SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Umweltschutz

Immissionsschutzbericht Sachsen-Anhalt 2015

Impressum

Immissionsschutzbericht 2015

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 3

Redaktionsschluss: Halle (Saale), Oktober 2016

Bildnachweis: Titelfotos: Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt
Hennig, Marlies

Vorwort 5

1 Emissionen luftverunreinigender Stoffe 6

1.1 Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen 6
1.1.1 Anlagen nach der Richtlinie über Industrieemissionen 6
1.1.2 Bericht zum Europäischen Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister (PRTR) 6
1.1.3 Bericht zu den Großfeuerungsanlagen 8

1.2 Treibhausgas-Emissionen der emissionshandelspflichtigen stationären Anlagen 9

1.3 Verkehrsbedingte Emissionen 13

1.4 Emissionsmessungen 21
1.4.1 Erstmalige und wiederkehrende Emissionsermittlungen 21
1.4.2 Kalibrierung und Funktionsprüfung von automatischen Emissionsmesseinrichtungen 22
1.4.3 Prüfung der Ermittlungstätigkeit von Messinstituten 23
1.4.4 Messungen durch das Landesamt für Umweltschutz 26

2 Immissionen luftverunreinigender Stoffe 27

2.1 Messnetz für Immissions- und Depositionsmessungen 27
2.1.1 Immissionsnetz 27
2.1.2 Depositionsmessnetz 38
2.1.2.1 Messnetz Staubniederschlag 40
2.1.2.2 Messnetz An- und Kationen 41
2.1.2.3 Messnetz Dioxine/Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle 42

2.2 Immissionsmeteorologische Einschätzung 44

2.3 Ergebnisse aus dem Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt 46

2.4 Allgemeine Einschätzung 46
2.4.1 Partikel PM_{10}/Partikel $PM_{2,5}$ 48
2.4.2 Stickstoffoxide (NO_2, NO) 63
2.4.3 Ozon (O_3) 69
2.4.4 Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM_{10} 77
2.4.4.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) 77
2.4.4.2 Ruß (EC) 80
2.4.4.3 Schwermetalle 82
2.4.4.4 Ionen 83
2.4.5 Benzol, Toluol und Xylole (BTX) 85
2.4.6 Schwefeldioxid (SO_2) 88
2.4.7 Kohlenmonoxid (CO) 89
2.4.8 Schwefelwasserstoff (H_2S) 90
2.4.9 Kohlendioxid (CO_2) 91

2.5 Ergebnisse der Depositionsmessungen 93
2.5.1 Staubniederschlag 93
2.5.2 Ausgewählte Anionen und Kationen 95
2.5.2.1 Bulk-Deposition 95
2.5.2.2 Wet-Only-Deposition 102

2.5.3 PCDD/F- und dl-PCB-Deposition 103
2.5.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) 108

2.6 Bewertungsmaßstäbe 111

3 Anlagensicherheit und Störfallvorsorge 118

3.1 Überwachungsprogramm nach § 16 Störfall-Verordnung 118

3.2 Sachverständige 119

3.3 Schadensereignisse 121

4 Zusammenfassung 122

5 Anhang Tabellen 128

6 Anhang Abbildungen 168

7 Anhang Begriffsbestimmungen 176

Vorwort

Der Immissionsschutzbericht 2015 konzentriert sich auf den Schwerpunkt Luftqualität. Er enthält eine Vielzahl von Daten zu Luftverunreinigungen, Aussagen zur Bewertung der Luftqualität und zur Einwirkung von luftverunreinigenden Stoffen auf die Umwelt in Sachsen-Anhalt.

Die Luftqualität im Land hat sich seit 1990 deutlich verbessert. Schwefeldioxid und der dadurch verursachte saure Regen sind praktisch völlig verschwunden. Bei anderen Luftschadstoffen wie Feinstaub oder Stickstoffdioxid ist das bisher nicht der Fall, auch wenn die Luftbelastung mit diesen Stoffen rückläufig ist.

Für die Orte mit der höchsten Luftschadstoffbelastung und Grenzwertüberschreitungen für Feinstaub (Partikel PM_{10}) und Stickstoffdioxid wurden und werden Luftreinhaltepläne mit Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität erarbeitet. In der Landeshauptstadt Magdeburg und in Halle (Saale) bestehen seit dem Jahr 2011 Umweltzonen, die die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Luftqualitätsgrenzwerte sicherstellen sollen. In der Landeshauptstadt Magdeburg und in Halle (Saale) bestehen seitdem Jahr 2011 Umweltzonen, die die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Luftqualitätsgrenzwerte zukünftig 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.

Die Luft, die wir atmen, soll sauber sein, weil eine schlechte Luftqualität der Gesundheit schadet und die Lebensqualität vermindert. Luftverschmutzung führt zu Arbeitsausfällen, hohen Kosten im Gesundheitswesen und schädigt zudem die Ökosysteme durch eine übermäßige Stickstoffbelastung (Eutrophierung). Die direkten Kosten der Luftverschmutzung für die Gesellschaft in Europa, einschließlich Schäden an Ackerkulturen und Gebäuden, belaufen sich zurzeit auf etwa 23 Milliarden Euro pro Jahr.

Der Immissionsschutzbericht erscheint zum 26. Mal. Er wird durch das Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) im Auftrag des Ministeriums Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (MULE) erstellt und herausgegeben.

Er dient der Unterrichtung der Öffentlichkeit nach den Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sowie der EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa. Seit über zwanzig Jahren erfolgt die Festlegung von Kriterien für die Beurteilung der Luftqualität nicht mehr auf nationaler Ebene sondern innerhalb der Europäischen Union. Die EU-Richtlinien geben Ziel- und Grenzwerte für eine Reihe von Luftschadstoffen vor, die innerhalb bestimmter Zeiträume überall in der EU eingehalten werden müssen, legen aber auch die Mindestanforderungen für die Information der Bevölkerung über die Luftqualität fest.

Allen Beteiligten, die auch in diesem Jahr mit großem Engagement den “Immissionsschutzbericht 2015 Sachsen-Anhalt” erarbeitet haben, gilt mein herzlicher Dank.

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

1 Emissionen luftverunreinigender Stoffe

Wie aus dem aktuellen Bericht „Luftqualität in Europa – Bericht 2015“ hervorgeht, sind die meisten Stadtbewohner in Europa Luftschadstoffen in einem Umfang ausgesetzt, der durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) für gefährlich erachtet wird.[1,2]

Bei den problematischsten Schadstoffen mit Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit handelt es sich um Feinstaub (PM), bodennahes Ozon (O_3) und Stickstoffdioxid (NO_2). Schätzungen zu Gesundheitsrisiken bei einer langfristigen Feinstaub-Exposition (Partikel $PM_{2,5}$) zeigen, dass dieser Schadstoff im Jahr 2012 in Europa zu 432.000 vorzeitigen Todesfällen führte – ein Umfang, der den Schätzungen der vorangegangenen Jahre entspricht. Geschätzt werden ungefähr 75.000 bzw. 17.000 vorzeitige Todesfälle durch eine NO_2- bzw. O_3-Exposition verursacht.

Abgesehen von gesundheitlichen Auswirkungen haben Luftschadstoffe auch eine beträchtliche schädliche Wirkung auf das Pflanzenleben und die Ökosysteme. Diese Probleme, einschließlich der durch Ammoniak (NH_3) und Stickstoffoxide (NO_x) verursachten Eutrophierung sowie die durch O_3 verursachten Pflanzenschäden, sind in Europa noch immer weit verbreitet.

1.1 Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen

In den folgenden Abschnitten wird über den Anlagenbestand nach der europäischen Industrieemissionsrichtlinie (IE-Richtlinie, umgesetzt in der 4. BImSchV) sowie über Emissionen von Luftschadstoffen aus genehmigungsbedürftigen Anlagen, die der jährlichen Berichterstattung zum Schadstofffreisetzungs- und -Verbringungsregister (PRTR) unterliegen, berichtet.

1.1.1 Anlagen nach der Richtlinie über Industrieemissionen

Alle in Sachsen-Anhalt im Anlageninformationssystem ALIS erfassten und in Betrieb befindlichen IE-Anlagen (Stand 06/2016) sind im Anhang Tabelle A 1 aufgeführt.

Danach werden in Sachsen-Anhalt 907 Anlagen betrieben, in denen Tätigkeiten nach Anhang I der IE-Richtlinie ausgeübt werden. Anlagen der Chemischen Industrie (274), Abfallbehandlungsanlagen (196) und der Intensivtierhaltung von Geflügel und Schweinen (234) stellen den Hauptteil der Anlagen dar.

1.1.2 Bericht zum Europäischen Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister (PRTR)

Mit dem Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister („PRTR“ genannt) wird über die Hauptemittenten von anlagenbezogenen Luftverunreinigungen jährlich und europaweit berichtet.
Detaillierte Informationen zu einzelnen Betrieben und deren PRTR-Berichte stehen online unter www.thru.de bzw. http://prtr.ec.europa.eu der Öffentlichkeit zur Verfügung.

Für Sachsen-Anhalt lassen sich aus den PRTR-Berichten des Jahres 2014 die im Anhang Tabelle A 2 und Tabelle A 3 dargestellten Ergebnisse zu den Tätigkeiten und einzelnen

[1] „Air quality in Europe — 2015 report“; EEA Report No 5/2015; ISBN 978-92-9213-702-1
[2] DIE UMWELT IN EUROPA – Zukunft und Ausblick 2015, Synthesebericht ; ISBN 978-92-9213-516-4

Emissionen ableiten. Über die PRTR-Berichte des Jahres 2014 wurden 513 Betriebseinrichtungen mit Haupttätigkeiten nach IE-Richtlinie, 61 Betriebseinrichtungen mit Nebentätigkeiten nach IE-Richtlinie sowie 335 Betriebseinrichtungen mit Überschreitungen bei der Freisetzung von Schadstoffen und/oder der Verbringung von Abfällen erfasst.

Aus den PRTR-Berichten für die Betriebseinrichtungen ergeben sich in den Jahren 2012 bis 2014 folgende Hauptschadstoffemissionen:

Tabelle 1: Emissionen von Luftschadstoffen aus PRTR-Tätigkeiten in den Jahren 2012 bis 2014

Schadstoff [in kg]	Jahr 2012	Jahr 2013	Jahr 2014
Kohlendioxid (CO_2)	22.361.419.492	22.771.913.496	21.081.501.503
Kohlenmonoxid (CO)	35.344.424	41.250.058	45.111.561
Stickstoffoxide (NO_x/NO_2)	21.122.645	19.230.872	14.435.395
Schwefeloxide (SO_x/SO_2)	18.212.841	17.421.267	15.923.743
Methan (CH_4)	4.870.786	5.364.420	5.348.093
Ammoniak (NH_3)	3.980.758	4.191.482	4.107.952
flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC)	1.596.542	581.190	644.205
Distickstoffoxid (N_2O)	1.137.945	945.047	687.731
Feinstaub (Partikel PM_{10})	719.774	1.685.275	1.937.323
Chlor und anorganische Verbindungen (als HCl)	134.298	118.704	102.931
Fluor und anorganische Verbindungen (als HF)	14.191	13.368	12.952
Vinylchlorid	13.073	15.515	11.478
Quecksilber und Verbindungen (als Hg)	651	579	517
Benzol	223	2.950	5.713
Blei und Verbindungen (als Pb)	214	170	152
Nickel und Verbindungen (als Ni)	180	149	855
Chrom und Verbindungen (als Cr)	73,9	25,3	208
Kupfer und Verbindungen (als Cu)	22,4	26,2	19,8
Zink und Verbindungen (als Zn)	14,4	14,8	17,2
Cadmium und Verbindungen (als Cd)	8,09	8,99	21,1
Arsen und Verbindungen (als As)	7,83	9,93	179
Ethylenoxid	5,33	5,56	5,43
polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	0,164	0,165	0,124
Cyanwasserstoff (HCN)	0,017	0,0017	0,02
PCDD + PCDF (Dioxine + Furane) (als Teq)	0,000081	0,0000792	0,0000804

Im Anhang Tabelle A 3 sind auf der Grundlage der PRTR-Berichte des Jahres 2014 die Hauptverursacher (PRTR-Tätigkeiten) für die Emissionen einzelner Luftschadstoffe aufgeführt.

Bei Verbrennungsanlagen dominieren die Emissionen von Kohlendioxid, Schwefeloxiden und Stickstoffoxiden. Tierhaltungsanlagen sind Hauptemissionsquelle für Ammoniak und Methan. Kohlenmonoxid wird vorrangig aus Anlagen des Bereiches Steine, Erden emittiert.

1.1.3 Bericht zu den Großfeuerungsanlagen

Die Großfeuerungsanlagen stellen eine besonders emissionsrelevante Emittentengruppe dar. Mit den Berichten des Jahres 2014 wird die laufende Statistik fortgeschrieben.

Tabelle 2: Anzahl der Großfeuerungsanlagen

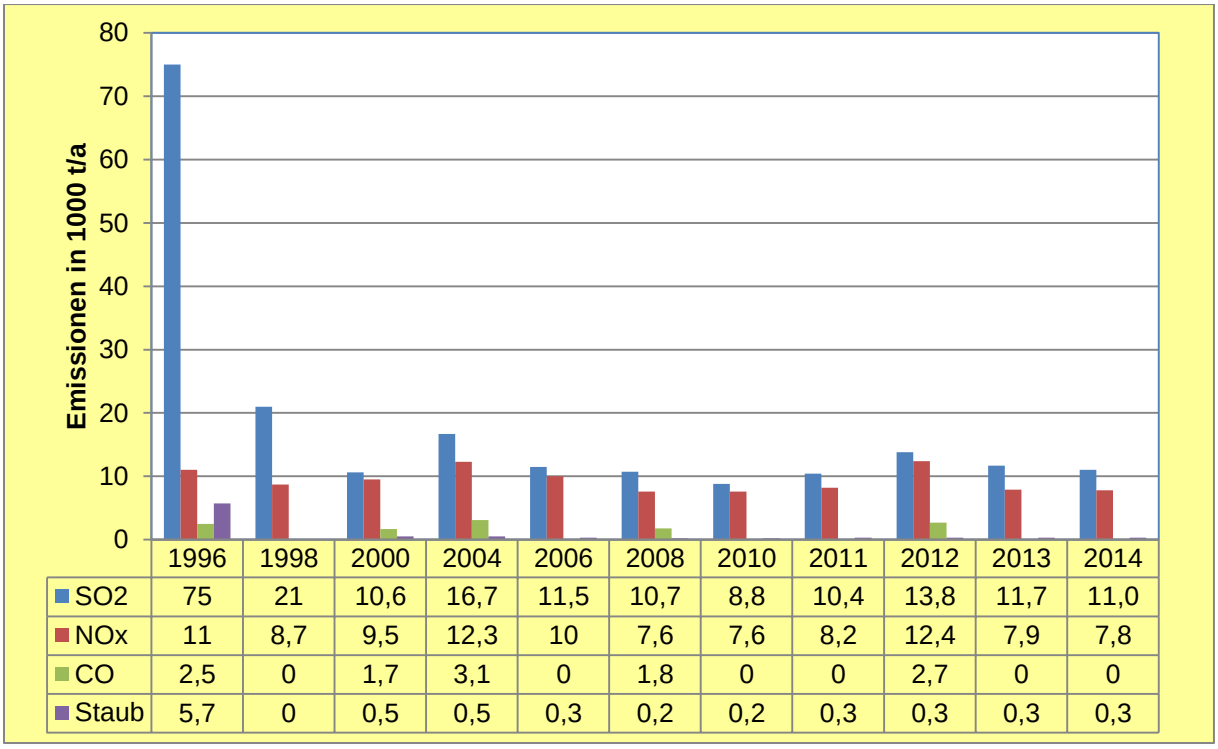
Jahr	1992	1994	1996	1998	2000	2004	2006	2008	2010	2012	2014
Anlagenzahl	56	40	37	30	29	33	34	32	35	35	35

Im Jahr 2014 wurden in den Großfeuerungsanlagen hauptsächlich feste Brennstoffe (überwiegend mitteldeutsche Rohbraunkohle) und Erdgas eingesetzt (Tabelle 3). Auch im Jahr 2014 ist der Einsatz von festen, gasförmigen und flüssigen Brennstoffen gegenüber den Vorjahren weiterhin leicht rückläufig.

Tabelle 3: Energieeinsatz in Großfeuerungsanlagen in den Jahren 2010 bis 2014

Brennstoffart	Energieeinsatz 2010 in TJ	Energieeinsatz 2011 in TJ	Energieeinsatz 2012 in TJ	Energieeinsatz 2013 in TJ	Energieeinsatz 2014 in TJ
gesamt	147.006	157.014	155.547	150.503	145.082
Erdgas	59.736	65.453	62.087	57.427	54.050
feste Brennstoffe	62.337	67.146	68.426	68.368	67.427
Biobrennstoffe	12.550	13.233	13.632	13.042	13.388
flüssige Brennstoffe	11.702	10.748	10.925	11.312	9.783
sonstige gasförmige Brennstoffe	681	434	477	354	435

Nach dem Anstieg der Emissionen von SO_2 und NO_x im Jahr 2012 ist nach dem Jahr 2013 auch im Jahr 2014 ein leichter Rückgang zu verzeichnen.



	1996	1998	2000	2004	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014
SO2	75	21	10,6	16,7	11,5	10,7	8,8	10,4	13,8	11,7	11,0
NOx	11	8,7	9,5	12,3	10	7,6	7,6	8,2	12,4	7,9	7,8
CO	2,5	0	1,7	3,1	0	1,8	0	0	2,7	0	0
Staub	5,7	0	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3

(„0“ bedeutet keine Daten vorhanden)

Abbildung 1: Emissionsentwicklung der Großfeuerungsanlagen in Sachsen-Anhalt vom Jahr 1996 bis zum Jahr 2014

1.2 Treibhausgas-Emissionen der emissionshandelspflichtigen stationären Anlagen

Die Regelungen für Treibhausgase umfassen den Ausstoß an Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid, teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFC) und Schwefelhexafluorid (SF_6). Auf Grund des Beitrages zur globalen Erderwärmung und weiteren in einem kausalen Zusammenhang stehenden nachteiligen Klimaveränderungen ist die Freisetzung dieser Stoffe zu begrenzen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wird die Menge der Treibhausgase einheitlich in Kohlendioxidäquivalenten, abgekürzt als CO_2-Äq, ausgedrückt.

Die lokale Emissionssituation ist gegenüber der Gesamtmenge an freigesetzten Treibhausgasen von untergeordneter Bedeutung. Folglich ist es nicht entscheidend, wo Treibhausgasemissionen verringert werden, sondern ausschlaggebend ist allein die Reduzierung in ihrer globalen Gesamtheit. Auf dieser Grundüberlegung basieren die eingeführten Instrumente zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen, deren Wirksamkeit wiederum entscheidend von der Beteiligung der Weltstaatengemeinschaft abhängt.

Eine verbindliche Verpflichtung zur Senkung der Treibhausgasemissionen sind einige Industrieländer, darunter die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union, erstmalig im Rahmen des so genannten „Kyoto-Protokolls“ im Jahr 1997 eingegangen. Ein weltweites Klimaschutzabkommen mit dem Ziel, die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf unter zwei Grad Celsius zu beschränken, wurde von 195 Staaten im Dezember 2015 in Paris unterzeichnet. Bis zum Jahr 2020 sind für die EU-Mitgliedsstaaten die Verpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll maßgebend, welches eine Treibhausgasminderung von 20 % gegenüber dem Basisjahr 1990 umfasst und nachstehende drei flexible Marktmechanismen zur Zielerreichung vorsieht:

- Emissionshandel
- Joint Implementation
- Clean Development Mechanism

Das europäische Emissionshandelssystem (engl. European Union Emission Trading System, EU ETS) ist eine auf Grundlage der Emissionshandelsrichtlinie bereits im Jahr 2005 eingeführte Maßnahme zur Erfüllung der Kyoto-Verpflichtung. Die Zielvorgaben der EU-Mitgliedsstaaten werden hierbei auf Anlagen im Energiesektor und weitere energieintensive Anlagen aus anderen Branchen verlagert.

Der Anreiz zur Absenkung der Treibhausgasemissionen wird dadurch initiiert, dass Obergrenzen für den jährlichen Ausstoß an CO_2-Äq festgelegt werden. In Höhe dieser Obergrenzen werden handelbare Emissionsberechtigungen ausgeschüttet, wobei seit dem Jahr 2013 die Obergrenze der gesamten Emissionsberechtigungen (das so genannte Cap) jährlich um 1,74 % verringert wird. Die am Emissionshandel beteiligten Anlagenbetreiber sind dazu verpflichtet nach Abschluss eines Kalenderjahres für die emittierten CO_2-Äq Emissionsberechtigungen abzugeben. Der Erwerb von Emissionsberechtigungen erfolgt entweder durch direkte Transaktionen der Beteiligten oder über Handelsplattformen wie die Leipziger Energiebörse EEX. In einer ersten (Jahr 2005 bis Jahr 2007) und zweiten (Jahr 2008 bis Jahr 2012) Handelsperiode wurde nach vorgegebenen Zuteilungsregeln ein Großteil der Emissionsberechtigungen auf Antrag kostenlos ausgereicht. Lediglich etwa 10 % der Emissionsberechtigungen wurden über Versteigerungen in Umlauf gebracht. Mit der am 01.01.2013 aufgenommenen dritten Handelsperiode, die bis zum Jahr 2020 andauert, wurde eine dynamische Ausweitung der Zuteilung über Versteigerungen eingeführt. Ab dem Jahr 2027 soll keine kostenlose Zuteilung mehr erfolgen. Die kontinuierliche Reduzierung der Emissionsberechtigungen und des Anteils der kostenlosen Zuteilungen fördern den Anstieg des monetären

Wertes der Berechtigungen und verbessern damit die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen.
Der skizzierte Handel mit Emissionsberechtigungen wird durch Emissionsgutschriften ergänzt, die durch Emissionsreduktionen im Rahmen von Klimaschutzprojekten erlangt werden können. So erhalten Unternehmen, die Investitionen für Klimaschutzprojekte in anderen Industriestaaten (Joint Implementation) oder in Entwicklungsländern (Clean Development Mechanism) tätigen, handelbare Emissionsgutschriften, die ebenfalls für die Abrechnung der jährlichen Emissionen an Treibhausgasen verwendet werden können. Durch die beschriebenen marktwirtschaftlichen Instrumente wird letztlich Klimaschutz dort verwirklicht, wo er zu den gesamtwirtschaftlich geringsten Kosten realisiert werden kann.

Die seit Einführung eines europäischen Emissionshandelssystems zu verzeichnende Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland ist in Abbildung 2 dargestellt.

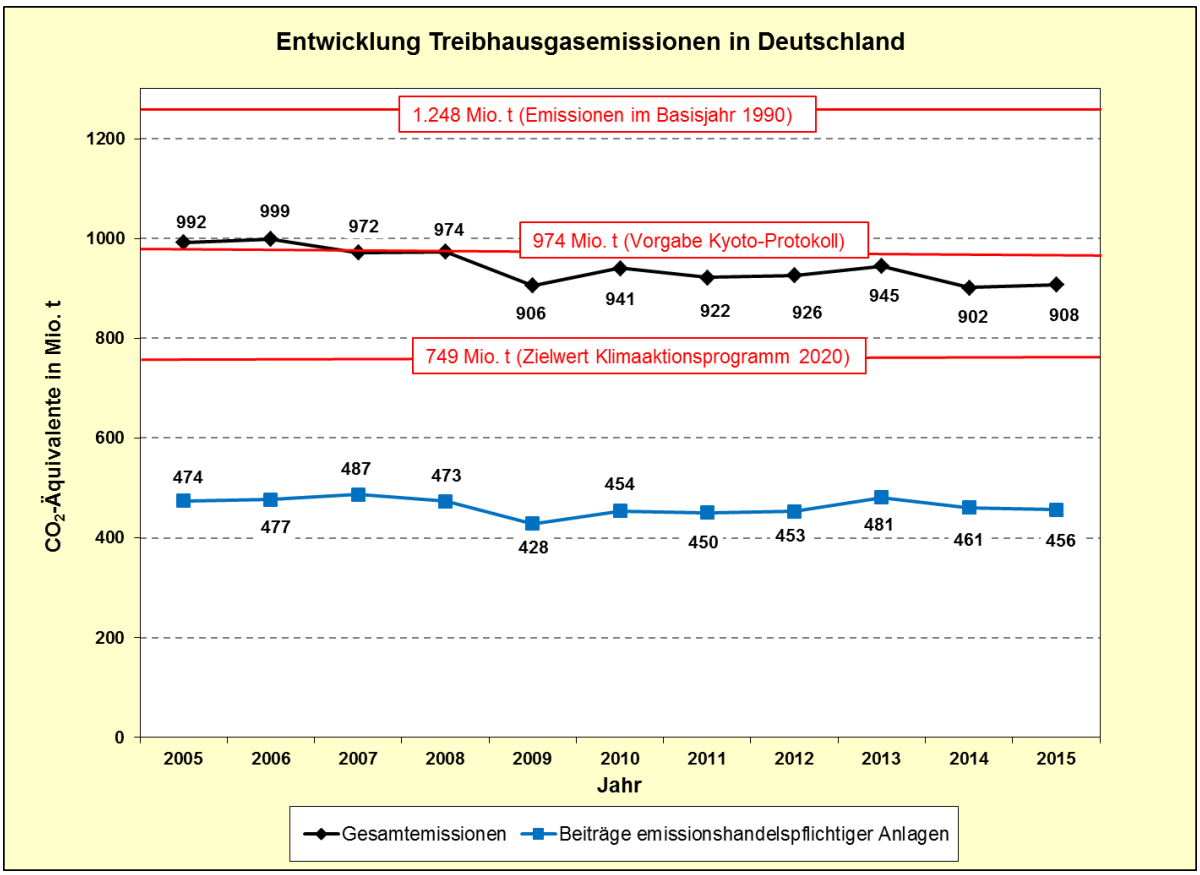


Abbildung 2: Entwicklung der Emissionen an CO_2-Äq in Deutschland seit Einführung des Emissionshandels

Hiernach ist der jährliche Ausstoß von Treibhausgasen im Zeitraum der Jahre 2005 bis 2015 insgesamt um rund 8,5 % zurückgegangen. Die für Deutschland auf Grundlage des Kyoto-Protokolls festgelegte Reduktionsverpflichtung wurde bereits im Jahr 2008 erfüllt. Hingegen ist bereits jetzt absehbar, dass die wesentlich ambitioniertere Zielmarke des nationalen Klimaaktionsprogrammes 2020, welche eine Absenkung der Treibhausgasemissionen um 40 % gegenüber dem Bezugsjahr 1990 vorsieht, recht deutlich verfehlt werden dürfte.

Auf die emissionshandelspflichtigen Anlagen entfallen rund 50 % der jährlichen Treibhausgasemissionen. Die zurückliegende Entwicklung in diesem Bereich zeichnet sich ebenfalls durch einen degressiven Verlauf aus. Bezogen auf die Emissionssituation im Jahr 2005 wurde der Ausstoß im vergangenen Jahr um etwa 4 % verringert. Die Zeitreihen sind allerdings nur bedingt vergleichbar, da der Anwendungsbereich der emissionshandelspflichtigen Anla-

gen jeweils mit Beginn der neuen Handelsperioden ausgeweitet worden ist. Für Schwankungen zeichnen insbesondere konjunkturelle und witterungsbedingte (Wärmenachfrage) Gegebenheiten verantwortlich. So stand der seit Einführung des Emissionshandels registrierte Minimalwert im Jahr 2009 maßgeblich unter dem Einfluss der Finanz- und Wirtschafts-krise.

Der Verlauf der CO_2-Äq der emissionshandelspflichtigen stationären Anlagen in Sachsen-Anhalt seit Einführung des Emissionshandels geht aus Abbildung 3 hervor. Mit einem Ausstoß von 19,9 Mio. t CO_2-Äq im Jahr 2015 liegt das Emissionsniveau der Anlagen in Sachsen-Anhalt etwas über dem Ausgangswert zu Beginn des Emissionshandels. Hierin schlägt sich allerdings die Ausdehnung des Anwendungsbereiches der emissionshandelspflichtigen Anlagen mit Aufnahme der dritten Handelsperiode im Jahr 2013 nieder.

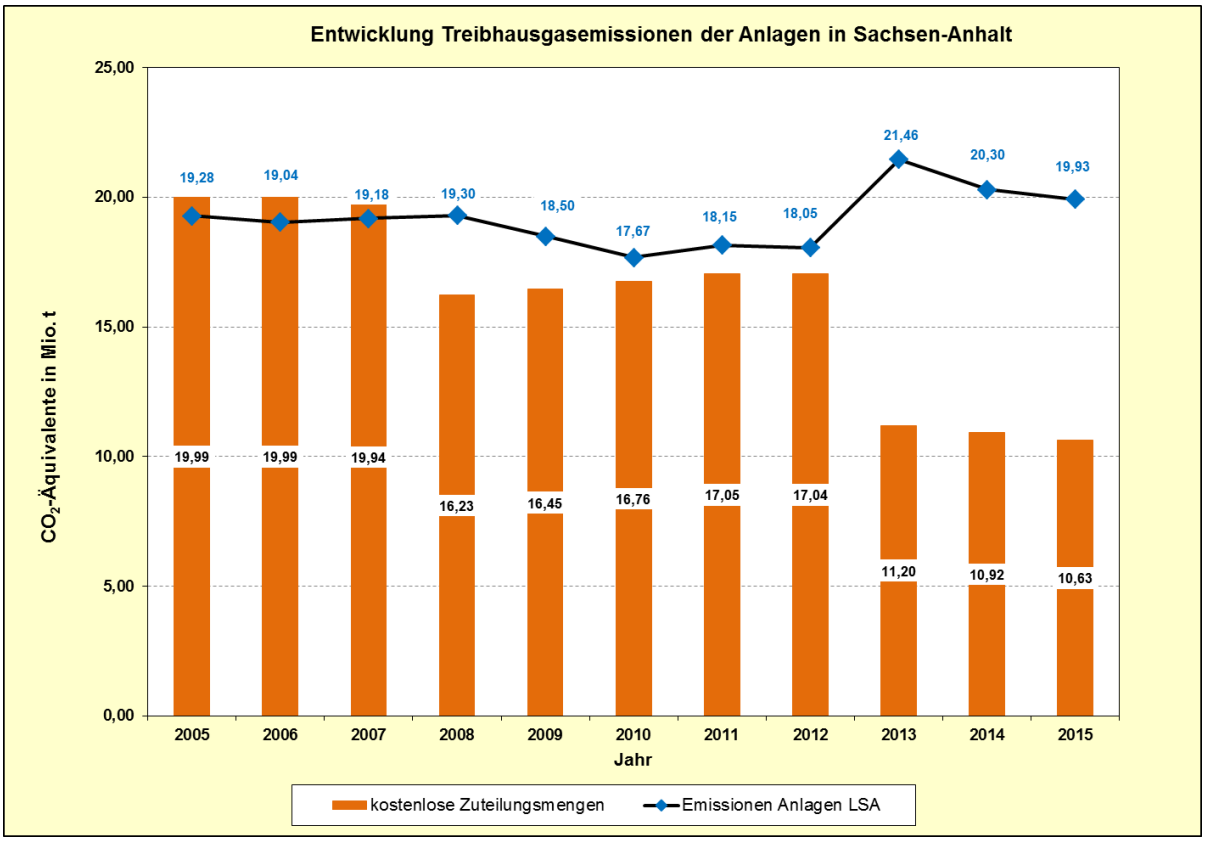


Abbildung 3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen und der kostenlosen Zuteilung von Emissionsberechtigungen in Sachsen-Anhalt

Ausgehend von 21,5 Mio. t CO_2-Äq im ersten Jahr der dritten Handelsperiode hat sich seitdem der Ausstoß an Treibhausgasen der emissionshandelspflichtigen Anlagen in Sachsen-Anhalt kontinuierlich verringert. Abgesehen von einem Rückgang im Anlagenbestand ist diese Abnahme auf eine Senkung der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft zurückzuführen. Hierzu haben die deutlich milderen Witterungen beigetragen. Das Jahr 2014 war für Deutschland das wärmste Jahr seit Aufzeichnung der Temperaturmessungen im Jahr 1881.

Für eine vergleichende Betrachtung sind in Abbildung 3 die Mengen an kostenlos zugeteilten Emissionsberechtigungen aufgetragen. In der ersten Handelsperiode (2005 – 2007) wurden im Mittel mehr Emissionsberechtigungen an die Anlagenbetreiber kostenlos ausgereicht als für die Deckung der Emissionen benötigt worden sind. Auch in der zweiten Handelsperiode (2008 – 2012) konnten die Betreiber der emissionshandelspflichtigen Anlagen in Sachsen-Anhalt rund 90 % ihrer Abgabeverpflichtungen durch kostenlose Zuteilungsmengen decken. Erst seit Beginn der dritten Handelsperiode (2013 – 2020) sind die Zuteilungen an kostenlo-

sen Emissionsberechtigungen deutlich limitiert. So wurde die kostenlose Zuteilung von Emissionsberechtigungen für die Stromerzeugung eingestellt. Der Ausstattungsgrad der kostenlosen Zuteilung belief sich im Jahr 2015 auf 53 %.

In Sachsen-Anhalt waren im Jahr 2015 insgesamt 97 Anlagen am Emissionshandel beteiligt. Neben Anlagen zur Energieumwandlung mit einer Feuerungswärmeleistung ab 20 MW unterliegen energieintensive industrielle Tätigkeiten, wie beispielsweise die Raffination von Erdöl, das Erschmelzen von Roheisen oder Stahl, die Herstellung von Zement, Kalk, Glas, Mineralfasern, keramischen Erzeugnissen, Zellstoff, Papier oder bestimmte Prozesse in der chemischen Industrie (z. B. Herstellung von Wasserstoff, Salpetersäure, Soda, organische Grundchemikalien) der Verpflichtung zur Teilnahme am europäischen Emissionshandel. Biogasanlagen und Anlagen zur Verbrennung von Biomasse, Siedlungsabfällen oder gefährlichen Abfällen sind hingegen vom Anwendungsbereich des Emissionshandels ausgenommen.

Die nachstehende Tabelle 4 zeigt die Zuordnung der emissionshandelspflichtigen Anlagen in Sachsen-Anhalt nach Sektoren und Tätigkeiten.

Tabelle 4: Übersicht der emissionshandelspflichtigen Anlagen Sachsen-Anhalts im Jahr 2015 (drittes Jahr der dritten Handelsperiode)

Branchen / Tätigkeit	Anzahl
Gesamtbestand	**97**
davon Sektor Energiewirtschaft	**45**
Energieumwandlung ≥ 50 MW Feuerungswärmeleistung (FWL)	31
Energieumwandlung 20–50 MW FWL	12
Antriebsmaschinen (Turbinen)	2
davon Sektor Verbrennung (Prozessfeuerungen ≥ 20 MW FWL)	**4**
davon Sektor Raffinerien	**2**
davon Sektor Eisen- und Nichteisenmetallindustrie	**4**
Verarbeitung von Eisenmetallen	1
Verarbeitung von Nichteisenmetallen	3
davon Sektor Mineralverarbeitende Industrie	**23**
Herstellung von Zementklinker	2
Herstellung von Kalk	10
Herstellung von Glas	6
Herstellung von Keramik	4
Herstellung von Mineralfasern	1
davon Sektor Papier- und Zellstoffindustrie	**4**
Herstellung von Zellstoff	1
Herstellung von Papier	3
davon Sektor Chemische Industrie	**15**

Bezogen auf alle in Deutschland im dritten Jahr der dritten Handelsperiode am Emissionshandel beteiligten Anlagen (1.889)[3] entfällt auf Sachsen-Anhalt ein Anteil von 5,1 %. Die prozentuale Verteilung der im Jahr 2015 emittierten Treibhausgase in Sachsen-Anhalt auf die einzelnen Sektoren ist aus Abbildung 4 ersichtlich.

[3] Treibhausgasemissionen 2015 Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland; Herausgeber: Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt, Mai 2016

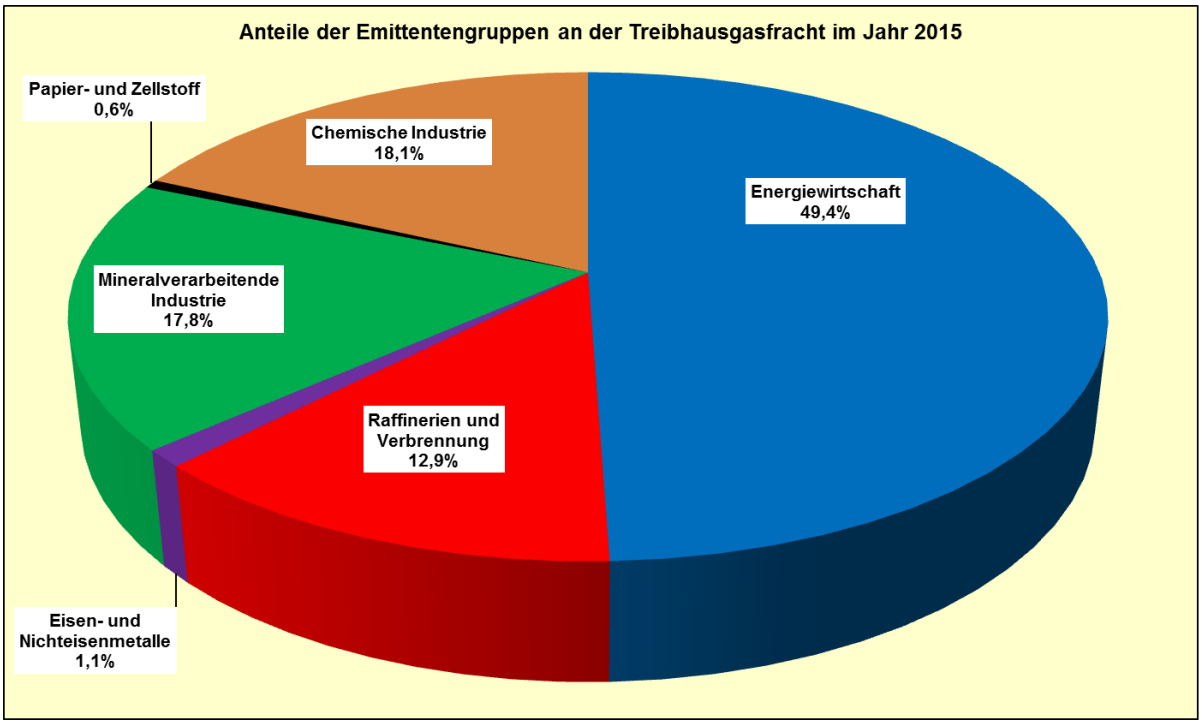


Abbildung 4: Tätigkeitsbezogene prozentuale Verteilung der Emissionen an CO_2-Äq aller emissionshandelspflichtigen Anlagen Sachsen-Anhalts im Jahr 2015

Mit rund 50 % verzeichnete der Energiewirtschaftssektor im Jahr 2015 den größten Anteil der freigesetzten Treibhausgase aller emissionshandelspflichtigen Anlagen in Sachsen-Anhalt. Zu beachten ist hierbei, dass diesem Sektor nicht nur Anlagen von Energieversorgungsunternehmen angehören. Vielmehr werden industrielle Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung über 20 MW ebenfalls dem Energiewirtschaftssektor zugeordnet, sofern die industrielle Tätigkeit als solches emissionshandelspflichtig ist, jedoch die Produktionsleistung unterhalb des maßgebenden Schwellenwertes liegt.

Zu den größten Emittenten in Sachsen-Anhalt gehörten im vergangenen Jahr ein Braunkohlekraftwerk (5,7 Mio. t CO_2-Äq), eine Raffinerie (2,1 Mio. t CO_2-Äq) sowie zwei Anlagen zur Herstellung von Ammoniak (4,5 Mio. t CO_2-Äq). Allein auf diese vier Anlagen entfielen deutlich mehr als die Hälfte der in Sachsen-Anhalt freigesetzten emissionshandelspflichtigen Treibhausgase.

1.3 Verkehrsbedingte Emissionen

Die Zahl der insgesamt zugelassenen Kraftfahrzeuge in Sachsen-Anhalt erhöhte sich im Jahr 2015 nur leicht und betrug 1.433.562 Kraftfahrzeuge. In der offiziellen Statistik des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) werden seit dem 01.01.2008 nur noch angemeldete Fahrzeuge ohne vorübergehende Stilllegungen/Außerbetriebssetzungen erfasst.
Bei den Pkw-Zulassungen war ein leichter Anstieg (+ 0,3 %) zu verzeichnen. Zum 01.01.2016 waren 1.193.889 Pkw im Land Sachsen-Anhalt zugelassen. Die Zuwachsrate bei den motorisierten Zweirädern (Kräder) beträgt 2,1 % (87.032 Kräder). Bei den Nutzfahrzeugen war im abgelaufenen Jahr ein Bestandszuwachs von rund 3 % zu verzeichnen. Insgesamt wuchs die Anzahl der Kfz in Sachsen-Anhalt im Jahr 2015 um 0,7 %. Die Entwicklung des Bestandes der Kfz-Arten auf dem Gebiet des Landes Sachsen-Anhalt in der Zeit von 1981 bis zum Jahr 2016 zeigt die folgende Abbildung 5.

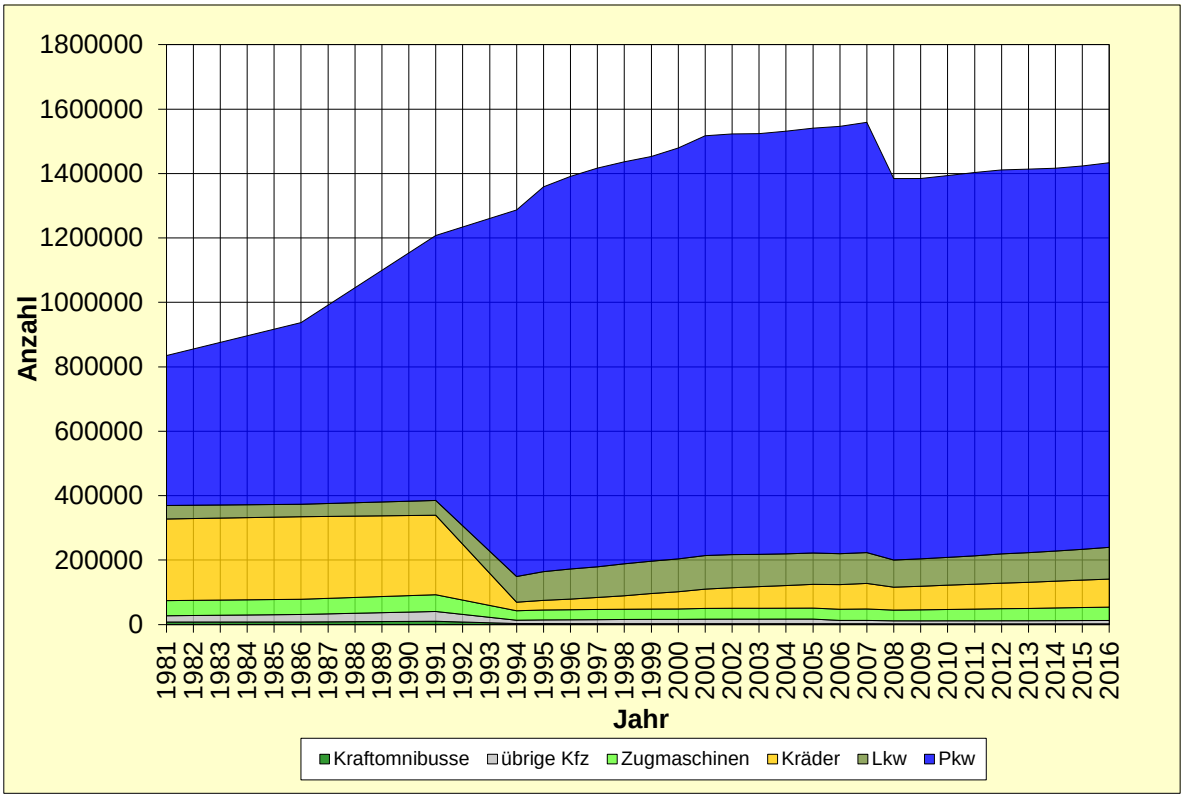


Abbildung 5: Entwicklung der Kfz-Zahlen auf dem Gebiet des Landes Sachsen-Anhalt jeweils zum 01. Januar des genannten Jahres

In der folgenden Abbildung 6 ist die Entwicklung der Pkw-Zahlen in den jeweiligen Emissionsgruppen der Europäischen Abgasgesetzgebung dargestellt[4].

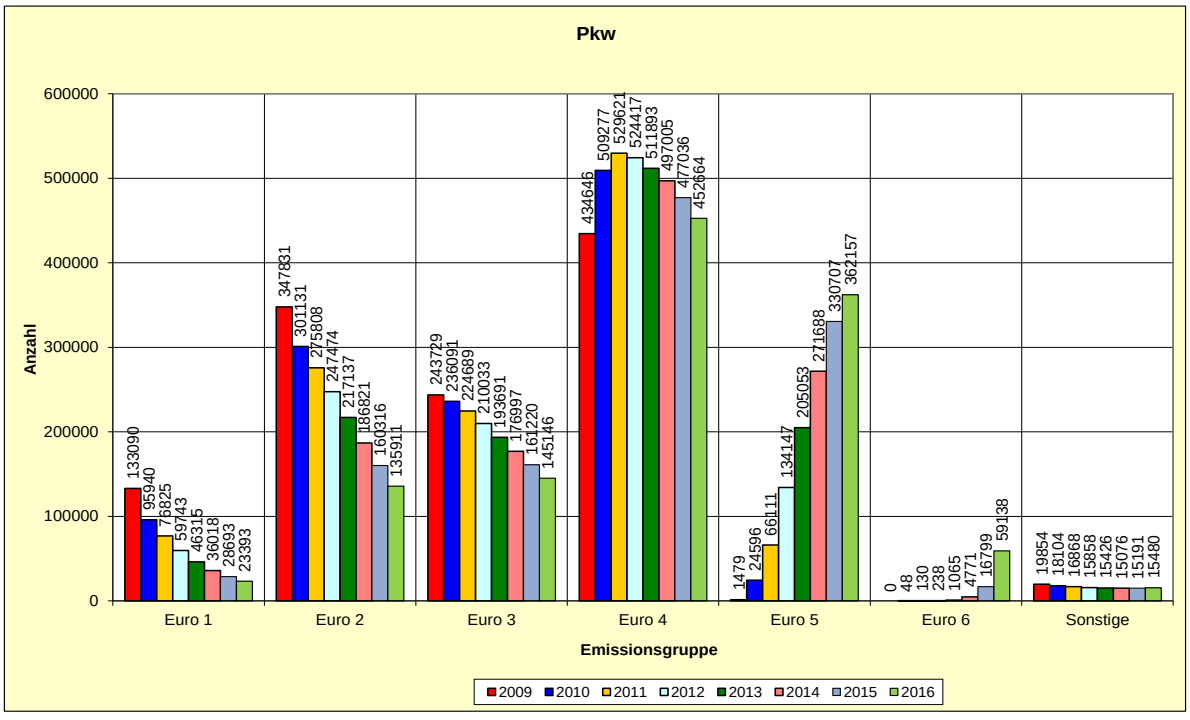


Abbildung 6: Zeitliche Entwicklung der Pkw-Zahlen in den einzelnen Emissionsgruppen im Land Sachsen-Anhalt (jeweils zum 01. Januar des genannten Jahres)

[4] Datenquelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, Jahr 2016

Die Übersicht über die Entwicklung der letzten acht Jahre zeigt, dass die Emissionsgruppen Euro 5 und Euro 6, die die modernste Motoren- und Abgasreinigungstechnik repräsentieren, noch relativ schwach besetzt sind. Dennoch ist ein positiver Trend hin zu schadstoffärmeren Fahrzeugen zu erkennen. Immerhin 73,2 % (Vorjahr 69,3 %) der Pkw-Flotte im Land erfüllen die Schadstoffnorm Euro 4 oder besser. Dies ist insbesondere wichtig, da die Senkung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen nahezu ausschließlich durch technische Maßnahmen am Fahrzeug realisiert werden muss.

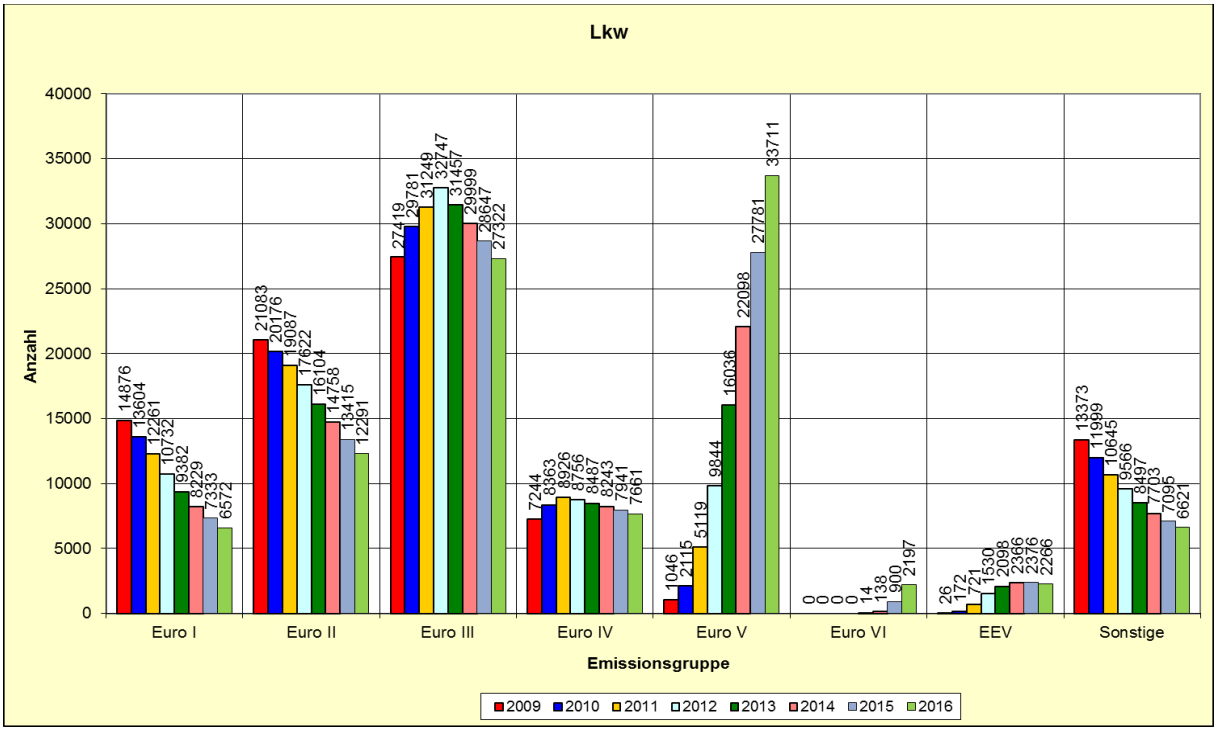


Abbildung 7: Zeitliche Entwicklung der Lkw-Zahlen in den einzelnen Emissionsgruppen im Land Sachsen-Anhalt

Bei den Nutzfahrzeugen, hier am Beispiel des Lkw-Bestandes zu erkennen (Abbildung 7), vollzieht sich die Umwälzung des Bestandes noch langsamer als bei der Pkw-Flotte. Hier erfüllen lediglich 46,5 % (Vorjahr 40,8 %) des Fahrzeugbestandes die Anforderungen der Schadstoffnormen Euro IV oder besser.

Eine spürbare Senkung der Verkehrsleistungen ist auf absehbare Zeit kaum zu erwarten. Dies unterstreichen die drei folgenden Abbildungen, die die zeitliche Entwicklung der gesamten Fahrleistungen des Straßenverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland beinhalten.

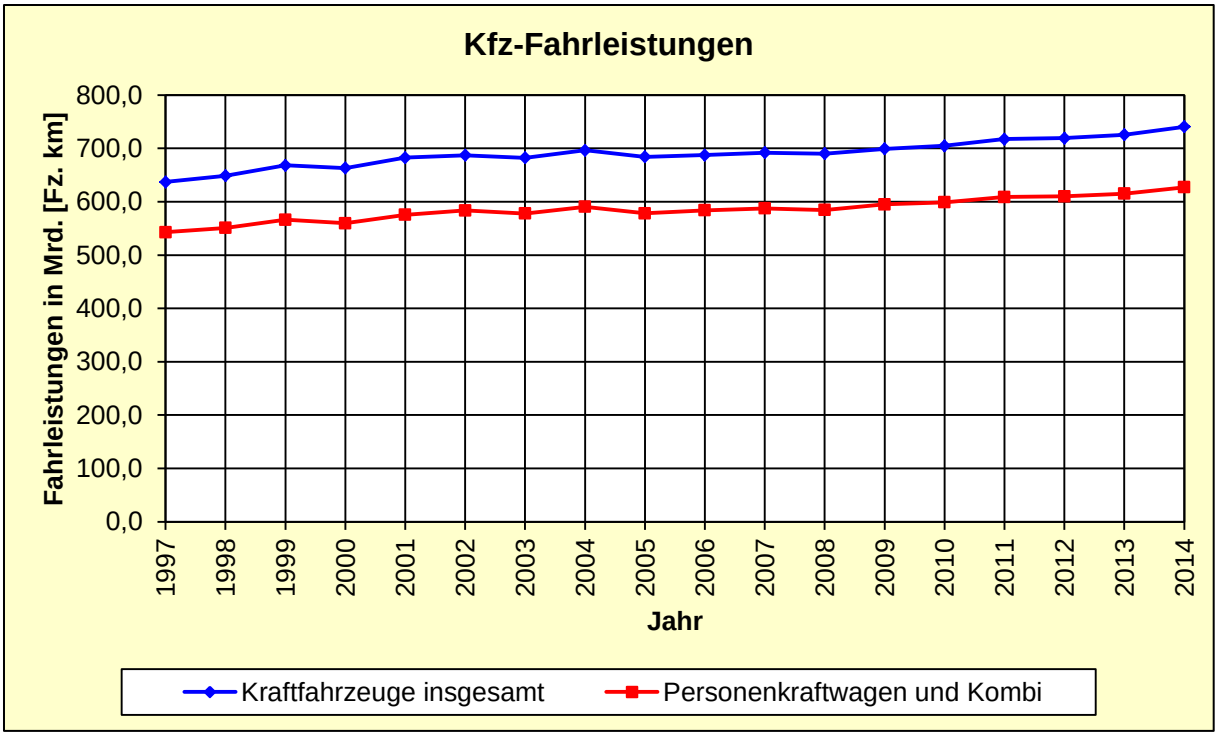


Abbildung 8: Entwicklung der gesamten und der Pkw-Fahrleistungen in den Jahren 1997 bis 2014 in Deutschland[5]

Die folgende Abbildung 9 zeigt im Einzelnen die Entwicklung der Fahrleistungen für Pkw mit Otto- und Dieselmotoren.

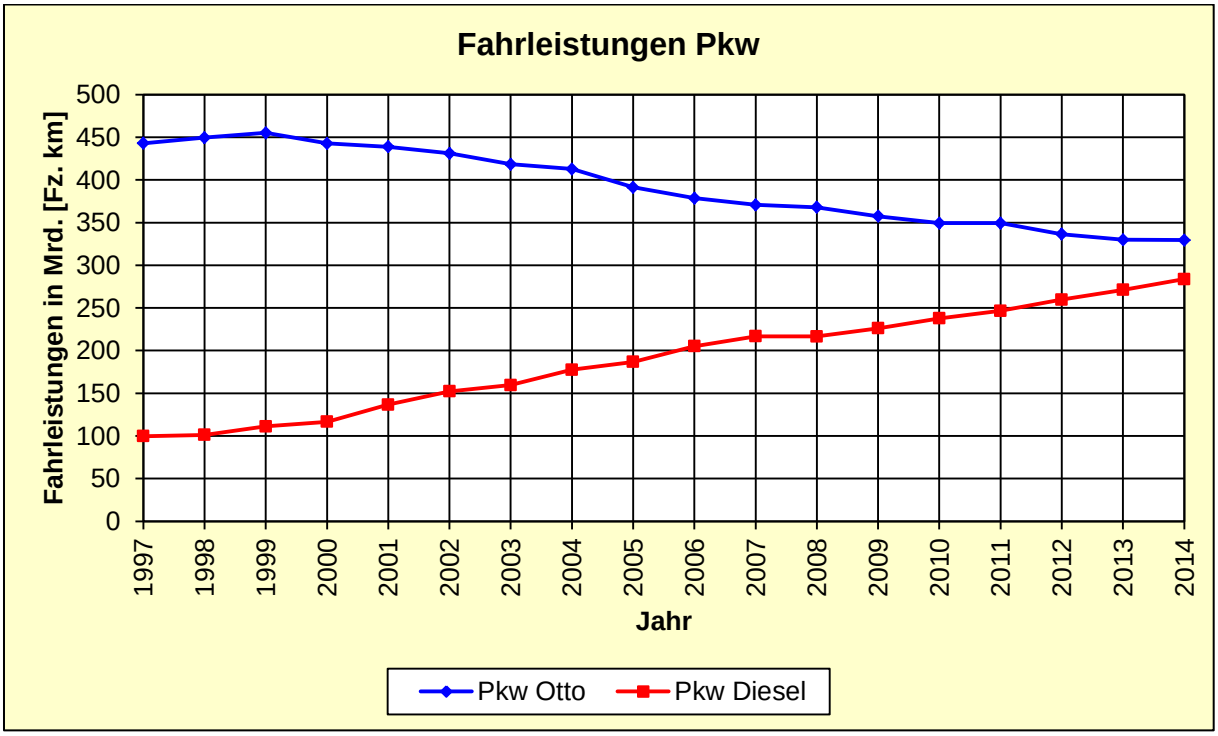


Abbildung 9: Zeitliche Entwicklung der Fahrleistungen für Otto- und Diesel-Pkw in Deutschland

[5] Quelle: Verkehr in Zahlen 2015/2016 DVV Media Group GmbH, Hamburg 2015

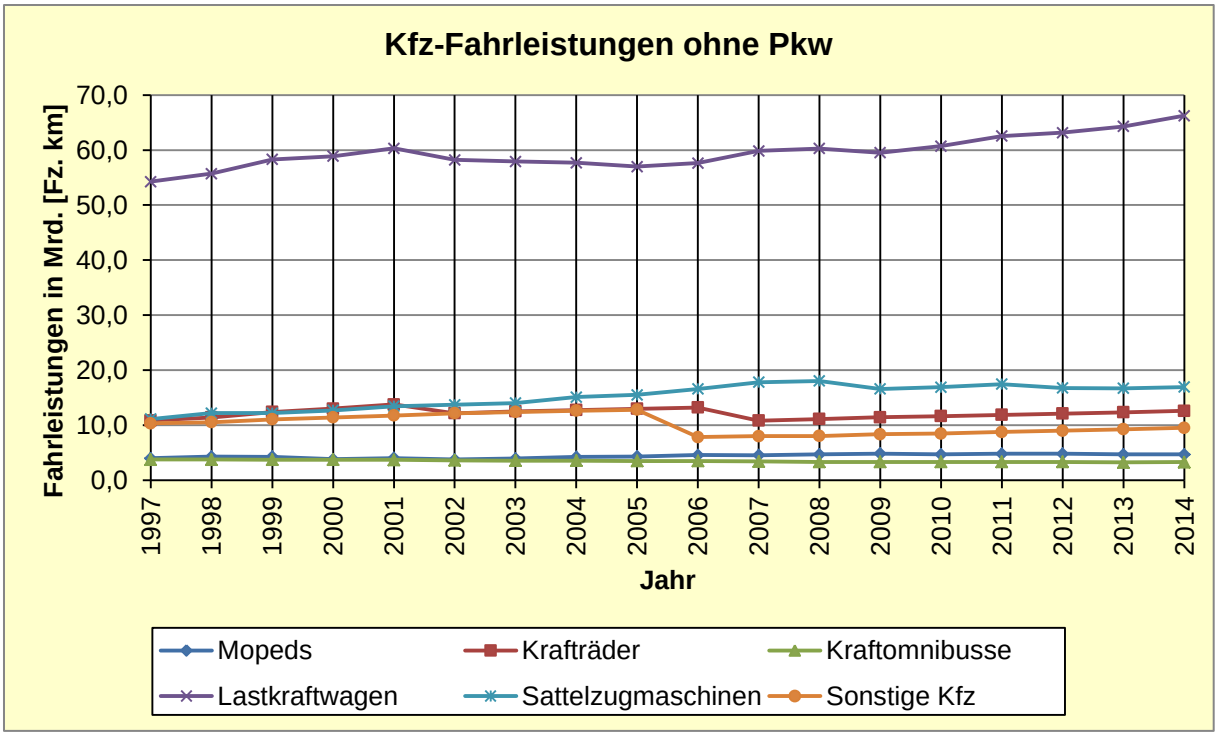


Abbildung 10: Entwicklung der Kfz-Fahrleistungen (außer Pkw) in den Jahren 1997 bis 2014 in Deutschland

Bei nahezu allen Fahrzeugarten sind die Fahrleistungen in dem betrachteten Zeitraum leicht ansteigend bzw. zumindest konstant. Erfreulicherweise sinken dagegen die vom Straßenverkehr verursachten Schadstoffemissionen. Die folgenden Abbildungen zeigen sowohl den Trend der Entwicklung der Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs als auch den Trend der Entwicklung der Emissionen aller Emittentengruppen sowie das jeweilige Verhältnis der verkehrsbedingten Emissionen zu den Gesamtemissionen[6].

[6] Quelle: Verkehr in Zahlen 2015/2016 DVV Media Group GmbH, Hamburg 2015

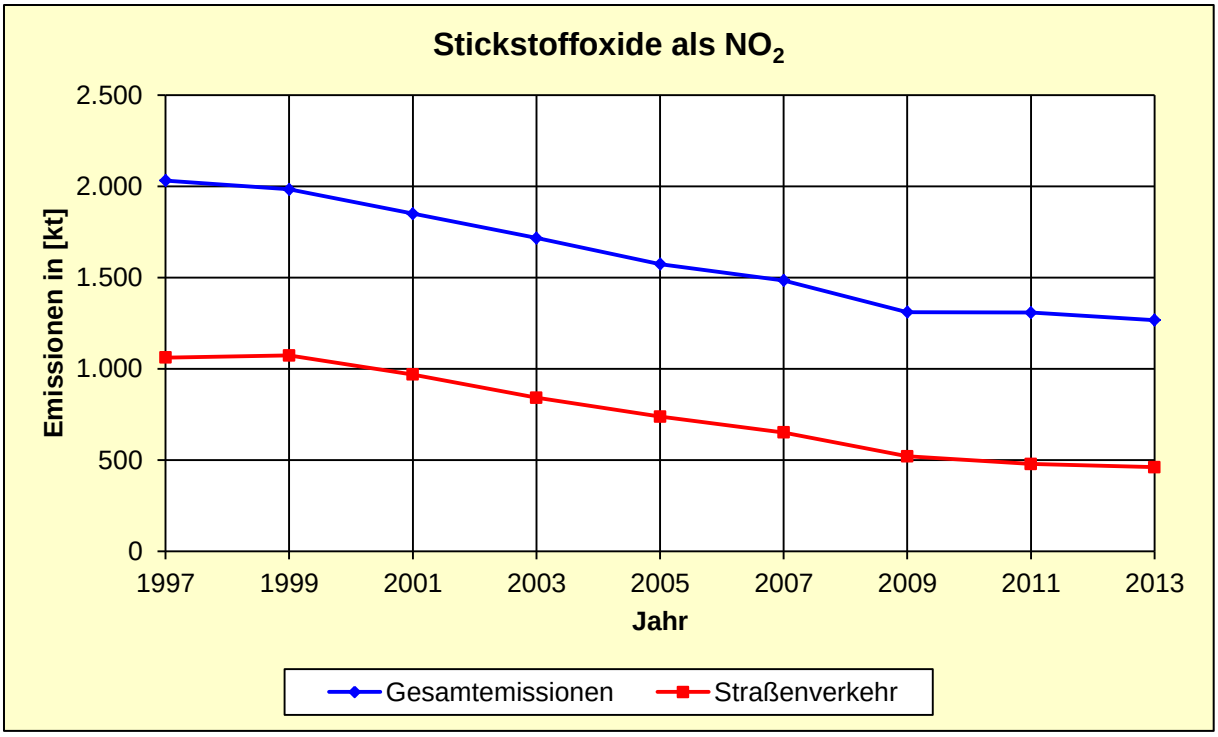


Abbildung 11: Entwicklung der Stickstoffoxidemissionen (als NO_2) in Deutschland für alle Emittentengruppen und den Straßenverkehr

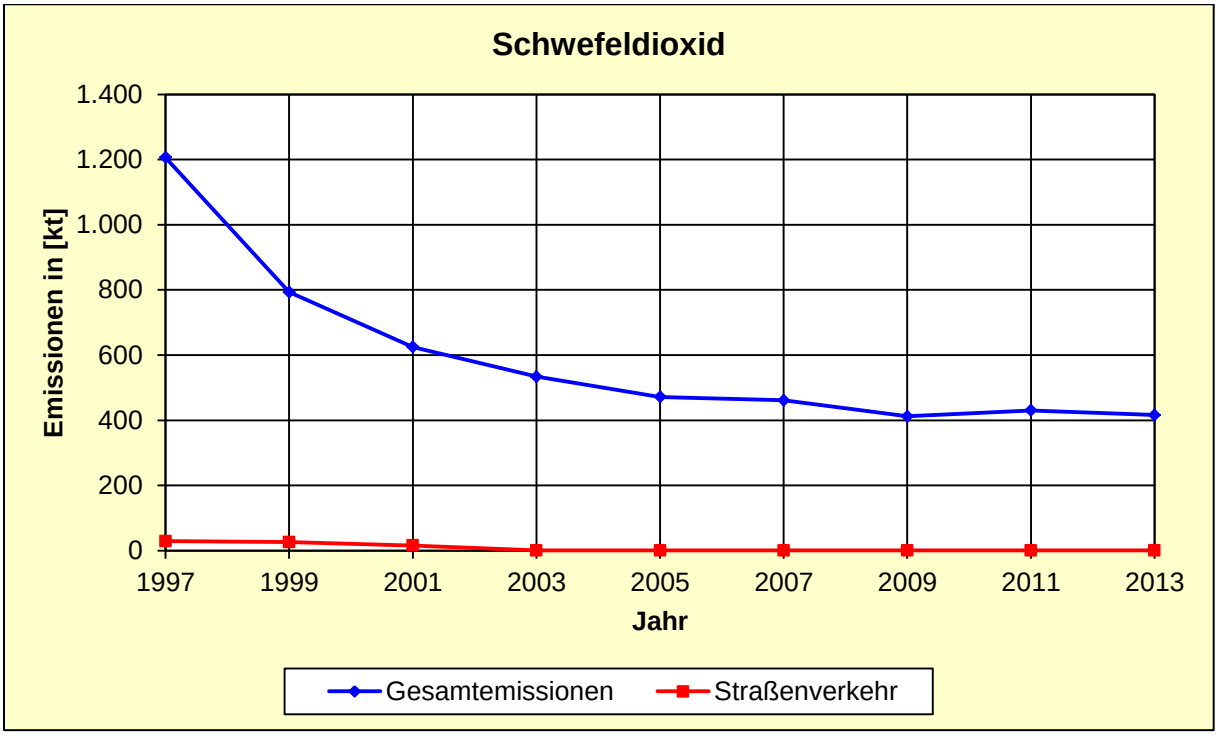


Abbildung 12: Entwicklung der Schwefeldioxidemissionen in Deutschland für alle Emittentengruppen und den Straßenverkehr

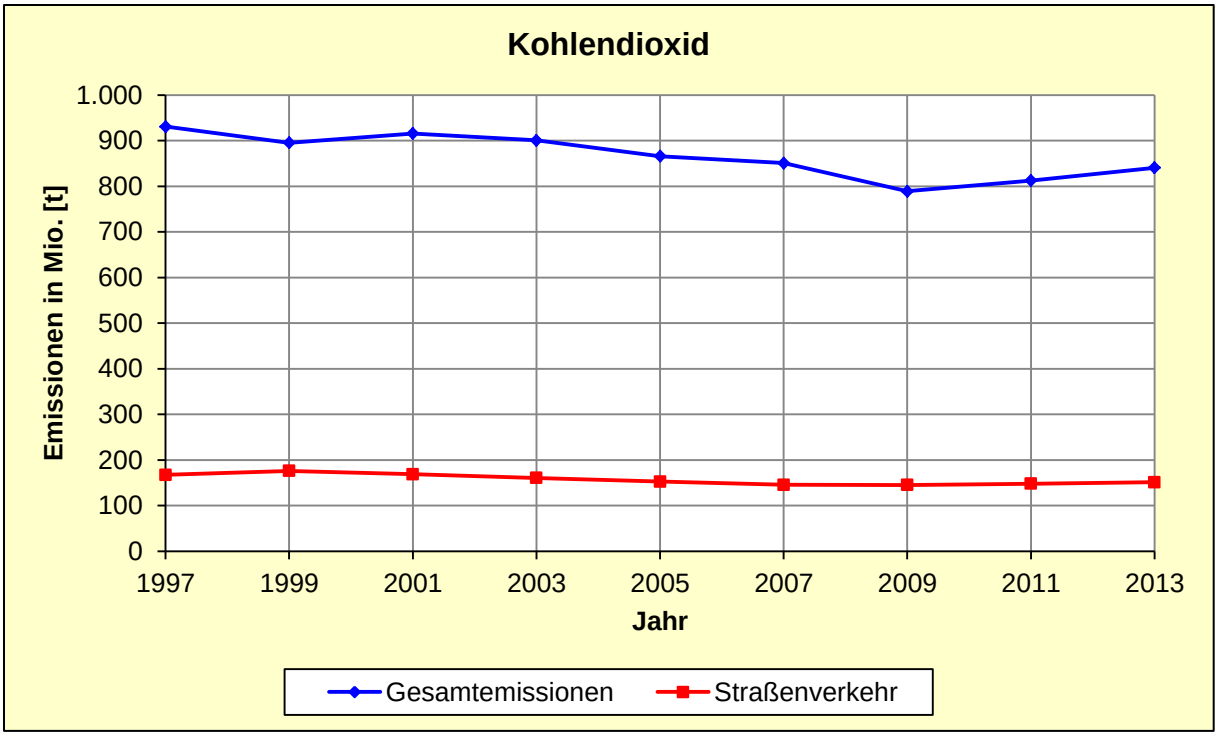


Abbildung 13: Entwicklung der Kohlendioxidemissionen in Deutschland für alle Emittentengruppen und den Straßenverkehr

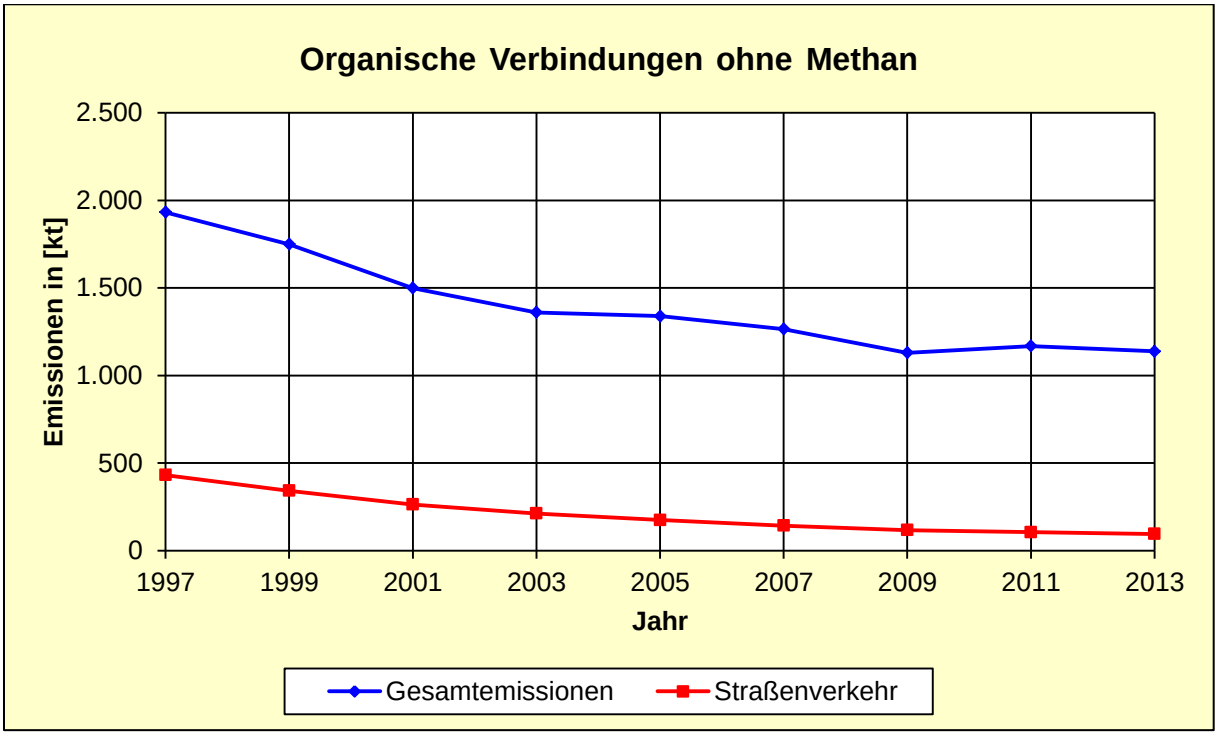


Abbildung 14: Entwicklung der Emissionen organischer Verbindungen ohne Methan (NMHC) in Deutschland für alle Emittentengruppen und den Straßenverkehr

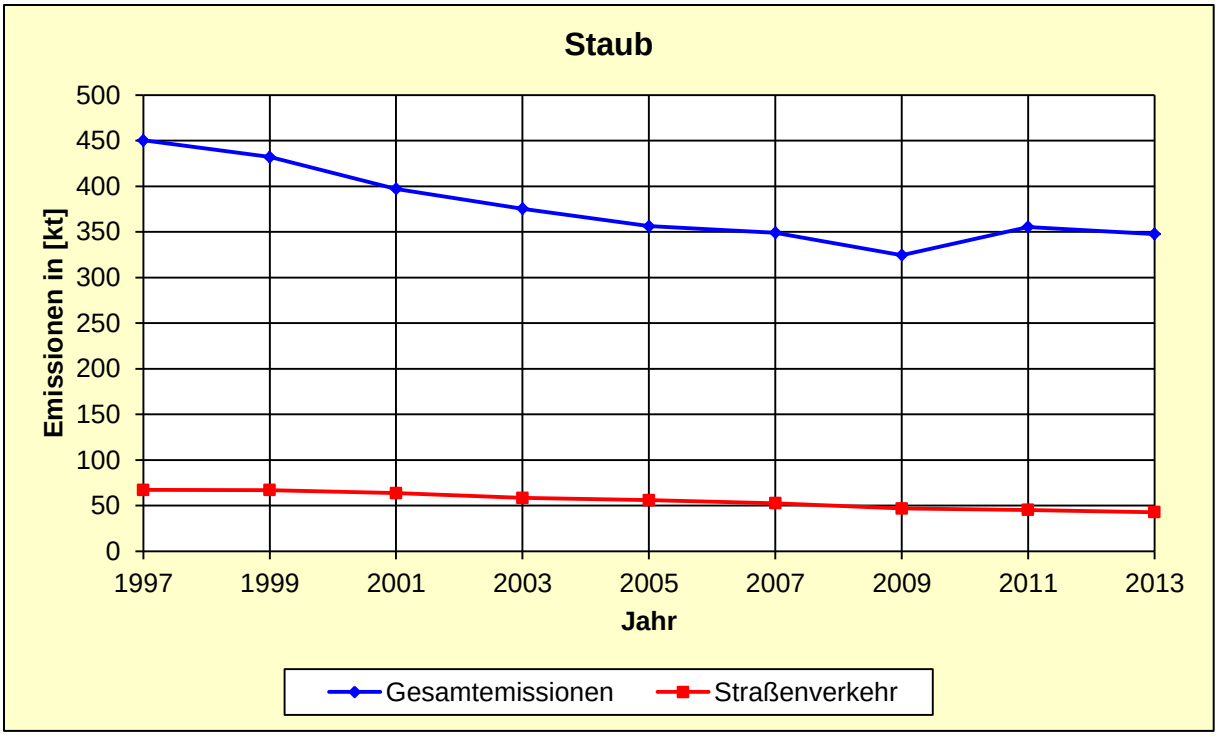


Abbildung 15: Entwicklung der Staubemissionen in Deutschland für alle Emittentengruppen und den Straßenverkehr

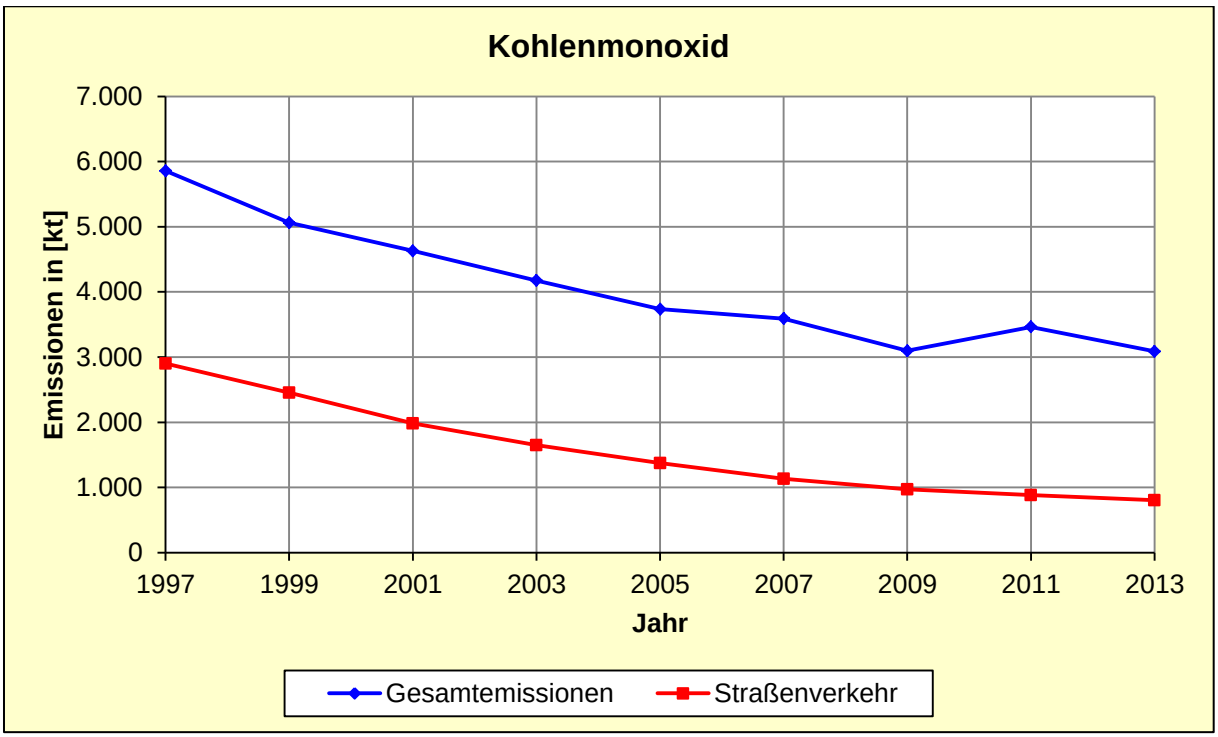


Abbildung 16: Entwicklung der Kohlenmonoxidemissionen in Deutschland für alle Emittentengruppen und den Straßenverkehr

Der Trend sinkender Schadstoffemissionen setzt sich weiter fort. Dennoch müssen weiterhin große Anstrengungen unternommen werden, um die Emissionen des Straßenverkehrs weiter zu senken. Dies betrifft insbesondere die klimaschädlichen Kohlendioxidemissionen und die gesundheitsschädigenden Feinstaub- und Stickstoffoxidemissionen.

