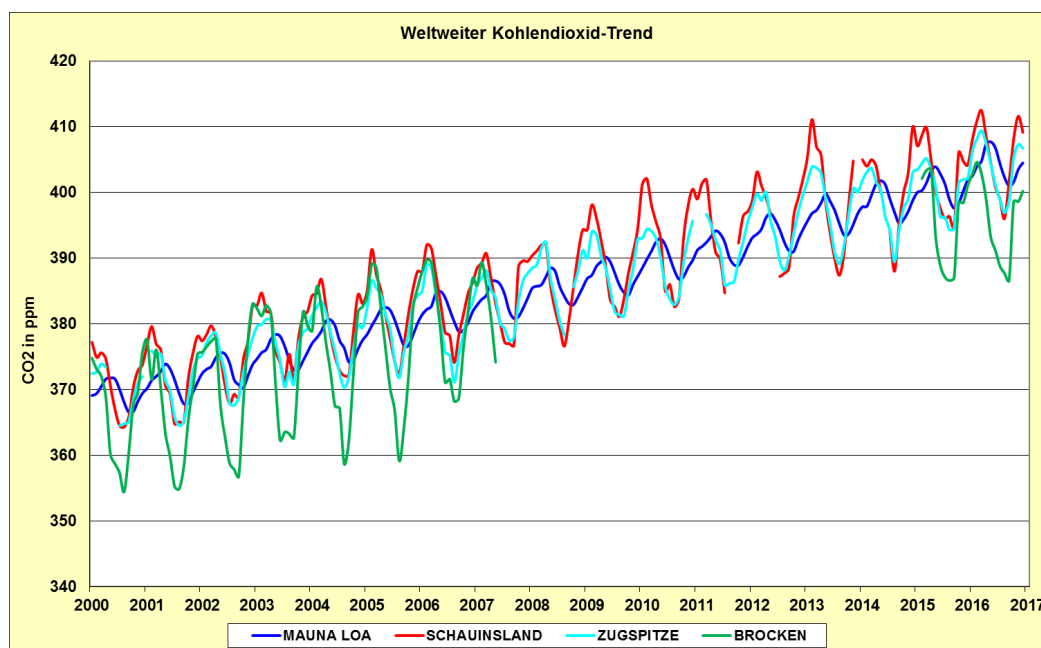


Abbildung 60: Entwicklung der CO_2 -Konzentration auf dem Brocken im Vergleich zu anderen langjährigen Messreihen

Im Falle von CO_2 -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.

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).¹³

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 werden Topf-Sammler (Bulk-Sammler) eingesetzt, die über die gesamte Sammelperiode offen sind und die sedimentierende trockene und nasse Deposition erfassen.

In Tabelle A 27 und Tabelle A 28 sind für jeden Messstandort die Jahresmittelwerte des Staubniederschlages der letzten drei Jahre aufgeführt. In der nachfolgenden Abbildung 61 sind die Ergebnisse für das Jahr 2016 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.

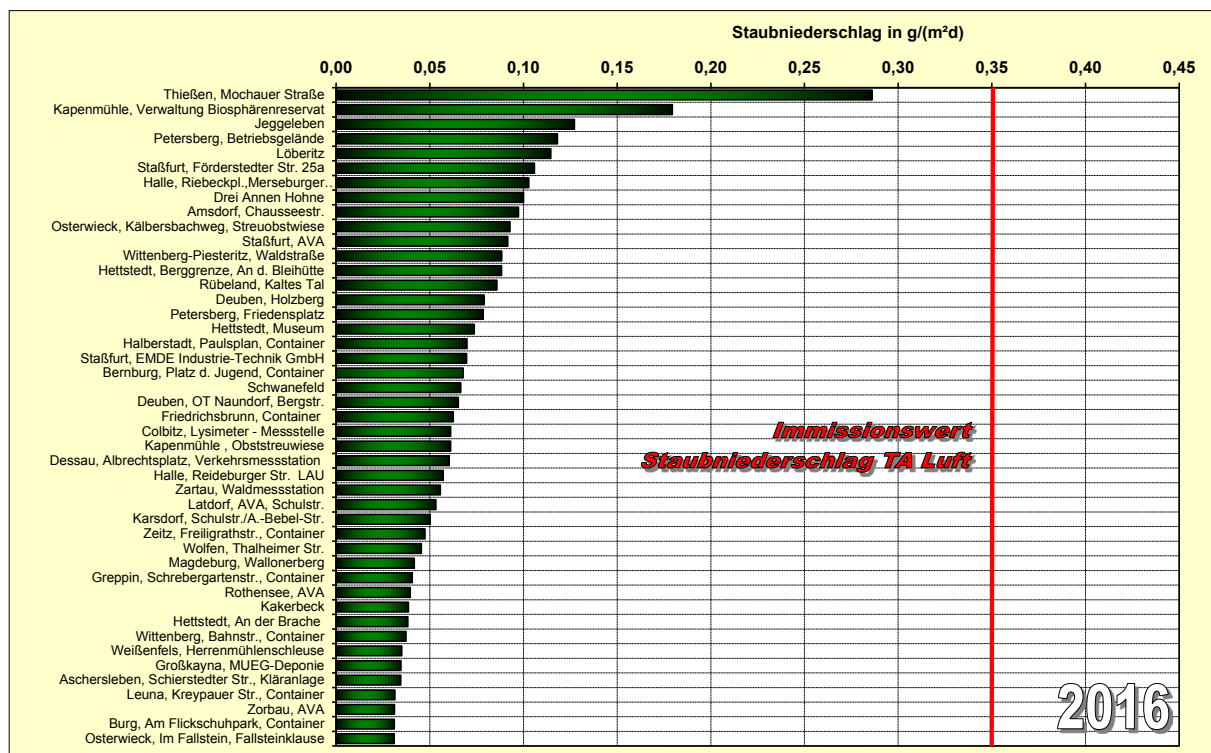


Abbildung 61: Jahresmittelwerte für Staubniederschlag 2016

Die Belastung durch Staubniederschlag im Landesdurchschnitt aller Messstandorte lag im Jahr 2016 mit 0,07 g/(m²d) in der Größenordnung der Vorjahre.

¹³ weiterführende Aspekte siehe VDI 4320 Blatt 1

Der nachfolgenden Abbildung 62, in der der Jahresgang des Staubniederschlages als Mittelwert aller Messstandorte für die Jahre 2012 bis 2016 dargestellt ist, ist zu entnehmen, dass es eine deutliche Abhängigkeit von der Jahreszeit gibt. Die höchsten Staubniederschläge treten erwartungsgemäß in den Sommermonaten auf.

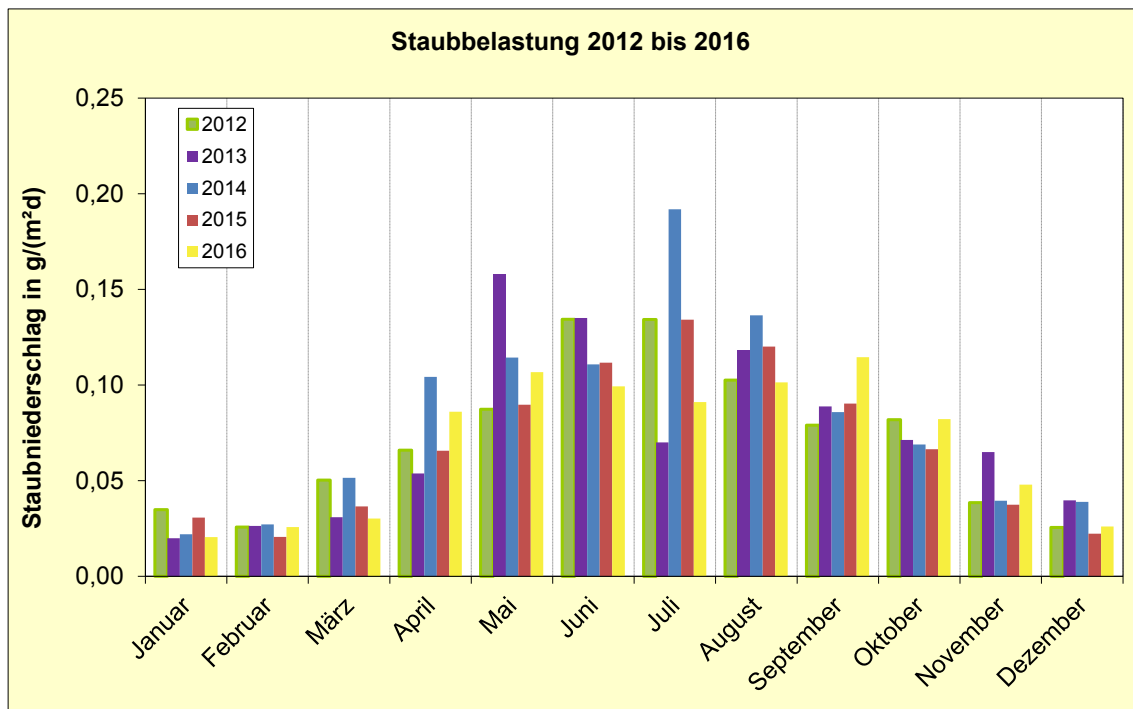


Abbildung 62: Jahresgang des Staubniederschlages aller Messstandorte

Schwer- und Halbmatalgehalte im Staubniederschlag

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

Gegenüber dem Vorjahr liegen die Jahresmittelwerte für die Depositionen der Staubinhaltsstoffe an allen Messstandorten des Landes in der Größenordnung des Vorjahres (Abbildung 63).

Vergleicht man die Jahresmittelwerte der Gehalte an Schwer- bzw. Halbmetallen im Staubniederschlag (Tabelle A 29 und Tabelle A 30) 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.

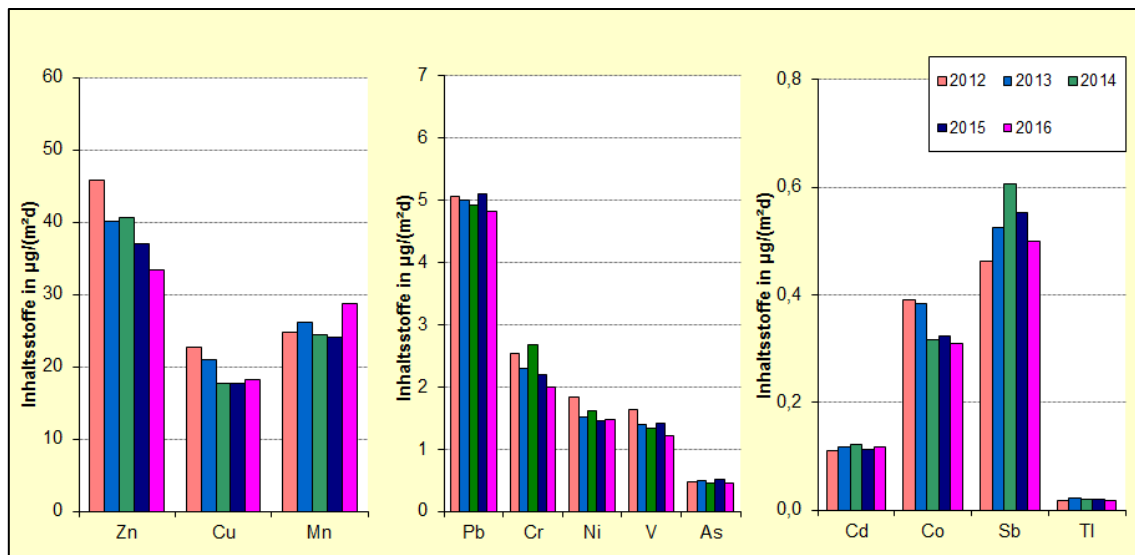


Abbildung 63: Inhaltsstoffe des Staubniederschlages, Vergleich der Jahresmittel 2010 bis 2016 im Landesdurchschnitt

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 Trichter-Flasche-, Topf- und Trichter-Adsorberkartusche-Sammler eingesetzt.

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 B5¹⁴ 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 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) angegeben¹⁵.

In Abbildung 64 bzw. Abbildung 65 sind die Stickstoff- bzw. Säureinträge des Jahres 2016, die als Bulk-Deposition an sechs Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) mit Bergerhoff-Sammlern gemessen wurden, dargestellt (Depositionen der einzelnen Anionen und Kationen

¹⁴ 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)

¹⁵ www.lfu.bayern.de/umweltqualitaet/umweltbeobachtung/schadstoffe_luft/eutrophierung_versauerung/critical_loads/index.htm

Tabelle A 31). Wie in den Vorjahren ist auffällig, dass die Zielwerte (critical loads) für Eutrophierung und Versauerung in drei bzw. zwei Fällen überschritten wurden.

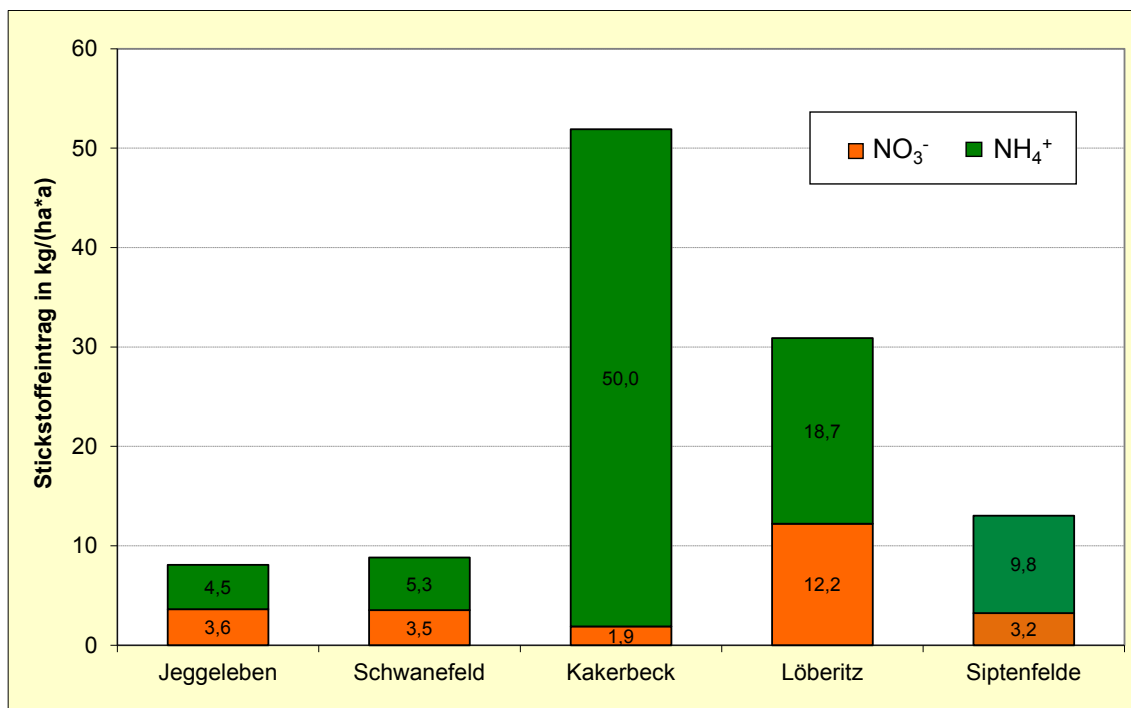


Abbildung 64: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern an Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Jahresmittelwerte Stickstoffeintrag 2016

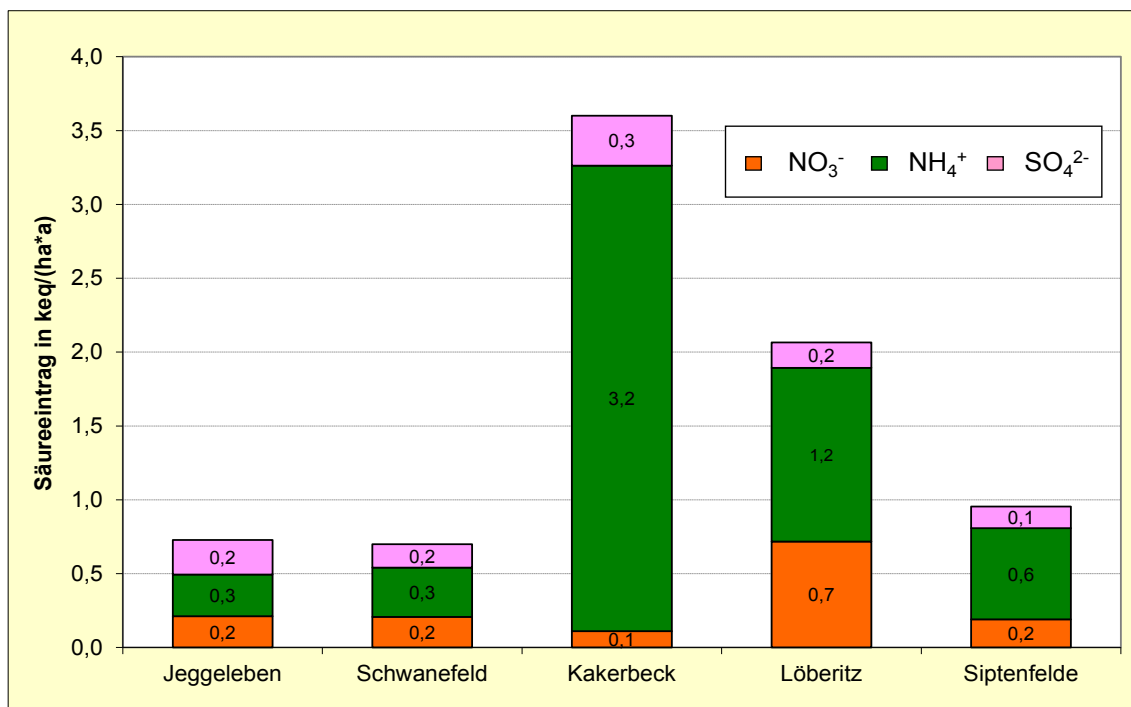


Abbildung 65: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern an Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Jahresmittelwerte Säureeintrag 2016

Die Ergebnisse der **Bulk-Depositionsmessungen** mit Bergerhoff-Sammlern an fünf LÜSA-Messstationen sind in Tabelle A 32, in Abbildung A 11 und in Abbildung A 12 enthalten. Die-

se Standorte sind als Dauermessstandorte angelegt. Die Depositionswerte zeigen keine signifikanten Unterschiede zu denen der Vorjahre.

Die entsprechenden Stickstoff- bzw. Säureeinträge (siehe Abbildung 66 und Abbildung 67) liegen in der Größenordnung des Vorjahres.

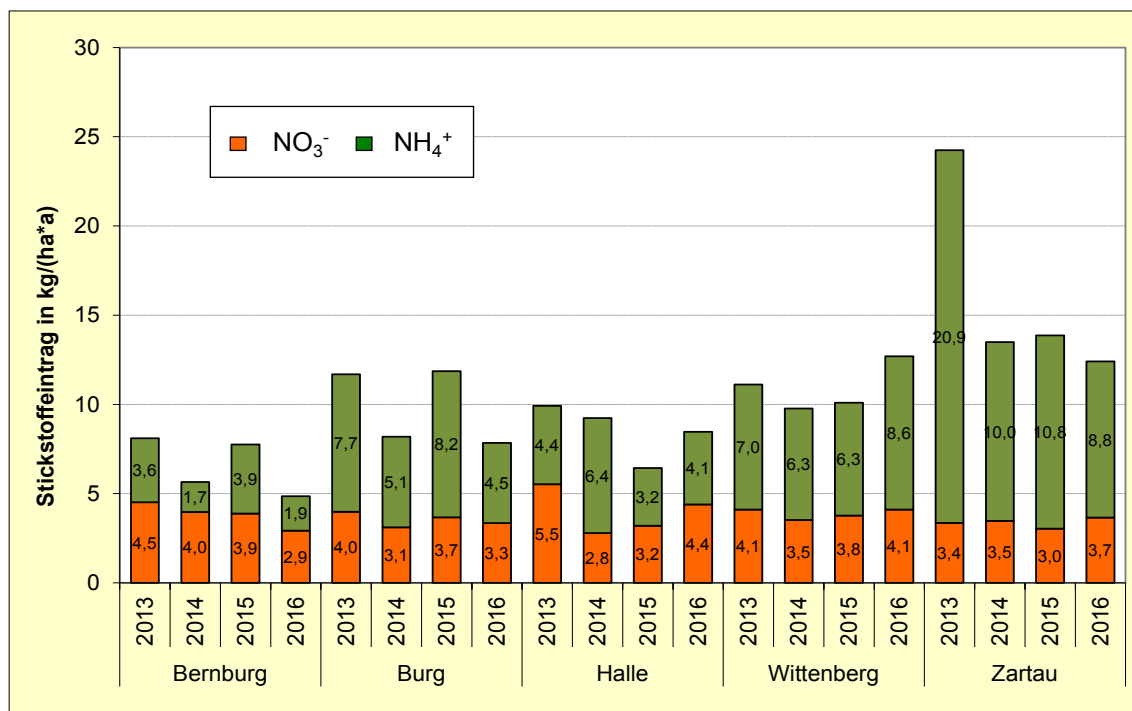


Abbildung 66: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen, Jahresmittelwerte Stickstoffeintrag

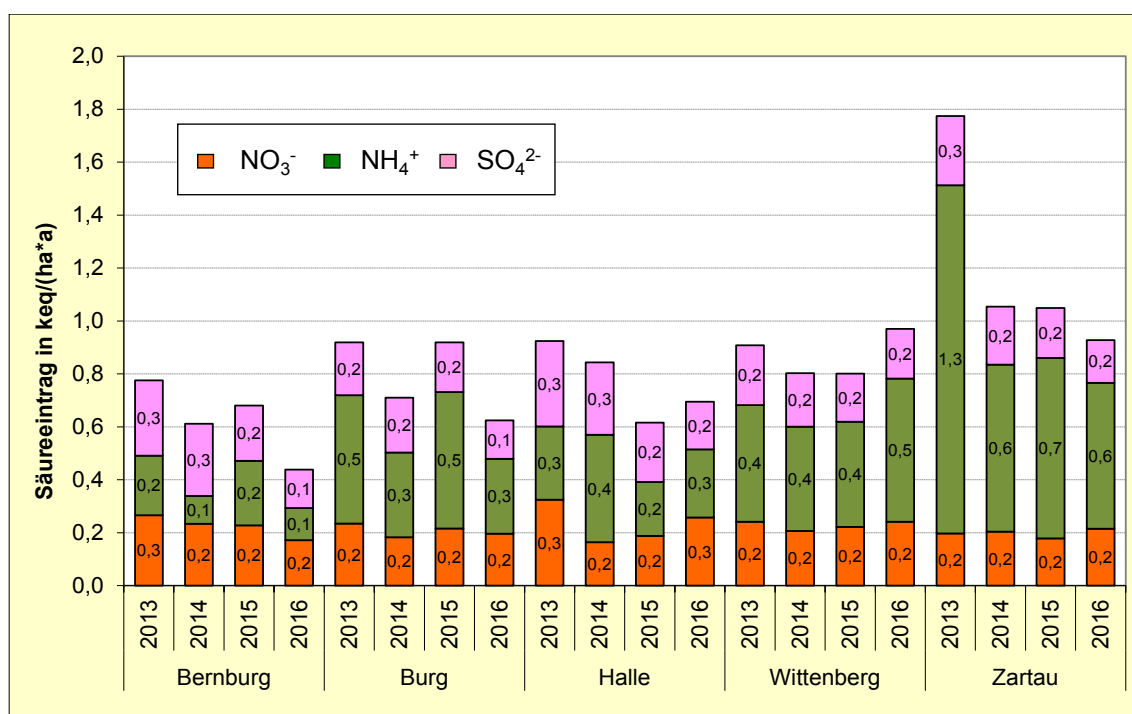


Abbildung 67: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen, Jahresmittelwerte Säureeintrag

Die Messstandorte der **Bulk-Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern** 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 Jahresmittel der Bulk-Depositionsmessungen für An- und Kationen mit Eigenbrodt-Sammlern sind in Tabelle A 33, Abbildung A 13 und Abbildung A 14 dargestellt.

Beim Vergleich der für die fünf Messstandorte berechneten Jahresmittelwerte der Stickstoff- bzw. Säureeinträge (Abbildung 68 und Abbildung 69) ist auffallend, dass trotz weiterem Belastungsrückgang von Ammonium und Nitrit gegenüber den Vorjahren am Standort Piesteritz (Einwirkungsbereich eines Düngemittelproduzenten) im Jahr 2016 weiter deutlich höhere Jahresmittelwerte als an den anderen Messstandorten ermittelt worden sind. Die Jahresmittelwerte an den anderen Messstandorten sind im Vergleich zum Vorjahr nahezu unverändert und liegen bis auf Piesteritz unter den Zielwerten (critical loads).

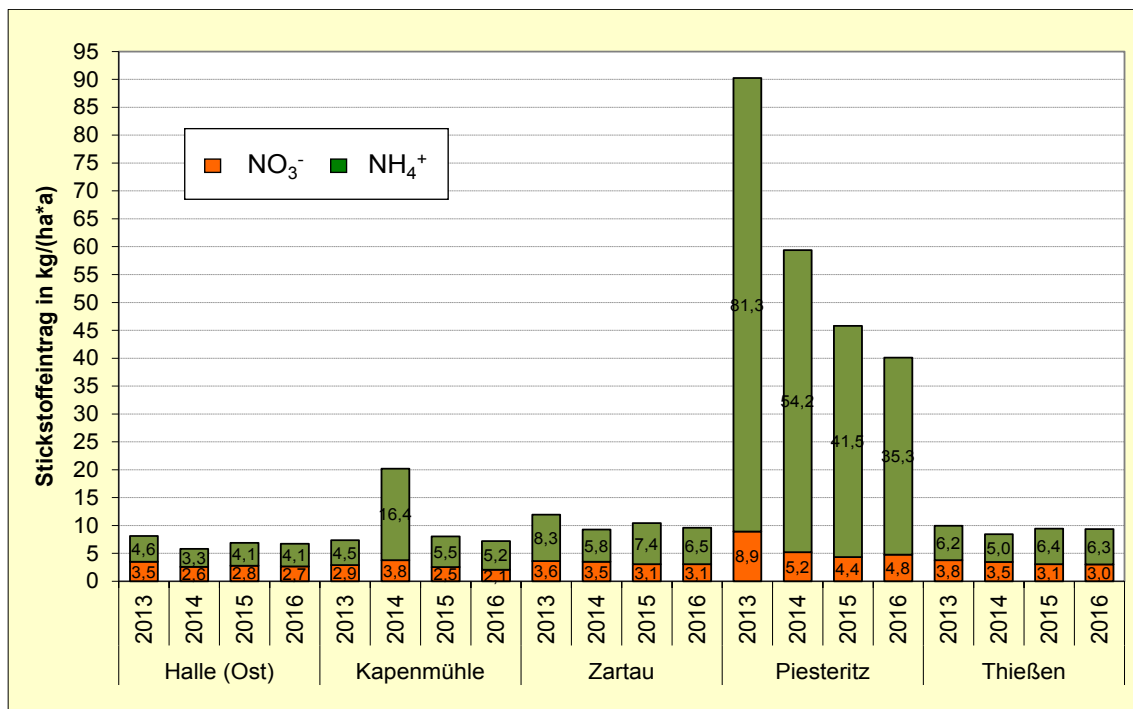


Abbildung 68: Stickstoffdepositionen mit Eigenbrodt-Sammlern (Jahresvergleich)

Die Jahresmittelwerte der Depositionsmessungen der Stickstoff- bzw. Säureeinträge mit den nicht temperierten Bulk-Sammlern in Abbildung 70 bzw. Abbildung 71 zeigen, dass in Wittenberg höhere Werte als im Vorjahr zu verzeichnen sind und die Zielwerte überschritten werden. Die Werte der Hintergrundstationen (Zartau, Drei Annen Hohne) liegen im Rahmen der Vorjahre (Einzelwerte der An- und Kationen in Tabelle A 34).

