



LAND
BRANDENBURG

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz

Immissionsschutz



Luftqualität in Brandenburg

Jahresbericht 2019



Landesamt für Umwelt

Herausgeber:

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz (MLUK)
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Henning-von-Tresckow-Str. 2-13, Haus S, 14467 Potsdam
Telefon: +49 (0) 331 866-7237
E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de
Internet: mluk.brandenburg.de oder agrар-umwelt.brandenburg.de

Redaktion:

Landesamt für Umwelt (LfU)
Abteilung Technischer Umweltschutz 1
Referat T14 – Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit
Telefon: +49 (0) 33201 – 442-0
E-Mail: infoline@lfu.brandenburg.de
Internet: lfu.brandenburg.de
Informationen zum Luftgütemessnetz: lfu.brandenburg.de/info/luft-online
Bereitstellung von Luftgütedaten: luftdaten.brandenburg.de

Titelfoto:

Messstation Dallgow-Döberitz © Hannes Brauer

Karte, Layout und Satz:

LGB (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg)

Die Veröffentlichung ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht für Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Unabhängig davon, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Broschüre dem Empfänger zugegangen ist, darf sie, auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl, nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers

Potsdam, Juli 2019

Inhalt

1	Luftreinhalung	4
1.1	Rechtsgrundlagen	4
1.2	Überwachung der Luftqualität in Brandenburg im Jahr 2019.....	5
2	Witterung, Feinstaub und Ozon im Jahresgang	8
3	Immissionen ausgewählter Luftschadstoffe	10
3.1	Feinstaub	10
3.1.1	PM ₁₀	10
3.1.2	PM _{2,5}	12
3.2	Stickstoffdioxid (NO ₂)	13
3.3	Ozon (O ₃)	14
3.4	Schwefeldioxid (SO ₂)	17
3.5	Kohlenmonoxid (CO).....	17
3.6	Flüchtige Kohlenwasserstoffe (Benzol, VOC)	18
3.7	Staubinhaltsstoffe.....	19
3.7.1	Feinstaub (PM ₁₀ -Fraktion)	19
3.7.2	Staubniederschlag und atmosphärische Deposition	22
4	Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe	24
4.1	Emissionen PRTR-pflichtiger Betriebe	24
4.2	Straßenverkehrsemissionen	24
5	Sonderuntersuchungen	30
5.1	Messung ultrafeiner Partikel.....	30
5.2	Ionenmessungen im Land Brandenburg	33
	Literaturverzeichnis	41
	Abkürzungsverzeichnis	43
	Anhang 1 Zusammenfassung der Messergebnisse	45
	Anhang 2 Luftgütemessstellen des Landes Brandenburg.....	46
	Anhang 3 Ergebnisse der Immissionsmessungen	48
	Anhang 4 Verzeichnis der Kenngrößen.....	63

1 Luftreinhaltung

1.1 Rechtsgrundlagen

Der rechtliche Rahmen der Luftreinhaltung und der Überwachung der Luftqualität ist durch die europäische Luftqualitätsrichtlinie (2008/50/EG) [1] in Verbindung mit der sogenannten 4. Tochterrichtlinie (2004/107/EG) [2] in der Fassung der Richtlinie (EU) 2015/1480 [3] vorgegeben. Die Luftqualitätsrichtlinie vom 11.06.2008 regelt die Luftqualitätsstandards für Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Schwefeldioxid, Benzol, Kohlenmonoxid, Blei und Ozon. In der EU-Richtlinie vom 15.12.2004 über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in der Luft sind die Höchstkonzentrationen für diese Schadstoffe festgelegt.

Durch die 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [4] - Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) [5] wurden diese EU-Richtlinien in deutsches Recht umgesetzt. Die 39. BImSchV bildet damit die gesetzliche Grundlage für die Überwachung und Bewertung der Luftqualität in Brandenburg. Für die relevanten Luftschadstoffe sind hier Grenz- und Zielwerte festgelegt.