1.4 Emissionsmessungen

Dem LAU wurden bisher 1176 Messberichte über im Jahr 2015 durchgeführte quellenbezogene Emissionsermittlungen vorgelegt. Hierbei handelt es sich um erstmalige oder wiederkehrende Messungen bzw. zur Kalibrierung und Funktionsprüfung von automatischen Emissionsmesseinrichtungen durchgeführte Ermittlungen, die von nach § 29b i. V. m. § 26 BImSchG bekannt gegebenen privaten Messinstituten vorgenommen worden sind.

Für insgesamt 69 weitere, im Jahr 2015 geplante Ermittlungen (Jahr 2014: 226) liegt bislang (Stand: 16.06.2016) lediglich ein Messplan vor, während die Übermittlung der Messberichte noch aussteht. Damit standen rund 9 % der Messberichte zu den für das Berichtsjahr 2015 geplanten Emissionsermittlungen (Jahr 2014: 29 %) für nachfolgende statistische Erhebungen nicht zur Verfügung.

1.4.1 Erstmalige und wiederkehrende Emissionsermittlungen

Im Jahr 2015 wurden im Land Sachsen-Anhalt 1001 erstmalige und wiederkehrende (sogenannte Einzelmessungen) sowie die für eine Bescheinigung über die Einhaltung des Formaldehyd-Grenzwertes bei Biogas-Verbrennungsmotoranlagen nach § 27 Abs. 5 und § 66 Abs.1 Nr. 4a des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (Bestandsanlagen, EEG 2009) geforderten Emissionsermittlungen durchgeführt.

In Abbildung 17 ist die quantitative Entwicklung der seit dem Jahr 1991 jährlich durchgeführten Einzelmessungen auf Grundlage der im LAU vorliegenden Berichte dargestellt. Der für das aktuelle Berichtsjahr 2015 gegenüber den Vorjahren erkennbare sprunghafte Anstieg der Anzahl von Einzelmessungen (erstmalige und wiederkehrende Messungen sowie Messungen nach EEG) ist auf die deutliche Verringerung der Anzahl ausstehender Ermittlungsberichte zurückzuführen.

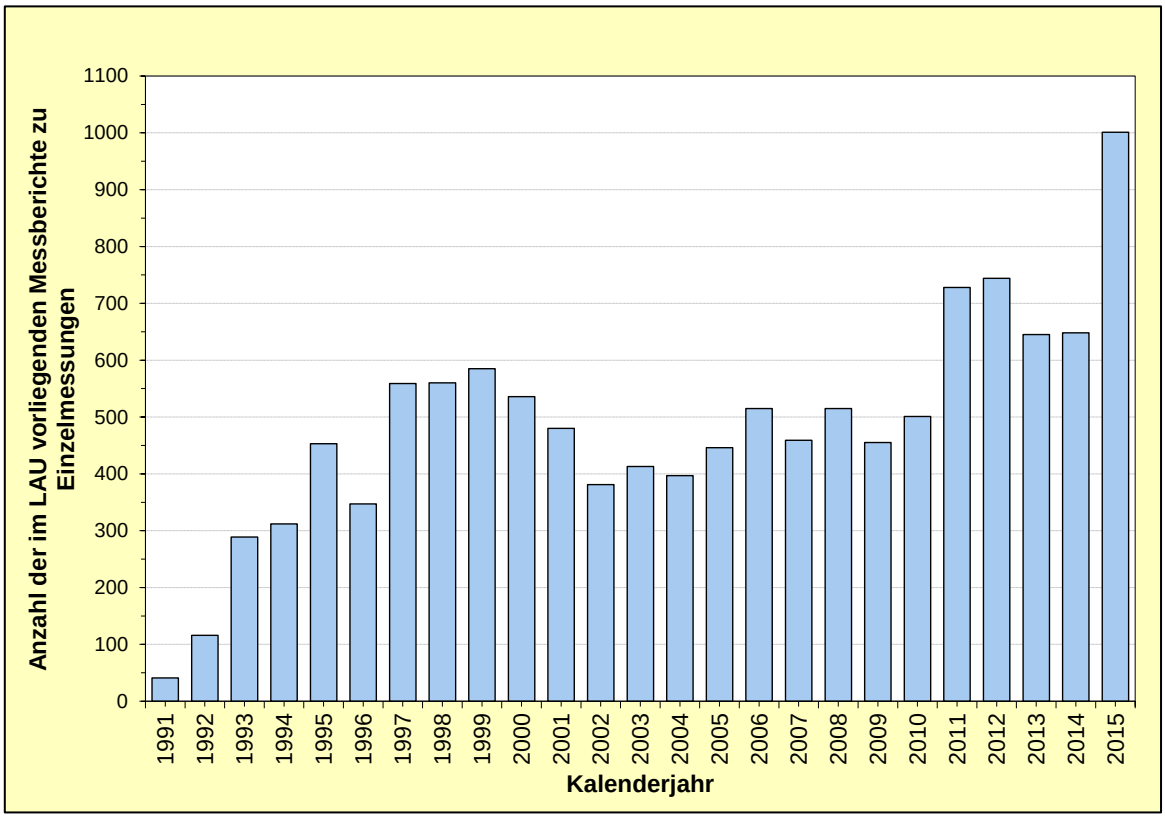


Abbildung 17: Anzahl der Emissionsermittlungen durch Einzelmessungen im Jahresvergleich

Die Anlagen, an denen die Einzelmessungen erfolgten, sind technologiebezogen im Anhang Tabelle A 4 aufgelistet und in Abbildung 18 grafisch dargestellt.
Bei den im Jahr 2015 durchgeführten Einzelmessungen handelt es sich um Emissionsermittlungen an einer Vielzahl unterschiedlicher Anlagentypen. Sie sind zum größten Teil dem Bereich Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie (52 %) sowie den Bereichen Steine, Erden, Glas, Keramik, Baustoffe und Chemische Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraffination zuzuordnen. Mehr als 35 % der Anlagen, an denen Einzelmessungen erfolgten, sind Biogas-Verbrennungsmotoranlagen. Darunter fallen auch Biogasanlagen, die keiner immissionsschutzrechtlichen, sondern lediglich einer baurechtlichen Genehmigung bedürfen.

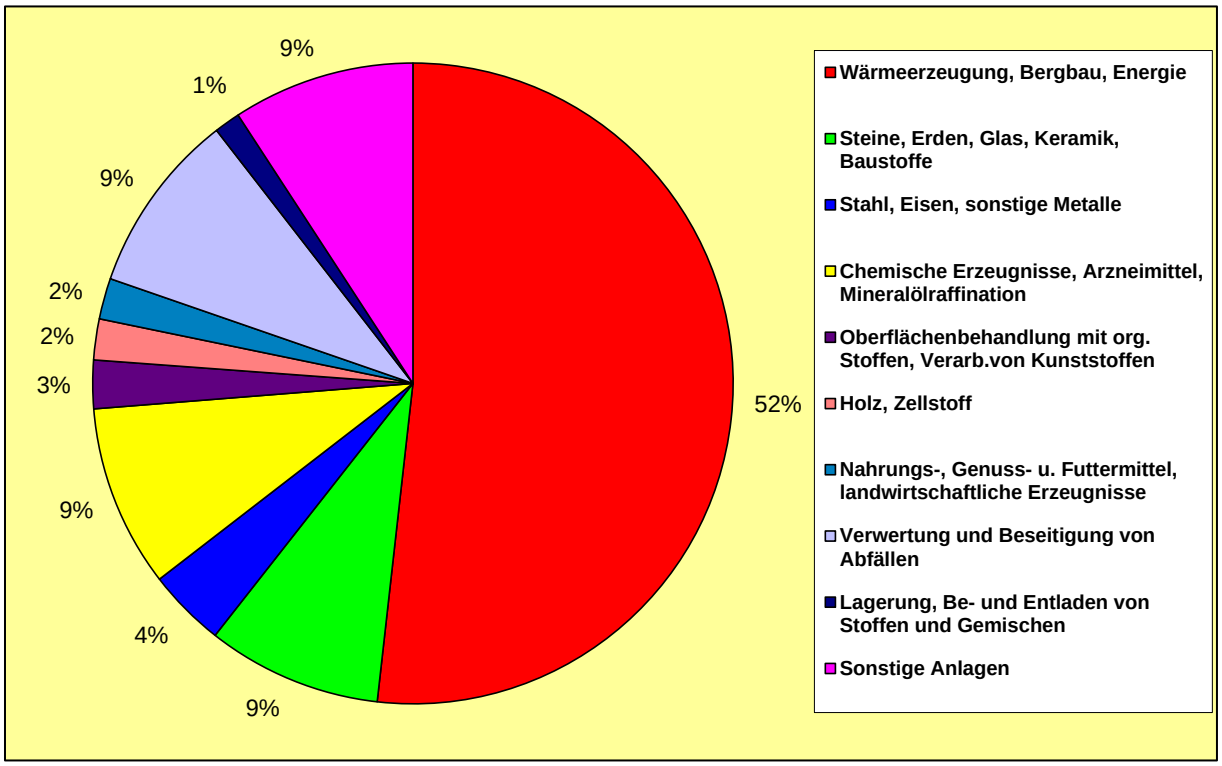


Abbildung 18: Emissionsermittlungen an Anlagen nach 4. BImSchV

1.4.2 Kalibrierung und Funktionsprüfung von automatischen Emissionsmesseinrichtungen

Nach den dem LAU vorliegenden Berichten wurden im Jahr 2015 durch bekannt gegebene Stellen quellenbezogen 62 Kalibrierungen der vor Ort fest eingebauten automatischen Emissionsmesseinrichtungen und 175 Funktionsprüfungen von Messeinrichtungen bzw. Auswerteeinrichtungen (siehe Spalten „Kalibrierungen“, „Funktionsprüfungen“ in Tabelle A 4 im Anhang, Abbildung 19) durchgeführt.
Der für das aktuelle Berichtsjahr 2015 erkennbare Anstieg der Anzahl von Funktionsprüfungen/Kalibrierungen gegenüber dem Vorjahr ist auf die deutliche Verringerung der Anzahl ausstehender Berichte zurückzuführen.

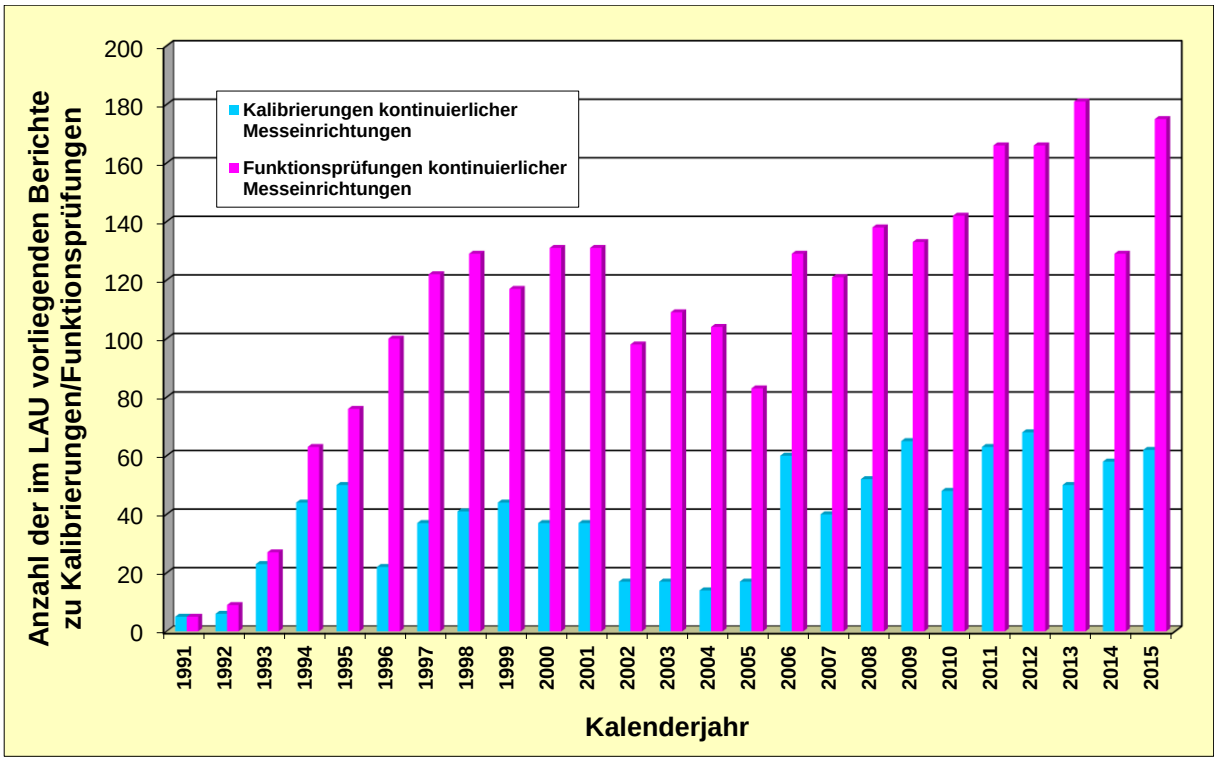


Abbildung 19: Anzahl der Kalibrierungen und Funktionsprüfungen (quellenbezogen) kontinuierlich arbeitender Messeinrichtungen im Jahresvergleich

1.4.3 Prüfung der Ermittlungstätigkeit von Messinstituten

Im Jahr 2015 haben insgesamt 27 der in der Bundesrepublik Deutschland nach § 29b i. V. mit § 26 BImSchG bekannt gegebenen Stellen in Sachsen-Anhalt angeordnete Emissionsermittlungen im Luftbereich durchgeführt. Nach dem Vorjahr (22 Stellen) ist damit erneut eine Zunahme der Stellenanzahl zu verzeichnen. Nahezu zwei Drittel der Ermittlungen wurden wie in den vergangenen Jahren von den drei mit Firmensitz oder mit einer Niederlassung in Sachsen-Anhalt ansässigen Stellen ausgeführt.
Durch diese auf dem Wege eines Bekanntgabeverfahrens eignungsgeprüften Stellen ist die ordnungsgemäße, normen- und qualitätsgerechte Ermittlungsdurchführung auf Grundlage der hierzu im Land Sachsen-Anhalt getroffenen Verfahrensfestlegungen sicherzustellen. Dazu sind sämtliche Ermittlungen im vom Gesetzgeber geregelten Bereich durch die messdurchführenden Stellen den zuständigen Überwachungsbehörden und dem LAU mittels betreffender Messplanungen anzuzeigen und anhand der bundeseinheitlichen Musterberichte über die Durchführung von Emissionsmessungen bzw. von Funktionsprüfungen/Kalibrierungen zu dokumentieren.
Das LAU erfasst sowohl die Messplanungen und Ermittlungsberichte wie auch deren signifikante Daten zur Anlage (Standort, Betreiber, Zuordnung entsprechend 4. BImSchV), zur Messung (Messanlass, durchführende Stelle) sowie zur Überwachung der Tätigkeit der Messinstitute durch die Behörden (Forderungen zu Nachbesserungen von Messplänen oder Messberichten, Nachmessungen, Ergebnisse von Vor-Ort-Kontrollen der Messtätigkeit…).

Neben der Berichtsprüfung durch die zuständigen Überwachungsbehörden (ob mit der Ermittlung der Messanordnung entsprochen wurde und die jeweiligen Emissionsbegrenzungen eingehalten sind) erfolgt zudem durch das LAU stichprobenartig oder auf Anforderung durch die zuständigen Überwachungsbehörden die Begutachtung von Messplänen und Messberichten zu Emissionsermittlungen. Seit Inkrafttreten der Bekanntgabeverordnung - 41. BImSchV - am 02.05.2013 ist diese Aufgabe gesetzlich verankert. Demnach nimmt das

LAU als die für die Bekanntgabe von Stellen nach § 29b i. V. mit § 26 BImSchG zuständige Behörde des Landes Sachsen-Anhalts an Ermittlungen teil oder prüft das Ergebnis der Ermittlung. Hierbei werden die Plausibilität der Ermittlungsergebnisse sowie die Anwendung normenkonformer Mess- und Analyseverfahren unter Einsatz der im Akkreditierungs- bzw. Bekanntgabeverfahren geprüften sachlichen und personellen Ausstattung der messdurchführenden Stelle und die Umsetzung von Qualitätssicherungsmaßnahmen geprüft.
Die zuständigen Überwachungsbehörden werden bei Mängeln über das Prüfergebnis durch das LAU informiert und es werden Empfehlungen zur behördlichen Verwendung der Messergebnisse gegeben.
Im Jahr 2015 wurden durch das LAU 38 Messpläne und 36 Messberichte begutachtet.
Im Ergebnis der Prüfungen durch das LAU wurde ca. die Hälfte der geprüften Messpläne und dreiviertel der geprüften Messberichte (Abbildung 21) als mängelbehaftet beanstandet. Dabei wiesen 30 % der geprüften Messberichte und 13 % der geprüften Messpläne Mängel auf, die als kritisch einzuschätzen sind.
Die Bewertung der bei diesen Prüfungen festgestellten Mängel erfolgt nach vergleichbaren Kriterien. Für das Messinstitut können sich Konsequenzen von der Abgabe einer Stellungnahme zum Sachverhalt oder einer Nachbesserung des Messberichtes bis hin zur Wiederholung der Messung ergeben. Bei wiederholter Feststellung kritischer Mängel sind eine Beschränkung oder gar der Entzug (Widerruf) der Bekanntgabe möglich. In der Regel können Mängel durch Stellungnahmen und Nachbesserungen behoben werden. Die Durchführung einer Wiederholungsmessung war im Jahr 2015 in zwei Fällen notwendig.

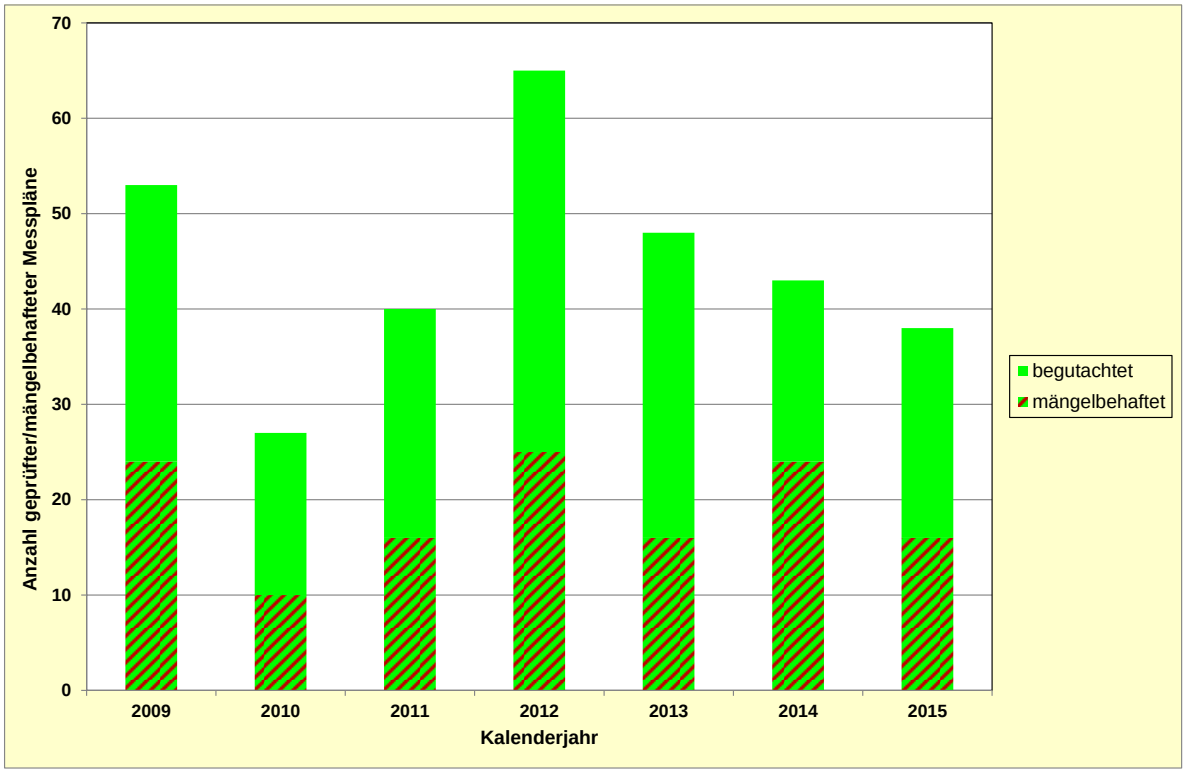


Abbildung 20: Anzahl der durch das LAU geprüften Messpläne

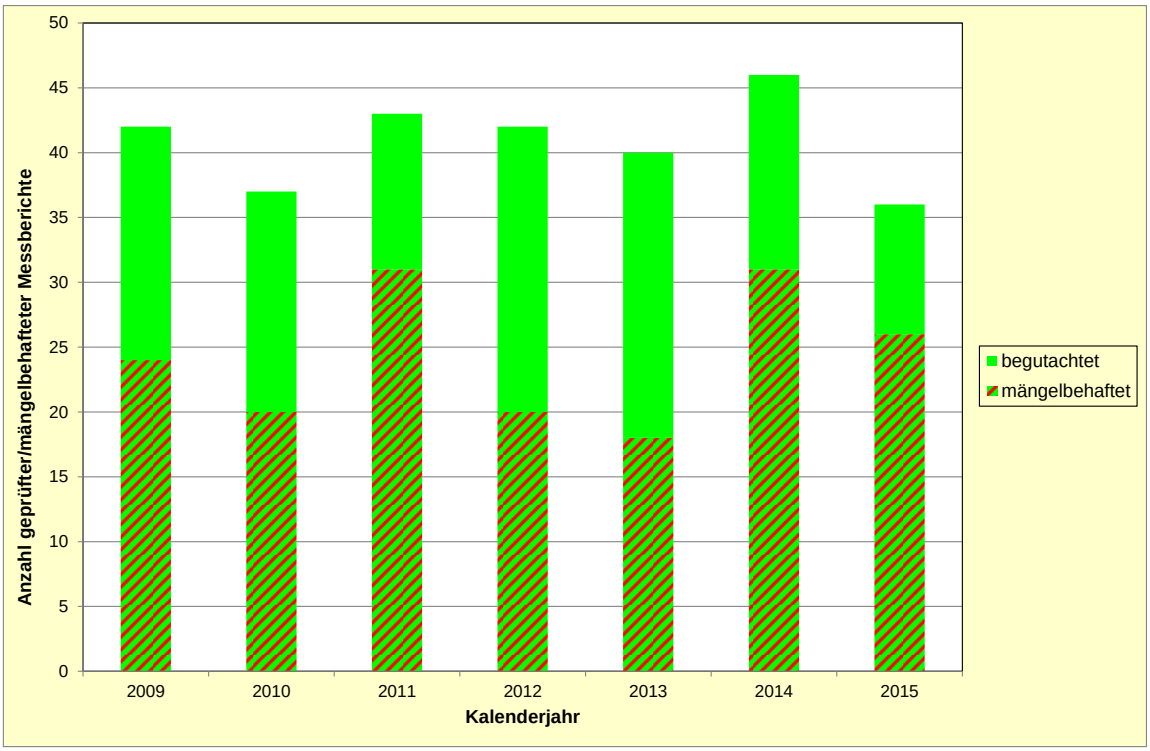


Abbildung 21: Anzahl der durch das LAU geprüften Messberichte

Zur Kontrolle der Tätigkeit von nach § 29b i. V. mit § 26 BImSchG bekannt gegebenen Stellen erfolgten im Jahr 2015 durch das LAU weiterhin 13 unangemeldete Kontrollen der Messdurchführung direkt vor Ort. Von den kontrollierten Messdurchführungen waren neun mit Mängeln belastet, vier davon mit als kritisch einzustufenden Mängeln (Abbildung 22). Im Rahmen einer Vor-Ort-Kontrolle wurde zudem der nicht genehmigte Betrieb einer Biogasanlage festgestellt und entsprechende verwaltungs- und strafrechtliche Schritte eingeleitet.

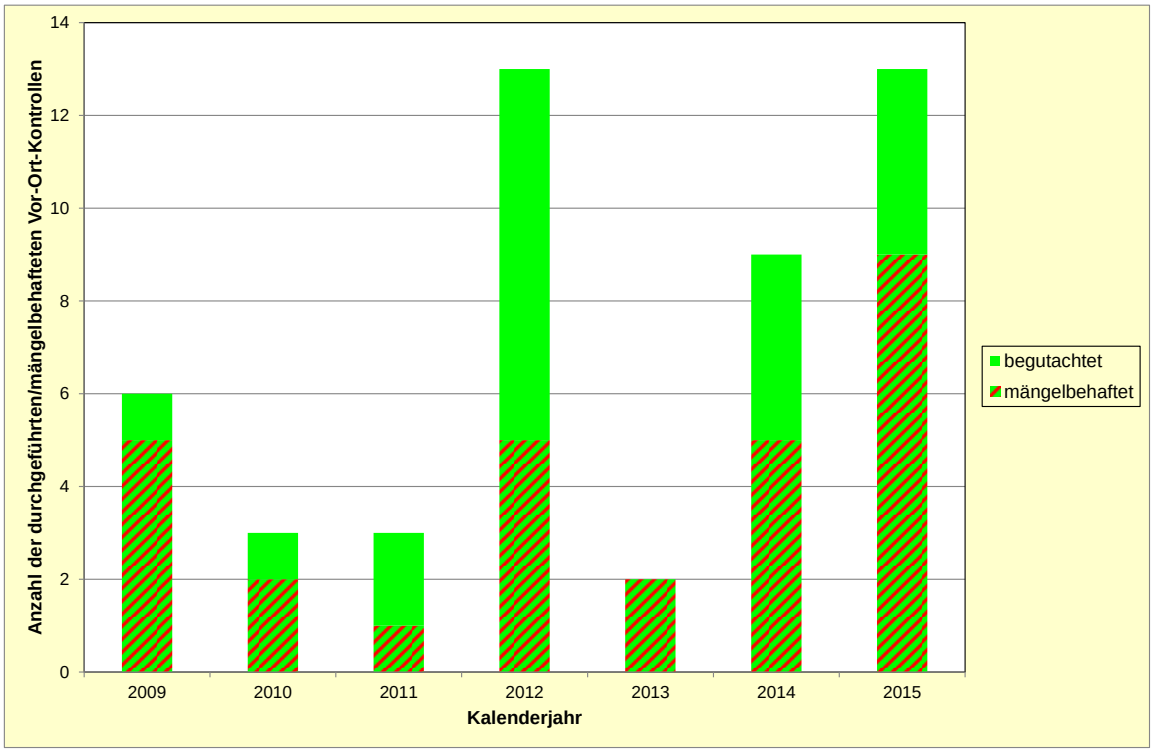


Abbildung 22: Anzahl der durch das LAU durchgeführten Vor-Ort-Kontrollen

Es ist seit Jahren eine relativ hohe Beanstandungsquote der geprüfte Messberichte und Messpläne zu verzeichnen. Den Berichtsprüfungen und unangemeldeten Vor-Ort-Kontrollen kommt damit als qualitätssicherndes Instrument auch zukünftig eine hohe Bedeutung zu.

1.4.4 Messungen durch das Landesamt für Umweltschutz

Durch das LAU wurde im Jahr 2015 eine Emissionsmessung grundsätzlicher Art durchgeführt. Die Ermittlungen sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5: Emissionsmessungen des LAU im Jahr 2015

lfd. Nr.	Anlagenart	Einsatzstoffe	Abgasreinigung	gemessene Schadstoffe	Messbeginn
4	Biomassekessel	Holz-Pellets	Staubfilter, katalytische Nachverbrennung	Staub, SO_2, CO, NO_x, C-gesamt	25.02.2015

Die seit dem Jahr 2005 in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) an verschiedenen Biomassekesseln bei Verbrennung unterschiedlichster pflanzlicher Brennstoffe durchgeführten Untersuchungen des Emissionsverhaltens wurden an einem Biomassekessel (Bioreaktor P 60) fortgesetzt. Dieser Kessel ist mit einem keramischen Einsatz zur katalytischen Nachverbrennung ausgerüstet und kann optional mit einem Staubfilter (Filtermatte) betrieben werden. Der Kessel wurde während der Messungen mit Holz-Pellets beschickt.
Die ermittelten mittleren Staubkonzentrationen (HMW) lagen bei Betrieb des Kessels ohne Staubfilter bei 0,0088 g/m^3 und bei Betrieb mit Staubfilter bei 0,0094 g/m^3 (jeweils bezogen auf 13 Vol.-% O_2).
Damit wurde der nach der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV - für Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe mit einer Nennwärmeleistung von vier Kilowatt oder mehr festgelegte Staub-Emissionsgrenzwert der Stufe 2 (Errichtung der Anlage nach dem 31.12.2014) von 0,02 g/m^3 sicher unterschritten.
Auch der Kohlenmonoxid-Emissionsgrenzwert der Stufe 2 von 0,4 g/m^3 wurde sicher eingehalten.

2 Immissionen luftverunreinigender Stoffe

2.1 Messnetz für Immissions- und Depositionsmessungen

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.

2.1.1 Immissionsnetz

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 2015). Hinzu kommen vier Kleinmessstationen, ein „stand-alone"-PM_{10}-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 verbunden. Somit ist die Datenübertragung sicherer (Verschlüsselung), weniger störanfällig (Einsatz moderner Hardware) und zukunftsfähig. Durch die Umstellung des Datenabrufes auf LTE/UMTS-Betrieb (Flatrate-Tarif) werden gegenüber der inzwischen veralteten ISDN-Lösung darüber hinaus erhebliche Übermittlungskosten eingespart.

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 sowie gemäß EU-Ratsentscheidung 97/101/EG vom 27.01.1997 und 2001/752/EG vom 17.10.2001,
- Feinstaub Partikel PM_{10}/$PM_{2,5}$ – Überwachung; operationeller Betrieb Prognosemodell für Maximalwertvorhersage (PM_{10}),
- Ozon-Überwachung und Erstellung einer täglichen Ozonprognose zur Information der Bevölkerung,
- Alarmschwellenüberwachung für SO_2, NO_2, Ozon,
- 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 im Rahmen des europäischen Level II-Programms.

Die Abbildung 23 zeigt die Messnetzkarte mit den Standorten der Messstationen des Luftüberwachungs- und Informationssystems Sachsen-Anhalt (Stand 01.01.2015).

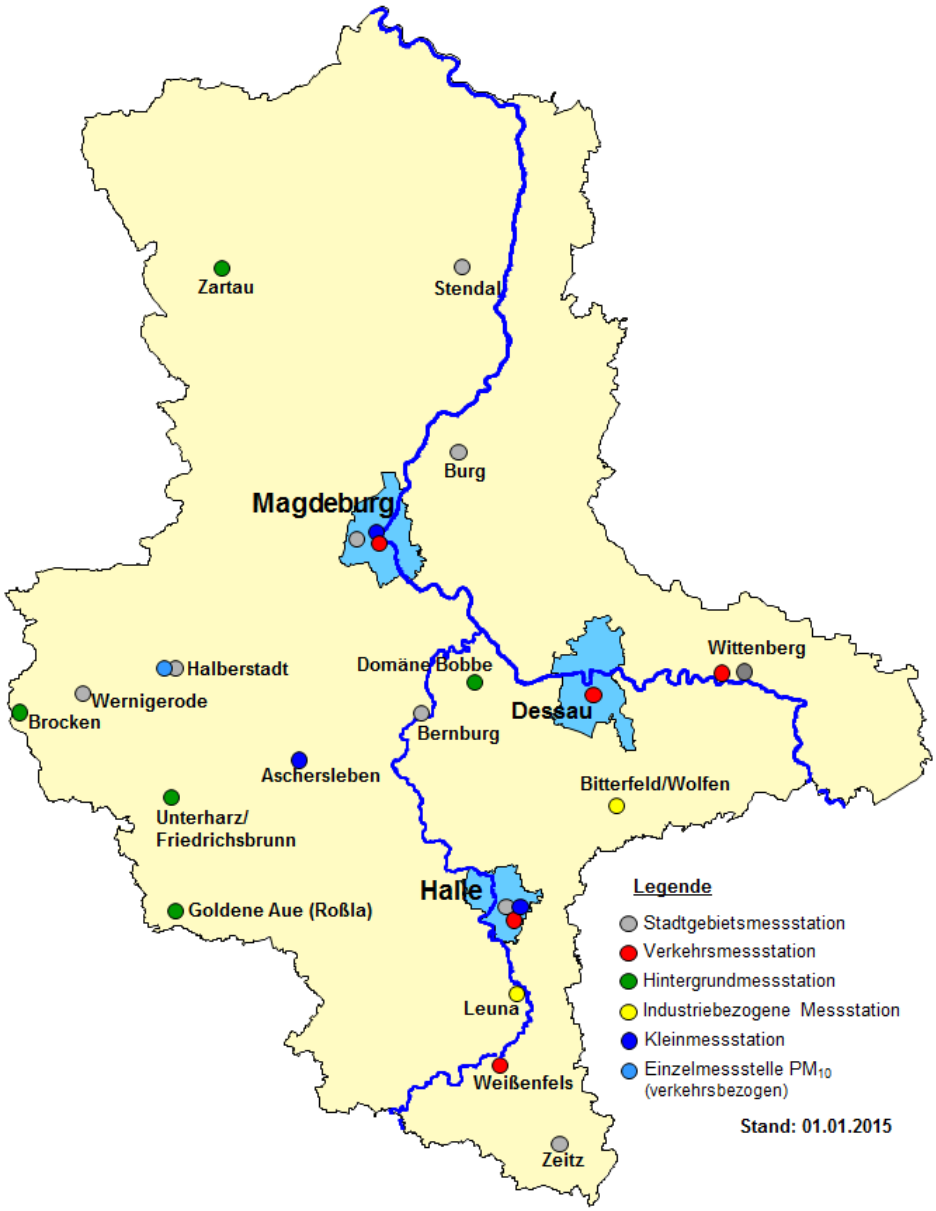


Abbildung 23: Messstationen des Luftüberwachungs- und Informationssystems Sachsen-Anhalt (LÜSA)

Informationen zum Messprogramm an den einzelnen Standorten enthält die Tabelle A 6 im Anhang. Über das Webangebot des LÜSA **http://www.mu.sachsen-anhalt.de/lau/luesa/** sind unter dem Menüpunkt <Luft, Luftreinhaltung/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 kontinuierlichen Messnetzoptimierung. Infolge der Anpassung an die Forderungen der EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa (2008/50/EG) ergaben sich im Jahr 2015 weitere Änderungen im Messnetz, welche in der Tabelle 6 zusammengefasst sind.

Tabelle 6: Wesentliche Änderungen im LÜSA im Jahr 2015

Station	Änderung	Datum
Magdeburg/Schleinufer	Beginn einer CO-Messreihe	01.01.15
Goldene Aue (Roßla)	Beginn einer PM_{10}-Messreihe	30.01.15
Magdeburg/ Reuter-Allee	Station wegen erforderlicher Baufeld-Beräumung für City-Tunnel Magdeburg abgebaut, Umsetzung in die Otto-v.-Guericke-Straße	16.07.15
Magdeburg/Funkmast	Inbetriebnahme der Messtechnik am DVB-T Funkmast (Profilmessung der Lufttemperatur (4 Messhöhen) und Windmessung in 140 m Höhe)	20.10.15
Magdeburg/Guericke-Str.	Austausch der Stationshülle (Aufstellung der neuen, begehbaren Containermessstation), Inbetriebnahme zum 01.01.2016	03.12.15
Burg, Domäne Bobbe, Halle/Paracelsusstraße, Wittenberg/Dessauer Str., Halberstadt/Friedenstraße	Ablösung/Ersatz der bislang eingesetzten Hochvolumensammler (HVS) DHA 80 durch LVS (Low Volume Sampler) vom Typ SEQ 47/50 *Die LVS-Geräte entsprechen dem gemäß DIN EN 12341:2014 definierten Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM_{10} oder $PM_{2,5}$ Massenfraktion des Schwebstaubes.*	12/2015 bis 01/2016

Details zu den Einsätzen des Immissionsmessfahrzeugs im Jahr 2015 können Tabelle 7 entnommen werden.

Tabelle 7: Einsätze des Immissionsmessfahrzeugs im Jahr 2015

Standort	Bemerkungen	Zeitraum
Halle, Freiimfelder Straße	orientierende Messung zur Ermittlung der Partikel- und Stickstoffdioxidbelastung (Evaluierung des Luftreinhalteplanes) ***1. Wiederholungsmessung / 1. Messphase***	14.08.15 – 30.09.15
Steckby, Gelände der LAU-Aussenstelle	orientierende Messung zur Ermittlung der Hintergrundbelastung (Partikel und Stickstoffdioxid), ***1. Messphase***	30.09.15 – 02.11.15
Halle, Freiimfelder Straße	orientierende Messung zur Ermittlung der Partikel- und Stickstoffdioxidbelastung (Evaluierung des Luftreinhalteplanes) ***1. Wiederholungsmessung / 2. Messphase***	04.11.15 – 17.12.15

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-Rahmenrichtlinie[7] (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

[7] ersetzt durch die RL 2008/50/EG

Anzahl der Gebiete und basiert auf einer sehr spezifischen und komponentenabhängigen Gebietseinteilung.
Die Gebiete und Ballungsräume für die Beurteilung der Komponenten Partikel PM_{10}, 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.

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 andere 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 stets kontinuierlich erweitert und ausgebaut. Im jüngsten Schritt 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: http://www.mu.sachsen-anhalt.de/lau/luesa/.

Abbildung 24: Startseite des Luftüberwachungs- und Informationssystems Sachsen-Anhalt (LÜSA)

Seit dem vergangenen Jahr sind aktuelle Informationen zur Luftschadstoffbelastung auch mobil über eine App verfügbar. Die **Luftqualitäts-App** (LÜSA-App) wurde im Auftrag des LAU entwickelt und stellt eine neue Qualität der Informationsbereitstellung dar. Besitzer von Smartphones und Tablets können Informationen über die Luftqualität in Sachsen-Anhalt mit Hilfe dieser App jederzeit direkt abrufen.

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. 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.
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.

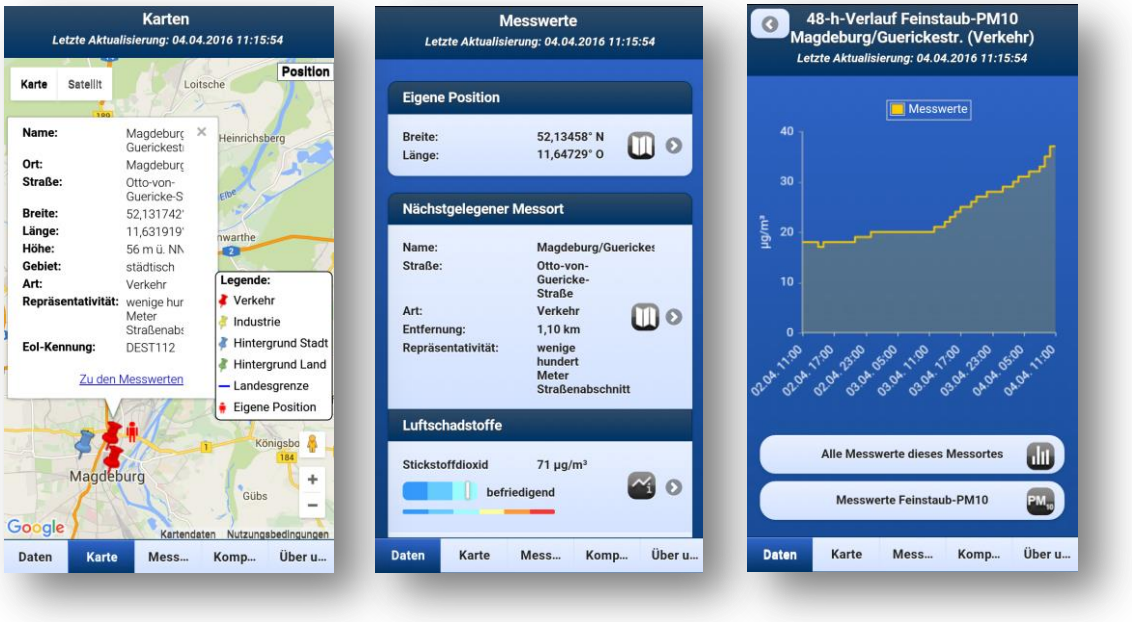


Abbildung 25: Screenshots der Luftqualitäts-App Sachsen-Anhalt

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

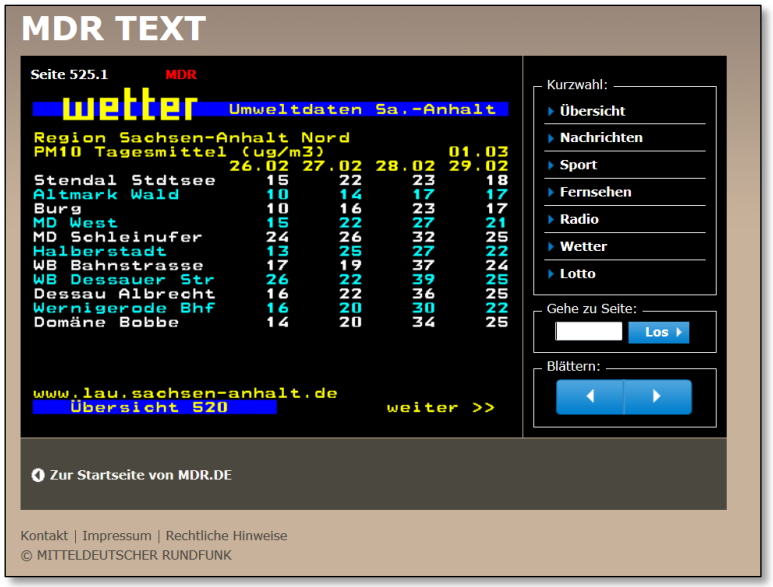


Abbildung 26: Beispiel für Videotextseite des MDR, Tafel 525, Seite 1 (Partikel PM_{10} 24h-Mittelwerte, Region Nord)

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 Europäische Umweltagentur (EUA) weitergeleitet. Die EUA ist eine Einrichtung der Europäischen Union, deren Aufgabe insbesondere darin besteht, zuverlässige und unabhängige Informationen über die Umwelt zur Verfügung zu stellen (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 http://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality/map/up-to-date-air-quality-map werden diese Informationen über ein kartenbasiertes Informationssystem bereitgestellt (Abbildung 27). Es handelt sich dabei um noch unvalidierte und damit vorläufige Daten. Die Standortmarkierungen der Messstationen werden in Abhängigkeit von der Belastungshöhe eingefärbt. Dargestellt sind jeweils 1-h-Mittelwerte für die Komponenten Partikel PM_{10}, Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid. Für Ozon gibt es darüber hinaus noch einen Layer für Tagesmittelwerte. Beim Anklicken einer Stationsmarkierung erscheint ein kleines Fenster, welches wahlweise eine Grafik, die Messwerte selbst bzw. Metainformationen zur Messstation zeigt. Die Anwendung ermöglicht auch die Betrachtung zurückliegender Zeitpunkte (max. 1 Jahr rückwirkend vom aktuellen Datum gerechnet).

Abbildung 28 zeigt beispielhaft anhand der LÜSA-Station Magdeburg/Guericke-Straße (EU-Code: DEST112) die Art der Darstellung auf der EUA-Webseite im Detail. Dargestellt ist die Stickstoffdioxidkonzentration für den 04.04.2016 um 11 Uhr als 1-h-Mittelwert und als Verlaufsgrafik (24h rückwirkend). Als weitere Messstation im Stadtgebiet ist die Station Magdeburg/West (DEST077) als Markierung erkennbar. Unter dem Menüpunkt „Basemap“ ist die Auswahl verschiedener Kartenhintergründe möglich. So lassen sich beispielsweise auch Luftbilder als Hintergrund auswählen.

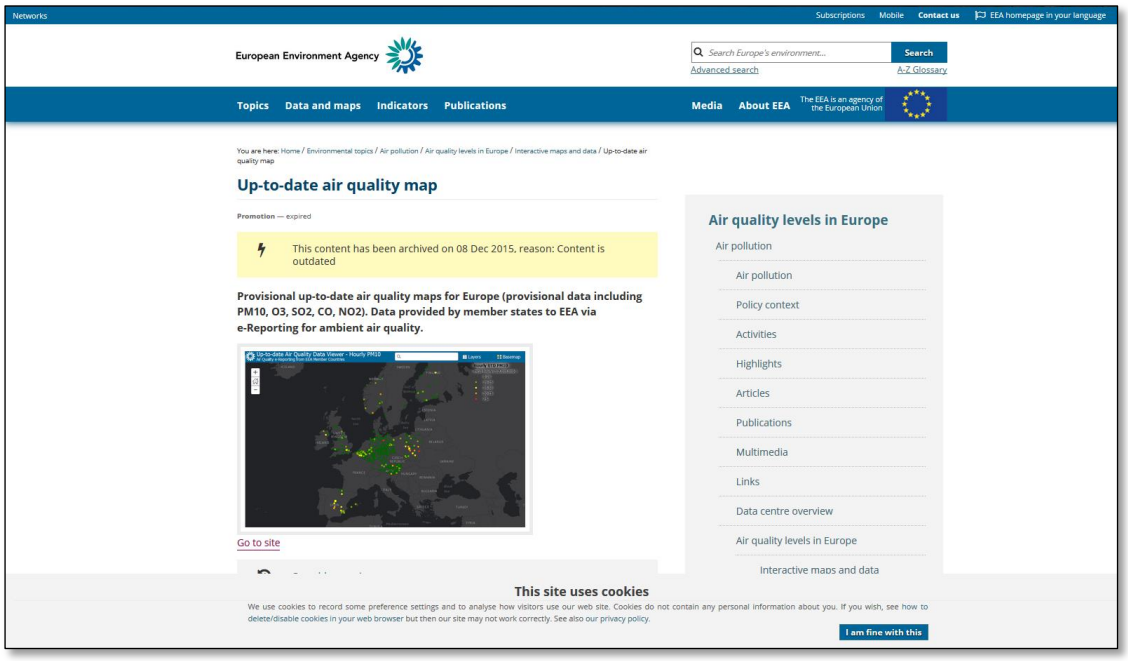


Abbildung 27: Startseite für das kartenbasierte Informationssystem zur Luftbelastung in Europa auf der Webseite der EUA

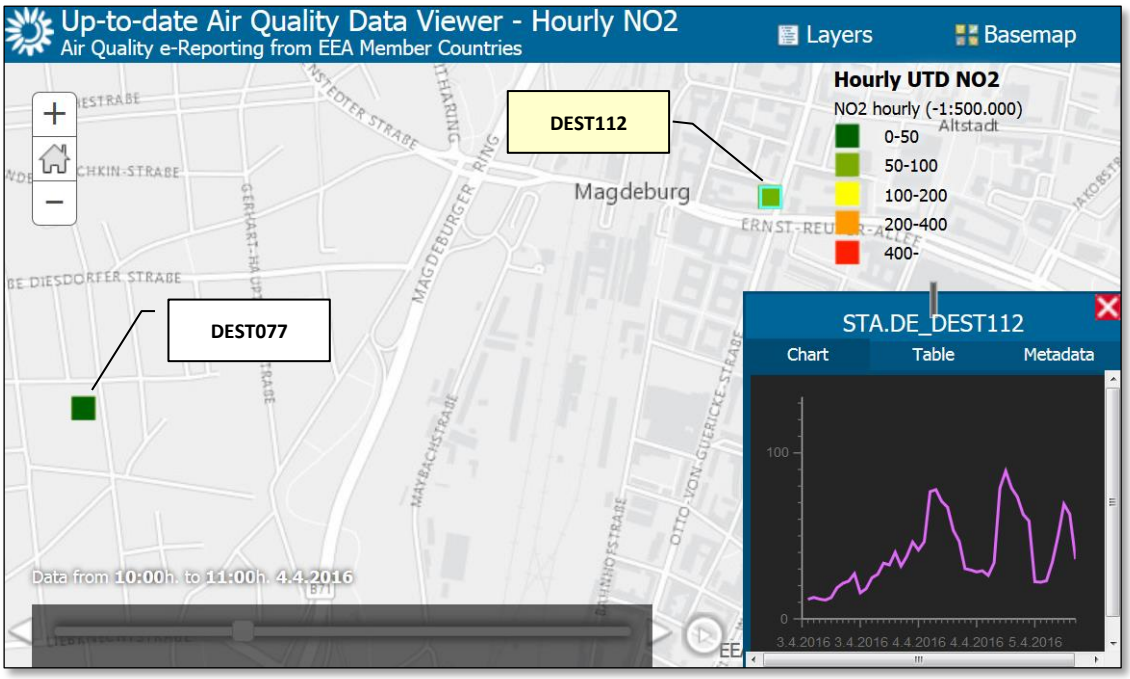


Abbildung 28: Beispiel für die Detaildarstellung der Luftbelastung auf der Webseite der EUA (Quelle: http://maps.eea.europa.eu/Hub/AirQuality/?webmap)

Ermittlung der NO_2-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 NO_2 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 NO_2-Messungen, insbesondere an viel befahrenen Straßen, erfolgte durch das LAU eine umfangreiche Validierung zum Nachweis der Gleichwertigkeit des Verfahrens für den mit Triethanolamin (TEA) getränkten Passivsammler mit Membran (TEA+M) der Fa. Passam mit der Referenzmethode. Die Anforderung der 39. BImSchV für orientierende bzw. ortsfeste Messungen (25 % bzw. 15 % des EU-Grenzwertes[8]) wurde im Jahr 2015 mit einer Genauigkeit (Unsicherheit) von 14 % sicher eingehalten[9].

Die im Jahr 2015 betriebenen Messstandorte für NO_2-Passivsammlermessungen sind in Abbildung 29 bis Abbildung 33 dargestellt. Messanlass, genauer Standort und Beginn der Messungen sind in Tabelle A 28 beschrieben.

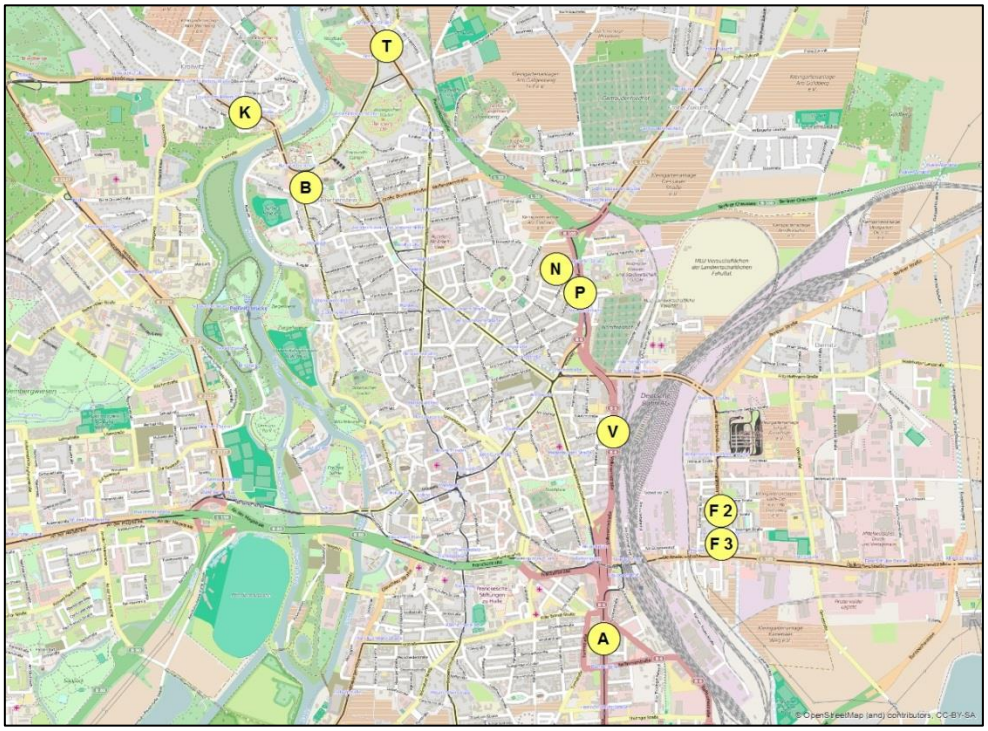


Abbildung 29: Lage der Passivsammler-Messstandorte in Halle (Saale)[10]
(P: Paracelsusstr. 10/11, T: Trothaer Str. 104a, B: Burgstr. 5/6, K: Kröllwitzer Str./Senfstr., V: Volkmannstr. 13, N: Schleiermacherstr., A: Merseburger Str. 10, F2: Freiimfelder Str. 92; F3: Freiimfelder Str. 102)

[8] 39. BImSchV, Anlage 1
[9] interner Bericht „Bestimmung der Sammelrate und der Messunsicherheit der Passivsammlermessungen für das Jahr 2015“, LAU 04.02.2016
[10] Karten von OpenStreetMap - Veröffentlicht unter ODbL (http://www.openstreetmap.org/copyright)

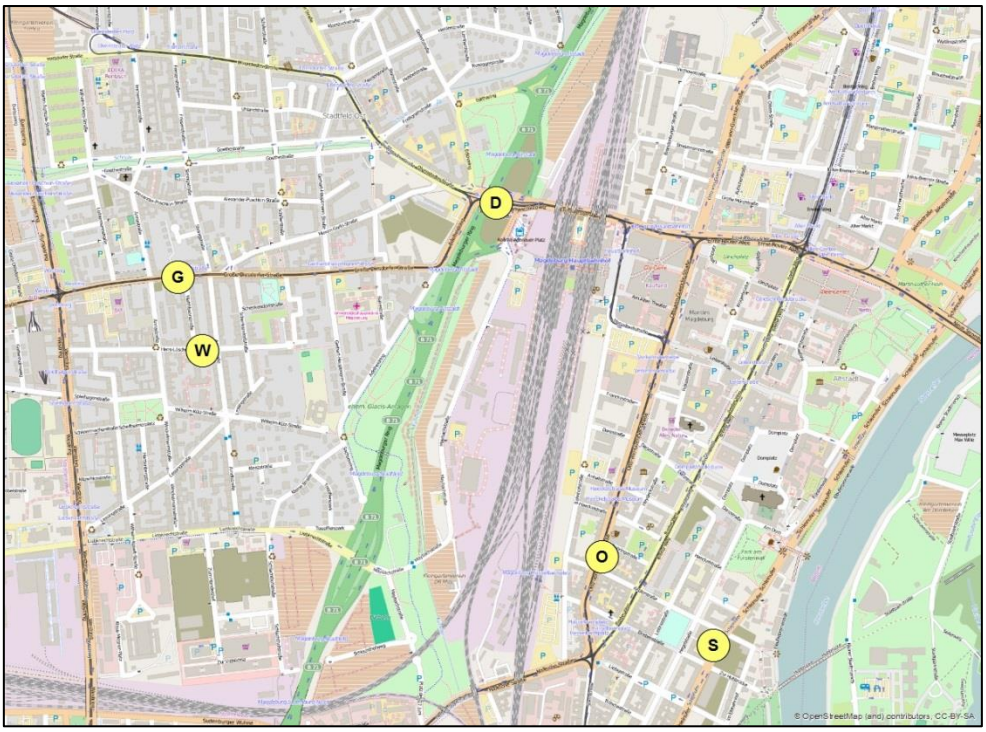


Abbildung 30: Lage der Passivsammler-Messstandorte in Magdeburg[11]
(W: Hans-Löscher-Str., D: Damaschkeplatz, O: Otto-von-Guericke Straße, G: Gr. Diesdorfer Straße, S: Schleinufer)

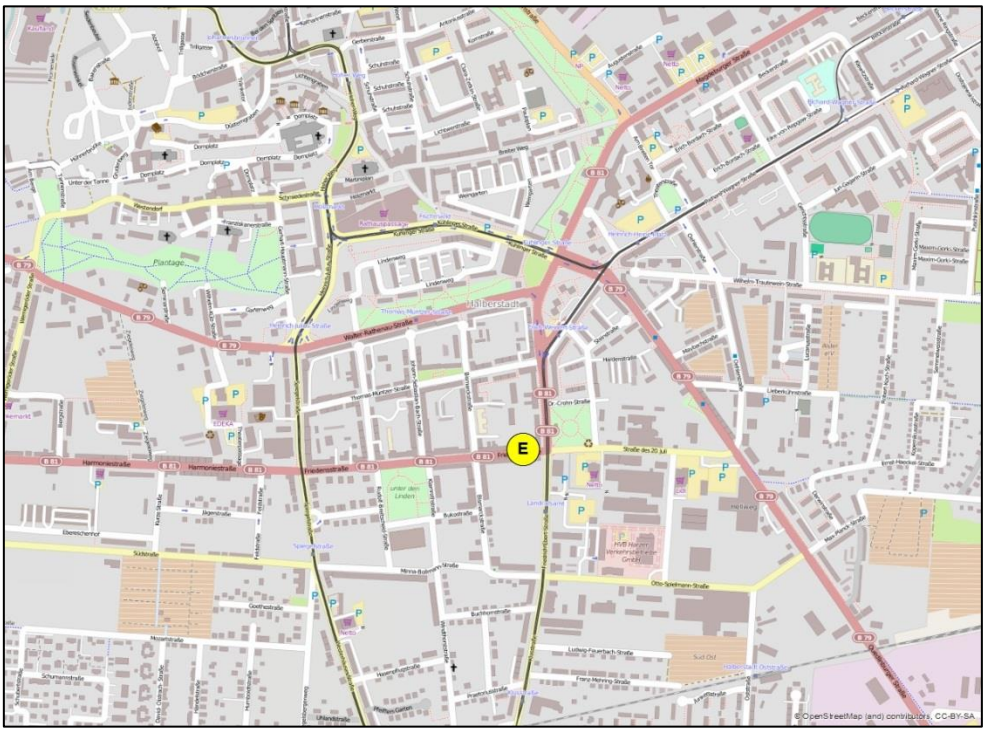


Abbildung 31: Lage des Passivsammler-Messstandortes in Halberstadt[12]
(E: Friedenstr. 6)

[11] Karten von OpenStreetMap - Veröffentlicht unter ODbL (http://www.openstreetmap.org/copyright)
[12] Karten von OpenStreetMap - Veröffentlicht unter ODbL (http://www.openstreetmap.org/copyright)

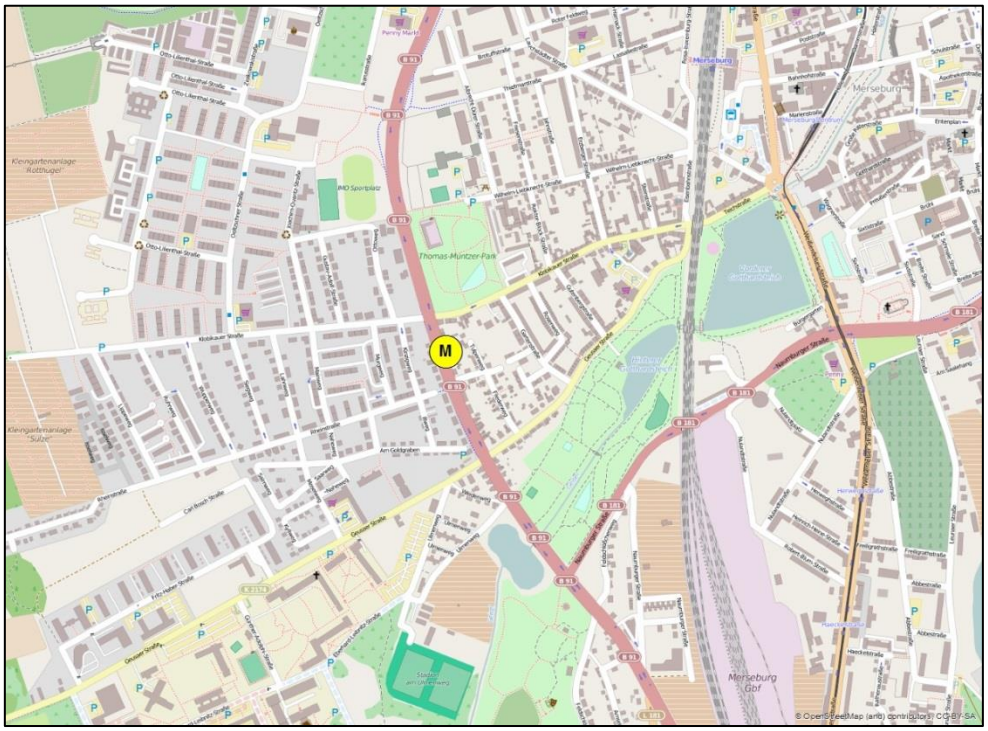


Abbildung 32: Lage des Passivsammler-Messstandortes in Merseburg[13]
(M: B91, Th.-Müntzer-Str. 67)

Abbildung 33: Lage des Passivsammler-Messstandortes in Bernburg[14]
(X, Y: Annenstraße)

[13] Karten von OpenStreetMap - Veröffentlicht unter ODbL (http://www.openstreetmap.org/copyright)
[14] Karten von OpenStreetMap - Veröffentlicht unter ODbL (http://www.openstreetmap.org/copyright)

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 34 und Abbildung 35 ist die Lage der Messstandorte beschrieben (Einzelheiten sind in Tabelle A 29 dargestellt). Die Rußmessungen erfolgten mit netzunabhängigen Probenahmesystemen (NUPS) (Beschreibung des Probenahmesystems siehe Immissionsschutzbericht 2011).

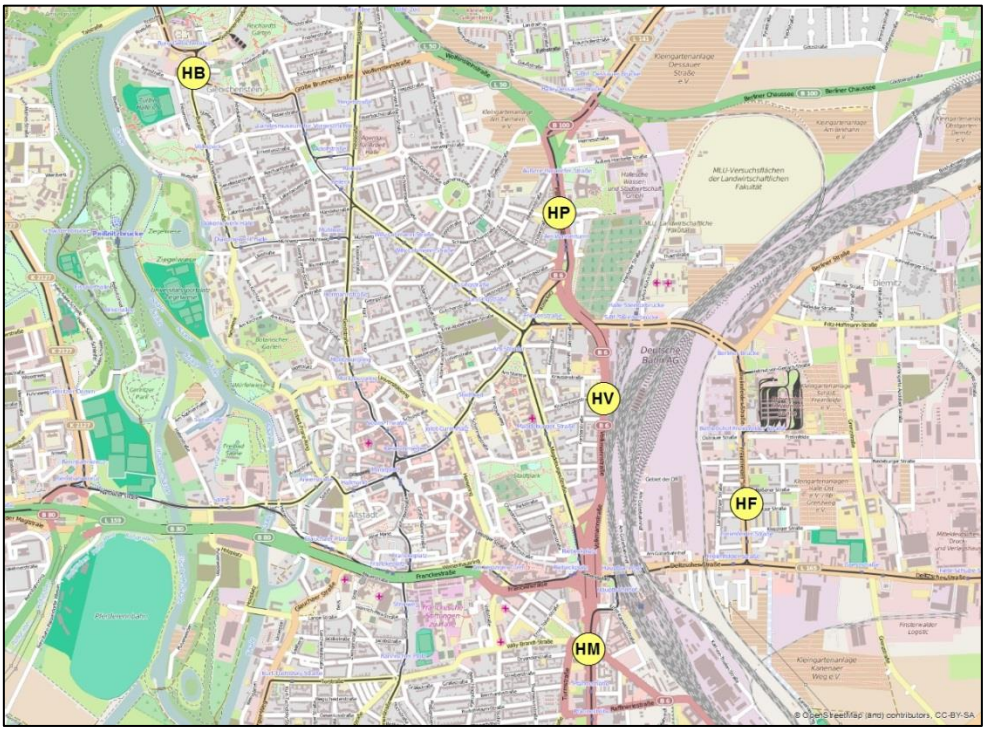


Abbildung 34: Lage der Messstandorte in Halle (Saale)[15]
(HP: Paracelsusstr., HB: Burgstr. 5/6, HV: Volkmannstr., HM: Merseburger Str., HF: Freiimfelder Str.)

[15] Karten von OpenStreetMap - Veröffentlicht unter ODbL (http://www.openstreetmap.org/copyright)

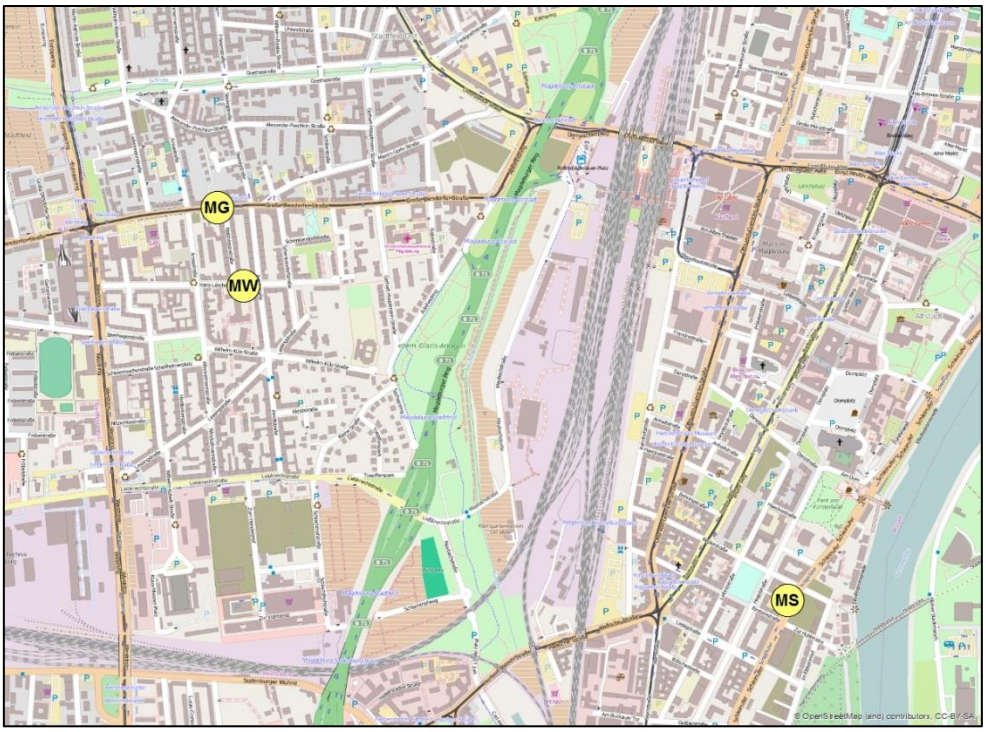


Abbildung 35: Lage der Messstandorte in Magdeburg[16]
(MW: Hans-Löscher-Str., MG: Gr. Diesdorfer Straße, MS: Schleinufer)

2.1.2 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 einsetzten, führten bereits vielerorts zur Überschreitung der begrenzten Pufferkapazität empfindlicher Systeme.

Auf dem Territorium des Gebietes von Sachsen-Anhalt werden seit Beginn der 60er Jahre Depositionsmessnetze mit wechselnder Anzahl von Messstandorten und Komponenten sowie mit unterschiedlichsten Probenahmetechniken betrieben. Ziel der Messungen ist es, aktuelle gesicherte Umweltdaten bzgl. Staubniederschlag einschließlich verschiedener Staubinhaltsstoffe, ausgewählter An- und Kationen, Dioxine und Furane flächendeckend und an Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) durch:

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

bereitzustellen.