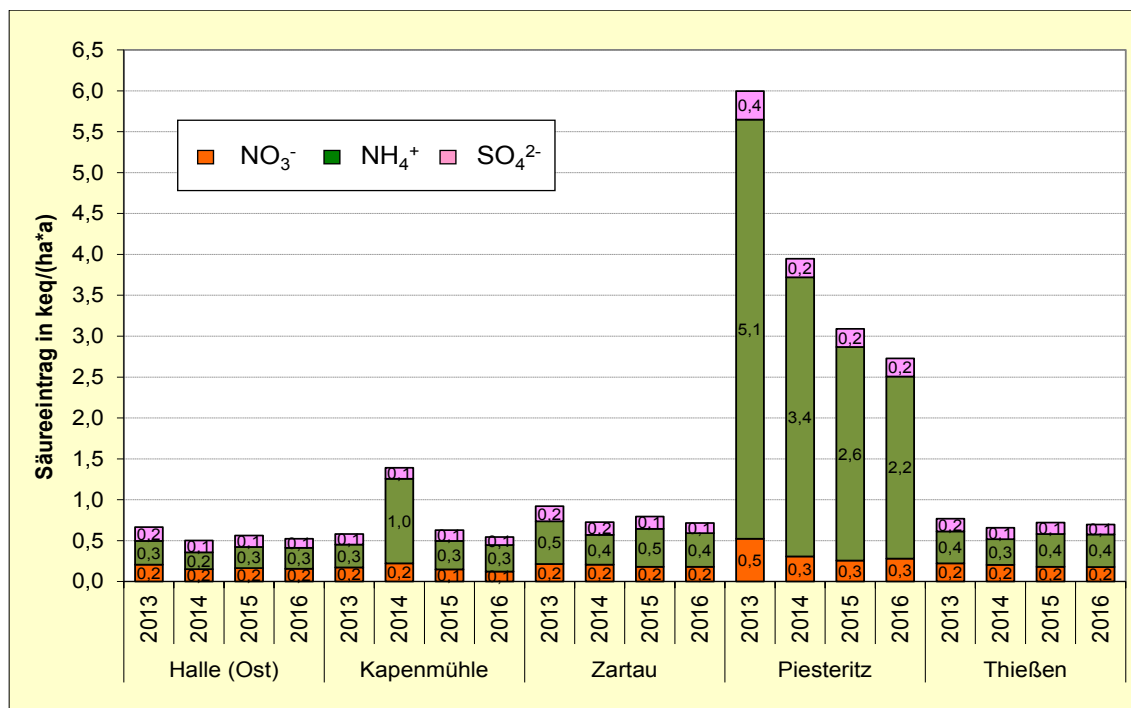


Abbildung 69: Säuredepositionen mit Eigenbrodt-Sammlern (Jahresvergleich)

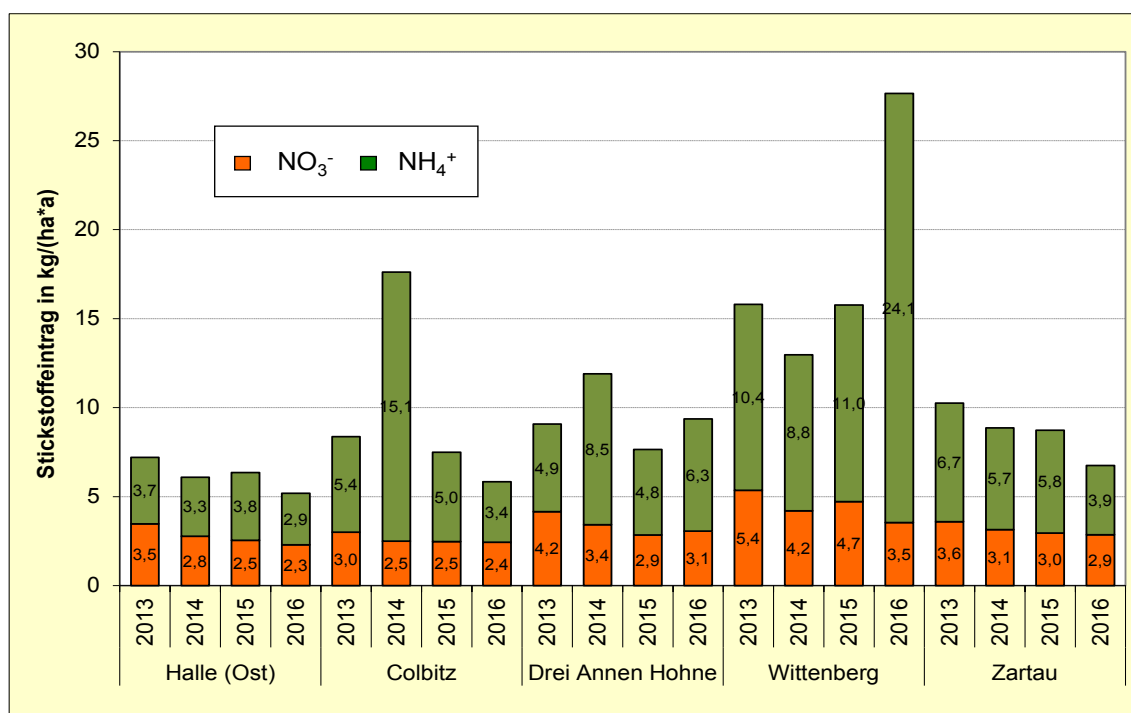


Abbildung 70: Depositionsmessungen mit LWF-Niederschlagssammlern, Jahresvergleich Stickstoffeintrag

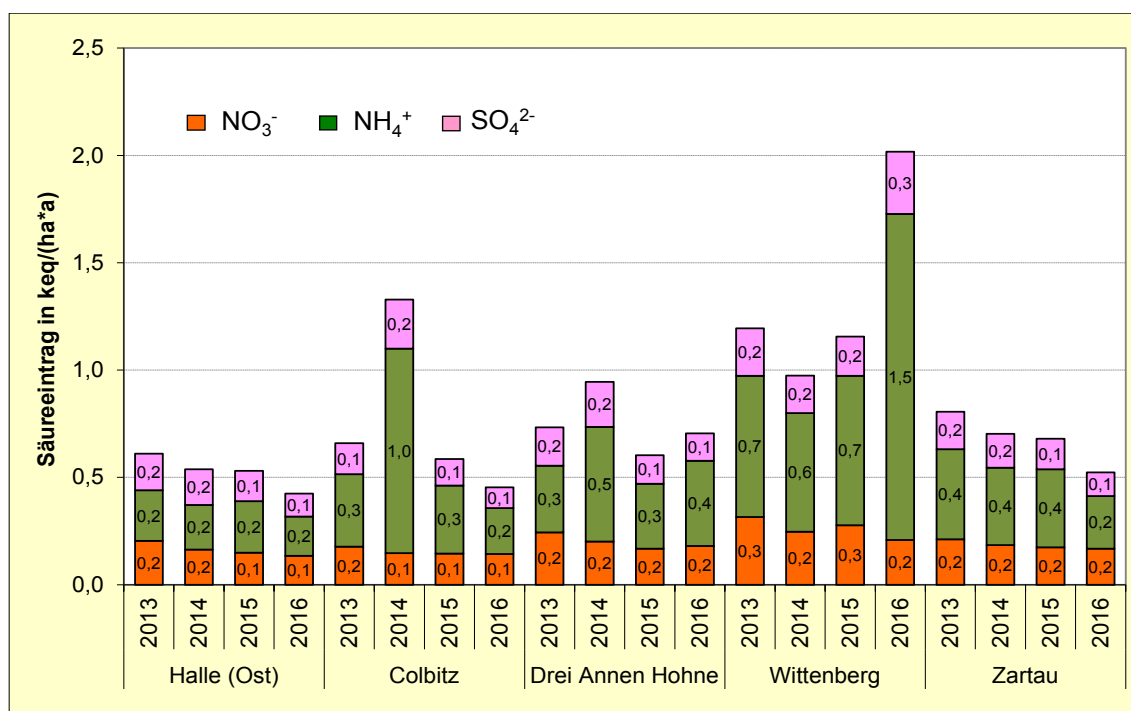


Abbildung 71: Depositionsmessungen mit LWF-Niederschlagssammlern, Jahresvergleich Säureeintrag

1.5.2.2 Wet-Only-Deposition

Bei der Wet-Only-Probenahme ist die Sammeleinheit (Trichter-Flasche) nur für die Dauer der Niederschlagsereignisse geöffnet. Es wird somit nur die sedimentierende nasse Deposition erfasst.

In Abbildung 72 und Abbildung 73 sind die Ergebnisse der Nassdepositionen entsprechend Kernindikator B5¹⁶ dargestellt. Die Eintragshöhen liegen unterhalb der Zielwerte.

¹⁶ 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)

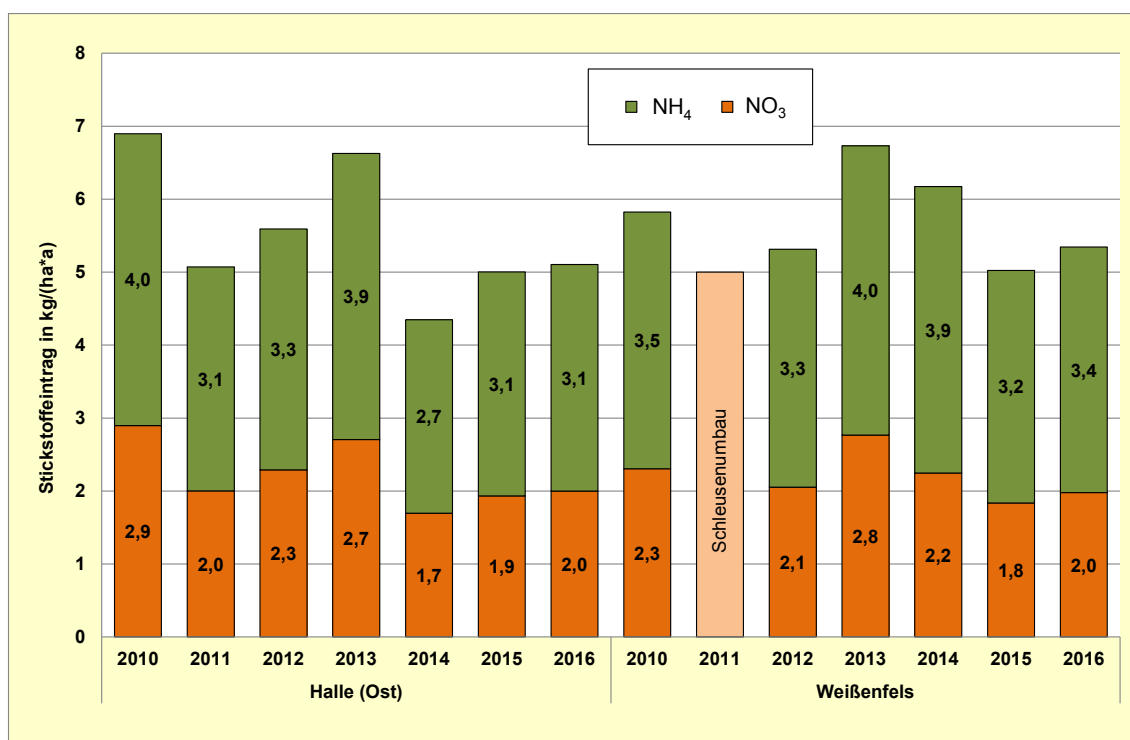


Abbildung 72: Stickstoffdepositionen mit Wet-Only-Sammlern, Jahreseinträge 2010 – 2016

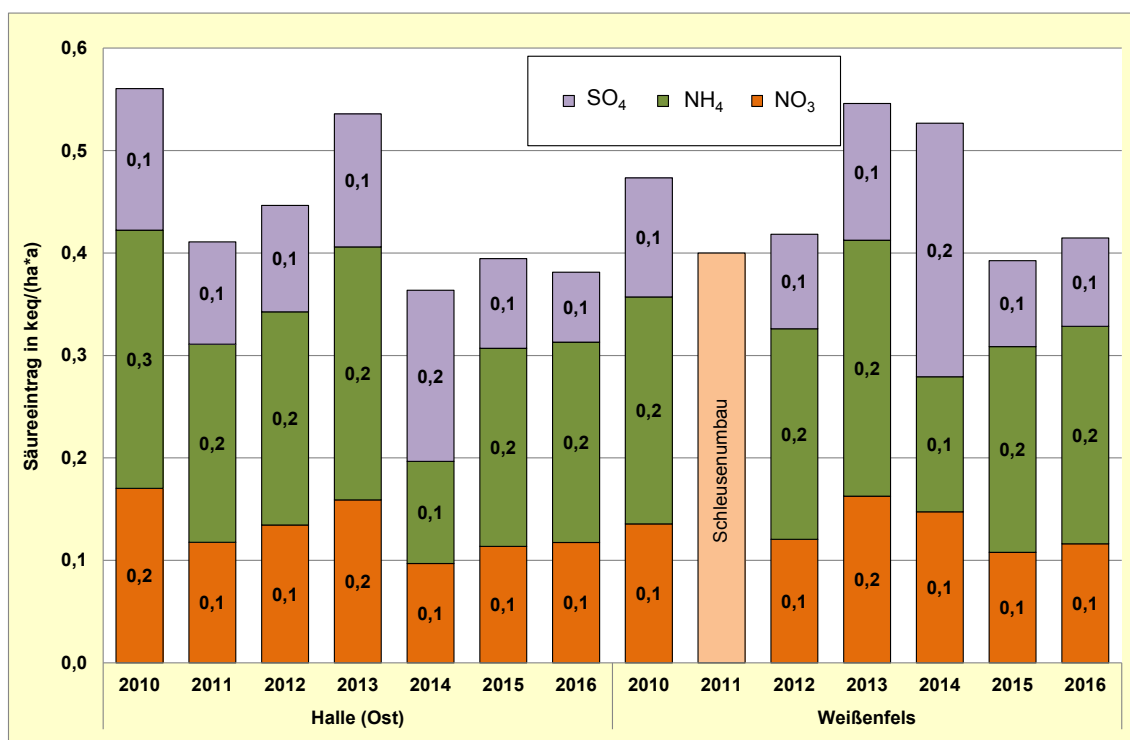


Abbildung 73: Säuredepositionen mit Wet-Only-Sammlern, Jahreseinträge 2010 – 2016

In Abbildung A 15 und Abbildung A 16 sind die Jahreseinträge der bestimmten An- und Kationen der Jahre 2012 bis 2016 dargestellt. Im Jahr 2016 sind sowohl in Halle-Ost als auch in Weißenfels gegenüber den Vorjahren leicht höhere Nitrat-Einträge zu verzeichnen. In Tabelle A 35 sind die Einzelwerte in kg/(ha*a) 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 ($4 \text{ pg WHO-TEQ}/(\text{m}^2\text{d})^{17}$) dargestellt (Standorte s. Abbildung 10 im Kapitel 1.2.3 und Tabelle A 26). Einzelwerte sind in Tabelle A 36 bis Tabelle A 41, Toxizitätsäquivalenzfaktoren in Tabelle A 42 und Tabelle A 43 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 der Depositionswerte zu verzeichnen (s. beispielhaft Abbildung 74). Der LAI-Zielwert wurde im Jahr 2016 unterschritten.

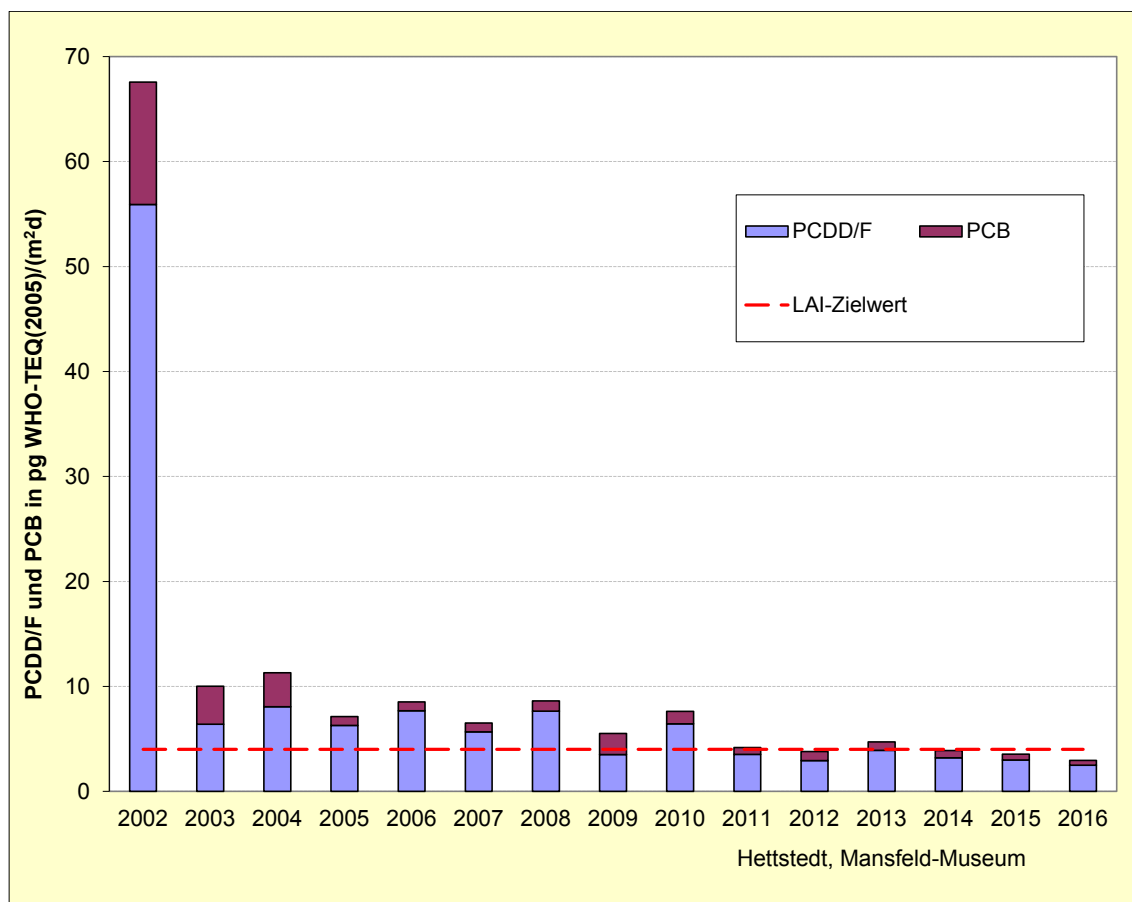


Abbildung 74: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB, Hettstedt, Mansfeld-Museum (HET45)

An Messstandorten in der Nähe von Feuerungsanlagen ist in den letzten Jahren ähnlich wie bei metallurgischen Anlagen ebenfalls ein Rückgang der Jahresmittelwerte zu verzeichnen (Beispiel s. Abbildung 75). Der LAI-Zielwert wurde im Jahr 2016 sicher eingehalten.

¹⁷ 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

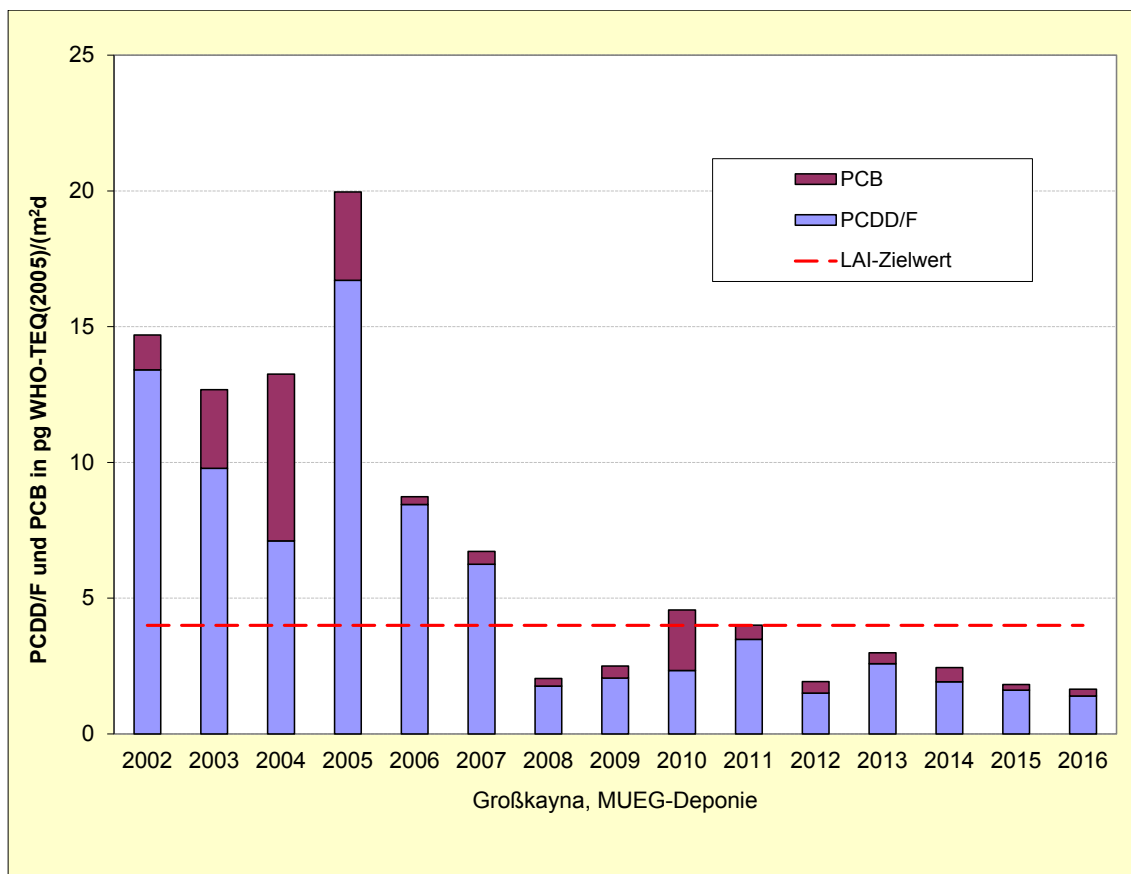


Abbildung 75: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB, Großkayna, (MER100)

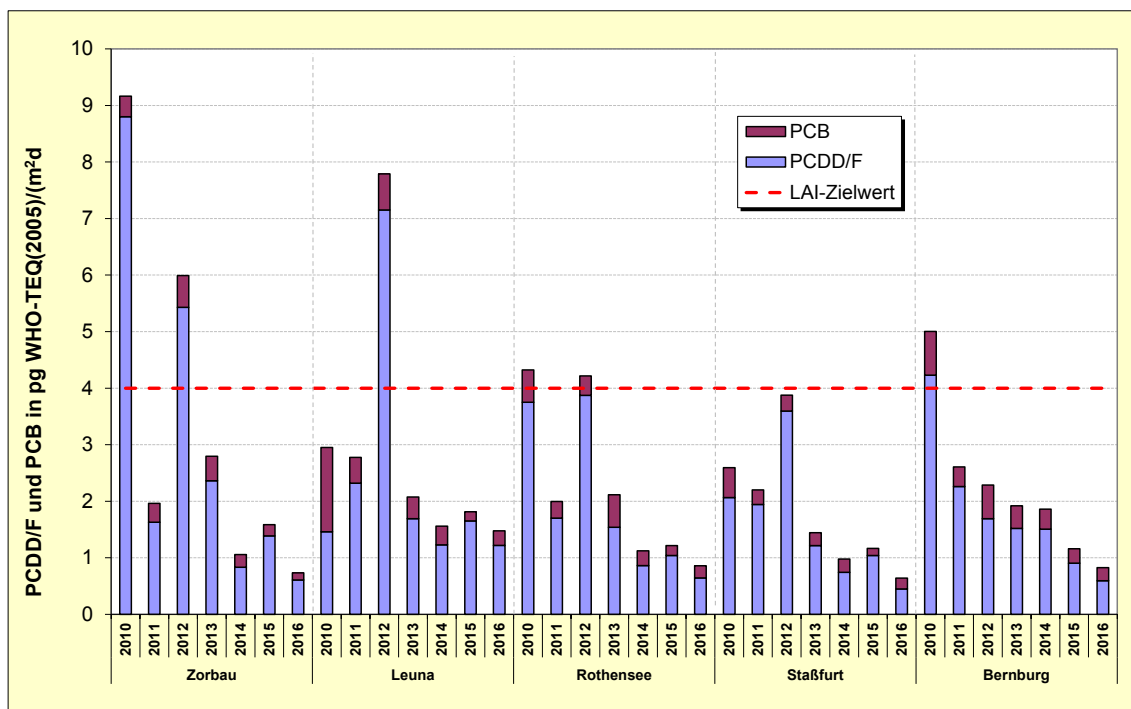


Abbildung 76: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB in der Nähe von Abfallverbrennungsanlagen

Abfallverbrennungsanlagen (AVA)

Die insbesondere unter Vorsorgeaspekten im Umfeld ausgewählter Abfallverbrennungsanlagen erfolgten Messungen ergaben, dass der abnehmende Trend auch im Jahr 2016 anhielt und der LAI-Zielwert sicher unterschritten wurde (Abbildung 76).

Hintergrundmessungen

Um die Messungen an industriell belasteten Messstandorten besser beurteilen zu können, wurden zum Vergleich an zwei wenig belasteten Messstandorten Hintergrundmessungen durchgeführt. Es ist festzustellen, dass der LAI-Zielwert in den letzten Jahren deutlich unterschritten wurde (Abbildung 77).

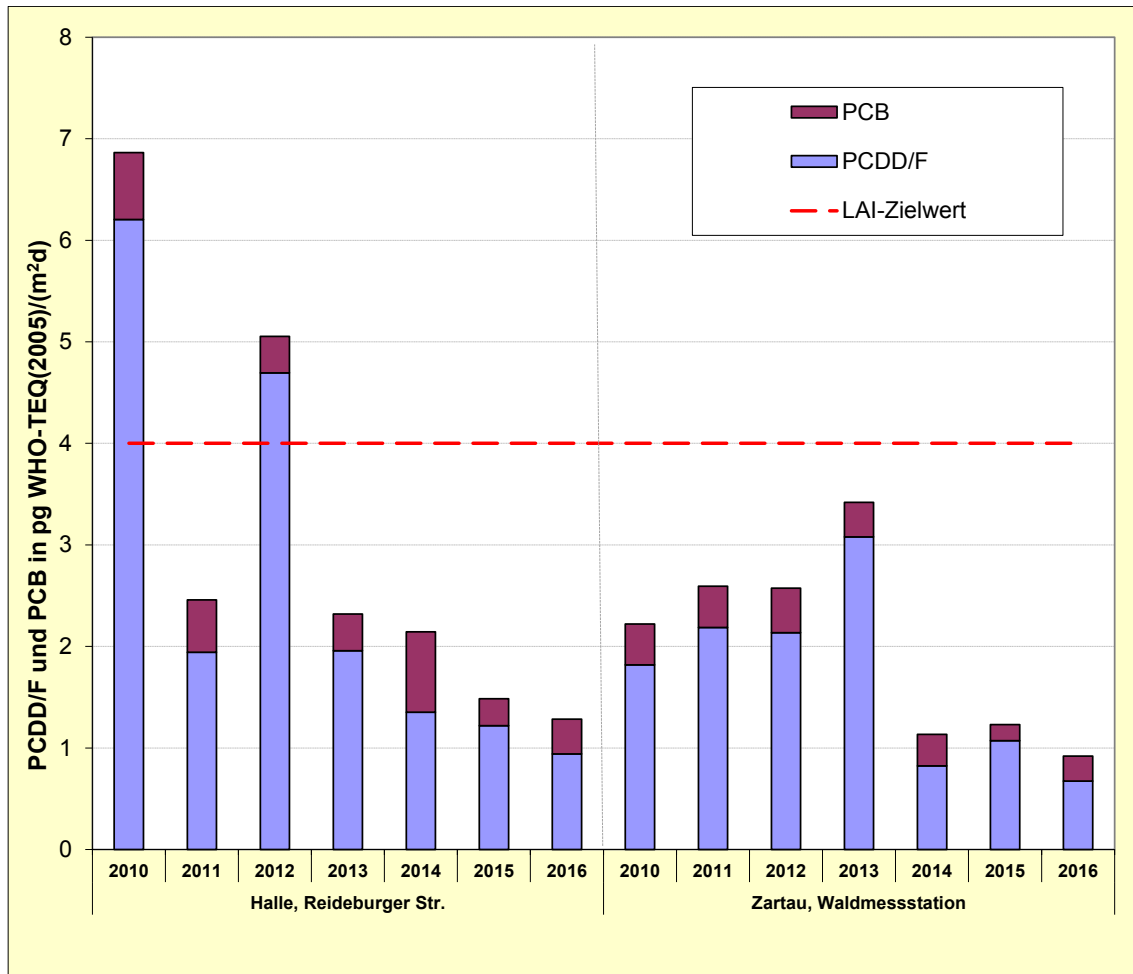


Abbildung 77: Depositionen an PCDD/F und dl-PCB, Hintergrundmessstandorte

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 78 sind die Jahresmittelwerte der PAK-Leitkomponente Benzo(a)pyren am Messstandort Halle (Saale) für die Jahre 2011 bis 2016 dargestellt (Einzelwerte siehe Tabelle A 44). Der Zielwert der LAI für Benzo(a)pyren von $0,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ wird in allen Jahren weit unterschritten.