Tab. 1 Grenzwerte gemäß 39. BImSchV			
Schadstoff	Mittelungszeitraum	Grenzwert	
Stickstoffdioxid	Stunde	200 µg/m ³	maximal 18 Überschreitungen im Kalenderjahr
	Kalenderjahr	40 µg/m ³	
Schwefeldioxid	Stunde	350 µg/m ³	maximal 24 Überschreitungen im Kalenderjahr
	Tag	125 µg/m ³	maximal 3 Überschreitungen im Kalenderjahr
Benzol	Kalenderjahr	5 µg/m ³	
Blei	Kalenderjahr	0,5 µg/m ³	
Kohlenmonoxid	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	10 mg/m ³	
PM ₁₀	Tag	50 µg/m ³	maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr
	Kalenderjahr	40 µg/m ³	
PM _{2,5}	Kalenderjahr	25 µg/m ³	

Tab. 2		Zielwerte für Ozon gemäß 39. BImSchV	
Schutzziel	Mittelungszeitraum	Zielwert	
Gesundheit	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	120 µg/m³	maximal 25 Überschreitungen im Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre
	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag innerhalb eines Kalenderjahres	120 µg/m³	langfristiges Ziel
Vegetation	Mai bis Juli	AOT40	berechnet anhand von 1-Stunden-Mittelwerten, 18.000 (µg/m³)·h, gemittelt über 5 Jahre
		AOT40	berechnet anhand von 1-Stunden-Mittelwerten, 6.000 (µg/m³)·h (langfristiges Ziel)

1.2 Überwachung der Luftqualität in Brandenburg im Jahr 2019

Das Landesamt für Umwelt überwacht gem. § 44 BImSchG i.V.m. § 1 ImSchZV [6] unter Beachtung der 39. BImSchV und der grundlegenden Europäischen Gesetzgebung (vgl. Kap. 1.1) die Luftqualität im Land Brandenburg. Diese Überwachung wird seit 1991 durch das Luftgütemessnetz Brandenburg realisiert. An ausgewählten Messpunkten wird kontinuierlich die Konzentration verschiedener Luftschadstoffe gemessen. Nach der Ratsentscheidung zum Datenaustausch (97/101/EG, Änderung vom 12. Dezember 2011 [7]) werden alle Messstellen nach ihrer Umgebung in städtische, vorstädtische bzw. ländliche Stationen und zusätzlich nach der Art ihrer hauptsächlichsten Belastung in Hintergrundstationen, verkehrsbezogene Messstationen bzw. Messstationen mit industriellem Bezug klassifiziert. An den Messstellen werden bei unterschiedlichem Ausstattungsgrad die Schadstoffe Ozon, Stickstoffoxide, Feinstaub (PM₁₀/PM_{2,5}), Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid sowie meteorologische Parameter durch kontinuierlich messende Geräte erfasst. Hinzu kommen Probenahmegeräte für weitere im Labor zu ermittelnde Schadstoffe.

Zum Ende des Jahres 2019 waren 25 Messstellen im automatischen Luftgütemessnetz Brandenburg, davon sieben verkehrsbezogene Messstellen, in Betrieb. Der bereits im Dezember 2018 aufgebaute Messcontainer in Luckenwalde im städtischen Hintergrund wurde zu Beginn des Jahres 2019 vollständig in Betrieb genommen. Zusätzlich wurde der Messcontainer in Dallgow-Döberitz im vorstädtischen Hintergrund im Juni 2019 aufgebaut und schrittweise in Betrieb genommen. Ausgewertet wurden auch die Daten der Station Neuglobsow, die im ländlichen Hintergrund im Norden Brandenburgs gelegen ist und zum Messnetz des Umweltbundesamtes gehört.

Zusätzlich sind die Ergebnisse der Station Schönefeld, Flughafen veröffentlicht. Diese Messstelle wird von der Betreibergesellschaft des Flughafens Berlin-Brandenburg nach den Anforderungen des Planfeststellungsbeschlusses [8] und den Standards des Landesmessnetzes betrieben.

Im Jahr 2019 wurden 17 Standard-Staubniederschlagsmessstellen betrieben; alle ca. 200 Monatsproben wurden auf Spurenmetalle untersucht. Die Bestimmung der PAK-Deposition (Polyzyklische Aromatische Kohlenwas-

serstoffe) wurde planmäßig an den drei bestehenden Messorten (Cottbus, Meisenweg; Potsdam-Zentrum und Hasenholz (Buckow)) fortgesetzt.