[16] Karten von OpenStreetMap - Veröffentlicht unter ODbL (http://www.openstreetmap.org/copyright)

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

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

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

Im Jahr 2015 wurden folgende Messstandorte betrieben:

- 43 Messstandorte für Staubniederschlag und Staubinhaltsstoffe,
- 6 Messstandorte für An- und Kationen als Deposition mit Bergerhoff-Sammlern sowie für Staubniederschlag 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-Niederschlagssammlern,
- 5 Messstandorte für An- und Kationen als Deposition mit Eigenbrodt-Sammlern,
- 2 Messstandorte für An- und Kationen als Nassdeposition mit Eigenbrodt-Sammlern,
- 12 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.

2.1.2.1 Messnetz Staubniederschlag

Im Rahmen der Depositionsuntersuchungen mit Bergerhoff-Sammlern wurde im Jahre 2015 landesweit der Staubniederschlag an 49 Messstandorten (stationäre und temporäre Messnetze) ermittelt. Die Abbildung 36 zeigt die Lage der Messstandorte in Sachsen-Anhalt.

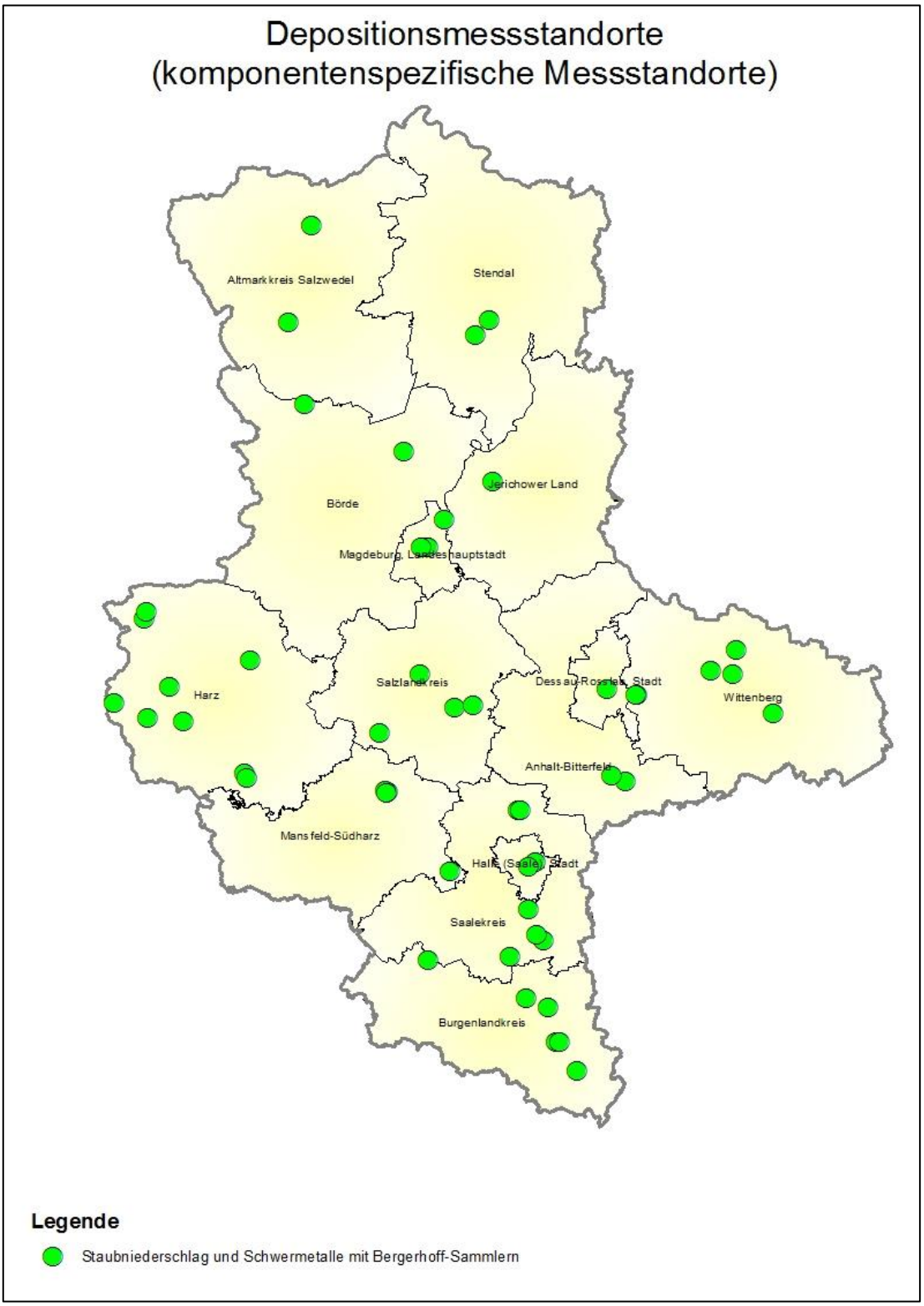


Abbildung 36: Messstandorte für Staubniederschlag und Staubinhaltsstoffe im Jahr 2015

2.1.2.2 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 37 zu entnehmen.

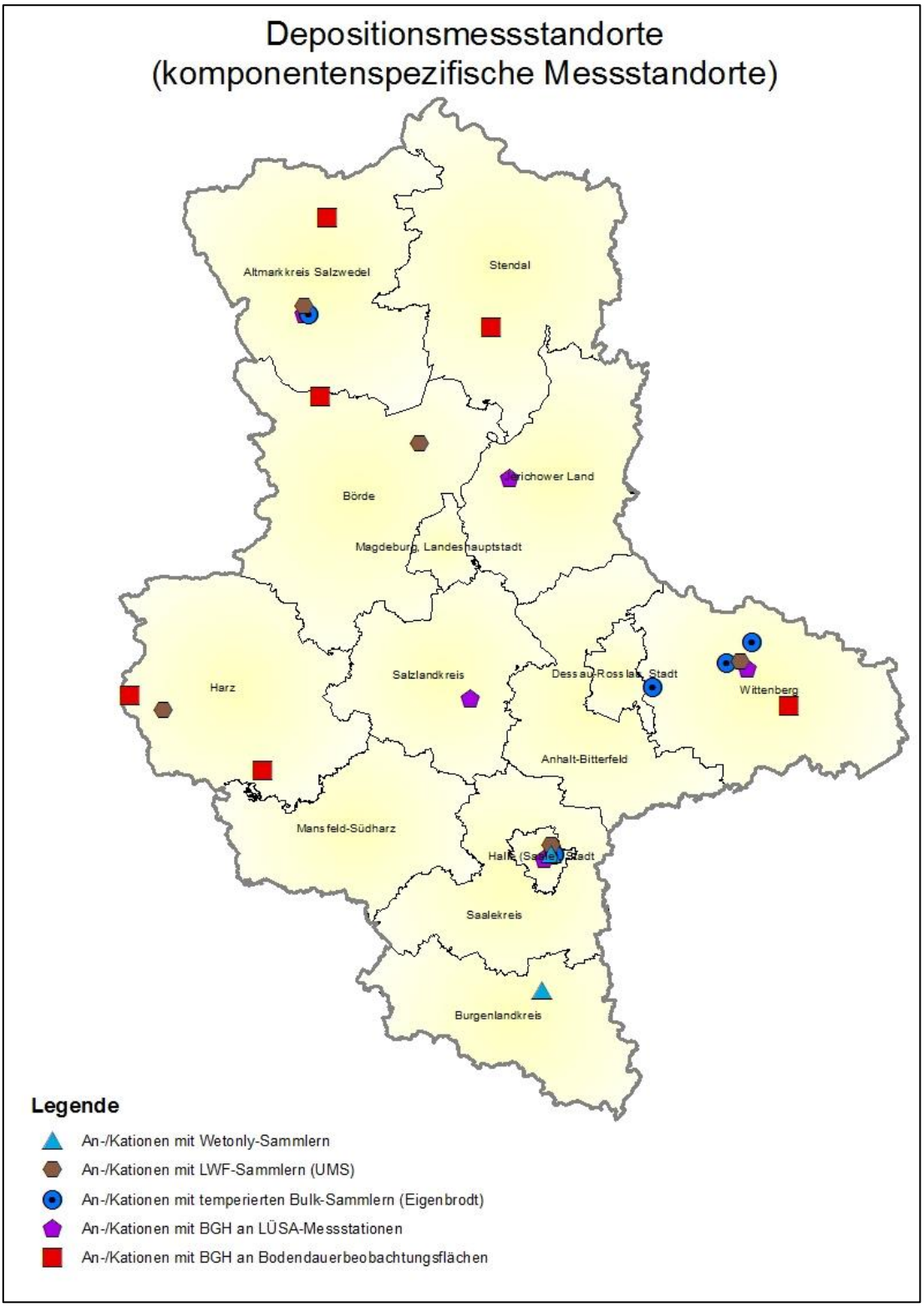


Abbildung 37: Messstandorte für An- und Kationen im Jahr 2015

2.1.2.3 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 (Staubniederschlag) sind keine Immissionswerte festgelegt. Ersatzweise kann hier der von der LAI als Zielwert für die langfristige Luftreinhaltung definierte Depositionswert von 4 pg WHO-TEQ/(m²d) verwendet werden[17]. 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 38 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 Beginn der Messungen sind in Tabelle A 30 aufgeführt. Die Ermittlungen erfolgten mit Bergerhoff-Sammlern entsprechend VDI 2090 Blatt 1.

[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

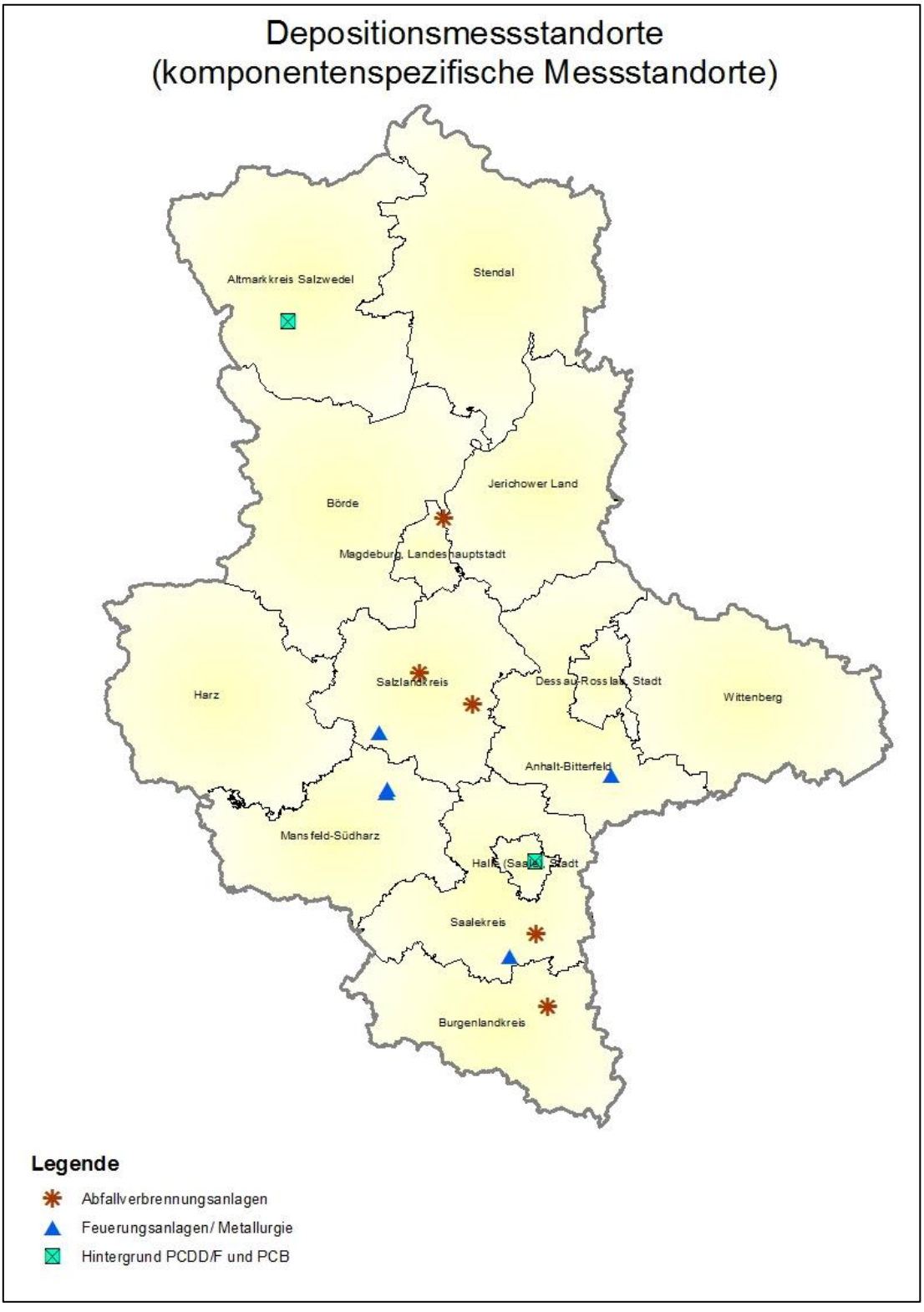


Abbildung 38: Lage der Messstandorte zur Ermittlung der Dioxine/Furane und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle

2.2 Immissionsmeteorologische Einschätzung

Auf das Jahr 2014 folgte mit dem Jahr 2015 direkt das nächste außergewöhnlich warme Jahr. Mit einem Temperaturmittel von 9,9 °C war das Jahr 2015 das zweitwärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.

An der Wetterstation in Magdeburg betrug der Jahresmittelwert der Lufttemperatur 10,9 °C. Damit war dort das Jahr 2015 1,4 °C wärmer als im Mittel der letzten 30 Jahre. Mit Ausnahme der Monate Mai, September und Oktober waren alle Monate wärmer als im Klimamittel. Zum Jahresende folgten mit den Monaten November und Dezember noch einmal zwei extrem warme Monate. Vor allem der Dezember war mit einer Rekordabweichung von mehr als 6,2 °C über dem Mittel warm wie ein April. Der Winter war der dritte sehr milde Winter in Folge.

Obwohl der Jahresniederschlag - über das gesamte Jahr betrachtet - fast normal war, gab es in den einzelnen Monaten extreme Abweichungen vom Mittel der letzten 30 Jahre.
Die Landesmitte und der Süden litten im Mai und Juni unter langen Dürreperioden, teilweise fiel nur die Hälfte des üblichen Niederschlages, während im Juli und August fast die doppelte Menge fiel.

Die Sonnenscheindauer lag im Jahr 2015 deutlich über dem langjährigen Durchschnitt. Der Sommer des Jahres 2015 - mit dem zweitwärmsten August - war der drittwärmste Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.

Für die Einschätzung der meteorologischen Situation im Jahr 2015, insbesondere für den Vergleich mit klimatologischen (langjährigen) Mittelwerten, wurden die Daten des Deutschen Wetterdienstes sowie der Witterungsrückblick auf www.wetteronline.de verwendet.

Beispielhaft sind in Abbildung 39 die Abweichung der Lufttemperatur, in Abbildung 40 die Abweichung des Niederschlages und in Abbildung 41 die Abweichung der Sonnenscheindauer vom langjährigen Mittel für das Jahr 2015 an der Wetterstation Magdeburg graphisch dargestellt.

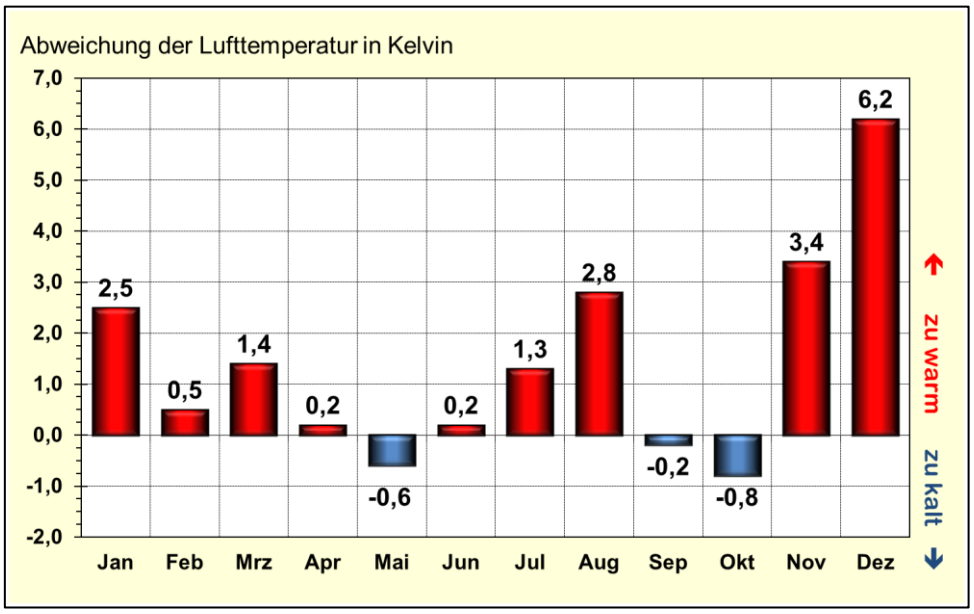


Abbildung 39: Abweichung der Lufttemperatur im Jahr 2015 vom langjährigen Mittel (1981-2010), Wetterstation Magdeburg

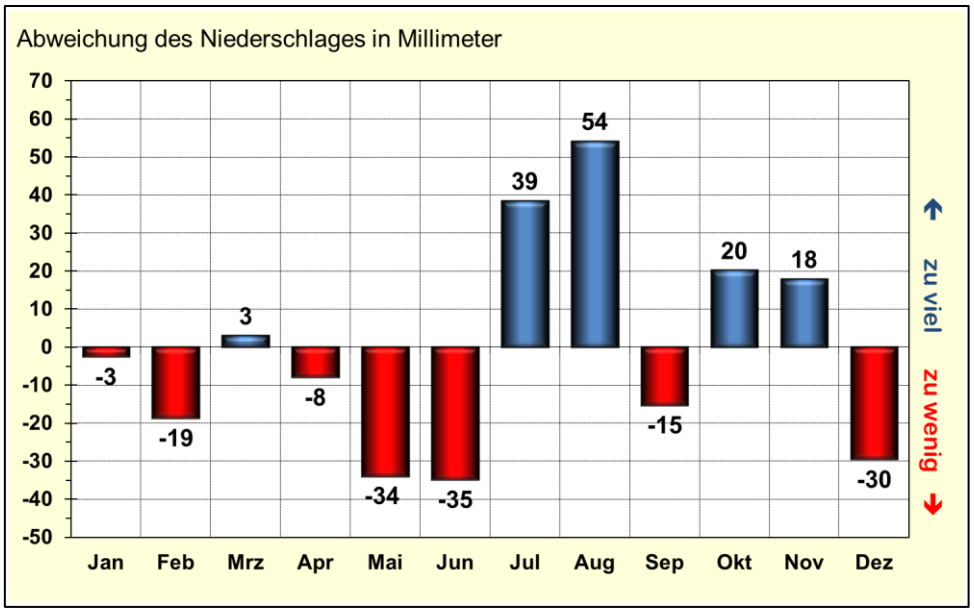


Abbildung 40: Abweichung des Niederschlages im Jahr 2015 vom langjährigen Mittel, Wetterstation Magdeburg

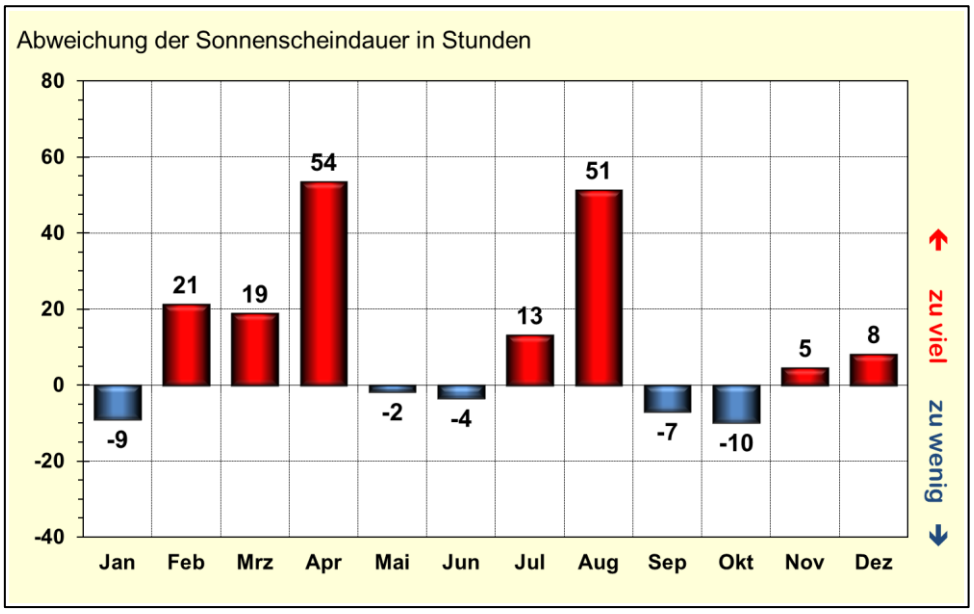


Abbildung 41: Abweichung der Sonnenscheindauer im Jahr 2015 vom langjährigen Mittel, Wetterstation Magdeburg

2.3 Ergebnisse aus dem Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt

2.4 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 2015 verglichen mit dem Jahr 2014 bei den grenzwertrelevanten Luftschadstoffen Partikel PM_{10} und Partikel $PM_{2,5}$, Stickstoffdioxid und Ozon Folgendes festgestellt (Abbildung 42):

- Nachdem die Partikel PM_{10}–Belastung (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 10 µm) im Jahr 2012 die niedrigsten Konzentrationen seit Beginn der systematischen Messungen aufgewiesen und sich dieses Niveau im Jahr 2013 grundsätzlich bestätigt hatte, wurde im Jahr 2014 erstmals wieder ein Belastungsanstieg festgestellt, der beim Jahresmittelwert im Schnitt moderate 1-2 µg/m³ betrug, aber bei der Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes für Partikel PM_{10} von 50 µg/m³ (35 Überschreitungen pro Jahr sind erlaubt) eine deutliche Zunahme teilweise um den Faktor 2 bis 3 zeigte. Dies führte in der Konsequenz an einer Messstation Sachsen-Anhalts, und zwar in Halle/Paracelsusstraße zur Grenzwertüberschreitung (41 gemessene Überschreitungen), nachdem es an den innerstädtischen Verkehrsschwerpunkten des Landes in Halle (Saale), Magdeburg, Halberstadt und Wittenberg letztmalig im Jahr 2011 zu derartigen Grenzwertüberschreitungen gekommen war. Im Berichtsjahr 2015 wurden aufgrund eines deutlichen Rückgangs gegenüber dem Vorjahr die Konzentrationen des bisher am niedrigsten belasteten Jahres 2012 wieder erreicht, an einigen Standorten sogar noch unterboten. Dies war verbunden mit einem bemerkenswerten Rückgang der Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes auf das bisher niedrigste Niveau überhaupt, sodass landesweit die sichere Einhaltung des gesetzlichen Grenzwertes für Partikel PM_{10} konstatiert werden kann.

- Der Überwachung der Partikel $PM_{2,5}$-Konzentrationen kommt aufgrund der hohen Gesundheitsrelevanz zukünftig größere Bedeutung zu. Der ab 01.01.2015 geltende EU-Grenzwert von 25 µg/m³ wurde an allen Standorten in Sachsen-Anhalt eingehalten. Der verschärfte, ab dem Jahr 2020 gültige EU-Grenzwert von 20 µg/m³ wäre im Berichtsjahr ebenfalls landesweit eingehalten worden, wenn auch in Halle/Paracelsusstraße mit 19 µg/m³ relativ knapp.

- Beim Stickstoffdioxid bestätigte sich der seit sechs Jahren anhaltende, im Landesdurchschnitt leicht rückläufige Trend des Belastungsniveaus. Nachdem infolge dieser Entwicklung der seit 01.01.2010 geltende EU-Grenzwert (Jahresmittelwert von 40 µg/m³) im Jahr 2014 erstmals landesweit eingehalten wurde, konnte dies auch für das Jahr 2015 bestätigt werden. Einen gesondert zu betrachtenden Fall stellt allerdings der Ballungsraum Halle dar. Dort war durch die seitens der EU-Kommission gewährte Fristverlängerung zur Einhaltung des NO_2-Jahresmittelwertes (60 µg/m³ zugelassen) die Grenzwerteinhaltung im Jahr 2014 formal gegeben. Nach Auslaufen dieser Regelung zum 31.12.2014 ist für das Jahr 2015 der strenge EU-Grenzwert von 40 µg/m³ zur Beurteilung heranzuziehen, was bei gemessenen Jahresmittelwerten von 49 µg/m³ in Halle/Paracelsusstraße bzw. 46 µg/m³ in Halle/Merseburger Straße 10 gleichbedeutend mit einer Grenzwertüberschreitung an diesen in Sachsen-Anhalt am höchsten belasteten Punkten ist.

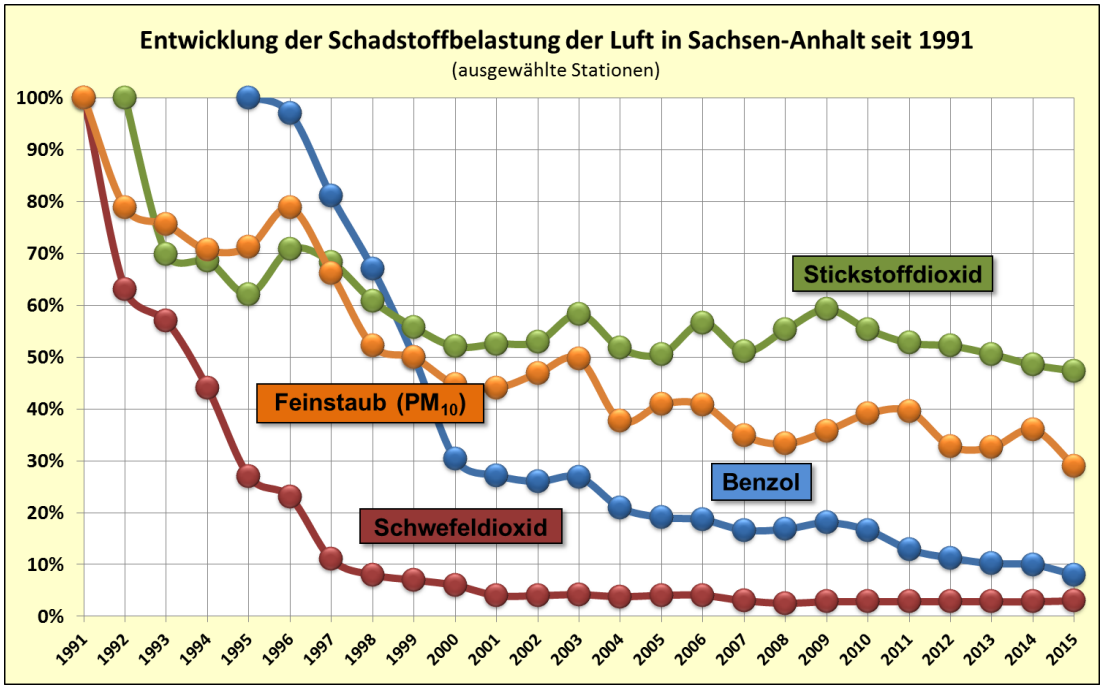


Abbildung 42: Entwicklung der Schadstoffbelastung der Luft in Sachsen-Anhalt seit dem Jahr 1991 (ausgewählte Schadstoffe und Messstationen)

- Auf Grund des überdurchschnittlich warmen und sonnigen Sommers im Jahr 2015 und den damit einhergehenden guten Ozonbildungsbedingungen traten im Juli und August erstmals seit dem Jahr 2006 wieder ausgeprägte Episoden mit hohen Ozonspitzenbelastungen auf. Die Zahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen belief sich auf acht (Vorjahr 1 Tag). Der höchste Ozonwert des Jahres wurde auf dem Brocken mit 221 µg/m³ gemessen. Eine Überschreitung der Alarmschwelle von 240 µg/m³ wurde seit dem Jahr 1999 nicht mehr festgestellt.

Fazit:
Die **Partikel PM_{10}**-Belastung ging im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr spürbar zurück und erreichte bzw. unterbot sogar die niedrigsten Konzentrationen seit Beginn der systematischen Messungen im Jahr 1991. 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 ist. In allen anderen Orten Sachsen-Anhalts wurde der seit 01.01.2010 geltende Grenzwert eingehalten. Im landesweiten Durchschnitt manifestierte sich der seit sechs Jahren anhaltende rückläufige Trend.
Beim **Ozon** traten infolge häufiger hochsommerlicher Wetterlagen erstmals seit dem Jahr 2006 wieder ausgeprägte Episoden mit hohen Spitzenbelastungen auf. Die Zahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen stieg auf acht an.

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.

2.4.1 Partikel PM_{10}/Partikel $PM_{2,5}$[18]

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. Die Entwicklung im laufenden Jahr deutet bislang ebenfalls auf einen moderaten Belastungsverlauf hin.

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2015 an insgesamt 23 Messstationen Partikel PM_{10}-Messungen durchgeführt. Die Messungen am langjährigen Messstandort Magdeburg/Damaschkeplatz konnten nicht fortgeführt werden, da dieser Standort aufgrund der Baumaßnahmen für den City-Tunnel in Magdeburg zum Jahresende 2014 aufgegeben werden musste. Aus dem gleichen Grund mussten auch die Messaktivitäten an der Station Magdeburg/Reuter-Allee im Juli 2015 beendet werden. Damit sind dem Messnetz im Ballungsraum Magdeburg zwei Standorte[19] von zentraler Bedeutung für die Luftqualitätsüberwachung verloren gegangen.

Partikel $PM_{2,5}$-Messungen wurden an insgesamt neun 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 ***A**verage **E**xposure **I**ndicator*[18] für Deutschland.

In der Tabelle A 8 sind die für die Jahre 2014 und 2015 berechneten Kenngrößen des Jahresmittelwertes für Partikel PM_{10} nebst verwendeter Messmethoden enthalten. Der Vergleich zeigt für das Jahr 2015 durchweg niedrige Jahreswerte an allen Messstandorten. Insgesamt lag die Partikel PM_{10}-Belastung im Jahr 2015 im Mittel aller Stationen um etwa 3 µg/m³ niedriger als im Jahr 2014.

Die Tabelle A 11 enthält die Jahresmittelwerte für Partikel PM_{10}. Der seit dem 01.01.2005 einzuhaltende Grenzwert der 39. BImSchV für den **Jahresmittelwert für Partikel PM_{10}** (40 µg/m³) wurde auch im Jahr 2015 an keiner LÜSA-Messstation überschritten.

[18] Ausführungen zur Begriffsbestimmung im Zusammenhang mit dieser Thematik sind im Anhang enthalten
[19] Kompensation des Standortes Reuter-Allee durch Umsetzung der Station in die angrenzende Otto-von-Guericke-Straße, Messbeginn dort jedoch erst ab 01.01.2016

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 2015 in Sachsen-Anhalt nicht überschritten (Abbildung 43).

Im Vorjahr war dies noch an einem Standort der Fall gewesen (Halle/Paracelsusstraße, 41 Überschreitungstage). Dieser Standort hält jedoch mit 30 Überschreitungstagen auch die Spitze für das Jahr 2015. Am verkehrsbezogenen Standort Halberstadt/Friedenstraße wurde mit 19 Überschreitungen die zweithöchste Anzahl im Land erreicht, dicht gefolgt von der Station Aschersleben mit 17 Überschreitungen. An den übrigen Verkehrsschwerpunkten lagen die Überschreitungszahlen knapp darunter, so z. B. in Wittenberg/Dessauer Str. (16 Überschreitungen), in Magdeburg/Schleinufer und in Halle/Merseburger Str. (je 12 Überschreitungen). Damit konnte der Grenzwert an diesen Standorten sicher eingehalten werden.

Im Vergleich zum Vorjahr sind die Überschreitungszahlen an den Hotspots recht deutlich gesunken (Abbildung 44). Die Tabelle A 10 enthält darüber hinaus die Überschreitungszahlen für Partikel PM_{10} für die Jahre 2009 bis 2015.

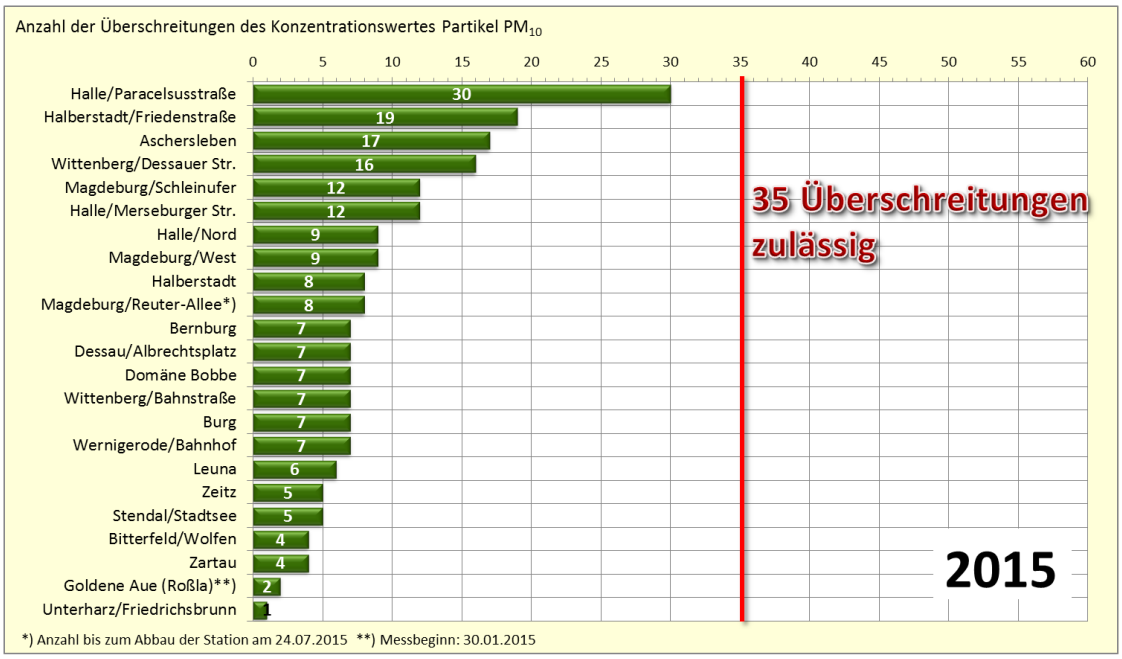


Abbildung 43: Anzahl der Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Konzentrationswertes von 50 µg/m³ im Jahr 2015

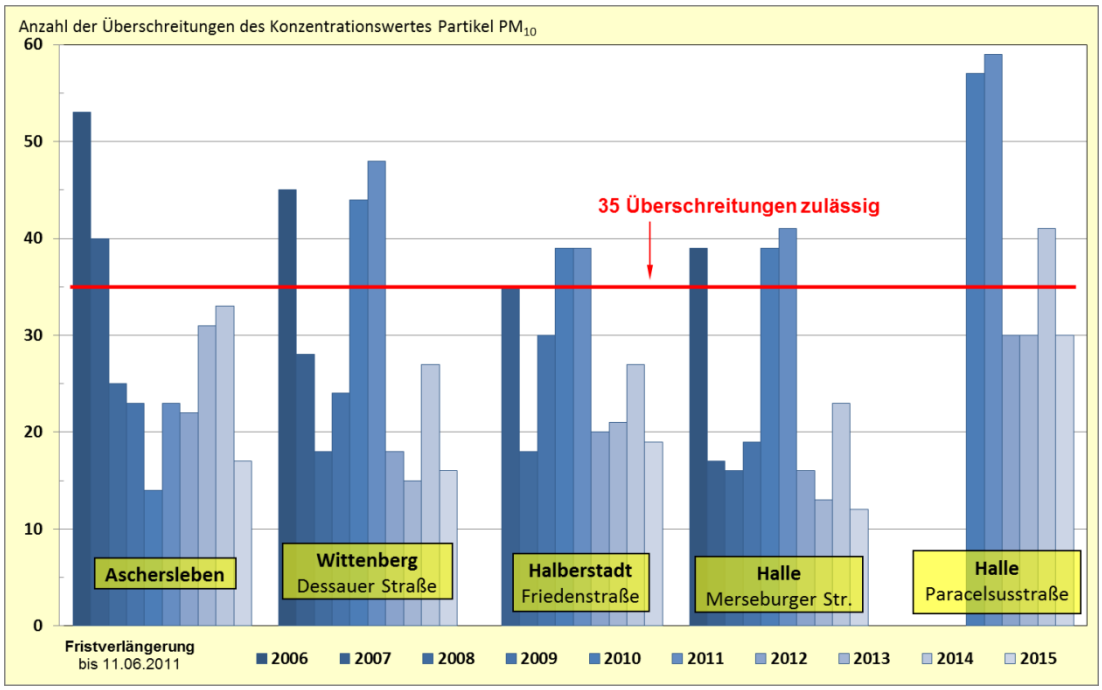


Abbildung 44: Anzahl der Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Konzentrationswertes von 50 µg/m³ an ausgewählten Messstationen im Vergleich der Jahre 2006 bis 2015

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 µg/m³ um eine Toleranzmarge von 50 % erhöht. Dies bedeutet, dass 75 µg/m³ nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden dürfen und nur diese Überschreitungen gezählt werden. Dieser Sachverhalt muss bei der Interpretation von Abbildung 44 berücksichtigt werden.
Abbildung 45 visualisiert die Entwicklung der Partikel PM_{10}-Jahresmittelwerte an den Verkehrsmessstationen Halle/Merseburger Straße und Wittenberg/Dessauer Str., den nunmehr noch verbliebenen Stationen mit den längsten Partikel PM_{10}-Messreihen des LÜSA. Insgesamt gesehen ist ein rückläufiger Trend erkennbar. Die Jahre mit überdurchschnittlich hoher Belastung (Jahre 2003 und 2006) sowie auch die Jahre 2010 und 2011 sorgten für eine zeitweilige Unterbrechung der Entwicklung und heben sich deutlich ab. In den Jahren 2012 und 2013 wurden aufgrund des allgemein sehr niedrigen Belastungsniveaus die bislang niedrigsten Jahresmittelwerte gemessen. Nach dem Wiederanstieg im Jahr 2014 sind die Konzentrationen im vergangenen Jahr wieder auf das Niveau der Jahre 2012/2013 zurückgefallen.

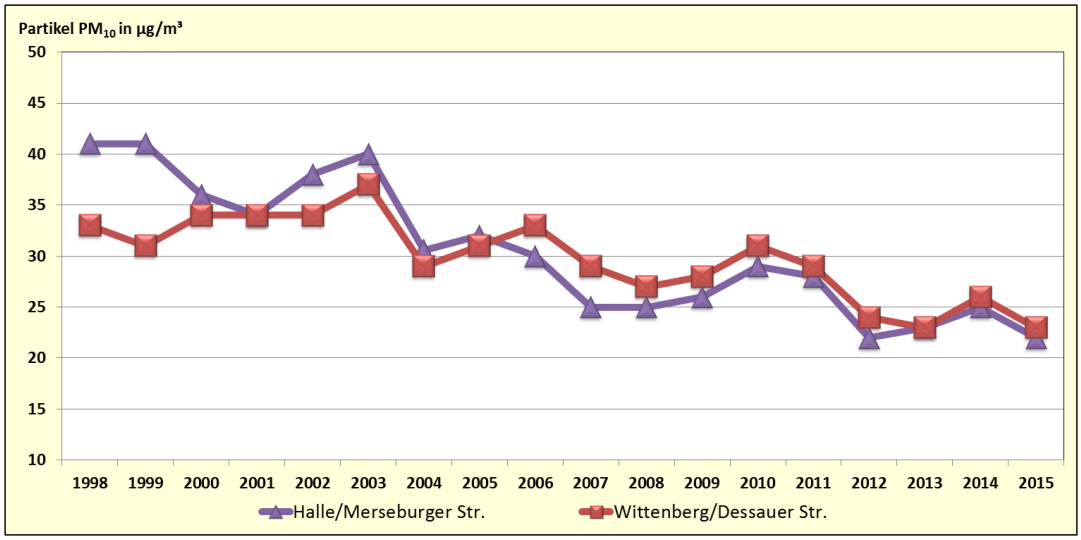


Abbildung 45: Entwicklung der Partikel PM_{10}-Jahresmittelwerte an den Verkehrsmessstationen Halle/Merseburger Straße und Wittenberg/Dessauer Straße

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

Die nachfolgende Grafik (Abbildung 46) visualisiert den Vergleich der Jahresmittelwerte 2010 bis 2015 für Partikel PM_{10} an Verkehrsmessstationen und damit an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt.

Das Jahr 2010 stellt sich im Vergleich der vergangenen sechs 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.
Im Jahr 2012 wurden die niedrigsten Jahresmittelwerte an den Hotspots überhaupt gemessen, während im darauffolgenden Jahr 2013 die Entwicklung an den einzelnen Standorten unterschiedlich gewesen ist. An den Hotspots außerhalb der Umweltzonen sind die Jahresmittelwerte um 1 µg/m³ angestiegen (Ausnahme Wittenberg), während an den Hotspots innerhalb der Umweltzonen die Werte gleichgeblieben sind. Dementsprechend ist die Belastungssituation in den Jahren 2012 und 2013 im Vergleich zu den Vorjahren 2010 und 2011 allgemein als moderat einzuschätzen. Für das Jahr 2014 ist ein genereller Wiederanstieg der Jahresmittelwerte erkennbar. Dieser liegt im Mittel bei etwa 2 µg/m³, fällt jedoch am Standort Halle/Paracelsusstraße mit 4 µg/m³ deutlich höher aus. Als Ursache dafür kommen u. a. umfangreiche und lang anhaltende Bauaktivitäten im Umfeld der Messstation in Betracht. Das Jahr 2015 zeichnet sich hingegen durch einen erneuten Belastungsrückgang aus. Die erreichten Jahresmittelwerte liegen dabei auf dem Niveau des Jahres 2012 bzw. an einigen Standorte (Aschersleben und Magdeburg/Schleinufer) sogar noch darunter.

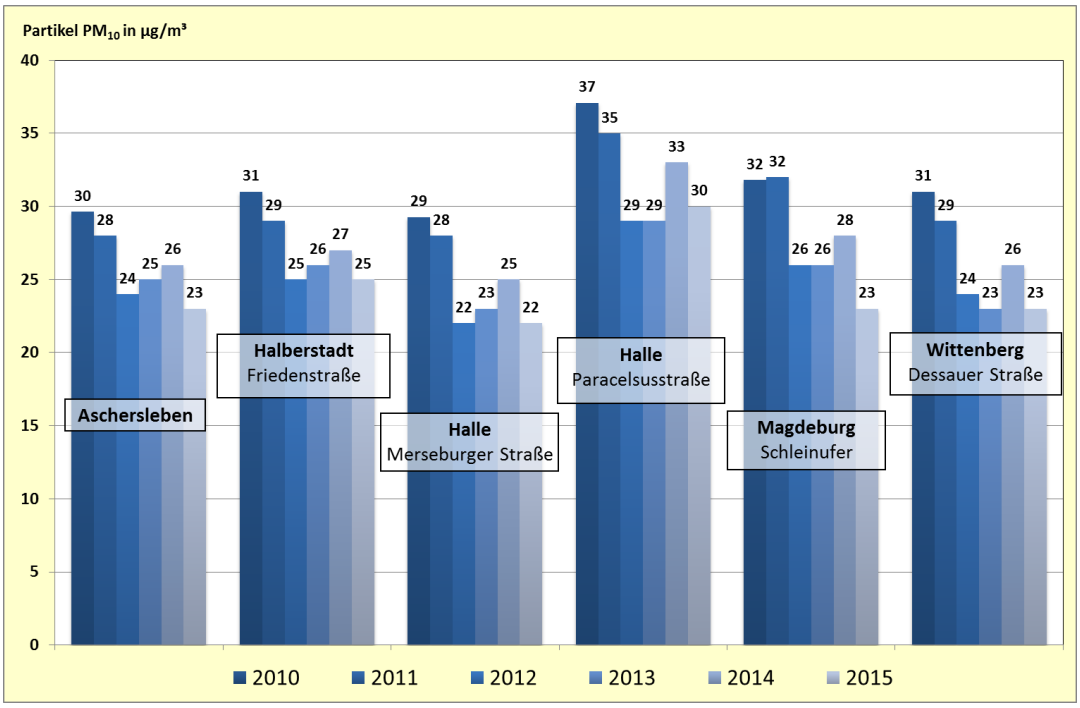


Abbildung 46: Vergleich der Partikel PM_{10}-Jahresmittelwerte 2010 bis 2015 an Verkehrsmessstationen

Die Tabelle 8 enthält die Jahresmittelwerte der **Partikel $PM_{2,5}$-Messungen.** Das Partikel $PM_{2,5}$-Messprogramm in Sachsen-Anhalt umfasst damit nunmehr neun Messreihen. Davon liegen zwei im städtischen Hintergrund (Magdeburg/West, Halle/Nord), eine im vorstädtischen Hintergrund (Burg), drei an Verkehrsschwerpunkten (Halle/Paracelsusstraße, Magdeburg/Reuter-Allee, Halle/Merseburger Straße) 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 8: Jahresmittelwerte Partikel $PM_{2,5}$ (2006 bis 2015) in µg/m³, automatische Messung

Messstation	Jahresmittelwerte Partikel $PM_{2,5}$ in µg/m³									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Halle/Ost	15	13								
Halle/Merseburger Str.	18	16[1)]	16	19	23	(20)	16	17	18	14
Unterharz/Friedrichsbrunn	12	10	10	12	(15)	12	11	(10)	11	9
Burg	18	14	15	16	21	17	14	12	14	12
Magdeburg/Reuter-Allee[2)3)]		19	19	20	24	22	17	16	18	*k. A.*
Magdeburg/West				15	19	18	15	15	16	13
Halle/Nord				15	18	19	15	16	16	13
Domäne Bobbe					20	18	15	16	16	13
Halle/Paracelsusstraße									22	19
Weißenfels/Am Krug									16	13

(…) … Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte
[1)] … aus Parallelmessung abgeleitet
[2)] … Gravimetrie (Hochvolumensammler)
[3)] … Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)

Gegenüber dem Vorjahr zeigte sich im Jahr 2015 analog zum Partikel PM_{10} ein deutlicher Rückgang der Jahreswerte und zwar im Mittel um 3 µg/m³. Die Werte im städtischen Bereich liegen eng beieinander und die Unterschiede zwischen Verkehrsmessstation und Station im städtischen Hintergrund betragen beispielsweise 6 µg/m³ in Halle (Saale).

Tabelle 9: Jahresmittelwerte Partikel PM_{10} (2006 bis 2015) in µg/m³, automatische Messung

Messstation	Jahresmittelwerte Partikel PM_{10} in µg/m³									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Halle/Ost	25	22								
Halle/Merseburger Str.	31	24	24	26	29	28	22	23	25	21
Unterharz/Friedrichsbrunn	15	14	13	16	k. A.	k. A.	k. A.	(13)	14	12
Burg	25	21	22	22	26	24	19	16	20	16
Magdeburg/Reuter-Allee[1)]		29	29	29	33	32	25	25	28	*k. A.*
Magdeburg/West				23	25	25	19	19	21	18
Halle/Nord				22	25	25	20	21	22	19
Domäne Bobbe					25	23	19	19	21	17
Halle/Paracelsusstraße									33	30
Weißenfels/Am Krug							(18)[2)]	20		

(…) … Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte
[1)] … Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel)
[2)] … Messbeginn am 07.02.2012

Der Anteil von Partikel $PM_{2,5}$ am Partikel PM_{10} ist prinzipiell sehr stark von der Höhe und der Art der Belastung am jeweiligen Standort abhängig. Die nachfolgende Tabelle 10 enthält die prozentualen Anteile von Partikel $PM_{2,5}$ an der Partikel PM_{10}-Fraktion. Parallel dazu sind in Tabelle 11 die komplementären Anteile der „coarse fraction“ (= Grobfraktion, d_{ae} von 2,5 µm bis 10 µm) ausgewiesen.

Im Jahresvergleich der Jahre 2014 und 2015 lässt sich zumeist eine leichte Verringerung 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 unverändert, während am Standort Unterharz/Friedrichsbrunn ein geringfügiger Rückgang festgestellt wurde. Die Messstation Halle/Paracelsusstraße weist mit 63 % den geringsten und die Messstation Domäne Bobbe mit 76 % den höchsten Partikel $PM_{2,5}$-Anteil am Partikel PM_{10} im Vergleich aller Standorte auf.

Tabelle 10: Prozentualer Anteil Partikel $PM_{2,5}$ am Partikel PM_{10}

Messstation	Anteil Partikel $PM_{2,5}$ am Partikel PM_{10} in %									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Halle/Ost	60	59								
Halle/Merseburger Straße	58	67[1)]	67	73	78	(71)	73	74	72	67
Unterharz/Friedrichsbrunn	80	71	77	75	k. A.	k. A.	k. A.	(77)	79	75
Burg	72	67	68	73	82	71	74	75	70	75
Magdeburg/Reuter-Allee[2)3)]		66	66	69	73	69	68	64	64	*k. A.*
Halle/Nord			70	68	72	76	75	76	73	68
Magdeburg/West				65	77	72	79	79	76	72
Domäne/Bobbe					80	78	79	84	76	76
Halle/Paracelsusstraße									67	63

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

Tabelle 11: Anteil der „coarse fraction“ (Grobfraktion) am Partikel PM_{10}

Messstation	Anteil der „coarse fraction“ Partikel PM_{10} in %									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Halle/Ost	40	41								
Halle/Merseburger Straße	42	33[1)]	33	27	22	(29)	27	26	28	33
Unterharz/Friedrichsbrunn	20	29	23	25	*k. A.*	*k. A.*	*k. A.*	(23)	21	25
Burg	28	33	32	27	18	29	26	25	30	25
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
Magdeburg/West				35	23	28	21	21	24	28
Domäne/Bobbe					20	22	21	16	24	24
Halle/Paracelsusstraße									33	37

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

Erwartungsgemäß ist der „coarse fraction“-Anteil an den stark verkehrsbeeinflussten Standorten Halle/Paracelsusstraße mit 37 % und Halle/Merseburger Straße mit 33 % am größten. Demgegenüber bewegt sich der Anteil im städtischen Hintergrund in der Saalestadt (Halle/Nord) mit 32 % im Grunde auf demselben Niveau. Ansonsten liegt der Anteil der „coarse fraction“ im vorstädtischen/städtischen Hintergrund zwischen 25 % (Burg) und 28 % in Magdeburg/West.

Im Jahr 2015 gab es drei Partikel PM_{10}-Episoden (siehe Tabelle 12) und damit eine Episode weniger als im Jahr 2014. Mit Ausnahme der zweiten Episode Mitte März 2015 handelte es sich um nur kurzzeitig anhaltende Belastungssituationen (Dauer max. 3 Tage). Während der März-Episode gab es jedoch keinen Tag, an dem eine wirklich flächendeckende Belastung mit Überschreitungen an allen Stationen des Messnetzes vorgelegen hat. Die Episoden umfassten in der Summe nur 13 Tage (Jahr 2014 = 28 Tage) und fielen hinsichtlich Belastungshöhe und Anzahl der jeweils betroffenen Stationen deutlich geringer aus als im Vorjahr.
Insgesamt gab es im Jahr 2015 nur einen Tag (16.02.2015), an dem flächendeckende Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes an allen Stationen des Messnetzes auftraten.

Am prägnantesten war die 1. Episode. Diese erstreckte sich vom 15.02.2015 bis 17.02.2015 und ist aufgrund ihrer überregionalen Bedeutung auch Gegenstand der nachfolgenden Analyse.

Tabelle 12: Partikel PM_{10}-Episoden im Jahr 2015 in Sachsen-Anhalt

Datum	Höhepunkt	Relativer Anteil der Stationen (%) mit Partikel PM_{10}-Tagesmittelwerten > 50 µg/m³		Andauer der Episode in Tagen
		im Mittel über alle Tage	am Tag des Höhepunktes	
15.02. – 17.02.15	16.02.15	90	100	3
19.03. – 25.03.15	25.03.15	45	78	7
29.10. – 31.10.15	30.10.15	45	61	3

Episode erhöhter Partikel PM_{10}-Konzentrationen im Februar 2015

Im Jahr 2015 kam es in Sachsen-Anhalt in der Zeit vom **15.** bis zum **17.02.2015** zu einer kurzen Partikel-Episode mit deutlich erhöhten Partikel PM_{10}-Konzentrationen. Dabei traten großflächige Überschreitungen des seit dem Jahr 2005 gültigen EU-Konzentrationswertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 50 µg/m^3 an allen Tagen der Episode auf. Der 16.02.2015 markiert den Höhepunkt der Episode mit Überschreitungen an allen LÜSA-Stationen (23). In den Tagen unmittelbar vor Beginn der Episode waren bereits Teile im Nordosten und Süden Deutschlands von erhöhten Partikelkonzentrationen betroffen. An den drei Episodentagen war dann in ganz Deutschland eine flächendeckende erhöhte Belastung zu verzeichnen (Abbildung 51).

Großräumige Wetterlage

Für die Ursachenanalyse sind die Witterungsbedingungen während der Episode von entscheidender Bedeutung. Allgemein lässt sich feststellen, dass im Februar 2015 der Hochdruckeinfluss dominierte und erst zum Monatsende hin atlantische Tiefausläufer für wechselhaftes Wetter sorgten. Dabei zeigte sich der Februar, als kältester Monat des aktuellen Winters, regional sehr unterschiedlich. Im Norden war es zu warm und oft sonnig, im Süden zu kalt und trüb und im Westen wurde das Niederschlagssoll örtlich erreicht. Der Osten hingegen war markant zu trocken und ebenfalls sonnig (Niederschlagdefizit ca. 60 %).
Zu Beginn der Episode am **15. Februar** war es verbreitet dunstig oder neblig. Die Temperaturen lagen überwiegend im leichten Frostbereich. Dunst und Nebel lösten sich vor allem in der Mitte aber rasch auf und machten der Sonne Platz, sodass die Temperaturen auf 8 bis 10 °C stiegen. Ganztägig trüb blieb es gebietsweise in Norddeutschland, in Teilen Sachsens und Bayerns sowie im Südwesten, wo neben dem Hochnebel auch höhere Wolkenschichten die Sonne abschirmten.
Am **16. Februar** war es ähnlich, bei frostigen Temperaturen (mit Ausnahme des Nordens) gab es verbreitet Dunst oder Nebel, der sich in einem breiten, von Ostfriesland und Niederrhein nach Sachsen und Bayerischem Wald verlaufenden Streifen rasch auflöste. Im Norden und Nordosten lösten sich die großen Hochnebelfelder hingegen erst nachmittags auf und im Süden/Südwesten blieb es teils ganztägig trüb.
Der **17. Februar** begann in der Südwesthälfte verbreitet trüb, während die Nordosthälfte und die höchsten Gipfel im Süden Sonnenschein verbuchten. Von Westen driftete ein schwacher Tiefausläufer mit seinen tiefen Wolkenfeldern heran, aus denen sporadisch Sprühregen fiel.
Am **18. und 19. Februar** bestimmte Hoch „Isa“ mit Kern über Süddeutschland das Wetter. Der 18. startete bei Temperaturen um den Gefrierpunkt überwiegend bedeckt, bevor sich die Bewölkung über der Nordhälfte im Vormittagsverlauf weitgehend auflöste und der Sonne Platz machte. Am 19. setzte sich bei auffrischendem Wind das sonnige Wetter in der Nordhälfte fort. Auch von Süden löste sich die Hochnebeldecke allmählich auf - übrig blieb ein trüber Streifen, der sich, bei oft eisigen Höchstwerten von Saarland und Rheinland-Pfalz bis Ostbayern erstreckte.
In der Nacht **zum 20.** erreichte ein Tiefausläufer die Nordseeküste und überquerte Deutschland langsam südostwärts. Die Niederschläge fielen meist als Regen (nur in den Frühstunden fiel zeitweise auch Schnee) und erreichten am Abend eine Linie Rügen - Mosel. Quelle: DWD, Witterungsreport Express, Nr. 2/2015.

Situation in Sachsen-Anhalt

In Abbildung 47 sind die Verläufe der Tagesmittelwerte der Partikel PM_{10}-Konzentrationen einiger Stationen im Land Sachsen-Anhalt für den Zeitraum vom 13.02.2015 bis 20.02.2015 dargestellt. Zu erkennen ist, dass die Belastung im Bereich Halle (Saale) deutlich langsamer abgeklungen ist als beispielsweise in Magdeburg. Dabei fällt insbesondere der Standort Paracelsusstraße ins Auge, da dort auch an den Folgetagen (19./20.02.2015) weitere Überschreitungen gemessen worden sind. Dies waren jedoch die einzigen im gesamten Messnetz und der lokalen Verkehrsbelastung geschuldet.

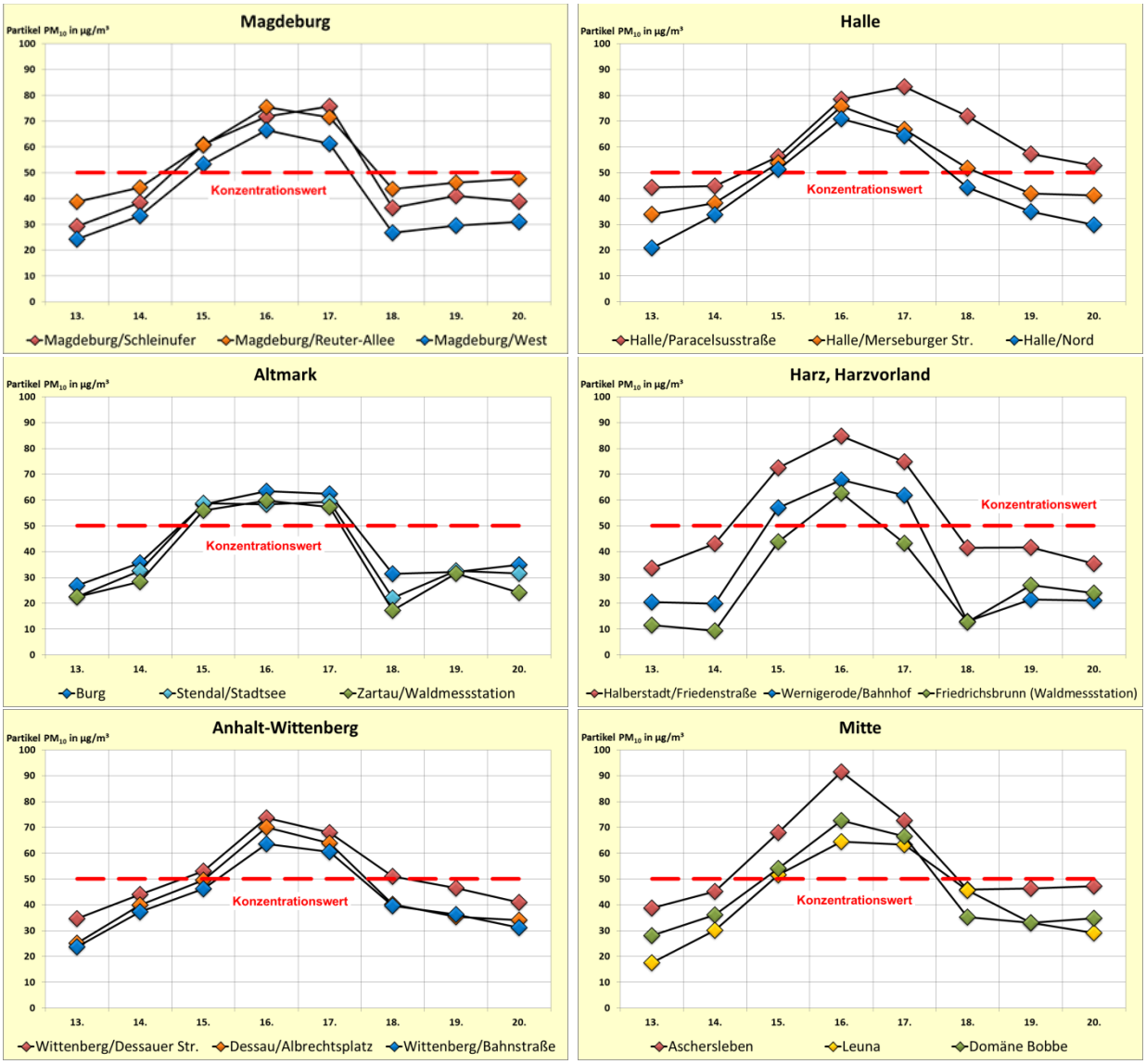


Abbildung 47: Tagesmittelwerte der Partikel PM_{10}-Konzentrationen vom 13.02.2015 bis 20.02.2015 in Sachsen-Anhalt

In der Gesamteinschätzung stellt sich diese Partikel PM_{10}-Episode als großräumige und flächendeckende Belastungssituation dar, von der ganz Deutschland betroffen war.
Die austauscharme Hochdruck-Wetterlage und Beiträge aus lokalen Quellen (Kfz-Verkehr und Gebäudeheizungen mit Festbrennstoffen) haben die Entstehung der erhöhten Partikelkonzentrationen begünstigt und waren somit der Auslöser für die Episode. Darüber hinaus war die ferntransportbedingte Zusatzbelastung zwar teilweise mit ursächlich, aber nicht dominant bestimmend. Kalte Nächte mit leichtem Frost und verbreitet Nebel und Hochnebel am Folgetag sowie die an fast allen Episodentagen mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Temperaturinversion sorgten für die Herausbildung eines erhöhten Schadstoff-Grundsockels in den bodennahen Luftschichten.

Die Abbildung 48 visualisiert die Partikel PM_{10}-Tagesmittelwerte aller Stationen am Tag der höchsten Belastung (16.02.2015), dem Höhepunkt dieser Episode.

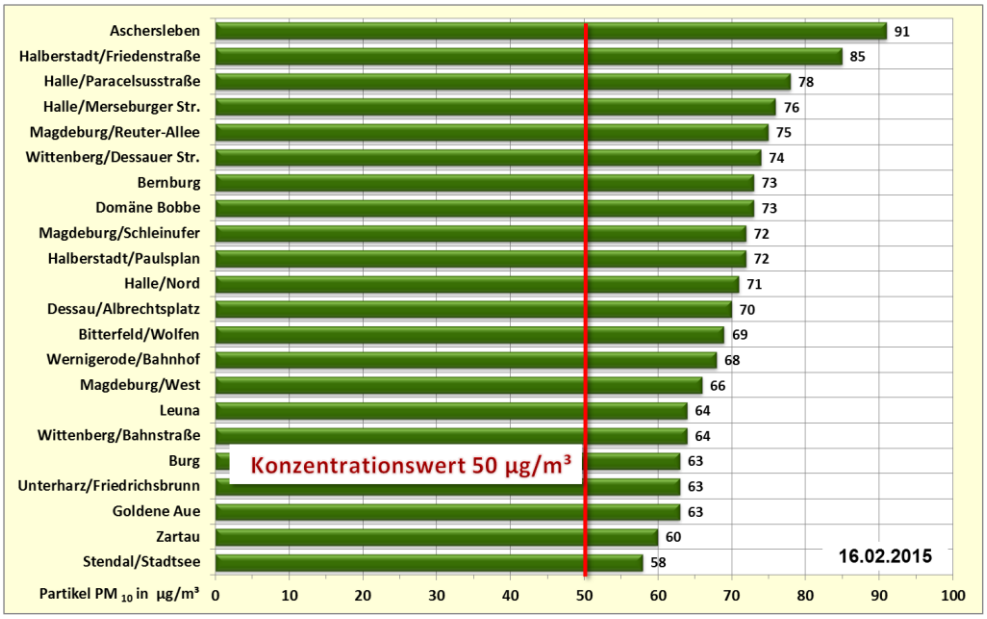


Abbildung 48: Tagesmittelwerte Partikel PM_{10} am 16.02.2015

Anhand der nachfolgenden Abbildung 49 ist der Verlauf der Belastungssituation sehr gut nachvollziehbar. Dargestellt sind die Tagesmittelwerte der Partikel PM_{10}-Messstationen des LÜSA für den Zeitraum vom 13.02.2015 bis 20.02.2015.
Gut erkennbar ist die flächendeckende Belastung am 16./17. Februar, wobei am 17. an einem Standort der zulässige Tageswert nicht überschritten worden ist. Es handelt sich dabei um den Standort Unterharz/Friedrichsbrunn. Dieser befand sich aufgrund seiner Höhenlage (410 m ü. NN) oberhalb der bodennahen Inversionsschicht.

Die Abbildung 50 zeigt sogenannte Rückwärtstrajektorien für Messstationen in Sachsen-Anhalt für ausgewählte Tage im Zeitraum vom 14.02.2015 bis 18.02.2015. 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.

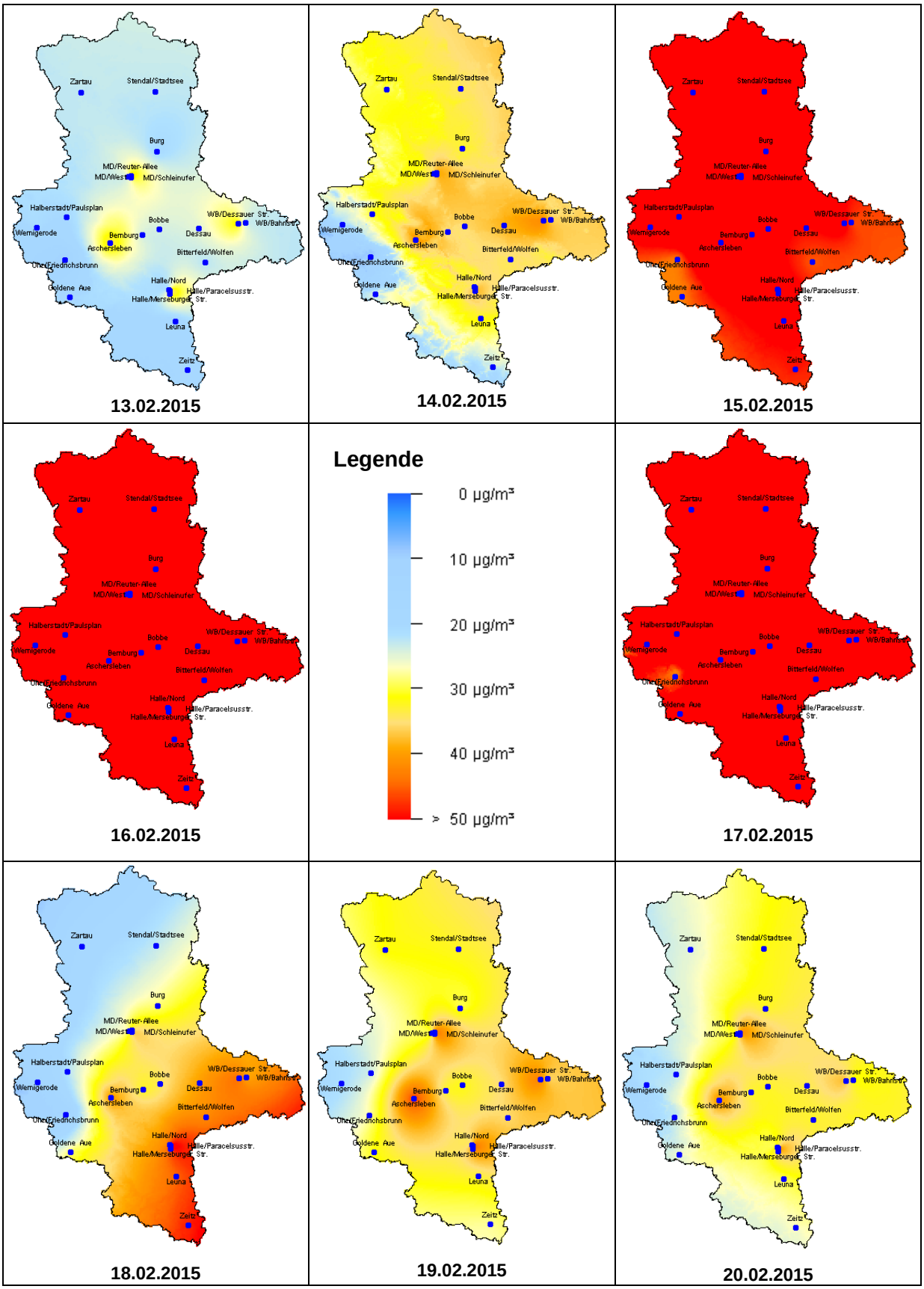


Abbildung 49: Partikel PM_{10} – Belastung in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 13.02.2015 bis 20.02.2015

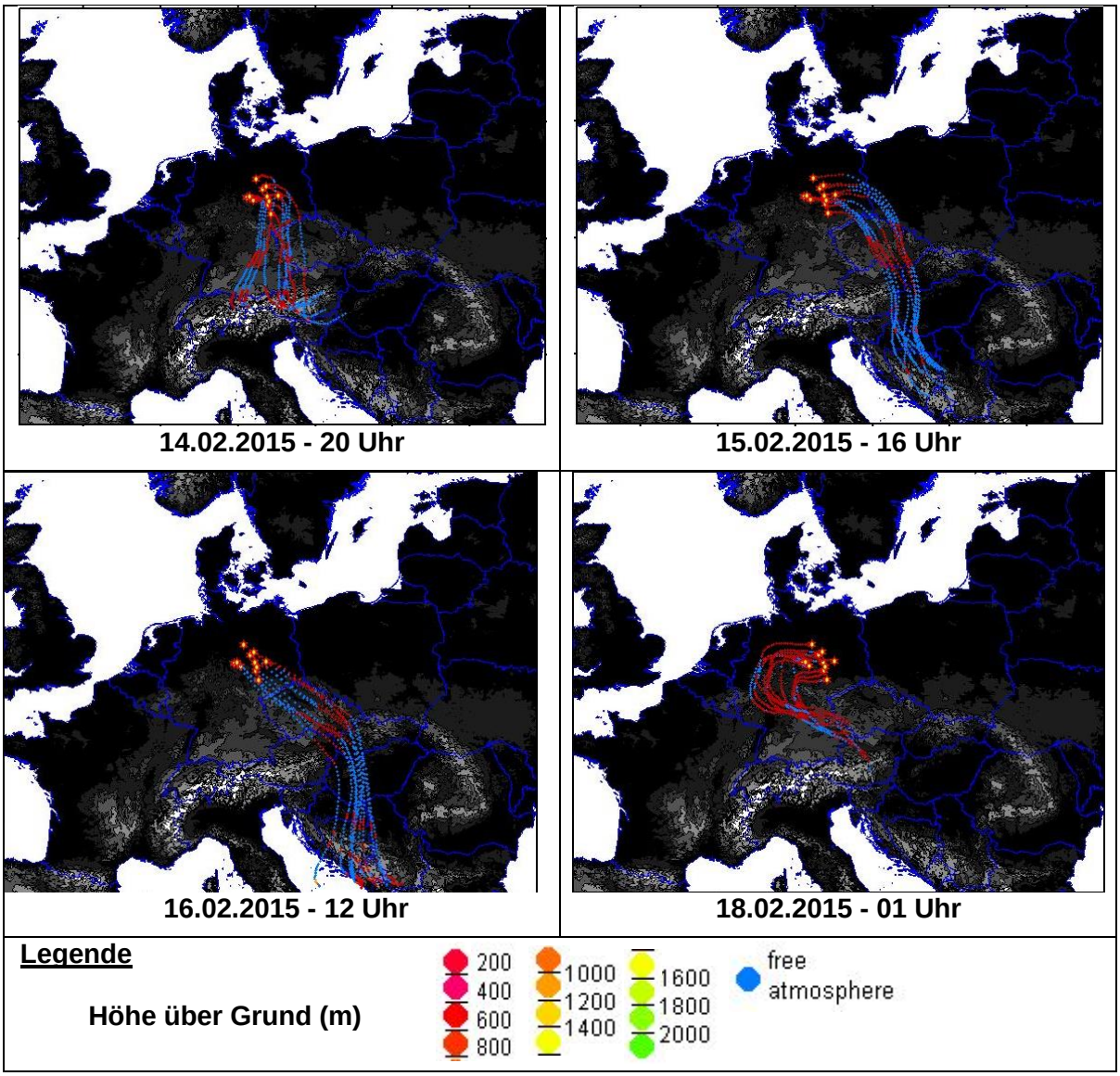
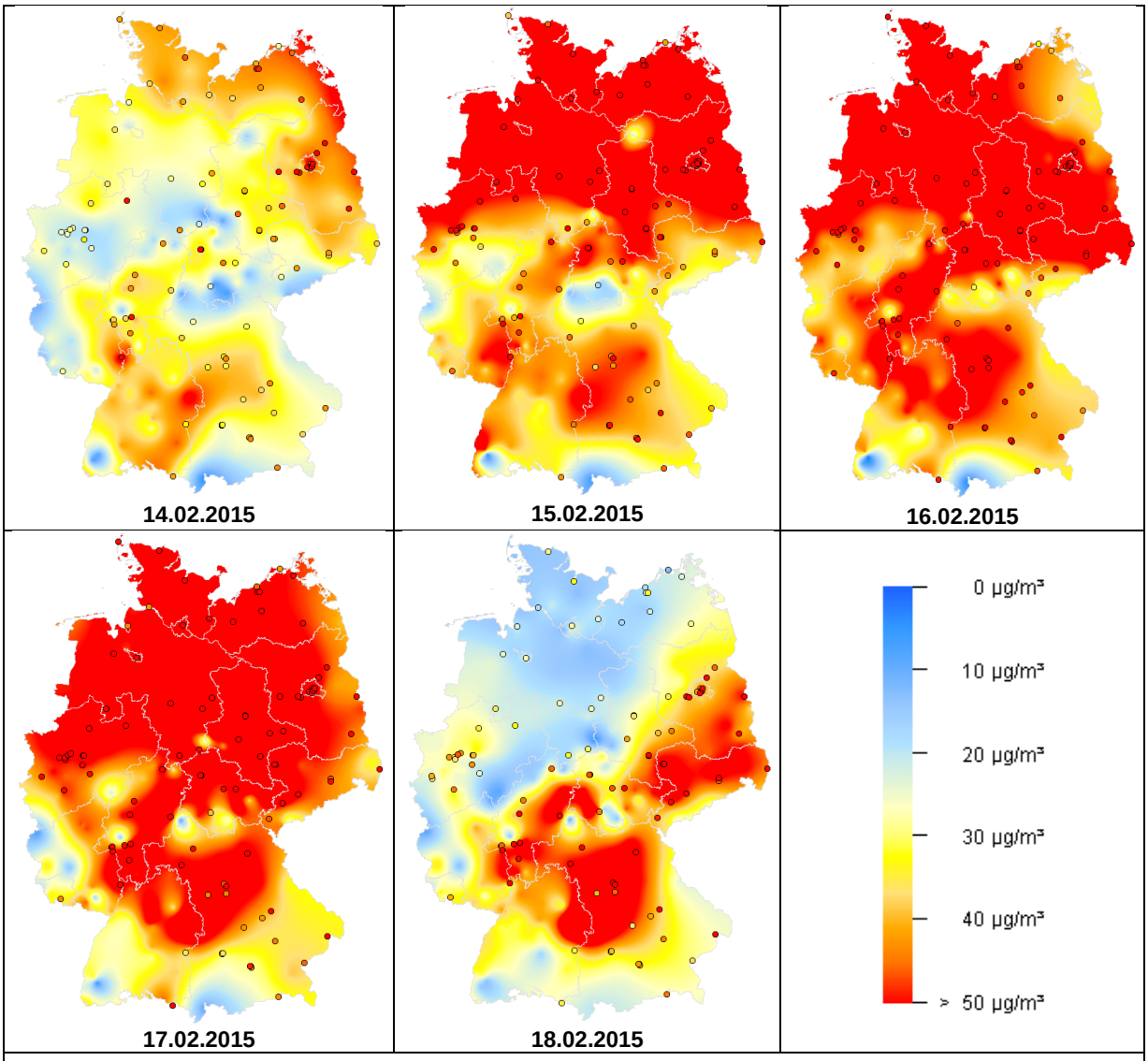


Abbildung 50: Trajektorien im Zeitraum vom 14.02.2015 bis 18.02.2015 (ausgewählte Tage)

Anhand der Trajektorien wird deutlich, dass die klassischen Ferntransportprozesse aus östlichen/südöstlichen Richtungen hier durchaus zeitweise mit ursächlich waren. Am Höhepunkt der Episode war eine Anströmung aus Südost mit „Bodenkontakten" in Tschechien und Deutschland gegeben. Das Ende der Episode wurde, beginnend ab dem 17.02.2015, mit einer Drehung der Anströmung auf Nordwest durch ein heranziehendes Tiefdruckgebiet eingeleitet.