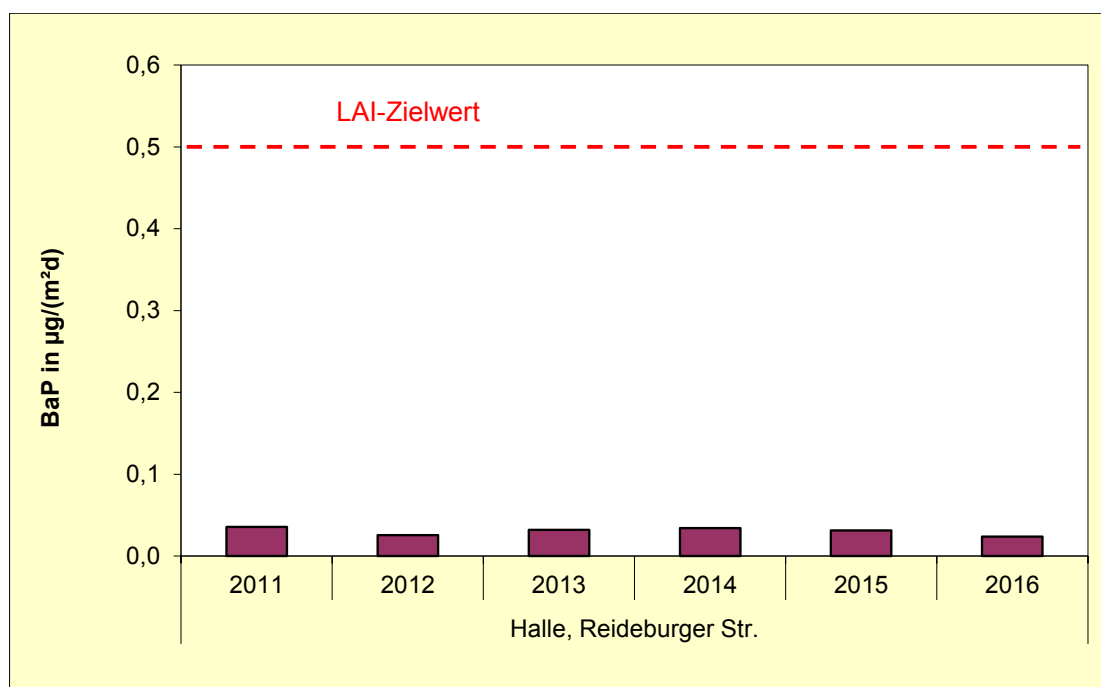


Abbildung 78: Deposition an Benzo(a)pyren mit dem temperierten Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler)

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 17 sind die Einzelsubstanzen aufgeführt.

Tabelle 17: Einzelsubstanzen für PAK-Summenparameter

PAK	2004/107/EG ¹⁸	2004/850/EG ¹⁹
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
Dibenz(a,h)anthracen	x	

¹⁸ 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

¹⁹ Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe

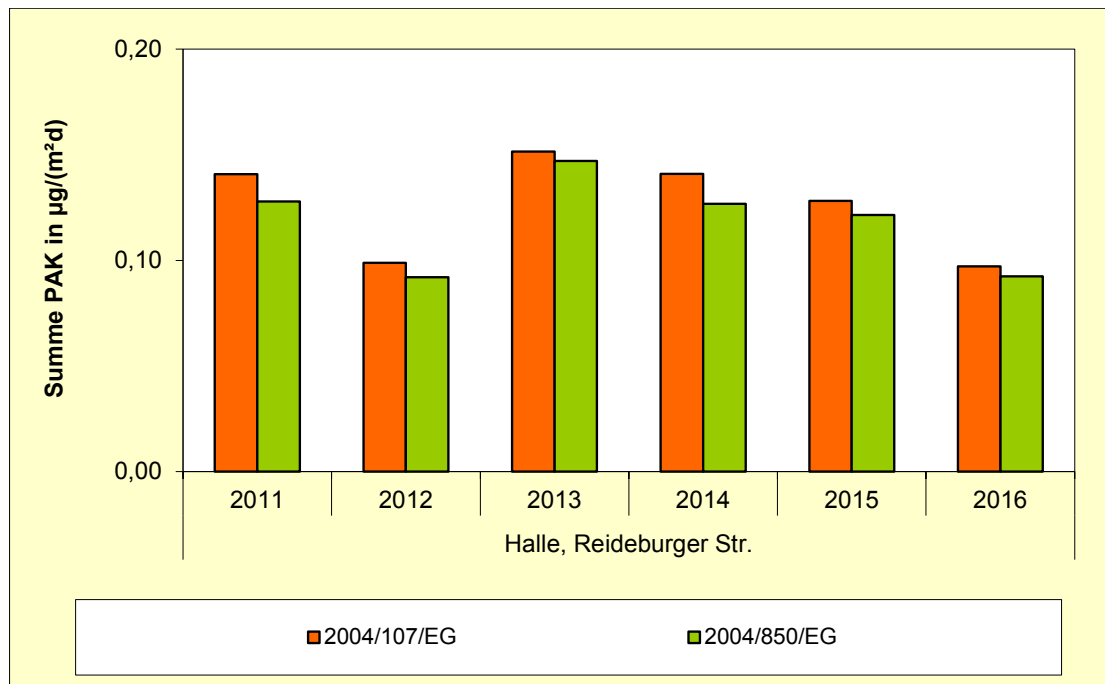


Abbildung 79: Summenwerte PAK mit dem temperierten Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler)

Die Depositionen von Benzo(a)pyren und auch die PAK-Summenwerte liegen im Bereich der Vorjahre.

1.6 Sondermessprojekt „Einfluss von Holzheizungen im innerstädtischen Bereich“

1.6.1 Einführung

Holzfeuerungen stellen neben dem Kfz-Verkehr eine bedeutende Quelle für die Luftbelastung durch Feinstaub, Ruß und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) dar. In Sachsen-Anhalt liegen die Partikel PM₁₀-Emissionen der Holzfeuerungen etwa in derselben Größenordnung wie die Verkehrsemissionen.

In Anknüpfung an Vorläuferprojekte in der Ortslage Treseburg sowie am Standort Altenbrak (jeweils im Harz gelegen, Ortslagen mit einem hohen Anteil an Holzheizungen) bestand die Zielstellung des Messprojektes an der Messstation Burg in der Untersuchung des Einflusses von Holzheizungen im städtischen Hintergrundbereich. Hierbei sollte der Anteil der Holzverbrennung am freigesetzten Partikel PM₁₀ quantifiziert werden.

Die Messungen zur Ermittlung eines möglichen Einflusses von Holzheizungen auf die Immissionssituation am Standort der Stadtgebietsmessstation in Burg fanden im Zeitraum von Februar 2015 bis April 2016 statt. Im Rahmen des Messprojektes wurde umfangreiches Datenmaterial hinsichtlich der Untersuchungsparameter Feinstaub Partikel PM₁₀ und zu den Inhaltsstoffen in der Partikel PM₁₀-Fraktion (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, lösliche Ionen und Levoglucosan) sowie zum Indikator für unvollständige Verbrennung - Kohlenstoffmonoxid - gewonnen.

Mittels des als Inhaltsstoff in der Partikel PM₁₀-Fraktion bestimmten spezifischen Holzverbrennungstracers Levoglucosan können Aussagen über den Einfluss von Holzfeuerungen auf die Immissionssituation getroffen werden. Um den Beitrag der Holzverbrennung am Feinstaub Partikel PM₁₀ zu bestimmen, wurde ein Umrechnungsfaktor für das Verhältnis zwischen Levoglucosan und Feinstaub Partikel PM₁₀ resultierend aus Holzverbrennung verwandt.

1.6.2 Standortbeschreibung und Messkonzeption

Für die Durchführung des Messprojektes wurde eine Messstation im städtischen Hintergrundbereich ausgewählt, in deren Umfeld ein höherer Anteil potenzieller Emittenten (Holzheizungen) zu verzeichnen ist.

In Abbildung 80 ist der Standort der LÜSA – Station Burg, an welchem die Untersuchungen eines möglichen Heizungseinflusses vorgenommen wurden, markiert.

Detaillierte Informationen zum Messprogramm der Messstation Burg sind unter <https://www.luesa.sachsen-anhalt.de/luesa-web/> abrufbar.

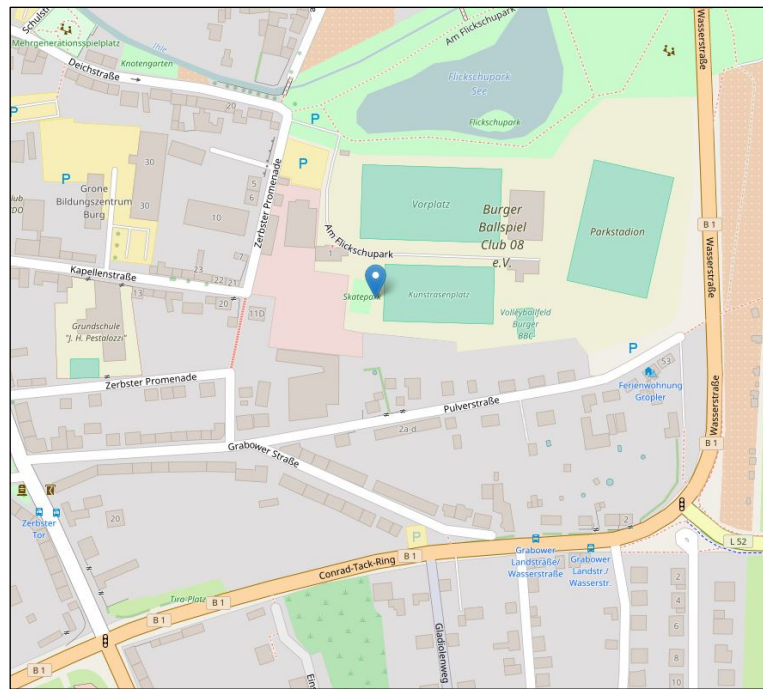
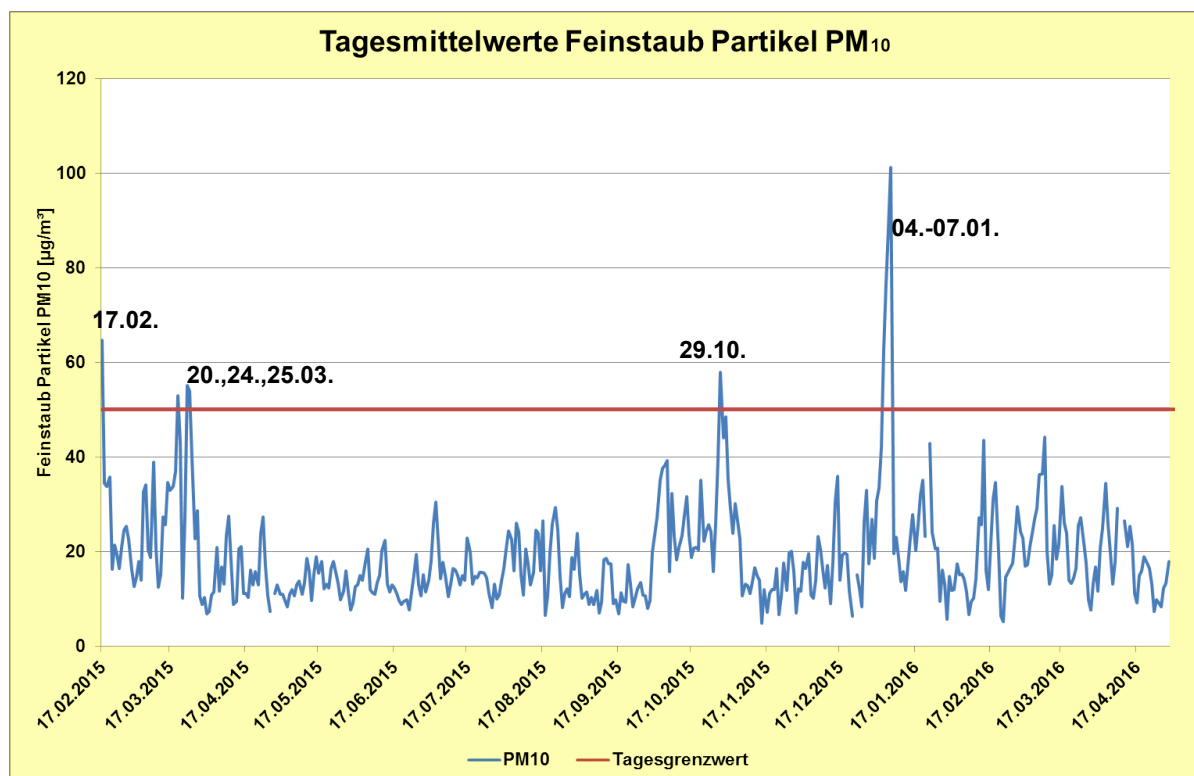


Abbildung 80: Kartenausschnitt © OpenStreetMap

1.6.3 Darstellung und Bewertung der Messergebnisse

Feinstaub (Partikel PM_{10})

Abbildung 81 visualisiert die am Standort der LÜSA – Messstation Burg im Messzeitraum für den Parameter Partikel PM_{10} erhaltenen Tagesmittelwerte.

Abbildung 81: Tagesmittelwerte für Feinstaub Partikel PM_{10} an der LÜSA – Messstation Burg

Der in der 39. BImSchV für Partikel PM_{10} vorgegebene Tagesgrenzwert in Höhe von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der pro Kalenderjahr höchstens 35 mal überschritten werden darf, wurde während der Dauer des Messprojektes 9 mal, z. T. deutlich, überschritten.

Inhaltsstoffe im Feinstaub (Partikel PM_{10})

Als Inhaltsstoffe im Feinstaub Partikel PM_{10} wurden die Konzentrationen an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (Indikatoren für unvollständige Verbrennungsprozesse), löslichen Ionen (insbesondere Kalium – Indikator für Biomasse- und Holzverbrennung) sowie Levoglucosan (idealer Tracer für Holzverbrennung) bestimmt.

Um den Beitrag der Holzverbrennung am Feinstaub Partikel PM_{10} abschätzen zu können, wird ein Umrechnungsfaktor für das Verhältnis zwischen Levoglucosan und Feinstaub Partikel PM_{10} resultierend aus Holzverbrennung benötigt. Hierbei wurde mit einem Umrechnungsfaktor von 12 gearbeitet.

Beitrag der Holzverbrennung am Feinstaub (Partikel PM_{10})

Aus Abbildung 82 wird ersichtlich, dass am 20.03.2015 ohne den Anteil am Partikel PM_{10} , der der Holzverbrennung zugerechnet werden könnte ($PM_{10}HH$), keine Überschreitung des Tagesgrenzwertes für Partikel PM_{10} in Höhe von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu verzeichnen gewesen wäre.

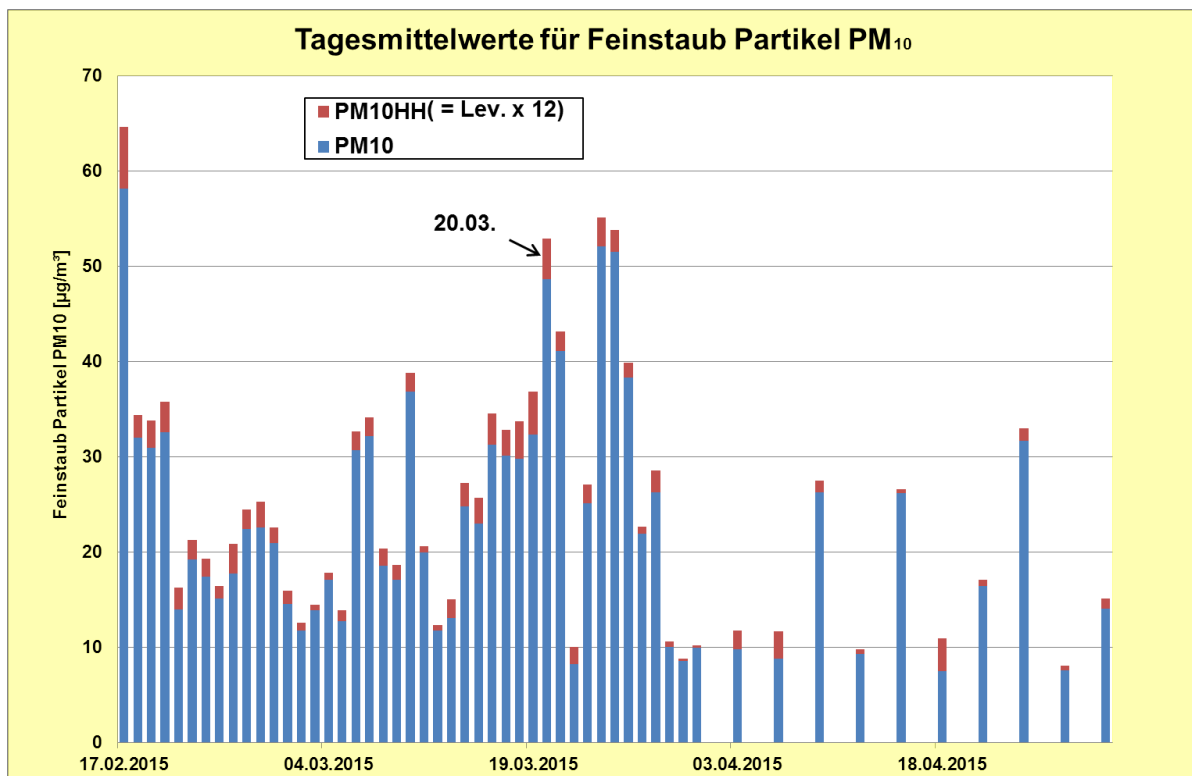


Abbildung 82: Tagesmittelwerte für Feinstaub Partikel PM_{10} und Darstellung des Anteils, der der Holzverbrennung zugerechnet werden könnte

Der prozentuale Beitrag der Holzverbrennung am Gesamt-Partikel PM_{10} wird in Abbildung 83 dargestellt.

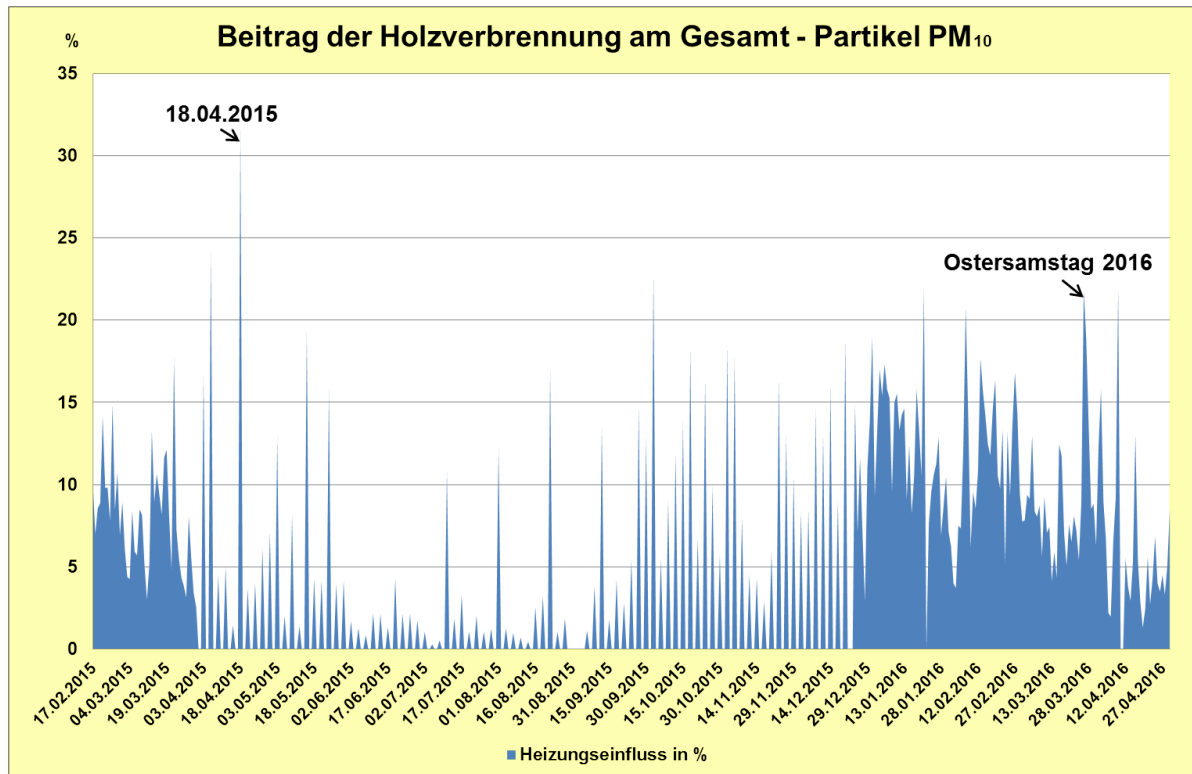


Abbildung 83: Beitrag der Holzverbrennung zum Gesamt-Partikel PM₁₀

Am 18.04.2015 war bezogen auf den untersuchten Zeitraum der maximale Heizungseinfluss in Höhe von 31,5 % zu verzeichnen. Als durchschnittlicher Heizungseinfluss sind 8,7 % auszuweisen.

Auch Tage an denen verstärkt Biomasse verbrannt wird, wie beispielsweise durch Osterfeuer, treten deutlich hervor.

1.6.4 Zusammenfassung

Anhand des spezifischen Holzverbrennungstracers Levoglucosan sind folgende Aussagen über den Einfluss von Holzfeuerungen am Standort der Messstation Burg zu treffen:

- Für den Heizungseinfluss sind bezogen auf den Untersuchungszeitraum im Maximum ca. 32 % und durchschnittlich ca. 9 % auszuweisen.
- Ohne den Anteil am Partikel PM₁₀ resultierend aus der Holzverbrennung wäre während der Dauer des Untersuchungszeitraumes ein Überschreitungstag weniger zu verzeichnen gewesen.
- Tage, an denen verstärkt Biomasse verbrannt wird, treten deutlich hervor (Ostersamstag 2016).

Hinsichtlich der für Levoglucosan und B(a)P in der Partikel PM₁₀-Fraktion erhaltenen Analysenbefunde konnten die erwarteten Zusammenhänge ausgewiesen werden, ebenso für Levoglucosan und Kalium, darüber hinaus auch deren Anstieg bei sinkenden Tagesmitteltemperaturen.

Eine sehr gute Korrelation wurde auch zwischen den Tagesmittelwerten für Levoglucosan und Kohlenstoffmonoxid erhalten.

Die oben vorgestellten Untersuchungsergebnisse und auch noch weitere sind in einer Fachinformation des Landesamtes für Umweltschutz enthalten, die jüngst veröffentlicht wurde und auch zum Download unter www.lau.sachsen-anhalt.de bereit steht.

1.7 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 (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		
	125	Tagesmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	Überschreitung höchst. 3-mal	1.1.2005	75	50
	20	Jahresmittelwert (Wintermittelwert)	Kalenderjahr und Winter (1.10.-31.3.)	Ökosystem			12	8
	500 ¹⁾	Stundenmittelwert		Mensch	Auslösung: Überschreitung in 3 aufeinander folgenden Stunden			
Stickstoffdioxid	200	Stundenmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	Überschreitung höchst. 18-mal	1.1.2010	140	100
	40	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2010	32	26
	400 ¹⁾	Stundenmittelwert		Mensch	Auslösung: Überschreitung in 3 aufeinander folgenden Stunden			
Stickstoffoxide	30	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Vegetation			24	19,5
Partikel PM ₁₀	50	Tagesmittelwert	Kalenderjahr	Mensch	Überschreitung höchst. 35-mal	1.1.2005	35	25
	40	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2005	28	20
Partikel PM _{2,5}	25	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2015	17	12
	20 ²⁾	Jahresmittelwert	3 Kalenderjahre	Mensch		1.1.2015		
Blei	0,5 1,0 ³⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2005 1.1.2010	0,35	0,25
Benzol	5	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2010	3,5	2
Arsen (ng/m ³)	6 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2013	3,6	2,4
Kadmium (ng/m ³)	5 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2013	3	2
Nickel (ng/m ³)	20 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2013	14	10
Benzo(a)Pyren (ng/m ³)	1 ⁴⁾	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2013	0,6	0,4
Kohlenmonoxid (mg/m ³)	10	höchster 8-h-Mittelwert	Tag	Mensch		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⁾	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	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⁾	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$	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	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	langfristiges Ziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit § 9 (3)	gleitend ermittelter höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	8 Stunden	
6 000	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$	langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation § 9 (4)	AOT 40 (siehe Erl. im Text)	1 Stunde, akkumuliert von Mai bis Juli	
180	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Informationsschwelle § 9 (5)	1-h-Mittelwert	1 Stunde	
240	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Alarmschwelle § 9 (6)	1-h-Mittelwert	1 Stunde	

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 eine Konzentration in der Luft, bei deren Überschreitung bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die Gesundheit der Gesamtbevölkerung besteht.

Die Informationsschwelle ist eine Konzentration in der Luft, bei deren Überschreitung bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die Gesundheit besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen resultiert.

Der AOT 40²⁰ (ausgedrückt in $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$) ist die über einen vorgegebenen Zeitraum (in der Verordnung: Mai bis Juli) summierte Differenz zwischen Ozonkonzentrationen über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 Neufassung vom 24.07.2002 in Kraft. In der Neufassung 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.

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	-
	125	24 Stunden	3
	350	1 Stunde	24
Stickstoffdioxid	40	Jahr	-
	200	1 Stunde	18
Benzol	5	Jahr	-
Tetrachlorethen	10	Jahr	-
Schwebstaub (Partikel PM_{10})	40	Jahr	-
	50	24 Stunden	35

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 293,15 K und 101,3 kPa bezogen.

²⁰ Accumulated Over Threshold

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 den Richtlinien 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
	20 ¹⁾	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ²⁾	Jahr	
Ozon	120	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ³⁾	30 Minuten	2310 Bl. 15
	100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ³⁾	8 Stunden	

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 Kapiteln 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 gesetzlicher Regelungen (EU-Tochterrichtlinien, TA Luft) aktualisiert. Die Neubewertung des Krebsrisikos durch Luftverun-

reinigungen ist im Bericht „**Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind**“²¹ dokumentiert.

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

Tabelle 23: Vorschläge der LAI für immissionsbegrenzende Werte

Schadstoff/ Schadstoffgruppe	Wert	Dimension	Kategorie des Bewertungs- maßstabes	Bezugs- zeitraum	Schutzgut
Dioxine/Furane, PCB	150	fg WHO- TEQ/m ³	Zielwert (Inhalation)	Jahr	Mensch
	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
	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

Luftqualitätsmerkmal/ Art des Bewertungsmaßstabes: arithmetischer Mittelwert über den Bezugszeitraum

Erläuterungen:

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 unabhängig von diesen Überführungen auch als Erkenntnisquelle bei der Bewertung von Stoffen nutzbar, für die ganz oder teilweise andere Bewertungsmaßstäbe fehlen. Beispielhaft 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.

²¹ Bericht der Bund/ Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, September 2004

Tabelle 24: WHO-Leitwerte

Schadstoff	Wert	Dimension	Kategorie des Bewertungsmaßstabes	Bezugszeitraum	Schutzgut
Partikel (PM ₁₀)	20	µg/m³	Leitwert	Jahr	Mensch
	50	µg/m³	Leitwert	Tag	Mensch
Partikel (PM _{2,5})	10	µg/m³	Leitwert	Jahr	Mensch
	25	µg/m³	Leitwert	Tag	Mensch
Ozon	100	µg/m³	Leitwert	8 Stunden	Mensch
Schwefeldioxid	20	µg/m³	Leitwert	Tag	Mensch
	500	µg/m³	Leitwert	10 Minuten	Mensch
Toluol	1	mg/m³	Leitwert (Geruchsschwelle)	30 Minuten	Mensch
	0,26	mg/m³	Leitwert	Woche	Mensch
Schwefelwasserstoff	7	µg/m³	Leitwert (Geruchsschwelle)	30 Minuten	Mensch
	150	µg/m³	Leitwert	Tag	Mensch
Mangan	0,15	µg/m³	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 der TA Luft aufgenommen worden sind.