Manuelle Feinstaubmessungen (PM_{10} bzw. $PM_{2,5}$) wurden mit 15 Messgeräten durchgeführt. Insgesamt wurden circa 5500 Filter bestaubt, von denen etwa 800 Filter auf Spurenmetalle, etwa 200 Proben auf PAK und Ruß und ca. 365 Filter auf Ionen untersucht wurden. Die Inhaltsstoff-Analysen erfolgten z. T. als Wochenmischproben und z. T. als Einzelproben an ausgewählten Tagen. Daneben wurden insbesondere an den verkehrsbezogenen Messpunkten Probenahmen zur Bestimmung von Benzol, Toluol, Ethylbenzen und Xylen (BTX) realisiert (fünf Messpunkte mittels passiver Probenahme, zwei Messpunkte parallel mittels aktiver Probenahme). Zwei weitere Messpunkte im vorstädtischen Hintergrund wurden mittels aktiver Probenahme beprobt, einer davon um zusätzlich weitere flüchtige Kohlenwasserstoffe zu ermitteln (VOC (aktiv)). Die Wägung der bestaubten Filter und die Analysen der Inhaltsstoffe im Staub sowie der Gehalte von BTX und VOC wurden durch das Landeslabor Berlin-Brandenburg (LLBB) vorgenommen.

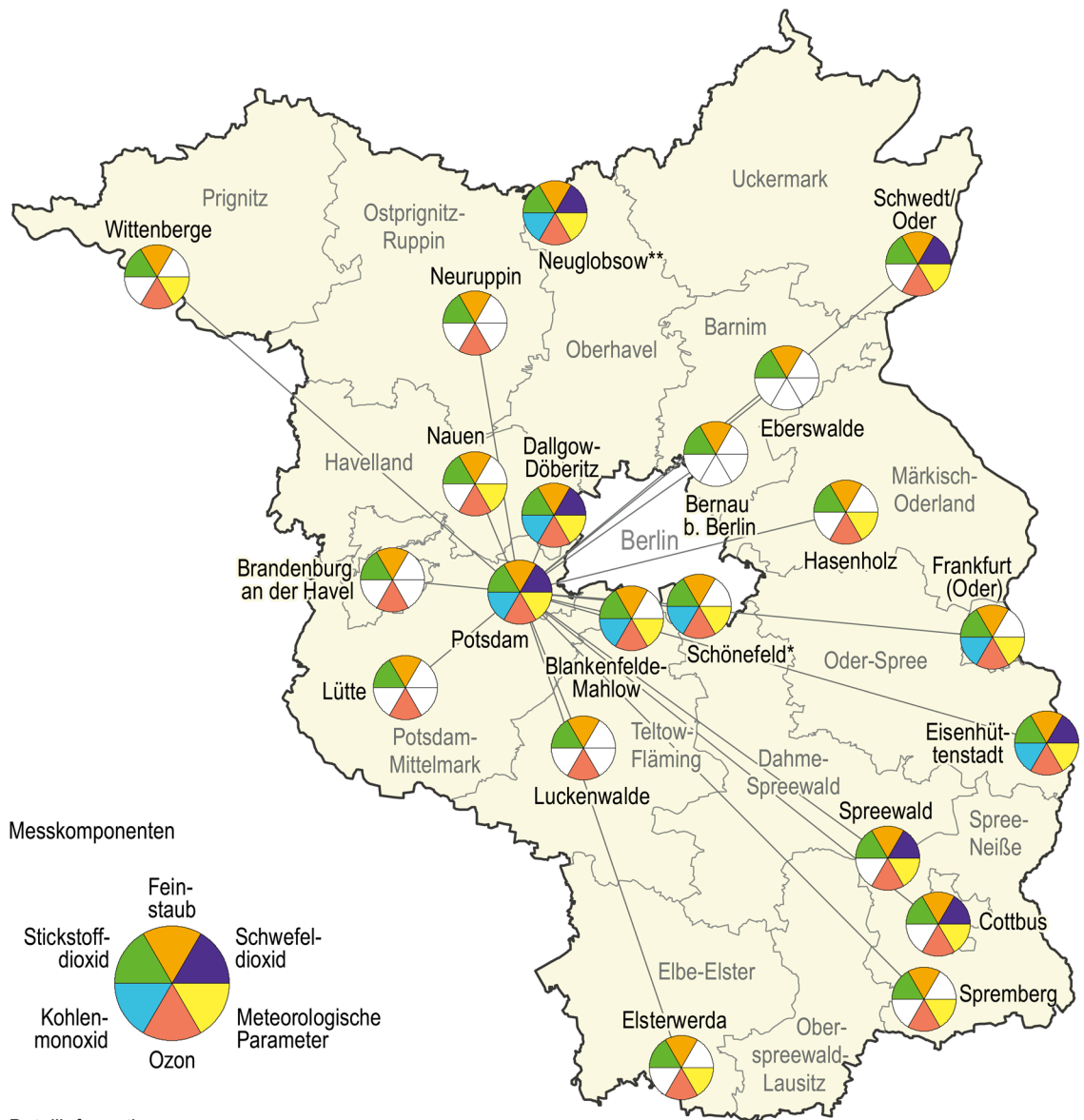
Im vorliegenden Bericht erfolgt die Zusammenfassung und Bewertung der wichtigsten Luftverunreinigungs-komponenten für das Jahr 2019.