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 51 zeigt die Karten (interpolierte Darstellung) der Partikel PM_{10}-Belastung für den Zeitraum vom 14.02.2015 – 18.02.2015. Anhand der Karten lässt sich der Verlauf der Episode gut nachvollziehen.



Diese Karten wurden durch das Umweltbundesamt mit Daten aus den Messnetzen der Länder und des Bundes erstellt. Sie dienen der orientierenden Information der Bevölkerung. Auf Grund der weiträumigen Betrachtung ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig.

Abbildung 51: Partikel PM_{10} – Belastung in Deutschland vom 14.02.2015 bis 18.02.2015

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. In Anlehnung an Auswertungen des Umweltbundesamtes[20] wurden dabei folgende Stationsklassen gebildet: ländlicher Hintergrund, städtischer Hintergrund und städtisch verkehrsnah. Sofern Sammlermessreihen zur Verfügung standen, wurden diese für die Auswertung genutzt. Dabei fanden im Falle von Partikel PM_{10} nur Stationen Berücksichtigung, die mindestens sieben Jahre gemessen haben. Diese Vorgehensweise konnte jedoch 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.

[20] Luftqualität 2013 – vorläufige Auswertung, Umweltbundesamt, 28.01.2014, www.umweltbundesamt.de

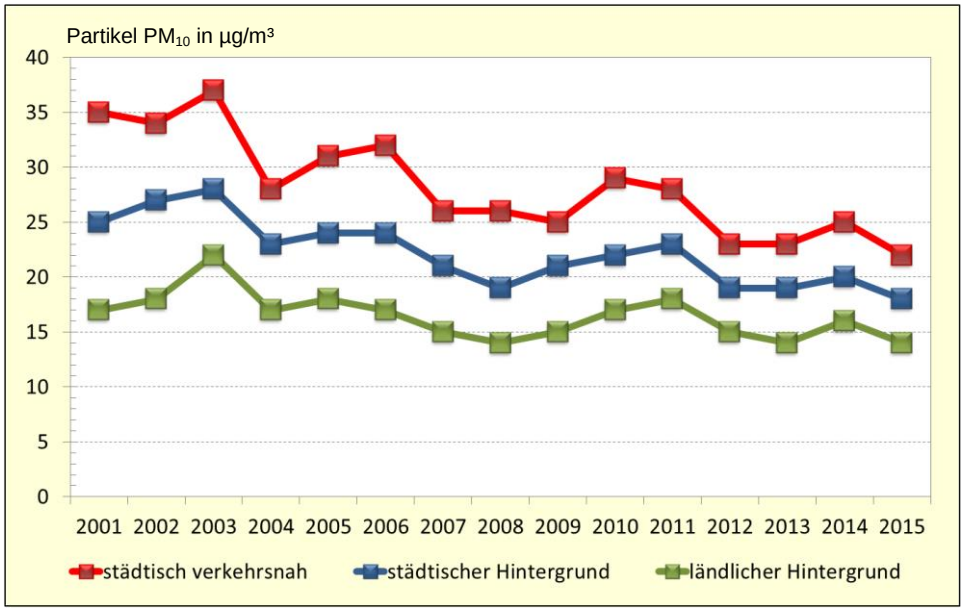


Abbildung 52: Entwicklung der Partikel PM_{10}-Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

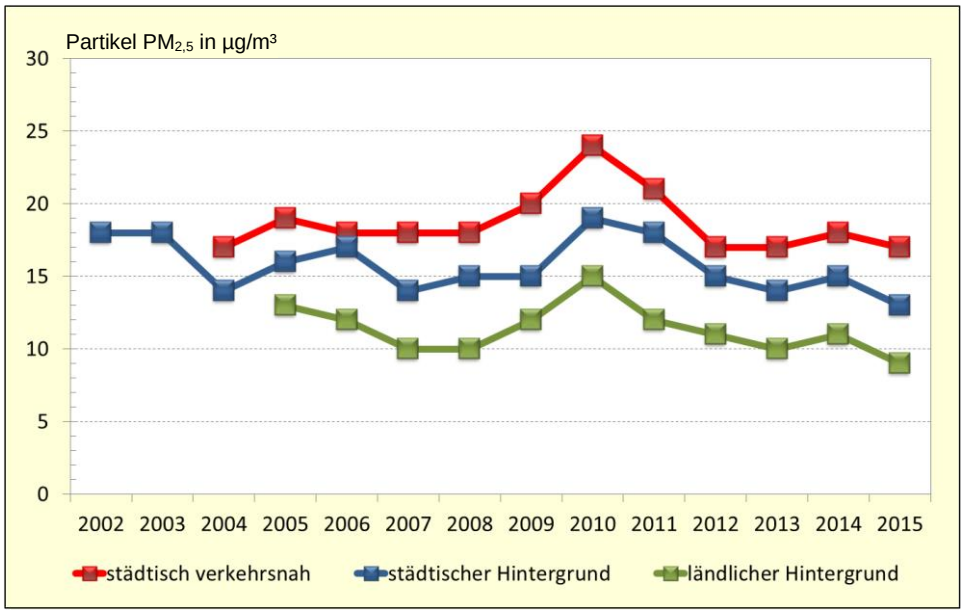


Abbildung 53: Entwicklung der Partikel $PM_{2,5}$-Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

In Auswertung der in Abbildung 52 dargestellten Entwicklung konnte für die Jahresmittelwerte Partikel PM_{10} vom Jahr 2001 bis 2008 tendenziell ein leichter Rückgang festgestellt werden. Die Ausnahmejahre 2003 und 2006 sowie die ebenfalls durch eine hohe Belastung charakterisierten Jahre 2010 und 2011 sind als deutliche Abweichung erkennbar. Darüber hinaus ist der Verlauf durch jährliche, zumeist witterungsbedingte Schwankungen gekennzeichnet. Der Verlauf ist über die Stationsklassen hinweg annähernd synchron. Ab dem Jahr 2009 zeigt sich über alle Stationsklassen ein deutlicher Wiederanstieg der Belastung. Dieser Trend setzte sich auch im Jahr 2011 fort, allerdings nicht an den verkehrsnahen Stationen. Der im Jahr 2012 festgestellte Belastungsrückgang setzte sich im Jahr 2013 nicht in gleicher Dynamik fort. An den Verkehrsstandorten blieb das Niveau gleich. Allen Klassen gemeinsam sind der Wiederanstieg der Belastung im Jahr 2014 und das deutliche Absinken im vergangenen Jahr.

Überschreitungen des Partikel PM_{10}-Jahresgrenzwertes in Höhe von 40 µg/m³ traten im gesamten Beobachtungszeitraum nicht auf.
Für die Jahresmittelwerte Partikel $PM_{2,5}$ zeigt sich ab dem Jahr 2008 ein ansteigender Trend, welcher an den verkehrsnahen Stationen besonders stark ausgeprägt ist (Abbildung 53). Im Jahr 2010 wurde an allen Stationen ein vorläufiges Maximum erreicht, danach gingen die Konzentrationen wieder zurück. Dieser Trend setzte sich auch im Vergleich des Jahres 2012 zum Jahr 2013 zumindest im Hintergrund weiter fort. Die verkehrsnahen Standorte zeigen hier jedoch einen Anstieg. Analog zum Partikel PM_{10} ist auch für Partikel $PM_{2,5}$ im Jahr 2014 ein deutlicher Wiederanstieg und im Jahr 2015 ein noch deutlicheres Absinken der Konzentrationen erkennbar.

Bewertung der Jahresmittelwerte 2015 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 2015 mit Hinblick auf die deutlich strengeren WHO-Leitwerte (siehe Abschnitt 2.6) betrachtet.
Für Partikel PM_{10} beträgt der WHO-Leitwert 20 µg/m³ 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 54). Demnach würde dieser Leitwert aktuell an allen verkehrsnahen Standorten überschritten werden. Demgegenüber und auch im Unterschied zum Jahr 2014 würde der Leitwert jedoch im städtischen Hintergrund eingehalten werden. Insgesamt gesehen würde dieser viel strengere aber nicht rechtsverbindliche Wert im Jahr 2015 an 16 von 22 Stationen eingehalten werden (Jahr 2014: nur 5 von 23 Stationen).

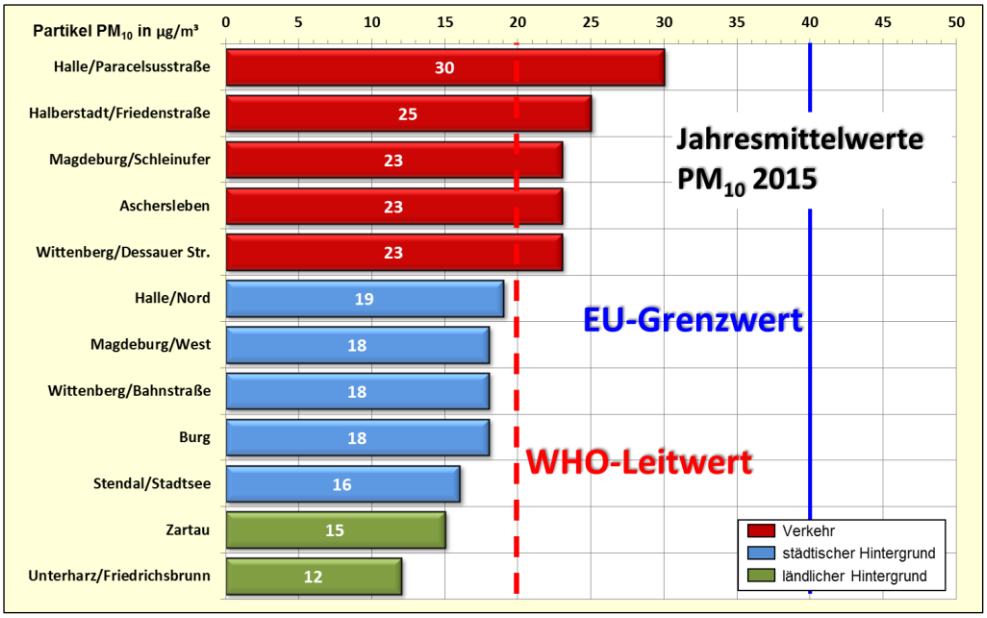


Abbildung 54: Partikel PM_{10}-Jahresmittelwerte 2015 ausgewählter Stationen in Sachsen-Anhalt in Bezug zum WHO-Leitwert und EU-Grenzwert

Mit Blick auf die gesundheitlichen Wirkungen ist festzustellen, dass die Bedeutung der kleineren Partikel deutlich größer ist und in der Vergangenheit auch häufig unterschätzt wurde. Insofern kommt der Überwachung der Partikel $PM_{2,5}$-Konzentrationen zukünftig immer mehr Bedeutung zu. Seitens der WHO wurde dem bereits Rechnung getragen und es existiert ebenfalls ein entsprechender Leitwert für Partikel $PM_{2,5}$. Dieser liegt bei 10 µg/m³ und ist damit nur halb so hoch wie der EU-Grenzwert (20 µg/m³), der in Stufe 2 ab dem Jahr 2020 gültig ist. Aktuell liegt der EU-Grenzwert bei 25 µg/m³ (gültig ab 01.01.2015).

Die nachfolgende Abbildung 55 visualisiert die Partikel $PM_{2,5}$-Jahresmittelwerte 2015 der LÜSA-Messstationen mit Blick auf den WHO-Leitwert und den EU-Grenzwert (Stufe 2). Es wird deutlich, dass der EU-Grenzwert aktuell bereits an allen Standorten eingehalten wird. 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.

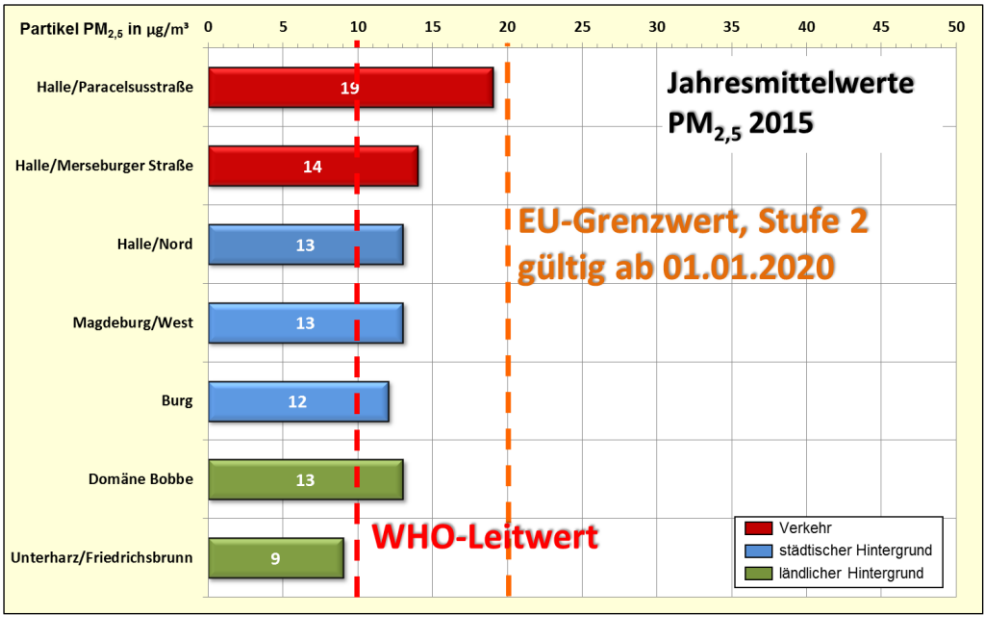


Abbildung 55: Partikel $PM_{2,5}$-Jahresmittelwerte 2015 in Sachsen-Anhalt in Bezug zum WHO-Leitwert und EU-Grenzwert, Stufe 2

2.4.2 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 2015 standen im LÜSA dafür 22 Messreihen zur Verfügung. Die Einschätzung der Datenverfügbarkeiten der einzelnen Messreihen ermöglicht Tabelle A 7. 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.

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 gewährt[21].
Das heißt, dass in diesem Zeitraum ein NO_2-Jahresmittelwert von 60 µg/m^3 nicht überschritten werden durfte. Dieser Grenzwert gilt für alle in diesen Gebieten liegenden Messstandorte.

Stundenmittelwerte über 200 µg/m³ wurden im Jahr 2015 im LÜSA nicht registriert. Damit traten keine Überschreitungen des ab 01.01.2010 geltenden (Kurzzeit-)Grenzwertes für den Schutz der menschlichen Gesundheit (200 µg/m³ als Stundenmittelwert bei maximal 18 zulässigen Überschreitungen) und keine Überschreitungen der Alarmschwelle (Stundenmittelwerte größer 400 µg/m³ in drei aufeinander folgenden Stunden) auf.

Jahresmittelwerte werden als Kenngröße für die mittlere Belastung herangezogen.
Abbildung 56 visualisiert die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Konzentrationen für das Jahr 2015 im Vergleich zum Jahresgrenzwert.

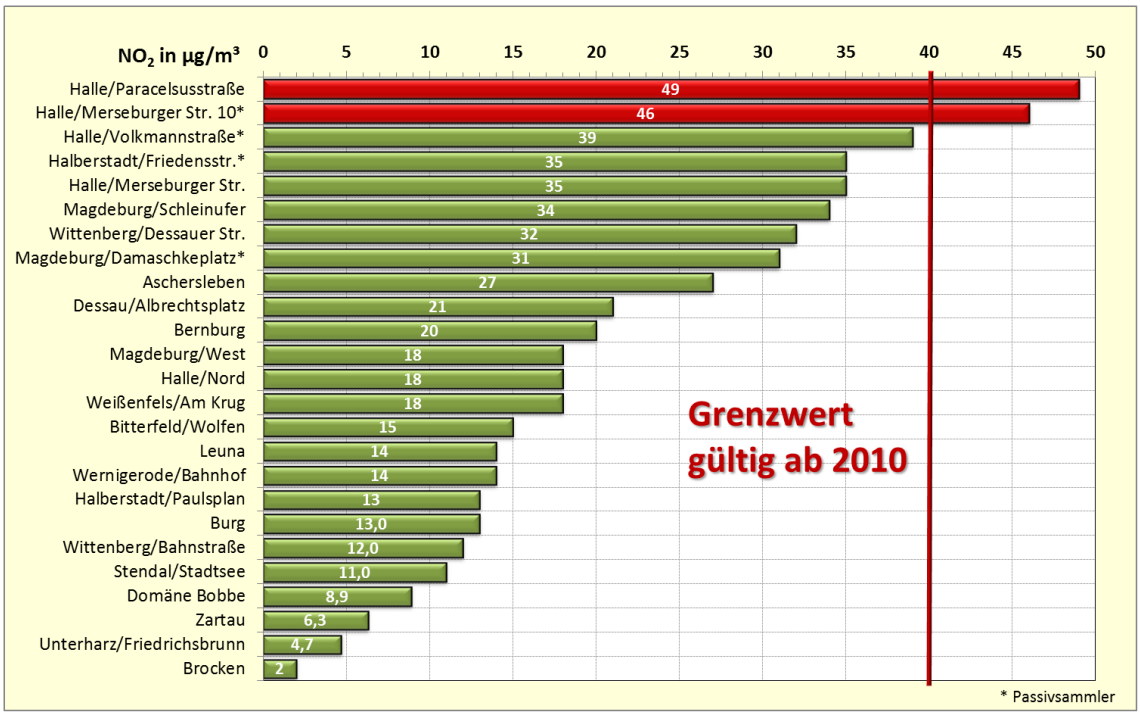


Abbildung 56: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid 2015 in µg/m³

[21] 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

NO_2-Belastungssituation an Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt

In Abbildung 57 werden die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid an den Belastungsschwerpunkten in Sachsen-Anhalt graphisch dargestellt.
An der Verkehrsmessstation Halle/Paracelsusstraße (49 µg/m³) sowie dem mit Passivsammlern beprobten Messstandort, Halle/Merseburger Straße 10 - Westseite (46 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 werden im Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Halle Maßnahmen festgelegt, mit dem Ziel die Luftqualität zu verbessern und die Einhaltung des Grenzwertes zu gewährleisten.

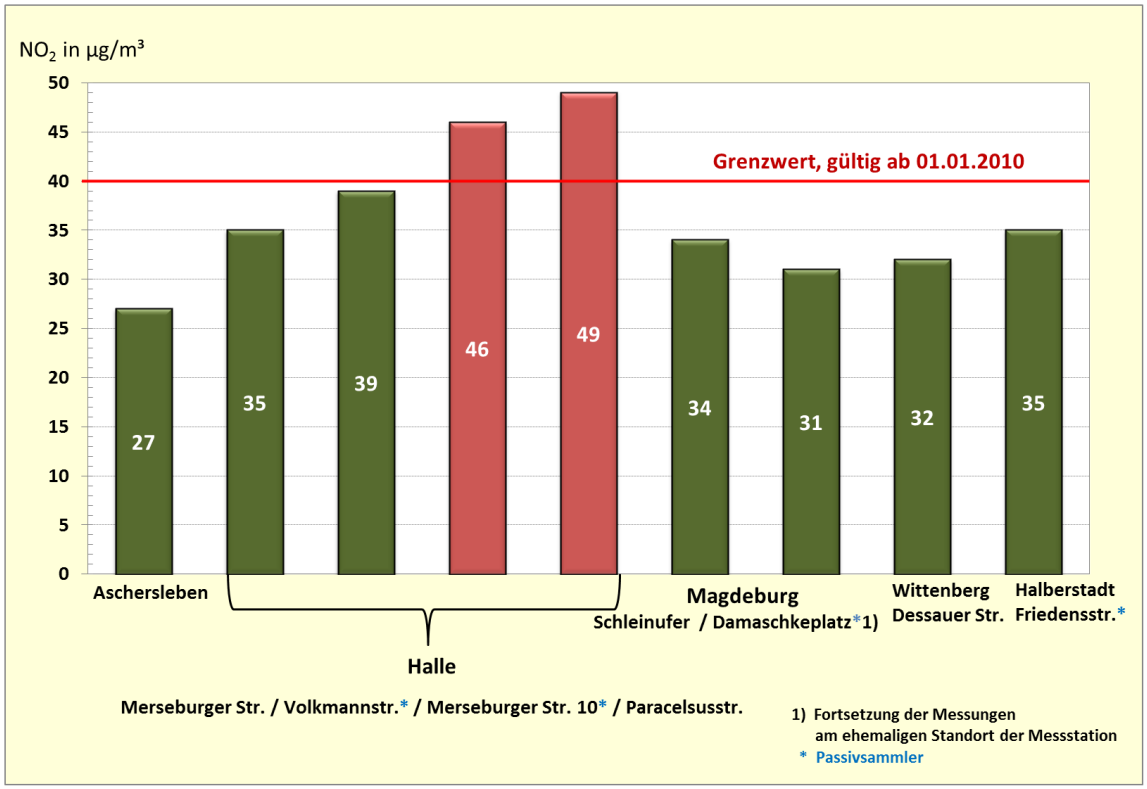


Abbildung 57: Vergleich der NO_2-Jahresmittelwerte an Verkehrs-Hotspots im Jahr 2015

Die Messergebnisse der Stickstoffdioxid-Konzentrationen in Sachsen-Anhalt anhand der Anforderungen der 39. BImSchV (siehe Abschnitt 2.6) sind in Tabelle A 12 bis Tabelle A 15 dokumentiert.

Abbildung 58 zeigt den Vergleich der Monatsmittelwerte der Jahre 2014 und 2015 für Verkehrs- und Stadtgebietsstationen.
Verkehrsmessstationen befinden sich an „Hot Spots“ – 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 stark verkehrsbeeinflussten Stationen ist dieser Jahresgang meist geringer ausgeprägt.
Während in den viel zu trockenen Monaten Mai, Juni und September des Jahres 2015 die Monatsmittelwerte der NO_2-Konzentrationen höher ausfielen als im Vorjahr 2014, hatten die meist milden Temperaturen in den Herbst- und Wintermonaten geringere Monatsmittelwerte als im Vorjahr.

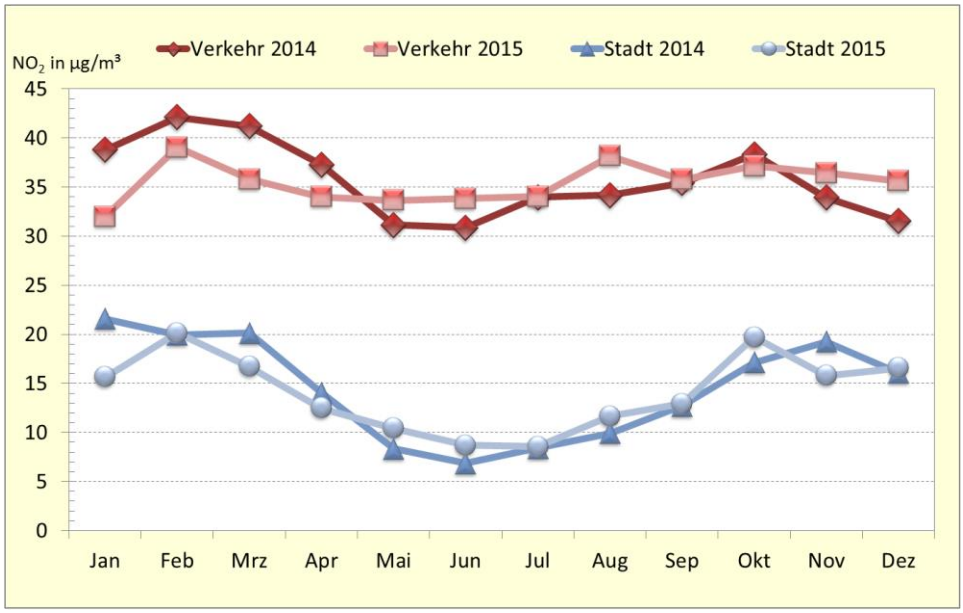


Abbildung 58: Vergleich der Monatsmittelwerte der Stickstoffdioxid-Immissionen der Jahre 2014 und 2015 an Verkehrs- und Stadtgebietsstationen

Das führte über das Jahr betrachtet dazu, dass die Jahresmittelwerte sich nicht oder nur geringfügig veränderten (Tabelle A 15).

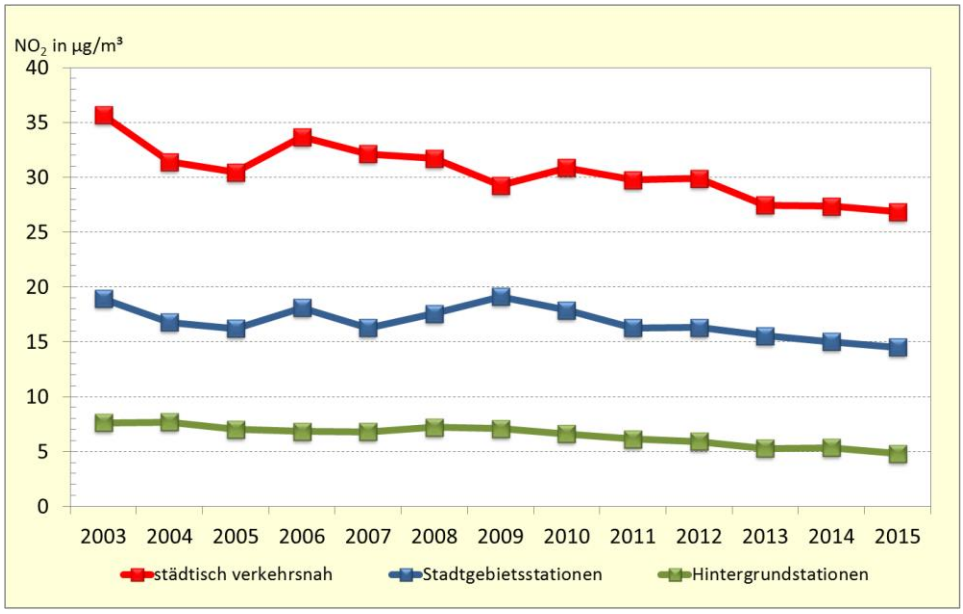


Abbildung 59: Entwicklung der Stickstoffdioxid-Immissionen (Jahresmittelwerte)

Abbildung 59 zeigt über Stationstypen gemittelte Jahresmittelwerte seit dem Jahr 2003. An den weit von der Hauptemissionsquelle, dem Straßenverkehr, entfernt 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.
Trotz der leichten Schwankungen ist über den dargestellten Zeitraum ein rückläufiger Trend gut erkennbar.

Für **Stickstoffmonoxid** existieren keine Grenzwerte. In der VDI-Richtlinie 2310 (siehe Abschnitt 2.6) sind maximale Immissionskonzentrationen (MIK-Werte) festgelegt, die als Richtwerte dienen, um "...Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Menschen, insbesondere auch für Kinder, Kranke und Alte, bei ihrer Einhaltung" zu vermeiden.
Die Tabelle A 14 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 µg/m³ 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. Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, www.kba.de.

Ergebnisse der NO_2-Passivsammlermessungen

Die Ergebnisse der Passivsammlermessungen sind in der nachfolgenden Abbildung 60 dargestellt (genaue Standortbeschreibung siehe Abschnitt 2.4)
Nahezu an allen Standorten für NO_2-Passivsammlermessungen ist in den Jahren 2013 bis 2015 ein leicht rückläufiger Trend der NO_2-Belastung feststellbar.

Der nach 39. BImSchV einzuhaltende Jahresgrenzwert in Höhe von 40 µg/m³ wird an den Passivsammlermessstandorten nur noch am Standort Halle, Merseburger Str. 10 im Jahr 2015 überschritten.

Der Rückgang der NO_2-Belastung in Halberstadt und Bernburg hat sich auch im Jahr 2015 fortgesetzt. Der relativ starke Rückgang in Bernburg ist auf die Entlastung der Verkehrssituation durch die Fertigstellung der neuen Umgehungsstraße B6n zurückzuführen.

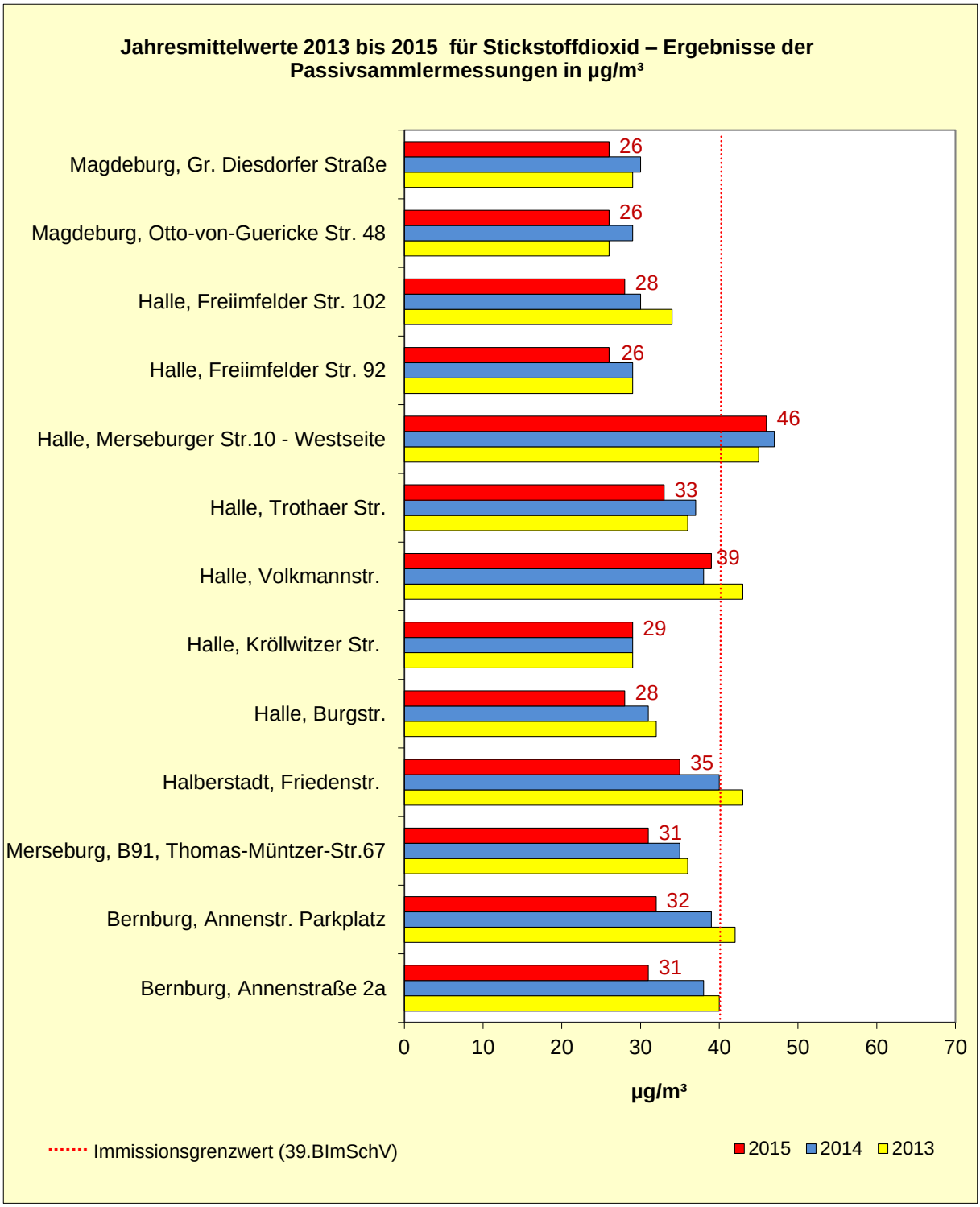


Abbildung 60: Jahresmittelwerte der NO_2-Messungen mit Passivsammler (LÜSA-Referenzstandorte sind nicht enthalten)

2.4.3 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 Abschnitt 2.6 Tabelle 24).

Für eine flächendeckende Überwachung der Ozonkonzentration, zur Untersuchung der regionalen Besonderheiten sowie zur Auswertung des Ozonbildungspotentials standen im Jahr 2015 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 7 angegeben. Die Tabelle A 16 zeigt den Vergleich der Jahreskenngrößen des Ozons für die Jahre 2014 und 2015.

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 61 visualisiert die Jahresmittelwerte der Jahre 2003 bis 2015 als Kenngröße für die mittlere Belastung am Beispiel einer typischen Stadtgebiets-, Hintergrund- und Verkehrsmessstation.

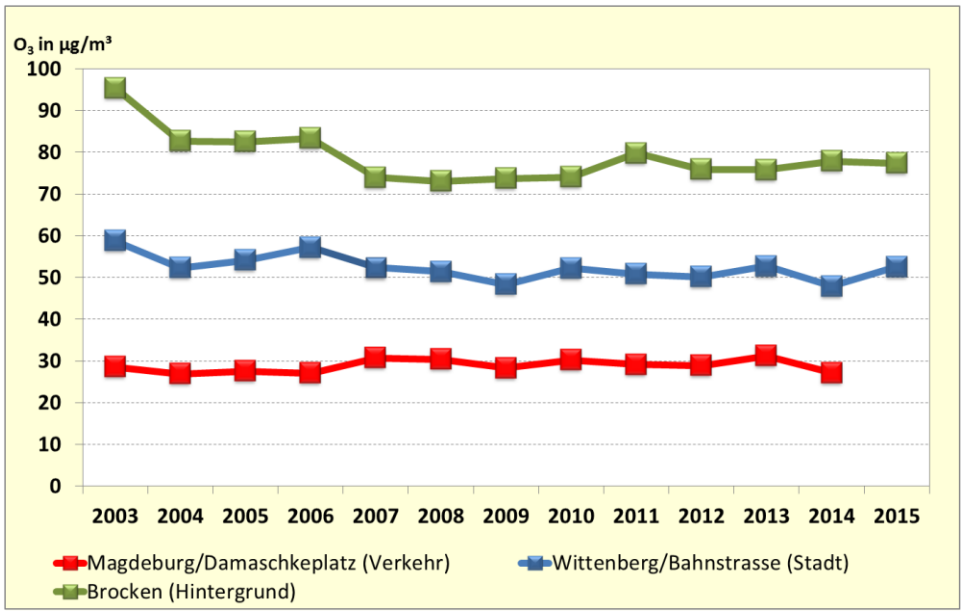


Abbildung 61: Verlauf der Jahresmittelwerte Ozon in µg/m³ am Beispiel einer Hintergrund-, einer Stadtgebiets- und einer Verkehrsmessstation

Der Sommer des Jahres 2015 war der drittwärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Verbreitet wurden neue Hitzerekorde gemessen und es war überdurchschnittlich sonnig.

So war es auch nicht verwunderlich, dass im Juli und im August ausgeprägte Episoden mit hohen Ozonspitzenbelastungen auftraten.

Das wird nachfolgend noch Gegenstand der Analyse sein.

Im LÜSA wurde an 8 Tagen und 14 Stationen der Schwellenwert zur Information der Bevölkerung von 180 µg/m³ als Einstundenmittelwert überschritten. Obwohl an 8 Stationen Einstundenmittelwerte über 200 µg/m³ auftraten, wurde die Alarmschwelle (240 µg/m^3) in Sachsen-Anhalt nicht überschritten. Der höchste Wert im Jahr 2015 wurde auf dem Brocken mit 221 µg/m³ gemessen. Die Werte und Überschreitungszeiten der Einstundenmittelwerte größer als 180 µg/m³ kann man Tabelle A 18 entnehmen.

Abbildung 62 enthält die Anzahl der Tage mit Überschreitung des Schwellenwertes für Ozon zur Information der Bevölkerung von 180 µg/m³ vom Jahr 1993 bis 2015.
Seit dem Jahr 1999 wurde in Sachsen-Anhalt keine Überschreitung der Alarmschwelle (240 µg/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.

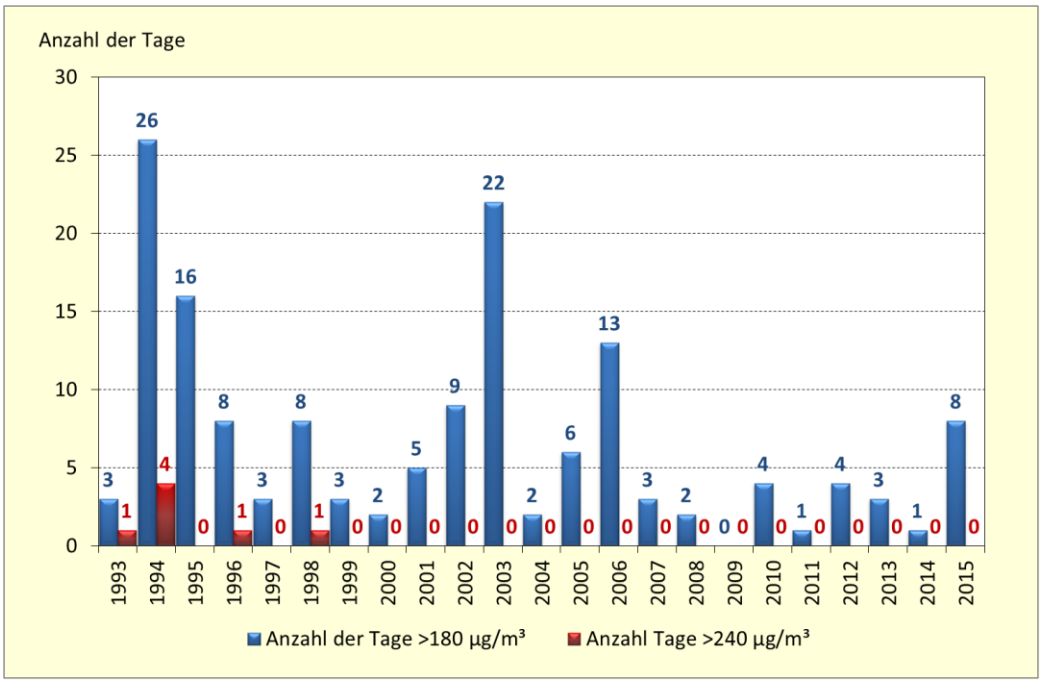


Abbildung 62: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwertes für Ozon zur Information der Bevölkerung (180 µg/m^3) und der Alarmschwelle (240 µg/m^3); Bezug: 1-h- Mittelwert

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt 120 µg/m³ als höchster Achtstundenmittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über drei Jahre und ist ab dem Jahre 2013 gültig. Dieser Zielwert wurde – außer an der Bergstation auf dem Brocken - an allen LÜSA-Stationen eingehalten (Abbildung 63, Tabelle A 17 und Tabelle A 19).

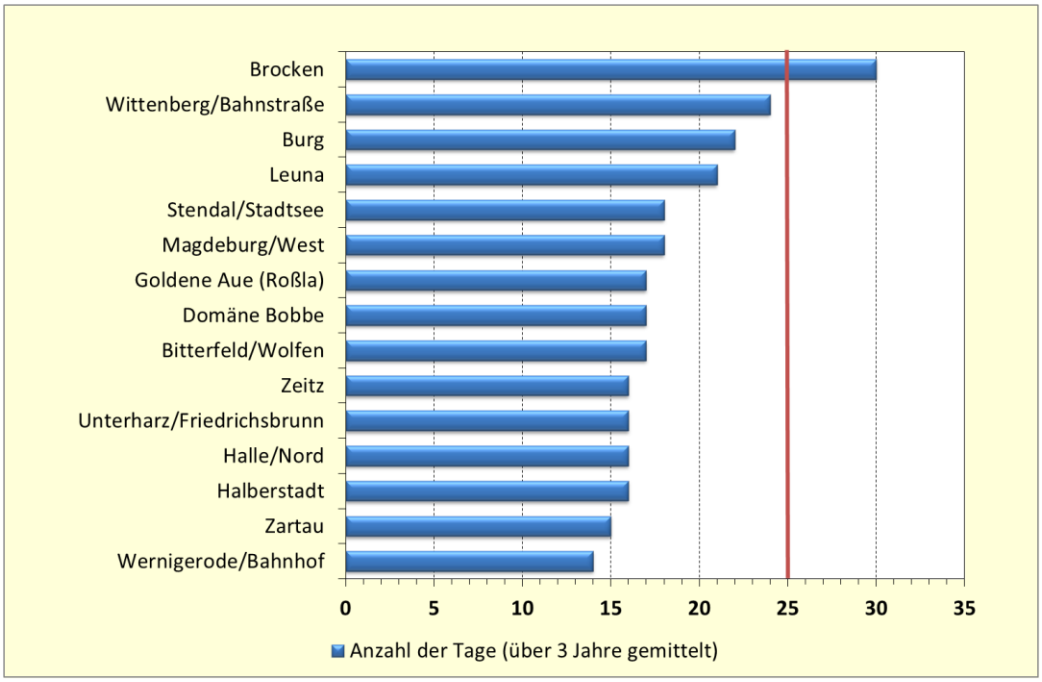


Abbildung 63: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Zielwertes für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemittelt über 3 Jahre (120 µg/m³ einzuhalten als höchster 8-h-Mittelwert, gültig ab dem Jahr 2010)

Weiterhin werden in der 39. BImSchV auch so genannte 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 µg/m³ als stündlich gleitender Achtstundenmittelwert darf nicht überschritten werden – wäre im Jahr 2015 an keiner LÜSA-Station eingehalten worden.

Die Luftgüteleitlinien der WHO (Weltgesundheitsorganisation) geben eine zuverlässige Orientierungshilfe bei der Prüfung von möglichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung (siehe Abschnitt 2.6 Tabelle 29) und haben weltweit Gültigkeit.
Der Leitwert für Ozon (100 µg/m³ als 8h-Mittelwert) wird an allen LÜSA-Stationen an einer großen Anzahl von Tagen im Jahr überschritten (Tabelle A 21 des Anhanges).

Die Entwicklung der Anzahl der Tage pro Jahr, an denen an mindestens einer LÜSA-Station ein 8-h-Mittelwert größer 120 µg/m³ bzw. größer 100 µg/m³ auftrat, visualisiert Abbildung 64.

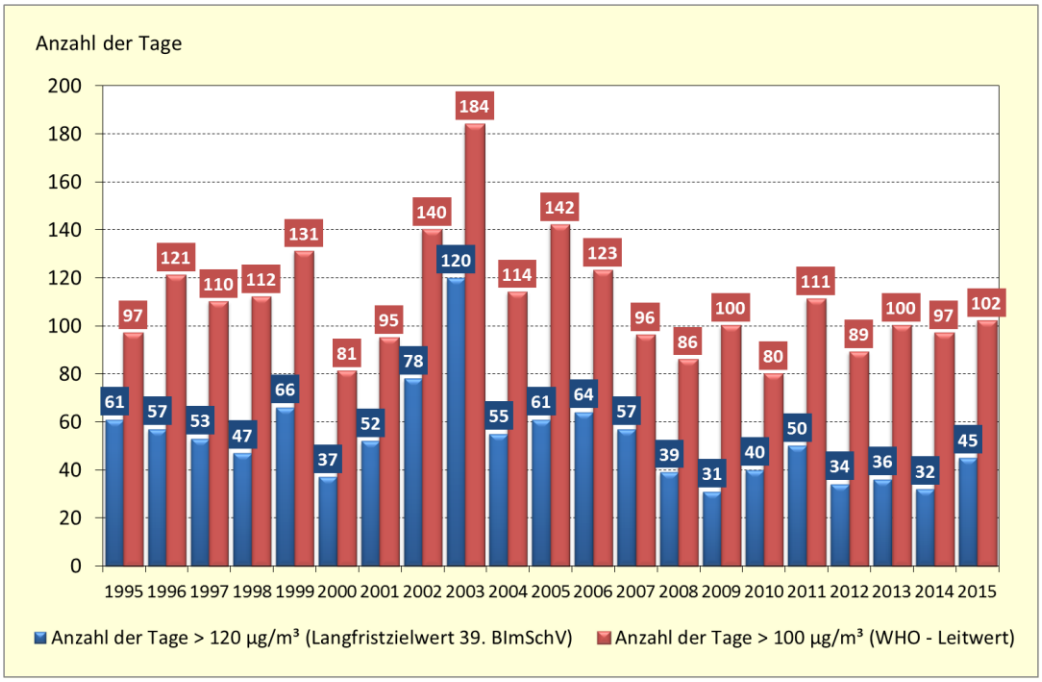


Abbildung 64: Anzahl der Tage pro Jahr, an denen an mindestens einer LÜSA-Station ein 8-h-Mittelwert größer 120 µg/m³ bzw. 100 µg/m³ auftrat

Zum Schutz der Vegetation vor hohen Ozonbelastungen wurde ein Zielwert (AOT40) festgelegt (vgl. Abschnitt 2.6).
Dieser für die Belastung der Vegetation durch Ozon repräsentative Wert sollte im Mittel über fünf Jahre 18000 (µg/m³)h nicht überschreiten. Er ist allerdings erst ab dem Jahr 2015 zu bewerten. Im Jahr 2015 wurde dieser Zielwert eingehalten. (Abbildung 65).
Als Langfristziel sollen 6000 (µg/m³)h nicht überschritten werden (Tabelle A 20 des Anhanges).

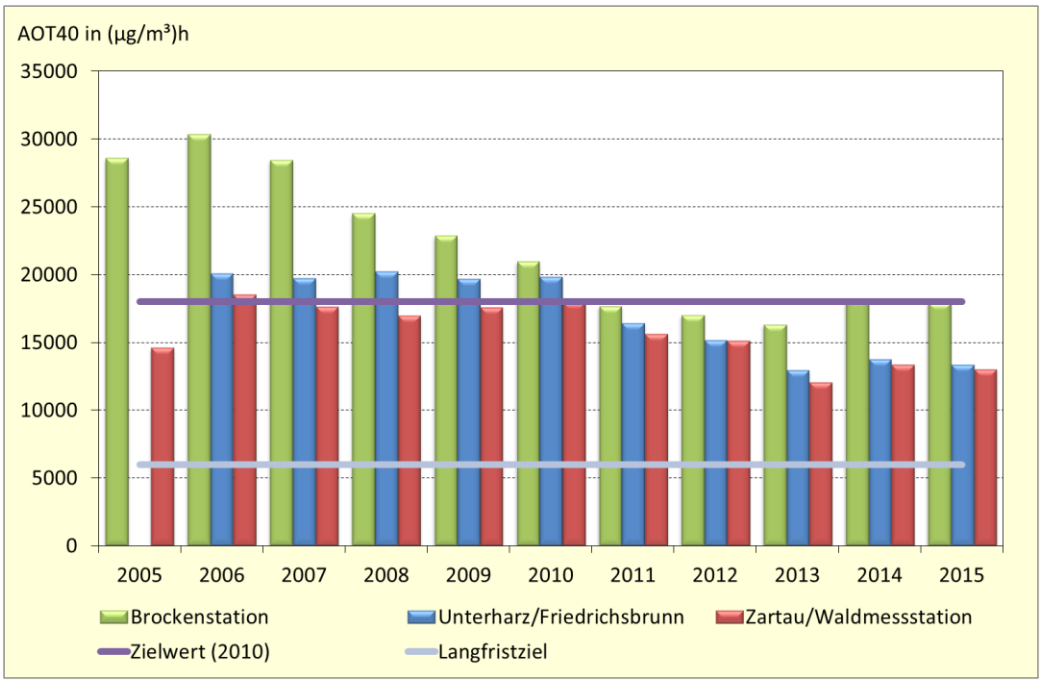


Abbildung 65: AOT40-Werte an Messstationen zur Überwachung von empfindlichen Ökosystemen (Mittel über 5 Jahre in (µg/m³)h)

Ursachenanalyse der Ozonepisode im Juli 2015

Zu Beginn des Monats stellte sich in Sachsen-Anhalt unter Hochdruckeinfluss ein zunehmend heißer und trockener Witterungsabschnitt ein. Der Zustrom heißer Luftmassen führte bei Temperaturen von mehr als 35 °C zu einer extremen Wärmebelastung. Nur örtlich entwickelten sich Quellwolken und es bildeten sich Schauer und Gewitter – zum Teil mit Starkregen, Sturmböen und Hagel.
Mit Drehung der Luftströmung von Nordwest auf südwestliche Richtung wurden heiße Luftmassen herangeführt, welche sich bei ihrem Transport über die westlichen Industrieländer mit Vorläufersubstanzen anreicherten.

Abbildung 66 und Abbildung 67 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.

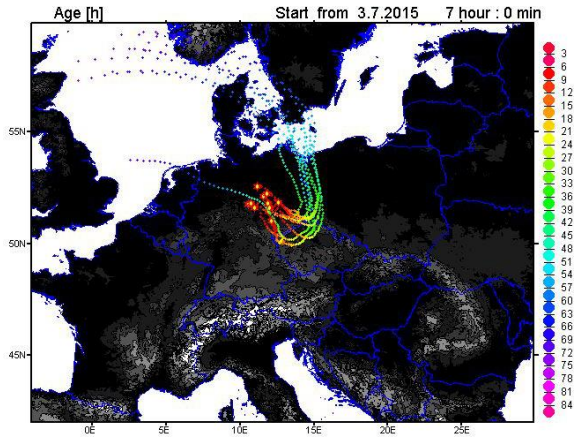


Abbildung 66: Rückwärtstrajektorien 03.07.2015 07:00 Uhr

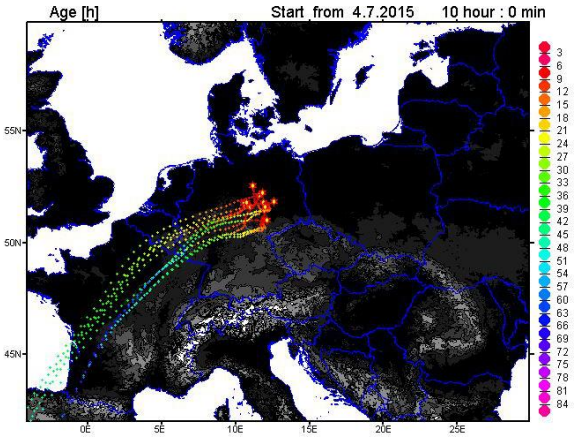


Abbildung 67: Rückwärtstrajektorien 04.07.2015 10:00 Uhr

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 ideale Voraussetzungen für die Ozonbildung vorhanden.

Es wurden Ozonspitzenkonzentrationen erreicht, die in dieser Größenordnung letztmalig im Jahr 2003 registriert worden waren.
Auch Sachsen-Anhalt war flächendeckend betroffen, wie die Messwerte des Landesmessnetzes zeigten. An 14 der 15 Messstationen wurde der Informationswert zum Schutz der Bevölkerung von 180 µg/m³ (Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Luft) überschritten. Folgende Maximalwerte wurden gemessen: Halle (Saale) 211 µg/m³, Bitterfeld 211 µg/m³, Leuna 204 µg/m³, Zartau 197 µg/m³, Domäne Bobbe 196 µg/m³, Magdeburg 197 µg/m³, Burg und Stendal 194 µg/m³, Wittenberg und Goldene Aue 185 µg/m³, Zeitz 184 µg/m³, Halberstadt 183 µg/m³ und Unterharz Friedrichsbrunn 182 µg/m³. Der Spitzenwert wurde mit 221 µg/m³ auf dem Brocken erreicht.

Abbildung 68 zeigt beispielhaft an 2 Stationen den Zusammenhang von Ozonkonzentration, Lufttemperatur und Windrichtung für diese Episode.

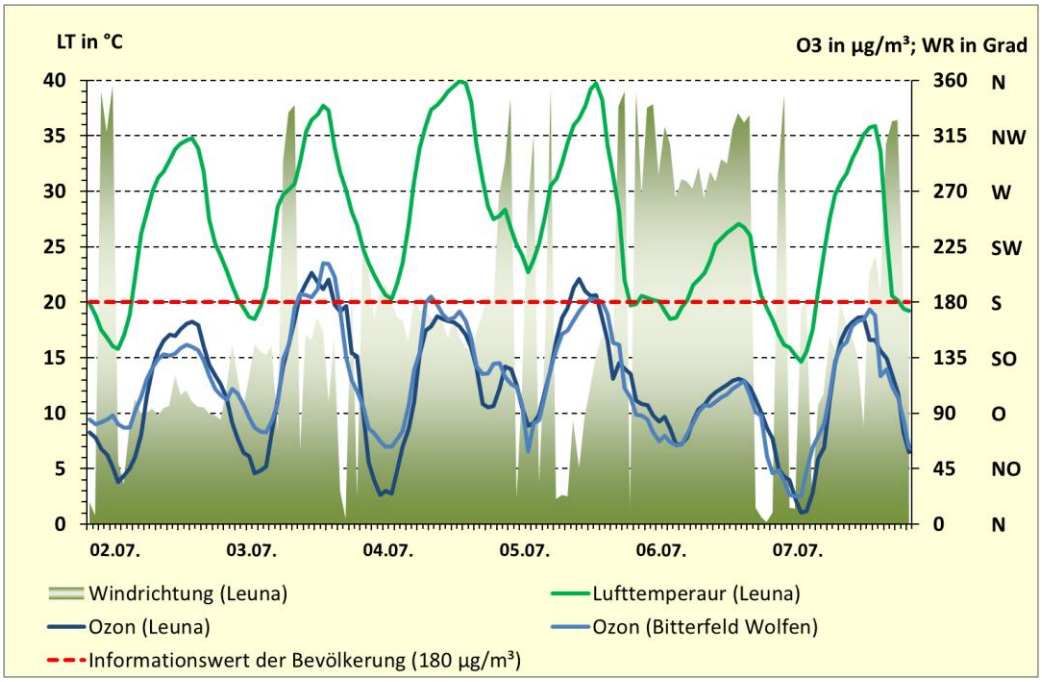


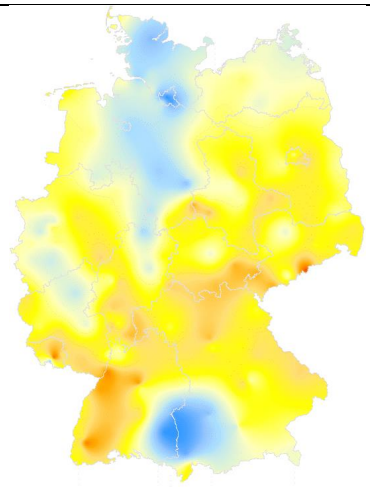
Abbildung 68: Einstundenmittelwerte Ozon, Windrichtung und Lufttemperatur

Die deutschlandweiten Maximalwerte traten in Hessen auf. An rund einem Drittel der Messstellen wurde dort die Alarmschwelle von 240 µg/m³ überschritten.

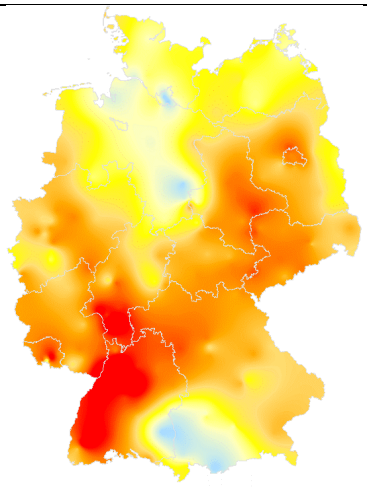
Die deutschlandweite Entwicklung der Belastung (zweistündlich aktualisiert) am 03.07.2015 von 11:00 Uhr bis 23:00 Uhr zeigt Abbildung 69 und am 04.07.2015 von 09:00 Uhr bis 23:00 Uhr visualisiert die nachfolgende Abbildung 70.

Die Karten wurden vom Umweltbundesamt mit Daten der Messnetze der Länder und des Bundes erstellt.

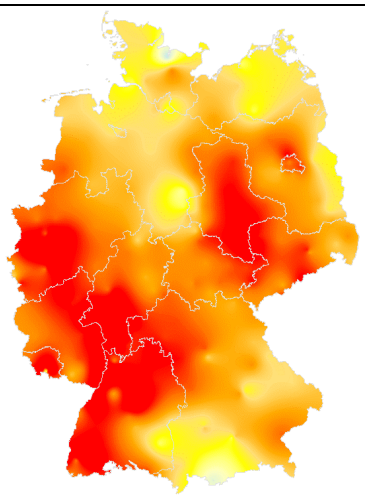
Sie dienen der orientierenden Information. Auf Grund der weiträumigen Betrachtung ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig.



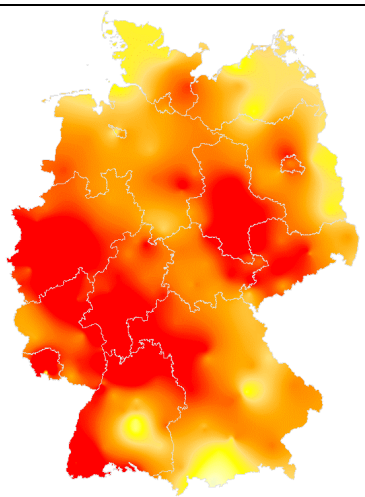
11:00



13:00

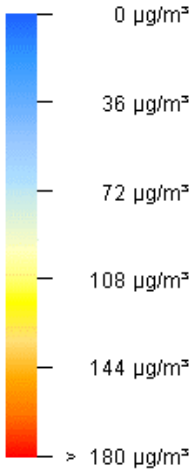


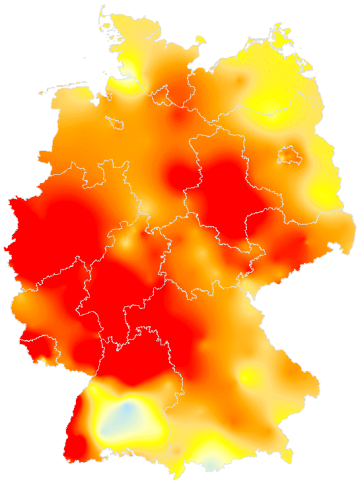
15:00



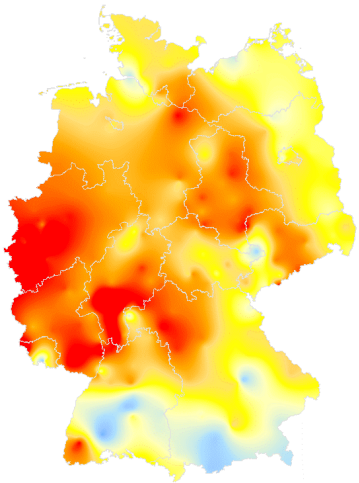
17:00

Legende

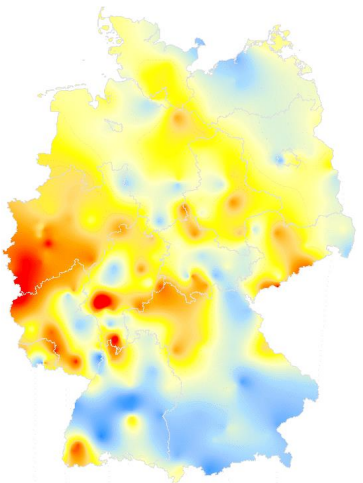




19:00



21:00



23:00

Abbildung 69: Flächenhafte Darstellung der Einstundenmittelwerte Ozon am 03.07.2015 in Deutschland

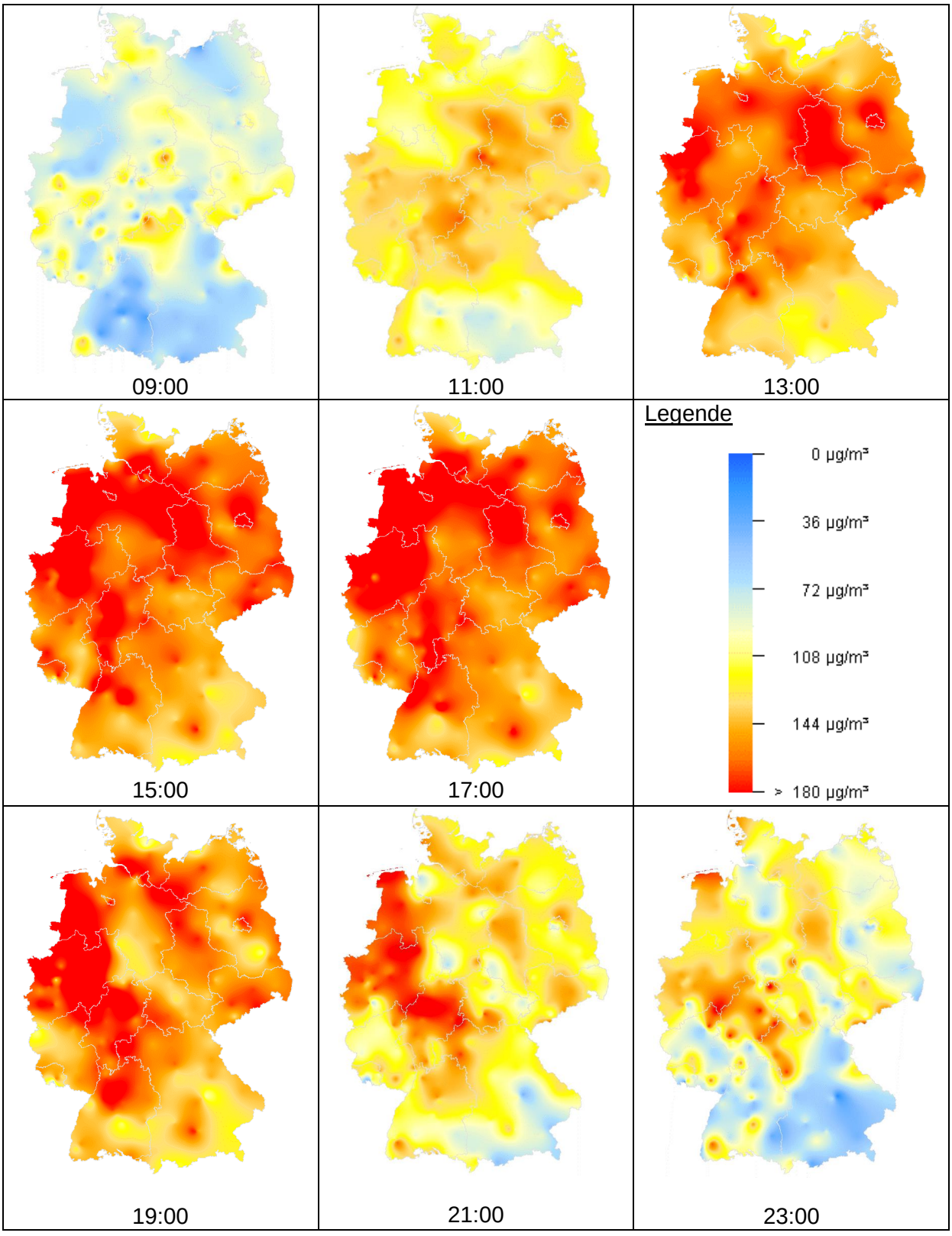


Abbildung 70: Flächenhafte Darstellung der Einstundenmittelwerte Ozon am 04.07.2015 in Deutschland

Ozonkonzentrationen über dem Informationswert der Bevölkerung (180 µg/m³ als Einstundenmittelwert) im August 2015

Mit einer Mitteltemperatur von 19,9 °C war der August in Deutschland der zweitwärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Nach einem besonders im Norden eher frischen Start brachte Hoch „Finichen“ eine neue Hitzewelle, die am 07.08.2015 in zahlreichen Temperaturrekorden gipfelte. An diesem Tag kam es im Süden Sachsen-Anhalts an 6 LÜSA-Messstationen zu deutlich erhöhten Ozonkonzentrationen.
Zur Monatsmitte gingen die Temperaturen wieder deutlich zurück. Das Thermometer zeigte regional nur noch Höchstwerte um 15 °C an. Zum Ende wurde es nochmals hochsommerlich warm bis heiß.
Der Niederschlag fiel in Form von Schauern und Gewittern, so dass die regionalen Unterschiede sehr groß waren. In der ersten Monatshälfte setzte sich die Trockenheit besonders in der Landesmitte fort. Mehrere Wetterfronten brachten anschließend in weiten Teilen kräftigen Regen.
Wegen des unbeständigen und regional sehr unterschiedlichen Wetters bildete sich keine typische Ozonepisode aus. Dennoch kam es im August in Sachsen-Anhalt noch an 3 weiteren Tagen zu deutlich erhöhten Ozonkonzentrationen über 180 µg/m³.
Am 10.08.2015 an der LÜSA-Messstation Burg, am 14.08.2015 an 9 LÜSA-Messstationen (Tabelle A 18) und am 31.08.2015 an der LÜSA-Messstation Unterharz Friedrichsbrunn.

2.4.4 Inhaltsstoffe in der Fraktion Partikel PM_{10}

2.4.4.1 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/m³ und sollte ab dem 01.01.2013 nicht mehr überschritten werden.

PAK wurden im Jahr 2015 an den Messstationen Halle/Merseburger Straße, Wittenberg/Dessauer Straße und Burg mit Probenahme an jedem dritten Tag bestimmt.

Der Zielwert für Benzo(a)pyren wurde im Jahr 2015 in Halle (Saale) zu 26 % und in Burg zu 20 % erreicht; somit ist bezüglich der Messstation Burg im Vergleich zum Jahr 2014 ein geringfügiger Rückgang zu verzeichnen. In Wittenberg wurde der Zielwert zu 47 % ausgeschöpft, was bezogen auf das Jahr 2014 einen geringfügigen Anstieg darstellt. Auch für die Station Halle/Merseburger Straße ist ein geringfügiger Anstieg auszuweisen.

Die Jahresmittelwerte für ausgewählte PAK sind in der Tabelle 13 enthalten. Zusätzlich visualisiert Abbildung 71 die Jahresmittelwerte 2015 für die o. g. Messstationen.

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.

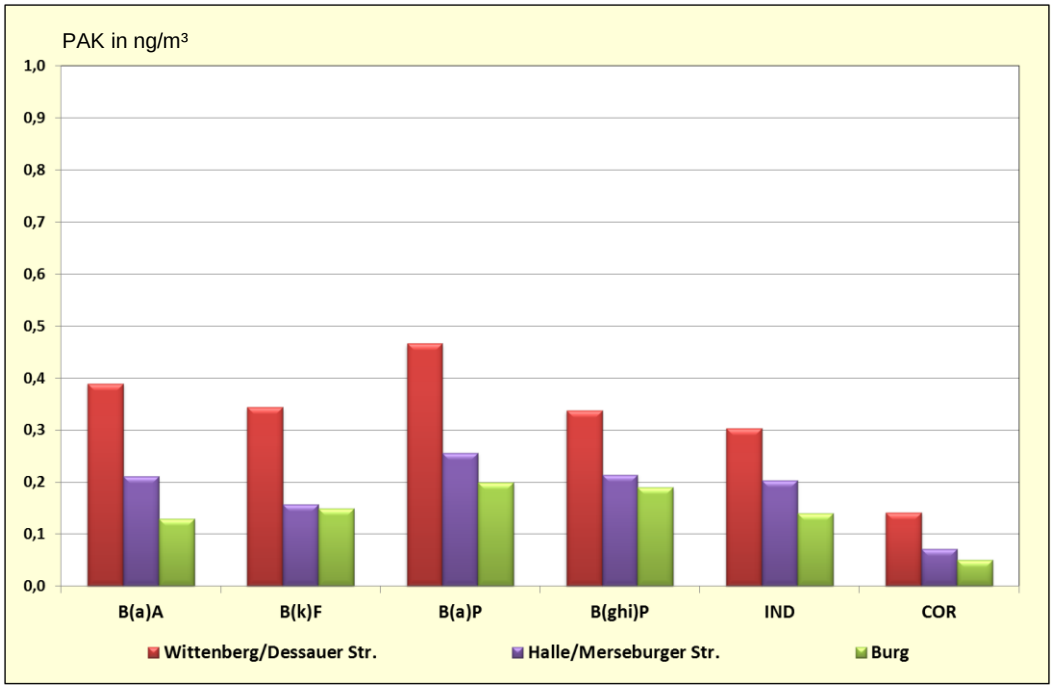


Abbildung 71: Jahresmittelwerte polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe 2015

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.

Tabelle 13: Jahresmittelwerte polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe 2000 bis 2015 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/ Damaschkeplatz	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
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**	-	0,22	0,21	0,07
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*	0,39	-	-	0,34	**0,47**	-	0,34	0,30	0,14
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

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

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

Abbildung 72 zeigt den Verlauf der Jahresmittel von Benzo(a)pyren. Gut erkennbar ist das höhere Niveau der Konzentrationen an der Verkehrsstation in Wittenberg (Dessauer Straße).

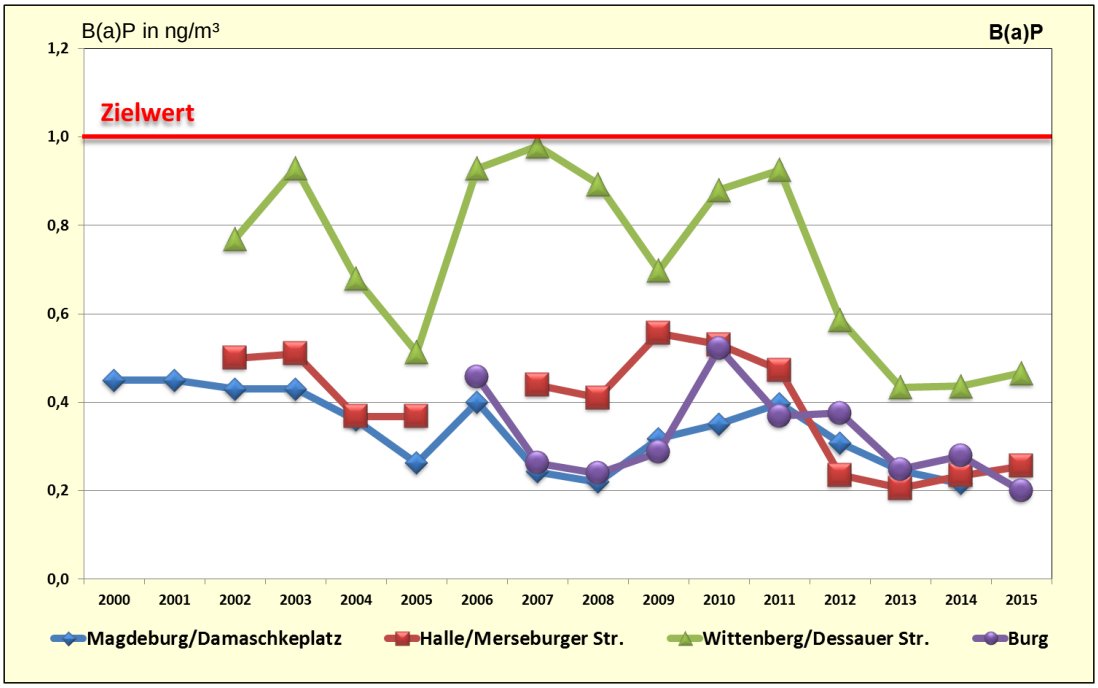


Abbildung 72: Entwicklung der Benzo(a)pyren-Konzentrationen im Partikel PM_{10}

2.4.4.2 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 14). Abbildung 73 visualisiert die Entwicklung der Ruß- bzw. EC-Konzentrationen für ausgewählte Standorte. Parallel dazu ist die Entwicklung der Partikel PM_{10}-Konzentrationen an der Verkehrsmessstation Wittenberg/Dessauer Straße aufgetragen.