In Tabelle 25 sind die Werte für die Frachten, ergänzt durch die Umrechnung in die Dimension µg/(m²d), und daraus resultierende Immissionswerte der TA Luft nebeneinander aufgeführt. Diesen Immissionswerten kommt insofern eine erhöhte Bedeutung zu, weil in den Bundes-Immissionsschutzverordnungen keine Grenzwerte der Deposition enthalten sind.

Tabelle 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				Immissionswert TA Luft	
	Wert	Dimension	Wert	Dimension	Wert	Dimension
Blei	400	g/(ha*a)	110	µg/(m²d)	100	µg/(m²d)
Cadmium	6	g/(ha*a)	1,6	µg/(m²d)	2	µg/(m²d)
Chrom	300	g/(ha*a)	82	µg/(m²d)	-	-
Kupfer	360	g/(ha*a)	99	µg/(m²d)	-	-
Nickel	100	g/(ha*a)	27	µg/(m²d)	15	µg/(m²d)
Quecksilber	1,5	g/(ha*a)	0,4	µg/(m²d)	1	µg/(m²d)
Zink	1200	g/(ha*a)	329	µg/(m²d)	-	-
Arsen					4	µg/(m²d)
Thallium					2	µg/(m²d)
Staubniederschlag					0,35	g/(m²d)

Bezugszeitraum: Jahr

2 Zusammenfassung

Die Vorkehrungen zur Begrenzung der Schadstoffeinträge in die Luft zeigen Erfolge. In Sachsen-Anhalt hat sich die degressive Entwicklung der Luftschadstoffbelastungssituation im Jahr 2016 fortgesetzt. Die Luftqualität in Sachsen-Anhalt wird immer besser.

An verkehrsreichen Straßen in den Städten ist die Situation allerdings nach wie vor nicht zufriedenstellend. Zu viel Stickstoffoxide und Feinstaub (Partikel PM_{10}) verunreinigen die Atemluft im Einwirkungsbereich von Hauptverkehrsstraßen. Weiterhin stellen zu hohe Säure- und Stickstoffeinträge eine Gefährdung für empfindliche Ökosysteme dar. All dies unterstreicht die Wichtigkeit einer weitergehenden Reduktion der Immissionen.

Die aktuellen Erhebungen zur Luftqualität in Sachsen-Anhalt werden wie folgt beurteilt:

Für die Luftschadstoffbelastungen zeichnen sich insbesondere der motorisierte Straßenverkehr sowie Verbrennungsprozesse in gewerblich-industriellen Anlagen und Haushalten verantwortlich. Feinstaub wird vor allem durch menschliches Handeln erzeugt: Primärer Feinstaub entsteht hauptsächlich durch Emissionen aus Kraftfahrzeugen, Kraft- und Fernheizwerken, Kaminfeuerungsanlagen in Wohnhäusern und Gewerbebetrieben oder auch beim Umschlagen von Schüttgütern. Er kann aber auch natürlichen Ursprung haben (beispielsweise als Folge von Bodenerosion und Windverfrachtung). In städtischen Gebieten ist der Straßenverkehr die dominierende Staubquelle. Eine weitere wichtige Quelle sind Emissionen aus der Landwirtschaft, die als gasförmige Vorläuferstoffe, insbesondere die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung, zur sekundären Feinstaubbildung beitragen.

Weiterhin bestimmen die meteorologischen Bedingungen entweder direkt oder indirekt das Ausmaß der Schadstoffbelastung. Winterliche, kalte Hochdruckwetterlagen gehen mit einer Zunahme der Heizvorgänge und damit erhöhten Emissionen einher. Für derartige Wetterlagen sind niedrige Windgeschwindigkeiten und ein eingeschränkter vertikaler Luftaustausch kennzeichnend, was eine Akkumulation von Luftschadstoffen in den unteren Luftschichten bewirkt. Wetterkonstellationen mit hohen Windgeschwindigkeiten und somit günstigen Austauschbedingungen verstärken hingegen die Verdünnung von Schadstoffen in der Luft. Bei einem sich insgesamt nur langsam verändernden Emissionsniveau für Luftschadstoffe prägen die skizzierten unterschiedlichen meteorologischen Gegebenheiten die zwischenjährlichen Schwankungen der Luftbelastung.

In der 39. BImSchV sind verbindliche Anforderungen zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor erhöhten Belastungen der Luft durch Partikel PM_{10} , Partikel $PM_{2,5}$, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid, Blei, Benzol und Kohlenmonoxid festgelegt. Für bodennahes Ozon gelten abgesehen von einem angestrebten Zielwert abgestufte Belastungsschwellen, die eine Warnmeldung (Informationsschwelle) bzw. unverzügliche Maßnahmen (Alarmschwelle) erfordern.

Für die in den vergangenen Jahren in erhöhten Konzentrationen auftretenden Luftschadstoffe Partikel PM_{10} , Stickstoffdioxid und Ozon wurde im Jahr 2016 gegenüber den Vorjahren Folgendes festgestellt:

- Die **Partikel PM_{10}** -Belastung (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als $10\ \mu m$) hatte im Jahr 2012 die niedrigsten Konzentrationen seit Beginn der systematischen Messungen erreicht. Das Jahr 2014 brachte einen Belastungsanstieg, verbunden mit einer deutlichen Zunahme bei der Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes für Partikel PM_{10} von $50\ \mu g/m^3$ (35 Überschreitungen pro Jahr sind erlaubt). Dies führte in der Konsequenz an einer Messstation Sachsen-Anhalts, und zwar in Halle/Paracelsusstraße zur Grenzwertüberschreitung (41 gemessene Überschreitungen). An den übrigen innerstädtischen Verkehrsschwerpunkten („Hotspots“) des Landes in Halle (Saale), Magdeburg, Halberstadt und Wittenberg war es letztmalig im Jahr 2011 zu derartigen Grenzwertüberschreitungen gekommen. In den Jahren

2015 und 2016 wurden die Konzentrationen des bisher am niedrigsten belasteten Jahres 2012 wieder erreicht, an einigen Standorten sogar noch unterboten. Dies war im Berichtsjahr insbesondere an den „Hotspots“ mit einem bemerkenswerten Rückgang der Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes verbunden und zwar auf das bisher niedrigste Niveau überhaupt. Damit konnte landesweit die sichere Einhaltung des gesetzlichen Grenzwertes für Partikel PM_{10} konstatiert werden.

- Die Überwachung der Partikel **$\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen** gewinnt aufgrund der hohen Gesundheitsrelevanz immer mehr an Bedeutung. Um dem Rechnung zu tragen, wurde die Zahl der Messungen im Luftmessnetz Sachsen-Anhalt um zwei erhöht. 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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wäre im Berichtsjahr ebenfalls landesweit eingehalten worden, wenn auch in Halle/Paracelsusstraße mit $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativ knapp.
- Für Stickstoffdioxid gilt ein Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Der in den Vorjahren im Landesdurchschnitt zu beobachtende leicht rückläufige Trend hat sich im Jahr 2016 nicht fortgesetzt. An den Stationen im Land sind unterschiedliche Entwicklungen im Vergleich zum Vorjahr auszumachen. Mit Ausnahme des Ballungsraumes Halle konnte der seit 01.01.2010 geltende EU-Grenzwert (Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) jedoch landesweit eingehalten werden. In der Saalestadt befinden sich mit der Paracelsusstraße ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und der Volkmannstraße ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) die gegenwärtig am höchsten belasteten Punkte in Sachsen-Anhalt. Ausdruck einer positiven Entwicklung am Standort Paracelsusstraße ist jedoch, dass die Stickstoffdioxidbelastung dort im Vergleich zum Vorjahr um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zurückgegangen ist.
- Nachdem im Jahr 2015 auf Grund des überdurchschnittlich warmen und sonnigen Sommers gute **Ozonbildungsbedingungen** geherrscht haben und erstmals seit dem Jahr 2006 wieder ausgeprägte Episoden mit hohen Ozonspitzenbelastungen aufgetreten waren, sorgten die Witterungsbedingungen im Sommer 2016 für eine sehr moderate Belastung. Es bildeten sich keine typischen Ozonepisoden heraus und die mittlere Belastung war insgesamt rückläufig. Die Zahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen bewegte sich mit nur drei Tagen auf niedrigem Niveau (Vorjahr 8 Tage).

In einer Langzeitbetrachtung stellt sich die zurückliegende Entwicklung der Belastungssituation durch die v. g. Luftschadstoffe wie folgt dar:

Die Belastung durch **Partikel PM_{10}** wird neben den Emissionen maßgeblich auch durch bestimmte Witterungsbedingungen wie Hochdruckwetterlagen, eingeschränkte Austauschbedingungen und geringe Niederschläge beeinflusst. Windschwache Hochdruckwetterlagen im Winter sind zumeist mit Temperaturinversionen verbunden, was einen stark eingeschränkten Luftaustausch zur Folge hat. Hinzu kommt eine erhöhte Emission an Partikeln aufgrund eines vermehrten Energiebedarfs, zusätzlicher Heizaktivitäten sowie die Akkumulation der Partikel in der bodennahen Luftschicht. Auch sekundäre Bildungsprozesse von Partikeln aus Vorläuferstoffen wie Schwefeldioxid, Stickstoffoxiden und Ammoniak liefern einen Beitrag. Derartige Wetterlagen begünstigen das Auftreten so genannter Partikel PM_{10} -Episoden, d. h. es treten dann oftmals großflächig Situationen hoher Belastungen auf. Letzteres ist auch bei sommerlichen Hochdruckwetterlagen möglich, wo allgemein eine höhere Staubbelastung infolge der Trockenheit und eine erhöhte Partikelemission durch Aktivitäten in der Landwirtschaft gegeben ist. Auch offene Feuer wie z. B. bei der Verbrennung von Gartenabfällen tragen zeit- und regionsweise nicht unerheblich zur Feinstaubbelastung bei. Nachdem in den Jahren 2007 bis 2009, die weitgehend von Grenzwertüberschreitungen frei geblieben waren, zumeist nur sehr vereinzelt Partikel PM_{10} -Episoden auftraten, stellte sich die Belastungssituation in den Jahren 2010 und 2011 mit sieben bzw. sechs Partikel PM_{10} -Episoden völlig

anders dar. Daraus resultierte ein Anstieg der Belastung um ca. 15 % gegenüber den Vorjahren.

Durch den in den Jahren 2012 und 2013 verzeichneten sehr deutlichen Rückgang der Feinstaubbelastung um ca. 20 % lagen diese beiden Jahre weit unterhalb des Niveaus der Jahre 2010 und 2011. Damit konnte die niedrigste Belastung seit Beginn der systematischen Messungen verzeichnet werden, was sich auch in einem markanten Rückgang der Anzahl der Überschreitungen des Tagesgrenzwertes für Partikel PM_{10} dokumentierte.

Der im Berichtsjahr 2014 erstmals seit dem Jahr 2011 wieder verzeichnete Belastungsanstieg, der sich im Rahmen der meteorologischen Schwankungsbreite bewegte, war zwar im gesamten Land mit einer deutlichen Zunahme der Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes für Partikel PM_{10} von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verbunden. In den bis zum Jahr 2011 belastungskritischen Städten Sachsen-Anhalts führte dies im Jahr 2014 lediglich an der Messstation Halle/Paracelsusstraße zu 41 Überschreitungen bei zulässigen 35 und damit zur Grenzwertverletzung. Eine Ursache für den Anstieg der Belastung im Jahr 2014 ist darin zu suchen, dass Wettersituationen mit stark eingeschränkten Luftaustauschbedingungen häufiger auftraten als im Jahr 2013, was sich u. a. auch an der höheren Zahl von Tagen mit anhaltend hohen, flächendeckenden Belastungen, den sogenannte Partikel PM_{10} -Episoden zeigte (Jahr 2014: 28 Episodentage, Jahr 2013: 19). Im Jahr 2015 stellte sich die Situation gänzlich anders dar, denn aufgrund insgesamt deutlich besserer Luftaustauschbedingungen ging die Feinstaubbelastung spürbar zurück. Es traten nur 13 Episodentage auf, was sich letztlich in einer deutlich verminderten Zahl von Überschreitungstagen für den Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dokumentierte.

Das Jahr 2016 war durch eine erneute Verbesserung der Belastungssituation geprägt und es traten nur 4 Episodentage auf. Dies war insbesondere an den „Hotspots“ mit einem erheblichen Rückgang der Überschreitungstage verbunden, wie anhand der nachfolgenden Aufstellung erkennbar ist:

- Halle/Paracelsusstraße mit 19 Überschreitungen (Vergleich Jahr 2015: 30),
- Halberstadt mit 13 Überschreitungen (19),
- Aschersleben mit 7 Überschreitungen (17),
- Wittenberg/Dessauer Str. mit 8 Überschreitungen (16),
- Magdeburg/Schleifufer mit 5 Überschreitungen (12),
- Halle/Merseburger Str. mit 7 Überschreitungen (12).

Festzuhalten bleibt auch, dass der von der WHO empfohlene, allerdings nicht rechtsverbindliche Partikel PM_{10} -Leitwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittel, der nur halb so hoch ist wie der aktuelle EU-Grenzwert, analog zum Vorjahr an nur noch 6 von 22 Messstationen Sachsen-Anhalts überschritten wurde.

Mit Blick auf die gesundheitlichen Wirkungen ist festzustellen, dass die Bedeutung der kleineren **Partikel $PM_{2,5}$** (Durchmesser kleiner $2,5 \mu\text{m}$) deutlich größer ist als die der Partikel PM_{10} . Partikel $PM_{2,5}$ ist Bestandteil von Partikel PM_{10} mit einem variierenden Anteil zwischen ca. 60 % und 80 %. Insofern gewinnt die Überwachung der Partikel $PM_{2,5}$ -Konzentrationen immer mehr an Bedeutung. Seitens der WHO wurde dies schon frühzeitig erkannt und es existiert bereits ein entsprechender Leitwert für Partikel $PM_{2,5}$ von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der deutlich niedriger liegt als der aktuell geltende EU-Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dieser EU-Grenzwert wird derzeit an allen Standorten in Sachsen-Anhalt eingehalten. Dies wäre auch für den verschärften, ab dem Jahr 2020 gültigen EU-Grenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zutreffend gewesen. Im Gegensatz dazu wird der WHO-Leitwert gegenwärtig nur an einem Standort im ländlichen Hintergrund eingehalten. Es ist daher unstrittig, dass weitere Anstrengungen zur Senkung der Partikelkonzentrationen unternommen werden müssen.

Bei den Initiativen zur Minderung der Feinstaubbelastung sind die Emissionsbeiträge aus Holzheizungsanlagen, die in den vergangenen Jahren eine zunehmende Verbreitung erfahren haben, ein kontrovers diskutiertes Thema. Im Rahmen eines Sondermessprojektes wur-

den hierzu an der Stadtgebietsmessstation in Burg, ein durch einen hohen Anteil an Holzheizungen gekennzeichnetes Gebiet, weitergehende Untersuchungen zum PM10-Immissionsbeitrag von Holzheizungen durchgeführt. Das in der PM10-Fraktion enthaltene Levoglucosan diente hierbei als Tracer und gestattete Rückschlüsse über den Einfluss von Holzfeuerungen auf die Immissionssituation. In den Untersuchungen wurde ermittelt, dass im Maximum 32 % und durchschnittlich 9 % der PM10-Immissionen auf Einträge aus Holzheizungsanlagen zurückzuführen sind. Ohne diese Einträge hätte im dreimonatigen Betrachtungszeitraum ein Überschreitungstag vermieden werden können.

Die Höhe der **Stickstoffdioxid**-Belastung ist sehr stark durch lokale Quellen - insbesondere den Verkehr in Ballungsräumen - bestimmt. Bei den Konzentrationen von Stickstoffdioxid war nach dem deutlichen Rückgang in den 1990er Jahren in den 2000er Jahren zunächst kein klarer Trend erkennbar, obwohl weitere Emissionsminderungen von Stickstoffoxiden durchgeführt worden sind.

Die Höchstwerte des Jahrzehnts wurden in den Jahren 2003 und 2009 festgestellt. Seit dem Jahr 2009 zeigte sich überwiegend ein rückläufiger Trend.

Dies führte dazu, dass der seit 01.01.2010 geltende EU-Grenzwert zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert im Jahr 2014 erstmals auch in Magdeburg/Damaschkeplatz ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und an den Passivsammler-Messpunkten Halle/Volkmanstraße ($38 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Halberstadt ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Bernburg ($38 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eingehalten wurde.

In Halle/Paracelsusstraße ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und am Passivsammler-Messpunkt Halle/Merseburger Straße 10 ($47 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wäre er überschritten worden. Für den Ballungsraum Halle wurde allerdings durch die EU-Kommission eine Fristverlängerung zur Einhaltung des NO_2 -Jahresmittelwertes bis zum 31.12.2014 gewährt. Für diesen Zeitraum wurde ein NO_2 -Jahresmittelwert von $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zugrunde gelegt, der folglich im Jahr 2014 eingehalten wurde. Im Folgejahr konnte der nun auch für den Ballungsraum Halle geltende EU-Grenzwert in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittel in der Paracelsusstraße ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und auch in der Merseburger Straße 10 ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nicht eingehalten werden.

Dies ist auch für das Berichtsjahr zu konstatieren, denn an den innerstädtischen Verkehrsschwerpunkten im Stadtgebiet von Halle (Saale) ist die Belastung nach wie vor zu hoch. Trotz Belastungsrückgang in Halle/Paracelsusstraße ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Halle/Merseburger Straße 10 ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde dort erneut die Überschreitung des Grenzwertes festgestellt, ebenso aufgrund eines Belastungsanstieges in Halle/Volkmanstraße ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$). An allen anderen Standorten im Land Sachsen-Anhalt wurde der Grenzwert unterschritten.

Die für die Bildung von bodennahem **Ozon** maßgebenden Bedingungen wie hohe Temperaturen und Strahlungsintensität waren im Sommer des Jahres 2016 nur sehr selten gegeben. Dementsprechend konnten sich, ganz im Gegensatz zum Vorjahr, keine typischen Ozonepisoden herausbilden und die mittlere Belastung war insgesamt rückläufig. Die Zahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen bewegte sich mit nur zwei Tagen auf sehr niedrigem Niveau. Im Vorjahr waren es aufgrund des überdurchschnittlich warmen und sonnigen Sommers noch 8 Tage gewesen.

Der EU-Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und ist seit dem Jahre 2013 gültig (höchster Achtstundenmittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über drei Jahre). Dieser Zielwert wurde - außer an der Bergstation auf dem Brocken - an allen Messstationen Sachsen-Anhalts eingehalten.

Dagegen wäre der ambitionierte EU-Langfristzielwert mit Zieldatum 2020 – $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als stündlich gleitender Achtstundenmittelwert darf nicht überschritten werden - im Jahr 2016 an keiner Messstation Sachsen-Anhalts eingehalten worden.

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 knapp eingehalten.

Die Luftgüteleitlinien der WHO (Weltgesundheitsorganisation) geben eine zuverlässige Orientierungshilfe bei der Prüfung von möglichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung (siehe Kapitel 1.7 Tabelle 24) 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 17 des Anhanges).

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

Die Immissionssituation bezüglich der Luftschadstoffe **Schwefeldioxid** und **Kohlenmonoxid** ist unkritisch, da das inzwischen erreichte stabil niedrige Konzentrationsniveau deutlich unter den maßgebenden Immissionsgrenzwerten liegt.

Bemerkenswert ist der Langzeittrend der Belastung der Atemluft durch die krebserzeugende Kohlenwasserstoffverbindung **Benzol**. Nachdem der zunächst spürbare Rückgang der Benzolbelastung in den 1990er Jahren - im Wesentlichen bedingt durch die Modernisierung der Fahrzeugflotte und die verbesserte Kraftstoffqualität - ab dem Jahr 2000 zum Stillstand gekommen war, verminderten sich die Benzolkonzentrationen ab dem Jahr 2004 wieder. Dieser Trend setzte sich in den Folgejahren fort, ausgenommen das Jahr 2009, danach allerdings umso deutlicher. Inzwischen sind landesweit die Benzolkonzentrationen auf sehr niedrigem Niveau zu verzeichnen. Sie betragen lediglich noch 8 % verglichen mit dem Niveau des Jahres 1991. Überschreitungen des am 01.01.2010 in Kraft getretenen Grenzwertes für Benzol traten im Jahr 2016 selbst an innerstädtischen Verkehrsschwerpunkten oder in der Umgebung emissionsrelevanter Industrieanlagen wie auch in den Vorjahren nicht auf. Die gemessenen Jahresmittelwerte liegen zwischen 12 % (Bitterfeld/Wolfen, Magdeburg/ West, Leuna) und 22 % (Wittenberg) des EU-Grenzwertes, sodass die Verunreinigung der atmosphärischen Luft durch Benzol mittlerweile deutlich vermindert ist.

Als Inhaltsstoffe im Feinstaub (Partikel PM_{10}) werden **Schwermetalle** und **Arsen** sowie lösliche Ionen überwacht. Einige der Inhaltsstoffe sind bereits in geringen Mengen toxisch, wie beispielsweise **Kadmium**, **Nickel** und **Blei**. Bei den genannten Inhaltsstoffen wurden alle relevanten Grenz- und Zielwerte der EU in Sachsen-Anhalt auch im Jahr 2016 sehr deutlich unterschritten.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe treten vorrangig partikelgebunden auf (Staub, Ruß und Pollen). Bei der PAK-Stoffgruppe handelt es sich um ringförmige Kohlenwasserstoff-Verbindungen, die z. B. bei unvollständiger Verbrennung von Kraftstoff oder bei der Gebäudeheizung mit Festbrennstoffen entstehen und deren kanzerogene und mutagene Wirkungen auf den Menschen nachgewiesen sind. Sie werden hauptsächlich über den Luftpfad verbreitet. Als Leitkomponente der PAK gilt **Benzo(a)pyren**, für das ein EU-Zielwert von $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ festgelegt ist, der ab 01.01.2013 nicht mehr überschritten werden sollte. Tendenziell ist die Belastung durch Benzo(a)pyren im zurückliegenden Jahrzehnt ohne erkennbaren Trend von Jahr zu Jahr etwas schwankend, tendenziell leicht rückläufig und auch stark vom Messort abhängig, aber immer unterhalb des EU-Zielwertes liegend.

PAK wurden im Jahr 2016 an den Messstationen Halle/Merseburger Straße, Wittenberg/Dessauer Straße und Burg mit Probenahme an jedem dritten Tag bestimmt. Der EU-Zielwert für Benzo(a)pyren wurde im Jahr 2016 in Halle zu 32 % und in Burg zu 18 % erreicht. Somit ist bezüglich der Messstation Burg im Vergleich zum Jahr 2015 ein geringfügiger Rückgang zu verzeichnen. In Wittenberg wurde der Zielwert zu 53 % ausgeschöpft, was bezogen auf das Jahr 2015 einen erneuten, geringfügigen Anstieg darstellt. Auch für die Station Halle/Merseburger Straße ist ein geringfügiger Anstieg auszuweisen.

Abgesehen von den Luftschadstoffen im Geltungsbereich der 39. BImSchV werden im Land Sachsen-Anhalt die Belastungen durch **Staubniederschlag und deren Staubinhaltsstoffe** regelmäßig überwacht. Im Landesdurchschnitt hat sich die Belastung durch Staubniederschlag seit dem Jahr 1990 kontinuierlich verringert. Sie lag im Jahr 2016 in der Größenord-

nung der Vorjahre und erreicht im Landesdurchschnitt ca. ein Fünftel des Immissionswertes für Staubbiederschlag zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen (TA Luft) von $0,35 \text{ g/m}^2\text{d}$. Der höchste Staubbiederschlagswert betrug im Berichtsjahr $0,29 \text{ g/(m}^2\text{d)}$.

Generell ist festzustellen, dass im Jahresmittel aller Messstandorte des Landes die Depositionen der Staubinhaltsstoffe in der Größenordnung des Vorjahres liegen. Vergleicht man die Jahresmittel der Schwermetallgehalte des Staubbiederschlages 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.

Die LAI-Zielwerte für die Deposition von PCDD/F und dl-PCB ($4 \text{ pg WHO-TEQ/(m}^2\text{d)}$) und für Benzo(a)pyren von $0,5 \text{ µg/(m}^2\text{d)}$ wurden an allen Messstandorten im Jahr 2016 unterschritten.

3 Anhang Tabellen

Tabelle A 1: Messstationen des LÜSA (Stand: Januar 2016)

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/West	Stadtgebiet	Hans-Löscher-Straße	4473499	5777202
Stendal/Stadtsee	Stadtgebiet	Geschwister-Schöll-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

Stationsname	Straße	Exposition	Rechtswert	Hochwert
Aschersleben	Hinter dem Zoll	verkehrsnahe	4462098	5736285
Halle/Paracelsusstraße	Paracelsusstraße	verkehrsnahe	4498809	5706685
Magdeburg/Guericke-Str.	O.-v.-Guericke-Str.	verkehrsnahe	4474902	5777622
Magdeburg/Schleinufer	Schleinufer	verkehrsnahe	4474947	5776400

Einzelmessstation Partikel PM₁₀

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

Tabelle A 2: Komponentenausstattung des LÜSA im Jahr 2016

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	EC/OC*	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		+		+		+	+2	+	+	+	+	+	+					
Halle/Gittermast	1992				+				+	+	+								
Halle/Merseburger	1993		+	+			+	+							+	+	+	+	
Halle/Nord	1992		+		+			+	+	+	+	+	+	+		+			
Leuna	1998	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+				
Magdeburg/Gittermast	2014								+	+	+								
Magdeburg/Funkmast	2015								+	+									
Magdeburg/West	1993	+	+		+		+	+							+	+			
Stendal/Stadtsee	2011	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+					
Unter-	2003	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+					
Weißenfels/Am Krug	2012	+	+	+				+											
Wernigerode/Bahnhof	1990	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+					
Wittenberg/Bahnstraße	1992	+	+		+		+		+	+	+	+	+	+					
Wittenberg/Dessauer	1996		+	+			+								+	+	+	+	
Zartau	1997		+		+		+		+	+	+	+	+	+					
Zeitz	1992	+			+		+		+	+	+	+	+	+					

* 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	EC/OC*	PAK*	SM*	Ionen*
Aschersleben	2000		+					+												
Halle/Paracelsusstraße	2009		+					+	+								+			
Magdeburg/Guericke-	2016		+					+	+							+	+	+		
Magdeburg/Schleinufer	2009		+	+				+	+											

* als Komponente im Partikel PM₁₀Einzelmessstation Partikel PM₁₀

Stationsname	Inbetriebnahme	PM ₁₀	Ruß	PAK	SM	Ionen
Halberstadt/Friedenstraße	2007	+				

Tabelle A 3: Verfügbarkeit der LÜSA-Messdaten im Jahr 2016 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		100	100			99								
Bernburg		99	99			99								
Bitterfeld Wolfen	99	99	99	99	99	99		96	96	96	96	96	96	99
Brockenstation	100	100	100		99									
Burg		99	99		99	99	99							
Dessau Albrechtsplatz		99	99			99								
Domäne Bobbe	99	99	99		99	99	99							
Goldene Aue (Roßla)					99	98								
Halberstadt		99	99		99	99	63							
Halle Merseburger Str.	99	99	99	99		99	99	96	96	96	96	96	96	
Halle Nord		98	99		97	98	98							
Halle Paracelsusstraße		99	99			100	100							
Leuna	97	99	99		98	100		97	97	97	97	97	97	99
Magdeburg Guericke-Straße		99	99			100	100	90	94	94	94	94	94	
Magdeburg Schleinufer		98	98	98		97								
Magdeburg West	98	99	99		99	99	99	93	95	95	95	95	95	
Stendal Stadtsee		99	99	99	99	94								
Unterharz Friedrichsbrunn	99	99	99		99	99	99							
Weißenfels Am Krug	98	99	99	99			99							
Wernigerode Bahnhof	99	99	99	99	99	99								
Wittenberg Bahnstraße		99	99		99	99								
Wittenberg Dessauer Str.		99	99	99		99		96	96	96	96	96	96	
Zartau Waldmessstation	97	97	97		97	96								
Zeitz	96				96	95								
Mittelwert	98	99	99	99	99	98	96	95	96	96	96	96	96	99

Abkürzungen

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 4: Jahresmittelwerte Partikel PM₁₀ 2015 und 2016 in µg/m³