Tabelle 14: Jahresmittelwerte von Ruß (EC) ab dem Jahr 2010 in µg/m³

Messstation	EC [µg/m³]					
	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
(…) Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

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

sorption des organischen Kohlenstoffs“ durchgeführt. Mit Ausnahme der Standorte Halle/Nord und Magdeburg/West erfolgte die Probenahme mittels Hochvolumensammler (DHA 80).

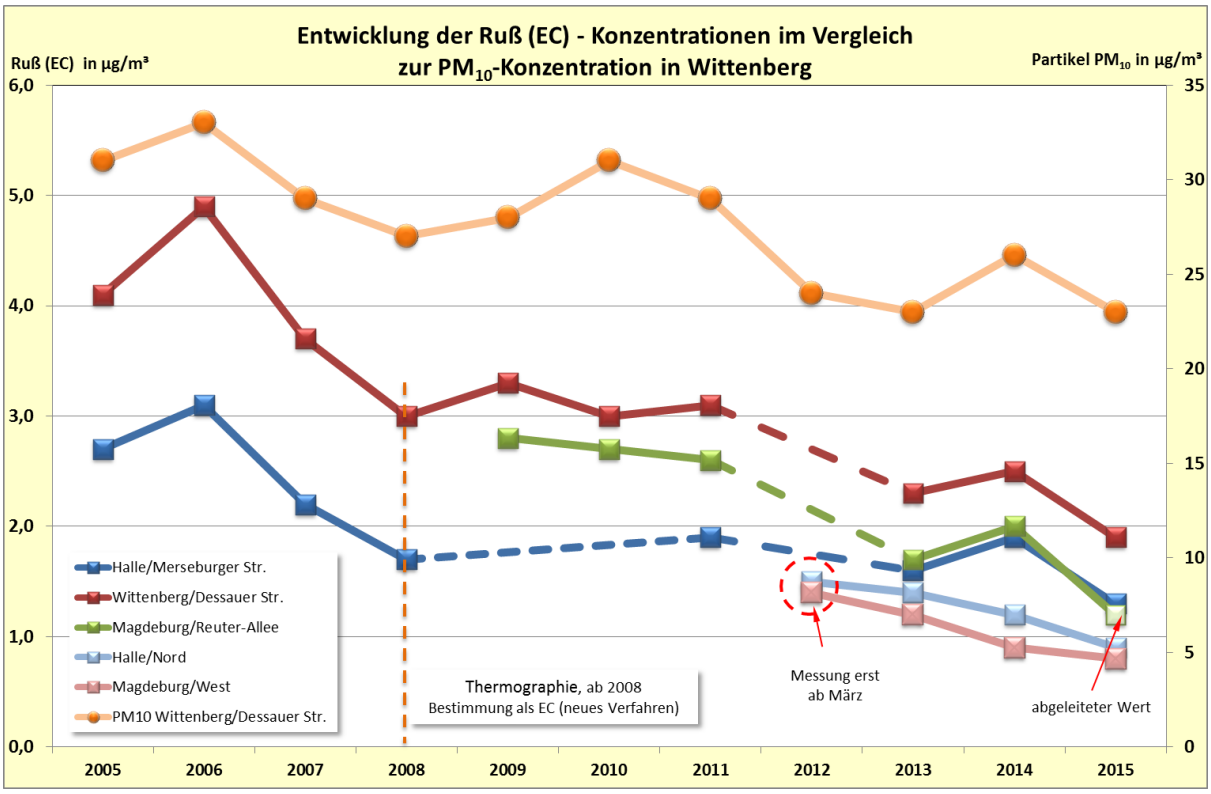


Abbildung 73: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Ruß (EC) - Konzentrationen

Das von Dieselruß ausgehende Krebsrisiko übertrifft das von anderen Luftschadstoffen, denen ein kanzerogenes Potential zugeschrieben wird. Die Größe der Dieselrußpartikel liegt 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 Dieselrußpartikel 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 µg/m³ 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 Dieselruß in Höhe von 0,9 µg/m^3 als Jahresmittelwert vor, der als Zielwert zu verstehen ist.
Jüngste wissenschaftliche Erkenntnisse unterstreichen die Gefährlichkeit von Dieselruß. Mehrere neue Studien führten zu einer Neueinstufung der Gefährlichkeit von Dieselruß. Die Neueinstufung wurde am 12.06.2012 durch die WHO vorgenommen. Dieselruß gilt jetzt als erwiesenermaßen Lungenkrebs erregend (IARC-Gruppe 1)[22].

[22] http://press.iarc.fr/pr213_E.pdf

Rußmessung mit NUPS

In Abbildung 74 sind die Jahresmittelwerte der EC-Konzentration für die mit NUPS beprobten Messstandorte dargestellt. Es ist an allen Messstandorten mit Ausnahme des Standortes Halle/Merseburger Straße (LÜSA-Station) eine Abnahme der EC-Belastung im Vergleich zum Vorjahr feststellbar, die möglicherweise auf die Wirkung der eingeführten Umweltzonen zurückzuführen ist. Die höchsten Rußbelastungen (EC) wurden an den Messstandorten Merseburger Str. und, wie in den Jahren zuvor, Paracelsusstraße 10/11 ermittelt.

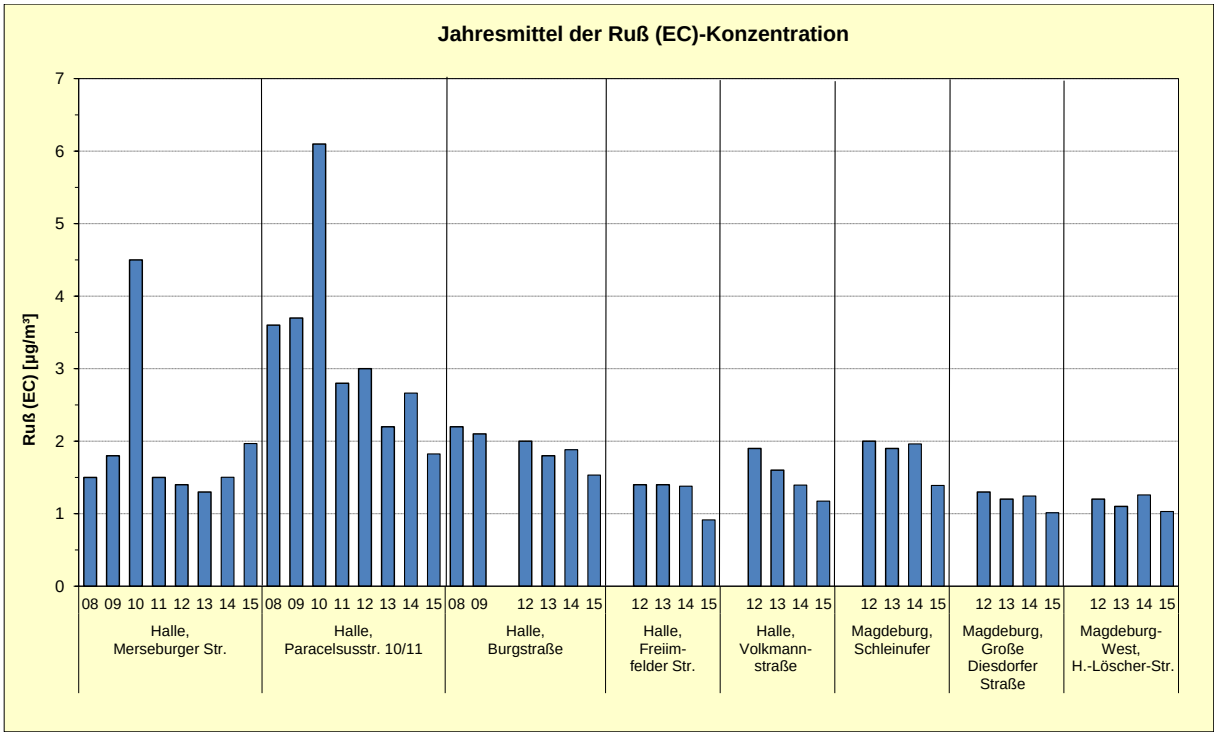


Abbildung 74: Jahresmittelwerte der Ruß (EC)-Konzentrationen, Probenahme mit NUPS

2.4.4.3 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 3,8 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 2015 wurden Schwermetalle und Arsen als Inhaltsstoffe der Feinstaub-Fraktion Partikel PM_{10} an drei LÜSA-Stationen gemessen (siehe Tabelle 15).
Aus der 39. BImSchV ergibt sich für **Blei** ein Immissionsgrenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit von 0,5 µg/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. Abschnitt 2.6 Tabelle 28). Wie die Ergebnisse in Tabelle 15 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 µg/m³ als Jahresmittelwert. Die gemessenen Werte lagen an allen Stationen deutlich darunter.

Tabelle 15: Jahresmittelwerte 2014 und 2015 von Schwermetallen und Arsen im Partikel PM_{10}

Komponente	Relevanter Bewertungsmaßstab [1]	Burg		Halle/Merseburger Str.		Wittenberg/ Dessauer Str.	
		2014	2015	2014	2015	2014	2015
Arsen [ng/m³]	**6** (39. BImSchV)	0,59	0,39	0,74	0,50	0,78	0,63
Blei [µg/m³]	**0,5** (39. BImSchV)	0,0057	0,0045	0,0088	0,0050	0,0092	0,0156
Kadmium [ng/m³]	**5** (39. BImSchV)	0,16	0,20	0,19	0,16	0,21	0,32
Chrom [ng/m³]	**17** (LAI)	1,09	0,84	3,49	3,03	2,64	2,27
Mangan [µg/m³]	**0,15** (WHO)	0,0035	0,0032	0,0088	0,0081	0,0069	0,0065
Nickel [ng/m³]	**20** (39. BImSchV)	0,58	0,48	1,14	1,09	0,88	0,84
Vanadium [ng/m³]	**20** (LAI)	0,59	0,34	0,69	0,59	0,65	0,48

[1)] ... für ausführliche Definition siehe Abschnitt 2.6

2.4.4.4 Ionen

Im Jahr 2015 wurden im LÜSA für vier Messstandorte lösliche Ionen von Inhaltsstoffen im Partikel PM_{10} in Form von Tagesmittelwerten bestimmt. Aufgrund von Veränderungen und notwendigen Anpassungen im Messnetz (vgl. Abschnitt 2.1.1 Tabelle 6) gab es jedoch Änderungen im Stationskollektiv. Der Vergleich der Jahreswerte 2014 und 2015 ist somit nicht für alle Stationen möglich. Die Tabelle 16 enthält die Jahresmittelwerte für die Jahre 2014 und 2015 (sofern vorhanden).

Die Messungen am Standort Magdeburg/Damaschkeplatz konnten im Jahr 2015 nicht fortgeführt werden, da die Messstation zum 31.12.2014 geschlossen werden musste. Darüber hinaus wurde auch die Messreihe am Standort Magdeburg/Reuter-Allee im Juli 2015 vorzeitig beendet, da auch dieser Standort baustellenbedingt (City-Tunnel Magdeburg) aufgegeben werden musste.
Neu hinzugekommen ist hingegen der Standort Halle/Paracelsusstraße. Dieser unterliegt einem erheblichen Verkehrseinfluss. Der Standort Burg ist charakteristisch für den 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 Belastung, was den Vergleich der Ionenkonzentrationen ermöglicht (Abbildung 75). Der Probenahmerhythmus wurde an allen Standorten synchronisiert, d. h. die Filterproben für die Ionenanalytik stammen für alle Stationen immer jeweils vom selben Tag.

Tabelle 16: Jahresmittelwerte löslicher Ionen im Partikel PM_{10} 2014 und 2015 in ng/m³

Komponente	Burg		Domäne Bobbe		Paracelsusstr.
	2014	2015	2014	2015	2015
Na^+ (Natrium-Ionen)	221	287	215	293	397
NH_4^+ (Ammonium-Ionen)	1604	1375	1757	1561	1473
K^+ (Kalium-Ionen)	129	168	135	140	154
Mg^{2+} (Magnesium-Ionen)	38	54	40	56	71
Ca^{2+} (Kalzium-Ionen)	109	134	151	164	489
Cl^- (Chlorid-Ionen)	221	306	225	343	628
NO_2^- (Nitrit-Ionen)	14	7	11	1	8
NO_3^- (Nitrat-Ionen)	2999	3208	3422	3674	3775
SO_4^{2-} (Sulfat-Ionen)	2636	2088	2755	2205	2308

Im Jahresvergleich 2014/2015 sind zumeist nur geringe Unterschiede feststellbar.

Im Vergleich der Messstationen hebt sich der verkehrsnahe Standort Paracelsusstraße bei den Ca^{2+}- und Cl^- - Ionen recht deutlich von den beiden anderen Standorten ab (Abbildung 75). Interessant ist auch der Blick auf die Stickstoffverbindungen, denn dort dominieren die Standorte Paracelsusstraße und Domäne Bobbe (insbesondere bei NO_3^-). In der Paracelsusstraße dürfte der Verkehr als wesentlichste Quelle in Frage kommen, in Bobbe ist es hingegen die Landwirtschaft. Burg als Standort im städtischen Hintergrund ordnet sich passenderweise dazwischen ein.

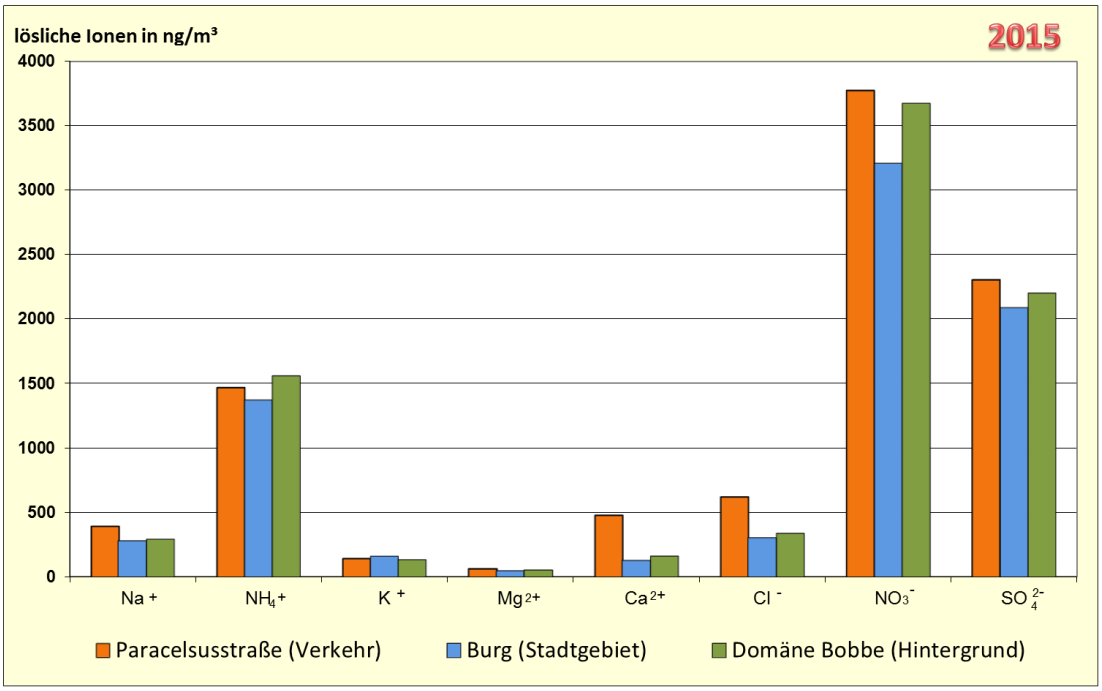


Abbildung 75: Vergleich der Jahresmittelwerte löslicher Ionen im Partikel PM_{10} an LÜSA-Messstationen 2015 (Zeitraum 01.01.2015 – 31.12.2015)

Abbildung 76 zeigt die Entwicklung der Ionengehalte am Standort Domäne Bobbe, welcher als repräsentativ für den regionalen Hintergrund in der Mitte von Sachsen-Anhalt anzusehen ist. Ins Auge fallen die seit dem Jahr 2013 kontinuierlich ansteigenden Nitratgehalte. Beim Ammonium sind die Gehalte gegenüber dem Vorjahr wieder gesunken. Im Jahr 2012 wurden bei allen Ionen die bislang niedrigsten Gehalte innerhalb des untersuchten Zeitraumes gemessen.

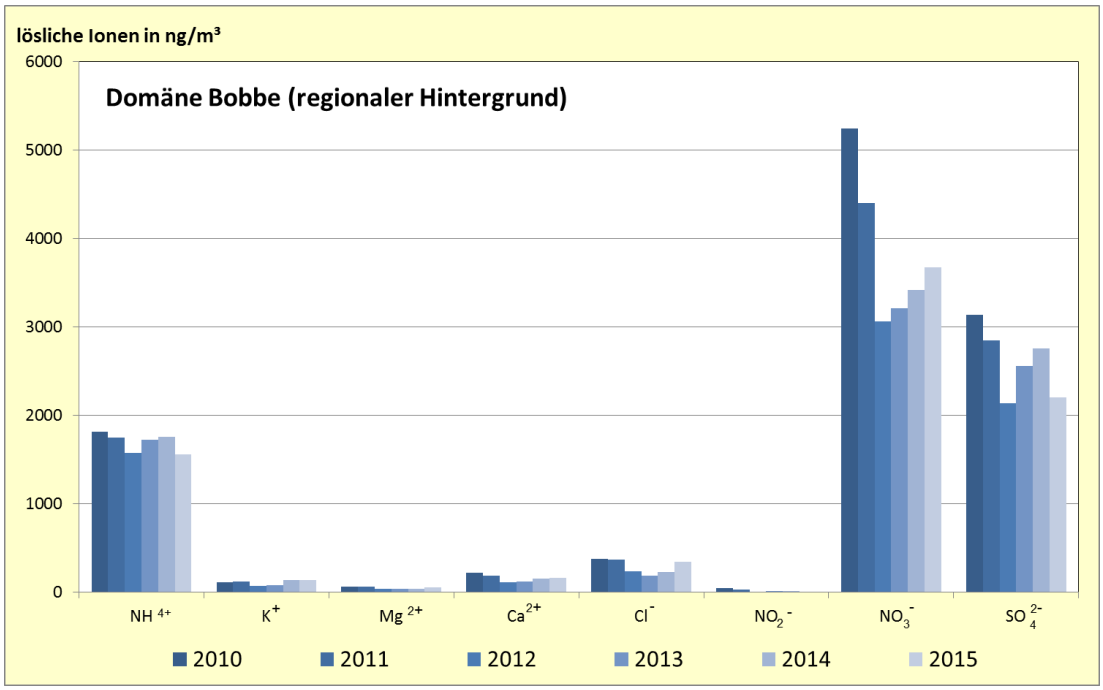


Abbildung 76: Vergleich der Jahresmittelwerte löslicher Ionen im Partikel PM_{10} an der Hintergrundmessstation Domäne Bobbe für den Zeitraum 2010 bis 2015

2.4.5 Benzol, Toluol und Xylole (BTX)

Haupt-Emissionsquelle von Benzol ist zu mehr als 90 % der Kraftfahrzeugverkehr. Durch Motorabgase und Verdunstung aus dem Kraftstofftank, aus Vergaser oder Einspritzanlage gelangt es in die Luft. In Ballungsgebieten und besonders an stark befahrenen Straßen ist mit erhöhten Benzolbelastungen zu rechnen. Deshalb wird Benzol in den Städten Halle (Saale), Magdeburg und Wittenberg an Verkehrsmessstationen registriert.
Zusätzlich ist die Stadtgebietsmessstation Magdeburg/West, welche sich in einem Wohngebiet befindet, mit einem BTX-Messgerät ausgerüstet, um den Trend der Benzol-Belastung im städtischen Hintergrundbereich erfassen zu können.

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

Die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole wurden im Jahr 2015 in Sachsen-Anhalt an fünf Messstationen erfasst (Tabelle A 6). Aufschluss über die Verfügbarkeiten der einzelnen Messreihen gibt Tabelle A 7. Die Monatskenngrößen aus den verfügbaren Daten sind dem LÜSA-Internetangebot zu entnehmen. Jahresmittelwerte für Benzol, Toluol und Summe der Xylole enthält die Tabelle 17.

An der Verkehrsmessstation in Wittenberg/Dessauer Str. wurde mit 1,1 µg/m³ der höchste Jahresmittelwert 2015 für Benzol im Land Sachsen-Anhalt ermittelt. Im Vergleich zum Vorjahr ist für die eben genannte Verkehrsmessstation eine gleichbleibende Tendenz, für alle übrigen in Tabelle 17 aufgeführten Messstationen hingegen eine fallende Tendenz bezüglich der Messkomponente Benzol zu verzeichnen.
In der 39. BImSchV ist für Benzol ein Grenzwert von 5 µg/m³ 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 17: Jahresmittelwerte von Benzol, Toluol und Xylole in den Jahren 2014 und 2015 in µg/m³

Messstation	Jahresmittelwerte in µg/m³					
	Benzol		Toluol		Xylole[1)]	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Bitterfeld/Wolfen	0,7	0,6	1,8	1,2	0,9	0,6
Halle/Merseburger Str.	0,9	0,7	1,7	1,4	1,6	1,4
Leuna	0,8	0,6	1,2	1,1	0,5	0,5
Magdeburg/Damaschkeplatz[2)]	0,9	-	2,0	-	2,0	-
Magdeburg/West	0,7	0,6	1,4	1,1	1,6	1,1
Wittenberg/Dessauer Str.	1,1	1,1	2,2	2,3	1,9	1,8

[1)] ... Summe der Xylole (para-, meta- und ortho-Xylol)
[2)] ... Standort musste aufgegeben werden.

Die Jahresmittelwerte der Xylole (meta-, para- und ortho-Xylol) sowie Ethylbenzol für die Jahre 2014 und 2015 sind der Tabelle 18 und der Tabelle 19 zu entnehmen.

Tabelle 18: Jahresmittelwerte von Ethylbenzol, meta+para- sowie ortho-Xylol 2014 in µg/m³

Messstation	Jahresmittelwerte in µg/m³		
	Ethyl-benzol	meta+para-Xylol	ortho-Xylol
Bitterfeld/Wolfen	0,1	0,6	0,3
Halle/Merseburger Str.	0,4	1,2	0,4
Leuna	0,1	0,4	0,1
Magdeburg/ Damaschkeplatz	0,4	1,5	0,5
Magdeburg/West	0,3	1,3	0,3
Wittenberg/Dessauer Str.	0,5	1,5	0,5

Tabelle 19: Jahresmittelwerte von Ethylbenzol, meta+para- sowie ortho-Xylol 2015 in µg/m³

Messstation	Jahresmittelwerte in µg/m³		
	Ethyl-benzol	meta+para-Xylol	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/ Damaschkeplatz[1)]	-	-	-
Magdeburg/West	0,2	0,9	0,2
Wittenberg/Dessauer Str.	0,4	1,4	0,5

[1)] ... Standort musste aufgegeben werden.

Die Abbildung 77 zeigt die Entwicklung der Jahresmittelwerte für Benzol bzgl. der Verkehrsmessstationen Halle/Merseburger Str., Magdeburg/Damaschkeplatz (Messreihe im Jahr 2014 beendet) 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.

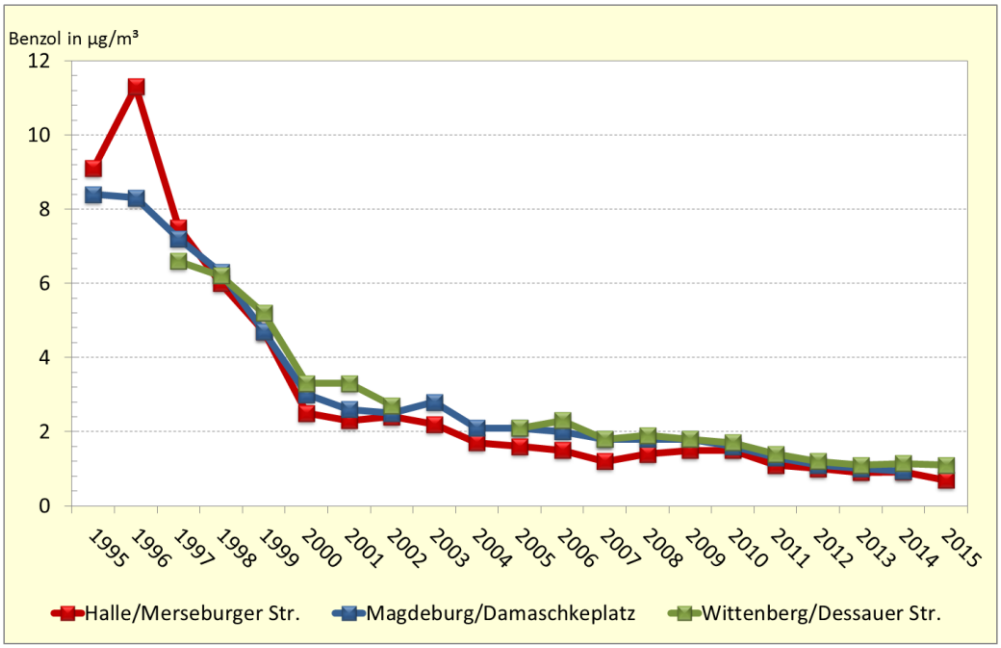


Abbildung 77: Entwicklung der Jahresmittelwerte für Benzol für ausgewählte Verkehrsstationen

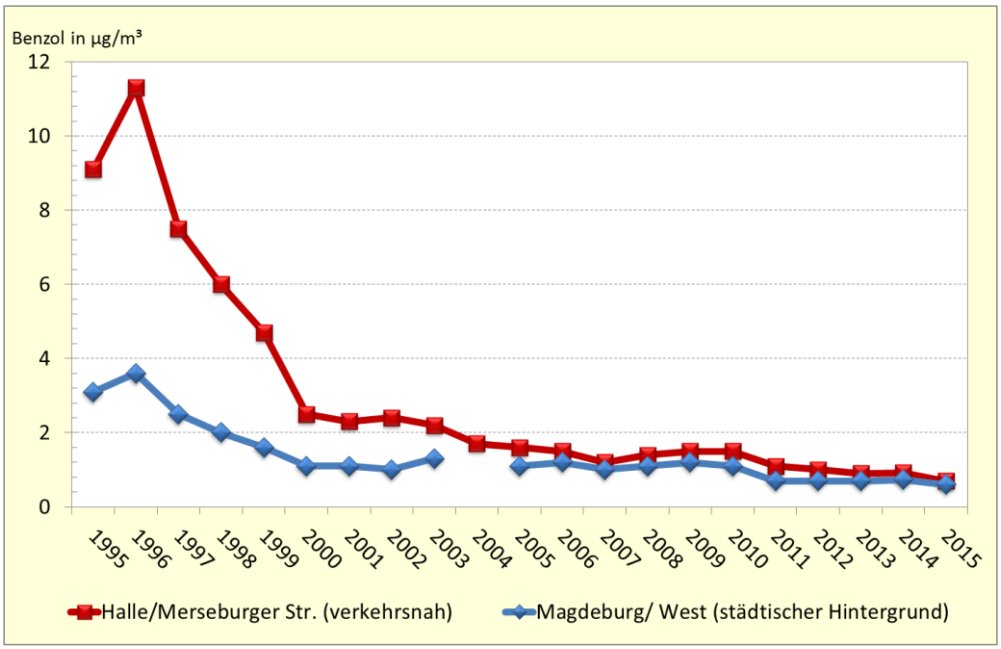


Abbildung 78: Jahresmittelwerte für Benzol für eine Verkehrsmessstation im Vergleich zu einer Messstation im städtischen Hintergrund

Abbildung 78 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 µg/m³ (Jahresmittelwert) vorgeschlagen. Der maximale Jahresmittelwert für Toluol wurde an der LÜSA-Messstation Wittenberg/Dessauer Straße mit 2,3 µg/m³ erreicht. Dies ent-

spricht ca. 8 % des Jahres-Zielwertes. Den höchsten Jahresmittelwert für Xylole wies ebenfalls die Station Wittenberg/Dessauer Straße auf (1,8 µg/m³; ca. 6 % des Zielwertes).

Im Vergleich zum Vorjahr ist der maximale Jahresmittelwert für Toluol geringfügig angestiegen und der für Xylol geringfügig gesunken.

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

2.4.6 Schwefeldioxid (SO_2)

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 2015 standen in Sachsen-Anhalt die in der Tabelle A 23 dargestellten Jahreskenngrößen von 11 Messreihen zur Einschätzung der Immissionsbelastung durch Schwefeldioxid zur Verfügung. Zu den Verfügbarkeiten wird auf Tabelle A 7 verwiesen.

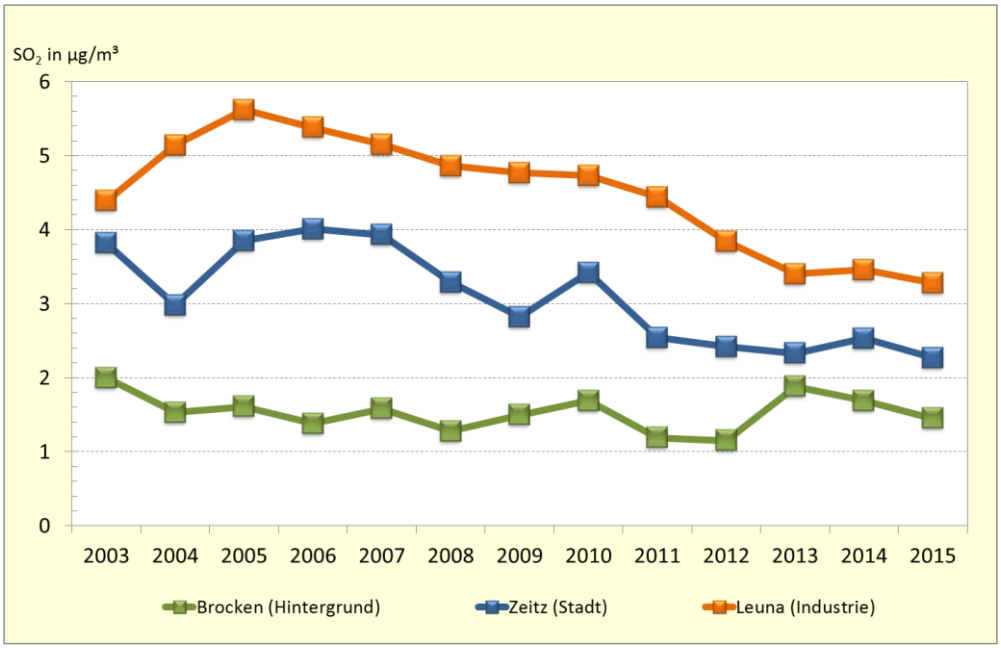


Abbildung 79: Entwicklung der Schwefeldioxid-Immissionen am Beispiel einer Hintergrund-, einer Stadtgebiets- und einer industriebezogenen Messstation (Jahresmittelwerte)

Die Schwefeldioxid-Konzentrationen haben sich auch im Jahr 2015 auf dem Niveau des Vorjahres stabilisiert. Damit ist in Sachsen-Anhalt seit einiger Zeit ein sehr niedriges Konzentrationsniveau – weit unterhalb der Grenzwerte – erreicht.

Bezüglich der industriebezogenen Station Leuna ist, wie auch bereits in den Vorjahren, der höchste Jahresmittelwert auszuweisen (Tabelle A 23).
Im Zuge der Auswertungen gemäß der 39. BImSchV konnten zu Grenzwerten und Alarmschwelle wie auch schon in den Vorjahren keine Überschreitungen registriert werden.

2.4.7 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 26 enthält die Jahresmittelwerte von Kohlenmonoxid-Messreihen des Jahres 2014 sowie für das Jahr 2015. Die Verfügbarkeiten der Kohlenmonoxid-Messreihen sind in der Tabelle A 7 zusammengefasst.
Der höchste Jahresmittelwert im Jahr 2015 wurde mit 0,4 mg/m³ an den Verkehrsmessstationen in Wittenberg/Dessauer Str., Halle/Merseburger Str. und Magdeburg/Schleinufer ermittelt.
Im Vergleich zum Jahr 2014 ergab sich bei den Jahresmittelwerten 2015 an allen Standorten eine gleichbleibende Tendenz der Kohlenmonoxid-Konzentration.
Im Mittel lagen die Konzentrationen für das Jahr 2015 an den Verkehrsmessstationen 1,5- bis 2-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 27 enthält die maximalen Achtstundenmittelwerte der Kohlenmonoxid-Konzentrationen. Auf dieses Luftqualitätsmerkmal zielt der seit dem 01.01.2005 einzuhaltende Grenzwert der 39. BImSchV von 10 mg/m^3 ab, der im Jahr 2015 wiederum an allen Stationen sehr deutlich unterschritten wurde. Die Entwicklung der maximalen Achtstundenmittelwerte für Kohlenmonoxid ist in Abbildung 80 beispielhaft für die Stationen Halle/Merseburger Str. und Bitterfeld/ Wolfen dargestellt.

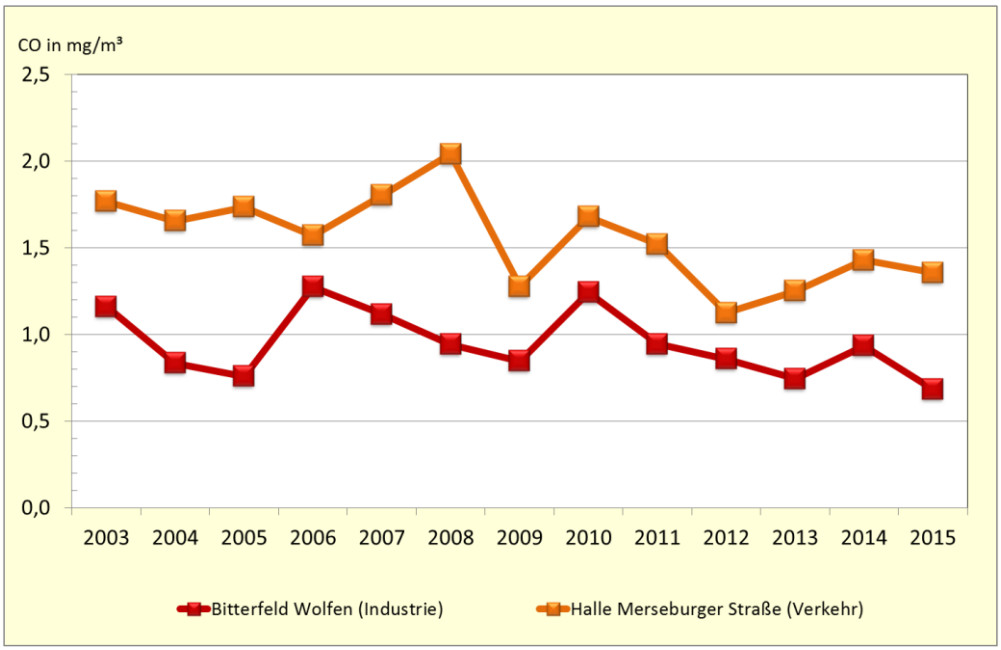


Abbildung 80: Maximale 8h-Mittelwerte Kohlenmonoxid am Beispiel einer Verkehrs- und industriebezogenen Station

2.4.8 Schwefelwasserstoff (H_2S)

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

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2015 an den beiden industriebezogenen Messstationen in Leuna und Bitterfeld/Wolfen Schwefelwasserstoff-Immissionen gemessen. In diesen Regionen gibt es aufgrund der Geruchsintensität von H_2S häufig Anlass zu Beschwerden, wohingegen gesundheitliche Auswirkungen bei Konzentrationen auf dem Niveau der registrierten Immissionen nicht zu erwarten sind.

Das WHO-Regionalbüro für Europa hat als Leitwerte für Schwefelwasserstoff 150 µg/m³ als Tagesmittelwert (Gesundheitsschutz) und 7 µg/m³ als Halbstundenmittelwert (Geruchsschwelle) festgelegt (vgl. Abschnitt 2.6).
Tabelle 20 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.

Tabelle 20: Anzahl der Überschreitungen der Geruchsschwelle (7 µg/m³ als Halbstundenmittelwert) in den Jahren 2001 bis 2015

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

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 21).

Tabelle 21: Jahresmittelwerte von Schwefelwasserstoff 2010 bis 2015 in µg/m³

Messstation	Jahresmittelwerte in µg/m³					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
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 µg/m³) des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.

2.4.9 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.

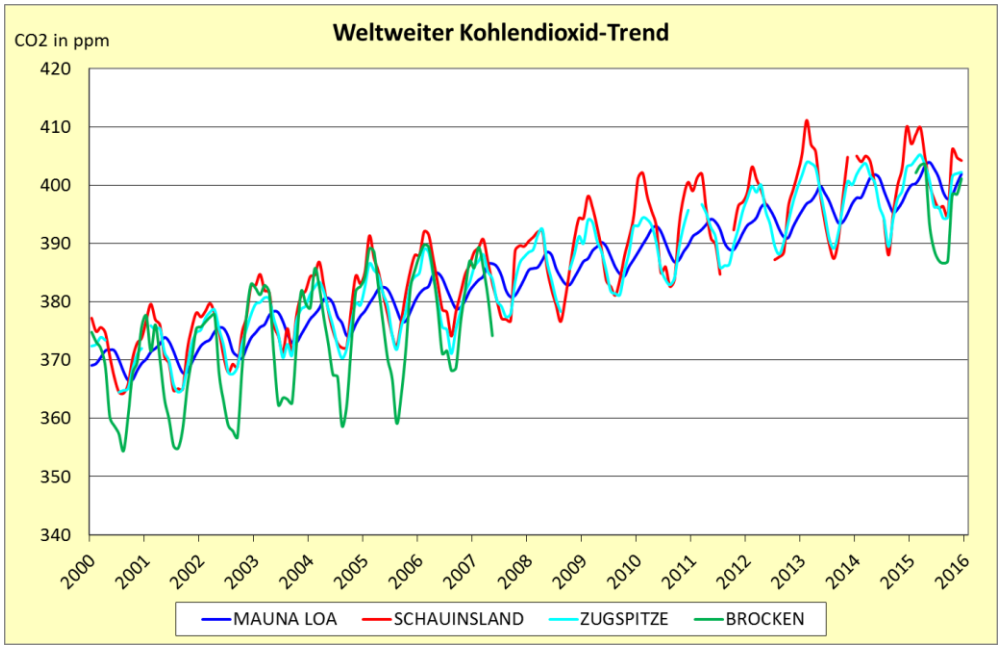


Abbildung 81: Entwicklung der CO_2-Konzentration auf dem Brocken im Vergleich zu anderen langjährigen Messreihen

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 CO_2-Messdaten vorab selektiert, um Einflüsse von lokalen CO_2-Quellen und –senken zu minimieren. Eine solche Datenfiltration wird mit den CO_2-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 CO_2-Messdaten vom Brocken ausgewiesen werden. Seit Februar 2015 erfolgt der langfristig konzipierte Weiterbetrieb der Messreihe im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie Sachsen-Anhalts.

2.5 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).[23]
Im Landesmessnetz kommen Bulk- und Wet-Only-Sammler zum Einsatz (genaue Beschreibung der Probenahmesysteme siehe Immissionsschutzbericht 2011).

2.5.1 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 31 und Tabelle A 32 sind für jeden Messstandort die Jahresmittelwerte des Staubniederschlages der letzten drei Jahre aufgeführt. In der nachfolgenden Abbildung 82 sind die Ergebnisse für das Jahr 2015 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.

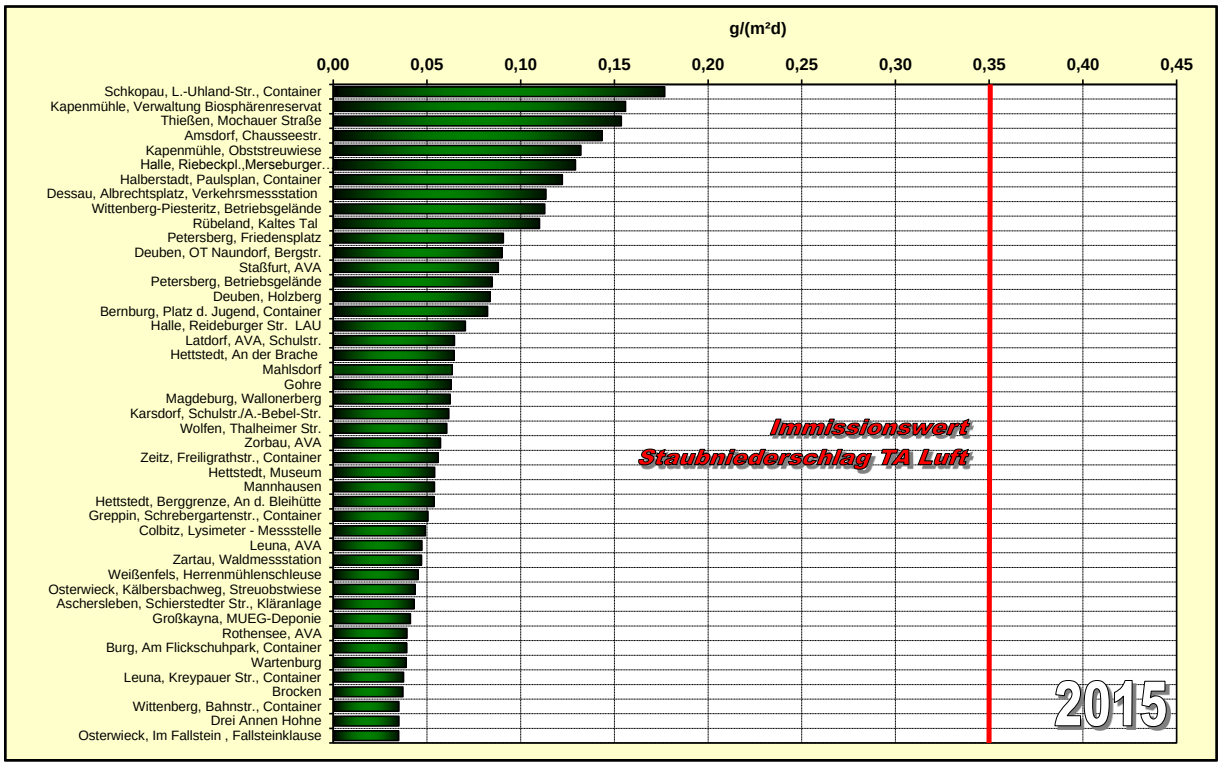


Abbildung 82: Jahresmittelwerte für Staubniederschlag 2015

[23] weiterführende Aspekte siehe VDI 4320 Blatt 1

Die Belastung durch Staubniederschlag im Landesdurchschnitt aller Messstandorte lag im Jahre 2015 mit 0,07 g/(m²d) in der Größenordnung der Vorjahre.

Der nachfolgenden Abbildung 83, in der der Jahresgang des Staubniederschlages als Mittelwert aller Messstandorte für die Jahre 2012 bis 2015 dargestellt ist, ist zu entnehmen, dass es eine deutliche Abhängigkeit von der Jahreszeit gibt. Die höchsten Staubniederschläge treten erwartungsgemäß in den Sommermonaten auf.

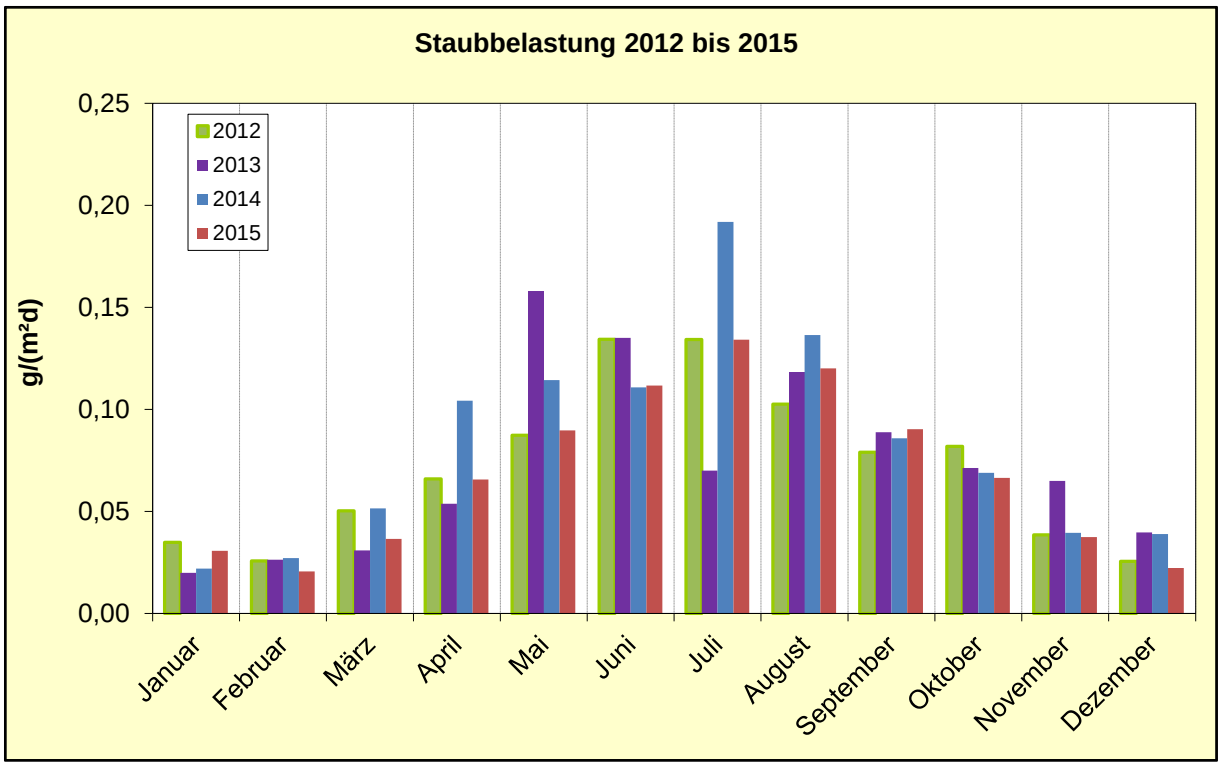


Abbildung 83: Jahresgang des Staubniederschlages aller Messstandorte

Schwer- und Halbmetallgehalte 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 84).

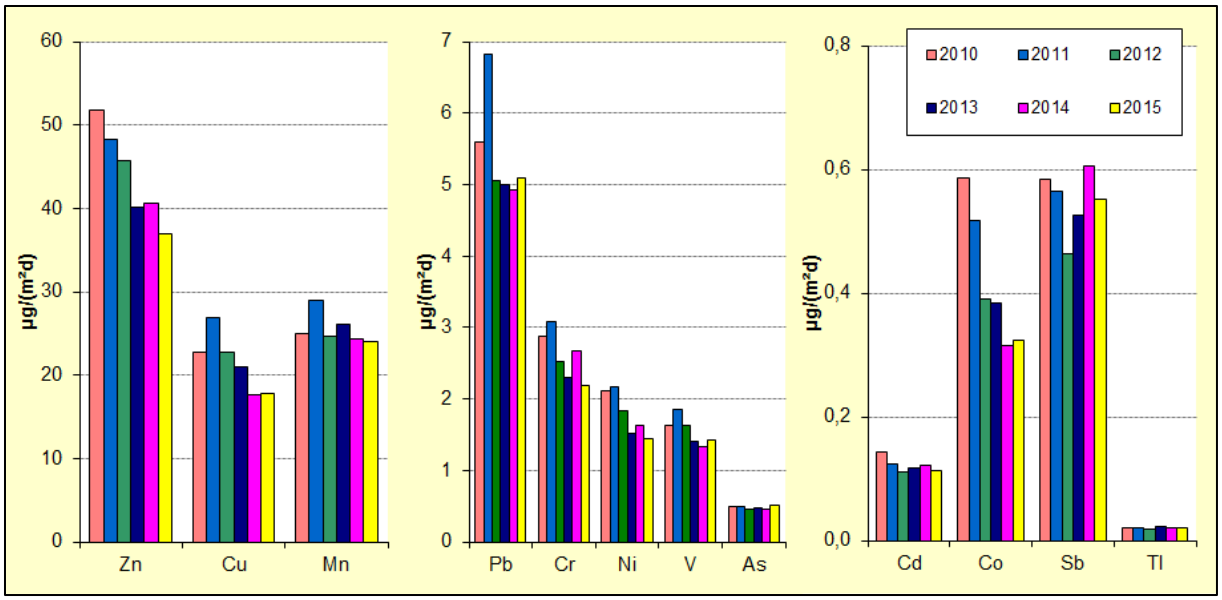


Abbildung 84: Inhaltsstoffe des Staubniederschlages, Vergleich der Jahresmittel 2010 bis 2015 im Landesdurchschnitt

Vergleicht man die Jahresmittelwerte der Gehalte an Schwer- bzw. Halbmetallen im Staubniederschlag (Tabelle A 33 und Tabelle A 34) 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 µg/(m²d) an drei traditionell belasteten Messstandorten in Hettstedt deutlich überschritten. Weiterhin sind erhöhte Gehalte an Chrom, Zink und Kupfer im Staubniederschlag, resultierend aus Emissionen des Fahrzeugverkehrs, insbesondere an Verkehrsstandorten festzustellen. Die zulässigen Frachten für Schadstoffdepositionen der BBodSchV werden für diese Stoffe jedoch nicht überschritten.

2.5.2 Ausgewählte Anionen und Kationen

2.5.2.1 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 B5[24] 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) angegeben[25].

In Abbildung 85 bzw. Abbildung 86 sind die Stickstoff- bzw. Säureeinträge des Jahres 2015, die als Bulk-Deposition an sechs Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) mit Bergerhoff-Sammlern gemessen wurden, dargestellt (Depositionen der einzelnen Anionen und Kationen Tabelle A 35). Auffallend wie in den Vorjahren ist, dass die Zielwerte (critical loads) für Eutrophierung und Versauerung in mehreren Fällen überschritten werden.

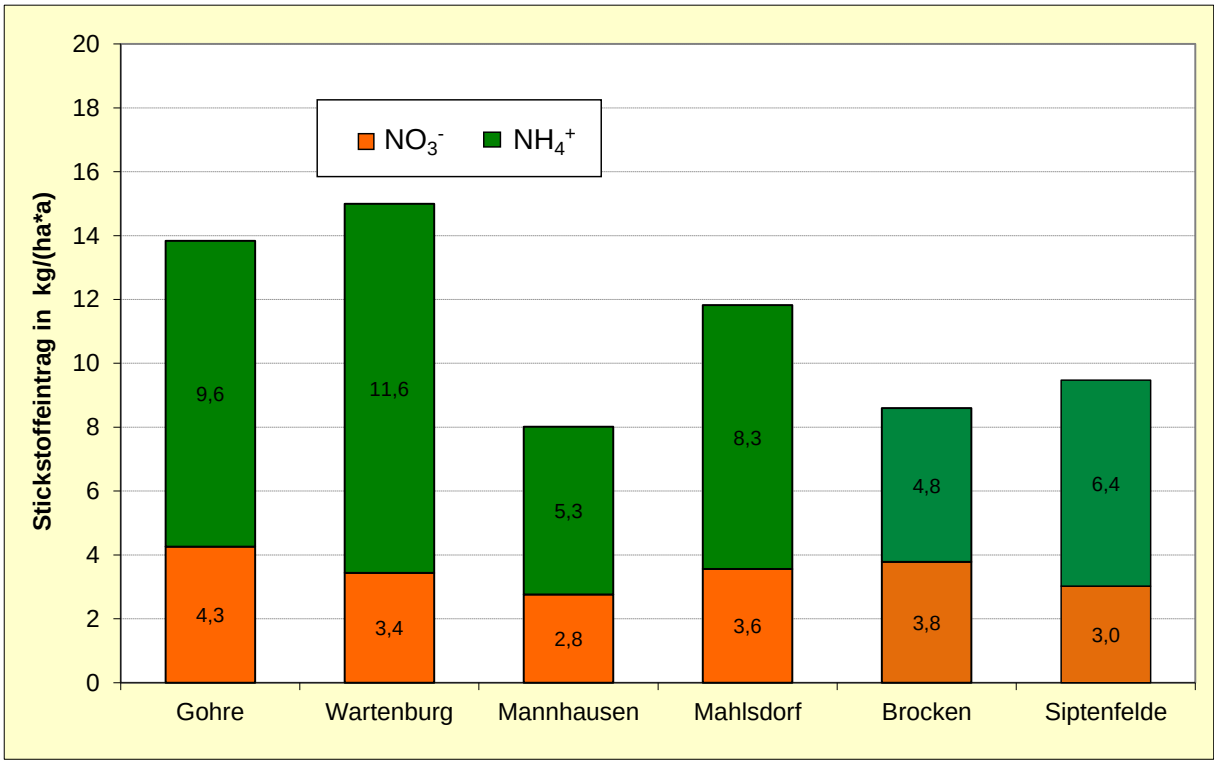


Abbildung 85: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern an Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Jahresmittelwerte Stickstoffeintrag 2015

[24] 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)

[25] www.lfu.bayern.de/umweltqualitaet/umweltbeobachtung/schadstoffe_luft/eutrophierung_versauerung/critical_loads/index.htm

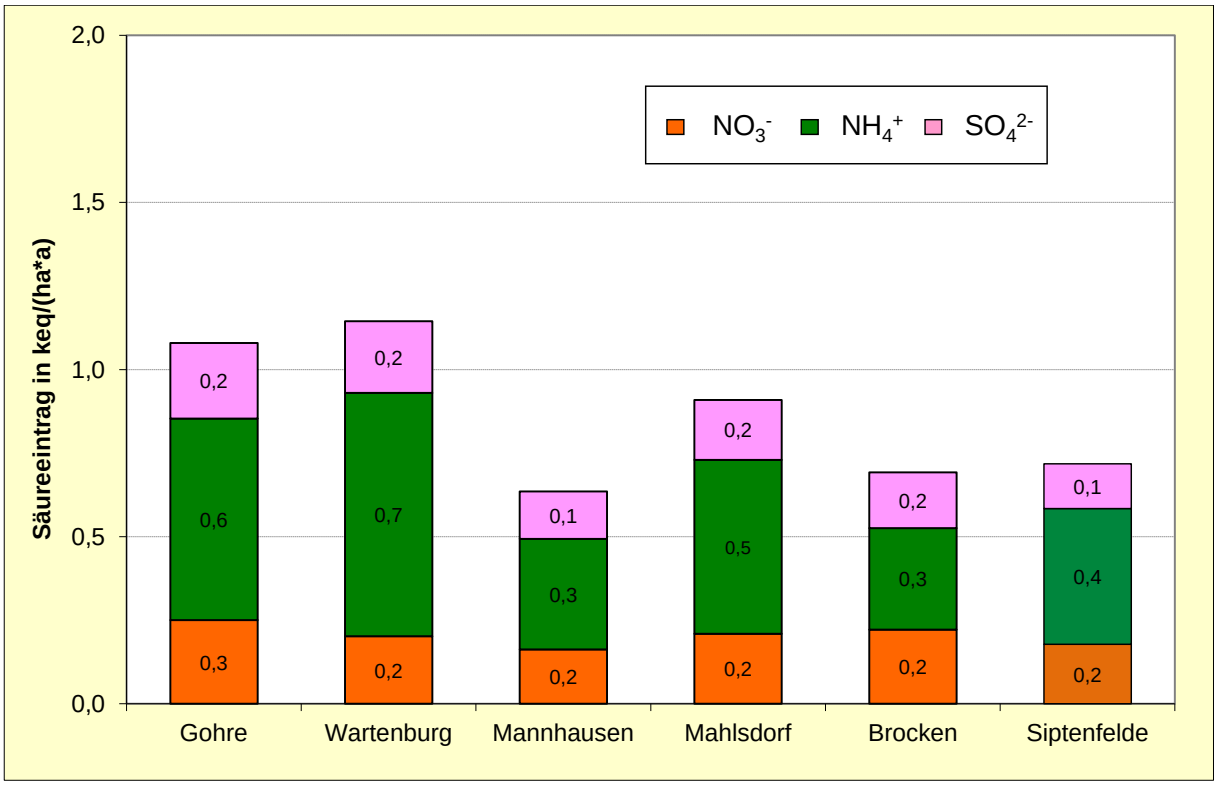


Abbildung 86: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern an Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Jahresmittelwerte Säureeintrag 2015

Die Ergebnisse der **Bulk-Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern an fünf LÜSA-Messstationen** sind in Tabelle A 36 und in Abbildung A 4 und Abbildung A 5 enthalten. Diese Standorte sind als Dauermessstandorte angelegt. Die Depositionswerte zeigen keine signifikanten Unterschiede zu denen der Vorjahre.
Die entsprechenden Stickstoff- bzw. Säureeinträge (siehe Abbildung 87 und Abbildung 88) liegen in der Größenordnung des Vorjahres.

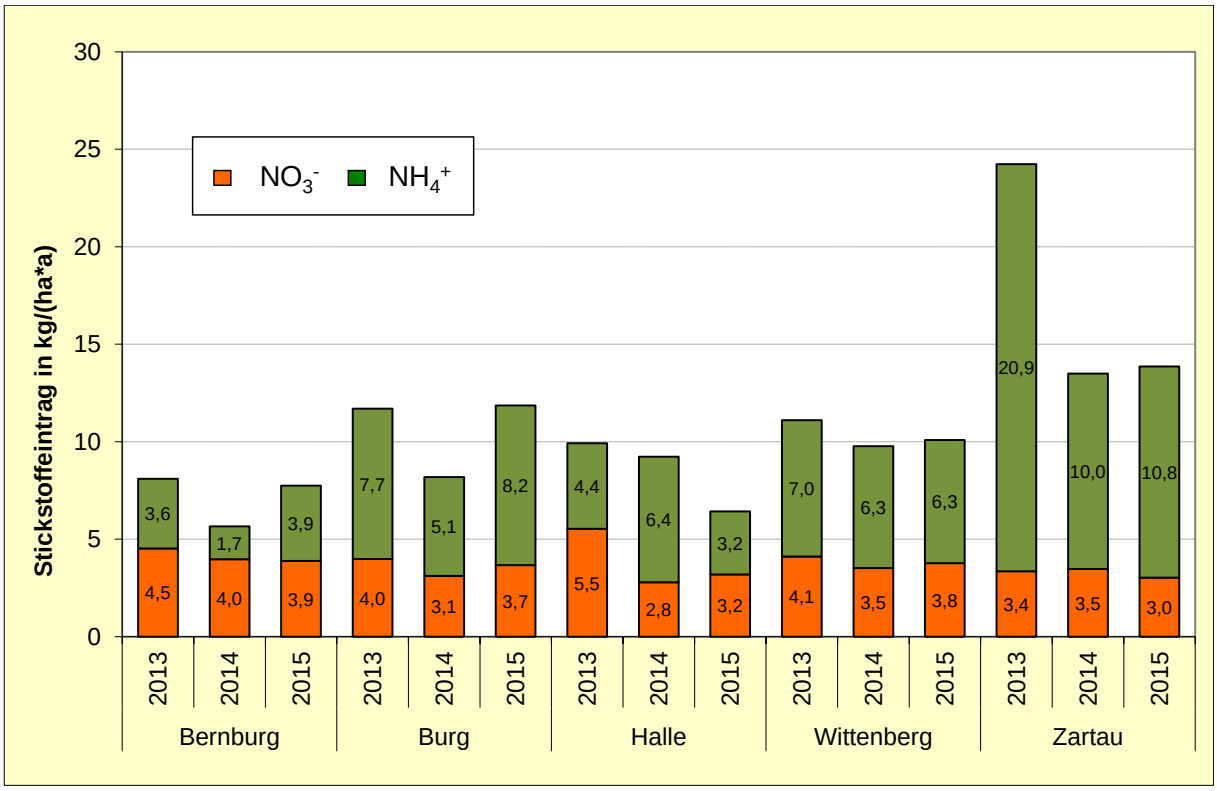


Abbildung 87: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen, Jahresmittelwerte Stickstoffeintrag

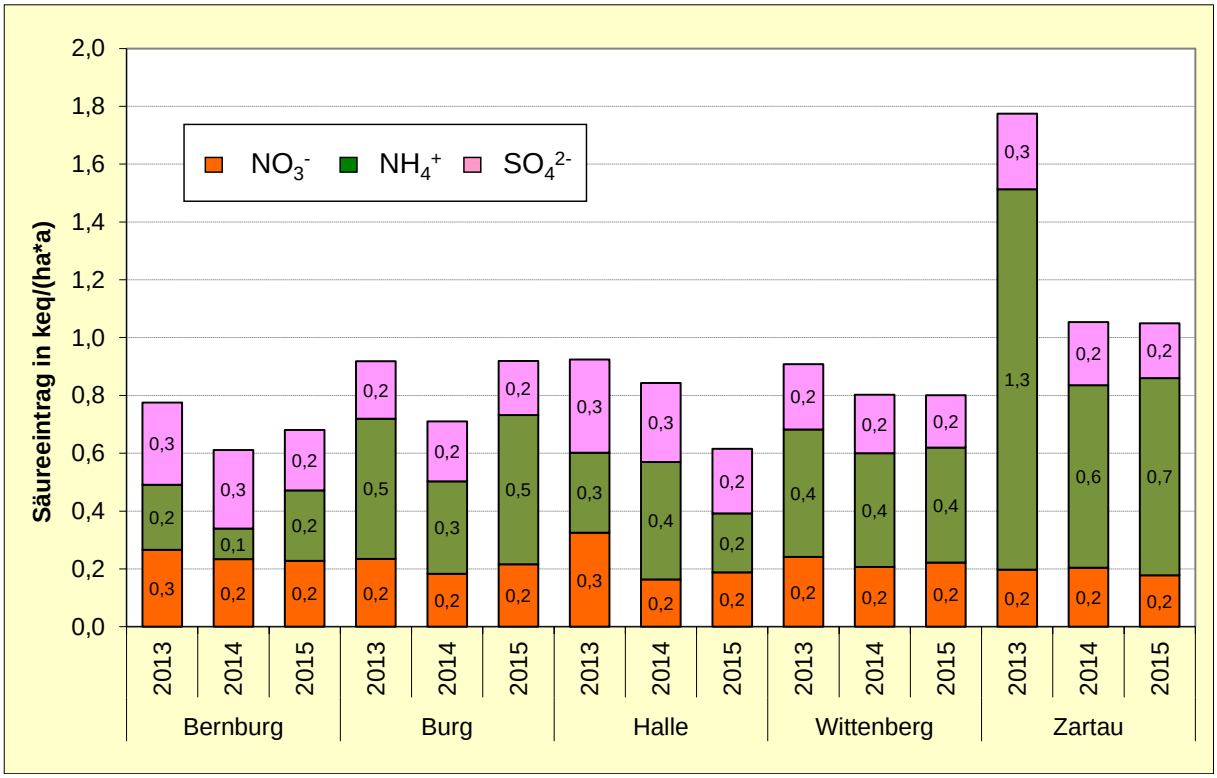


Abbildung 88: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen, Jahresmittelwerte Säureeintrag

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 37, Abbildung A 6 und Abbildung A 7 dargestellt.
Die Werte für Nitrit und Ammonium an der Messstation Kapenmühle erreichten im Jahr 2015 wieder vergleichbare Werte wie im Jahr 2013. Die hohen Werte aus dem Jahr 2014 ergaben sich aufgrund von Monatswerten im Sommer, die wahrscheinlich auf ungewöhnliche, äußere Einflüsse (Düngung) zurückzuführen sind.
Außerdem ist ein weiterer Rückgang der Nitrit-Werte an der Messstation Piesteritz zu verzeichnen.
Beim Vergleich der für die fünf Messstandorte berechneten Jahresmittelwerte der Stickstoff- bzw. Säureeinträge (Abbildung 89 und Abbildung 90) ist auffallend, dass trotz weiterem Belastungsrückgang von Ammonium und Nitrit gegenüber den Vorjahren am Standort Piesteritz (Einwirkungsbereich eines Düngemittelproduzenten) im Jahr 2015 weiter deutlich höhere Jahresmittelwerte als an den anderen Messstandorten ermittelt worden sind. Die Jahresmittelwerte an den anderen Messstandorten sind bis auf den oben beschriebenen Rückgang an der Station Kapenmühle im Vergleich zum Vorjahr nahezu unverändert.

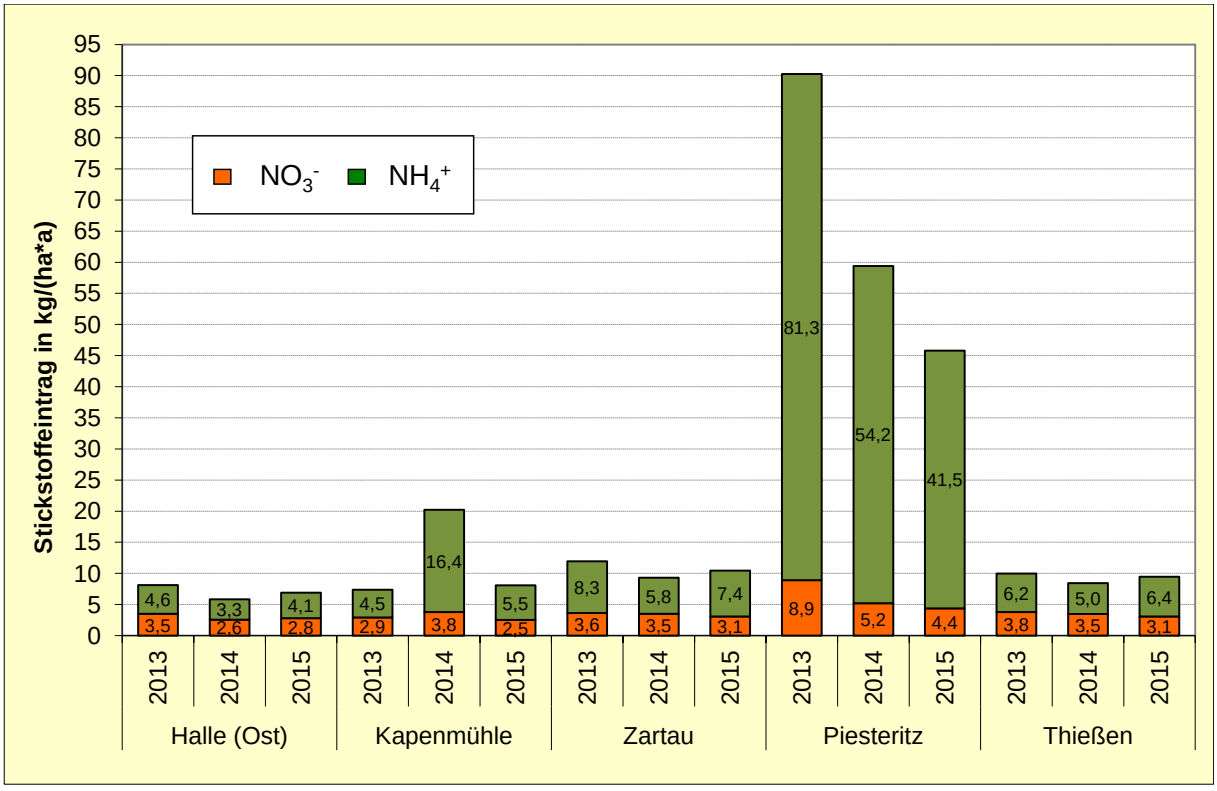


Abbildung 89: Stickstoffdepositionen mit Eigenbrodt-Sammlern (Jahresvergleich)

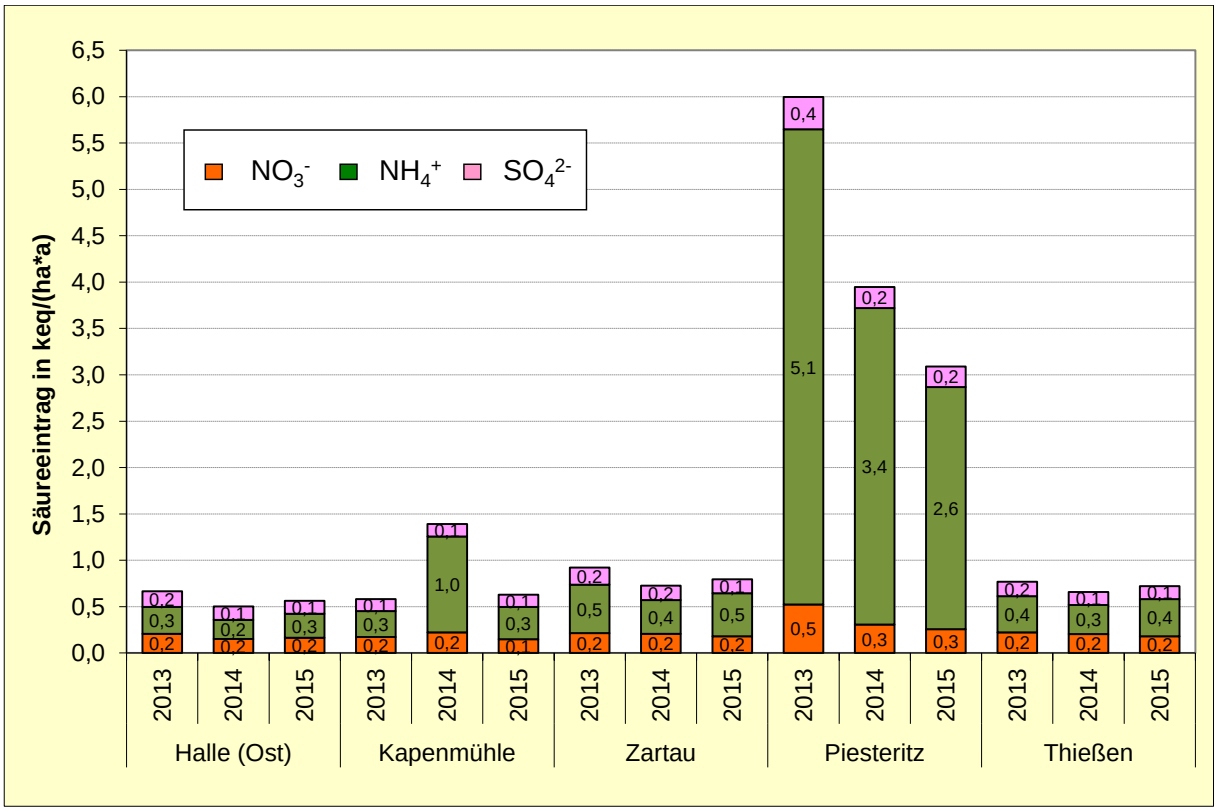


Abbildung 90: Säuredepositionen mit Eigenbrodt-Sammlern (Jahresvergleich)

Die Jahresmittelwerte der Depositionsmessungen der Stickstoff- bzw. Säureeinträge mit den nicht temperierten Bulk-Sammlern in Abbildung 91 bzw. Abbildung 92 zeigen, dass in Wittenberg die Zielwerte geringfügig überschritten werden. Die Werte der Hintergrundstationen (Zartau, Drei Annen Hohne) liegen im Rahmen der Vorjahre (Einzelwerte der An- und Kationen in Tabelle A 38).

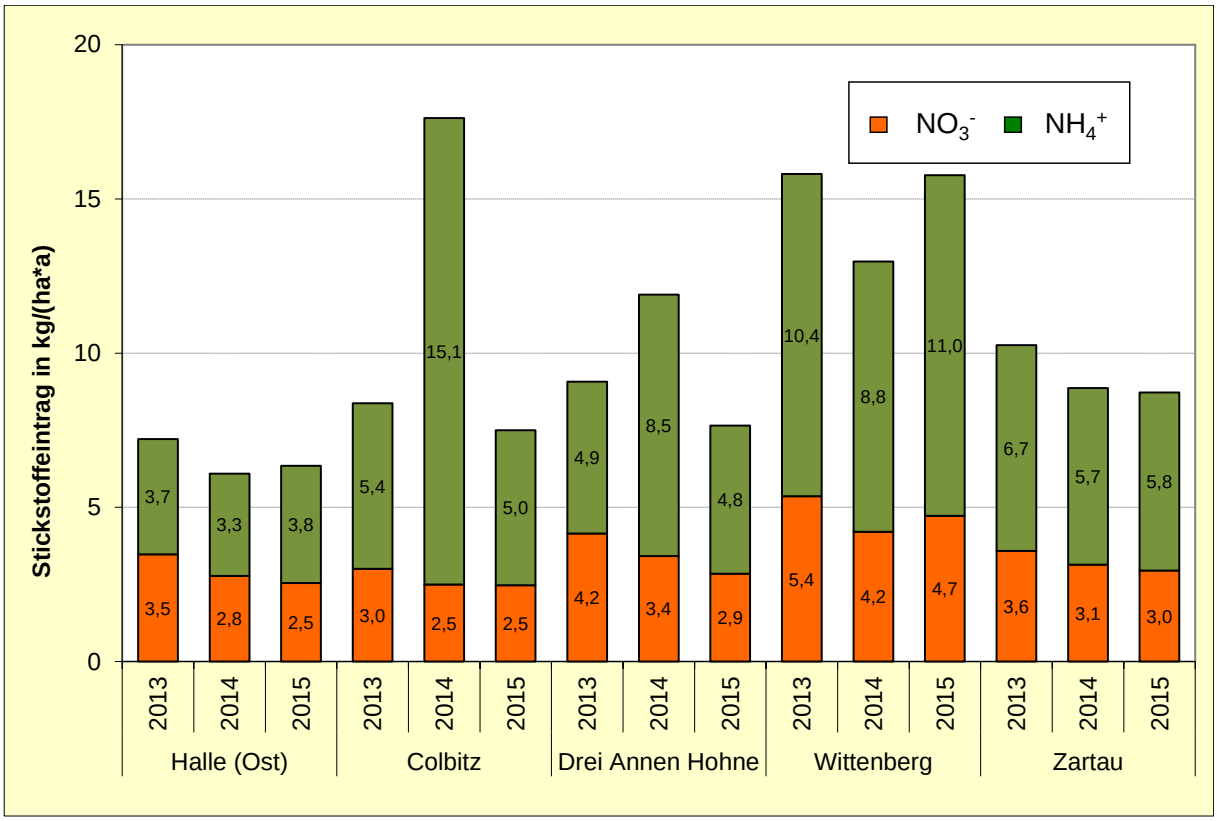


Abbildung 91: Depositionsmessungen mit LWF-Niederschlagssammlern, Jahresvergleich Stickstoffeintrag

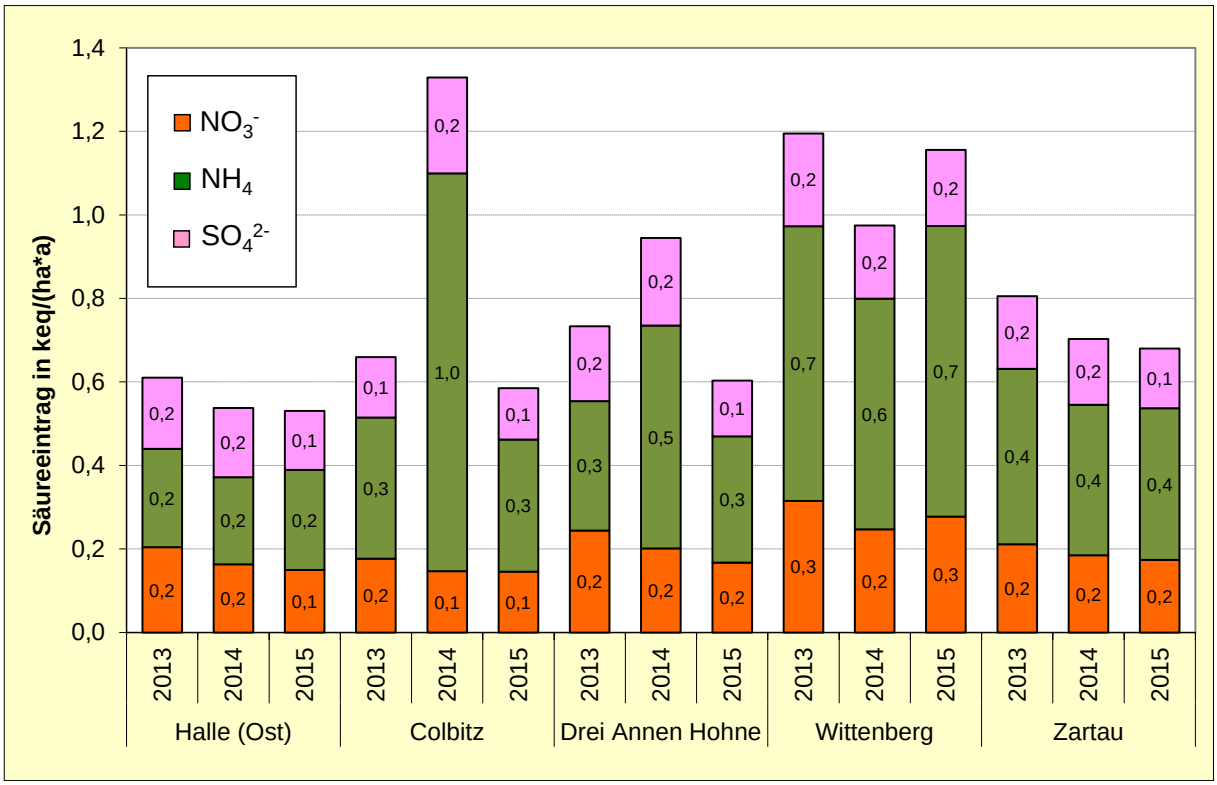


Abbildung 92: Depositionsmessungen mit LWF-Niederschlagssammlern, Jahresvergleich Säureeintrag

2.5.2.2 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 93 und Abbildung 94 sind die Ergebnisse der Nassdepositionen entsprechend Kernindikator B5[26] dargestellt. Die Eintragshöhen liegen unterhalb der Zielwerte.

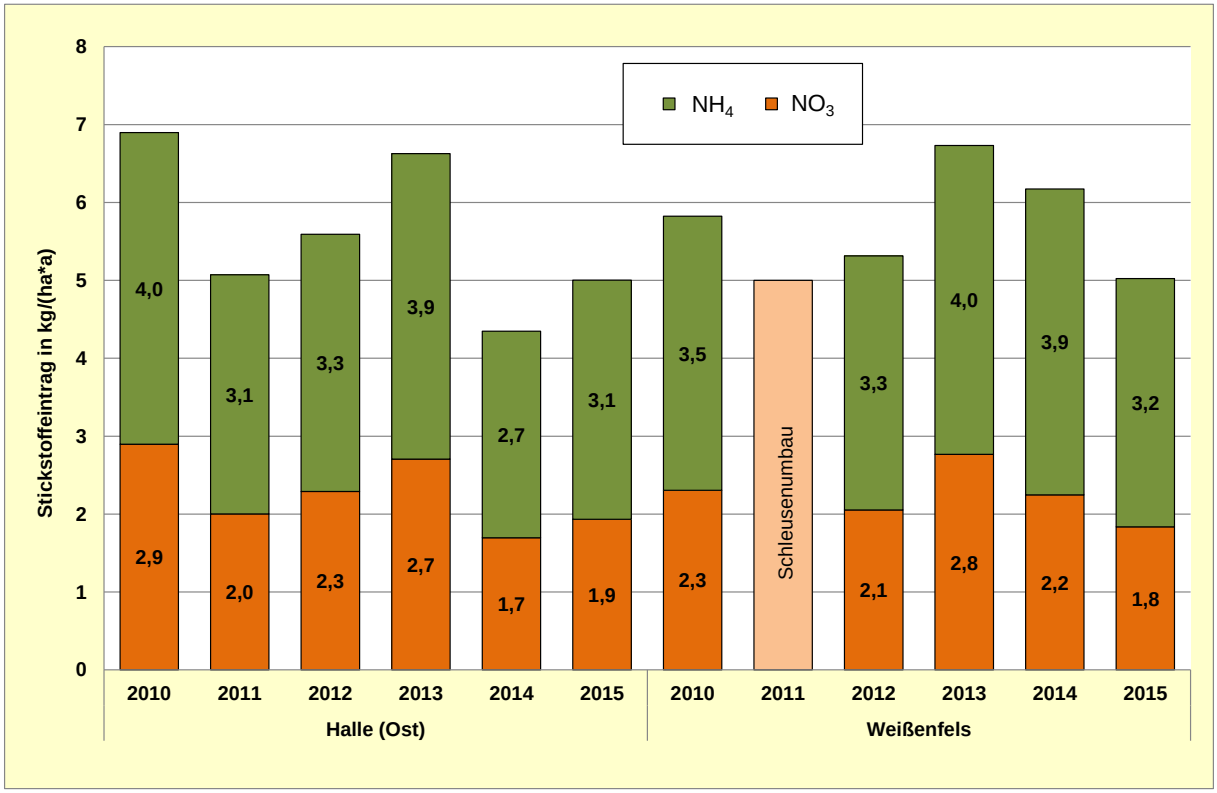


Abbildung 93: Stickstoffdepositionen mit Wet-Only-Sammlern, Jahreseinträge 2010 – 2015

[26] 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)

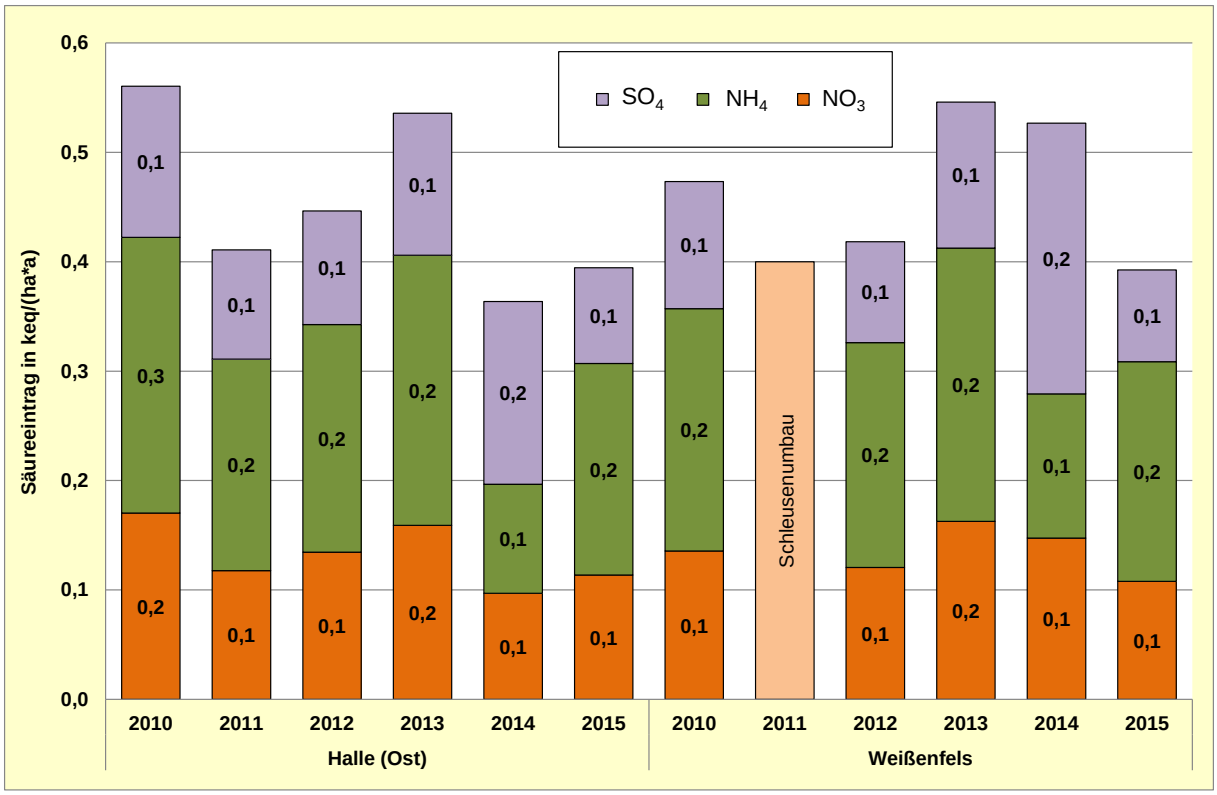


Abbildung 94: Säuredepositionen mit Wet-Only-Sammlern, Jahreseinträge 2010 – 2015

In Abbildung A 8 und Abbildung A 9 sind die Jahreseinträge der bestimmten An- und Kationen der Jahre 2012 bis 2015 dargestellt. Im Jahr 2015 sind in Halle-Ost gegenüber den Vorjahren höhere Nitrat- und Ammonium-Einträge zu verzeichnen. In Weißenfels sind die Werte gesunken. Die Tabelle A 39 enthält die Einträge in kg/(ha*a).

2.5.3 PCDD/F- und dl-PCB-Deposition

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Jahresmittelwerte der Toxizitätsäquivalente nach WHO 2005 für die Summe der PCDD/F und dl-PCB im Vergleich zum LAI-Zielwert (4 pg WHO-TEQ/(m²d)[27] dargestellt (Standorte auch Abbildung 38 im Abschnitt 2.1.2.3 und Tabelle A 30). Einzelwerte sind in Tabelle A 40 bis Tabelle A 46, Toxizitätsäquivalenzfaktoren in Tabelle A 47 und Tabelle A 48 aufgeführt.

Messprogramm 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 besonders aufgrund von Produktionsstilllegungen ein Rückgang der Depositionswerte zu verzeichnen (siehe Abbildung 95 und Abbildung 96). Der LAI-Zielwert wurde an allen Messstandorten einschließlich an denen in Hettstedt im Jahr 2015 unterschritten.

[27] 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

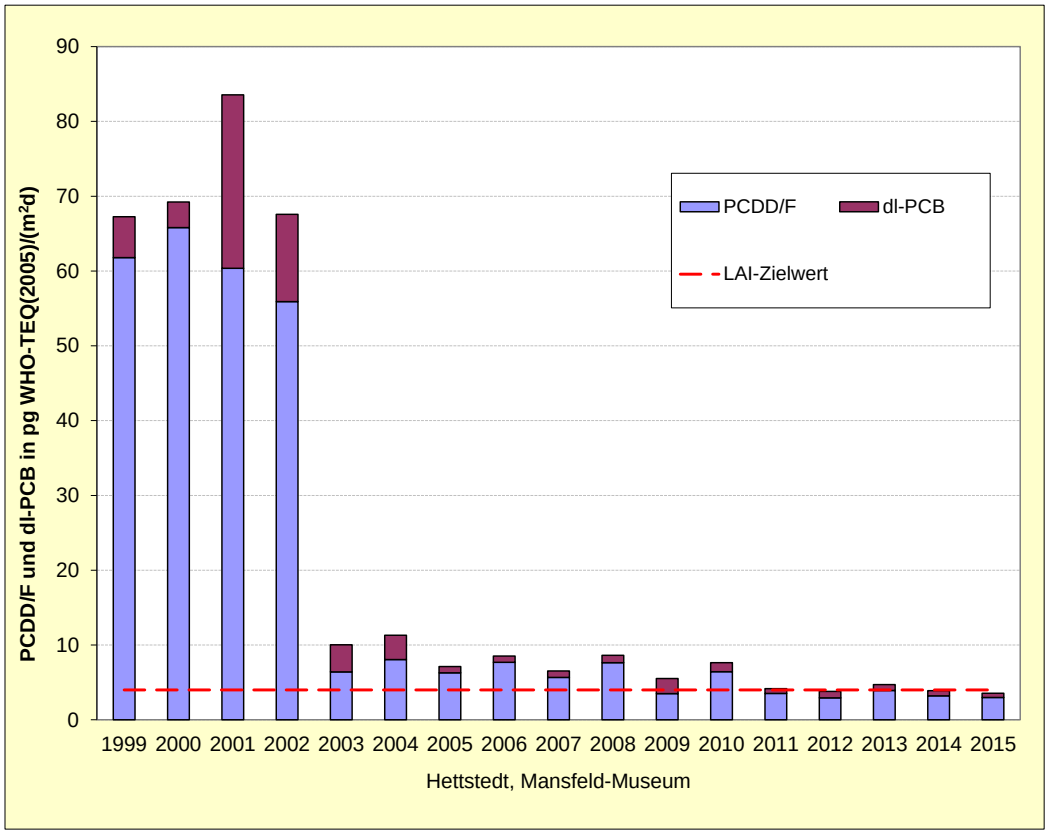


Abbildung 95: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB, Hettstedt, Mansfeld-Museum (HET45)

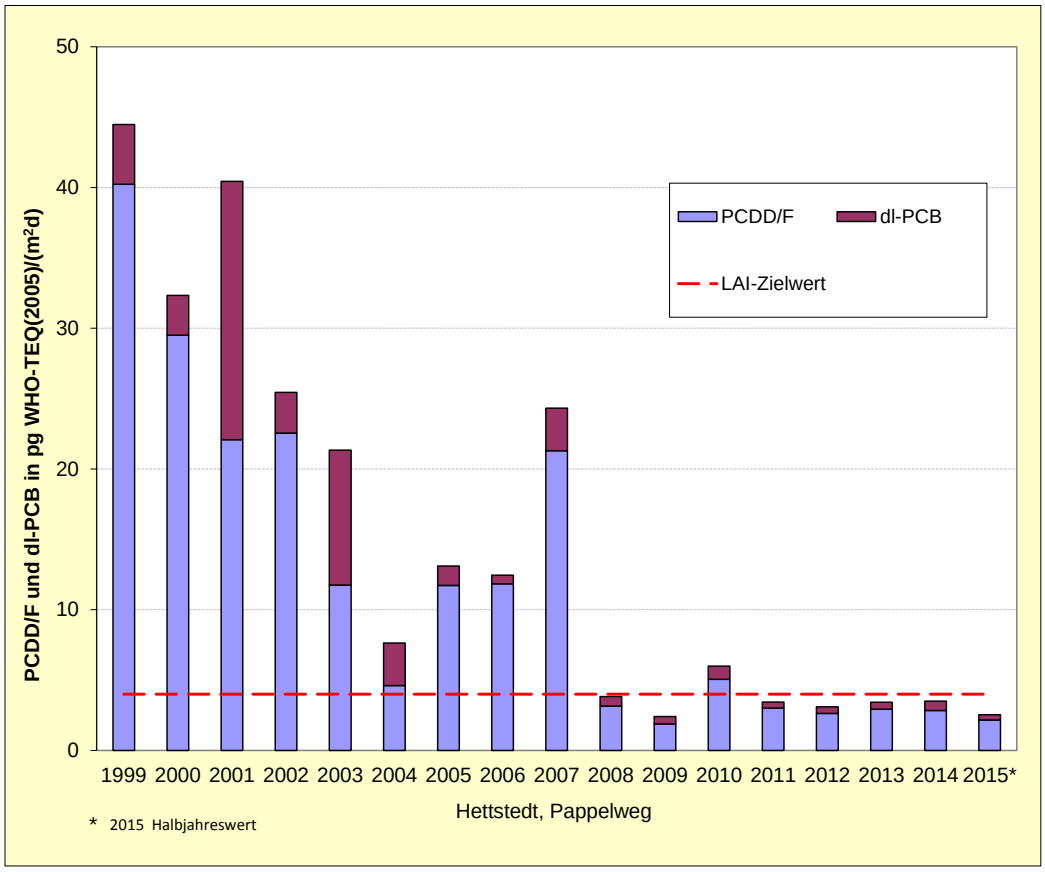


Abbildung 96: Depositionen Summe PCDD/F und dl- PCB, Hettstedt, Pappelweg (HET46)

An Messstandorten in der Nähe von Feuerungsanlagen ist in den letzten Jahren ähnlich wie bei metallurgischen Anlagen ebenfalls ein Rückgang der Jahresmittelwerte zu verzeichnen (Abbildung 97 bis Abbildung 99).
Der LAI-Zielwert wurde an allen Messstandorten im Jahr 2015 sicher eingehalten.

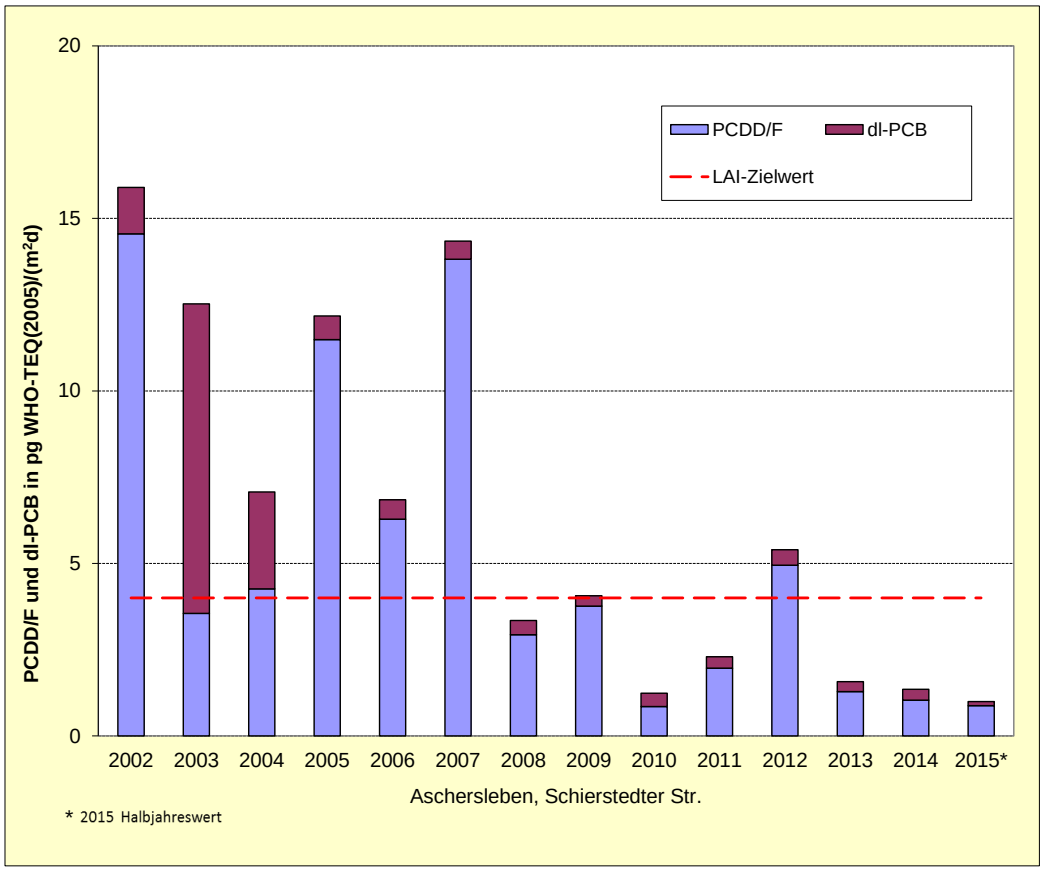


Abbildung 97: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB, Aschersleben, Schierstedter Str. (ASL42)

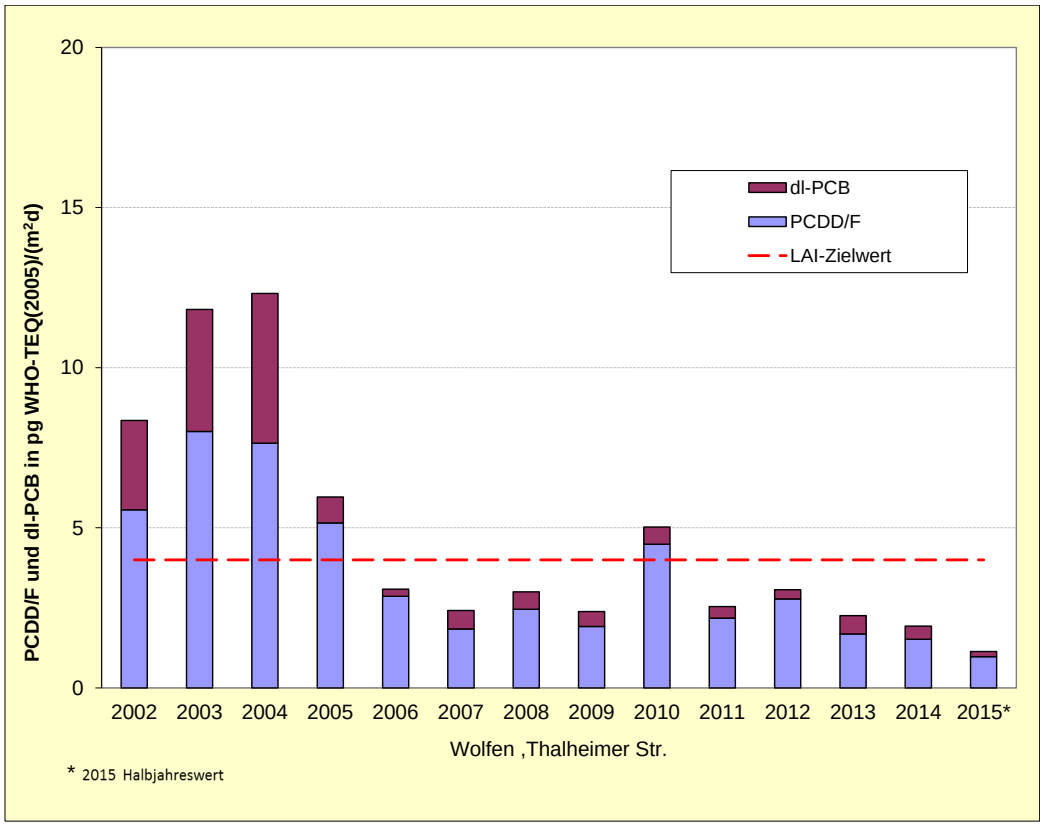


Abbildung 98: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB, Wolfen, Thalheimer Str. (BTF20)

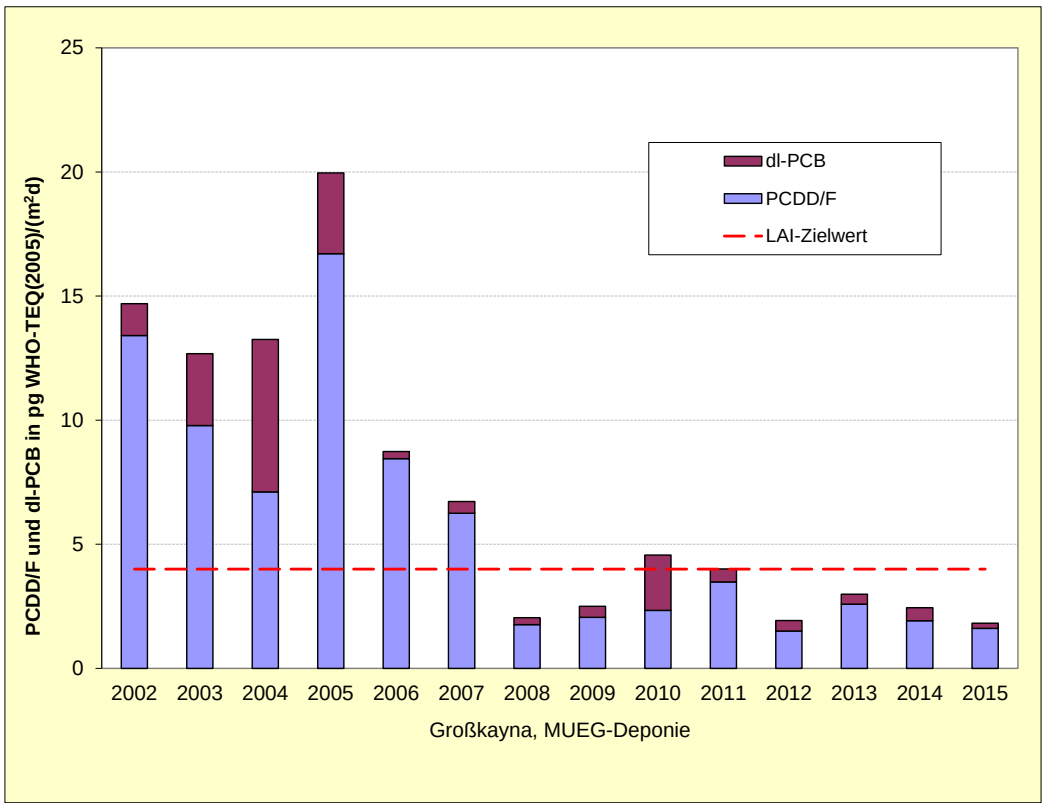


Abbildung 99: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB, Großkayna, MUEG-Deponie (MER100)

Messprogramm Abfallverbrennungsanlagen (AVA)

Die insbesondere unter Vorsorgeaspekten im Umfeld ausgewählter Abfallverbrennungsanlagen erfolgten Messungen ergaben, dass im Jahr 2015 der LAI-Zielwert sicher unterschritten wurde (Abbildung 100).

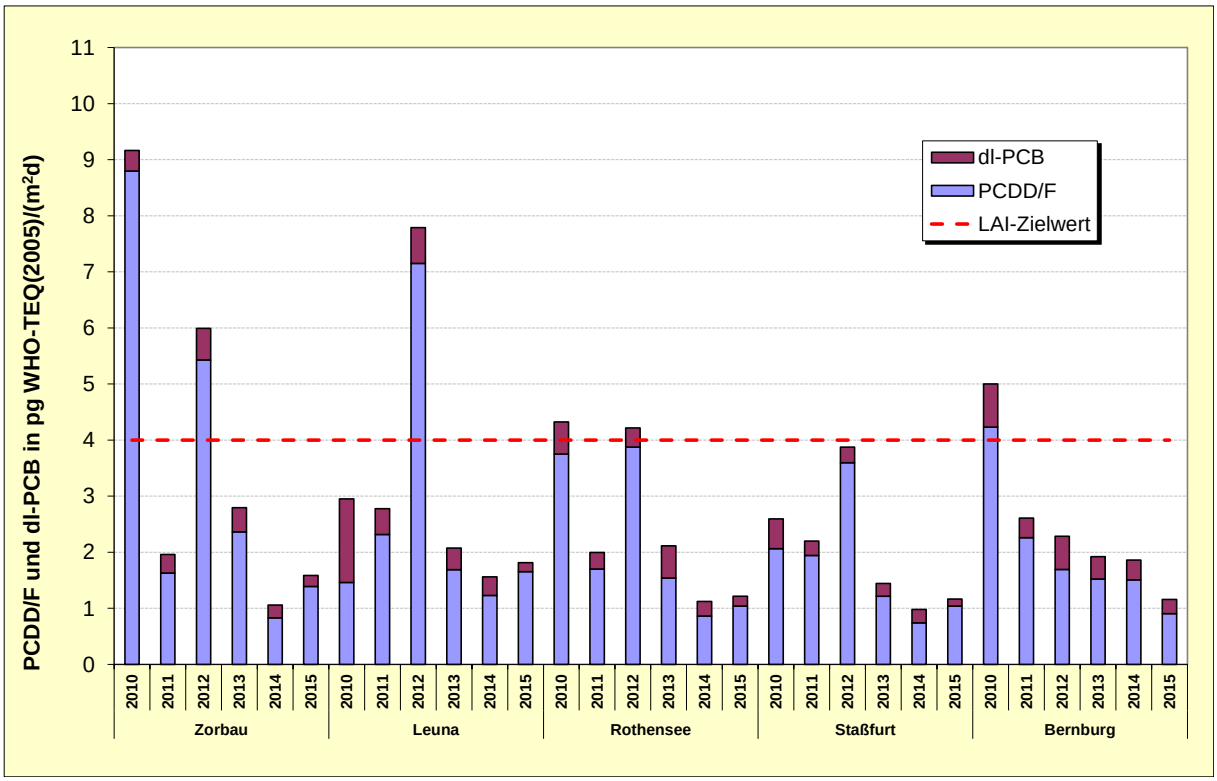


Abbildung 100: Depositionen Summe PCDD/F und dl-PCB in der Nähe von Abfallverbrennungsanlagen

Hintergrundmessungen

Um die Messungen an industriell belasteten Messstandorten besser beurteilen zu können, wurden zum Vergleich an zwei wenig belasteten Messstandorten Hintergrundmessungen durchgeführt. Es ist festzustellen, dass der LAI-Zielwert in den letzten Jahren unterschritten wurde (Abbildung 101).

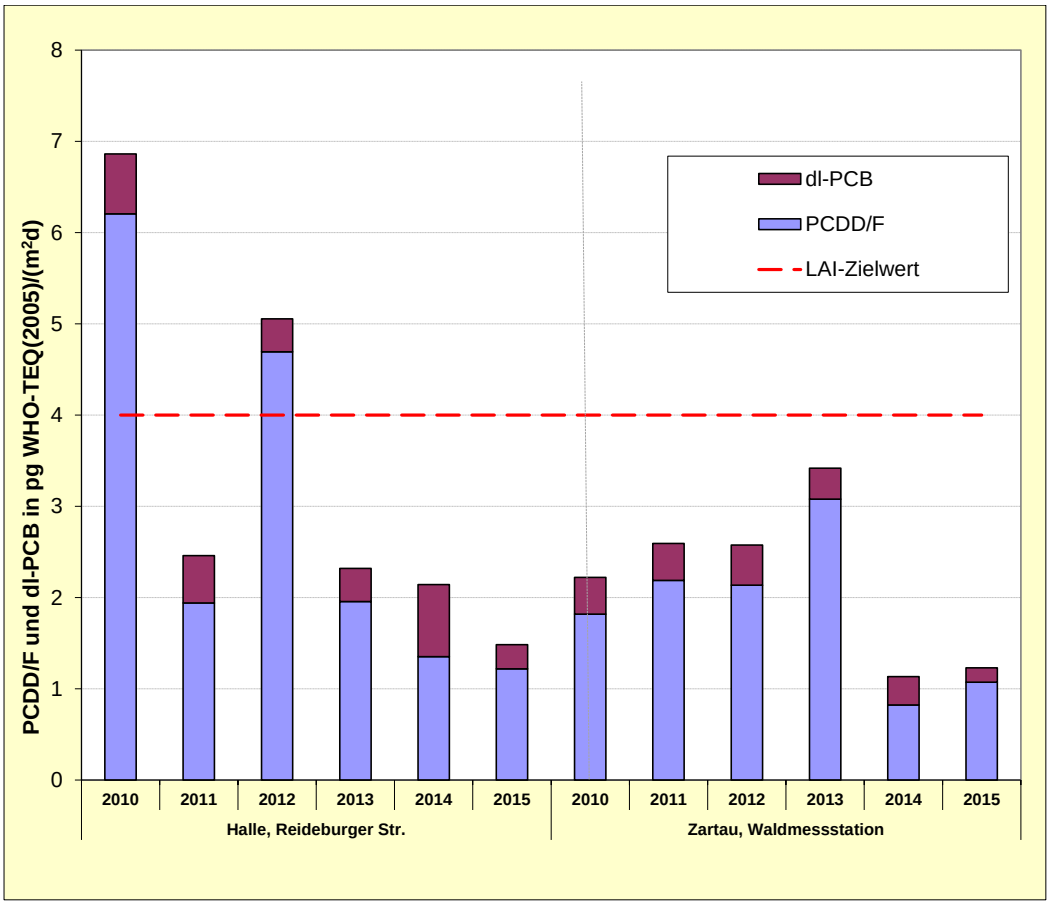


Abbildung 101: Depositionen an PCDD/F und dl-PCB, Hintergrundmessstandorte

2.5.4 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 102 sind die Jahresmittelwerte der PAK-Leitkomponente Benzo(a)pyren am Messstandort Halle (Saale) für die Jahre 2011 bis 2015 dargestellt (Einzelwerte siehe Tabelle A 49). Der Zielwert der LAI für Benzo(a)pyren von 0,5 µg/(m²d) wird in allen Jahren weit unterschritten.

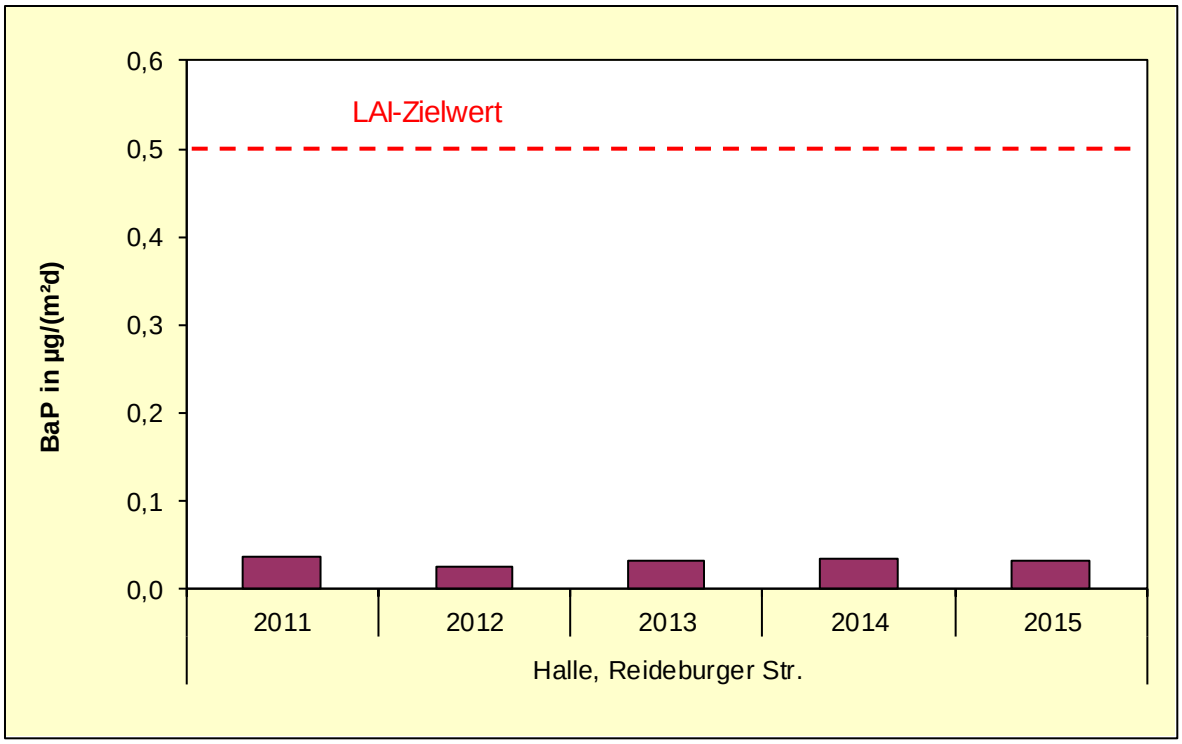


Abbildung 102: Deposition an Benzo(a)pyren mit dem temperierten Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler)

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 22 sind die Einzelsubstanzen aufgeführt.

Tabelle 22: Einzelsubstanzen für PAK-Summenparameter

PAK	2004/107/EG[28]	2004/850/EG[29]
Benzo(a)pyren		x
Benzo(a)anthracen	x	
Benzo(b)fluoranthen	x	x
Benzo(j)-fluoranthen	x	
Benzo(k)fluoranthen	x	x
Indeno(1,2,3-cd)pyren	x	x
Dibenz(a,h)anthracen	x	

[28] 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

[29] VERORDNUNG (EG) Nr. 850/2004 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe

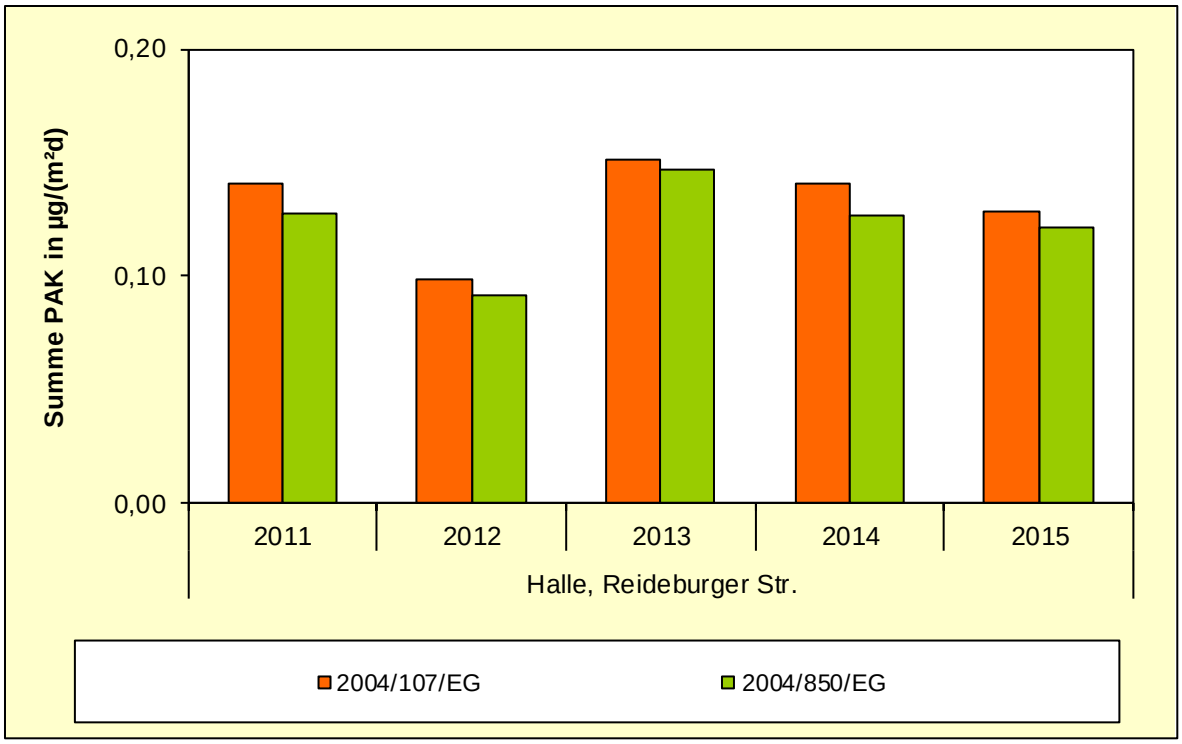


Abbildung 103: Summenwerte PAK mit dem temperierten Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler)

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

2.6 Bewertungsmaßstäbe

Um Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und den Anforderungen von Rechtsvorschriften genügen zu können, wurden zahlreiche Bewertungsmaßstäbe aufgestellt. Diese haben eine sehr unterschiedliche Verbindlichkeit, die sich von Festlegungen in Rechtsvorschriften bis hin zu Empfehlungen (Erkenntnisquellen) erstreckt, wobei die Bewertung auf der Grundlage von Rechtsvorschriften in jedem Falle Vorrang hat.

Historische Entwicklung der Rechtssetzung zur Luftqualität

Nach § 48a (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 PM_{10}), 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 23 sind die Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV für Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxide (NO_2, NO_x), Partikel PM_{10}/Partikel $PM_{2,5}$, Blei (Pb), Arsen (As), Kadmium (Cd), Nickel (Ni), Benzo(a)Pyren [B(a)P], Benzol und Kohlenmonoxid (CO) zusammengestellt.

Tabelle 23: Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV für SO_2, NO_2, NO_x, Partikel PM_{10}, Partikel $PM_{2,5}$, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P, Benzol und CO

Schadstoff	GW µg/m³	Luftqualitätsmerkmal	Bezugszeitraum	Schutzgut	Nebenbedingungen	Zeitpunkt Einhaltg. GW	OBS µg/m³	UBS µg/m³
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[2)]	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2015	17	12
	20[3)]	Jahresmittelwert	3 Kalenderjahre	Mensch		1.1.2015		
Blei	0,5 1,0[4)]	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/m³)*	6[5)]	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2013	3,6	2,4
Kadmium *(ng/m³)*	5[5)]	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2013	3	2
Nickel *(ng/m³)*	20[5)]	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2013	14	10
Benzo(a)Pyren *(ng/m³)*	1[5)]	Jahresmittelwert	Kalenderjahr	Mensch		1.1.2013	0,6	0,4
Kohlenmonoxid *(mg/m³)*	10	höchster 8-h-Mittelwert	Tag	Mensch		1.1.2005	7	5

[1)] Alarmschwelle
[2)] Toleranzmarge: 20 % am 11. Juni 2008, Reduzierung am folgenden 1. Januar und danach alle 12 Monate um jährlich ein Siebentel bis auf 0 % am 1. Januar 2015
[3)] AEI – Average Exposure Indikator (Indikator für die durchschnittliche Exposition)
[4)] im Umkreis von 1000 m um definierte industrielle Quellen
[5)]Zielwert
Erläuterungen: **GW** = Grenzwert, **OBS** = Obere Beurteilungsschwelle, **UBS** = Untere Beurteilungsschwelle
Alle Werte für die gasförmigen Stoffe Tabelle 23 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, zu verhüten oder zu verringern.

Für den Zielwert bezüglich Partikel $PM_{2,5}$ sind Toleranzmargen festgelegt worden. Dabei handelt es sich um jährlich kleiner werdende Zuschläge zum Zielwert, die bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Zielwert eingehalten werden muss und den Status eines Grenzwertes erhält, den Wert Null erreichen. Toleranzmargen sollen der Erfolgskontrolle bei der Luftreinhaltung dienen.
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.
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 40^{30} (ausgedrückt in $(\mu g/m^3)h$) ist die über einen vorgegebenen Zeitraum (in der Verordnung: Mai bis Juli) summierte Differenz zwischen Ozonkonzentrationen über 80 $(\mu g/m^3)h$ und 80 $(\mu g/m^3)h$ unter ausschließlicher Verwendung der täglichen 1-Stunden-Mittelwerte zwischen 8:00 und 20:00 Uhr MEZ.

In Tabelle 24 sind die Bewertungsmaßstäbe für Ozon zusammenfassend dargestellt.

[30] Accumulated Over Threshold

Tabelle 24: Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV vom 05.08.2010 für Ozon

Wert	Dimension	Art des Bewertungsmaßstabes	Luftqualitätsmerkmal	Mittelungs-/Akkumulationszeitraum	Zeitpunkt der Einhaltung
120 [1)]	µg/m^3	Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit § 9 (1)	gleitend ermittelter höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	8 Stunden	soweit wie möglich ab 01.01.2010 [3)]
18000[2)]	(µg/m^3)h	Zielwert zum Schutz der Vegetation § 9 (2)	AOT 40 (siehe Erl. im Text)	1 Stunde, akkumuliert von Mai bis Juli	soweit wie möglich ab 01.01.2010 [3)], gemittelt über 5 Jahre
120	µg/m^3	langfristiges Ziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit § 9 (3)	gleitend ermittelter höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	8 Stunden	
6 000	(µg/m^3)h	langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation § 9 (4)	AOT 40 (siehe Erl. im Text)	1 Stunde, akkumuliert von Mai bis Juli	
180	µg/m^3	Informationsschwelle § 9 (5)	1-h-Mittelwert	1 Stunde	
240	µg/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.

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 25 folgende Immissionswerte festgelegt:

Tabelle 25: Immissionswerte für Stoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit – Nr. 4.2.1

Stoff/Stoffgruppe	Konzentration µg/m^3	Mittelungszeitraum	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
Schwefeldioxid	50 125 350	Jahr 24 Stunden 1 Stunde	- 3 24
Stickstoffdioxid	40 200	Jahr 1 Stunde	- 18
Benzol	5	Jahr	-
Tetrachlorethen	10	Jahr	-
Schwebstaub (Partikel PM_{10})	40 50	Jahr 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 Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub) zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen: 0,35 g/(m^2d), bezogen auf ein Jahr (Nr. 4.3.1),
- Immissionswerte zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation (Tabelle 26),
- Immissionswert für Fluorwasserstoff zum Schutz vor erheblichen Nachteilen (Nr. 4.4.2) 0,4 µg/m^3, bezogen auf ein Jahr,
- Immissionswerte für Schadstoffdepositionen (Nr. 4.5.1). Diese Immissionswerte sind in Tabelle 30 aufgeführt.

Bei allen gasförmigen Stoffen ist die Massenkonzentration auf 293,15 K und 101,3 kPa bezogen.

Tabelle 26: Immissionswerte für Schwefeldioxid und Stickstoffoxide zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation – Nr. 4.4.1

Stoff/Stoffgruppe	Konzentration µg/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 27 dargestellt.

Tabelle 27: MIK-Werte nach VDI 2310

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

Luftqualitätsmerkmal/Art des Bewertungsmaßstabes:
arithmetischer Mittelwert über den Bezugszeitraum
[1)] ... für Wohngebiete
[2)] ... bezogen auf 25 °C und 101,3 kPa
[3)] ... bezogen auf 20 °C und 101,3 kPa

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

Immissionsbegrenzende Werte der LAI

Zur Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen hat die LAI weitgehend auf der Basis von Bewertungen ihres Unterausschusses „Wirkungsfragen" für bereits in den vorangegangenen Abschnitten aufgeführte und für weitere Stoffe „immissionsbegrenzende Werte" vorgeschlagen. Das sind Bewertungsmaßstäbe unterschiedlicher Art, z. B. Immissionswerte der TA Luft, Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung nach TA Luft und Zielwerte für die staatliche Luftreinhalteplanung.

Die Bewertungsmaßstäbe für krebserzeugende Stoffe entstammten ursprünglich der LAI-Studie „Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen" von 1992. Gemäß Beschluss der 108. Sitzung der LAI am 21./22.09.2004 in Leipzig wurden die Bewertungsmaßstäbe für kanzerogene Luftschadstoffe u. a. auf Grund inzwischen getroffener gesetzlicher Regelungen (EU-Tochterrichtlinien, TA Luft) aktualisiert. Die Neubewertung des Krebsrisikos durch Luftverunreinigungen ist im Bericht ***„Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind"***[31] dokumentiert.

Tabelle 28 fasst die o. g. Bewertungsmaßstäbe sowie die aktualisierten für kanzerogene Luftschadstoffe zusammen.

Tabelle 28: Vorschläge der LAI für immissionsbegrenzende Werte

Schadstoff/ Schadstoffgruppe	Wert	Dimension	Kategorie des Bewertungsmaßstabes	Bezugszeitraum	Schutzgut
Dioxine/Furane, PCB	150	fg WHO-TEQ/m³	Zielwert (Inhalation)	Jahr	Mensch
	4	pg WHO-TEQ/(m²d)	Zielwert (Deposition)	Jahr	Mensch
Asbest	220	Fasern/m³	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch
Chrom (ges.)	17	ng/m³	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch
Chrom (VI)	1,7	ng/m³	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch
Quecksilber und Verbindungen	50	ng/m³	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch
	1	µg/(m²d)	Orientierungswert TAL	Jahr	Mensch, Tier, Ökosystem
Toluol	30	µg/m³	Zielwert	Jahr	Mensch
Xylole	30	µg/m³	Zielwert	Jahr	Mensch
Vanadium	20	ng/m³	Zielwert	Jahr	Mensch
Vanadiumpentoxid	40	ng/m³	Zielwert	Jahr	Mensch
Tetrachlorethen	3,5	mg/m³	Orientierungswert TAL	30 Minuten	Mensch
Kohlenmonoxid	30	mg/m³	Orientierungswert TAL (Spitzenkonzentrationen)	30 Minuten	Mensch
Ethen	5	µg/m³	Zielwert	Jahr	Vegetation, Mensch
Styrol	60	µg/m³	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 29 u. a. Leitwerte für Toluol,

[31] Bericht der Bund/ Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, September 2004

Schwefelwasserstoff und Mangan aufgeführt. WHO-Leitwerte für Stickstoffdioxid sind in der nachfolgenden Tabelle nicht angeführt, da die WHO-Leitwerte für NO_2 exakt den Vorgaben der 39. BImSchV entsprechen.

Tabelle 29: 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
Schwefel-wasserstoff	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 die Neufassung der TA Luft aufgenommen worden sind.

In Tabelle 30 sind die Werte für die Frachten, ergänzt durch die Umrechnung in die Dimension µg/(m²d), und daraus resultierende Immissionswerte der neuen TA Luft nebeneinander aufgeführt. Diesen Immissionswerten kommt insofern eine erhöhte Bedeutung zu, weil in den Bundes-Immissionsschutzverordnungen keine Grenzwerte der Deposition enthalten sind.

Tabelle 30: 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

3 Anlagensicherheit und Störfallvorsorge

3.1 Überwachungsprogramm nach § 16 Störfall-Verordnung

Gemäß § 16 Störfall-Verordnung haben die zuständigen Überwachungsbehörden für alle unter die Störfall-Verordnung (12. BImSchV) fallenden Betriebsbereiche ein Überwachungsprogramm zu erstellen.

Im Jahr 2015 fielen in Sachsen-Anhalt 215 Betriebsbereiche in den Geltungsbereich der Störfall-VO. Davon unterlagen 81 den erweiterten Pflichten und 134 den Grundpflichten nach Störfall-Verordnung.

Alle Betriebsbereiche werden nach einem Überwachungsprogramm im Sinne des § 16 der Störfall-VO überwacht. Gemäß Störfall-VO sollen alle Betriebsbereiche, für die ein Sicherheitsbericht nach § 9 der Störfall-VO erforderlich ist (erweiterte Pflichten) mindestens alle zwölf Monate einer Vor-Ort-Inspektion unterzogen werden, wenn nicht die zuständige Behörde auf Grund systematischer Bewertungen der Gefahren von Störfällen ein Überwachungsprogramm mit anderen Inspektionsintervallen für den jeweiligen Betriebsbereich erstellt.
In den vergangenen Jahren wurden alle Betriebsbereiche (Grund- und erweiterte Pflichten) im Zusammenhang mit den durchgeführten Inspektionen systematischen Bewertungen unterzogen und die entsprechenden Inspektionsintervalle festgelegt.

Überwiegend lagen die Inspektionsintervalle in Betriebsbereichen mit erweiterten Pflichten bei drei Jahren und in Betriebsbereichen mit Grundpflichten bei fünf Jahren. Es wird angestrebt, die Zeit zwischen den Inspektionen zu verkürzen.

Zuständige Behörde für die Durchführung der Inspektionen ist das Landesverwaltungsamt (LVwA). Hierbei wird das LVwA einerseits durch Sachverständige nach § 29a BImSchG und andererseits durch das Landesamt für Verbraucherschutz (LAV) bei der Prüfung der technischen Systeme unterstützt.

Aus Kapazitätsgründen beauftragt das Landesverwaltungsamt seit dem Jahr 2005 nach § 29 b BImSchG bekannt gegebene Sachverständige mit der Durchführung eines Teils der Prüfungen der Sicherheitsmanagementsysteme (SMS).

Im Jahr 2015 wurden insgesamt 42 Inspektionen durchgeführt. Bei 39 Inspektionen waren Sachverständige in die Prüfungen einbezogen.

Dem LAU wurden 35 Inspektionsberichte im Berichtsjahr übergeben. Zum Teil sind diese Berichte noch von Inspektionen aus dem Jahr 2014.

Schwerpunktmäßig wurde geprüft, wie sich das im Unternehmen eingerichtete Sicherheitsmanagementsystem seit der letzten Inspektion weiterentwickelt hat und ob Defizite, die bei der vorangegangenen Inspektion aufgedeckt und beseitigt wurden.

In Betriebsbereichen, in denen erstmalig eine Inspektion durchgeführt wurde, war zu prüfen ob ein Sicherheitsmanagementsystem eingerichtet ist und ob es den grundsätzlichen Anforderungen des Anhangs III der 12. BImSchV entspricht.

Weitere Schwerpunkte der Inspektionen bestanden in der Prüfung von betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen und in der Prüfung, ob sicherheitsrelevante Anlagenteile richtig und vollständig beschrieben wurden.

Aus den vorliegenden Inspektionsberichten geht hervor, dass die bei vorangegangenen Inspektionen festgestellten Mängel in der Regel beseitigt und die gegebenen Hinweise berücksichtigt wurden.
Weiterhin wird festgestellt, dass die geprüften Sicherheitsmanagementsysteme, soweit vorhanden, keine wesentlichen Mängel enthalten.

Zum Teil werden auch Hinweise durch die Sachverständigen gegeben, wie das Sicherheitsmanagementsystem weiter verbessert werden kann.
Insgesamt wurden in den Betriebsbereichen keine Zustände erkannt, die eine Gefahr für die Sicherheit der Betriebsbereiche darstellen könnten.
Bei zwei Inspektionen musste allerdings festgestellt werden, dass in den Betriebsbereichen kein SMS eingerichtet war. Den Betreibern wurde umgehend aufgegeben, dieses einzurichten.

Die folgend aufgeführten geringfügigen Mängel wurden wie auch in den Jahren zuvor festgestellt:

- fehlende oder nicht ausreichende bzw. nicht aktualisierte Betriebsanweisungen,
- unzureichende Dokumentation des Sicherheitsmanagements,
- nicht aktualisierte Dokumente, z. B. Meldepläne, Telefonlisten oder Organigramme in der Dokumentation,
- verantwortliche Personen nicht benannt.

In der Regel wurden im Rahmen der Inspektionen der technischen Systeme auch nur geringfügige oder keine Mängel festgestellt.
Typische Mängel, die bei den Teilinspektionen der technischen Systeme festgestellt wurden, sind auch im Jahr 2015 wie in den vorherigen Jahren zum Beispiel:

- Festlegungen zu Prüffristen unvollständig bzw. Prüfungen nicht fristgemäß durchgeführt,
- im Sicherheitsbericht zitierte Rechtsvorschriften nicht aktualisiert,
- fehlender Spritz- oder Berührungsschutz,
- Korrosion an Bauteilen,
- fehlende oder unzureichende Kennzeichnung von Rohrleitungen oder Behältern.

3.2 Sachverständige

Auf der Grundlage des § 29a BImSchG kann die zuständige Behörde anordnen, dass der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage einen von der nach Landesrecht zuständigen Behörde bekannt gegebenen Sachverständigen mit der Durchführung bestimmter sicherheitstechnischer Prüfungen oder Prüfungen von sicherheitstechnischen Unterlagen beauftragt.

Gemäß der Dritten Verordnung zur Änderung der Verordnung von Zuständigkeiten im Immissions-, Gewerbe- und Arbeitsschutzrecht sowie in anderen Rechtsgebieten vom 21.12.2004 (GVBl. LSA S. 878) ist im Land Sachsen-Anhalt das LAU für die Bekanntgabe zuständig.

Die Bekanntgaben erfolgen seit Mai 2013 nach der Bekanntgabeverordnung - 41. BImSchV vom 02.05.2013 (BGBl. I Nr. 21 vom 02.05.2013 S. 973) in Verbindung mit § 29b BImSchG.

Die Entscheidung über die Bekanntgabe wird grundsätzlich durch die für den Wohnsitz des Sachverständigen zuständige Landesbehörde getroffen.

Im Jahr 2015 wurde durch das LAU ein Sachverständiger erneut bekannt gegeben.

Am Ende des Jahres waren insgesamt 13 Sachverständige registriert, deren Bekanntgabeverfahren in Sachsen-Anhalt durchgeführt wurde.

Die Sachverständigen haben über die von ihnen durchgeführten Prüfungen jährlich in Form eines Erfahrungsberichts an die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) zu berichten. Die Berichterstattung erfolgt ebenfalls an die für die Bekanntgabe zuständige Behörde. Sollten keine sicherheitstechnischen Prüfungen durchgeführt worden sein, so ist eine entsprechende Fehlanzeige zu erstatten. Die Form des Erfahrungsberichtes ist durch den Leitfaden KAS-4 vorgegeben. Dieser Leitfaden enthält ein Mängelcode-Schema, nach dem die im Rahmen der durchgeführten sicherheitstechnischen Prüfungen festgestellten Mängel zu erfassen sind.
Weiterhin sind grundlegende Forderungen für die Verbesserung der Anlagensicherheit (Störfallvorsorge und Störfallabwehr) zu formulieren.

Für das Jahr 2015 liegen von den 13 am Ende des Jahres in Sachsen-Anhalt bekanntgegebenen Sachverständigen alle Erfahrungsberichte vor. Es gab für das Jahr 2015 keine Fehlmeldungen, alle 13 Sachverständigen haben sicherheitstechnische Prüfungen durchgeführt.
Insgesamt wurden von den Sachverständigen 45 Einzelberichte über durchgeführte Prüfungen vorgelegt. 35 dieser Prüfungen wurden in Sachsen-Anhalt durchgeführt, die übrigen in anderen Bundesländern.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die 35 in Sachsen-Anhalt durchgeführten Prüfungen.

Der größte Teil dieser Prüfungen (15 der insgesamt 35) betrifft wie auch in den vergangenen Jahren Betriebsbereiche, in denen hauptsächlich Chemieanlagen (Nr. 4 des Anhangs der 4. BImSchV) betrieben werden.

Die weiteren Prüfungen wurden in Betriebsbereichen durchgeführt, in denen unter anderem Anlagen zur Energieerzeugung (Nr. 1 des Anhangs 1 der 4. BImSchV), Abfallbehandlungsanlagen (Nr. 8 des Anhangs 1 der 4. BImSchV), Lageranlagen (Nr. 9 des Anhangs 1 der 4. BImSchV) und Kälteanlagen mit einem Gesamtinhalt an Kältemittel von 3 Tonnen Ammoniak oder mehr (Nr. 10.25 des Anhangs 1 der 4. BImSchV) betrieben werden.
Auch zwei Anlagen, in denen mit explosionsgefährlichen oder explosionsfähigen Stoffen im Sinne des Sprengstoffgesetzes umgegangen wird (Nr. 10.1 des Anhangs 1 der 4. BImSchV) und ein Betriebsbereich in der Solarindustrie, in dem keine genehmigungsbedürftigen Anlagen im Sinne des BImSchG betrieben werden, der aber trotzdem aufgrund der gehandhabten Stoffe der Störfall-VO unterliegt, wurden sicherheitstechnischen Prüfungen unterzogen.

Bei 16 dieser Prüfungen wurden keine bedeutsamen Mängel im Sinne des KAS 4 festgestellt. Bei den übrigen 19 Prüfungen wurden insgesamt 58 bedeutsame Mängel festgestellt. Das ist ein deutlicher Anstieg im Vergleich zum Vorjahr, wo in 13 Prüfungen 13 bedeutsame Mängel festgestellt wurden.

Wie schon in den Vorjahren wurden die meisten Mängel (im Jahr 2015 insgesamt 25) im organisatorischen Bereich (Mängelcode Nr. 10 gemäß KAS 4) gefunden.
Ein weiterer Mängelschwerpunkt (11 festgestellte Mängel) sind fehlende Nachweise über durchgeführte Prüfungen, z. B. von Funktionsprüfungen, von Herstellerprüfungen und von wiederkehrenden Prüfungen.

Auch die Einstufung von Einrichtungen der Prozessleittechnik war insgesamt sechsmal mangelhaft.

Die übrigen Mängel sind auf verschiedene Codenummern im Sinne des Leitfadens verteilt.

Grundlegende Forderungen für die Verbesserung der Anlagensicherheit (Störfallvorsorge und Störfallabwehr) wurden durch die Sachverständigen nicht formuliert.

Im Hinblick auf die Häufigkeit der festgestellten Mängel ist zu berücksichtigen, dass die Sachverständigen auch Inspektionen im Sinne des § 16 der 12. BImSchV durchführen und diese auch in den Erfahrungsberichten dargestellt werden. Wie unter Nr. 3.1 dieses Berichts dargestellt, sind die Prüfungen der Sicherheitsmanagementsysteme und der Betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrpläne, also der Betriebsorganisation, Schwerpunktthemen dieser Inspektionen.

3.3 Schadensereignisse

Im Jahr 2015 wurden den Umweltbehörden in Sachsen-Anhalt zwei Ereignisse im Sinne des § 19 Abs. 2 der Störfall-VO gemeldet.
Bei dem ersten Ereignis kam es durch Korrosion in einer Rohrleitung in einer Chemieanlage zu einer Stofffreisetzung in die Luft. Es sind Sachschäden in Höhe von ca. 500.000 € entstanden.
Das Ereignis ist nach Anhang VI Teil 1 Nr. II eingestuft worden, das heißt es handelt sich um eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs, die aus technischer Sicht im Hinblick auf die Verhinderung von Störfällen und die Begrenzung ihrer Folgen besonders bedeutsam ist, aber die den mengenbezogenen Kriterien unter Anhang VI Teil 1 Nr. I nicht entspricht.

Das zweite Ereignis ist ein Brand in einer Chemieanlage, der aufgrund des entstandenen Sachschadens vorläufig nach Anhang VI Teil 1 Nr. I 4a eingestuft wurde. Der abschließende Untersuchungsbericht liegt noch nicht vor.

4 Zusammenfassung

Nach Auswertung der im Jahr 2015 durchgeführten Messungen zur Luftschadstoffbelastung lässt sich die positive Entwicklung der vergangenen Jahre erneut bestätigen: Die Luftqualität in Sachsen-Anhalt wird immer besser.
An verkehrsreichen Straßen in Städten ist die Situation allerdings nach wie vor nicht zufriedenstellend. Die Atemluft wird an diesen exponierten Stellen durch zu viel Stickstoffdioxid und Feinstaub (Partikel PM_{10}) belastet. Empfindliche Ökosysteme sind durch zu hohe Säure- und Stickstoffeinträge potenziell gefährdet. Vor diesem Hintergrund sind weitere Initiativen zur Luftreinhaltung notwendig.

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

Ursache der Luftschadstoffbelastungen sind Emissionen aus den unterschiedlichsten Quellen. Insbesondere der motorisierte Straßenverkehr und Verbrennungsprozesse in Energie- und Industrieanlagen sowie in Haushalten sind hier zu nennen. Zur Feinstaubbelastung tragen zudem Emissionen der Landwirtschaft bei. Das Ausmaß der Schadstoffbelastung hängt auch von den meteorologischen Bedingungen ab. Winterliche, kalte Hochdruckwetterlagen gehen mit erhöhten Emissionen durch verstärktes Heizen einher. 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.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden für die Belastung der Luft durch Partikel PM_{10}, Partikel $PM_{2,5}$, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid, Blei, Benzol und Kohlenmonoxid rechtsverbindliche Immissionsgrenzwerte festgelegt. Abgesehen von einem angestrebten Zielwert gelten für bodennahes Ozon abgestufte Belastungsschwellen, die eine Warnmeldung (Informationsschwelle) bzw. unverzügliche Maßnahmen (Alarmschwelle) erfordern.
Für die in den zurückliegenden Jahren in erhöhten Konzentrationen auftretenden Luftschadstoffe Partikel PM_{10}, Stickstoffdioxid und Ozon wurde im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr Folgendes festgestellt:

- Hinsichtlich der Belastung durch **Partikel PM_{10}** (Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 10 µm, auch als **Feinstaub** bezeichnet) war für das Vergleichsjahr 2014 sowohl ein Anstieg des Jahresmittelwertes als auch eine Zunahme der Häufigkeit der Überschreitungen des Tagesmittelwertes (35 Überschreitungen pro Jahr sind erlaubt) zu verzeichnen. An der Messstation Halle/Paracelsusstraße konnte mit 41 registrierten Überschreitungen die zulässige Anzahl nicht eingehalten werden. Demgegenüber ist die Anzahl der Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes im Berichtsjahr 2015 auf den bislang niedrigsten Wert gefallen. Dieser bemerkenswerte Rückgang schlägt sich auch in den Jahresmittelwerten nieder. Bezogen auf den Durchschnitt aller Messstationen wurde der Bestwert aus dem Jahr 2012 wieder erreicht und an einzelnen Standorten sogar noch unterboten. Für das Jahr 2015 kann somit landesweit die sichere Einhaltung des gesetzlichen Grenzwertes für Partikel PM_{10} konstatiert werden.

- Der Überwachung der **Partikel $PM_{2,5}$**-Konzentrationen kommt aufgrund der hohen Gesundheitsrelevanz zukünftig größere Bedeutung zu. Der seit 01.01.2015 geltende EU-Grenzwert von 25 µg/m³ wurde an allen Standorten in Sachsen-Anhalt eingehalten. Der verschärfte, ab dem Jahr 2020 gültige EU-Grenzwert von 20 µg/m³ wäre im

Berichtsjahr ebenfalls landesweit eingehalten worden, wenn auch in Halle/Paracelsusstraße mit 19 µg/m³ relativ knapp.

- Beim **Stickstoffdioxid** setzt sich der seit sechs Jahren anhaltende, im Landesdurchschnitt leicht rückläufige Trend des Belastungsniveaus fort. Nachdem der EU-Grenzwert im Jahr 2014 erstmals landesweit eingehalten worden war, konnte dies auch für das Jahr 2015 bestätigt werden. Einen gesondert zu betrachtenden Fall stellt allerdings der Ballungsraum Halle dar. Dort war, bedingt durch die seitens der EU-Kommission gewährte Fristverlängerung zur Einhaltung des NO_2-Jahresmittelwertes (60 µg/m³ zugelassen), eine Grenzwerteinhaltung im Jahr 2014 formal gegeben. Nach Auslaufen dieser Regelung zum 31.12.2014 war für das Jahr 2015 der strenge EU-Grenzwert von 40 µg/m³ zur Beurteilung heranzuziehen. In Anbetracht von gemessenen Jahresmittelwerten von 49 µg/m³ in Halle/Paracelsusstraße bzw. 46 µg/m³ in Halle/Merseburger Straße 10 ist das eine Grenzwertüberschreitung an den am höchsten belasteten Punkten in Sachsen-Anhalt.

- Auf Grund des überdurchschnittlich warmen und sonnigen Sommers im Jahr 2015 und der unter diesen Bedingungen verstärkten Bildung von bodennahem **Ozon** traten im Juli und August erstmals seit dem Jahr 2006 wieder ausgeprägte Episoden mit hohen Ozonbelastungsspitzen auf. Die Anzahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle für die Bevölkerung zur Warnung vor Belastungsspitzen belief sich auf acht Tage, wohingegen im Vorjahr lediglich an einem Tag eine Warnmeldung verkündet werden musste. Die höchste Ozonkonzentration des Jahres 2015 wurde auf dem Brocken mit 221 µg/m³ gemessen, sodass die Alarmschwelle von 240 µg/m³ durchgängig unterschritten wurde.

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 zulässi-

gen Tagesmittelwertes für Partikel PM_{10} von 50 µg/m³ verbunden. In den bis zum Jahr 2011 belastungskritischen Städten Sachsen-Anhalts führte dies lediglich an der Messstation Halle/Paracelsusstraße zu 41 Überschreitungen bei zulässigen 35 und damit zur Grenzwertverletzung. Eine Ursache für den Anstieg der Belastung 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).
Ganz anders stellte sich die Situation im Jahr 2015 dar: Die Luftaustauschbedingungen waren insgesamt besser, die Feinstaubbelastung ging spürbar zurück und es traten nur 13 Episodentage auf, was sich letztlich in einer deutlich verminderten Zahl von Überschreitungstagen für den Tagesmittelwert von 50 µg/m³ dokumentierte, wie die folgende beispielhafte Aufstellung zeigt:

- Halle/Paracelsusstraße mit 30 Überschreitungen (Vergleich Jahr 2014: 41),
- Halberstadt mit 19 Überschreitungen (27),
- Aschersleben mit 17 Überschreitungen (33),
- Wittenberg/Dessauer Str. mit 16 Überschreitungen (27),
- Magdeburg/Schleinufer mit 12 Überschreitungen (28),
- Halle/Merseburger Str. mit 12 Überschreitungen (23).

Festzuhalten bleibt auch, dass der von der WHO empfohlene, allerdings nicht rechtsverbindliche Partikel PM_{10}-Leitwert von 20 µg/m³ als Jahresmittel, der nur halb so hoch ist wie der aktuelle EU-Grenzwert, nur noch an 6 von 22 Messstationen Sachsen-Anhalts überschritten ist (Vorjahr noch 18 von 23 Messstationen).

Mit Blick auf die gesundheitlichen Wirkungen ist festzustellen, dass die Bedeutung der kleineren **Partikel $PM_{2,5}$** (Durchmesser kleiner 2,5 µm) deutlich größer ist als die der Partikel PM_{10} und dies in der Vergangenheit auch häufig unterschätzt wurde. Partikel $PM_{2,5}$ ist Bestandteil von Partikel PM_{10} mit einem variierenden Anteil zwischen ca. 60 % und 80 %. Insofern kommt der Überwachung der Partikel $PM_{2,5}$-Konzentrationen zukünftig eine hohe Aufmerksamkeit zu. Seitens der WHO wurde dem bereits Rechnung getragen und es existiert ein entsprechender Leitwert für Partikel $PM_{2,5}$ von 10 µg/m³, der deutlich niedriger liegt als der aktuell geltende EU-Grenzwert von 25 µg/m³.
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 µg/m³ 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.

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 stabilisiert sich ein kontinuierlich rückläufiger Trend.
Dies führte dazu, dass der seit 01.01.2010 geltende EU-Grenzwert zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung von 40 µg/m³ als Jahresmittelwert im Jahr 2014 erstmals auch in Magdeburg/Damaschkeplatz (40 µg/m³) und an den Passivsammler-Messpunkten Halle/Volkmannstraße (38 µg/m³), Halberstadt (40 µg/m³) und Bernburg (38 µg/m³) eingehalten wurde.
In Halle/Paracelsusstraße (49 µg/m³) und am Passivsammler-Messpunkt Halle/Merseburger Straße 10 (47 µg/m³) 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 µg/m^3 zugrunde gelegt, der folglich im Jahr 2014 eingehalten wurde. Mit Hinblick auf die Einhaltung des ab dem Jahr 2015 auch für den Ballungsraum Halle geltenden EU-Grenzwertes für Stickstoffdioxid von 40 µg/m³ als Jahresmittel ist die Belastung an innerstädtischen Verkehrsschwerpunkten dort nach wie vor zu hoch. Während für Halle/Paracelsusstraße und Halle/Merseburger Straße 10 mit 49 bzw. 46 µg/m³ die Überschreitung des Grenzwertes im Berichtsjahr festgestellt wurde, ist für alle anderen Standorte im Land Sachsen-Anhalt dessen Einhaltung gesichert.

Die für die Bildung von bodennahem **Ozon** maßgebenden Bedingungen wie hohe Temperaturen und Strahlungsintensität waren im Sommer des Jahres 2015 überdurchschnittlich und damit stärker als im Jahr 2014 ausgeprägt, was sich in einer höheren Ozonbelastung im Sommer des Jahres 2015 insbesondere Belastungsspitzen betreffend dokumentierte. Insofern wurde der seit den 1990er Jahren bestehende Trend zurückgehender Spitzenbelastungen unterbrochen, was aber im Bereich der meteorologischen Schwankungsbreite plausibel ist.
So war es auch nicht verwunderlich, dass im Juli und im August ausgeprägte Episoden mit hohen Ozonspitzenbelastungen auftraten. Dabei wurden Konzentrationswerte erreicht, die in dieser Größenordnung letztmalig im Jahr 2003 registriert worden waren.
An 8 Tagen (Vorjahr: 1 Tag) und 14 von 15 Messstationen im Land wurde der maßgebende Schwellenwert in Höhe von 180 mg/m^3, der eine Information der Bevölkerung erfordert, überschritten. Obwohl an 8 Stationen Stundenmittelwerte über 200 µg/m³ auftraten, kam es nicht zur Überschreitung der Alarmschwelle (240 µg/m^3) in Sachsen Anhalt. Der höchste Wert im Jahr 2015 wurde auf dem Brocken mit 221 µg/m³ gemessen.
Der EU-Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt 120 µg/m³ und ist seit dem Jahre 2013 gültig (höchster Achtstundenmittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über drei Jahre). 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 µg/m³ als stündlich gleitender Achtstundenmittelwert darf nicht überschritten werden - im Jahr 2015 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.