Messstation	Methode 2015	Methode 2016	Jahresmittelwerte	
			2015	2016
Aschersleben	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	23	22
Bernburg	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	19	18
Bitterfeld/Wolfen	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	18	17
Burg	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	16	15
Dessau/Albrechtsplatz	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	19	19
Domäne Bobbe	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	17	18
Goldene Aue (Roßla)	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	15	15
Halberstadt/Paulsplan	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	16	16
Halle/Merseburger Str.	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	21	20
Halle/Nord	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	19	18
Halle/Paracelsusstraße	GRIMM 180	GRIMM 180	30	27
Leuna	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	17	16
Magdeburg/Guericke-Str.		Nephelometer + Beta-Abs.		20
Magdeburg/Schleiufer	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	23	22
Magdeburg/West	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	18	18
Stendal/Stadtsee	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	16	17
Unterharz/Friedrichsbrunn	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	12	11
Wernigerode/Bahnhof	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	17	16
Wittenberg/Bahnstraße	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	18	18
Wittenberg/Dessauer Str.	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	21	21
Zartau	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	15	13
Zeitz	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	16	16
Aschersleben	Gravimetrie	Gravimetrie	23	21
Burg	Gravimetrie	Gravimetrie	18	16
Domäne Bobbe	Gravimetrie	Gravimetrie	19	16
Halberstadt/Friedenstraße	Gravimetrie	Gravimetrie	25	25
Halle/Merseburger Str.	Gravimetrie	Gravimetrie	22	21
Halle/Paracelsusstraße	Gravimetrie	Gravimetrie	30	28
Magdeburg/Guericke-Str.		Gravimetrie		21
Wittenberg/Dessauer Str.	Gravimetrie	Gravimetrie	23	22

Tabelle A 5: Jahresmittelwerte Partikel PM_{2,5} 2007 bis 2016 in µg/m³

Messstation	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Halle/Merseburger Str.	16 ¹⁾	16	19	23	(20)	16	17	18	14	14
Unterharz/Friedrichsbrunn	10	10	12	(15)	12	11	(10)	11	9	9
Burg	14	15	16	21	17	14	12	14	12	11
Magdeburg/Reuter-Allee ²⁾³⁾	19	19	20	24	22	17	16	18	k. A.	
Magdeburg/West			15	19	18	15	15	16	13	13
Halle/Nord			15	18	19	15	16	16	13	13
Domäne Bobbe				20	18	15	16	16	13	13
Halle/Paracelsusstraße								22	19	19
Weißenfels/Am Krug								16	13	13
Magdeburg/Guericke-Str.										14
Magdeburg/Schleiufer ⁴⁾										14
Halberstadt/Paulsplan										10

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

1) ... aus Parallelmessung abgeleitet

2) ... Gravimetrie (Hochvolumensammler)

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

4) ... Gravimetrie (LVS SEQ 47/50)

Tabelle A 6: Anzahl der Überschreitungstage (Tagesmittelwerte > 50 µg/m³) für Partikel PM₁₀

Komponente	Partikel PM ₁₀						
Schutzziel / Bezugszeit	menschliche Gesundheit / 24 h						
Wert	50 µg/m³						
Wertigkeit	Grenzwert (GW) gültig ab dem 1.1.2005						
Überschreitungen zulässig pro Station und Jahr	35 (2005)						
Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Messstation/Anzahl	n	n	n	n	n	n	n
Aschersleben ¹⁾	14 ⁶⁾	23 ⁷⁾	22	31	33	17	7
Bernburg	25	32	11	12	19	7	4
Bitterfeld/Wolfen	23	29	9	13	16	4	4
Burg ¹⁾	28	28	7	7	9	7	5
Dessau/Albrechtsplatz	27	35	9	13	19	7	5
Domäne Bobbe	25 ²⁾	26	10	9	13	7	4
Goldene Aue (Roßla)						2 ³⁾	3
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	39	39	20	21	27	19	13
Halberstadt/Paulsplan		24 ⁴⁾	9	10	10	8	6
Halle/Merseburger Str. ¹⁾	39	41	16	13	23	12	7
Halle/Nord	30	30	10	10	21	9	6
Halle/Paracelsusstraße ¹⁾	57 ²⁾	59	30	30	41	30	19
Hettstedt/Industrie	21	23	6	6			
Leuna	23	25	10	10	17	6	4
Magdeburg/Damaschkeplatz ¹⁾	35	33	20	10	31		
Magdeburg/Guericke-Str. ¹⁾							6
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾ ¹⁰⁾	47	53	19	11	29	8	
Magdeburg/Schleiufer	39 ⁸⁾	51	23	16	28	12	5
Magdeburg/West	28	31	4	10	17	9	5
Pouch	18	27	7				
Stendal	23						
Stendal/Stadtsee		19 ⁵⁾	7	10	8	5	5
Unterharz/Friedrichsbrunn	9	7	2	(0)	5	1	3
Weißenfels/Am Krug			8 ⁹⁾	14			
Weißenfels/Promenade	28	32					
Wernigerode/Bahnhof	15	15	8	4	12	7	5
Wittenberg/Bahnstraße	19	25	5	6	15	7	4
Wittenberg/Dessauer Str. ¹⁾	44	48	18	15	27	16	6
Zartau/Waldmessstation	11	19	4	7	4	4	4
Zeit	24	24	11	10	18	5	5

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

n ... Anzahl der Überschreitungen pro Station und Jahr

¹⁾ ... Gravimetrie

²⁾ ... Automatenmessung

³⁾ ... Messbeginn 30.01.2015

⁴⁾ ... Messbeginn 27.01.2011

⁵⁾ ... Messbeginn 26.01.2011

⁶⁾ ... Fristverlängerung, insgesamt 14 Überschreitungen vom GW + TM (75 µg/m³)

⁷⁾ ... Fristverlängerung bis 11.06.2011, insgesamt 12 Überschreitungen vom GW + TM (75 µg/m³)

⁸⁾ ... Korrektur der Angabe für 2010 in 09/2012

⁹⁾ ... Messbeginn 07.02.2012

¹⁰⁾ ... Anzahl bis zum 16.07.2015 (letzter Filter), Station am 24.07.2015 abgebaut

Tabelle A 7: Jahresmittelwerte Partikel PM₁₀ (2010 – 2016)

Komponente	Partikel PM ₁₀ in µg/m ³						
Schutzziel / Bezugszeit	menschliche Gesundheit / Jahr						
Wert	40 µg/m ³						
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 01.01.2005						
Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Messstation							
Aschersleben ¹⁾	30	28	24	25	26	23	21
Bernburg	25	26	20	21	22	19	18
Bitterfeld/Wolfen	23	24	19	21	21	18	17
Burg ¹⁾	26	24	18	18	20	18	16
Dessau/Albrechtsplatz	24	26	21	21	23	19	19
Domäne Bobbe ¹⁾	25 ²⁾	22	17	18	21	19	16
Goldene Aue (Roßla)						15 ³⁾	15
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	31	29	25	26	27	25	25
Halberstadt/Paulsplan		23 ⁴⁾	18	18	18	16	16
Halle/Merseburger Str. ¹⁾	29	28	22	23	25	22	21
Halle/Nord	25	25	20	21	22	19	18
Halle/Paracelsusstraße ¹⁾	37 ²⁾	35	29	29	33	30	28
Hettstedt/Industrie	23	22	16	17			
Leuna	23	24	19	19	21	17	16
Magdeburg/Damaschkeplatz ¹⁾	29	27	24	23	28		
Magdeburg/Guericke-Str. ¹⁾							21
Magdeburg/Reuter-Allee ¹⁾⁸⁾	33	32	25	25	28	k. A.	
Magdeburg/Schleinufer	32 ⁶⁾	32	26	26	28	23	22
Magdeburg/West	25	25	19	19	21	18	18
Pouch	21	21	18				
Stendal	23						
Stendal/Stadtsee		22 ⁵⁾	17	17	19	16	17
Unterharz/Friedrichsbrunn	k. A.	k. A.	k. A.	(13)	14	17	11
Weißenfels/Am Krug			(18) ⁷⁾	20			
Weißenfels/Promenade	25	27					
Wernigerode/Bahnhof	21	22	21	18	19	17	16
Wittenberg/Bahnstraße	22	22	20	18	21	18	18
Wittenberg/Dessauer Str. ¹⁾	31	29	24	23	26	23	22
Zartau/Waldmessstation	17	20	14	15	17	15	13
Zeit	22	23	18	19	20	16	16

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

¹⁾ ... Gravimetrie

²⁾ ... Automatenmessung

³⁾ ... Messbeginn 30.01.2015

⁴⁾ ... Messbeginn 27.01.2011

⁵⁾ ... Messbeginn 26.01.2011

⁶⁾ ... Korrektur der Angabe für 2010 in 09/2012

⁷⁾ ... Messbeginn 07.02.2012

⁸⁾ ... Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel), daher keine Angabe eines Jahresmittelwertes

Tabelle A 8: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (2011 – 2016)

Komponente	Stickstoffdioxid in $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Schutzziel / Bezugszeit	menschliche Gesundheit / Jahr					
Wert	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 01.01.2010					
Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Messstation						
Aschersleben	31	31	30	30	27	29
Bernburg	23	24	21	21	20	19
Bitterfeld/Wolfen	15	16	15	15	15	14
Brockenstation	4,3	4,3	4,0	2 ⁵⁾	2 ⁵⁾	4,4
Burg	16	15	13	13	13	13
Dessau/Albrechtsplatz	24	23	20	21	21	20
Domäne Bobbe	11	11	9,4	9,5	8,9	9,5
Halberstadt	16	15	15	14	13	15
Halberstadt/Friedenstraße ¹⁾	43	43	43	40	35	34
Halle/Merseburger Str.	32	31	31	35	35	32
Halle/Nord	20	20	18	19	18	18
Halle/Paracelsusstraße ⁴⁾	55	54	50	49	49	46
Leuna	16	16	14	15	14	14
Magdeburg/Damaschkeplatz ⁴⁾	44	41	42	40		
Magdeburg/Reuter-Allee ⁴⁾	43	43	39	39		
Magdeburg/Guericke-Str.						28
Magdeburg/Schleinufer	36	36	35	34	34	34
Magdeburg/West	20	20	20	19	18	19
Stendal/Stadtsee	13 ²⁾	12	11	11	11	11
Unterharz/Friedrichsbrunn	5,8	5,6	(5,1)	5,4	4,7	4,9
Weißenfels/Am Krug		(20) ³⁾	20	18	18	19
Weißenfels/Promenade	25					
Wernigerode/Bahnhof	14	15	16	13	14	15
Wittenberg/Bahnstraße	12	12	12	12	12	12
Wittenberg/Dessauer Str.	35	35	32	31	32	32
Zartau/Waldmessstation	8,4	7,8	6,8	7,3	6,3	7,2

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

5) ... Kenngröße kleiner als die Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt (Messwert 3,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabelle A 9: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (Passivsammler)

Komponente	Stickstoffdioxid in $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Schutzziel / Bezugszeit	menschliche Gesundheit / Jahr					
Wert	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 01.01.2010					
Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Messstation						
Bernburg, Annenstraße 2a (Ostseite)			40	39	31	29
Bernburg, Annenstraße Parkplatz			42	38	32	27
Halberstadt, Friedensstr. 6	43	43	43	40	35	34
Halle, Burgstr. 5/6	32	31	32	31	28	30
Halle, Freiimfelder Str. 102		34	34	30	28	
Halle, Freiimfelder Str. 88		28				
Halle, Freiimfelder Str. 92		31	29	29	26	25
Halle, Kröllwitzer Str. 43	32	31	29	29	29	28
Halle, Merseburger Str. 10, Westseite ¹⁾	47	46	45	47	46	42
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	35
Halle, Volkmannstr. 13 ¹⁾	44	46	43	38	39	45
Magdeburg, Große Diesdorfer Straße		32	29	30	26	26
Magdeburg, Halberstädter Str. 103	36					
Magdeburg, Halberstädter Str. 98	34					
Magdeburg, O.-v.-Guericke-Str. 48		29	26	29	26	26
Merseburg, B 91, Thomas-Müntzer-Str.	38	37	36	35	31	32

¹⁾ ... Fristverlängerung bis 31.12.2014 (Grenzwert + Toleranzmarge: 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tabelle A 10: Kritische Werte für Stickstoffoxide (NO_x) zum Schutz der Vegetation

Komponente	Stickstoffoxide (NO _x) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Wert	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 19.07.2001					
Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Messstation						
Brockenstation	5,0	4,8	4,7	3,9	4,5	4,8
Domäne Bobbe	13	13	11	11	11	11
Unterharz/Friedrichsbrunn	6,6	6,2	(5,6)	6,0	5,2	5,6
Zartau/Waldmessstation	9,6	8,5	7,4	8,1	7,2	8,4

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Tabelle A 11: Jahresmittelwerte Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid 2015 und 2016 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	NO		NO ₂	
	2015	2016	2015	2016
Aschersleben	33	35	27	29
Bernburg	12	10	20	19
Bitterfeld/Wolfen	4,0	4,0	15	14
Brocken	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	2,1 ¹⁾	4,4
Burg	3,0	3,0	13	13
Dessau/Albrechtsplatz	12	13	21	20
Domäne Bobbe	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	8,9	9,5
Halberstadt	3,7	4,2	13	15
Halle/Merseburger Str.	32	28	35	32
Halle/Nord	5,3	4,7	18	18
Halle/Paracelsusstraße	55	51	49	46
Leuna	2,8	2,8	14	14
Magdeburg/Guericke-Str.		16		28
Magdeburg/Schleinufer	31	31	34	34
Magdeburg/West	5,5	5,7	18	19
Stendal/Stadtsee	1,8	2,1	11	11
Unterharz/Friedrichsbrunn	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	4,7	4,9
Weißenfels/Am Krug	14	16	18	19
Wernigerode/Bahnhof	3,8	3,8	14	15
Wittenberg/Bahnstraße	2,3	2,6	12	12
Wittenberg/Dessauer Str.	47	46	32	32
Zartau	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾	6,3	7,2

¹⁾ ... Kenngröße kleiner als die Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Tabelle A 12: Jahresmittelwerte Ozon 2015 und 2016 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	Jahresmittelwerte	
	2015	2016
Bitterfeld/Wolfen	50	48
Brockenstation	77	75
Burg	52	48
Domäne Bobbe	52	51
Goldene Aue (Roßla)	48	44
Halberstadt	51	47
Halle/Nord	48	46
Leuna	51	48
Magdeburg/West	48	45
Stendal/Stadtsee	54	51
Unterharz/Friedrichsbrunn	55	49
Wernigerode Bahnhof	55	51
Wittenberg/Bahnstraße	53	48
Zartau/Waldmessstation	(51)	47
Zeitz	48	45

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Tabelle A 13: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Ozon-Schwellenwertes zur Information der Bevölkerung (180 µg/m³)

Messstation	Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Informationswertes (180 µg/m³)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bitterfeld/Wolfen	3	0	1	0	0	4	0
Brocken	3	0	1	0	0	4	0
Burg	1	0	2	0	0	4	0
Domäne Bobbe	1	0	2	1	1	4	1
Goldene Aue (Roßla)		(0)	1	0	0	2	0
Halberstadt	0	1	1	0	0	1	0
Halle/Nord	3	0	1	0	0	4	1
Leuna	1	0	1	1	0	4	1
Magdeburg/Damaschkeplatz	0	0	0	0	0		
Magdeburg/West	2	0	2	0	1	3	0
Stendal/Stadtsee		(0)	0	1	0	2	0
Unterharz/Friedrichsbrunn	0	0	0	(0)	0	2	0
Wernigerode/Bahnhof	0	0	0	0	0	0	0
Wittenberg/Bahnstraße	1	0	1	1	0	6	2
Zartau	1	0	2	0	0	(2)	0
Zeitz	1	0	2	0	0	3	1

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Tabelle A 14: Überschreitungen (1h-Mittelwerte in µg/m³) des Ozon-Schwellenwertes zur Information der Bevölkerung (180 µg/m³) im Jahr 2016

Datum	Uhrzeit (MEZ)	Domäne Bobbe	Halle Nord	Leuna	Wittenberg Bahnstr.	Zeitz
25.06..	14:00				202	
	15:00				231	
27.08.	15:00					184
	16:00		181			
	17:00	181		185		
28.08.	20:00				184	

Tabelle A 15: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Schwellenwertes zum Gesundheitsschutz (120 µg/m³) für Ozon

Messstation	Anzahl der Tage mit Überschreitungen von 120 µg/m³ durch stündlich gleitende Achtstundenmittelwerte						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Mittel (dreijährig)*
Bitterfeld/Wolfen	22	13	11	14	27	18	20
Brocken	45	24	28	28	34	34	32
Burg	24	22	18	19	29	20	23
Domäne Bobbe	(22)	15	12	17	22	24	21
Goldene Aue (Roßla)	11	10	11	17	24	16	19
Halberstadt	14	12	16	13	20	16	16
Halle/Nord	17	9	11	15	21	19	18
Leuna	17	15	16	17	29	23	23
Magdeburg/Damaschkeplatz	2	1	1	2			
Magdeburg/West	23	14	16	17	20	19	19
Stendal/Stadtsee	(19)	14	18	14	22	20	19
Unterharz/Friedrichsbrunn	25	13	(14)	11	22	11	15
Wernigerode/Bahnhof	19	11	11	10	21	14	15
Wittenberg/Bahnstraße	29	18	23	18	31	20	23
Zartau	(16)	15	11	15	(18)	17	17
Zeitz	18	16	12	16	21	19	19

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

* ... MEZ

Tabelle A 16: AOT40 Werte zum Schutz der Vegetation vor Ozon in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h

Schutzziel / Bezugszeit	Vegetation / 1h (akkumuliert von Mai bis Juli)				
Wert	18000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h (gemittelt über 5 Jahre)				
Wertigkeit	Zielwert (gültig ab 01.01.2010)				
Jahr	2012	2013	2014	2015	2016
Station	AOT 40 in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h				
Bitterfeld/Wolfen	14928	13251	14352	14074	13424
Brockenstation	17031	16322	18205	17932	17578
Burg	15836	13772	15729	15543	15623
Domäne Bobbe	14409	13406	13558	12982	13131
Goldene Aue (Roßla)		11230	11904	12434	11626
Leuna	14242	13872	15274	15163	14997
Unterharz/Friedrichsbrunn	15166	12958	13751	13337	11759
Zartau/Waldmessstation	15098	12066	13342	12985	12187

Tabelle A 17: Anzahl der Tage mit Überschreitung des WHO Leitwertes für Ozon ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 8-h-Mittelwert)

Kategorie des Bewertungsmaßstabes	Leitwert							
Bezugszeitraum	8h (stündlich gleitend)							
Wert	$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$							
Ozon	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bitterfeld Wolfen	56	48	64	39	41	44	63	48
Brockenstation	93	68	104	78	83	85	84	81
Burg	54	47	65	47	53	51	66	49
Domäne Bobbe		46	63	42	41	44	57	53
Goldene Aue (Roßla)			51	43	45	39	51	40
Halberstadt	46	40	52	40	43	38	56	41
Halle Nord	41	43	54	43	34	43	55	42
Leuna	53	46	57	45	47	45	65	49
Magdeburg Damaschkeplatz	3	8	9	11	6	8		
Magdeburg West	28	41	58	39	34	44	48	44
Stendal Stadtsee			50	40	48	48	57	49
Unterharz Friedrichsbrunn	60	38	65	46	53	39	52	35
Wernigerode Bahnhof	38	37	57	37	39	34	53	42
Wittenberg Bahnstraße	59	55	72	48	60	54	73	57
Zartau Waldmessstation	59	46	45	43	49	47	(44)	43
Zeitz	51	48	56	48	30	45	57	45

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Tabelle A 18: Jahresmittelwerte Blei 2016 (gemäß der 39. BImSchV)

Blei (als Inhaltstoff im Partikel PM_{10}) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2016	
Messstation	Mittelwert
Burg	0,0066
Halle/Merseburger Str.	0,0060
Wittenberg/Dessauer Str.	0,0192

Tabelle A 19: Jahresmittelwerte Schwefeldioxid 2015 und 2016 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Messstation	2015	2016
Bitterfeld/Wolfen	2,4	1,2 ¹⁾
Brockenstation	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Domäne Bobbe	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Halle/Merseburger Straße	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Leuna	3,3	2,9
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	2,6	2,8
Zartau Waldmessstation	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾
Zeitz	1,2 ¹⁾	1,2 ¹⁾

¹⁾ ... Kenngröße kleiner als die Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

(...) ... eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Tabelle A 20: 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	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Messstation						
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⁾	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 kleiner als die Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

(...) ... Eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Tabelle A 21: 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	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
Messstation						
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⁾	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 kleiner als die Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

(...) ... Eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Tabelle A 22: Jahresmittelwerte Kohlenmonoxid 2015 und 2016 in mg/m^3

Messstation	2015	2016
Bitterfeld/Wolfen	0,2	0,2
Halle/Merseburger Str.	0,4	0,3
Magdeburg/Schleinufer	0,4	0,4
Stendal/Stadtsee	0,2	0,2
Weißenfels/Am Krug	0,3	0,3
Wernigerode/Bahnhof	0,3	0,3
Wittenberg/Dessauer Str.	0,4	0,4

Tabelle A 23: 8-h-Mittelwerte (Maximum/Jahr) für Kohlenmonoxid

Komponente	Kohlenmonoxid in mg/m ³					
Schutzziel / Bezugszeit	menschliche Gesundheit / 8 h					
Wert	10 mg/m ³					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 01.01.2005					
	höchster 8 h-Mittelwert (stündlich gleitend) pro Jahr					
Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Messstation/Einheit	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Bitterfeld/Wolfen	0,9	0,9	0,7	0,9	0,7	0,8
Halle/Merseburger Str.	1,5	1,1	1,3	1,4	1,4	1,4
Magdeburg/Damaschkeplatz	1,5	1,9	1,4	3,4		
Magdeburg/Schleiufer					1,3	1,8
Stendal/Stadtsee	1,1	1,3	0,7	1,0	0,7	0,8
Weißenfels/Am Krug		(1,5)	0,9	1,1	1,0	2,7
Weißenfels/Promenade	1,7					
Wernigerode/Bahnhof	1,5	1,0	1,8	0,9	1,2	1,3
Wittenberg/Dessauer Str.	2,1	1,5	1,4	1,5	1,3	1,5

(...) ... Eingeschränkte Datenqualität (Mindestdatenerfassung von 90 % nicht realisiert)

Tabelle A 24: Messstandorte der NO₂-Passivsammlermessungen (2016)

Ort	Bez.	Gauß-Krüger-Koordinaten		Messbeginn	Messanlass
		Rechtswert	Hochwert		
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, Kröllwitzer Straße/Senfstraße	K	4496590	5707900	2008	Evaluierung Umweltzone
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, Freiimfelder Str. 92	F2	4499745	5705224	2011	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg, Hans-Löschner-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, Albert-Vater-Str. 72	L	4473802	5778530	2016	Prüfung Grenzwertrelevanz
Magdeburg, Walther-Rathenau-Str. 43	Z	4475022	5778484	2016	Prüfung Grenzwertrelevanz
Halberstadt, Friedenstraße 6	E	4435109	5751056	2008	Prüfung Grenzwertrelevanz
Bernburg, Annenstraße 2a (Ostseite)	X	4482761	5740528	2012	Prüfung Grenzwertrelevanz
Bernburg, Annenstraße Parkplatz	Y	4482783	5740455	2012	Prüfung Grenzwertrelevanz

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

Tabelle A 25: Messstandorte der Rußmessungen mit NUPS

Ort	Bez.	Rechtswert	Hochwert	Beginn	Bemerkung
Halle, Merseburger Straße (LÜSA-Station) ¹⁾	HM	4498951	5704509	2002	Referenzstandort
Halle, Paracelsusstraße 10/11	HP	4498807	5706701	2003	Umweltzone
Halle, Burgstraße	HB	4496974	5707400	2012	Umweltzone
Halle, Freiimfelder Straße	HF	4499745	5705224	2012	Grenze Umweltzone
Halle, Volkmannstraße	HV	4499035	5705763	2012	Umweltzone
Magdeburg, Hans-Löschner-Straße (LÜSA-Station) ¹⁾	MW	4473495	5777204	2011	Referenzstandort
Magdeburg, Große Diesdorfer Straße	MG	4473404	5777452	2012	Umweltzone
Magdeburg, Schleinufer	MS	4474940	5776375	2012	Grenze Umweltzone

¹⁾ Referenzstandorte dienen der Verifizierung, Ergebnisse werden nicht dargestellt.

Tabelle A 26: Standorte für die Ermittlung der Deposition von PCDD/F und dl-PCB

Ort	Stations-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Beginn
Hettstedt, Museum	HET45	4466345	5721399	Feb 96
Großkayna, Deponie	MER100	4494624	5683891	Jan 02
Halle, Reideburger Str., LAU	HAL34	4500430	5705580	Mai 03
Zartau, Waldmessstation	ZAR	4444100	5829200	Jan 05
Zorbau, AVA	ZOB	4503450	5672041	Dez 05
Leuna, AVA	LEU	4500891	5688902	Dez 05
Rothensee, AVA	ROT	4479574	5784110	Dez 05
Staßfurt, AVA	STF	4474004	5748607	Jan 09
Bernburg, AVA	BBG 7	4486300	5741500	Sept 09

Tabelle A 27: Staubniederschlag in g/(m²d) in den Jahren 2014 – 2016

Kreis	Ort	Jahresmittel			Max. Monatsmittel 2016
		2014	2015	2016	
Altmarkkreis Salzwedel	Zartau, Waldmessstation	0,05	0,05	0,06	0,15
	Jeggeleben	-	-	0,13	0,38
	Kakerbeck	-	-	0,04	0,08
Anhalt-Bitterfeld	Bitterfeld/Wolfen, Schrebergartenstr., LÜSA-Station	0,04	0,05	0,04	0,08
	Kapenmühle, Verwaltung Biosphärenreservat	0,14	0,16	0,18	0,76
	Kapenmühle, Obststreuwiese	0,07	0,13	0,06	0,26
	Wolfen, Thalheimer Str.	0,04	0,06	0,05	0,13
	Löberitz	-	-	0,11	0,38
Börde	Colbitz, Lysimeter - Messstelle	0,09	0,05	0,06	0,16
	Schwanefeld	-	-	0,07	0,20
Burgenlandkreis	Deuben, Holzberg	0,14	0,08	0,08	0,12
	Deuben, OT Naundorf, Bergstraße	0,10	0,09	0,07	0,12
	Karsdorf, Schulstr./A.-Bebel-Str.	0,11	0,06	0,05	0,09
	Weißenfels, Herrenmühlenschleuse	0,03	0,05	0,04	0,05
	Zeitz, Freiligrathstr., LÜSA-Station	0,07	0,06	0,05	0,12
	Zorbau, AVA	0,05	0,06	0,03	0,07
Dessau-Rosslau	Dessau, Albrechtsplatz, Verkehrsmessstation	0,07	0,11	0,06	0,10
Halle (Saale)	Halle, Merseburger Str., LÜSA-Station	0,05	0,13	0,10	0,14
	Halle, Reideburger Str., LAU	0,11	0,07	0,06	0,11
Harz	Drei Annen Hohne	0,08	0,04	0,10	0,38
	Unterharz/Friedrichsbrunn, LÜSA-Station	0,03	0,02	0,06	0,42
	Halberstadt, Paulsplan, LÜSA-Station	0,06	0,12	0,07	0,37
	Osterwieck, Im Fallstein, Fallsteinklause	0,07	0,03	0,03	0,10
	Osterwieck, Kälbersbachweg	0,07	0,04	0,09	0,47
	Rübeland, Kaltes Tal	0,15	0,11	0,09	0,20

Tabelle A 28: Staubniederschlag in g/(m²d) in den Jahren 2014 – 2016

Kreis	Ort	Jahresmittel			Max. Monatsmittel 2016
		2014	2015	2016	
Harz	Siptenfelde	0,03	0,02	0,02	0,05
	Wernigerode, Bahnhof, LÜSA-Station	0,04	0,03	0,03	0,05
Jerichower Land	Burg, Am Flickschuhpark, LÜSA-Station	0,03	0,04	0,03	0,06
Magdeburg	Magdeburg, Wallonerberg	0,17	0,06	0,04	0,07
	Rothensee, AVA	0,07	0,04	0,04	0,19
Mansfeld-Südharz	Amsdorf, Chausseestraße	0,15	0,14	0,10	0,15
	Hettstedt, An der Brache	0,08	0,06	0,04	0,06
	Hettstedt, Berggrenze, An der Bleihütte	0,06	0,05	0,09	0,23
	Hettstedt, Museum	0,05	0,05	0,07	0,24
Saalekreis	Großkayna, MUEG-Deponie	0,07	0,04	0,03	0,06
	Leuna, Kreypauer Str., LÜSA-Station	0,03	0,04	0,03	0,06
	Leuna, AVA	0,04	0,05	0,03	0,08
	Petersberg, Friedensplatz	0,12	0,09	0,08	0,20
	Petersberg, Betriebsgelände	0,14	0,08	0,12	0,44
Salzlandkreis	Aschersleben, Schierstedter Str., Kläranlage	0,04	0,04	0,03	0,08
	Bernburg, Platz d. Jugend, LÜSA-Station	0,09	0,08	0,07	0,15
	Latdorf, Schulstraße, AVA	0,09	0,06	0,05	0,11
	Staßfurt, AVA	0,08	0,09	0,09	0,23
	Staßfurt, Förderstedter Str. 25a	-	-	0,11	0,34
	Staßfurt, EMDE Industrie-Technik GmbH	-	-	0,07	0,16
Stendal	Stendal/Stadtsee, Geschwister-Scholl-Str., LÜSA-Station	0,03	0,03	0,03	0,06
Wittenberg	Thießen, Mochauer Str.	0,19	0,15	0,29	0,67
	Wittenberg, Bahnstr., LÜSA-Station	0,03	0,04	0,04	0,06
	Wittenberg-Piesteritz, Betriebsgelände	0,08	0,11	0,09	0,20