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

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

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, so dass inzwischen landesweit Benzolkonzentrationen auf sehr niedrigem Niveau zu verzeichnen sind, die lediglich noch 8 % verglichen mit dem Niveau des Jahres 1991 betragen. Überschreitungen des am 01.01.2010 in Kraft getretenen Grenzwertes für Benzol traten im Jahr 2015 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 2015 sehr deutlich unterschritten.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe treten vorrangig partikelgebunden auf. Bei der PAK-Stoffgruppe handelt es 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, sind dabei auch an das Vorkommen von Partikeln wie Staub, Ruß und Pollen gebunden. Als Leitkomponente der PAK gilt **Benzo(a)pyren**, für das ein EU-Zielwert von 1 ng/m³ festgelegt ist, der ab 01.01.2013 nicht mehr überschritten werden sollte. 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 2015 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 2015 in Halle zu 26 % und in Burg zu 20 % erreicht; somit ist bezüglich der Messstation Burg im Vergleich zum Jahr 2014 ein geringfügiger Rückgang zu verzeichnen. In Wittenberg wurde der Zielwert zu 47 % ausgeschöpft, was bezogen auf das Jahr 2014 einen geringfügigen Anstieg darstellt. Auch für die Station Halle/Merseburger Straße ist ein geringfügiger Anstieg auszuweisen.

Die Belastung durch **Staubniederschlag** im Landesdurchschnitt hat sich seit dem Jahr 1990 ständig verringert. Sie lag im Jahre 2015 in der Größenordnung der Vorjahre und erreicht im Landesdurchschnitt ca. ein Fünftel des Immissionswertes für Staubniederschlag zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen (TA Luft) von 0,35 g/m²d. Der höchste Staubniederschlagswert (0,18 g/(m²d)) wurde am LÜSA-Messstandort in Schkopau/ Ludwig-Uhland-Straße festgestellt.

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 Staubniederschlages mit den zulässigen Frachten für Schadstoff-Depositionen der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), so sind wie in den Vorjahren lediglich Überschreitungen für Kupfer an drei traditionell belasteten Messstellen in Hettstedt zu verzeichnen. Weiterhin sind erhöhte Gehalte an Chrom, Zink und Kupfer im Staubniederschlag, resultierend aus Emissionen des Fahrzeugverkehrs, insbesondere an Verkehrsstandorten festzustellen. Die zulässigen Frachten für Schadstoffdepositionen der BBodSchV werden für diese Stoffe jedoch nicht überschritten.

Die LAI-Zielwerte für die **Deposition von PCDD/F und dl-PCB** (4 pg WHO-TEQ/(m²d) und für **Benzo(a)pyren** von 0,5 µg/(m²d) wurden an allen Messstandorten im Jahr 2015 unterschritten.

Die Situation der in Sachsen-Anhalt am **Emissionshandel** beteiligten Anlagen stellt sich für das Jahr 2015 wie folgt dar:
In Sachsen-Anhalt waren im Jahr 2015 insgesamt 97 Anlagen am Emissionshandel beteiligt. Neben Anlagen zur Energieumwandlung mit einer Feuerungswärmeleistung ab 20 MW unterliegen energieintensive industrielle Tätigkeiten, wie beispielsweise die Raffination von Erdöl, das Erschmelzen von Roheisen oder Stahl, die Herstellung von Zement, Kalk, Glas, Mineralfasern, keramischen Erzeugnissen, Zellstoff, Papier oder bestimmte Prozesse in der

chemischen Industrie (z. B. Herstellung von Wasserstoff, Salpetersäure, Soda, organische Grundchemikalien) der Verpflichtung zur Teilnahme am europäischen Emissionshandel.

Ausgehend von 21,5 Mio. t CO_2-Äq im ersten Jahr (2013) der dritten Handelsperiode hat sich seitdem der Ausstoß an Treibhausgasen der emissionshandelspflichtigen Anlagen in Sachsen-Anhalt kontinuierlich auf 19,9 Mio. t CO_2-Äq im Jahr 2015 verringert.
Mit einem Ausstoß von 19,9 Mio. t CO_2-Äq im Jahr 2015 liegt das Emissionsniveau der Anlagen in Sachsen-Anhalt etwas über dem Ausgangswert zu Beginn des Emissionshandels im Jahr 2005. Hierin schlägt sich allerdings die Ausdehnung des Anwendungsbereiches der emissionshandelspflichtigen Anlagen mit Aufnahme der dritten Handelsperiode im Jahr 2013 nieder.

Beim Umgang mit gefährlichen Stoffen besteht immer die Gefahr, dass durch Unfälle infolge von menschlichem oder technischem Versagen Personen und die Umwelt gefährdet oder geschädigt werden. Um Unfälle oder Schadensereignisse und deren mögliche Auswirkungen weitgehend zu verhindern, ist es notwendig technische, organisatorische und managementspezifische Maßnahmen zur **Anlagensicherheit** zu ergreifen. Der rechtliche Rahmen für die Verhütung schwerer Unfälle und anderer Schadensereignisse wird maßgeblich durch die 12. Verordnung zur Durchführung des BImSchG (Störfall-VO) gegeben.
Im Jahr 2015 wurden den Umweltbehörden aus den insgesamt 215 Betriebsbereichen, die in den Geltungsbereich der Störfall-VO fallen, zwei meldepflichtige Schadensereignisse im Sinne der Störfall-VO mitgeteilt.

Weiterhin gilt es durch die verschiedenen Maßnahmen der Anlagensicherheit, wie zum Beispiel dem Inspektionssystem im Sinne des § 16 der Störfall-VO, sicherheitstechnische Schwachstellen zu ermitteln und zu beseitigen.
So wurden im Jahr 2015 insgesamt 42 Inspektionen durchgeführt.
Ziel ist es, die Zahl der meldepflichtigen Ereignisse auch künftig gering zu halten bzw. derartige Ereignisse ganz zu vermeiden.

5 Anhang Tabellen

Tabelle A 1: Anzahl der in Betrieb befindlichen IED-Anlagen geordnet nach den Tätigkeitskategorien im Anhang I der Richtlinie 2010/75/EU (Stand vom Juni 2016)

IED-Nr.	Tätigkeitskategorie	Anzahl
1	**Energiewirtschaft (gesamt)**	**64**
1.1	Verbrennungsanlagen >= 50 MW	45
1.2	Mineralöl- und Gasraffinerien	19
2	**Herstellung und Verarbeitung von Metallen (gesamt)**	**66**
2.2	Herstellung von Roheisen oder Stahl	3
2.3 a)	Warmwalzen von Eisenmetallen	1
2.3 b)	Schmieden mit Hämmern von Eisenmetallen	2
2.3 c)	Aufbringen v. schmelzfl. metall. Schutzschichten bei Eisenmetallen	6
2.4	Eisenmetallgießereien	13
2.5 b)	Schmelzen von Nichteisenmetallen einschließlich Legierung	29
2.6	Oberflächenbehandlung d. elektrolytische od. chem. Verfahren	12
3	**Mineralverarbeitende Industrie (gesamt)**	**28**
3.1 a)	Herstellung von Zementklinkern	6
3.1 b)	Herstellung von Kalk	8
3.3	Herstellung von Glas und Glasfasern	6
3.4	Schmelzen mineral. Stoffe und Herstellung v. Mineralfasern	3
3.5	Brennen von keramischen Erzeugnissen	5
4	**Chemische Industrie (gesamt)**	**274**
4.1 a)	Herstellung einfacher Kohlenwasserstoffe	3
4.1 b)	Herstellung sauerstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	59
4.1 c)	Herstellung schwefelhaltiger Kohlenwasserstoffe	1
4.1 d)	Herstellung stickstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	22
4.1 e)	Herstellung phosphorhaltiger Kohlenwasserstoffe	2
4.1 f)	Herstellung halogenhaltiger Kohlenwasserstoffe	8
4.1 g)	Herstellung von metallorganischen Verbindungen	2
4.1 h)	Herstellung von Basiskunststoffen	52
4.1 i)	Herstellung von Kautschuken	10
4.1 j)	Herstellung von Farbstoffen und Pigmenten	2
4.1 k)	Herstellung von Tensiden	7
4.2 a)	Herstellung von Gasen	20
4.2 b)	Herstellung von Säuren	12
4.2 c)	Herstellung von Basen	3
4.2 d)	Herstellung von Salzen	34
4.2 e)	Herstellung von Nichtmetallen und Metalloxiden	11
4.3	Herstellung von Düngemitteln	8
4.4	Herstellung von Pflanzenschutzmittel und Bioziden	12
4.5	Herstellung von Grundarzneimitteln	5
4.6	Herstellung von Explosivstoffen	1
5	**Abfallbehandlung (gesamt)**	**196**
5.1 a)	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen durch biologische Behandlung > 10 t/d	9
5.1 b)	Bes./Verw. von gefährlichen Abfällen durch physikalisch-chemische Behandlung > 10 t/d	12
5.1 c)	Bes./Verw. von gef. Abfällen durch Vermeng. o. Vermisch. vor anderen Tät. aus 5.1 und 5.2 > 10 t/d	12
5.1 d)	Bes./Verw. von gef. Abfällen durch Rekonditionierung vor der Durchführung > 10 t/d	4
5.1 e)	Bes./Verw. von gef. Abfällen durch Rückgewinnung/Regenerierung von Lösungsmitteln > 10 t/d	1
5.1 f)	Bes./Verw. von gef. Abfällen durch Verwertung/Rückgew. von nichtmetall. anorg. Stoffen > 10 t/d	4
5.1 g)	Bes./Verw. von gefährlichen Abfällen durch Regenerierung von Säuren oder Basen > 10 t/d	2
5.1 i)	Bes./Verw. von gefährlichen Abfällen durch Wiedergewinnung von Katalysatorenbestandteilen > 10 t/d	1
5.1 j)	Bes./Verw. von gef. Abfällen durch Wiederaufber. von Öl o. a. Wiederverwendungsmögl. von Öl > 10 t/d	1
5.1 k)	Bes./Verw. von gefährlichen Abfällen durch Oberflächenaufbringung > 10 t/d	1
5.2 a)	Abfall(-mit)verbrennung nicht gefährliche Abfälle > 3t/h	6

IED-Nr.	Tätigkeitskategorie	Anzahl
5.2 b)	Abfall(-mit)verbrennung gefährliche Abfälle > 10t/d	8
5.3 a) i)	Beseitigung ungefährlicher Abfälle durch biologische Behandlung > 50 t/d	2
5.3 a) ii)	Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle durch physikalisch-chemische Behandlung > 50 t/d	1
5.3 a) iii)	Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle mit einer Kapazität von über 50 t pro Tag durch Abfallvorbehandlung für die Verbrennung oder Mitverbrennung	1
5.3 a) v)	bes. nichtgef. Abfälle durch Behandlung von metallischen Abfällen in Schredderanlagen > 50 t/d	1
5.3 b) i)	Verw.(mit Bes.) von nichtgefährlichen Abfällen durch biologische Behandlung > 75 t/d	33
5.3 b) ii)	Verw.(mit Bes.) von nichtgef. Abf. durch Vorbehandlung für die Verbr. oder Mitverbrennung > 75 t/d	11
5.3 b) iii)	Verw.(mit Bes.) von nichtgef. Abf. durch Behandlung von Schlacken und Asche > 75 t/d	9
5.4	Deponien	8
5.5	Zeitweilige Lagerung von gefährlichen Abfällen mit einer Gesamtkapazität von über 50 t	69
6	**Sonstige Tätigkeiten (gesamt)**	**279**
6.1 a)	Herstellung von Zellstoff	1
6.1 b)	Herstellung von Papier und Pappe	3
6.1 c)	Herstellung von Spanplatten oder Holzfasermatten	1
6.4 a)	Schlachthöfe	4
6.4 b) ii)	Herstellung v. Nahrungsmitteln aus pflanzlichen Rohstoffen	15
6.4 b) iii)	Herstellung v. Nahrungsmitteln aus tierischen und pflanzlichen Rohstoffen	4
6.4 c)	Behandlung und Verarbeitung von Milch	8
6.5	Beseitigung oder Verwertung von Tierkörpern	1
6.6 a)	Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel	112
6.6 b)	Intensivhaltung oder -aufzucht von Mastschweinen	79
6.6 c)	Intensivhaltung oder -aufzucht von Sauen	43
6.7	Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln	8
	Summe	**907**

Tabelle A 2: Aufstellung der in PRTR-Berichten des Jahres 2014 erfassten Tätigkeiten

nrprtr *	Tätigkeit	Anzahl HT **	Anzahl NT ***	Anzahl ÜS****
1.a	Mineralöl- und Gasraffinerien	3		3
1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	22	11	14
1.e	Mahlen von Kohle > 1 t/h	1	1	1
1.f	Herstellung von Kohleprodukten und festen, rauchfreien Brennstoffen		1	
2.c.i	Warmwalzen von Eisenmetallen > 20 t/h	1		1
2.c.iii	Aufbringen v. schmelzfl. metall. Schutzschichten bei Eisenmetallen > 2t/h	5		5
2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	7		4
2.e.ii	Schmelzen von Nichteisenmetallen einschließlich Legierungen > 20 t/d oder > 4 t/d Pb und Cd	8		6
2.f	Oberflächenbehandlung durch elektrolytische oder chemischen Verfahren > 30 m³	12		7
3.a	Untertage-Bergbau und damit verbundene Tätigkeiten	5	1	5
3.b	Tagebau und Steinbruch > 25 ha Oberfläche	2		1
3.c	Herstellung v. Zementklinker > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herstellung v. Kalk > 50 t/d	1	1	1
3.c.iii	Herstellung von Zementklinkern oder von Kalk > 50 t/d	3	4	3
3.e	Herstellung von Glas und Glasfasern > 20 t/d	6		6
3.f	Schmelzen mineralischer Stoffe und Herstellung v. Mineralfasern > 20 t/d	2		1
3.g	Herstellung keramischer Erzeugnisse > 75 t/d oder Ofenkapazität > 4 m³ und Besatzdichte > 300 kg/m³	5		1
4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien	16		15
4.a.i	Herstellung einfacher Kohlenwasserstoffe	3		1
4.a.ii	Herstellung sauerstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	9	3	5
4.a.iv	Herstellung stickstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	5		5
4.a.ix	Herstellung von synthetischen Kautschuken	2		2
4.a.v	Herstellung phosphorhaltiger Kohlenwasserstoffe	1		1
4.a.vi	Herstellung halogenhaltiger Kohlenwasserstoffe	1	1	1
4.a.viii	Herstellung von Basiskunststoffen	14		13
4.a.x	Herstellung von Farbstoffen und Pigmenten	2		1
4.a.xi	Herstellung von Tensiden	1		1
4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien	8	2	5
4.b.i	Herstellung von Gasen	3	3	3
4.b.ii	Herstellung von Säuren		3	
4.b.iii	Herstellung von Basen		1	
4.b.iv	Herstellung von Salzen	10	2	6
4.b.v	Herstellung von Nichtmetallen und Metalloxiden	2	1	2
4.c	Herstellung von Düngemitteln	2	2	1
4.d	Herstellung von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden	2		2
4.e	Herstellung von Grundarzneimitteln	4		2
4.f	Herstellung von Explosivstoffen und Feuerwerksmaterial	1		1
5.a	Beseitigung oder Verwertung von gefährlichen Abfällen > 10 t/d	67	9	61
5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	8	2	8
5.c	Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle > 50 t/d	13	5	9
5.d	Deponien > 10 t/d Aufnahmekapazität oder > 25.000 t Gesamtkapazität	6	1	6
5.e	Beseitigung oder Verwertung von Tierkörpern > 10 t/d	1		1
5.f	Kommunale Abwasserbehandlungsanlagen > 100.000 Einwohnergleichwerten	6		6
5.g	Eigenständig betriebene Industrieabwasserbehandlungsanlagen > 10.000 m³/d	1		1
6.a	Herstellung von Zellstoff aus Holz oder anderen Faserstoffen	1		1
6.b	Herstellung von Papier und Pappe und sonstigen primären Holzprodukten > 20 t/d	3		3
6.c	Industrieanlagen für den Schutz von Holz und Holzprodukten	1		1

nrprtr *	Tätigkeit	Anzahl HT **	Anzahl NT ***	Anzahl ÜS****
	mit Chemikalien > 50 t/d			
7.a	Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen	4	1	
7.a.i	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 40.000 Geflügel	90		28
7.a.ii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 2.000 Mastschweinen	66	4	44
7.a.iii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 750 Sauen	47	2	20
8.a	Schlachthöfe > 50 t/d	4		3
8.b	Herstell.v. Nahrungsmitteln/Getränkeprod. aus tierischen Rohst. > 75 t/d od. aus pflanzl. Rohst. > 300 t/d	1		1
8b.i	Herstellung v. Nahrungsmitteln/Getränkeprod. aus tierischen Rohst.> 75 t/d	1		
8.b.ii	Herstellung v. Nahrungsmitteln/Getränkeprodukten aus pflanzlichen Rohstoffen > 300 t/d	12		6
8.c	Behandlung und Verarbeitung von Milch > 200 t/d	5		4
9.c	Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln > 150 kg/h oder > 200 t/a	7		6
	Summen	**513**	**61**	**335**

nrprtr* Nummer der Tätigkeit der Betriebsstätte

HT** Betriebseinrichtung mit Haupttätigkeit, nach der PRTR-Verordnung ist keine Feingliederung der Tätigkeiten, z. B in Nr. 4a, 4b oder 7a, erforderlich

NT*** Betriebseinrichtung mit Nebentätigkeit

ÜS**** Betriebseinrichtung mit Haupttätigkeit und Überschreitungen von Schwellenwerten für Schadstoffmengen oder Abfallmengen

Tabelle A 3: Luftschadstoffe nach Haupttätigkeiten; PRTR-Berichte des Jahres 2014 inclusive der berichteten Freisetzungen ohne Schwelllenwert-Überschreitung

		Emissionen Luft, nach Stoff, Haupttätigkeit	
Stoff	nrprtr	Tätigkeit	kg
Ammoniak (NH_3)			**4.107.952**
	7.a.ii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 2.000 Mastschweinen	1.332.039
	7.a.i	Intensivhaltung oder –aufzucht von > 40.000 Geflügel	1.269.275
	7.a.iii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 750 Sauen	776.725
	4.c	Herstellung von Düngemitteln	304.815
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	237.654
	3.e	Herstellung von Glas und Glasfasern > 20 t/d	116.111
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od.> 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	42.477
	7.a	Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen	15.521
	4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien	12.960
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	251
	4.d	Herstellung von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden	125
Arsen und Verbindungen (als As)			**179**
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	174
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	4,2
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	0,3
	2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	0,2
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	0,1
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	0,00006
Benzol			**5.713**
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od.> 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	4.526
	2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	1.187
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	0,03
Blei und Verbindungen (als Pb)			**152**
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	142
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	8
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	3
Cadmium und Verbindungen (als Cd)			**21**
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	12
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	7
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	1
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	1
Chlor und anorganische Chlor-Verbindungen (als HCl)			**102.931**
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	55.314
	5.c	Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle > 50 t/d	21.205
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	19.359
	3.f	Schmelzen mineralischer Stoffe und Herstellung v. Mineralfasern > 20 t/d	2.624
	4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien	2.138
	2.f	Oberflächenbehandlung d. elektrolytische od. chem. Verfahren > 30 m³	1.156
	4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien	440
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	233
	2.c.iii	Aufbringen v. schmelzfl. metall. Schutzschichten bei Eisenmetallen > 2t/h	220
	2.e.ii	Schmelzen von Nichteisenmetallen einschließlich Legierungen > 20 t/d oder > 4 t/d Pb und Cd	199
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	38
	4.a.ii	Herstellung sauerstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	7
Chrom und Verbindungen (als Cr)			**208**
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	185
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	15
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	4

		Emissionen Luft, nach Stoff, Haupttätigkeit	
Stoff	nrprtr	Tätigkeit	kg
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	1
	2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	1
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	0,4
Cyanwasserstoff (HCN)			**0,02**
	4.e	Herstellung von Grundarzneimitteln	0,02
Distickstoffoxid (N_2O)			**687.731**
	4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien	160.160
	7.a.i	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 40.000 Geflügel	138.807
	1.a	Mineralöl- und Gasraffinerien	130.139
	4.c	Herstellung von Düngemitteln	98.398
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	48.675
	5.f	Kommunale Abwasserbehandlungsanlagen > 100.000 Einwohnergleichwerten	46.600
	7.a.ii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 2.000 Mastschweinen	43.668
	7.a.iii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 750 Sauen	20.890
	7.a	Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen	395
Ethylenoxid			**5**
	4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien	5
	4.e	Herstellung von Grundarzneimitteln	0,1
Partikel PM_{10}			**1.937.323**
	6.c	Industrieanlagen für den Schutz von Holz und Holzprodukten mit Chemikalien > 50 m³/d	1.022.268
	7.a.i	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 40.000 Geflügel	308.792
	6.a	Herstellung von Zellstoff aus Holz oder anderen Faserstoffen	203.034
	7.a.ii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 2.000 Mastschweinen	120.495
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	85.816
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	57.896
	2.f	Oberflächenbehandlung d. elektrolytische od. chem. Verfahren > 30 m³	49.000
	7.a.iii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 750 Sauen	39.929
	4.a.ii	Herstellung sauerstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	9.606
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	9.550
	4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien	7.572
	2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	6.894
	3.f	Schmelzen mineralischer Stoffe und Herstellung v. Mineralfasern > 20 t/d	5.286
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	3.763
	8.b.ii	Herstellung v. Nahrungsmitteln/Getränkeprodukten aus pflanzlichen Rohstoffen > 300 t/d	3.420
	7.a	Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen	2.010
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	1.466
	9.c	Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln > 150 kg/h oder > 200 t/a	246
	2.e.ii	Schmelzen von Nichteisenmetallen einschließlich Legierungen > 20 t/d oder > 4 t/d Pb und Cd	222
	4.d	Herstellung von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden	41
	2.c.iii	Aufbringen v. schmelzfl. metall. Schutzschichten bei Eisenmetallen > 2t/h	16
	5.c	Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle > 50 t/d	1
flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC)			**644.205**
	4.a.ii	Herstellung sauerstoffhaltiger KW	341.394
	1.a	Mineralöl- und Gasraffinerien	247.720
	4.d	Herstellung von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden	30.386
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	11.622
	6.c	Industrieanlagen für den Schutz von Holz und Holzprodukten mit Chemikalien > 50 m³/d	7.946
	4.a.viii	Herstellung von Basiskunststoffen	3.100
	4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien	1.950
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	54
	4.e	Herstellung von Grundarzneimitteln	34

		Emissionen Luft, nach Stoff, Haupttätigkeit	
Stoff	nrprtr	Tätigkeit	kg
Fluor und anorganische Fluor-Verbindungen (als HF)			**12.952**
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	9.356
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	2.354
	3.f	Schmelzen mineralischer Stoffe und Herstellung v. Mineralfasern > 20 t/d	946
	4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien	123
	2.f	Oberflächenbehandlung d. elektrolytische od. chem. Verfahren > 30 m³	105
	2.e.ii	Schmelzen von Nichteisenmetallen einschließlich Legierungen > 20 t/d oder > 4 t/d Pb und Cd	51
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	17
Kohlendioxid (CO_2)			**21.081.501.503**
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	8.753.050.836
	4.c	Herstellung von Düngemitteln	2.433.235.000
	1.a	Mineralöl- und Gasraffinerien	2.369.799.657
	6.a	Herstellung von Zellstoff aus Holz oder anderen Faserstoffen	1.970.793.355
	3.c.iii	Herstellung von Zementklinkern oder von Kalk > 50 t/d	923.712.648
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	672.763.000
	4.b.i	Herstellung von Gasen	663.680.000
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	443.596.311
	4.a.ii	Herstellung sauerstoffhaltiger KW	406.886.990
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	397.789.537
	3.e	Herstellung von Glas und Glasfasern > 20 t/d	376.347.000
	5.c	Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle > 50 t/d	310.000.000
	8.b.ii	Herstellung v. Nahrungsmitteln/Getränkeprodukten aus pflanzlichen Rohstoffen > 300 t/d	273.963.522
	3.a	Untertage-Bergbau und damit verbundene Tätigkeiten	236.928.000
	4.a.viii	Herstellung von Basiskunststoffen	236.830.511
	4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien	174.424.000
	8.b	Herstell. v. Nahrungsmitteln/Getränkeprod. aus tierischen Rohst. > 75 t/d od. aus pflanzl. Rohst. > 300 t/d	141.542.000
	2.c.i	Warmwalzen von Eisenmetallen >20 t/h	104.617.491
	2.e.ii	Schmelzen von Nichteisenmetallen einschließlich Legierungen > 20 t/d oder > 4 t/d Pb und Cd	64.770.658
	3.f	Schmelzen mineralischer Stoffe und Herstellung v. Mineralfasern > 20 t/d	57.173.000
	3.g	Herstellung keramischer Erzeugnisse > 75 t/d oder Ofenkapazität > 4 m³ und Besatzdichte > 300 kg/m³	30.309.220
	8.a	Schlachthöfe > 50 t/d	20.316.501
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	12.935.666
	8.c	Behandlung und Verarbeitung von Milch > 200 t/d	4.000.000
	2.f	Oberflächenbehandlung d. elektrolytische od. chem. Verfahren > 30 m³	820.634
	2.d	Eisenmetallgießereien >20 t/d	450.526
	4.a.iv	Herstellung stickstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	425.470
	4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien	339.970
Kohlenmonoxid (CO)			**45.111.561**
	3.c.iii	Herstellung von Zementklinkern oder von Kalk > 50 t/d	26.544.230
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	7.602.800
	1.a	Mineralöl- und Gasraffinerien	3.642.235
	4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien	3.088.751
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk >50 t/d	1.385.038
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	1.368.524
	4.b.i	Herstellung von Gasen	755.884
	6.c	Industrieanlagen für den Schutz von Holz und Holzprodukten mit Chemikalien > 50 m³/d	650.898
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	53.027
	2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	11.876
	9.c	Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln > 150 kg/h oder > 200 t/a	3.579

		Emissionen Luft, nach Stoff, Haupttätigkeit	
Stoff	nrprtr	Tätigkeit	kg
	3.e	Herstellung von Glas und Glasfasern > 20 t/d	2.272
	4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grund-chemikalien	1.160
	4.a.viii	Herstellung von Basiskunststoffen	605
	4.d	Herstellung von Pflanzenschutzmittel und Bioziden	432
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	181
	4.a.i	Herstellung einfacher Kohlenwasserstoffe	65
	4.a.ii	Herstellung sauerstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	4
Kupfer und Verbindungen (als Cu)			**20**
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	12
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	4
	2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	2
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	2
Methan (CH_4)			**5.348.093**
	5.d	Deponien > 10 t/d Aufnahmekapazität oder > 25.000 t Gesamtkapazität	2.396.025
	7.a.ii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 2.000 Mastschweinen	1.331.548
	7.a.iii	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 750 Sauen	588.503
	7.a.i	Intensivhaltung oder -aufzucht von > 40.000 Geflügel	528.805
	3.a	Untertage-Bergbau und damit verbundene Tätigkeiten	152.850
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	135.398
	4.b.i	Herstellung von Gasen	108.974
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	93.725
	7.a	Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen	12.265
Nickel und Verbindungen (als Ni)			**855**
	2.f	Oberflächenbehandlung durch elektrolytische oder chemischen Verfahren >30 m³	599
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	126
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	64
	2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	54
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	10
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	3
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	0,1
PCDD + PCDF (Dioxine + Furane) (als Teq)			**0,000080**
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	0,000069
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	0,000008
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	0,000003
polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)			**0,12**
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	0,12
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	0,000000001
Quecksilber und Verbindungen (als Hg)			**546**
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	427
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	35
	4.a.ii	Herstellung sauerstoffhaltiger KW	32
	1.a	Mineralöl- und Gasraffinerien	29
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	16
	8.b.ii	Herstellung v. Nahrungsmitteln/Getränkeprodukten aus pflanzlichen Roh-stoffen > 300 t/d	7
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	0,04
Schwefeloxide (SO_x/SO_2)			**15.923.743**
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	10.318.122
	1.a	Mineralöl- und Gasraffinerien	3.080.821
	3.e	Herstellung von Glas und Glasfasern > 20 t/d	1.066.503
	4.a.iv	Herstellung stickstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	360.000
	4.a.ii	Herstellung sauerstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	316.739
	3.f	Schmelzen mineralischer Stoffe und Herstellung v. Mineralfasern > 20 t/d	308.867
	8.b	Herstell. v. Nahrungsmitteln/Getränkeprod. aus tierischen Rohst. > 75 t/d od. aus pflanzl. Rohst. > 300 t/d	249.403
	8.b.ii	Herstellung v. Nahrungsmitteln/Getränkeprodukten aus pflanzlichen Roh-stoffen > 300 t/d	135.366
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	43.787

		Emissionen Luft, nach Stoff, Haupttätigkeit	
Stoff	nrprtr	Tätigkeit	kg
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	21.889
	2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	8.280
	4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien	7.162
	4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien	5.402
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	734
	2.f	Oberflächenbehandlung durch elektrolytische oder chemischen Verfahren >30 m³	644
	4.a.viii	Herstellung von Basiskunststoffen	23
Stickstoffoxide (NO_x/NO_2)			**14.435.395**
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	5.795.731
	3.e	Herstellung von Glas und Glasfasern > 20 t/d	2.010.372
	5.b	Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle > 3 t/h	1.916.461
	6.a	Herstellung von Zellstoff aus Holz oder anderen Faserstoffen	1.091.779
	3.c	Herst. v. Zementkl. > 500 t/d in Drehrohröfen od. > 50 t/d in and. Öfen od. Herst. v. Kalk > 50 t/d	1.084.912
	1.a	Mineralöl- und Gasraffinerien	1.057.595
	4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien	905.223
	6.c	Industrieanlagen für den Schutz von Holz und Holzprodukten mit Chemikalien > 50 m³/d	603.176
	4.c	Herstellung von Düngemitteln	558.104
	5.c	Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle > 50 t/d	528.990
	4.a.ii	Herstellung sauerstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	292.768
	4.b.iv	Herstellung von Salzen	285.173
	3.a	Untertage-Bergbau und damit verbundene Tätigkeiten	270.292
	2.c.i	Warmwalzen von Eisenmetallen > 20 t/h	268.869
	3.c.iii	Herstellung von Zementklinkern oder von Kalk > 50 t/d	160.380
	4.a.viii	Herstellung von Basiskunststoffen	143.579
	8.b.ii	Herstellung v. Nahrungsmitteln/Getränkeprodukten aus pflanzlichen Rohstoffen > 300 t/d	99.532
	3.f	Schmelzen mineralischer Stoffe und Herstellung v. Mineralfasern > 20 t/d	96.179
	2.e.ii	Schmelzen von Nichteisenmetallen einschließlich Legierungen > 20 t/d oder > 4 t/d Pb und Cd	93.925
	4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien	72.480
	4.b.i	Herstellung von Gasen	67.492
	9.c	Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln > 150 kg/h oder > 200 t/a	19.660
	4.a.iv	Herstellung stickstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe	5.853
	2.f	Oberflächenbehandlung durch elektrolytische oder chemischen Verfahren > 30 m³	3.101
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	1.629
	2.d	Eisenmetallgießereien > 20 t/d	1.325
	3.g	Herstellung keramischer Erzeugnisse > 75 t/d oder Ofenkapazität > 4 m³ und Besatzdichte > 300 kg/m³	647
	4.d	Herstellung von Pflanzenschutzmittel und Bioziden	164
	4.a.i	Herstellung einfacher Kohlenwasserstoffe	2
Vinylchlorid			**11.478**
	4.a.viii	Herstellung von Basiskunststoffen	11.478
Zink und Verbindungen (als Zn)			**17**
	2.c.iii	Aufbringen v. schmelzfl. metall. Schutzschichten bei Eisenmetallen > 2 t/h	16
	1.c	Verbrennungsanlagen > 50 MW	1
	5.a	Beseitigung oder Verwertung v. gefährlichen Abfällen > 10 t/d	0,009

Tabelle A 4: Anlagenbezogene Messdurchführungen bekanntgegebener Stellen

Anlagenart/-bezeichnung	Zuordnung nach 4. BImSchV	Einzel-messungen	Kalibrie-rungen	Funktions-prüfungen
Feuerungsanlagen	1.1	5	19	37
Feuerungsanlagen	1.2	260	1	9
Verbrennungsmotoranlagen oder Gasturbinenanlagen zum Antrieb von Arbeitsmaschinen	1.4	7		
Anlagen zum Mahlen oder Trocknen von Kohle	1.9	1		
Anlagen zur Erzeugung von Biogas	1.15	2		
Anlagen zur Aufbereitung von Biogas	1.16	1		
Anlagen zum Brechen, Mahlen, Klassieren von Gestein	2.2	13		
Anlagen zur Herstellung von Zementklinker oder Zementen	2.3	5	4	16
Anlagen zum Brennen von Kalkstein, Magnesit, Bauxit, Gips, Dolomit oder Ton	2.4	6		
Anlagen zur Herstellung von Glas	2.8	10	2	4
Anlagen zum Brennen keramischer Erzeugnisse	2.10	1		
Anlagen zum Schmelzen mineralischer Stoffe	2.11	1		
Anlagen zum Herstellen von Formstücken	2.14	2		
Bitumenschmelz-/Mischanlagen	2.15	9		
Anlagen zum Schmelzen, Legieren oder Raffination von Nichteisenmetallen	3.4	7		
Anlagen zur Umformung von Stahl durch Walzen	3.6	3		
Gießereien für Eisen, Temper oder Stahl	3.7	2		
Gießereien für Eisen, Temper oder Stahl	3.8	2		
Anlagen zum Aufbringen von metallischen Schutzschichten	3.9	2		
Anlagen zur Oberflächenbehandlung	3.10	5		
Anlagen zur Herstellung von Stoffen oder Stoffgruppen durch chemische, biochemische oder biologische Umwandlung	4.1	42	8	19
Anlagen zur Destillation oder Raffination von Erdöl	4.4	6	4	7
Anlagen zum Destillieren von flüchtigen organischen Verbindungen	4.8	1		
Anlagen zur Behandlung von Oberflächen mit organischen Stoffen	5.1	9		
Anlagen zum Beschichten, Imprägnieren, Kaschieren, Lackieren oder Tränken von Gegenständen	5.2	1		
Anlagen zur Herstellung von bahnenförmigen Materialien	5.6	1		
Anlagen zur Herstellung von Polyurethanformteilen	5.11	2		
Anlagen zur Gewinnung von Zellstoff	6.1	5		4
Anlagen zur Herstellung von Papier, Karton oder Pappe	6.2	2		
Anlagen zur Herstellung von Holzspanplatten, Holzfaserplatten oder Holzfasermatten	6.3	4		
Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Tieren	7.1	6		
Anlagen zum Räuchern von Fleischwaren oder Fischwaren	7.5	3		
Anlagen zur Herstellung oder Raffination von Ölen oder Fetten	7.23	1		
Anlagen zur Herstellung oder Raffination von Zucker	7.24	1		
Verbrennungsanlagen für feste, flüssige oder gasförmige Abfälle	8.1	24	8	20
Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen	8.6	9		
Anlagen zur chemischen Behandlung von Abfällen	8.8	1		
Anlagen zur physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen	8.10	2		
Anlagen zur Behandlung von Abfällen zur Weiterverwendung	8.11	11		
Anlagen zur zeitweiligen Lagerung von Abfällen	8.12	1		
Anlagen zum Umschlagen von Abfällen	8.15	1		

Anlagenart/-bezeichnung	Zuordnung nach 4. BImSchV	Einzel-messungen	Kalibrie-rungen	Funktions-prüfungen
Anlagen, die der Lagerung von Stoffen oder Gemischen dienen	9.1	3		
Anlagen, die der Lagerung von Flüssigkeiten dienen	9.2	1		
Offene Anlagen zum Be- oder Entladen von Schüttgütern oder zur Erfassung von Getreide, Ölsaaten oder Hülsenfrüchten	9.11	3		
Anlagen zur Reinigung von Werkzeugen, Vorrichtungen oder sonstigen metallischen Gegenständen durch thermische Verfahren	10.20	2		
Anlagen zur Innenreinigung von Eisenbahnkesselwagen, Straßentankfahrzeugen, Tankschiffen oder Tankcontainern	10.21	3		
Anlagen zur Begasung, Sterilisation oder Entgasung	10.22	1		
Chemischreinigungsanlagen		14		
Einäscherungsanlagen		5	3	9
Sonstige Anlagen		24	1	2

Tabelle A 5: Messstationen des LÜSA (Stand: Januar 2015)

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-Scholl-Straße	4489962	5829902
Unterharz/Friedrichsbrunn	Hintergrund	Forsthaus Uhlenstein	4433916	5725774
Weißenfels/Am Krug	Verkehr	Naumburger Str./Am Krug	4497378	5673589
Wernigerode/Bahnhof	Stadtgebiet	Bahnhofsvorplatz	4416721	5745720
Wittenberg/Bahnstraße	Stadtgebiet	Bahnstraße	4545816	5748738
Wittenberg/Dessauer Str.	Verkehr	Dessauer Straße	4541315	5748323
Zartau	Hintergrund	-	4444019	5829221
Zeitz	Stadtgebiet	Freiligrathstraße	4510015	5657721

Kleinmessstationen des LÜSA

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

Einzelmessstation Partikel PM_{10}

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

Tabelle A 6: Komponentenausstattung des LÜSA im Jahr 2015

Stationsname	Inbetrieb-nahme	SO_2	NO; NO_2	CO	O_3	H_2S	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		+		+		+		+	+	+	+	+	+					
Halle/Gittermast	1992				+				+	+	+								
Halle/Merseburger Straße	1993		+	+			+	+							+	+	+	+	
Halle/Nord	1992		+		+			+	+	+	+	+	+	+		+			
Leuna	1998	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+				
Magdeburg/Gittermast	2014								+	+	+								
Magdeburg/Funkmast	2015								+	+									
Magdeburg/West	1993	+	+		+		+	+							+	+			
Stendal/Stadtsee	2011	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+					
Unterharz/Friedrichsbrunn	2003	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+					
Weißenfels/Am Krug	2012	+	+	+				+											
Wernigerode/Bahnhof	1990	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+					
Wittenberg/Bahnstraße	1992	+	+		+		+		+	+	+	+	+	+					
Wittenberg/Dessauer Straße	1996		+	+			+								+	+	+	+	
Zartau	1997		+		+		+		+	+	+	+	+	+					
Zeitz	1992	+			+		+		+	+	+	+	+	+					

* als Komponente im Partikel PM_{10}

Komponentenausstattung der Kleinmessstationen des LÜSA

Stationsname	Inbetrieb-nahme	SO_2	NO; NO_2	CO	O_3	H_2S	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-Str.	2016		+					+	+							+	+	+		
Magdeburg/Schleinufer	2009		+	+				+												

* als Komponente im Partikel PM_{10}

Einzelmessstation Partikel PM_{10}

Stationsname	Inbetrieb-nahme	PM_{10}	Ruß	PAK	SM	Ionen
Halberstadt/Friedenstraße	2007	+				

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_2S	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 7: Verfügbarkeit der LÜSA-Messdaten im Jahr 2015 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_2S
Aschersleben		100	100			99								
Bernburg		99	99			98								
Bitterfeld Wolfen	99	99	99	99	99	98		96	96	96	96	97	96	97
Brockenstation	98	98	98		98									
Burg		99	99		98	97	98							
Dessau Albrechtsplatz		99	99			97								
Domäne Bobbe	99	99	99		99	99	99							
Goldene Aue (Roßla)					99	90								
Halberstadt		99	99		99	99								
Halle/Merseburger-Str.	99	99	99	99		99	99	96	96	96	96		96	
Halle/Nord		99	99		99	99	99							
Halle/Paracelsusstraße		100	100			96	96							
Leuna	99	99	99		99	100		96	96	96	96	99	96	99
Magdeburg Schleinufer		98	98	98		98								
Magdeburg West	99	99	99		99	98	97	95	96	95	95		96	
Stendal Stadtsee		99	99	99	99	99								
Unterharz Friedr.brunn	99	99	99		99	98	99							
Weißenfels/Am Krug	100	99	99	100			99							
Wernigerode Bahnhof	99	99	99	99	99	99								
Wittenberg Bahnstraße		100	100		100	99								
Wittenberg Dessauer-Str.		99	99	99		99		96	96	96	96		96	
Zartau Waldmessstation	99	99	99		76	98								
Zeitz	99				100	99								
Mittelwert	**99**	**99**	**99**	**99**	**97**	**98**	**98**	**96**	**96**	**96**	**96**	**98**	**96**	

Tabelle A 8: Jahresmittelwerte Partikel PM_{10} 2014 und 2015 in µg/m³

Messstation	Methode 2014	Methode 2015	Jahresmittelwerte	
			2014	2015
Aschersleben		Nephelometer + Beta-Abs.		23
Bernburg	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	22	19
Bitterfeld/Wolfen	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	21	18
Burg	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	17	16
Dessau/Albrechtsplatz	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	23	19
Domäne Bobbe	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	21	17
Goldene Aue (Roßla)[1)]		Nephelometer + Beta-Abs.		15
Halberstadt/Paulsplan	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	18	16
Halle/Merseburger Str.	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	24	21
Halle/Nord	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	22	19
Halle/Paracelsusstraße	GRIMM 180	GRIMM 180	33	30
Leuna	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	21	17
Magdeburg/Reuter-Allee[2)]	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	26	*k. A.*
Magdeburg/Schleinufer	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	28	23
Magdeburg/West	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	21	18
Stendal/Stadtsee	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	19	16
Unterharz/Friedrichsbrunn	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	14	12
Wernigerode/Bahnhof	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	19	17
Wittenberg/Bahnstraße	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	21	18
Wittenberg/Dessauer Str.	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	25	21
Zartau	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	17	15
Zeitz	Nephelometer + Beta-Abs.	Nephelometer + Beta-Abs.	20	16
Aschersleben	Gravimetrie	Gravimetrie	26	23
Burg	Gravimetrie	Gravimetrie	20	18
Domäne Bobbe	Gravimetrie	Gravimetrie	21	19
Halberstadt/Friedenstraße	Gravimetrie	Gravimetrie	27	25
Halle/Merseburger Str.	Gravimetrie	Gravimetrie	25	22
Halle/Paracelsusstraße	Gravimetrie	Gravimetrie	33	30
Magdeburg/Damaschkeplatz[3)]	Gravimetrie		28	
Magdeburg/Reuter-Allee[2)]	Gravimetrie	Gravimetrie	28	*k. A.*
Wittenberg/Dessauer Str.	Gravimetrie	Gravimetrie	26	23

[1)] … Messbeginn: 30.01.2015

[2)] … Station am 24.07.2015 abgebaut (Baumaßnahme City-Tunnel), daher keine Angabe eines Jahresmittelwertes

[3)] … Messende: 31.12.2014 (Baumaßnahme City-Tunnel)

Tabelle A 9: Jahresmittelwerte Partikel $PM_{2,5}$ 2006 bis 2015 in µg/m³

Messstation	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Halle/Ost	15	13								
Halle/Merseburger Str.	18	16[1)]	16	19	23	(20)	16	17	18	14
Unterharz/Friedrichsbrunn	12	10	10	12	(15)	12	11	(10)	11	9
Burg	18	14	15	16	21	17	14	12	14	12
Magdeburg/Reuter-Allee[2)3)]		19	19	20	24	22	17	16	18	*k. A.*
Magdeburg/West				15	19	18	15	15	16	13
Halle/Nord			14	15	18	19	15	16	16	13
Domäne Bobbe					20	18	15	16	16	13
Halle/Paracelsusstraße									22	19
Weißenfels/Am Krug									16	13

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

[1)] … Aus Parallelmessung abgeleitet

[2)] … Gravimetrie (Hochvolumensammler)

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

Tabelle A 10: Anzahl der Überschreitungstage (Tagesmittelwerte > 50 µg/m³) für Partikel PM_{10}

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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Messstation/Anzahl	n	n	n	n	n	n	n
Aschersleben [1)]	23	14[6)]	23[7)]	22	31	33	17
Bernburg	16	25	32	11	12	19	7
Bitterfeld/Wolfen	2	23	29	9	13	16	4
Burg[1)]	9	28	28	7	7	9	7
Dessau/Albrechtsplatz	5	27	35	9	13	19	7
Domäne Bobbe		25[2)]	26	10	9	13	7
Goldene Aue (Roßla)[3)]							2
Halberstadt/Friedenstraße [1)]	30	39	39	20	21	27	19
Halberstadt/Paulsplan [4)]			24	9	10	10	8
Halle/Merseburger Str. [1)]	19	39	41	16	13	23	12
Halle/Nord	10	30	30	10	10	21	9
Halle/Paracelsusstraße		57	59[1)]	30[1)]	30	41	30
Hettstedt/Industrie	4	21	23	6	6		
Leuna	4	23	25	10	10	17	6
Magdeburg/Damaschkeplatz [1)]	13	35	33	20	10	31	
Magdeburg/Reuter-Allee [1)10)]	18	47	53	19	11	29	8
Magdeburg/Schleinufer		39[8)]	51	23	16	28	12
Magdeburg/West	7	28	31	4	10	17	9
Pouch	1	18	27	7			
Stendal	4	23					
Stendal/Stadtsee			19[5)]	7	10	8	5
Unterharz/Friedrichsbrunn	2	9	7	2	(0)	5	1
Weißenfels/Am Krug				8[9)]	14		
Weißenfels/Promenade	14	28	32				
Wernigerode/Bahnhof	5	15	15	8	4	12	7
Wittenberg/Bahnstraße	9	19	25	5	6	15	7
Wittenberg/Dessauer Str. [1)]	24	44	48	18	15	27	16
Zartau/Waldmessstation	2	11	19	4	7	4	4
Zeitz	5	24	24	11	10	18	5

(…) … Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte
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 11: Jahresmittelwerte Partikel PM_{10} (2009 – 2015)

Komponente	Partikel PM_{10} in µg/m³						
Schutzziel / Bezugszeit	menschliche Gesundheit / Jahr						
Wert	40 µg/m³						
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 01.01.2005						
Jahr	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Messstation							
Aschersleben [1)]	25	30	28	24	25	26	23
Bernburg	23	25	26	20	21	22	19
Bitterfeld/Wolfen	21	23	24	19	21	21	18
Burg [1)]	22	26	24	18	18	20	18
Dessau/Albrechtsplatz	22	24	26	21	21	23	19
Domäne Bobbe [1)]		25 [2)]	22	17	18	21	19
Goldene Aue (Roßla) [3)]							15
Halberstadt/Friedenstraße [1)]	29	31	29	25	26	27	25
Halberstadt/Paulsplan [4)]			23	18	18	18	16
Halle/Merseburger Str. [1)]	26	29	28	22	23	25	22
Halle/Nord	22	25	25	20	21	22	19
Halle/Paracelsusstraße		37	35	29	29	33	30
Hettstedt/Industrie	18	23	22	16	17		
Leuna	20	23	24	19	19	21	17
Magdeburg/ Damaschkeplatz [1)]	27	29	27	24	23	28	
Magdeburg/Reuter-Allee [1)8)]	29	33	32	25	25	28	*k. A.*
Magdeburg/Schleinufer		32 [6)]	32	26	26	28	23
Magdeburg/West	23	25	25	19	19	21	18
Pouch	17	21	21	18			
Stendal	20	23					
Stendal/Stadtsee			22 [5)]	17	17	19	16
Unterharz/Friedrichsbrunn	16	k. A.	k. A.	k. A.	(13)	14	17
Weißenfels/Am Krug				(18) [7)]	20		
Weißenfels/Promenade	22	25	27				
Wernigerode/Bahnhof	21	21	22	21	18	19	17
Wittenberg/Bahnstraße	20	22	22	20	18	21	18
Wittenberg/Dessauer Str. [1)]	28	31	29	24	23	26	23
Zartau/Waldmessstation	14	17	20	14	15	17	15
Zeitz	20	22	23	18	19	20	16

(…) … Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte
[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 12: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (2010 – 2015)

Komponente	Stickstoffdioxid in µg/m³					
Schutzziel / Bezugszeit	menschliche Gesundheit / Jahr					
Wert	40 µg/m³					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 01.01.2010					
Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Messstation						
Aschersleben	31	31	31	30	30	27
Bernburg	24	23	24	21	21	20
Bitterfeld/Wolfen	16	15	16	15	15	15
Brockenstation	5,1	4,3	4,3	4,0	2[5)]	2[5)]
Burg	16	16	15	13	13	13
Dessau/Albrechtsplatz	26	24	23	20	21	21
Domäne Bobbe	11	11	11	9,4	9,5	8,9
Halberstadt	17	16	15	15	14	13
Halberstadt/Friedenstraße[1)]	45	43	43	43	40	35
Halle/Merseburger Str.	35	32	31	31	35	35
Halle/Nord	21	20	20	18	19	18
Halle/Paracelsusstraße[4)]	59	55	54	50	49	49
Leuna	16	16	16	14	15	14
Magdeburg/Damaschkeplatz[4)]	46	44	41	42	40	
Magdeburg/Reuter-Allee[4)]	43	43	43	39	39	
Magdeburg/Schleinufer	39	36	36	35	34	34
Magdeburg/West	23	20	20	20	19	18
Salzwedel	13					
Stendal	19					
Stendal/Stadtsee		13[2)]	12	11	11	11
Unterharz/Friedrichsbrunn	5,9	5,8	5,6	(5,1)	5,4	4,7
Weißenfels/Am Krug			(20)[3)]	20	18	18
Weißenfels/Promenade	28	25				
Wernigerode/Bahnhof	17	14	15	16	13	14
Wittenberg/Bahnstraße	13	12	12	12	12	12
Wittenberg/Dessauer Str.	36	35	35	32	31	32
Zartau/Waldmessstation	8,8	8,4	7,8	6,8	7,3	6,3

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

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

2) … Messbeginn: 25.01.2011

3) … Messbeginn: 14.02.2012

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

5) … Kenngröße kleiner als die Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt (Messwert 3,4 µg/m³).

Tabelle A 13: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (Passivsammler)

Komponente	Stickstoffdioxid in µg/m³					
Schutzziel / Bezugszeit	menschliche Gesundheit / Jahr					
Wert	40 µg/m³					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 01.01.2010					
Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Messstation						
Bernburg, Annenstraße 2a (Ostseite)				40	39	31
Bernburg, Annenstraße Parkplatz				42	38	32
Halberstadt, Friedensstr. 6	45	43	43	43	40	35
Halle, Burgstr. 5/6	34	32	31	32	31	28
Halle, Freiimfelder Str. 102			34	34	30	28
Halle, Freiimfelder Str. 88			28			
Halle, Freiimfelder Str. 92			31	29	29	26
Halle, Kröllwitzer Str. 43	30	32	31	29	29	29
Halle, Merseburger Str. 10, Westseite[1)]		47	46	45	47	46
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, Talstr.	29					
Halle, Trothaer Str. 104a[1)]	40	38	34	36	37	33
Halle, Volkmannstr. 13[1)]	44	44	46	43	38	39
Magdeburg, Genthiner Str. 12	28					
Magdeburg, Große Diesdorfer Straße			32	29	30	26
Magdeburg, Halberstädter Str. 54	31					
Magdeburg, Halberstädter Str. 103	37	36				
Magdeburg, Halberstädter Str. 98	37	34				
Magdeburg, Otto-von-Guericke- Straße			29	26	29	26
Magdeburg, Reuter-Allee[1)]	44	47				
Merseburg, B91, Thomas-Müntzer-Str.	39	38	37	36	35	31

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

Tabelle A 14: Kritische Werte für Stickstoffoxide (NO_x) zum Schutz der Vegetation

Komponente	Stickstoffoxide (NO_x) in µg/m³					
Wert	30 µg/m³					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 19.07.2001					
Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Messstation						
Brockenstation	6,5	5,0	4,8	4,7	3,9	4,5
Domäne Bobbe	14	13	13	11	11	11
Unterharz/Friedrichsbrunn	6,5	6,6	6,2	(5,6)	6,0	5,2
Zartau/Waldmessstation	11	9,6	8,5	7,4	8,1	7,2

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

Tabelle A 15: Jahresmittelwerte Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid 2014 und 2015 in µg/m³

Messstation	NO		NO_2	
	2014	2015	2014	2015
Aschersleben	41	33	30	27
Bernburg	14	12	21	20
Bitterfeld/Wolfen	4,2	4,0	15	15
Brocken	0,7[1)]	0,7[1)]	2,1[1)]	2,1[1)]
Burg	3,0	3,0	13	13
Dessau/Albrechtsplatz	14	12	21	21
Domäne Bobbe	0,7[1)]	0,7[1)]	9,5	8,9
Halberstadt	3,6	3,7	14	13
Halle/Merseburger Str.	34	32	35	35
Halle/Nord	5,6	5,3	19	18
Halle/Paracelsusstraße[2)]	59	55	49	49
Leuna	3,1	2,8	15	14
Magdeburg/Damaschkeplatz[2)]	39		40	
Magdeburg/Reuter-Allee[2)]	34		39	
Magdeburg/Schleinufer	34	31	34	34
Magdeburg/West	5,7	5,5	19	18
Stendal/Stadtsee	1,9	1,8	11	11
Unterharz/Friedrichsbrunn	0,7[1)]	0,7[1)]	5,4	4,7
Weißenfels/Am Krug	17	14	18	18
Wernigerode/Bahnhof	4,1	3,8	13	14
Wittenberg/Bahnstraße	2,3	2,3	12	12
Wittenberg/Dessauer Str.	47	47	31	32
Zartau	0,7[1)]	0,7[1)]	7,3	6,3

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

[2)] … Fristverlängerung bis 31.12.2014 (Grenzwert + Toleranzmarge: 60 µg/m³)

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

Tabelle A 16: Jahresmittelwerte Ozon 2014 und 2015 in µg/m³

Messstation	Jahresmittelwerte	
	2014	2015
Bitterfeld/Wolfen	44	50
Brockenstation	78	77
Burg	47	52
Domäne Bobbe	48	52
Goldene Aue (Roßla)	44	48
Halberstadt	47	51
Halle/Nord	44	48
Leuna	45	51
Magdeburg/Damaschkeplatz	27	
Magdeburg/West	44	48
Stendal/Stadtsee	49	54
Unterharz/Friedrichsbrunn	48	55
Wernigerode Bahnhof	49	55
Wittenberg/Bahnstraße	48	53
Zartau/Waldmessstation	47	(51)
Zeitz	44	48

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

Tabelle A 17: 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)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bitterfeld/Wolfen	0	3	0	1	0	0	4
Brocken	0	3	0	1	0	0	4
Burg	0	1	0	2	0	0	4
Domäne Bobbe		1	0	2	1	1	4
Goldene Aue (Roßla)			(0)	1	0	0	2
Halberstadt	0	0	1	1	0	0	1
Halle/Nord	0	3	0	1	0	0	4
Leuna	0	1	0	1	1	0	4
Magdeburg/Damaschkeplatz	0	0	0	0	0	0	
Magdeburg/West	0	2	0	2	0	1	3
Stendal/Stadtsee			(0)	0	1	0	2
Unterharz/Friedrichsbrunn	0	0	0	0	(0)	0	2
Wernigerode/Bahnhof	0	0	0	0	0	0	0
Wittenberg/Bahnstraße	0	1	0	1	1	0	6
Zartau	0	1	0	2	0	0	(2)
Zeitz	0	1	0	2	0	0	3

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

Tabelle A 18: Überschreitungen (1h-Mittelwerte in µg/m³) des Ozon-Schwellenwertes zur Information der Bevölkerung (180 µg/m³) im Jahr 2015

Datum	Uhrzeit (MEZ)	Bitterfeld Wolfen	Brocken	Burg	Domäne Bobbe	Goldene Aue (Roßla)	Halberstadt	Halle Nord	Leuna	Magdeburg West	Stendal Stadtsee	Unterharz Friedr.brunn	Wittenberg Bahnstr.	Zartau	Zeitz
Maximum		**211**	**221**	**194**	**196**	**185**	**183**	**211**	**216**	**197**	**208**	**184**	**209**	**197**	**198**
Anzahl (h)		**15**	**12**	**19**	**10**	**3**	**1**	**17**	**19**	**10**	**6**	**4**	**13**	**8**	**8**
03.07.	13:00	187							186						
	14:00	185			187			183	196	182					184
	15:00	184		182	193			200	204	183					
	16:00	191		187	196	185		199	196	191					
	17:00	211		194	196	183		211	191	197			185		
	18:00	211		192	188			200	198	195					
	19:00	201		190				183							
04.07.	00:00		184												
	01:00		185												
	02:00		189												
	03:00		182												
	11:00											181			
	12:00	185	182		183		183			187	182	182		191	
	13:00			182		184				187				197	
	14:00			192						182	185			193	
	15:00			193							194			193	
	16:00			189							190			187	
	17:00			185									181	183	
	18:00													182	
05.07.	04:00		209												
	05:00		221												
	06:00		216												
	07:00		197												
	08:00		192												
	13:00							183	192						
	14:00							200	199						

Datum	Uhrzeit (MEZ)	Bitterfeld Wolfen	Brocken	Burg	Domäne Bobbe	Goldene Aue (Roßla)	Halberstadt	Halle Nord	Leuna	Magdeburg West	Stendal Stadtsee	Unterharz Friedr.brunn	Wittenberg Bahnstr.	Zartau	Zeitz
	15:00							193	189						
	16:00	183			181			194	185						
	17:00	182						192	186				181		
	18:00							204							
07.07.	17:00												182		
	18:00												183		
07.08.	12:00														185
	13:00												192		
	14:00												206		
	15:00	204							186				209		
	16:00	207						184	194				209		188
	17:00	199							201				195		198
	18:00	194							196				192		197
	19:00	185													
	20:00		183												
	21:00		183												
10.08.	15:00			185											
	16:00			190											
	17:00			186											
	18:00			188											
	19:00			190											
14.08.	14:00							182	197						189
	15:00				186			191	211						197
	16:00			181	185			198	216	181		184	183		190
	17:00			182	186			191	211	186		181		186	
	18:00			188											
	19:00			182									181		
31.08.	17:00										208				
	18:00										189				

Tabelle A 19: 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						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Mittel (dreijährig)*
Bitterfeld/Wolfen	27	22	13	11	14	27	17
Brocken	31	45	24	28	28	34	30
Burg	23	24	22	18	19	29	22
Domäne Bobbe	19	(22)	15	12	17	22	17
Goldene Aue (Roßla)		11	10	11	17	24	17
Halberstadt	17	14	12	16	13	20	16
Halle/Nord	21	17	9	11	15	21	16
Leuna	24	17	15	16	17	29	21
Magdeburg/Damaschkeplatz	2	2	1	1	2		
Magdeburg/West	15	23	14	16	17	20	18
Stendal/Stadtsee		(19)	14	18	14	22	18
Unterharz/Friedrichsbrunn	14	25	13	(14)	11	22	16
Wernigerode/Bahnhof	15	19	11	11	10	21	14
Wittenberg/Bahnstraße	29	29	18	23	18	31	24
Zartau	17	(16)	15	11	15	(18)	13**
Zeitz	22	18	16	12	16	21	16

(…) … unzureichende Verfügbarkeit – Wert geht nicht in das Dreijahresmittel ein
* … MEZ
** … nur in den Jahren 2013 und 2014 berücksichtigt

Tabelle A 20: AOT40 Werte zum Schutz der Vegetation vor Ozon in (µg/m³)h

Schutzziel / Bezugszeit	Vegetation / 1h (akkumuliert von Mai bis Juli)				
Wert	18000 (µg/m³)h (gemittelt über 5 Jahre)				
Wertigkeit	Zielwert (gültig ab 01.01.2010)				
Jahr	2011	2012	2013	2014	2015
Station	AOT 40 in (µg/m³)h				
Bitterfeld/Wolfen	16010	14928	13251	14352	14074
Brockenstation	17676	17031	16322	18205	17932
Burg	16419	15836	13772	15729	15543
Domäne Bobbe		14409	13406	13558	12982
Goldene Aue (Roßla)			11230	11904	12434
Leuna	15556	14242	13872	15274	15163
Unterharz/Friedrichsbrunn	16428	15166	12958	13751	13337
Zartau/Waldmessstation	15626	15098	12066	13342	12985

Tabelle A 21: Anzahl der Tage mit Überschreitung des WHO Leitwertes für Ozon (100 µg/m³ als 8-h-Mittelwert)

Kategorie des Bewertungsmaßstabes	Leitwert							
Bezugszeitraum	8h (stündlich gleitend)							
Wert	100 µg/m³							
Ozon	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bitterfeld Wolfen	50	56	48	64	39	41	44	63
Brockenstation	73	93	68	104	78	83	85	84
Burg	59	54	47	65	47	53	51	66
Domäne Bobbe			46	63	42	41	44	57
Goldene Aue (Roßla)				51	43	45	39	51
Halberstadt	43	46	40	52	40	43	38	56
Halle Nord	50	41	43	54	43	34	43	55
Leuna	47	53	46	57	45	47	45	65
Magdeburg Damaschkeplatz	16	3	8	9	11	6	8	
Magdeburg West	51	28	41	58	39	34	44	48
Stendal Stadtsee				50	40	48	48	57
Unterharz Friedrichsbrunn	62	60	38	65	46	53	39	52
Wernigerode Bahnhof	52	38	37	57	37	39	34	53
Wittenberg Bahnstraße	71	59	55	72	48	60	54	73
Zartau Waldmessstation	58	59	46	45	43	49	47	(44)
Zeitz	48	51	48	56	48	30	45	57

(…) … unzureichende Verfügbarkeit

Tabelle A 22: Jahresmittelwerte Blei 2015 (gemäß der 39. BImSchV)

Blei (als Inhaltstoff im Partikel PM_{10}) in µg/m³ im Jahr 2015	
Messstation	Mittelwert
Burg	0,0045
Halle/Merseburger Str.	0,0050
Wittenberg/Dessauer Str.	0,0156

Tabelle A 23: Jahresmittelwerte Schwefeldioxid 2014 und 2015 in µg/m³

Messstation	2014	2015
Bitterfeld/Wolfen	2,9	2,4
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	3,5	3,3
Magdeburg/West	1,2[1)]	1,2[1)]
Unterharz/Friedrichsbrunn	1,2[1)]	1,2[1)]
Weißenfels/Am Krug	1,2[1)]	1,2[1)]
Wernigerode/Bahnhof	1,2[1)]	2,6
Zartau Waldmessstation	1,2[1)]	1,2[1)]
Zeitz	2,5	1,2[1)]

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

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

Komponente	Schwefeldioxid in µg/m³					
Wert	20 µg/m³					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 19.07.2001					
Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015
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)] Ab dem Jahr 2010 Einsatz neuer Schwefeldioxid-Messgeräte mit tieferer Nachweisgrenze (NWG).
… NWG alt = 4,2 µg/m³, NWG neu = 2,4 µg/m³
[2)] Kenngröße kleiner als die Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze
… gesetzt.
(…) … Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Tabelle A 25: Kritische Werte für Schwefeldioxid zum Schutz der Vegetation (Winterhalbjahr)

Komponente	Schwefeldioxid in µg/m³					
Wert	20 µg/m³					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 19.07.2001					
Jahr	2009/10[1)]	2010/11[1)]	2011/12[1)]	2012/13[1)]	2013/14[1)]	2014/15[1)]
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)]
Unterharz/Friedrichsbrunn	2,9	1,2[1)]	1,2[1)]	1,2[1)]	1,2[1)]	1,2[1)]

[1)] Ab dem Jahr 2010 Einsatz neuer Schwefeldioxid-Messgeräte mit tieferer Nachweisgrenze (NWG).
… NWG alt = 4,2 µg/m³, NWG neu = 2,4 µg/m³
[2)] … Kenngröße kleiner als die Nachweisgrenze des Gerätes, deshalb lt. Definition gleich der halben Nachweisgrenze gesetzt.
(…) … Anzahl der Einzelwerte kleiner als 90 % der möglichen Messwerte

Tabelle A 26: Jahresmittelwerte Kohlenmonoxid 2014 und 2015 in mg/m³

Messstation	2014	2015
Bitterfeld/Wolfen	0,2	0,2
Halle/Merseburger Str.	0,4	0,4
Magdeburg/Damaschkeplatz	0,4	
Magdeburg/Schleinufer		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 27: 8-h-Mittelwerte (Maximum/Jahr) für Kohlenmonoxid

Komponente	Kohlenmonoxid in mg/m³					
Schutzziel / Bezugszeit	menschliche Gesundheit / 8 h					
Wert	10 mg/m³					
Wertigkeit	Grenzwert gültig ab 01.01.2005					
	höchster 8 hMittelwert (stündlich gleitend) pro Jahr					
Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Messstation/Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³
Bitterfeld/Wolfen	1,2	0,9	0,9	0,7	0,9	0,7
Halle/Merseburger Str.	1,7	1,5	1,1	1,3	1,4	1,4
Magdeburg/Damaschkeplatz	2,2	1,5	1,9	1,4	3,4	
Stendal	1,6					
Stendal/Stadtsee		1,1	1,3	0,7	1,0	0,7
Weißenfels/Am Krug			(1,5)	0,9	1,1	0,8
Weißenfels/Promenade	1,7	1,7				
Wernigerode/Bahnhof	1,4	1,5	1,0	1,8	0,9	1,2
Wittenberg/Dessauer Str.	1,9	2,1	1,5	1,4	1,5	1,3

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

Tabelle A 28: Messstandorte der NO_2-Passivsammlermessungen

Ort	Bez.	GaußKrüger Koordinaten		Mess-beginn	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, 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	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
Halle, Freiimfelder Str. 102	F3	4499752	5705042	2011	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg, Hans-Löscher-Straße	W	4473495	5777204	2009	Referenzstandort
Magdeburg, Damaschkeplatz[1)]	D	4474317	5777660	2007	
Magdeburg, Otto-von-Guericke-Str.	O	4474635	5776667	2012	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg, Gr. Diesdorfer Straße	G	4473404	5777452	2012	Evaluierung Umweltzone
Magdeburg, Schleinufer	S	4474947	5776400	2015	Referenzstandort
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)] Jahr 2015= Fortsetzung der Messungen am ehemaligen Standort der LÜSA-Messstation zu Vergleichszwecken

Tabelle A 29: Messstandorte der Rußmessungen mit NUPS

Ort	Bez.	Rechtswert	Hochwert	Mess-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-Löscher-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 30: 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
Wolfen, Thalheimer Str.	BTF20	4518014	5725333	Jan 02
Aschersleben, Schierstedter Str., Kläranlage	ASL42	4464768	5735265	Dez 01
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 31: Staubniederschlag in g/(m²d) in den Jahren 2013 – 2015

Kreis	Ort	Jahresmittel			Max. Monatsmittel 2015
		2013	2014	2015	
Altmarkkreis Salzwedel	Zartau, Waldmessstation	0,07	0,05	0,05	0,10
	Mahlsdorf	-	-	0,06	0,33
Anhalt-Bitterfeld	Bitterfeld/Wolfen, Schrebergartenstr., Container	0,04	0,04	0,05	0,10
	Kapenmühle, Verwaltung Biosphärenreservat	0,18	0,14	0,16	0,64
	Kapenmühle, Obststreuwiese	0,05	0,07	0,13	0,94
	Wolfen, Thalheimer Str.	0,04	0,04	0,06	0,21
Börde	Colbitz, Lysimeter - Messstelle	0,05	0,09	0,05	0,09
	Mannhausen	-	-	0,05	0,23
Burgenlandkreis	Deuben, Holzberg	0,10	0,14	0,08	0,20
	Deuben,OT Naundorf, Bergstraße	0,10	0,10	0,09	0,22
	Karsdorf, Schulstr./A.-Bebel-Str.	0,08	0,11	0,06	0,14
	Weißenfels, Herrenmühlenschleuse	0,05	0,03	0,05	0,24
	Zeitz, Freiligrathstr., Container	0,06	0,07	0,06	0,10
	Zorbau, AVA	0,10	0,05	0,06	0,17
Dessau-Rosslau	Dessau, Albrechtsplatz, Verkehrsmessstation	0,06	0,07	0,11	0,58
Halle (Saale)	Halle, Merseburger Str.,Verkehrscontainer	0,13	0,05	0,13	0,45
	Halle, Reideburger Str., LAU	0,06	0,11	0,07	0,21
Harz	Drei Annen Hohne	0,04	0,08	0,04	0,07
	Unterharz/Friedrichsbrunn, Container	0,02	0,03	0,02	0,03
	Halberstadt, Paulsplan, Container	0,11	0,06	0,12	0,98
	Osterwieck, Im Fallstein, Fallsteinklause	0,05	0,07	0,03	0,20
	Osterwieck, Kälbersbachweg	0,04	0,07	0,04	0,13
	Rübeland, Kaltes Tal	0,14	0,15	0,11	0,24
	Siptenfelde	0,05	0,03	0,02	0,05

Tabelle A 32: Staubniederschlag in g/(m²d) in den Jahren 2013 – 2015

Kreis	Ort	Jahresmittel			Max. Monatsmittel 2015
		2013	2014	2015	
Harz	Wernigerode, Bahnhof, Container	0,03	0,04	0,03	0,09
	Brocken	-	-	0,04	0,07
Jerichower Land	Burg, Am Flickschuhpark, Container	0,03	0,03	0,04	0,11
Magdeburg	Magdeburg, Wallonerberg	0,05	0,17	0,06	0,18
	Rothensee, AVA	0,10	0,07	0,04	0,10
	Damaschkeplatz, Verkehrscontainer*	0,31	0,36	-	-
Mansfeld-Südharz	Amsdorf, Chausseestraße	0,12	0,15	0,14	0,41
	Hettstedt, An der Brache	0,08	0,08	0,06	0,16
	Hettstedt, Berggrenze, An der Bleihütte	0,07	0,06	0,05	0,12
	Hettstedt, Museum	-	0,05	0,05	0,13
Saalekreis	Großkayna, MUEG-Deponie	0,12	0,07	0,04	0,14
	Leuna, Kreypauer Str., Container	0,04	0,03	0,04	0,08
	Leuna, AVA	0,07	0,04	0,05	0,14
	Petersberg, Friedensplatz	0,08	0,12	0,09	0,37
	Petersberg, Betriebsgelände	0,09	0,14	0,08	0,18
	Schkopau, L.-Uhland-Str., Container	0,09	0,14	0,18	0,55
Salzlandkreis	Aschersleben, Schierstedter Str., Kläranlage	0,04	0,04	0,04	0,14
	Bernburg, Platz d. Jugend, Container	0,09	0,09	0,08	0,13
	Latdorf, Schulstraße, AVA	0,09	0,09	0,06	0,13
	Staßfurt, AVA	0,07	0,08	0,09	0,22
Stendal	Stendal/Stadtsee, Geschwister-Scholl-Str., Container	0,04	0,03	0,03	0,07
	Gohre	-	-	0,06	0,33
Wittenberg	Thießen, Mochauer Str.	0,12	0,19	0,15	0,58
	Wittenberg, Bahnstr., Container	0,03	0,03	0,04	0,07
	Wittenberg-Piesteritz, Betriebsgelände	0,10	0,08	0,11	0,21
	Wartenburg	-	-	0,04	0,15

* aufgrund von Baumaßnahmen stillgelegt

Tabelle A 33: Inhaltsstoffe des Staubniederschlages, Jahresmittelwerte 2015 in µg/(m²d)

Kreis	Ort	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Altmarkkreis Salzwedel	Zartau, Waldmessstation	0,2	0,1	0,6	1,0	2,9	20,3	0,8	2,0	0,3	0,01	0,9	18,9
	Mahlsdorf	0,3	0,1	0,3	0,9	3,5	11,6	0,7	1,7	0,2	0,02	0,8	23,1
Anhalt-Bitterfeld	Bitterfeld/Wolfen, Schrebergartenstr., Container	0,6	0,1	0,7	2,2	11,3	25,5	3,4	3,3	0,5	0,02	1,5	56,2
	Kapenmühle, Verwaltung Biosphärenreservat	0,4	0,1	0,3	1,1	4,9	104,6	1,3	2,2	0,3	0,02	0,8	28,5
	Kapenmühle, Obststreuwiese	0,4	0,1	0,2	1,3	4,5	26,6	1,1	2,2	0,3	0,02	1,1	24,9
	Wolfen, Thalheimer Str.	0,4	0,1	0,3	1,7	5,9	14,3	1,2	3,2	0,5	0,02	1,1	49,7
Börde	Colbitz, Lysimeter - Messstelle	0,6	0,1	0,3	1,3	19,0	47,7	1,2	11,2	0,4	0,03	1,1	33,5
	Mannhausen	0,3	0,1	0,1	1,2	3,1	11,0	1,0	2,1	0,2	0,01	1,0	14,2
Burgenlandkreis	Deuben, Holzberg	0,4	0,1	0,3	1,8	4,9	16,4	1,1	2,7	0,3	0,02	1,2	25,2
	Deuben,OT Naundorf, Bergstraße	0,6	0,1	0,5	2,4	6,9	24,4	1,8	3,9	0,6	0,02	1,8	33,3
	Karsdorf, Schulstr./A.-Bebel-Str.	0,4	0,1	0,3	1,9	4,9	15,7	1,0	2,1	0,4	0,05	1,1	17,5
	Weißenfels, Herrenmühlenschleuse	0,4	0,1	0,3	1,5	4,5	14,7	0,9	2,7	0,4	0,02	1,2	17,5
	Zeitz, Freiligrathstr., Container	0,5	0,1	0,3	2,2	6,8	19,7	1,6	3,8	0,5	0,02	1,4	30,7
	Zorbau, AVA	0,4	0,1	0,2	1,3	4,3	14,1	0,9	2,2	0,3	0,02	1,1	16,0
Dessau-Rosslau	Dessau, Albrechtsplatz, Verkehrsmessstation	0,7	0,1	0,4	3,9	19,0	30,0	2,2	10,0	1,4	0,02	1,9	51,6
Halle (Saale)	Halle, Merseburger Str.,Verkehrscontainer	1,0	0,1	0,8	13,2	46,4	56,5	5,6	9,7	3,9	0,03	3,3	118,6
	Halle, Reideburger Str., LAU	0,6	0,1	0,3	2,4	10,4	20,4	1,4	5,0	0,6	0,02	1,6	40,2
Harz	Drei Annen Hohne	0,2	0,1	0,5	1,1	2,9	17,8	0,9	1,8	0,3	0,01	0,8	21,5
	Unterharz/Friedrichsbrunn, Container	0,2	0,1	0,1	0,9	2,1	8,3	0,7	1,6	0,2	0,01	0,5	13,3
	Halberstadt, Paulsplan, Container	0,4	0,1	0,3	2,1	6,5	18,3	1,1	3,1	0,4	0,02	1,4	33,3
	Osterwieck, Im Fallstein, Fallsteinklause	0,2	0,2	0,2	1,5	2,6	10,3	1,0	2,4	0,2	0,01	0,9	20,5
	Osterwieck, Kälbersbachweg	0,4	0,1	0,2	1,2	4,0	13,1	0,7	2,6	0,2	0,01	1,1	26,0
	Rübeland, Kaltes Tal	0,5	0,2	0,3	1,9	9,0	56,5	1,3	3,1	1,2	0,06	1,8	24,4
	Siptenfelde	0,2	0,1	0,1	1,0	2,2	7,9	0,8	1,3	0,2	0,01	0,6	13,5