Tabelle A 29: Inhaltsstoffe des Staubniederschlages, Jahresmittelwerte 2016 in µg/(m²d)

Kreis	Ort	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Altmarkkreis Salzwedel	Zartau, Waldmessstation	0,3	0,2	0,2	1,0	3,6	35,1	0,7	1,9	0,2	0,01	0,7	18,1
	Jeggeleben	0,7	0,1	0,6	3,6	4,8	85,1	1,5	3,2	0,3	0,02	3,4	19,4
	Kakerbeck	0,2	0,0	0,2	0,8	2,6	14,4	0,6	1,5	0,2	0,01	0,7	13,3
Anhalt-Bitterfeld	Bitterfeld/Wolfen, Schrebergartenstr., LÜSA-Station	0,5	0,2	1,7	1,9	7,4	16,6	2,2	3,6	0,4	0,01	1,2	19,9
	Kapenmühle, Verwaltung Biosphärenreservat	0,3	0,1	0,2	1,1	6,0	167,6	2,0	1,7	0,2	0,01	0,6	28,6
	Kapenmühle, Obststreuwiese	0,3	0,1	0,2	1,1	3,8	17,2	0,7	1,9	0,2	0,01	0,8	21,2
	Wolfen, Thalheimer Str.	0,3	0,1	0,3	2,0	5,3	15,8	1,2	3,5	0,5	0,01	1,1	45,6
	Löberitz	0,6	0,1	0,4	2,3	6,3	44,6	1,3	3,5	0,3	0,02	1,8	20,5
Börde	Colbitz, Lysimeter-Messstelle	0,3	0,1	0,1	1,0	4,4	42,0	1,2	2,2	0,3	0,01	0,7	18,9
	Schwanefeld	0,4	0,1	0,2	1,3	3,4	30,0	0,8	2,8	0,3	0,01	1,2	16,5
Burgenlandkreis	Deuben, Holzberg	0,3	0,1	0,2	1,4	4,0	18,5	0,9	2,5	0,3	0,01	1,0	23,7
	Deuben, OT Naundorf, Bergstraße	0,3	0,1	0,3	1,8	6,0	15,1	1,2	3,5	0,5	0,01	1,2	24,8
	Karsdorf, Schulstr./A.-Bebel-Str.	0,5	0,1	0,3	1,5	5,0	14,6	0,8	2,2	0,4	0,07	1,0	17,1
	Weißenfels, Herrenmühlenschleuse	0,3	0,1	0,2	1,5	6,3	13,2	1,8	4,0	0,4	0,01	0,9	20,7
	Zeitz, Freiligrathstr., LÜSA-Station	0,3	0,1	0,2	1,6	5,6	12,1	1,3	3,3	0,5	0,01	0,9	22,5
	Zorbau, AVA	0,2	0,1	0,2	1,1	4,0	11,3	0,7	2,4	0,5	0,01	0,8	17,4
Dessau-Rosslau	Dessau, Albrechtsplatz, LÜSA-Station	0,6	0,1	0,3	3,6	25,5	25,3	1,7	6,1	1,4	0,01	1,5	46,0
Halle (Saale)	Halle, Merseburger Str., LÜSA-Station	1,0	0,2	0,8	13,8	45,9	59,4	5,9	12,7	3,7	0,02	3,4	115,3
	Halle, Reideburger Str., LAU	0,4	0,1	0,3	2,3	9,2	21,1	1,6	4,3	0,6	0,01	1,4	38,1
Harz	Drei Annen Hohne	0,3	0,2	0,2	1,0	3,6	41,2	0,8	2,1	0,3	0,02	0,8	21,2
	Unterharz/Friedrichsbrunn, LÜSA-Station	0,2	0,1	0,1	0,7	4,1	41,8	0,9	1,5	0,2	0,01	0,5	25,6
	Halberstadt, Paulsplan, LÜSA-Station	0,4	0,1	0,2	2,1	5,6	19,5	1,1	4,0	0,4	0,01	1,2	31,2
	Osterwieck, Im Fallstein, Fallsteinklause	0,2	0,3	0,2	1,1	3,1	13,6	0,6	3,3	0,2	0,01	0,8	23,7
	Osterwieck, Kälbersbachweg	0,7	0,1	0,5	2,2	54,8	31,1	1,5	4,4	0,3	0,02	2,1	34,6
	Rübeland, Kaltes Tal	0,6	0,1	0,3	1,3	4,3	72,7	8,3	3,1	0,3	0,04	1,4	17,1

Tabelle A 30: Inhaltsstoffe des Staubniederschlages, Jahresmittelwerte 2016 in µg/(m²d)

Kreis	Ort	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Harz	Siptenfelde	0,2	0,0	0,1	0,8	3,1	11,0	0,7	1,7	0,2	0,01	0,6	15,3
	Wernigerode, Bahnhof, LÜSA-Station	0,3	0,1	0,2	1,3	5,3	14,5	1,0	3,2	0,4	0,01	0,9	36,5
Jerichower Land	Burg, Am Flickschuhpark, LÜSA-Station	0,3	0,1	0,5	2,1	4,6	15,6	0,8	2,7	0,3	0,01	1,0	37,8
Magdeburg	Magdeburg, Wallonerberg	0,4	0,1	0,3	2,3	13,6	18,9	1,0	3,8	0,5	0,01	1,2	22,7
	Rothensee, AVA	0,4	0,1	0,2	1,6	6,8	13,7	1,0	3,3	0,4	0,01	0,8	25,6
Mansfeld-Südharz	Amsdorf, Chausseestraße	0,7	0,2	0,5	3,6	18,0	46,1	2,1	16,8	0,8	0,02	3,1	61,5
	Hettstedt, An der Brache	0,5	0,2	0,3	1,5	130,1	17,7	1,3	10,2	0,3	0,02	1,4	42,3
	Hettstedt, Berggrenze, An der Bleihütte	1,9	0,6	0,4	2,4	177,1	30,6	2,5	34,9	0,7	0,14	1,8	114,8
	Hettstedt, Museum	0,5	0,2	0,2	1,3	118,8	20,1	1,5	10,1	0,3	0,02	1,3	36,1
Saalekreis	Großkayna, MUEG-Deponie	0,2	0,1	0,1	1,1	4,8	11,6	1,0	3,0	0,4	0,01	0,7	20,6
	Leuna, Kreypauer Str., Container	0,2	0,1	0,2	1,4	5,6	12,5	1,1	3,0	0,4	0,01	0,9	50,6
	Leuna, AVA	0,2	0,1	0,1	1,4	4,4	10,1	0,9	3,2	0,4	0,01	0,7	16,7
	Petersberg, Friedensplatz	0,5	0,1	0,2	1,3	6,1	21,6	0,8	2,7	0,3	0,01	1,0	21,9
	Petersberg, Betriebsgelände	0,7	0,1	0,4	1,1	4,1	39,0	0,8	2,0	0,2	0,02	1,2	23,7
Salzlandkreis	Aschersleben, Schierstedter Str., Kläranlage	0,2	0,1	0,2	1,1	4,8	11,6	0,7	2,3	0,2	0,01	0,8	17,8
	Bernburg, Platz d. Jugend, LÜSA-Station	0,5	0,1	0,4	3,3	16,0	24,9	1,6	4,7	1,3	0,02	2,2	56,0
	Latdorf, Schulstraße, AVA	0,4	0,1	0,2	1,7	4,0	18,6	1,0	5,5	0,3	0,01	1,8	19,1
	Staßfurt, AVA	0,5	0,1	0,3	1,7	4,5	24,2	1,1	2,9	0,2	0,02	1,6	16,4
	Staßfurt, Förderstedter Str. 25a	0,7	0,1	0,4	3,1	10,0	32,5	1,9	4,8	0,4	0,02	1,8	41,4
	Staßfurt, EMDE Industrie-Technik GmbH	0,6	0,1	0,4	3,7	8,3	32,8	2,5	4,5	0,4	0,02	1,6	42,5
Stendal	Stendal/Stadtsee, Geschwister-Scholl-Str., LÜSA-Station	0,3	0,2	0,2	1,2	4,6	64,7	0,7	2,4	0,3	0,01	0,9	18,9
Wittenberg	Thießen, Mochauer Str.	0,6	0,1	0,3	1,9	9,8	53,0	1,2	3,8	0,3	0,03	1,6	37,0
	Wittenberg, Bahnstr., LÜSA-Station	0,4	0,1	0,3	2,0	9,5	17,4	1,1	3,5	0,7	0,01	1,1	34,6
	Wittenberg-Piesteritz, Betriebsgelände	0,6	0,1	0,5	4,8	6,9	29,7	2,2	7,4	0,6	0,02	1,8	76,2

Tabelle A 31: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) im Jahr 2016

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⁺	
Jeggeleben	4,1	0,6	16,0	12,6	0,9	5,7	2,8	2,0	19,5	0,7	8,1
Schwanefeld	5,6	0,2	15,6	8,5	2,1	6,8	4,1	3,1	9,1	0,7	8,8
Kakerbeck	5,0	0,9	8,3	18,1	22,9	64,4	5,9	9,4	1,9	1,1	51,9
Löberitz	3,7	0,2	54,1	9,2	5,4	24,0	3,1	5,0	3,9	1,0	30,9
Siptenfelde	3,1	0,2	14,3	7,8	3,0	12,6	2,9	1,9	1,3	0,5	13,0

Tabelle A 32: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen im Jahr 2016

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	6,2	0,9	12,9	7,7	0,3	2,5	5,3	1,1	12,2	0,7	4,9
Burg	4,5	0,2	14,8	7,8	0,4	5,8	3,2	1,0	2,5	0,5	7,8
Halle (Saale)	6,1	0,8	19,4	9,6	0,3	5,2	4,5	1,2	8,0	0,8	8,5
Wittenberg	4,2	0,6	18,2	10,0	1,5	11,1	3,6	1,1	2,3	0,5	12,7
Zartau	4,1	0,4	16,2	8,7	3,2	11,3	3,5	2,4	1,0	0,5	12,4

Tabelle A 33: Bulk-Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern im Jahr 2016

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)	2,4	0,2	11,9	5,9	1,6	5,2	1,3	4,5	4,0	0,6	6,7
Kapenmühle	3,3	0,1	9,1	5,3	1,1	6,6	1,7	5,4	2,1	0,7	7,2
Zartau	3,5	0,2	13,6	6,6	1,7	8,4	1,7	1,6	1,5	0,4	9,6
Piesteritz	7,0	0,6	21,1	11,9	0,4	45,5	2,9	1,2	5,1	0,5	40,1
Thießen	4,0	0,2	13,4	6,5	1,0	8,1	2,3	1,4	1,3	0,4	9,3

Tabelle A 34: Depositionsmessungen mit nicht temperierten Bulk-Sammlern im Jahr 2016 (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)	2,5	0,2	10,2	5,7	0,8	3,7	1,2	2,7	3,9	0,4	5,2
Colbitz	2,6	0,1	10,8	5,2	0,3	4,4	1,3	2,1	1,0	0,3	5,8
Drei Annen Hohne	3,8	0,2	13,5	6,8	2,2	8,1	2,1	1,9	1,7	0,5	9,4
Wittenberg	5,4	1,3	15,7	15,5	11,9	31,0	3,0	9,4	5,9	1,4	27,7
Zartau	2,9	0,1	12,7	5,9	0,6	5,0	1,6	0,9	1,2	0,3	6,7

Tabelle A 35: pH-Werte, Leitfähigkeiten und Nassdeposition im Jahr 2016

	Halle (Ost)	Weißenfels
	kg/(ha*a)	kg/(ha*a)
Chlorid	1,3	1,1
Sulfat	3,6	4,6
Nitrit	0,1	0,1
Nitrat	8,8	8,8
Hydrogenphosphat	0,1	0,1
Ammonium	4,0	4,3
Natrium	0,7	0,6
Kalium	0,4	0,3
Calcium	0,7	0,8
Magnesium	0,1	0,1
Stickstoff	5,1	5,3
Schwefel	1,2	1,5
Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$	13,2	13,3
pH-Wert	5,2	5,2
Niederschlag in mm	415	425

Tabelle A 36: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2016 (Bergerhoff)

Kongenere	HET 45 (Hettstedt, Museum)				MER 100 (Großkayna, MUEG-Deponie)				HAL 34 (Halle Reideburger Str., LAU)			
	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16
2378-TCDD	0,0003	0,0003	≤ 0,0004	≤ 0,0003	0,0002	≤ 0,0003	≤ 0,0003	≤ 0,0003	0,0003	≤ 0,0003	0,0004	≤ 0,0004
12378-PeCDD	0,0019	0,0008	0,0014	0,0019	0,0008	0,0003	0,0011	0,0004	0,0005	≤ 0,0004	0,0003	0,0005
123478-HxCDD	0,0013	0,0003	0,0023	0,0014	0,0006	≤ 0,0004	≤ 0,0005	0,0013	0,0009	≤ 0,0008	≤ 0,0008	0,0010
123678-HxCDD	0,0027	0,0012	0,0026	0,0015	0,0029	0,0010	≤ 0,0005	0,0018	0,0013	0,0011	0,0007	0,0014
123789-HxCDD	0,0031	0,0009	0,0032	0,0007	0,0015	0,0007	0,0017	0,0014	0,0008	≤ 0,0005	≤ 0,0013	0,0008
1234678-HpCDD	0,0300	0,0160	0,0290	0,0290	0,0220	0,0096	0,0170	0,0240	0,0205	0,0230	0,0230	0,0310
12346789-OCDD	0,0710	0,0500	0,1100	0,1000	0,0770	0,0470	0,0650	0,0890	0,0940	0,1100	0,1400	0,1950
2378-TCDF	0,0044	0,0028	0,0044	0,0045	0,0022	0,0024	0,0028	0,0022	0,0020	0,0019	0,0026	0,0020
12378-PeCDF + 12348-PeCDF ¹	0,0089	0,0029	0,0071	0,0029	0,0036	0,0027	0,0062	0,0027	0,0021	0,0012	0,0017	0,0009
23478-PeCDF	0,0098	0,0043	0,0072	0,0039	0,0034	0,0023	0,0056	0,0015	0,0014	0,0014	0,0011	0,0020
123478-HxCDF + 123479-HxCDF ¹	0,0130	0,0071	0,0140	0,0060	0,0077	0,0038	0,0100	0,0041	0,0027	0,0014	0,0021	0,0013
123678-HxCDF	0,0120	0,0044	0,0094	0,0046	0,0070	0,0029	0,0079	0,0044	0,0020	0,0006	0,0012	0,0015
123789-HxCDF	0,0035	0,0052	0,0054	0,0003	0,0023	0,0037	0,0013	0,0010	0,0009	≤ 0,0017	≤ 0,0009	0,0006
234678-HxCDF	0,0180	0,0079	0,0130	0,0063	0,0052	0,0015	0,0068	0,0038	0,0022	0,0016	0,0010	0,0012
1234678-HpCDF	0,0460	0,0280	0,0720	0,0230	0,0270	0,0100	0,0310	0,0120	0,0078	0,0055	0,0069	0,0061
1234789-HpCDF	0,0094	0,0048	0,0110	0,0029	0,0029	0,0017	0,0071	0,0016	0,0016	0,0010	0,0010	0,0008
12346789-OCDF	0,0420	0,0480	0,1100	0,0300	0,0150	0,0370	0,0410	0,0092	0,0099	0,0103	0,0104	0,0088
Summe WHO-TEQ (2005)	0,012	0,006	0,011	0,007	0,006	0,003	0,007	0,004	0,003	0,002	0,002	0,003
pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	3,9	1,6	3,0	1,7	2,0	0,8	2,1	0,9	1,5	0,9	0,7	0,7
JMW pg I-TEQ (NATO/CCMS)/(m²d) nach I-TEF1988	2,7				1,5				1,0			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998	2,9				1,6				1,0			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	2,5				1,4				0,9			

¹ gaschromatographisch mit der Kapillarsäule DB - Dioxin nicht trennbare Kongenere

Tabelle A 37: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2016 (Bergerhoff)

Kongenere	STF (Staßfurt, AVA)				ZOB (Zorbau, AVA)				LEU (Leuna, AVA)			
	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16
2378-TCDD	≤ 0,0002	≤ 0,0002	0,0002	≤ 0,0002	≤ 0,0002	≤ 0,0003	≤ 0,0002	≤ 0,0004	0,0002	≤ 0,0002	0,0006	0,0004
12378-PeCDD	0,0005	≤ 0,0003	≤ 0,0002	≤ 0,0003	≤ 0,0003	≤ 0,0003	≤ 0,0004	≤ 0,0003	0,0006	≤ 0,0003	0,0020	≤ 0,0004
123478-HxCDD	0,0006	≤ 0,0004	≤ 0,0004	≤ 0,0004	≤ 0,0005	0,0013	≤ 0,0006	≤ 0,0004	0,0008	≤ 0,0003	0,0010	≤ 0,0005
123678-HxCDD	0,0006	0,0008	0,0004	≤ 0,0004	0,0019	0,0033	≤ 0,0007	0,0005	0,0038	≤ 0,0003	0,0051	0,0018
123789-HxCDD	≤ 0,0005	≤ 0,0004	≤ 0,0003	≤ 0,0004	≤ 0,0005	0,0018	≤ 0,0006	≤ 0,0003	0,0028	≤ 0,0003	0,0034	≤ 0,0005
1234678-HpCDD	0,0085	0,0046	0,0070	0,0110	0,0140	0,0580	0,0160	0,0200	0,0510	0,0055	0,0300	0,0170
12346789-OCDD	0,0240	0,0220	0,0280	0,0350	0,0470	0,1400	0,0500	0,0840	0,1900	0,0340	0,1001	0,0960
2378-TCDF	0,0017	0,0019	0,0019	0,0004	0,0020	0,0018	0,0010	0,0003	0,0021	0,0011	0,0023	0,0019
12378-PeCDF + 12348-PeCDF ¹	0,0018	0,0011	0,0016	0,0005	0,0021	0,0016	0,0011	0,0010	0,0029	0,0010	0,0039	0,0019
23478-PeCDF	0,0015	0,0007	0,0012	0,0003	0,0012	0,0011	0,0006	0,0006	0,0042	0,0008	0,0037	0,0018
123478-HxCDF + 123479-HxCDF ¹	0,0012	0,0017	0,0019	0,0008	0,0031	0,0014	0,0016	≤ 0,0003	0,0080	0,0007	0,0074	0,0021
123678-HxCDF	0,0017	0,0004	0,0014	0,0018	0,0027	0,0013	0,0015	0,0010	0,0066	0,0003	0,0047	0,0008
123789-HxCDF	≤ 0,0004	0,0023	≤ 0,0002	≤ 0,0003	0,0006	≤ 0,0003	0,0009	≤ 0,0002	0,0018	≤ 0,0003	0,0017	≤ 0,0003
234678-HxCDF	0,0013	≤ 0,0003	0,0007	0,0006	0,0015	0,0006	0,0016	0,0011	0,0058	0,0015	0,0014	0,0027
1234678-HpCDF	0,0052	0,0025	0,0051	0,0043	0,0096	0,0020	0,0060	0,0059	0,0490	0,0024	0,0214	0,0065
1234789-HpCDF	0,0008	0,0007	0,0012	0,0011	0,0011	0,0006	0,0016	0,0006	0,0055	0,0005	0,0059	≤ 0,0012
12346789-OCDF	0,0054	0,0041	0,0100	0,0095	0,0073	0,0036	0,0120	0,0100	0,0290	0,0067	0,0372	0,0053
Summe WHO-TEQ (2005)	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,006	0,001	0,007	0,003
pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	0,6	0,4	0,4	0,4	0,7	0,8	0,5	0,4	1,9	0,4	1,8	0,8
JMW pg I-TEQ (NATO/CCMS)/(m²d) nach I-TEF1988	0,5				0,6				1,3			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998	0,5				0,7				1,4			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	0,4				0,6				1,2			

¹ gaschromatographisch mit der Kapillarsäule DB - Dioxin nicht trennbare Kongenere

Tabelle A 38: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2016 (Bergerhoff)

Kongenere	ROT (Rothensee, AVA)				BBG 7 (Bernburg, AVA)				ZAR (Zartau, Waldmessstation)			
	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16
2378-TCDD	0,0002	≤ 0,0002	0,0004	≤ 0,0002	0,0003	≤ 0,0002	≤ 0,0003	≤ 0,0004	≤ 0,0003	≤ 0,0003	≤ 0,0003	≤ 0,0004
12378-PeCDD	≤ 0,0006	≤ 0,0002	≤ 0,0004	≤ 0,0002	0,0004	0,00030	≤ 0,0004	≤ 0,0003	≤ 0,0004	≤ 0,0004	≤ 0,0004	≤ 0,0003
123478-HxCDD	≤ 0,0009	≤ 0,0004	≤ 0,0008	≤ 0,0003	≤ 0,0010	0,0013	≤ 0,0006	≤ 0,0003	≤ 0,0008	≤ 0,0004	≤ 0,0007	≤ 0,0004
123678-HxCDD	≤ 0,0010	≤ 0,0003	≤ 0,0007	≤ 0,0003	0,0011	≤ 0,0003	0,0013	≤ 0,0003	0,0022	≤ 0,0004	0,0018	0,0009
123789-HxCDD	≤ 0,0009	≤ 0,0003	≤ 0,0006	0,0008	0,0011	0,0010	≤ 0,0005	≤ 0,0003	0,0013	≤ 0,0004	≤ 0,0006	0,0006
1234678-HpCDD	0,0130	0,0055	0,0068	0,0150	0,0130	0,0089	0,0089	0,0130	0,0230	0,0043	0,0048	0,0160
12346789-OCDD	0,0460	0,0280	0,0310	0,0500	0,0420	0,0340	0,0410	0,0380	0,0730	0,0190	0,0230	0,0610
2378-TCDF	0,0012	0,0021	0,0023	0,0013	0,0022	0,0018	0,0025	0,0019	0,0028	≤ 0,0003	0,0015	0,0020
12378-PeCDF + 12348-PeCDF ¹	0,0026	0,0016	0,0013	≤ 0,0002	0,0030	0,0010	0,0018	0,0013	0,0040	0,0006	0,0016	0,0016
23478-PeCDF	0,0020	0,0013	0,0005	0,0019	0,0032	0,0011	0,0007	0,0016	0,0023	0,0003	0,0007	0,0022
123478-HxCDF + 123479-HxCDF ¹	0,0041	0,0029	0,0037	0,0016	0,0018	0,0006	0,0007	0,0018	0,0018	≤ 0,0003	0,0032	0,0009
123678-HxCDF	0,0012	0,0018	0,0011	0,0010	0,0017	≤ 0,0002	0,0006	0,0015	0,0034	0,0009	0,0013	0,0009
123789-HxCDF	0,0017	0,0030	≤ 0,0004	≤ 0,0002	≤ 0,0008	≤ 0,0002	≤ 0,0004	≤ 0,0002	≤ 0,0007	≤ 0,0004	≤ 0,0004	≤ 0,0002
234678-HxCDF	0,0012	0,0012	0,0009	0,0019	0,0023	0,00120	0,0009	0,0021	0,0037	≤ 0,0003	0,0010	0,0014
1234678-HpCDF	0,0099	0,0066	0,0078	0,0062	0,0079	0,00330	0,0050	0,0044	0,0130	0,0016	0,0054	0,0049
1234789-HpCDF	0,0017	0,0017	0,0024	0,0008	0,0009	0,00080	0,0009	0,0005	0,0019	0,0004	0,0013	0,0006
12346789-OCDF	0,0092	0,0150	0,0180	0,0058	0,0066	0,00490	0,0084	0,0067	0,0120	0,0025	0,0089	0,0065
Summe WHO-TEQ (2005)	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002	0,002
pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	0,9	0,6	0,6	0,5	0,9	0,4	0,5	0,6	1,2	0,3	0,5	0,8
JMW pg I-TEQ (NATO/CCMS)/(m²d) nach I-TEF1988	0,7				0,7				0,7			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998	0,7				0,7				0,8			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	0,6				0,6				0,7			

¹ gaschromatographisch mit der Kapillarsäule DB - Dioxin nicht trennbare Kongenere

Tabelle A 39: Kongenerenverteilung der Depositionen dl-PCB in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2016

IUPAC Nr.	Kongenere	HET 45 (Hettstedt, Museum)				MER 100 (Großkayna, MUEG-Deponie)				HAL 34 (Halle Reideburger Str., LAU)				ZAR (Zartau, Waldmessstation)			
		1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16
77	33'44' - TCB	0,07	0,05	0,31	0,15	0,12	0,04	0,17	0,33	0,08	0,06	0,49	0,04	0,05	0,03	0,12	0,37
81	344'5 - TCB	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
105	233'44' - PeCB	0,11	0,12	0,34	0,15	0,16	0,08	0,20	0,24	0,14	0,15	0,40	0,10	0,08	0,06	0,19	0,30
114	2344'5 - PeCB	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04
118	23'44'5 - PeCB	0,27	0,35	0,99	0,48	0,39	0,23	0,68	0,83	0,19	0,42	1,35	0,31	0,22	0,21	0,57	0,96
123	2'344'5 - PeCB	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,03	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04
126	33'44'5 - PeCB	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	0,01	0,01
156	233'44'5 - HxCB	0,04	0,06	0,15	0,05	0,06	0,04	0,07	0,06	0,05	0,09	0,15	0,05	0,04	0,04	0,08	0,05
157	233'44'5' - HxCB	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
167	23'44'55' - HxCB	0,02	0,03	0,08	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,09	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04
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	0,01	0,02	0,04	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
Quartalswerte in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF2005		0,5	0,3	0,8	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998		0,4				0,2				0,4				0,2			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005		0,5				0,3				0,3				0,2			

Tabelle A 40: Kongenerenverteilung der Depositionen dl-PCB in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2016

IUPAC Nr.	Kongenere	STF (Staßfurt, AVA)				ZOB (Zorbau, AVA)				LEU (Leuna, AVA)				ROT (Rothensee, AVA)				BBG 7 (Bernburg, AVA)			
		1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16
77	33'44' - TCB	0,06	0,03	0,21	0,02	0,05	0,03	0,10	0,04	0,05	0,03	0,61	0,06	0,09	0,07	0,34	0,07	0,07	0,03	0,39	0,14
81	344'5 - TCB	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
105	233'44' - PeCB	0,09	0,06	0,30	0,05	0,08	0,07	0,14	0,06	0,09	0,09	0,49	0,07	0,22	0,18	0,30	0,11	0,10	0,11	0,34	0,12
114	2344'5 - PeCB	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02
118	23'44'5 - PeCB	0,24	0,19	1,60	0,30	0,22	0,21	0,44	0,19	0,02	0,29	1,72	0,23	0,42	0,41	1,00	0,32	0,26	0,27	1,00	0,40
123	2'344'5 - PeCB	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	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	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
156	233'44'5 - HxCB	0,02	0,04	0,28	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,07	0,14	0,03	0,06	0,08	0,11	0,04	0,04	0,07	0,09	0,04
157	233'44'5' - HxCB	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
167	23'44'55' - HxCB	0,02	0,02	0,18	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,06	0,07	0,02	0,03	0,05	0,06	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02
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	0,01	0,03	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	0,01	0,02	0,01
Quartalswerte in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF2005		0,2	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,5	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998		0,2				0,1				0,3				0,2				0,2			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005		0,2				0,1				0,3				0,2				0,2			