Tabelle A 34: Inhaltsstoffe des Staubniederschlages, Jahresmittelwerte 2015 in µg/(m²d)

Kreis	Ort	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Harz	Wernigerode, Bahnhof, Container	0,2	0,1	0,2	1,4	4,8	12,7	0,9	3,2	0,4	0,01	1,0	57,5
	Brocken	0,1	0,1	0,1	1,0	2,4	11,4	0,6	1,4	0,2	0,03	0,6	25,0
Jerichower Land	Burg, Am Flickschuhpark, Container	0,6	0,1	0,2	1,8	4,7	13,5	0,9	2,6	0,4	0,02	1,1	44,2
Magdeburg	Magdeburg, Wallonerberg	0,4	0,1	0,3	2,9	32,6	19,4	1,2	4,4	0,5	0,02	1,4	31,8
	Rothensee, AVA	0,4	0,1	0,2	1,8	6,1	17,8	1,2	3,2	0,4	0,01	1,0	22,8
Mansfeld-Südharz	Amsdorf, Chausseestraße	1,0	0,3	0,7	4,6	23,9	53,1	2,6	25,1	0,8	0,03	4,1	85,6
	Hettstedt, An der Brache	0,7	0,2	0,5	2,2	145,5	25,0	2,9	15,4	0,4	0,02	1,9	67,6
	Hettstedt, Berggrenze, An der Bleihütte	1,2	0,2	0,4	2,1	150,7	19,6	2,5	22,1	0,6	0,05	1,7	76,9
	Hettstedt, Museum	0,7	0,1	0,3	1,8	125,2	16,9	1,7	13,6	0,3	0,02	1,6	48,3
Saalekreis	Großkayna, MUEG-Deponie	0,4	0,1	0,2	1,4	4,2	13,3	0,9	3,0	0,4	0,02	1,2	19,5
	Leuna, Kreypauer Str., Container	0,4	0,1	0,2	1,7	5,7	12,4	1,7	2,7	0,4	0,02	1,2	39,8
	Leuna, AVA	0,4	0,1	0,2	1,5	4,5	14,8	1,0	2,5	0,4	0,01	1,1	18,8
	Petersberg, Friedensplatz	0,7	0,2	0,3	1,5	4,3	21,7	0,9	3,1	0,3	0,02	1,2	23,2
	Petersberg, Betriebsgelände	0,9	0,1	0,3	1,4	2,9	33,5	0,9	2,2	0,3	0,03	1,5	18,6
	Schkopau, L.-Uhland-Str., Container	0,5	0,1	0,3	2,9	9,4	28,6	1,7	4,9	0,9	0,02	1,5	42,3
Salzlandkreis	Aschersleben, Schierstedter Str., Kläranlage	0,3	0,1	0,2	1,2	4,3	12,3	0,8	2,9	0,3	0,01	0,9	20,8
	Bernburg, Platz d. Jugend, Container	0,6	0,1	0,4	3,4	13,3	33,4	1,8	4,2	1,6	0,03	2,5	59,2
	Latdorf, Schulstraße, AVA	0,4	0,1	0,2	1,7	4,1	15,7	1,0	3,0	0,4	0,02	1,7	23,8
	Staßfurt, AVA	0,5	0,1	0,3	1,4	3,1	17,1	0,9	1,9	0,3	0,02	1,5	15,1
Stendal	Stendal, Geschwister-Scholl-Str., Container	0,4	0,1	0,3	1,6	23,6	16,6	1,3	6,9	0,3	0,02	1,4	36,1
	Gohre	0,4	0,1	0,4	1,4	19,4	13,6	1,3	5,8	0,3	0,02	1,3	28,3
Wittenberg	Thießen, Mochauer Str.	0,9	0,1	0,3	1,8	6,0	31,9	1,1	3,5	0,4	0,02	1,5	25,6
	Wittenberg, Bahnstr., Container	0,4	0,1	0,2	1,8	6,8	15,3	1,0	3,3	0,6	0,02	1,2	26,4
	Wittenberg-Piesteritz, Betriebsgelände	0,7	0,1	0,4	5,3	8,5	26,7	2,9	8,1	0,7	0,03	2,1	105,9
	Wartenburg	0,3	0,0	0,1	1,0	2,4	7,5	0,7	1,7	0,2	0,01	0,6	13,5

Tabelle A 35: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) im Jahr 2015

Jahresmittel der Anionen und Kationen in kg/(ha*a)											
	Anionen					Kationen					
	Cl^-	NO_2^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	HPO_4^{2-}	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	N_{gesamt}
Gohre	6,0	0,2	18,9	12,1	2,4	12,3	4,7	2,1	3,2	0,6	13,8
Wartenburg	3,8	0,4	15,2	11,5	3,7	14,9	3,2	2,2	1,1	0,4	15,0
Mannhausen	5,5	0,4	12,2	7,6	1,6	6,8	4,4	2,4	1,4	0,5	8,0
Mahlsdorf	5,1	0,4	15,8	9,6	2,2	10,6	3,8	1,8	1,8	0,6	11,8
Brocken	6,0	0,1	16,7	8,9	0,8	6,2	4,5	2,0	1,5	0,6	8,6
Siptenfelde	4,3	0,2	13,4	7,2	2,0	8,3	3,5	1,4	1,3	0,4	9,5

Tabelle A 36: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen im Jahr 2015

Jahresmittel der Anionen und Kationen in kg/(ha*a)											
	Anionen					Kationen					
	Cl^-	NO_2^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	HPO_4^{2-}	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	N_{gesamt}
Bernburg	7,5	2,2	17,2	11,2	1,2	5,0	6,0	1,4	13,7	0,8	7,8
Burg	4,0	0,3	16,3	10,0	1,8	10,5	3,1	1,7	2,4	0,4	11,9
Halle (Saale)	7,0	0,7	14,1	12,0	0,2	4,2	5,2	1,1	8,1	0,7	6,4
Wittenberg	3,7	0,3	16,7	9,7	0,7	8,1	2,9	1,0	2,8	0,5	10,1
Zartau	6,1	0,6	13,4	10,1	4,2	13,9	4,4	2,7	1,2	0,6	13,8

Tabelle A 37: Bulk-Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern im Jahr 2015

Jahresmittel der Anionen und Kationen in kg/(ha*a)											
	Anionen					Kationen					
	Cl^-	NO_2^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	HPO_4^{2-}	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	N_{gesamt}
Halle (Ost)	3,8	0,2	12,4	7,5	0,6	5,3	1,5	2,1	5,6	0,5	6,9
Kapenmühle	2,5	0,1	11,2	7,0	1,1	7,1	1,4	3,4	1,9	0,5	8,1
Zartau	4,5	0,1	13,6	8,0	2,0	9,5	2,7	1,9	1,6	0,6	10,5
Piesteritz	5,5	4,5	19,3	12,0	1,1	53,3	2,9	1,1	4,0	0,5	45,8
Thießen	2,8	0,2	13,6	7,4	0,8	8,2	1,7	1,4	1,6	0,4	9,4

Tabelle A 38: Depositionsmessungen mit nicht temperierten Bulk-Sammlern im Jahr 2015 (LWF-Niederschlagssammlern)

Jahresmittel der Anionen und Kationen in kg/(ha*a)											
	Anionen					Kationen					
	Cl^-	NO_2^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	HPO_4^{2-}	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	N_{gesamt}
Halle (Ost)	2,7	0,1	11,3	7,6	2,4	4,9	1,4	4,2	4,6	0,6	6,3
Colbitz	2,9	0,1	10,9	6,6	1,2	6,5	1,6	1,5	1,3	0,3	7,5
Drei Annen Hohne	5,3	0,1	12,6	7,1	0,9	6,2	3,4	2,0	1,9	0,6	7,6
Wittenberg	5,6	0,3	20,9	9,8	1,9	14,2	3,3	4,8	2,5	0,6	15,8
Zartau	4,2	0,1	13,1	7,6	1,6	7,4	2,5	1,4	1,7	0,5	8,7

Tabelle A 39: pH-Werte, Leitfähigkeiten und Nassdeposition im Jahr 2015

	Halle (Ost)	Weißenfels
	kg/(ha*a)	kg/(ha*a)
Chlorid	1,4	1,2
Sulfat	4,7	4,5
Nitrit	0,1	0,0
Nitrat	8,6	8,1
Hydrogenphosphat	0,4	0,0
Ammonium	4,0	4,1
Natrium	0,8	0,7
Kalium	0,4	0,3
Calcium	1,1	0,9
Magnesium	0,1	0,1
Stickstoff	5,0	5,0
Schwefel	1,6	1,5
Leitfähigkeit in µS/cm	14,4	12,3
pH-Wert	5,1	5,2
Niederschlag in mm	437	447

Tabelle A 40: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2015 (Bergerhoff)

Kongenere	HET 45 (Hettstedt, Museum)				HET 46 (Hettstedt, Pappelweg)				ASL 42 (Aschersleben, Schierstedter Str.)				BTF 20 (Wolfen, Thalheimer Str.)			
	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15[2]	4/15[2]	1/15	2/15	3/15[2]	4/15[2]	1/15	2/15	3/15[2]	4/15[2]
2378-TCDD	≤ 0,0002	0,0002	0,0009	0,0004	≤ 0,0002	0,0004			≤ 0,0003	≤ 0,0003			≤ 0,0002	0,0003		
12378-PeCDD	0,0007	0,0015	0,0010	0,0014	0,0010	0,0010			≤ 0,0005	≤ 0,0005			≤ 0,0004	≤ 0,0004		
123478-HxCDD	0,0023	0,0010	0,0033	0,0014	0,0019	≤ 0,0006			≤ 0,0008	≤ 0,0012			≤ 0,0005	≤ 0,0008		
123678-HxCDD	0,0036	0,0015	0,0016	0,0032	0,0015	0,0014			≤ 0,0009	≤ 0,0012			0,0014	≤ 0,0009		
123789-HxCDD	≤ 0,0008	0,0005	≤ 0,0012	0,0006	0,0014	0,0009			≤ 0,0008	≤ 0,0010			0,0008	0,0008		
1234678-HpCDD	0,0270	0,0160	0,0310	0,0260	0,0250	0,0110			0,0088	0,0046			0,0130	0,0100		
12346789-OCDD	0,0890	0,0550	0,0860	0,1200	0,0670	0,0400			0,0280	0,0170			0,0460	0,0770		
2378-TCDF	0,0031	0,0026	0,0074	0,0068	0,0040	0,0025			0,0011	0,0017			0,0023	0,0012		
12378-PeCDF + 12348-PeCDF[1]	0,0038	0,0059	0,0160	0,0064	0,0043	0,0046			0,0008	0,0010			0,0023	0,0011		
23478-PeCDF	0,0060	0,0045	0,0110	0,0078	0,0058	0,0031			0,0009	0,0006			0,0021	0,0009		
123478-HxCDF + 123479-HxCDF[1]	0,0055	0,0130	0,0230	0,0084	0,0060	0,0040			0,0014	0,0008			0,0033	0,0020		
123678-HxCDF	0,0043	0,0081	0,0190	0,0082	0,0048	0,0042			0,0009	0,0010			0,0026	0,0028		
123789-HxCDF	0,0015	0,0036	0,0100	0,0024	0,0009	≤ 0,0005			≤ 0,0006	≤ 0,0007			0,0020	≤ 0,0006		
234678-HxCDF	0,0082	0,0120	0,0210	0,0049	0,0082	0,0053			0,0013	0,0006			0,0016	0,0013		
1234678-HpCDF	0,0290	0,0590	0,1100	0,0280	0,0240	0,0190			0,0051	0,0033			0,0094	0,0048		
1234789-HpCDF	0,0046	0,0098	0,0180	0,0044	0,0032	0,0027			0,0007	0,0002			0,0011	0,0007		
12346789-OCDF	0,0530	0,1200	0,1900	0,0470	0,0300	0,0260			0,0065	0,0030			0,0084	0,0057		
Summe WHO-TEQ (2005)	0,006	0,008	0,016	0,009	0,006	0,005			0,002	0,002			0,003	0,002		
pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	2,5	3,2	4,5	2,0	2,5	1,8			1,1	0,7			1,5	0,7		
JMW pg I-TEQ (NATO/CCMS)/(m²d) nach I-TEF1988	3,3															
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998	3,5															
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	3,0															

[1] gaschromatographisch mit der Kapillarsäule DB - Dioxin nicht trennbare Kongenere
[2] Messungen am Standort HET 46, ASL42 und BTF 20 wurden am 1.7.15 beendet

Tabelle A 41: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2015 (Bergerhoff)

Kongenere	MER 100 (Großkayna, MUEG-Deponie)				HAL 34 (Halle Reideburger Str., LAU)				ZAR (Zartau, Waldmessstation)			
	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15
2378-TCDD	0,0003	≤ 0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	≤0,0002	0,0004	≤ 0,0004	≤ 0,0002	≤ 0,0004	≤ 0,0003	0,0003
12378-PeCDD	≤ 0,0004	0,0005	0,0011	0,0004	0,0009	≤0,0005	0,0008	0,0007	≤ 0,0002	≤ 0,0006	≤ 0,0005	0,0006
123478-HxCDD	0,0005	≤ 0,0011	0,0017	0,0012	0,0005	≤0,0008	≤ 0,0001	0,0012	≤ 0,0004	≤ 0,0010	≤ 0,0010	0,0011
123678-HxCDD	0,0020	0,0014	0,0018	0,0025	0,0019	0,0015	0,0009	0,0036	0,0015	≤ 0,0012	≤ 0,0010	0,0030
123789-HxCDD	0,0016	≤ 0,0008	0,0027	0,0012	0,0023	≤0,0008	≤ 0,0001	0,0022	0,0013	≤ 0,0010	≤ 0,0011	0,0023
1234678-HpCDD	0,0210	0,0077	0,0200	0,0210	0,0200	0,0114	0,0195	0,0305	0,0150	0,0044	0,0030	0,0270
12346789-OCDD	0,0800	0,0400	0,1100	0,0940	0,0800	0,0850	0,1350	0,1040	0,0520	0,0220	0,0150	0,0830
2378-TCDF	0,0019	0,0013	0,0036	0,0028	0,0034	0,0009	0,0028	0,0034	0,0019	0,0009	0,0019	0,0029
12378-PeCDF + 12348-PeCDF[1]	0,0037	0,0022	0,0060	0,0030	0,0028	0,0014	0,0016	0,0037	0,0013	0,0009	0,0006	0,0039
23478-PeCDF	0,0039	0,0022	0,0035	0,0029	0,0027	0,0011	0,0012	0,0043	0,0017	0,0011	0,0003	0,0037
123478-HxCDF + 123479-HxCDF[1]	0,0074	0,0017	0,0074	0,0045	0,0030	0,0010	0,0014	0,0059	0,0015	0,0022	≤ 0,0006	0,0034
123678-HxCDF	0,0069	0,0028	0,0070	0,0039	0,0027	0,0010	0,0018	0,0043	0,0014	≤ 0,0005	0,0007	0,0040
123789-HxCDF	0,0021	≤ 0,0007	0,0041	0,0018	0,0004	≤0,0008	≤ 0,0012	0,0022	≤ 0,0003	≤ 0,0008	≤ 0,0009	0,0018
234678-HxCDF	0,0068	0,0029	0,0049	0,0029	0,0020	0,0012	0,0020	0,0045	0,0020	0,0009	0,0007	0,0022
1234678-HpCDF	0,0280	0,0110	0,0320	0,0180	0,0089	0,0039	0,0067	0,0195	0,0061	0,0061	0,0021	0,0150
1234789-HpCDF	0,0033	0,0010	0,0035	0,0020	0,0010	0,0005	0,0010	0,0024	0,0008	0,0007	0,0008	0,0020
12346789-OCDF	0,0250	0,0098	0,0730	0,0170	0,0075	0,0061	0,0115	0,0170	0,0060	0,0054	0,0036	0,0140
Summe WHO-TEQ (2005)	0,005	0,003	0,007	0,004	0,004	0,002	0,003	0,006	0,002	0,002	0,002	0,005
pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	2,9	1,2	1,7	1,1	2,2	0,8	0,7	1,5	1,1	0,9	0,5	1,8
JMW pg I-TEQ (NATO/CCMS)/(m²d) nach I-TEF1988	1,8				1,3				1,1			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998	1,8				1,4				1,2			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	1,6				1,2				1,1			

- [1] gaschromatographisch mit der Kapillarsäule DB - Dioxin nicht trennbare Kongenere

Tabelle A 42: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2015 (Bergerhoff) in der Umgebung der Abfallverbrennungsanlagen

Kongenere	STF (Staßfurt, AVA)				ZOB (Zorbau, AVA)				LEU (Leuna, AVA)			
	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15
2378-TCDD	≤ 0,0002	≤ 0,0005	≤ 0,0006	≤ 0,0003	≤ 0,0002	≤ 0,0007	≤ 0,0005	0,0005	0,0002	≤ 0,0006	≤ 0,0006	0,0004
12378-PeCDD	0,0007	≤ 0,0007	≤ 0,0010	0,0006	≤ 0,0003	≤ 0,0016	≤ 0,0007	0,0015	0,0010	≤ 0,0014	≤ 0,0009	0,0014
123478-HxCDD	≤ 0,0004	≤ 0,0011	≤ 0,0021	0,0011	0,0007	≤ 0,0038	≤ 0,0015	0,0014	0,0013	≤ 0,0028	≤ 0,0013	0,0019
123678-HxCDD	≤ 0,0005	≤ 0,0013	≤ 0,0020	0,0023	0,0011	≤ 0,0025	≤ 0,0017	0,0022	0,0023	≤ 0,0031	≤ 0,0012	0,0069
123789-HxCDD	≤ 0,0004	≤ 0,0009	≤ 0,0025	0,0010	≤ 0,0006	≤ 0,0037	≤ 0,0016	0,0016	≤ 0,0007	≤ 0,0026	≤ 0,0017	0,0057
1234678-HpCDD	0,0076	0,0039	0,0055	0,0220	0,0130	0,0190	0,0061	0,0260	0,0170	0,0200	0,0075	0,0460
12346789-OCDD	0,0260	0,0120	0,0270	0,1000	0,0440	0,1300	0,0270	0,0680	0,0510	0,0950	0,0780	0,1200
2378-TCDF	0,0010	≤ 0,0006	0,0025	0,0021	0,0017	0,0018	0,0026	0,0035	0,0020	0,0015	0,0016	0,0034
12378-PeCDF + 12348-PeCDF[1]	0,0005	≤ 0,0003	0,0015	0,0034	0,0013	0,0024	0,0010	0,0056	0,0018	0,0025	0,0017	0,0034
23478-PeCDF	0,0008	0,0014	0,0014	0,0030	0,0015	0,0009	0,0006	0,0041	0,0024	0,0016	0,0005	0,0048
123478-HxCDF + 123479-HxCDF[1]	0,0007	≤ 0,0007	≤ 0,0010	0,0039	0,0018	0,0037	≤ 0,0007	0,0058	0,0038	0,0024	≤ 0,0007	0,0071
123678-HxCDF	0,0009	≤ 0,0006	≤ 0,0010	0,0036	0,0015	≤ 0,0016	≤ 0,0006	0,0047	0,0035	0,0015	≤ 0,0007	0,0062
123789-HxCDF	≤ 0,0004	≤ 0,0007	≤ 0,0017	0,0029	≤ 0,0005	0,0020	≤ 0,0013	0,0015	≤ 0,0006	≤ 0,0017	≤ 0,0017	0,0036
234678-HxCDF	0,0016	≤ 0,0006	0,0011	0,0034	0,0022	0,0032	≤ 0,0007	0,0041	0,0041	≤ 0,0013	0,0009	0,0046
1234678-HpCDF	0,0041	0,0020	0,0052	0,0160	0,0082	0,0069	0,0030	0,0200	0,0110	0,0097	0,0039	0,0250
1234789-HpCDF	0,0007	0,0002	0,0008	0,0018	0,0009	0,0007	0,0004	0,0022	0,0011	0,0011	0,0004	0,0027
12346789-OCDF	0,0046	0,0028	0,0075	0,0220	0,0450	0,0120	0,0039	0,0130	0,0095	0,0110	0,0077	0,0190
Summe WHO-TEQ (2005)	0,002	0,002	0,004	0,004	0,002	0,005	0,003	0,006	0,004	0,005	0,003	0,008
pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	1,0	0,9	1,0	1,3	1,1	2,0	0,7	1,6	2,1	1,8	0,8	2,0
JMW pg I-TEQ (NATO/CCMS)/(m²d) nach I-TEF1988	1,0				1,4				1,6			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998	1,2				1,5				1,8			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	1,0				1,4				1,7			

- [1] gaschromatographisch mit der Kapillarsäule DB - Dioxin nicht trennbare Kongenere

Tabelle A 43: Kongenerenverteilung der PCDD/F – Depositionen in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2015 (Bergerhoff) in der Umgebung der Abfallverbrennungsanlagen

Kongenere	ROT (Rothensee, AVA)				BBG 7 (Bernburg, AVA)			
	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15
2378-TCDD	≤ 0,0002	≤ 0,0004	≤ 0,0004	≤ 0,0003	≤ 0,0001	≤ 0,0002	≤ 0,0005	0,0003
12378-PeCDD	0,0005	≤ 0,0008	≤ 0,0006	0,0007	≤ 0,0003	≤ 0,0004	≤ 0,0006	0,0015
123478-HxCDD	0,0010	≤ 0,0019	≤ 0,0010	≤ 0,0007	≤ 0,0004	≤ 0,0006	≤ 0,0012	0,0013
123678-HxCDD	0,0006	≤ 0,0016	≤ 0,0017	0,0011	0,0007	≤ 0,0006	≤ 0,0010	0,0029
123789-HxCDD	≤ 0,0003	≤ 0,0016	≤ 0,0010	0,0019	≤ 0,0004	≤ 0,0007	≤ 0,0012	0,0020
1234678-HpCDD	0,0200	0,0048	0,0099	0,0140	0,0072	0,0076	0,0071	0,0200
12346789-OCDD	0,1800	0,0250	0,0610	0,0490	0,0190	0,0260	0,0290	0,0660
2378-TCDF	0,0013	0,0012	0,0034	0,0031	0,0009	0,0017	0,0016	0,0024
12378-PeCDF + 12348-PeCDF[1]	0,0017	0,0020	0,0029	0,0045	0,0008	0,0014	0,0014	0,0038
23478-PeCDF	0,0016	0,0010	0,0015	0,0034	0,0008	0,0009	≤ 0,0004	0,0034
123478-HxCDF + 123479-HxCDF[1]	0,0017	0,0027	0,0022	0,0020	0,0012	0,0009	≤ 0,0007	0,0051
123678-HxCDF	0,0023	0,0014	0,0017	0,0020	0,0006	0,0010	≤ 0,0006	0,0028
123789-HxCDF	0,0003	≤ 0,0010	≤ 0,0010	0,0023	≤ 0,0004	0,0012	≤ 0,0013	0,0017
234678-HxCDF	0,0019	0,0009	0,0006	0,0025	0,0010	0,0007	0,0008	0,0032
1234678-HpCDF	0,0061	0,0042	0,0083	0,0110	0,0037	0,0031	0,0044	0,0190
1234789-HpCDF	0,0008	0,0009	0,0013	0,0021	0,0005	0,0004	0,0007	0,0020
12346789-OCDF	0,0069	0,0080	0,0120	0,0160	0,0043	0,0040	0,0054	0,0190
Summe WHO-TEQ (2005)	0,002	0,003	0,003	0,004	0,001	0,002	0,002	0,006
pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	1,1	1,2	0,8	1,0	0,7	0,7	0,6	1,6
JMW pg I-TEQ (NATO/CCMS)/(m²d) nach I-TEF1988	1,1				0,9			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998	1,2				1,0			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005	1,0				0,9			

- [1] gaschromatographisch mit der Kapillarsäule DB - Dioxin nicht trennbare Kongenere

Tabelle A 44: Kongenerenverteilung der Depositionen dl-PCB in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2015

IUPAC Nr.	Kongenere	HET 45 (Hettstedt, Museum)				HET 46 (Hettstedt, Pappelweg)				ASL 42 (Aschersleben, Schierstedter Str.)			
		1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15[1]	4/15[1]	1/15	2/15	3/15[1]	4/15[1]
77	33'44' - TCB	0,09	0,07	0,12	0,09	0,08	0,03			0,05	0,03		
81	344'5 - TCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			0,01	0,01		
105	233'44' - PeCB	0,25	0,20	0,24	0,15	0,30	0,09			0,17	0,06		
114	2344'5 - PeCB	0,01	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01			0,01	0,01		
118	23'44'5 - PeCB	0,49	0,51	0,72	0,52	0,55	0,27			0,32	0,21		
123	2'344'5 - PeCB	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01			0,01	0,01		
126	33'44'5 - PeCB	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01			0,01	0,01		
156	233'44'5 - HxCB	0,06	0,15	0,12	0,09	0,07	0,07			0,03	0,04		
157	233'44'5' - HxCB	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02			0,01	0,01		
167	23'44'55' - HxCB	0,03	0,08	0,06	0,04	0,03	0,03			0,02	0,02		
169	33'44'55' - HxCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			0,01	0,01		
189	233'44'55' - HpCB	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02			0,01	0,01		
Quartalswerte in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF2005		0,4	0,9	0,6	0,4	0,4	0,4			0,1	0,1		
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998		0,6											
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005		0,6											

IUPAC Nr.	Kongenere	BTF 20 (Wolfen, Thalheimer Str.)				MER 100 (Großkayna, MUEG-Deponie)				HAL 34 (Halle Reideburger Str., LAU)			
		1/15	2/15	3/15[1]	4/15[1]	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15
77	33'44' - TCB	0,06	0,03			0,06	0,03	0,07	0,09	0,08	0,04	0,08	0,08
81	344'5 - TCB	0,01	0,01			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
105	233'44' - PeCB	0,19	0,09			0,20	0,08	0,11	0,15	0,25	0,12	0,20	0,15
114	2344'5 - PeCB	0,01	0,01			0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
118	23'44'5 - PeCB	0,39	0,28			0,40	0,21	0,33	0,44	0,49	0,42	0,64	0,50
123	2'344'5 - PeCB	0,02	0,01			0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03
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
156	233'44'5 -HxCB	0,04	0,05			0,04	0,03	0,08	0,04	0,06	0,13	0,15	0,07
157	233'44'5' - HxCB	0,01	0,01			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01
167	23'44'55' - HxCB	0,02	0,03			0,02	0,02	0,06	0,02	0,03	0,06	0,08	0,03
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
189	233'44'55' - HpCB	0,01	0,01			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Quartalswerte in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF2005		0,2	0,1			0,2	0,2	0,3	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998						0,2				0,3			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005						0,2				0,3			

[1] Messungen am Standort HET 46, ASL42 und BTF 20 wurden am 1.7.2015 beendet

Tabelle A 45: Kongenerenverteilung der Depositionen dl-PCB in ng/Probe in den Quartalsproben des Jahres 2015

IUPAC Nr.	Kongenere	STF (Staßfurt, AVA)				ZOB (Zorbau, AVA)				LEU (Leuna, AVA)			
		1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15
77	33'44' - TCB	0,04	0,02	0,05	0,09	0,05	0,05	0,05	0,08	0,05	0,04	0,03	0,07
81	344'5 - TCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01
106	233'44' - PeCB	0,14	0,05	0,10	0,14	0,22	0,19	0,12	0,14	0,20	0,08	0,07	0,12
114	2344'5 - PeCB	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
118	23'44'5 - PeCB	0,33	0,38	0,34	0,49	0,44	0,54	0,38	0,42	0,40	0,26	0,34	0,41
123	2'344'5 - PeCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
126	33'44'5 - PeCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01
156	233'44'5 - HxCB	0,03	0,04	0,06	0,06	0,04	0,19	0,09	0,05	0,04	0,07	0,07	0,05
157	233'44'5' - HxCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
167	23'44'55' - HxCB	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,09	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	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
189	233'44'55' - HpCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Quartalswerte in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF2005		0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998		0,1				0,2				0,2			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005		0,1				0,2				0,2			
IUPAC Nr.	Kongenere	ROT (Rothensee, AVA)				BBG 7 (Bernburg, AVA)				ZAR (Zartau, Waldmessstation)			
77	33'44' - TCB	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15
81	344'5 - TCB	0,05	0,04	0,05	0,17	0,10	0,05	0,06	0,06	0,09	0,03	0,04	0,08
105	233'44' - PeCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
114	2344'5 - PeCB	0,19	0,10	0,14	0,32	0,22	0,11	0,12	0,09	0,25	0,06	0,09	0,12
118	23'44'5 - PeCB	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
123	2'344'5 - PeCB	0,38	0,26	0,38	0,88	0,42	0,35	0,37	0,36	0,49	0,22	0,27	0,42
126	33'44'5 - PeCB	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
156	233'44'5 - 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
157	233'44'5' - HxCB	0,04	0,05	0,08	0,10	0,04	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05
167	23'44'55' - HxCB	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
169	33'44'55' - HxCB	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
189	233'44'55' - HpCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Quartalswerte in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF2005		0,1	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 1998		0,2				0,3				0,2			
Jahresmittel in pg WHO-TEQ/(m²d) nach TEF 2005		0,2				0,3				0,2			

Tabelle A 46: Verteilung der dl-PCB-Leitkongeneren in den Quartalsproben in ng/Probe und Depositionswerte des Jahres 2015 in ng/(m²d) (Bergerhoff)

dl-PCB-Leitkongenere													
IUPAC Nr.	Kongenere	HET 45 (Hettstedt, Museum)				HET 46 (Hettstedt, Pappelweg)				ASL 42 (Aschersleben, Schierstedter Str.)			
		1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15[1]	4/15[1]	1/15	2/15	3/15[1]	4/15[1]
28	244' - TrCB	4,9	4,3	2,1	5,4	5,8	4,1			2,6	4,0		
52	22'55' - TCB	5,9	2,1	1,9	1,9	10,3	2,1			5,2	1,5		
101	22'455' - PeCB	2,4	3,2	1,2	1,4	3,4	2,3			2,0	1,7		
153	22'44'55' - HxCB	1,1	2,1	0,8	0,6	1,5	1,5			1,0	0,9		
138	22'344'5' - HxCB	1,7	3,2	1,2	1,0	2,6	2,4			1,4	1,2		
180	22'344'55' - HpCB	0,6	2,1	0,6	0,3	0,8	1,0			0,5	0,4		
Summe dl-PCB in ng/(m²d)		6,4	6,5	2,2	2,5	9,4	5,1			6,7	3,7		
Mittel in ng/(m²d)		4,4											
IUPAC Nr.	Kongenere	BTF 20 (Wolfen, Thalheimer Str.)				MER 100 (Großkayna, MUEG-Deponie)				HAL 34 (Halle Reideburger Str., LAU)			
		1/15	2/15	3/15[1]	4/15[1]	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15
28	244' - TrCB	4,1	4,5			3,8	4,0	0,9	5,9	3,4	5,0	1,2	4,3
52	22'55' - TCB	7,7	2,3			5,6	2,0	1,9	1,9	6,0	2,1	1,8	2,0
111	22'455' - PeCB	2,4	2,2			2,5	2,2	0,9	1,4	2,6	2,7	1,0	1,4
153	22'44'55' - HxCB	1,1	1,2			1,0	1,0	0,6	0,5	1,7	3,0	1,2	0,7
138	22'344'5' - HxCB	1,9	2,6			1,6	1,0	0,8	0,9	2,9	4,2	1,9	1,0
180	22'344'55' - HpCB	0,7	1,3			0,5	0,5	0,4	0,2	1,0	2,7	1,0	0,4
Deposition dl-PCB in ng/(m²d)		9,1	4,2			8,0	4,1	1,4	2,8	9,4	7,6	2,1	2,5
Mittel in ng/(m²d)						3,8				5,1			
IUPAC Nr.	Kongenere	STF (Staßfurt, AVA)				ZOB (Zorbau, AVA)				LEU (Leuna, AVA)			
		1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15
28	244' - TrCB	4,1	6,1	1,1	4,3	3,7	4,8	0,6	2,8	3,5	4,9	0,3	3,9
52	22'55' - TCB	5,8	4,5	1,0	1,9	7,0	1,9	1,2	1,6	5,5	2,5	1,4	1,7
111	22'455' - PeCB	1,7	5,1	0,6	1,4	2,2	3,7	0,9	1,2	1,8	2,9	1,1	1,3
153	22'44'55' - HxCB	0,8	1,7	0,6	0,6	1,1	3,8	0,7	0,5	0,9	1,4	0,5	0,4
138	22'344'5' - HxCB	1,4	3,0	0,6	0,9	1,9	7,2	0,5	0,8	1,2	3,0	0,6	0,8
180	22'344'55' - HpCB	0,3	0,8	0,4	0,3	0,5	2,7	0,3	0,3	0,4	1,6	0,6	0,3
Deposition dl-PCB in ng/(m²d)		7,5	8,1	1,2	2,8	8,2	9,2	1,1	1,8	6,7	6,2	1,2	2,1
Mittel in ng/(m²d)		4,9				5,0				3,9			
IUPAC Nr.	Kongenere	ROT (Rothensee, AVA)				BBG 7 (Bernburg, AVA)				ZAR (Zartau, Waldmessstation			
		1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15	1/15	2/15	3/15	4/15
28	244' - TrCB	3,6	4,2	1,0	8,4	7,3	5,0	0,6	3,6	3,3	3,9	0,8	4,7
52	22'55' - TCB	5,3	2,1	1,3	3,6	7,9	2,5	0,7	1,7	6,6	1,6	1,6	1,7
111	22'455' - PeCB	1,8	3,0	0,8	2,6	3,0	2,5	0,4	1,3	2,3	1,8	0,8	1,2
153	22'44'55' - HxCB	0,7	1,4	0,6	0,8	1,4	1,1	0,2	0,5	1,0	1,3	0,5	0,6
138	22'344'5' - HxCB	1,0	3,6	0,4	1,5	2,4	3,6	0,4	0,7	1,6	2,1	0,8	0,9
180	22'344'55' - HpCB	0,4	1,0	0,4	0,3	0,8	0,7	0,1	0,3	0,6	1,0	0,3	0,4
Deposition dl-PCB in ng/(m²d)		5,7	6,1	1,3	4,5	11,0	5,9	0,6	2,1	8,1	4,5	1,3	2,9
Mittel in ng/(m²d)		4,4				4,7				4,0			

[1] Messungen am Standort HET 46, ASL42 und BTF 20 wurden am 1.7.2015 beendet

Tabelle A 47: 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 48: 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

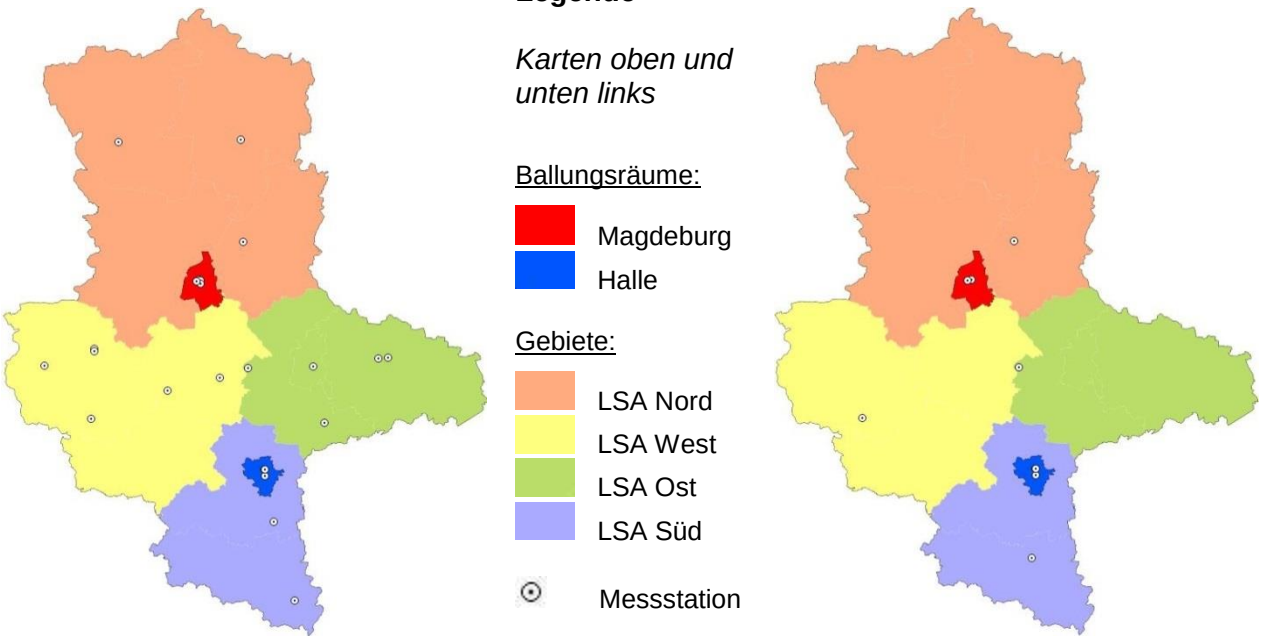
Tabelle A 49: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Jahresmittelwerte in ng/(m²d), temperierter Bulk-Sammler vom Trichter/Flasche-Typ (Eigenbrodt-Sammler)

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

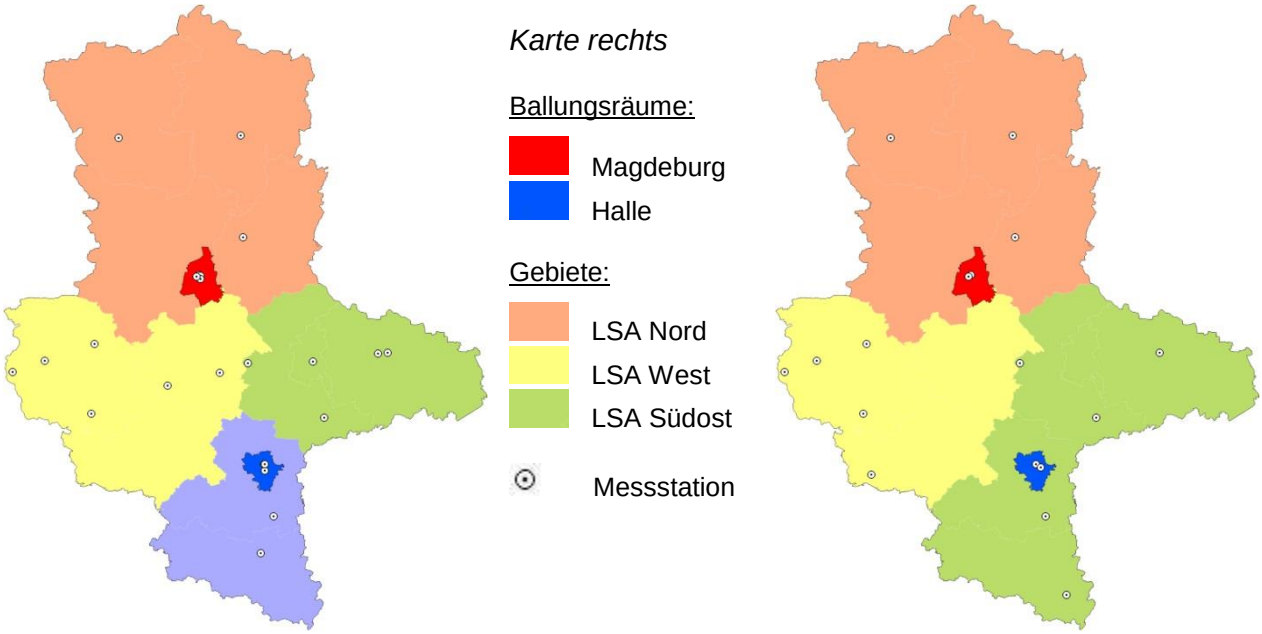
Auswahl der Einzelsubstanzen siehe Abschnitt 2.5.4 Tabelle 22

6 Anhang Abbildungen

Gebietseinteilung für die Beurteilung der Luftqualität in SachsenAnhalt

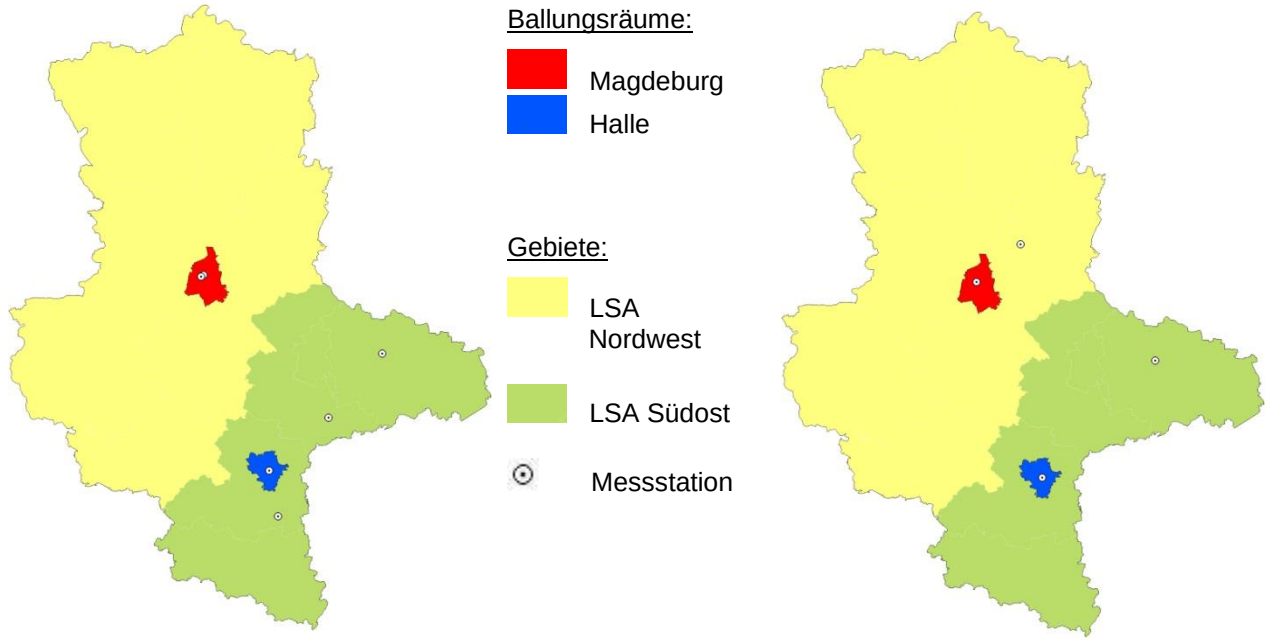


Gebiete für Partikel PM_{10} Gebiete für Partikel $PM_{2,5}$



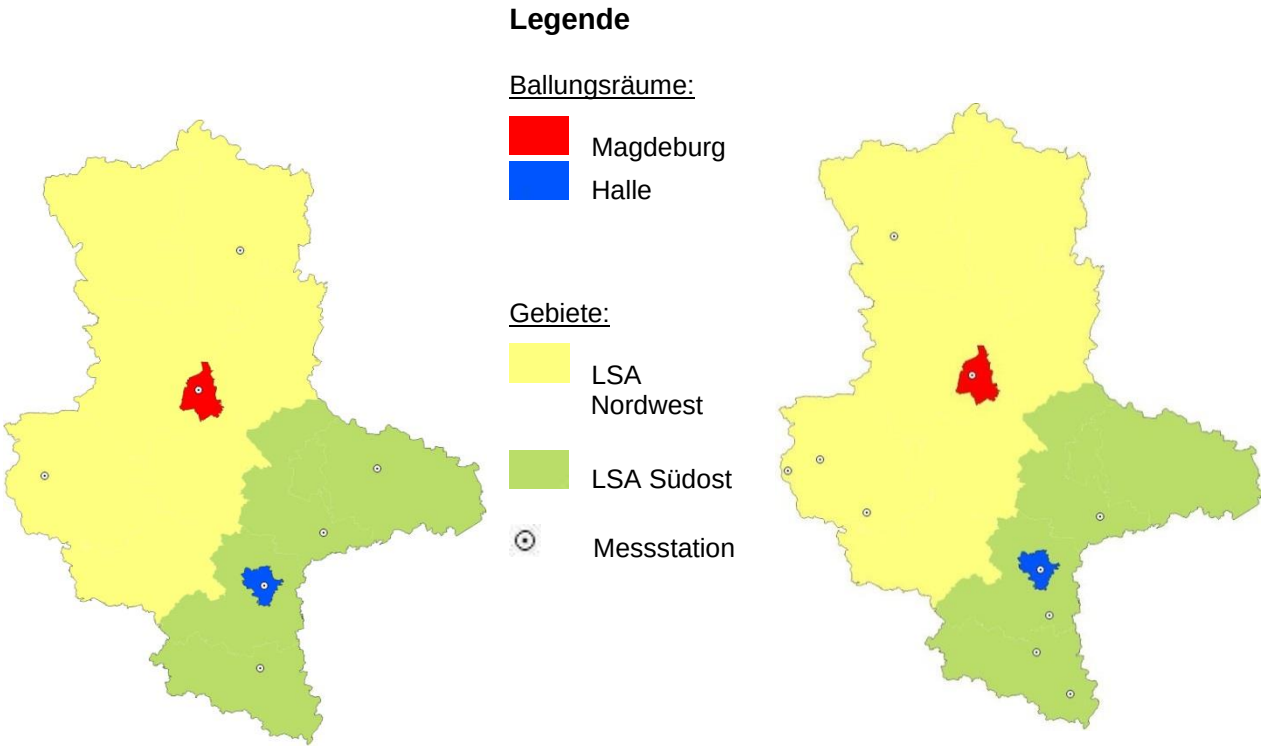
Gebiete für Stickstoffdioxid Gebiete für Ozon

Abbildung A 1: Gebietseinteilung für Partikel (PM_{10}, $PM_{2,5}$), Stickstoffdioxid und Ozon



Gebiete für Benzol

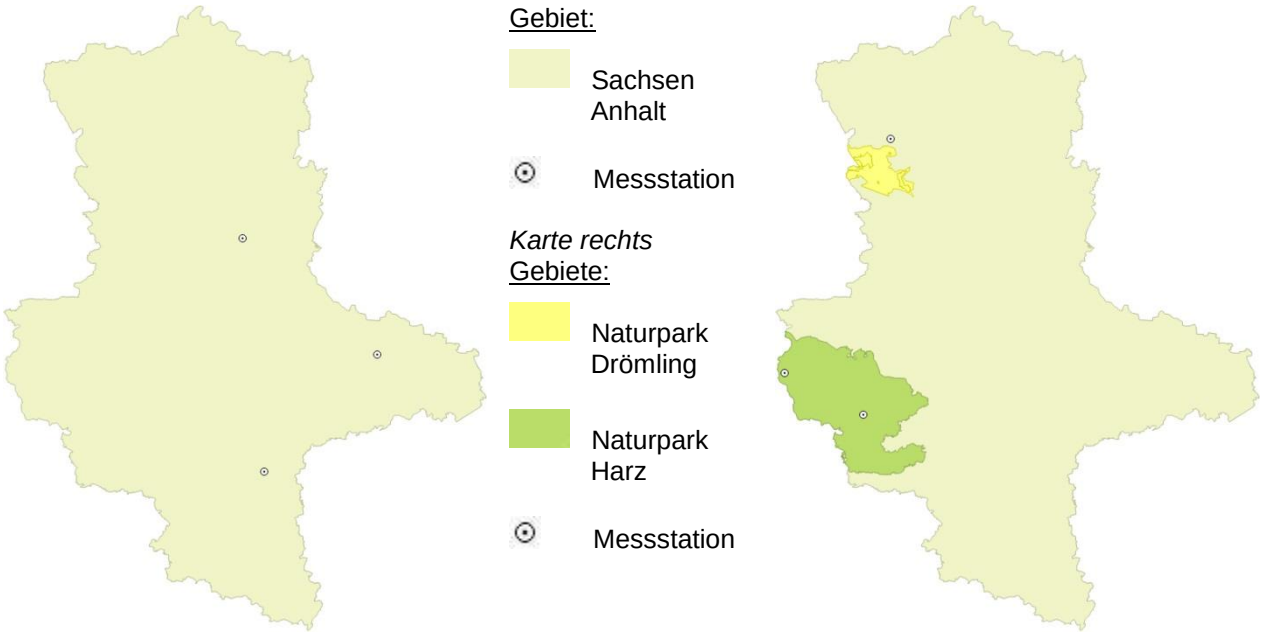
Gebiete für Benzo(a)pyren



Gebiete für Kohlenmonoxid

Gebiete Schwefeldioxid

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



Gebiete für Schwermetalle und Arsen Gebiete Ökosysteme

Abbildung A 3: Gebietseinteilung für Schwermetalle und Arsen sowie Ökosysteme

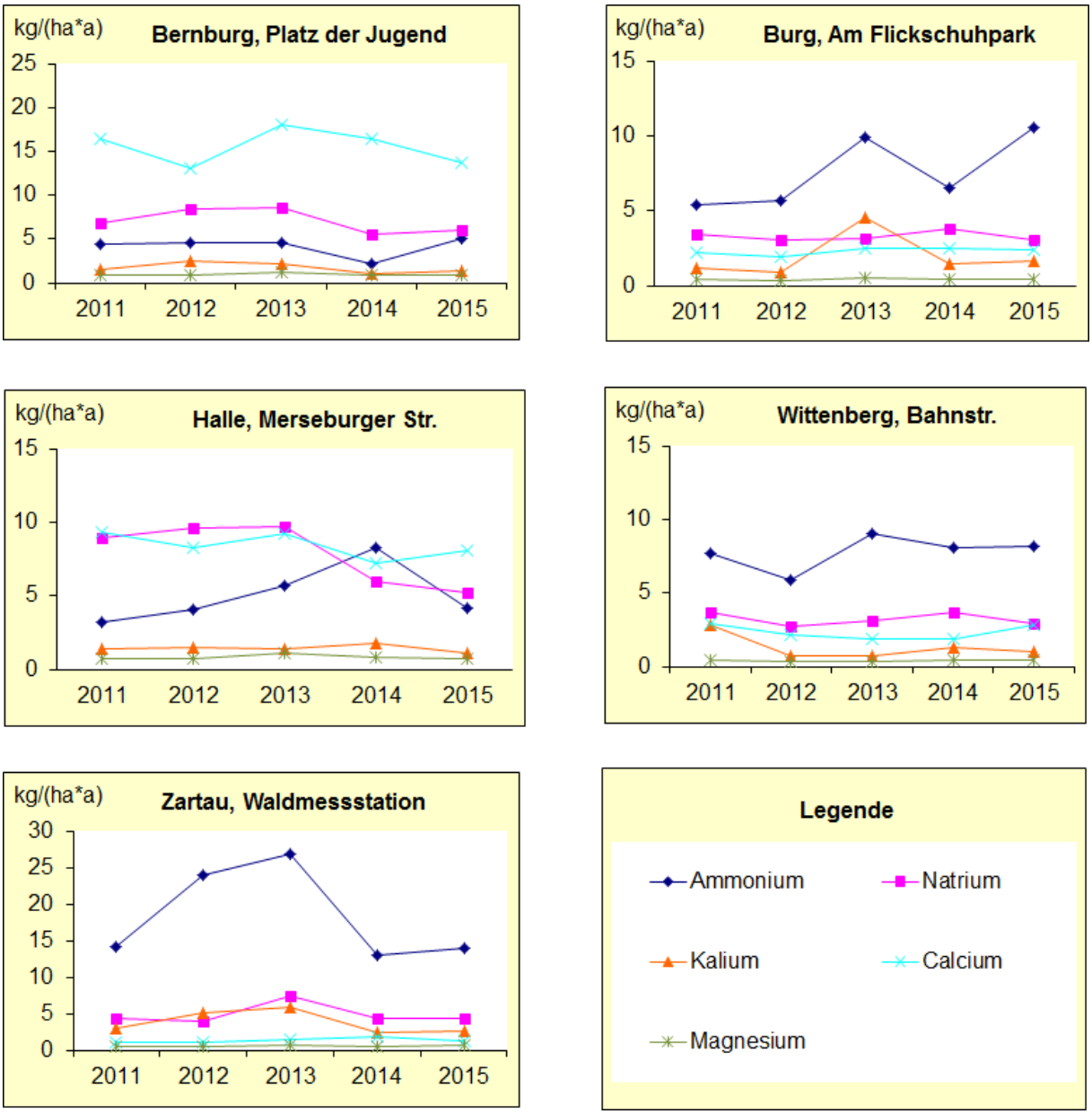


*Abbildung A 4: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen, Jahresvergleich der Kationen in kg/(ha*a)*

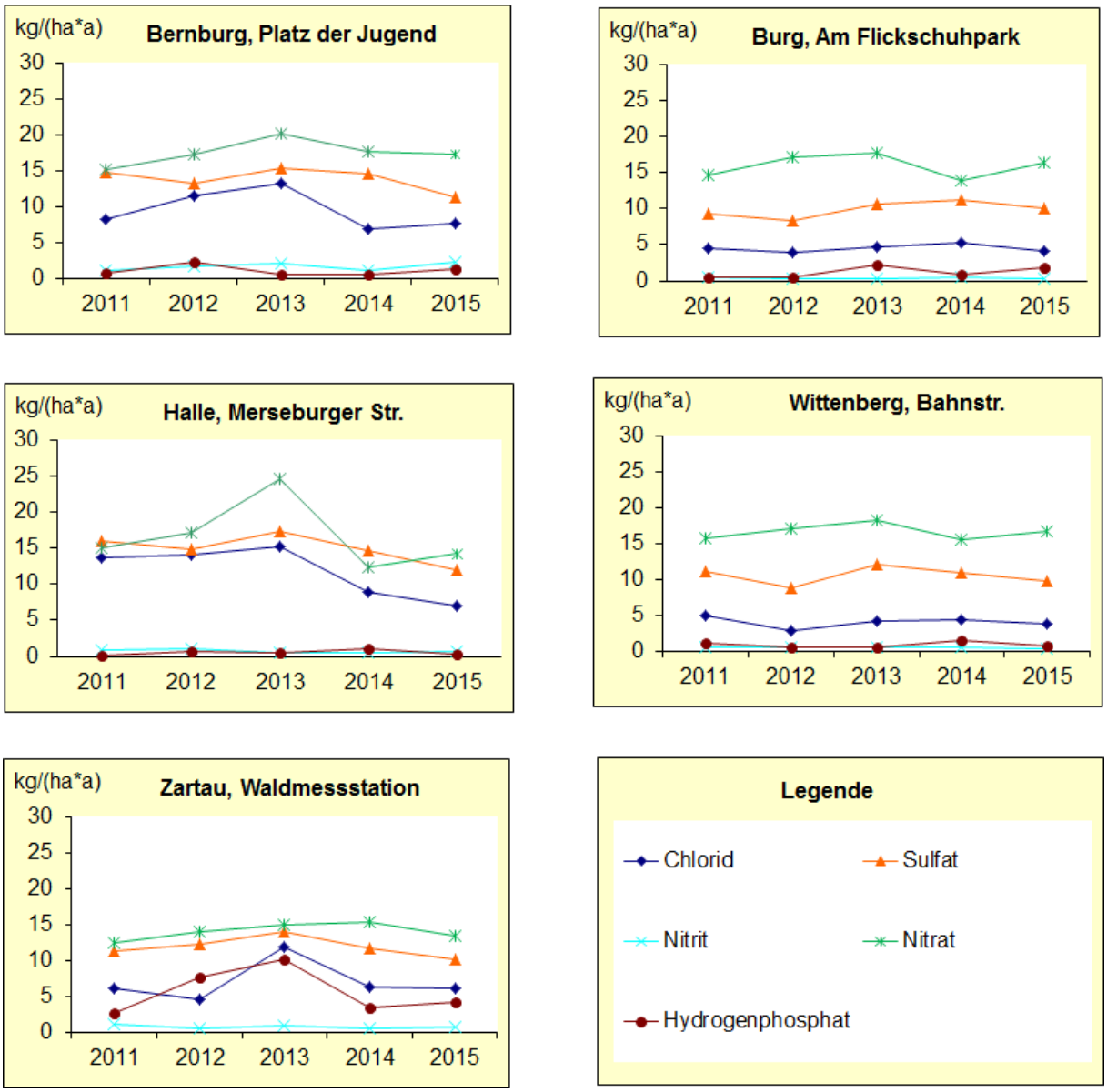


*Abbildung A 5: Depositionsmessungen mit Bergerhoff-Sammlern auf LÜSA-Messstationen, Jahresvergleich der Anionen in kg/(ha*a)*

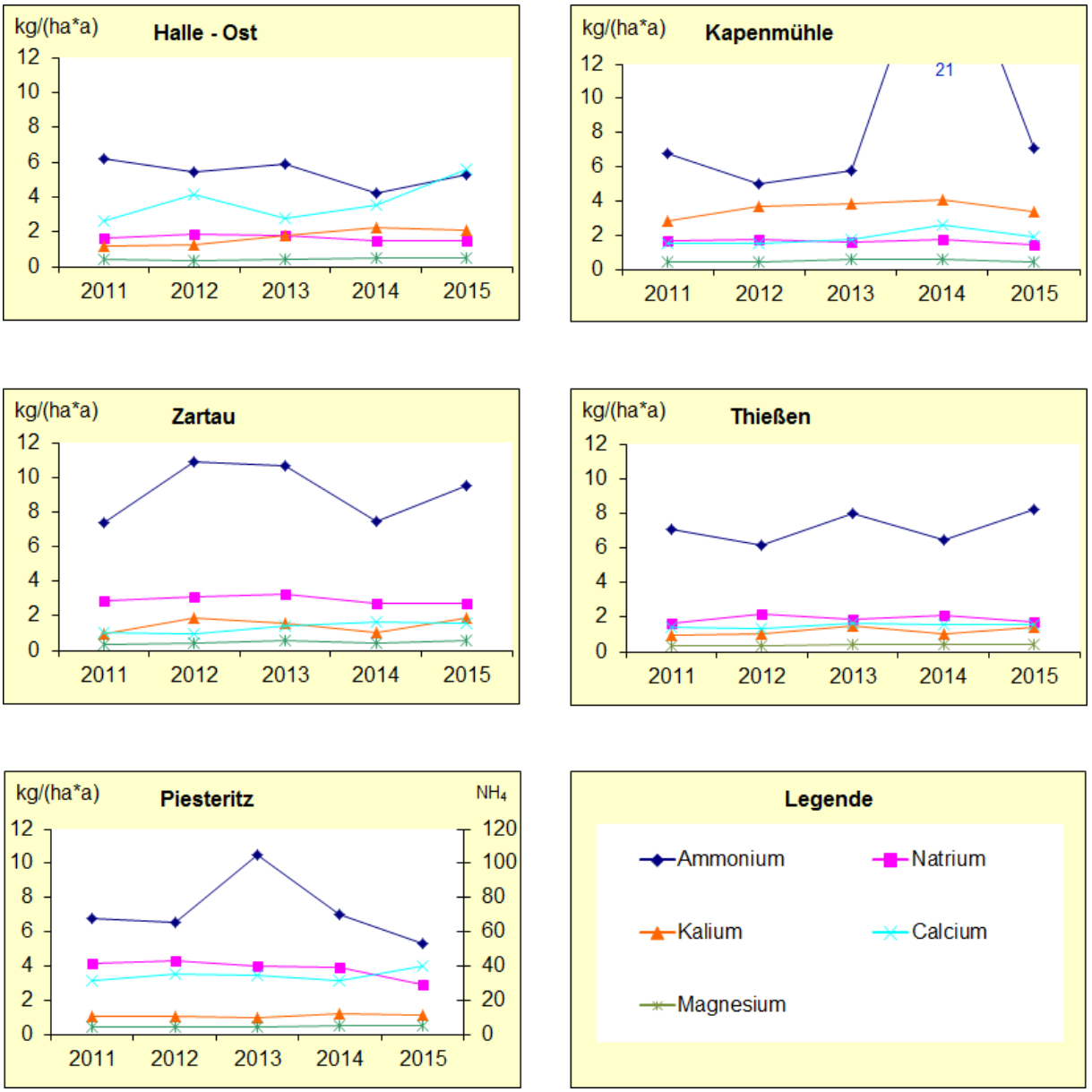


Abbildung A 6: *Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern, Jahresvergleich der Kationen in kg/(ha*a)*

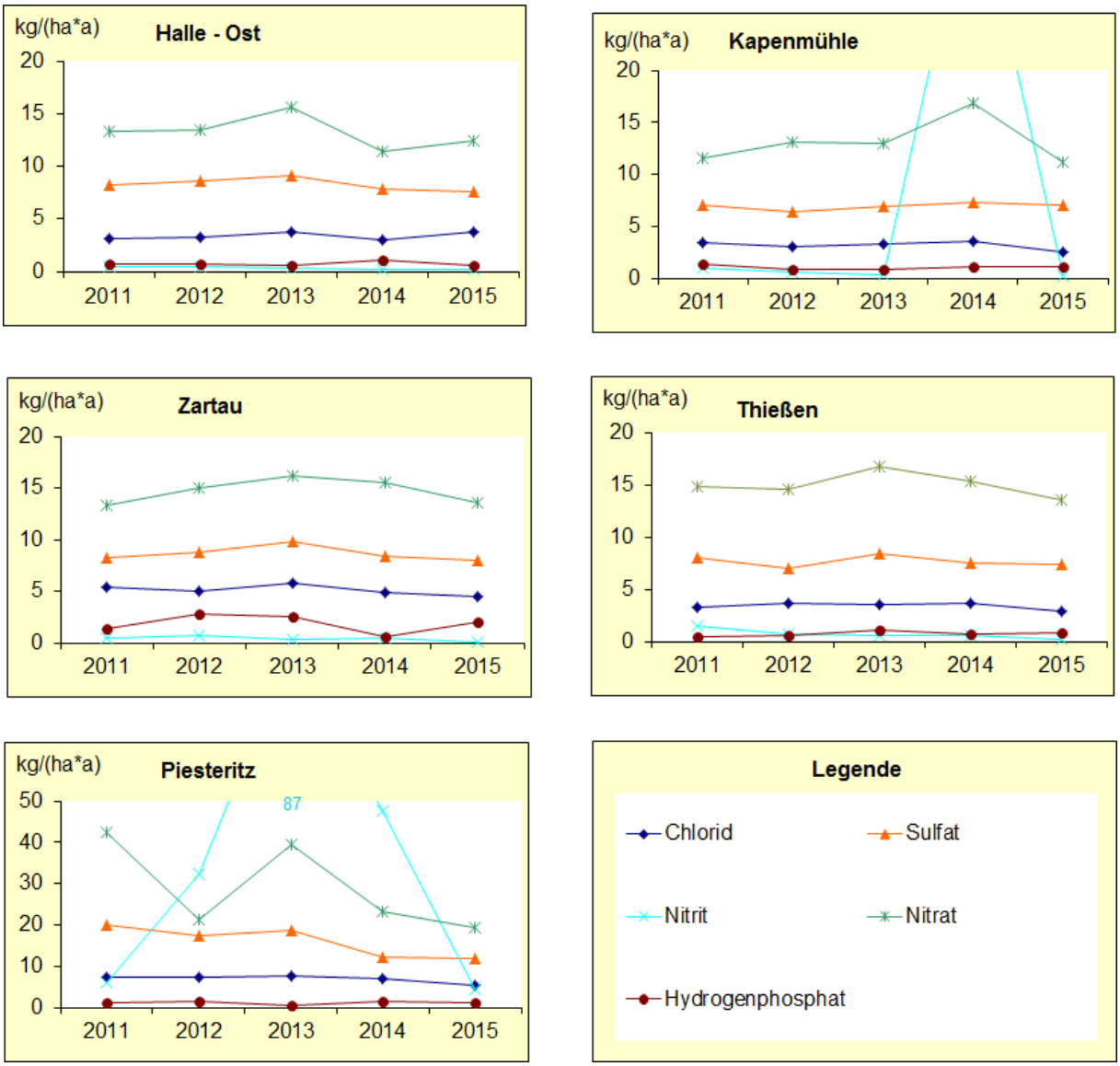


Abbildung A 7: *Depositionsmessungen mit Eigenbrodt-Sammlern, Jahresvergleich der Anionen in kg/(ha*a)*

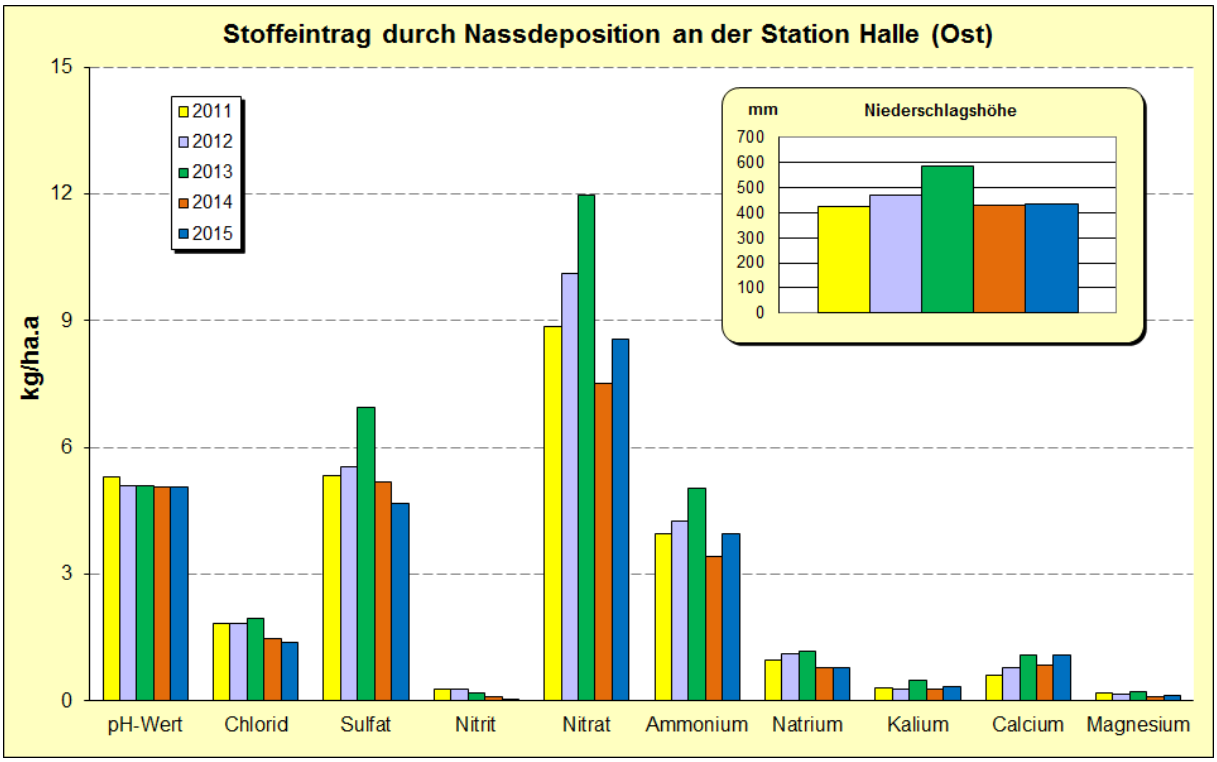


Abbildung A 8: Stoffeintrag durch Nassdeposition an der Station Halle (Ost)

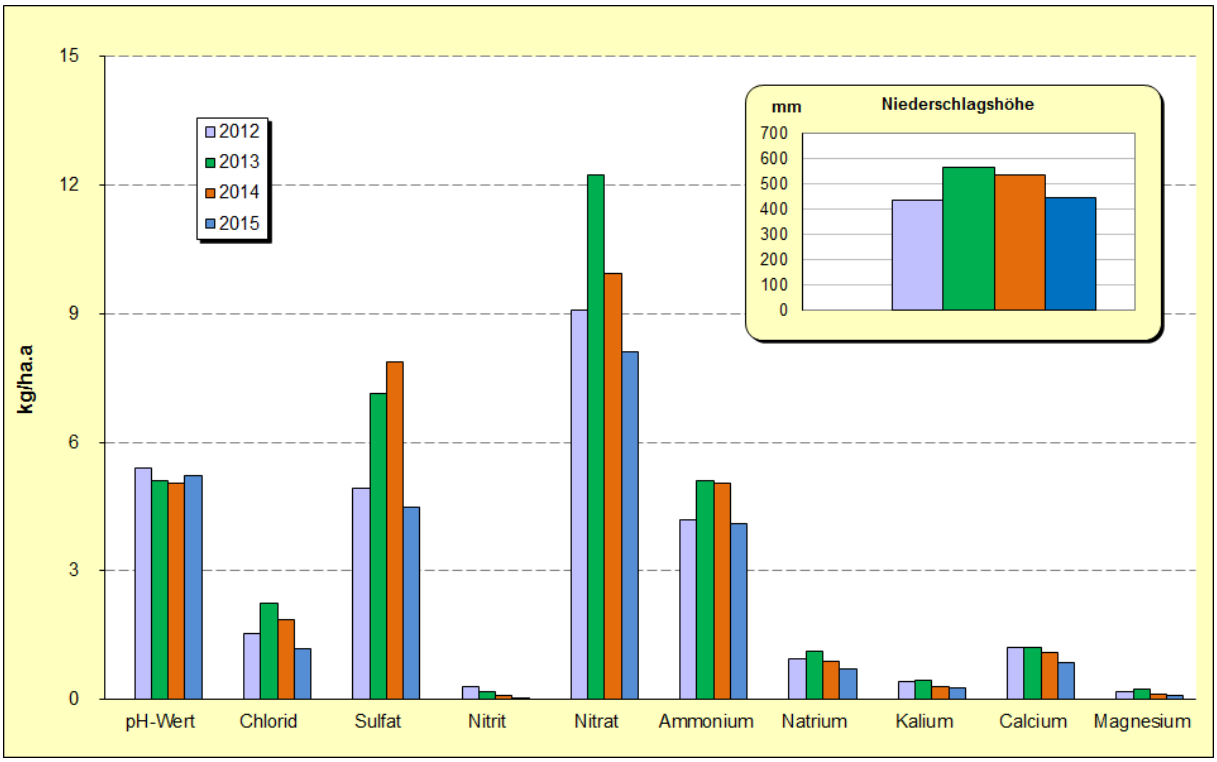


Abbildung A 9: Stoffeintrag durch Nassdeposition an der Station Weißenfels (im Jahr 2011 konnten keine Messwerte erhoben werden)

7 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
PM_{10} 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 Milliardstel Meter) bis zu 100 Mikrometern (µm oder Millionstel Meter) liegen. Staubteilchen mit Durchmessern größer 0,1 µm können durch ihren **aerodynamischen Durchmesser (d_{ae})**[32] 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.

primäre Partikel	***sekundär gebildete Partikel***
anthropogene Quellen	
▪ stationäre Verbrennungsanlagen (Kraftwerke, Abfall) ▪ Industrieprozesse (z. B. Metall- und Stahlerzeugung) ▪ Hausbrand ▪ gewerbliche Prozesse (z. B. Schüttgutumschlag) ▪ mobile Quellen, d. h. jede Verkehrsart (auch Luft- und Schifffahrt), insbesondere aber der Straßenverkehr ▪ offene Verbrennung (Gartenabfall, Landwirtschaft)	▪ stationäre Verbrennungsanlagen ▪ Industrieprozesse ▪ Landwirtschaft Durch diese Quellen werden reaktionsfähige Gase freigesetzt (u. a. Schwefel- und Stickstoffoxide, Ammoniak), die sich über komplexe Reaktionen in der Atmosphäre in sekundäre Staubteilchen umwandeln. Dazu zählen u. a. Ammoniumsulfate und Ammoniumnitrate, die sich an bereits in der Atmosphäre befindlichen feinen Teilchen anlagern und so die Sekundäraerosole bilden.
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

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

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

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

Der AEI für das erste Referenzjahr 2010 ist der Mittelwert der Jahre 2008, 2009 und 2010. In Abhängigkeit von der Höhe des AEI ergibt sich ein gestaffelter Prozentsatz der Reduktionsverpflichtung
(AEI > 18 µg/m^3 = 20 % Reduktion, AEI = 13 - < 18 µg/m^3 = 15 % Reduktion). Das Ergebnis für den AEI 2010 lag in Deutschland bei 16 µg/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.