Tabelle A 41: Verteilung der dl-PCB-Leitkongeneren in den Quartalsproben in ng/Probe und Depositionswerte des Jahres 2016 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)			
		1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16
28	244' - TrCB	1,6	0,9	3,3	2,6	2,8	0,5	2,6	5,0	1,9	1,0	5,1	2,1
52	22'55' - TCB	1,2	0,8	1,6	1,7	1,5	0,5	2,2	2,6	1,2	0,8	3,3	1,3
111	22'455' - PeCB	0,6	0,5	1,6	1,4	1,0	0,3	1,4	2,3	0,7	0,5	2,9	0,8
153	22'44'55' - HxCB	0,4	0,4	1,0	0,6	0,7	0,2	0,6	1,0	0,4	0,5	1,6	0,5
138	22'344'5' - HxCB	0,5	0,5	1,6	1,0	0,9	0,3	1,0	1,7	0,6	0,8	2,6	0,7
180	22'344'55' - HpCB	0,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3
Deposition dl-PCB in ng/(m²d)		1,5	0,9	2,7	1,9	2,5	0,4	2,4	3,3	2,7	1,5	4,8	1,4
Mittel in ng/(m²d)		1,8				2,1				2,5			
IUPAC Nr.	Kongenere	STF (Staßfurt, AVA)				ZOB (Zorbau, AVA)				LEU (Leuna, AVA)			
		1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16
28	244' - TrCB	1,7	0,7	3,1	1,3	1,3	0,6	1,9	1,0	1,8	0,5	7,0	1,1
52	22'55' - TCB	1,3	0,7	2,4	1,0	0,8	0,7	1,7	0,9	1,0	0,6	5,1	0,7
111	22'455' - PeCB	0,8	0,4	2,0	0,6	0,5	0,4	1,0	0,5	0,5	0,4	4,1	0,5
153	22'44'55' - HxCB	0,3	0,2	2,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3	0,7	1,7	0,3
138	22'344'5' - HxCB	0,5	0,4	5,6	0,6	0,4	0,5	0,7	0,5	0,4	0,9	3,0	0,5
180	22'344'55' - HpCB	0,2	0,2	1,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,6	0,2
Deposition dl-PCB in ng/(m²d)		1,3	0,6	4,3	1,1	1,0	0,7	1,5	0,9	1,2	1,0	5,5	0,9
Mittel in ng/(m²d)		1,9				1,1				2,2			
IUPAC Nr.	Kongenere	ROT (Rothensee, AVA)				BBG 7 (Bernburg, AVA)				ZAR (Zartau, Waldmessstation)			
		1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16	1/16	2/16	3/16	4/16
28	244' - TrCB	1,5	1,0	3,5	1,8	1,9	0,6	4,3	2,0	1,1	0,7	2,1	6,6
52	22'55' - TCB	1,1	0,8	1,9	1,1	1,2	0,7	2,7	1,2	0,7	0,8	1,8	3,6
111	22'455' - PeCB	0,8	0,6	1,9	0,7	0,8	0,4	2,2	1,0	0,5	0,4	1,1	3,1
153	22'44'55' - HxCB	0,5	0,6	0,9	0,4	0,5	0,4	1,0	0,5	0,2	0,3	0,8	1,2
138	22'344'5' - HxCB	0,7	0,8	1,6	0,6	0,6	0,6	1,7	0,8	0,3	0,4	1,3	2,3
180	22'344'55' - HpCB	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2	0,4	0,3
Deposition dl-PCB in ng/(m²d)		1,5	1,1	2,6	1,3	1,5	0,8	3,1	1,5	0,9	0,8	1,9	5,6
Mittel in ng/(m²d)		1,7				1,7				2,2			

Tabelle A 42: Toxizitätsäquivalenzfaktoren nach NATO/CCMS und WHO

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 43: Leitkongenere (Nr. 28 – 180) und dl-PCB (Nr. 77 – 189) mit Toxizitätsäquivalenzfaktoren TEF nach WHO 1997 und 2005

	IUPAC-Nr.	Struktur	WHO-TEF 1998	WHO-TEF 2005
Leitkongenere	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	-	-
dl-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

WHO: World Health Organization

IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry

Tabelle A 44: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Jahresmittelwerte in ng/(m²d), temperierter Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
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
CHR+TRI	50,4	40,2				
B(b+j)F	47,7	30,5	59,7			
BbF				19,1	16,0	27,1
BjF				21,8	26,3	15,3
BkF	22,0	13,9	23,5	21,0	19,3	13,6
BeP	31,1	22,4				
BaP	35,5	25,6	32,0	34,1	31,1	23,6
PER	11,4	8,2				
DBaJ	8,5	9,6				
INP	22,8	21,9	32,0	30,7	28,8	13,0
DB(ac+ah)A	18,6	9,2	12,4			
DB(ah)A				12,7	6,3	1,1
PIC	14,3	8,8				
BghiP	28,9	23,5	30,7	25,6	31,4	17,8
ANT	0,0	3,2				
COR	12,5	8,7	8,4	7,0	9,5	5,6
BbCHR	11,6	8,0				
Summe PAK RL 2004/107/EG	140,8	98,9	151,5	140,9	128,2	97,2
Summe PAK 2004/850/EG	127,9	92,0	147,1	126,8	121,5	92,4

Auswahl der Einzelsubstanzen siehe Kapitel 1.5.4 Tabelle 17

4 Anhang Abbildungen

Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in Sachsen-Anhalt

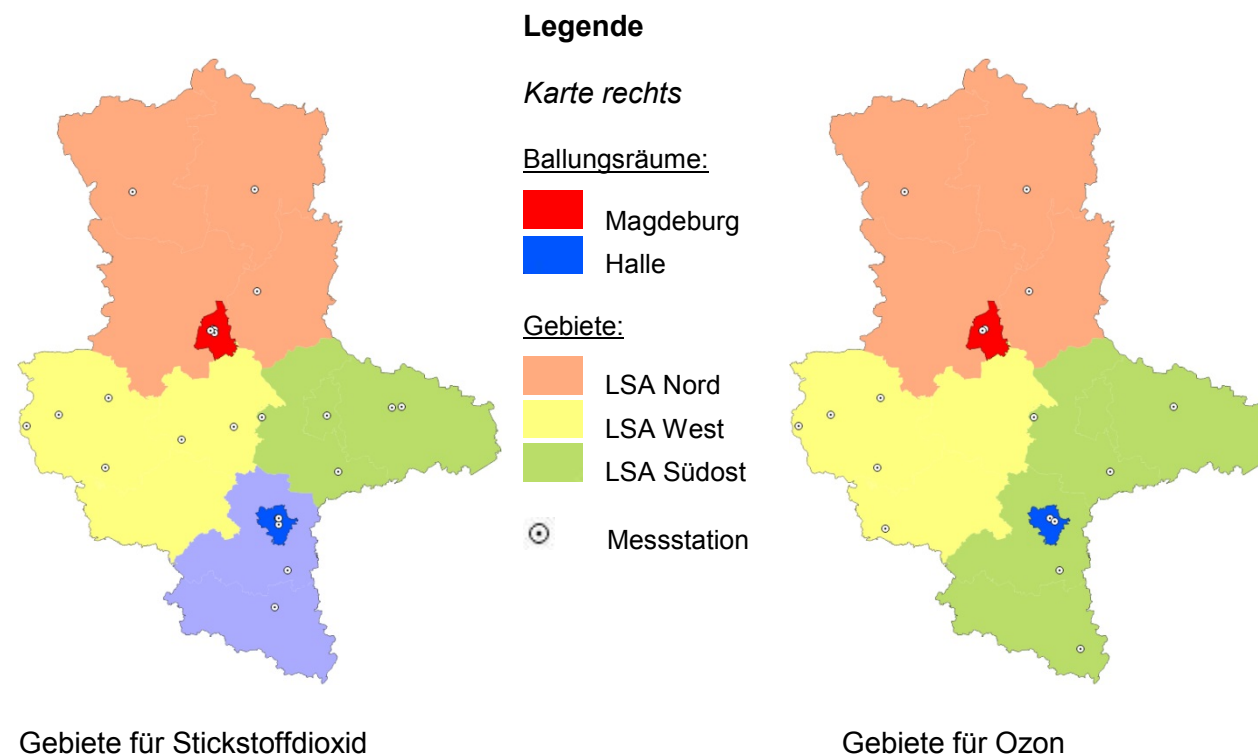
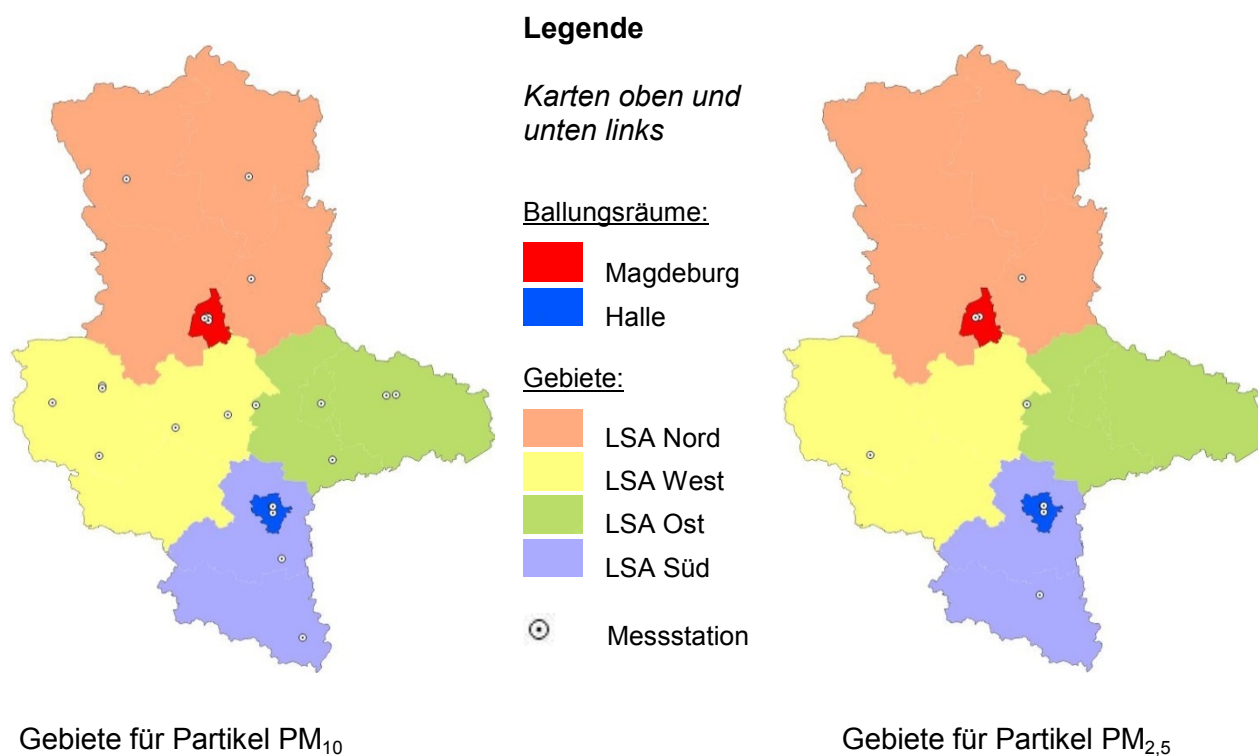
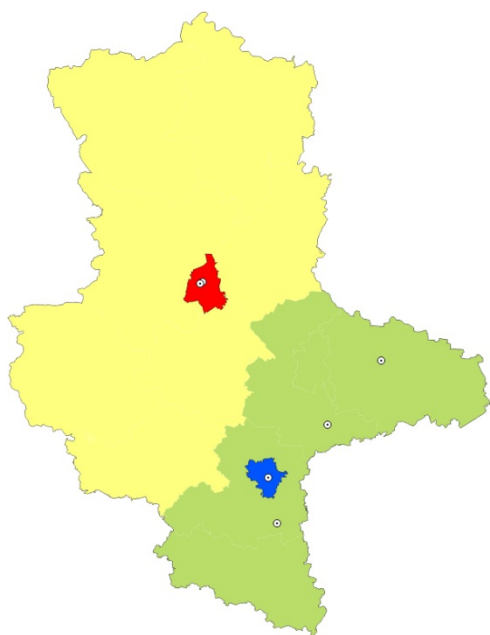
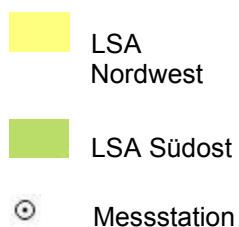
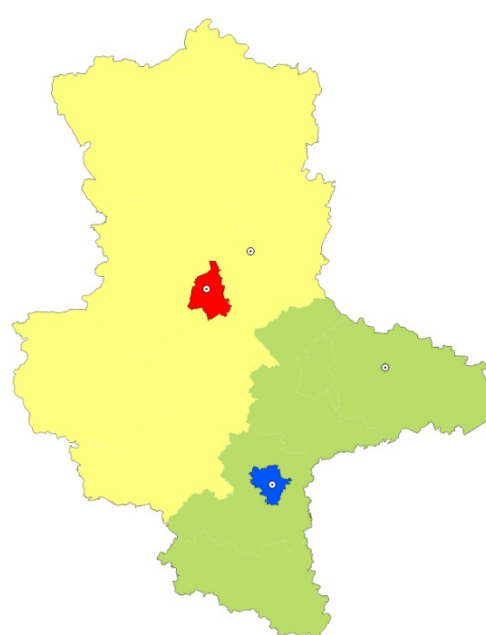


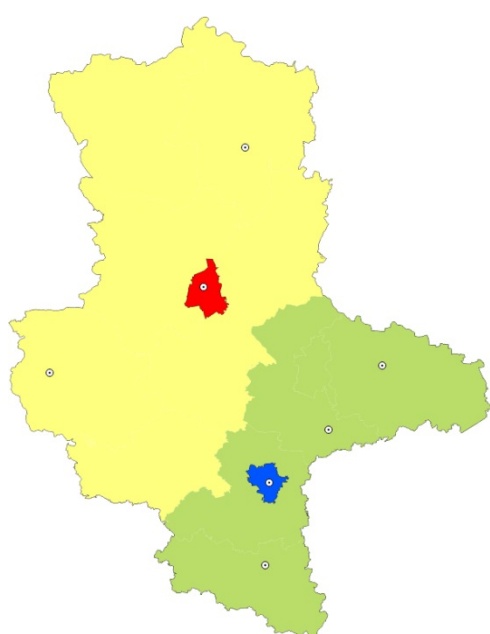
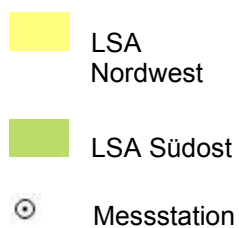
Abbildung A 1: Gebietseinteilung für Partikel (PM₁₀, PM_{2,5}), Stickstoffdioxid und Ozon

LegendeBallungsräume:Gebiete:

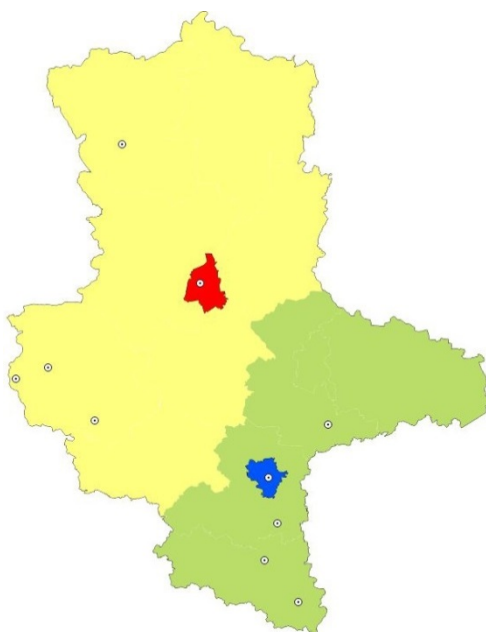
Gebiete für Benzol



Gebiete für Benzo(a)pyren

LegendeBallungsräume:Gebiete:

Gebiete für Kohlenmonoxid



Gebiete Schwefeldioxid

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

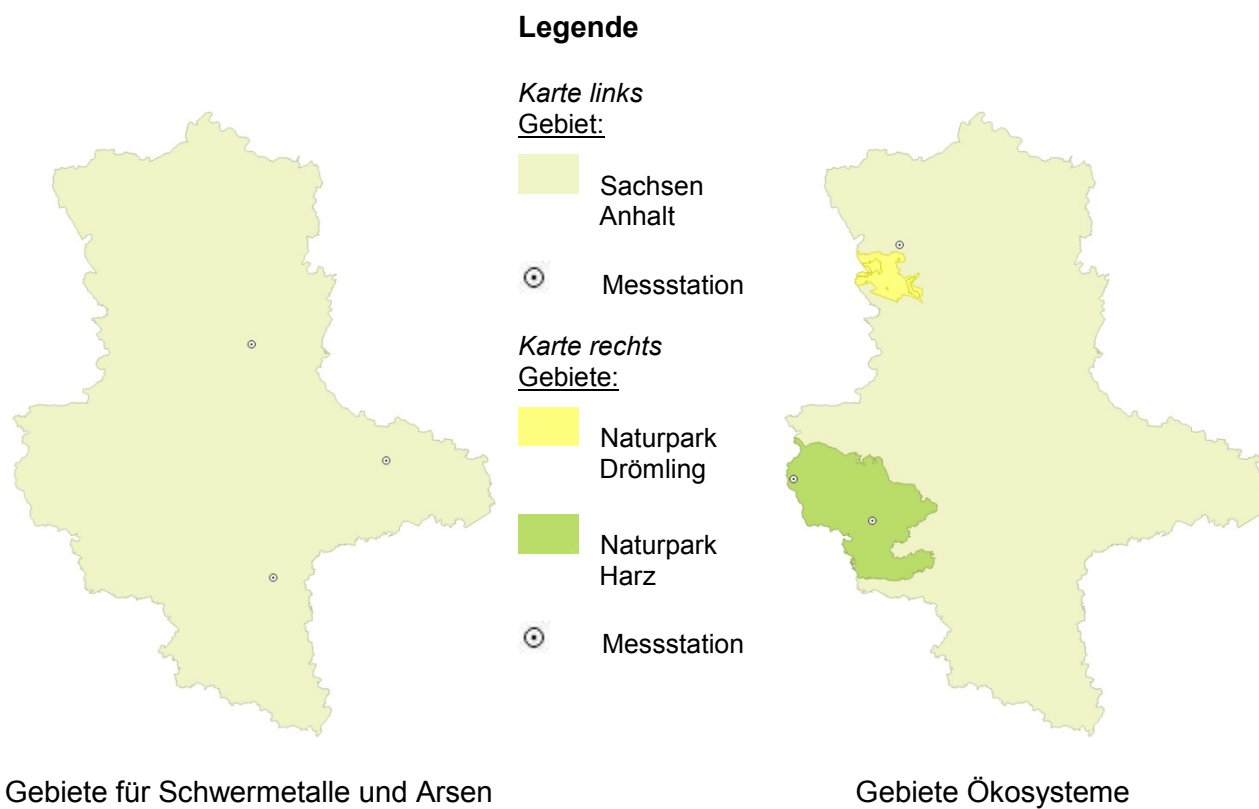


Abbildung A 3: Gebietseinteilung für Schwermetalle und Arsen sowie Ökosysteme

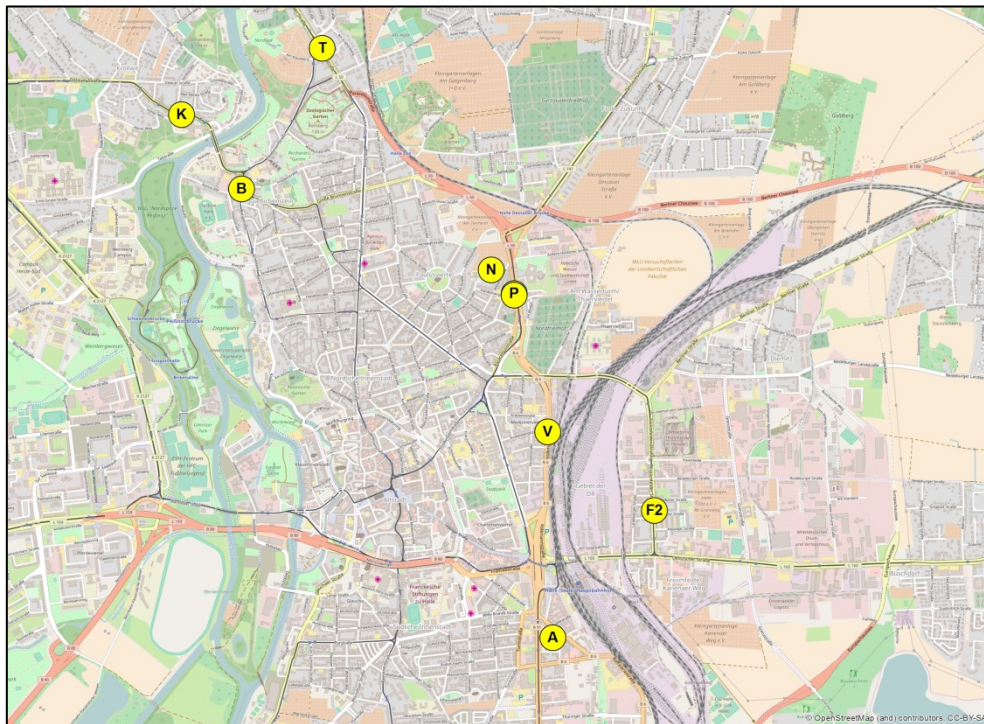
Lage der Passivsammlerstandorte in Sachsen-Anhalt

Abbildung A 4:

Lage der Passivsammler-Messstandorte in Halle (Saale)²²

(P: Paracelsusstr., T: Trothaer Str. 104 a, B: Burgstr. 5/6, K: Kröllwitzer Str./Senfstr., V: Volkmannstr. 13, N: Schleiermacherstr., A: Merseburger Str. 10, F2: Freimfelder Str. 92)

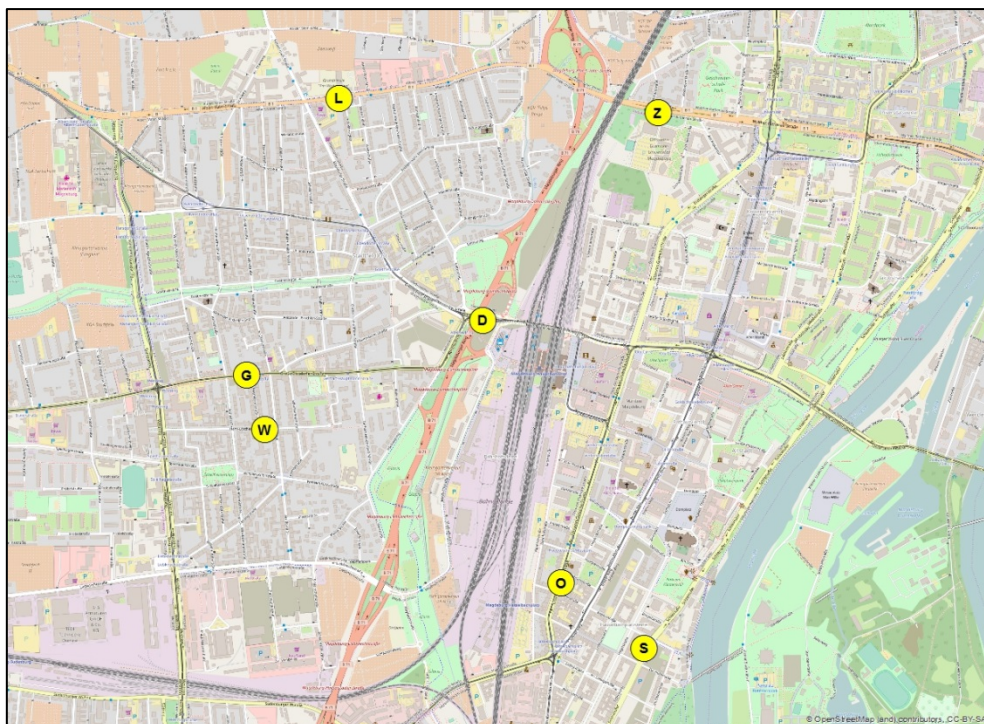


Abbildung A 5:

Lage der Passivsammler-Messstandorte in Magdeburg²²

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

²² Karten von OpenStreetMap - Veröffentlicht unter ODbL (<http://www.openstreetmap.org/copyright>)

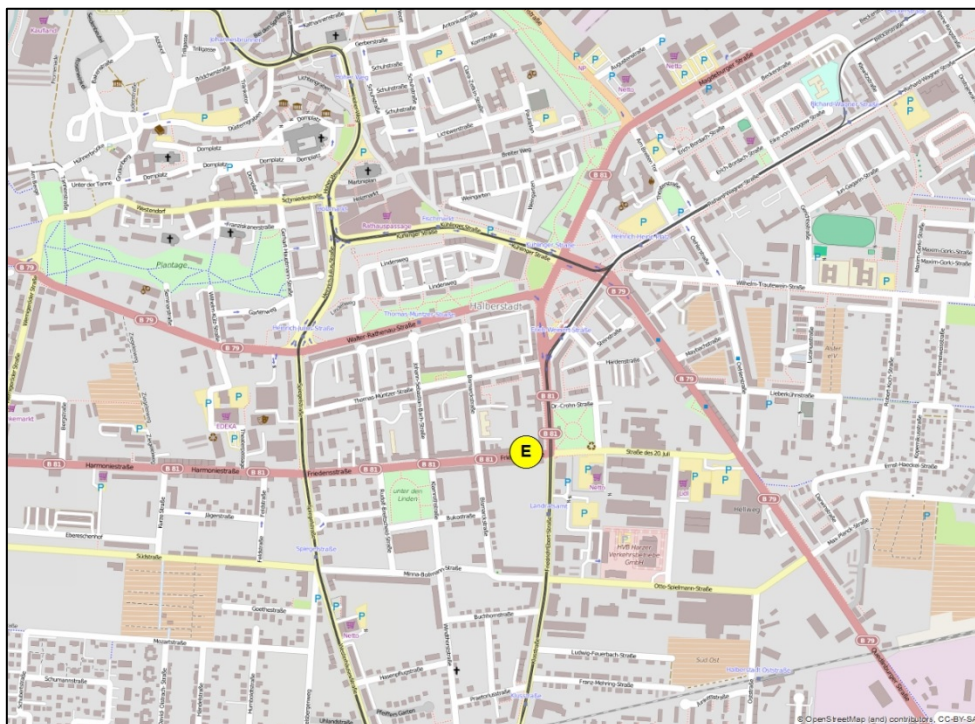


Abbildung A 6: Lage des Passivsammler-Messstandortes in Halberstadt²²
(E: Friedenstr. 6)

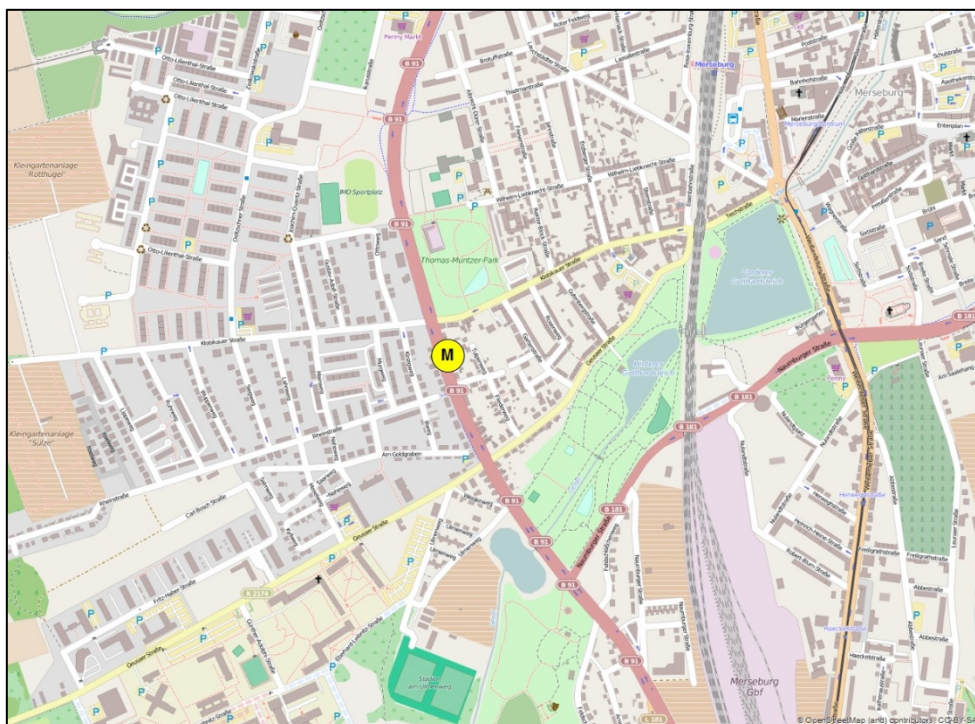


Abbildung A 7: Lage des Passivsammler-Messstandortes in Merseburg²²
(M: B91, Thomas-Müntzer-Str. 67)

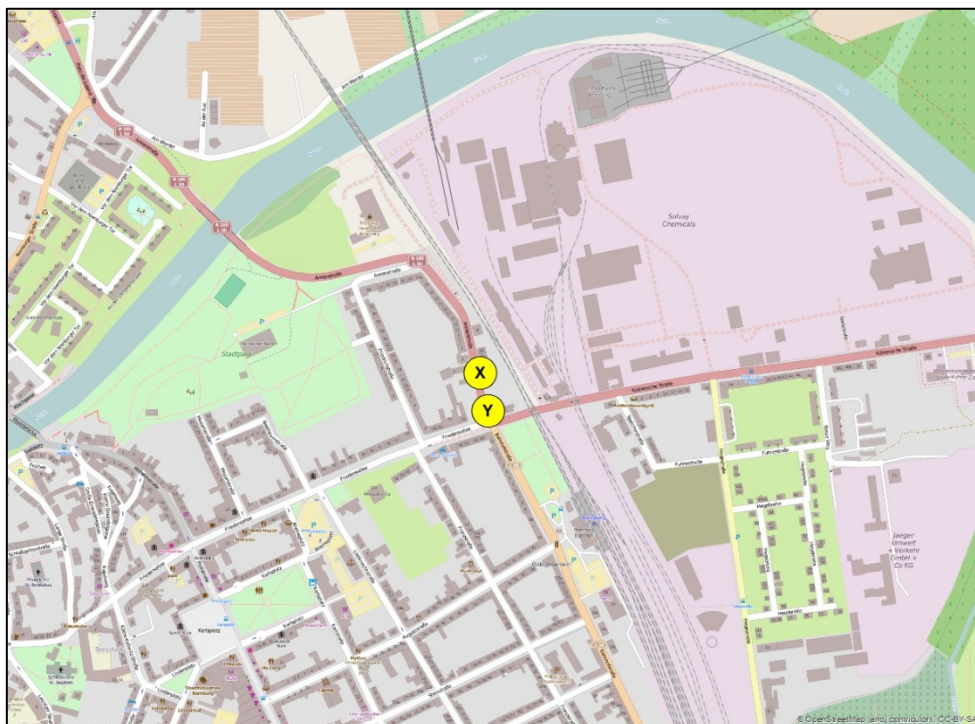


Abbildung A 8: Lage des Passivsammler-Messstandortes in Bernburg²²
(X, Y: Annenstraße)

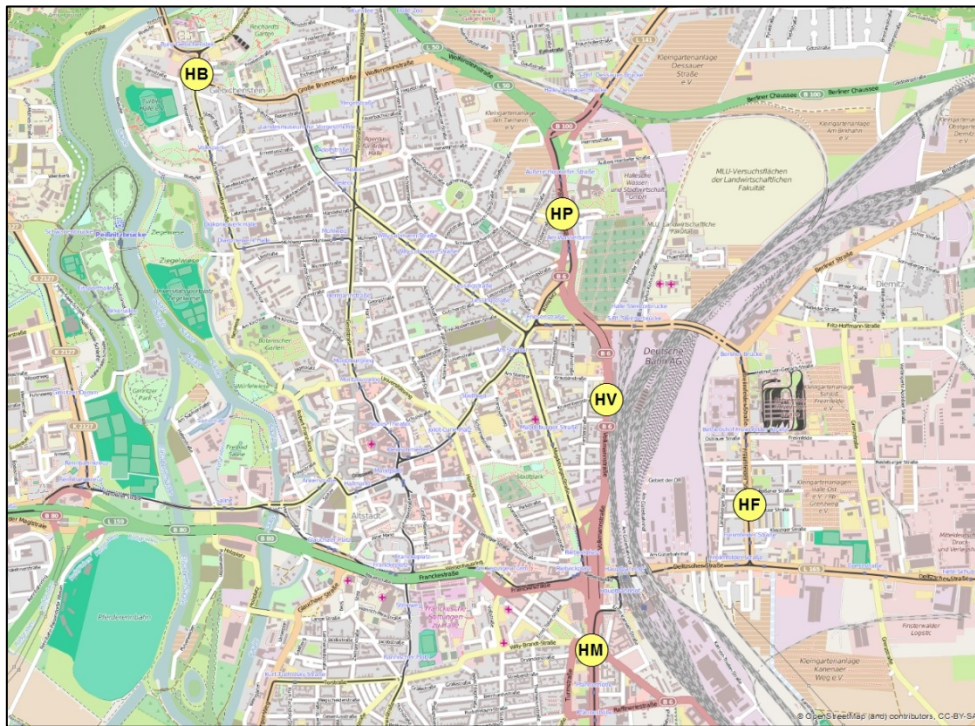
Lage der Messstandorte NUPS in Sachsen-Anhalt

Abbildung A 9: Lage der Messstandorte NUPS in Halle (Saale)²²
 (HP: Paracelsustr., HB: Burgstr., HV: Volkmanstr., HM: Merseburger Str., HF: Freimfelder Str.)



Abbildung A 10: Lage der Messstandorte NUPS in Magdeburg²²
 (MW: Hans-Löcher-Str., MG: Gr. Diesdorfer Straße, MS: Schleinufer)

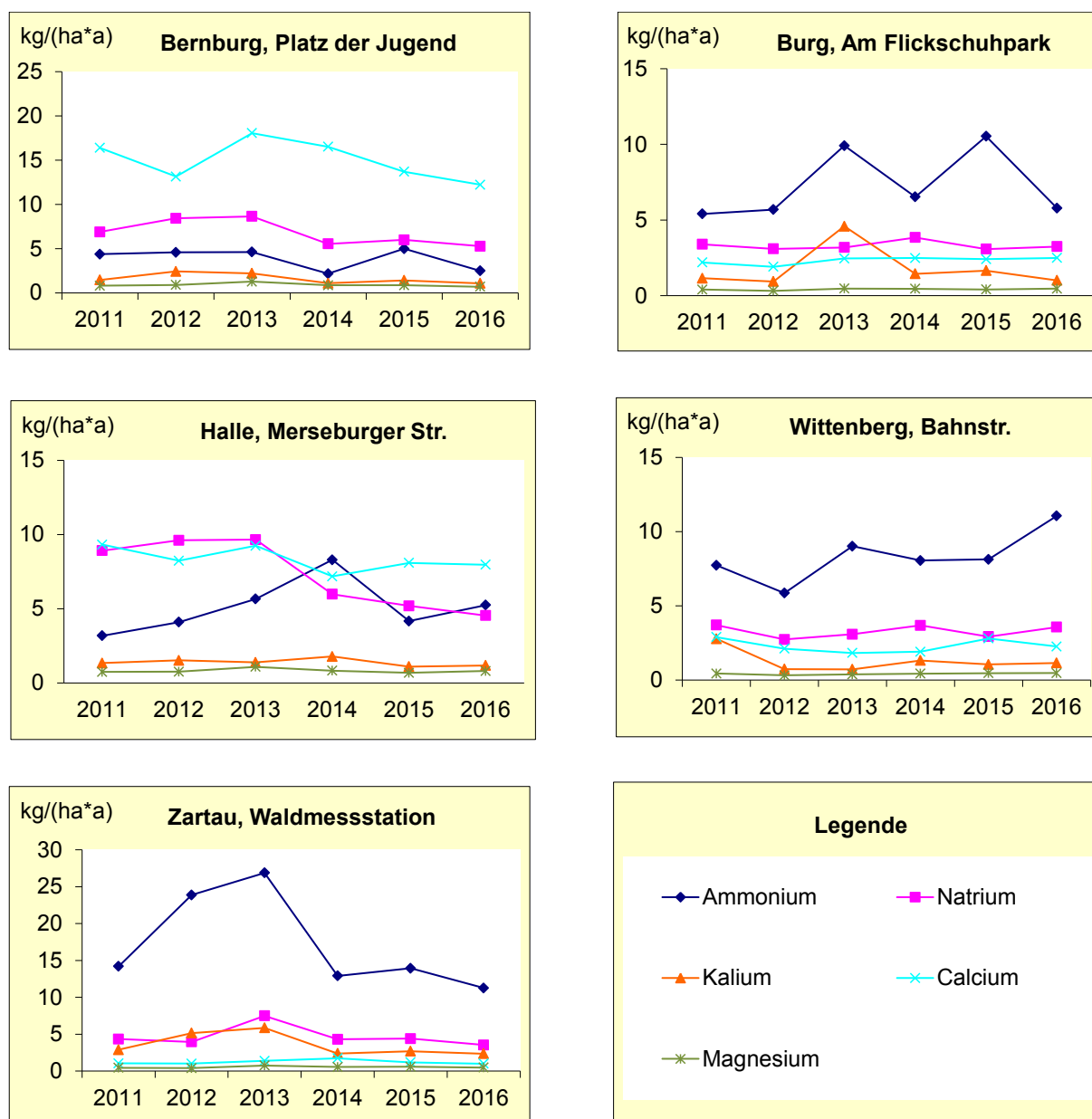


Abbildung A 11: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen, Jahresvergleich der Kationen in kg/(ha*a)

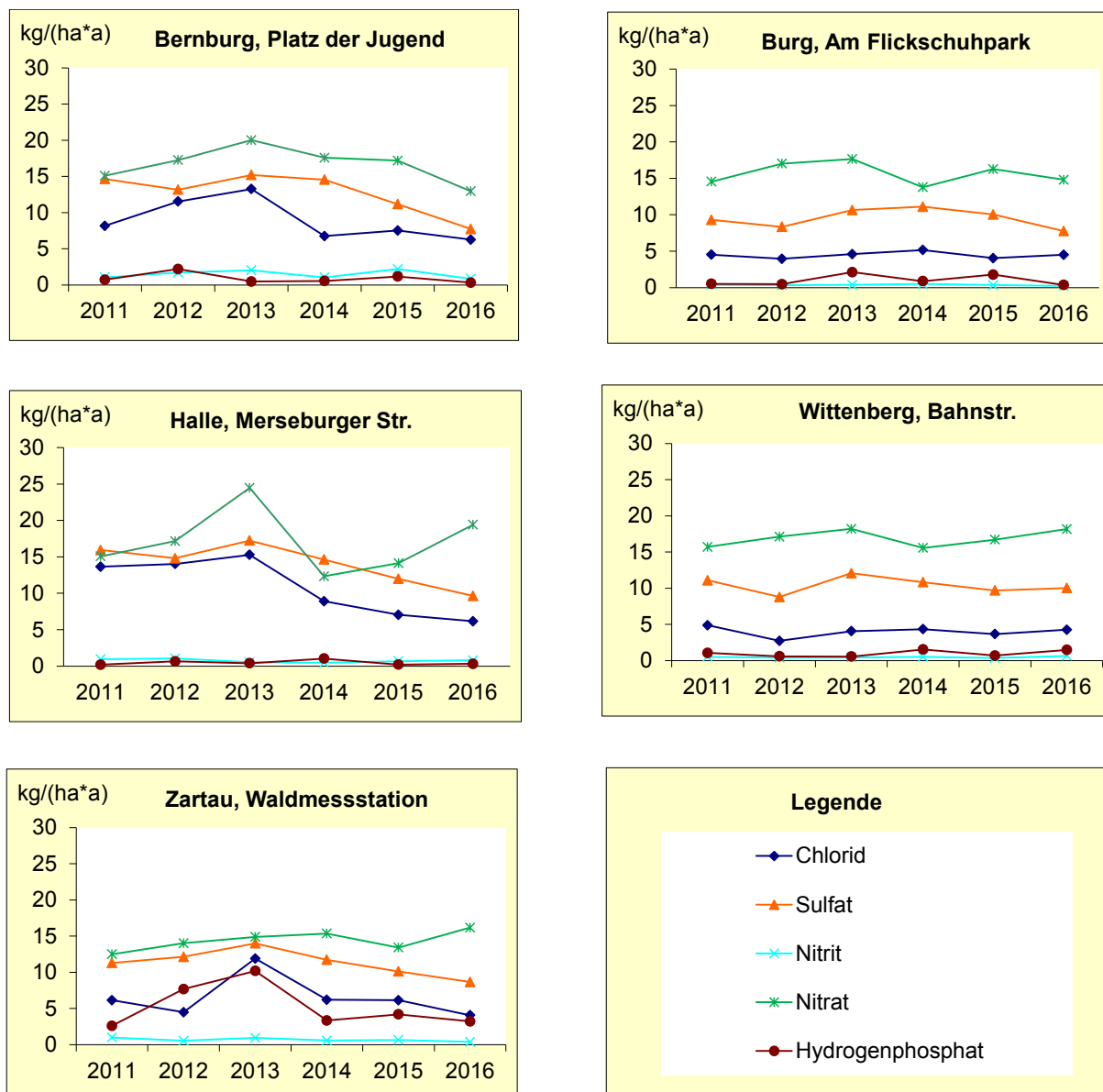


Abbildung A 12: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen, Jahresvergleich der Anionen in kg/(ha*a)

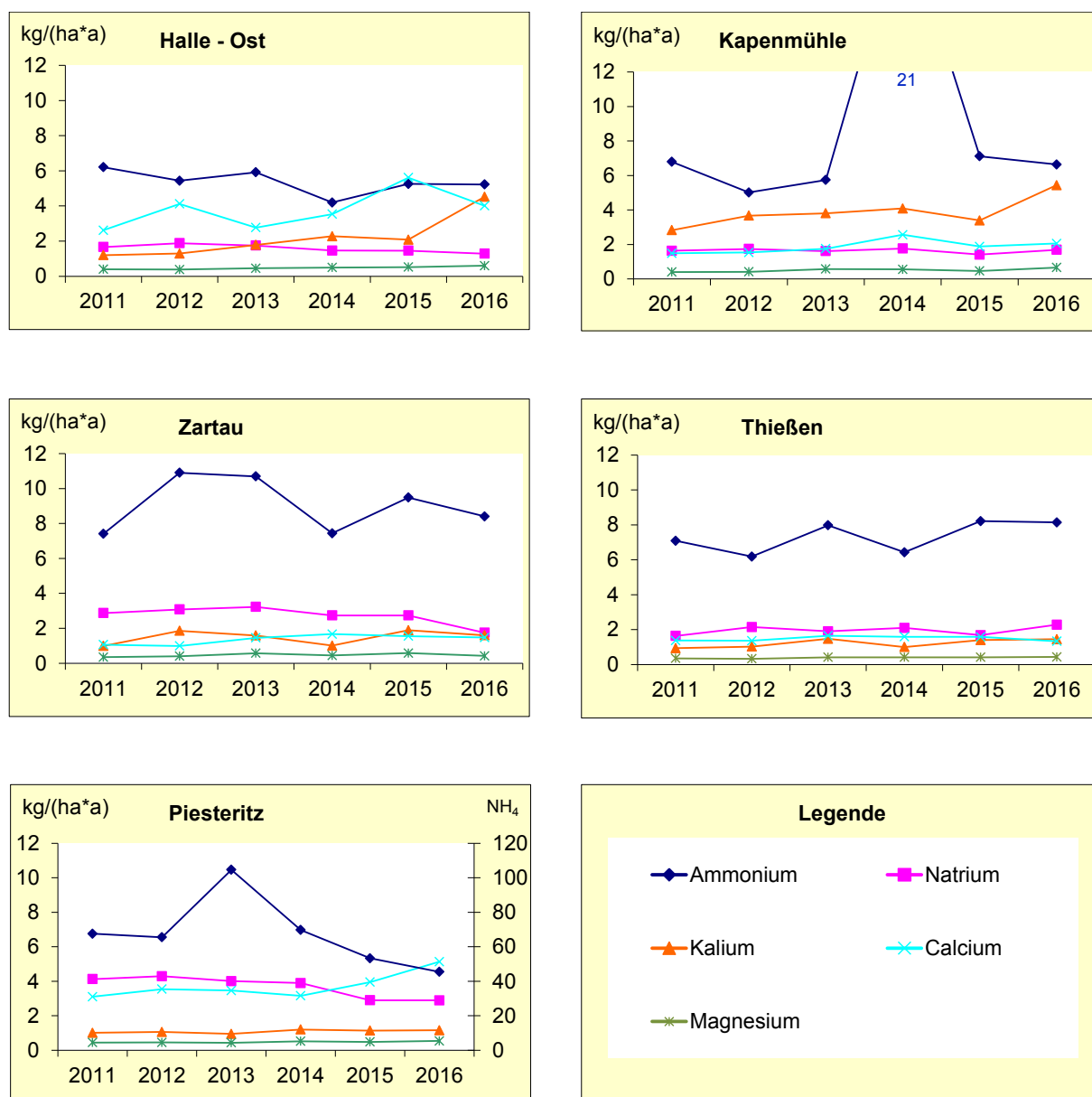


Abbildung A 13: Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern, Jahresvergleich der Kationen in kg/(ha*a)

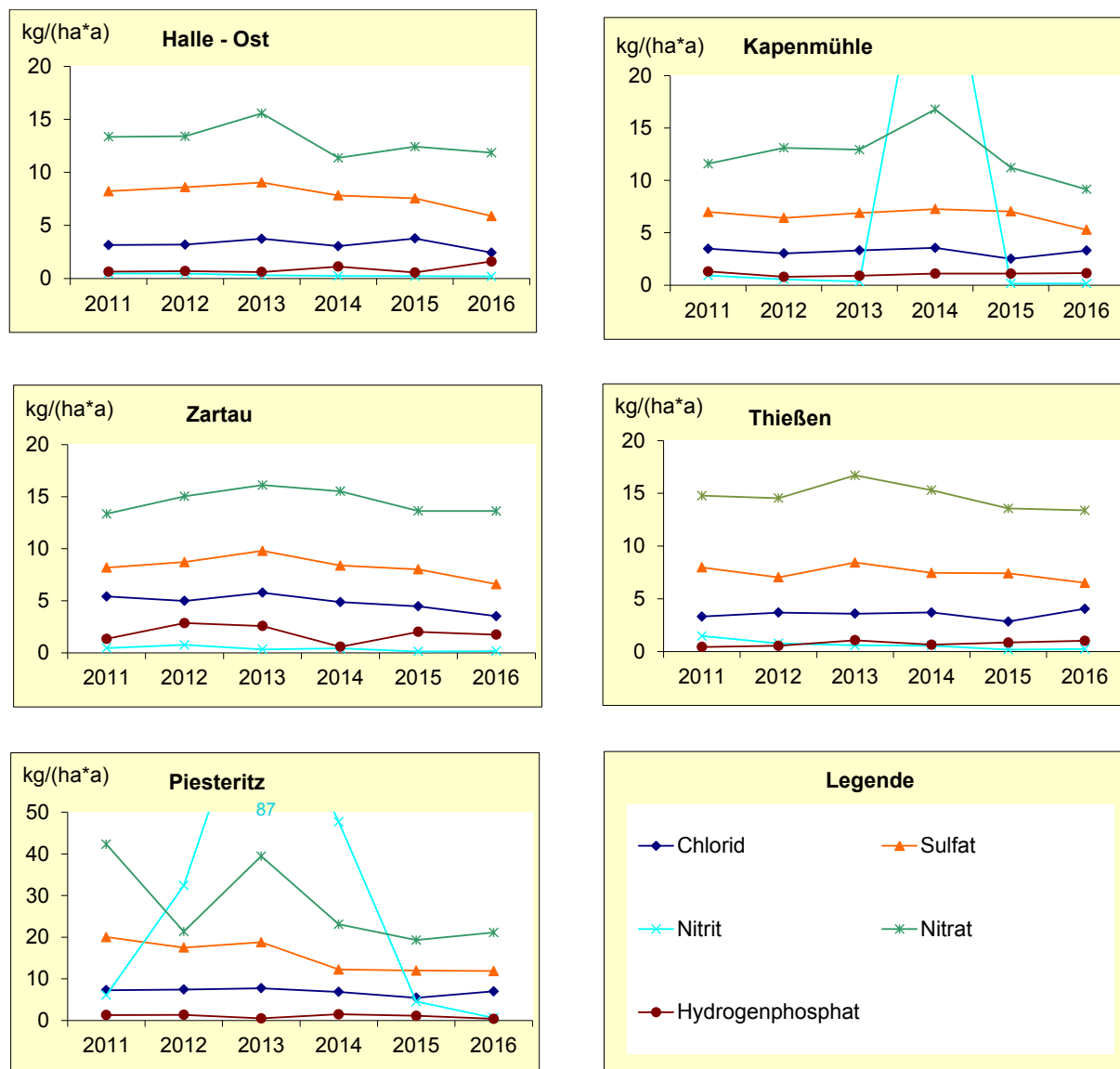


Abbildung A 14: Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern, Jahresvergleich der Anionen in kg/(ha*a)

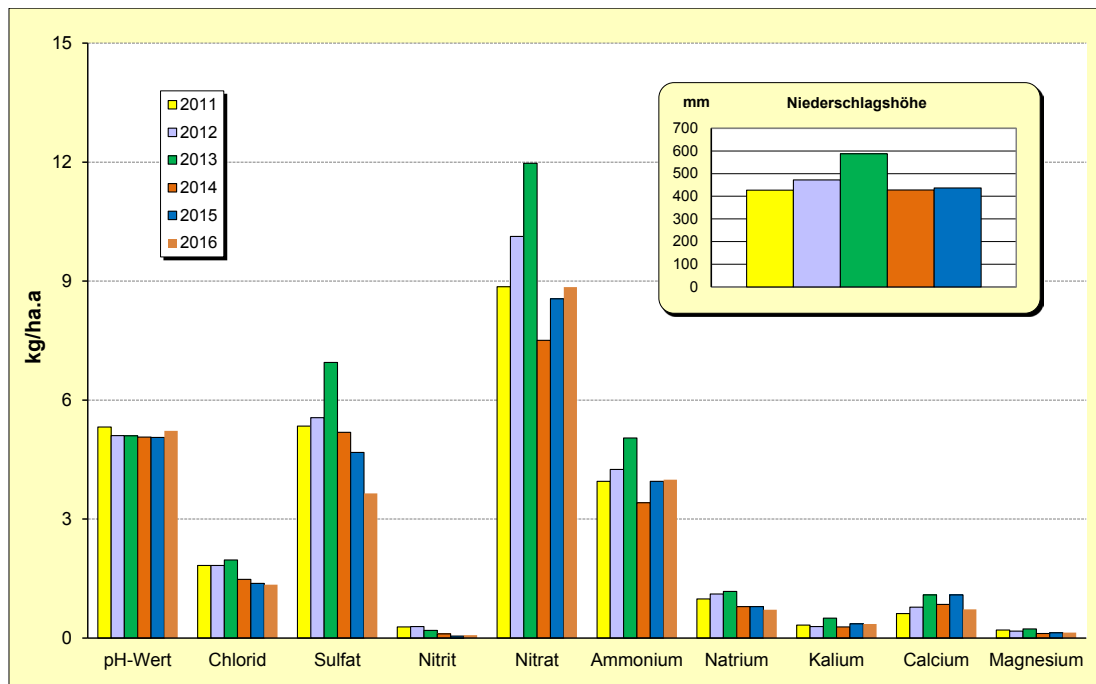


Abbildung A 15: Stoffeintrag durch Nassdeposition an der Station Halle (Ost)

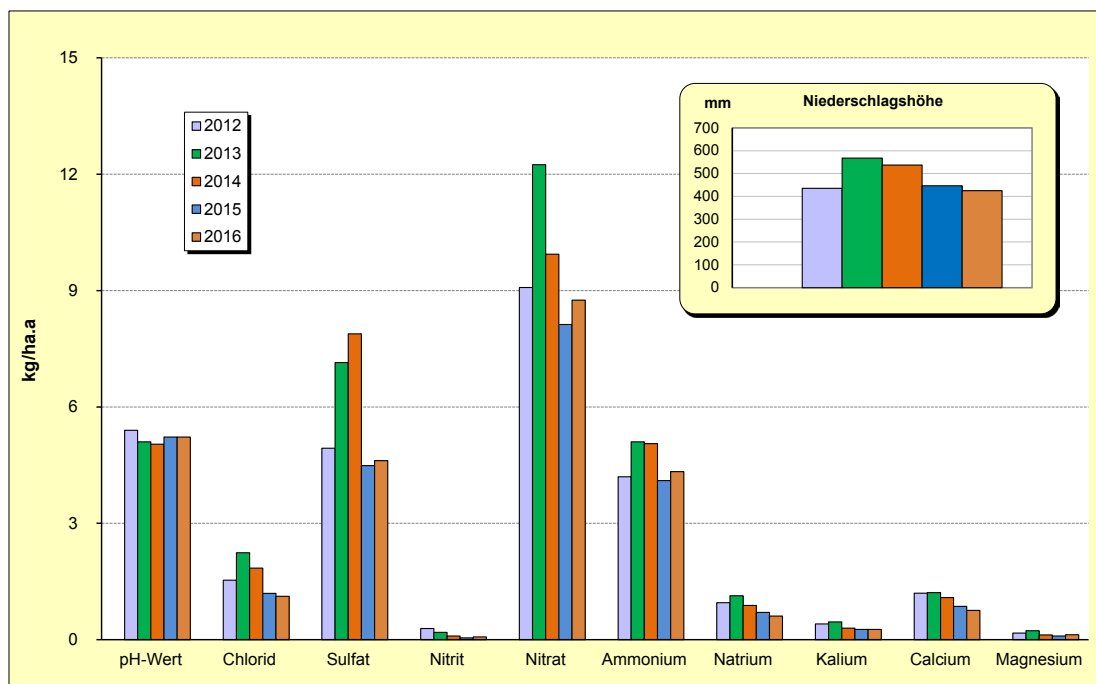


Abbildung A 16: Stoffeintrag durch Nassdeposition an der Station Weißenfels (im Jahr 2011 konnten keine Messwerte erhoben werden)

5 Anhang Begriffsbestimmungen

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.

Particulate Matter (PM): internationale Bezeichnung in der Wissenschaft für Schwebstaub. **PM₁₀** sind Partikel, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 % aufweist (Definition gemäß 39. BImSchV).

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

Schwebstaub setzt sich aus Staubteilchen – den so genannten Partikeln – unterschiedlicher Größe zusammen.

Der Durchmesser der Partikel kann dabei zwischen einigen Nanometern (nm oder Milliardenstel Meter) bis zu 100 Mikrometern (µm oder Millionstel Meter) liegen. Staubteilchen mit Durchmessern größer 0,1 µm können durch ihren **aerodynamischen Durchmesser (d_{ae})**²³ beschrieben werden. Die Größe und die chemische Zusammensetzung der Partikel haben entscheidenden Einfluss auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Schwebstaubes und die Verweildauer in der Atmosphäre. Die Staubpartikel lassen sich nach der Größe in folgende Fraktionen einteilen:

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

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

<i>primäre Partikel</i>	<i>sekundär gebildete Partikel</i>
anthropogene Quellen	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ stationäre Verbrennungsanlagen ▪ Industrieprozesse ▪ Landwirtschaft <p>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.</p>
natürliche Quellen	
Vulkane, Meere (Seesalzaerosole), Waldbrände und biologisches organisches Material (z. B. Pflanzenpollen)	Methan-Emissionen aus Feuchtgebieten und Emissionen von Lachgas durch biologische Aktivitäten in Böden

²³ Der d_{ae} eines Teilchens beliebiger Form, chemischer Zusammensetzung und Dichte ist gleich dem Durchmesser einer Kugel mit der Dichte ein Gramm pro Kubikzentimeter (1 g/cm³), welche in ruhender oder wirbelfrei strömender Luft dieselbe Sinkgeschwindigkeit hat wie das betrachtete Teilchen.

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

Basis für diesen Indikator sind Partikel $\text{PM}_{2,5}$ -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

($\text{AEI} > 18 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 20 \% \text{ Reduktion}$, $\text{AEI} = 13 - < 18 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 15 \% \text{ Reduktion}$). Das Ergebnis für den AEI 2010 lag in Deutschland bei $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Das Jahr 2020 ist das zweite Referenzjahr und damit das Jahr, in dem das nationale Ziel für die Reduzierung der Exposition erreicht werden sollte.

Die beiden AEI-Messstationen in Sachsen-Anhalt Magdeburg/West und Halle/Nord müssen aus den o. g. Gründen mindestens bis zum Jahr 2020 unverändert betrieben werden.