Aktuelle Daten und Informationen sowie Auswertungen auf Monats- und Jahresbasis und Details zu den Stationen finden sich auch im Internet unter luftdaten.brandenburg.de.

Aktuelle Messwerte stehen darüber hinaus auch im Teletext des Rundfunks Berlin-Brandenburg RBB auf den Seiten 177 und 178 zur Verfügung.

Abb. 1

Übersichtskarte über das Luftgütemessnetz



Messkomponenten



Detailinformationen:

<https://luftdaten.brandenburg.de>

* Betreiber: Flughafengesellschaft Berlin-Brandenburg (FBB)

** Betreiber: Umweltbundesamt (UBA)

0 15 30 km

— Landesgrenze

— Kreisgrenze

Stand: 31.12.2019

Datenquelle: LfU - Luftqualität, Nachhaltigkeit
Geobasisdaten: © Geobasis-DE/BKG 2019

2 Witterung, Feinstaub und Ozon im Jahresgang

Die im Jahresverlauf unterschiedliche Witterung beeinflusst die Immissionsverhältnisse direkt über die Schadstoffausbreitungsbedingungen (Transportvorgänge, Luftchemie) sowie indirekt über das Temperaturregime (Heizungsemissionen, Photochemie). Deshalb werden nachfolgend die Charakteristika meteorologischer und lufthygienischer Jahresgänge in ihrem Zusammenhang kurz dargestellt.

Das Jahr 2019 war das zweite Jahr in Folge mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen und ausgeprägter Trockenheit [9]. Außer im Mai lagen die Temperaturmittelwerte in allen Monaten über dem 30-jährigen Mittel des Referenzzeitraums 1981–2010, besonders auffällig sind die Abweichungen im Februar (3,3 K), Juni (5,3 K) und Dezember (3 K) (Abb. 2).

Sieben der zwölf Monate wiesen gegenüber der Referenzperiode ein Niederschlagsdefizit auf. Besonders trocken waren Februar, April, August und Dezember. Überdurchschnittliche Regenmengen fielen im Januar, März, September und Oktober. Die Jahresniederschlagsmenge lag um 72 mm niedriger als im Referenzzeitraum.

Die Sonnenscheindauer war mit einem Plus von 240 Stunden gegenüber dem 30-jährigen Mittel von 1981–2010 überdurchschnittlich, besonders hob sich der Juni mit fast 350 Sonnenstunden heraus.

Der landesweite Mittelwert der PM_{10} -Konzentration lag mit $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedriger als im Vorjahr (Tab. 3). Die höchsten Monatsmittelwerte wurden mit 23 bzw. $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Februar und im April gemessen, diese beiden Monate zeichneten sich durch besonders geringe Niederschlagsmengen aus. In den Sommermonaten (Juni, Juli, August) und im Januar entsprach die Feinstaubimmission etwa dem Jahresmittelwert. Unterdurchschnittliche PM_{10} -Konzentrationen traten im März, Mai, September und Dezember auf.

Mit $16,3 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ war die durchschnittliche Feinstaubbelastung in den Wintermonaten (Oktober bis März) nicht höher als im Sommerhalbjahr (April bis September) mit einem Mittelwert von $16,2 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$.

Wie schon im Vorjahr traten auch 2019, begünstigt durch warme und trockene Witterung, relativ hohe Ozonkonzentrationen auf (Tab. 3). Die höchsten Monatsmittelwerte wurden im April mit $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Juni mit $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen, dies waren auch die Monate mit der längsten Sonnenscheindauer. Der Jahresmittelwert lag mit $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf Vorjahresniveau. Auch der Mittelwert des Sommerhalbjahres war mit $70,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fast so hoch wie 2018.

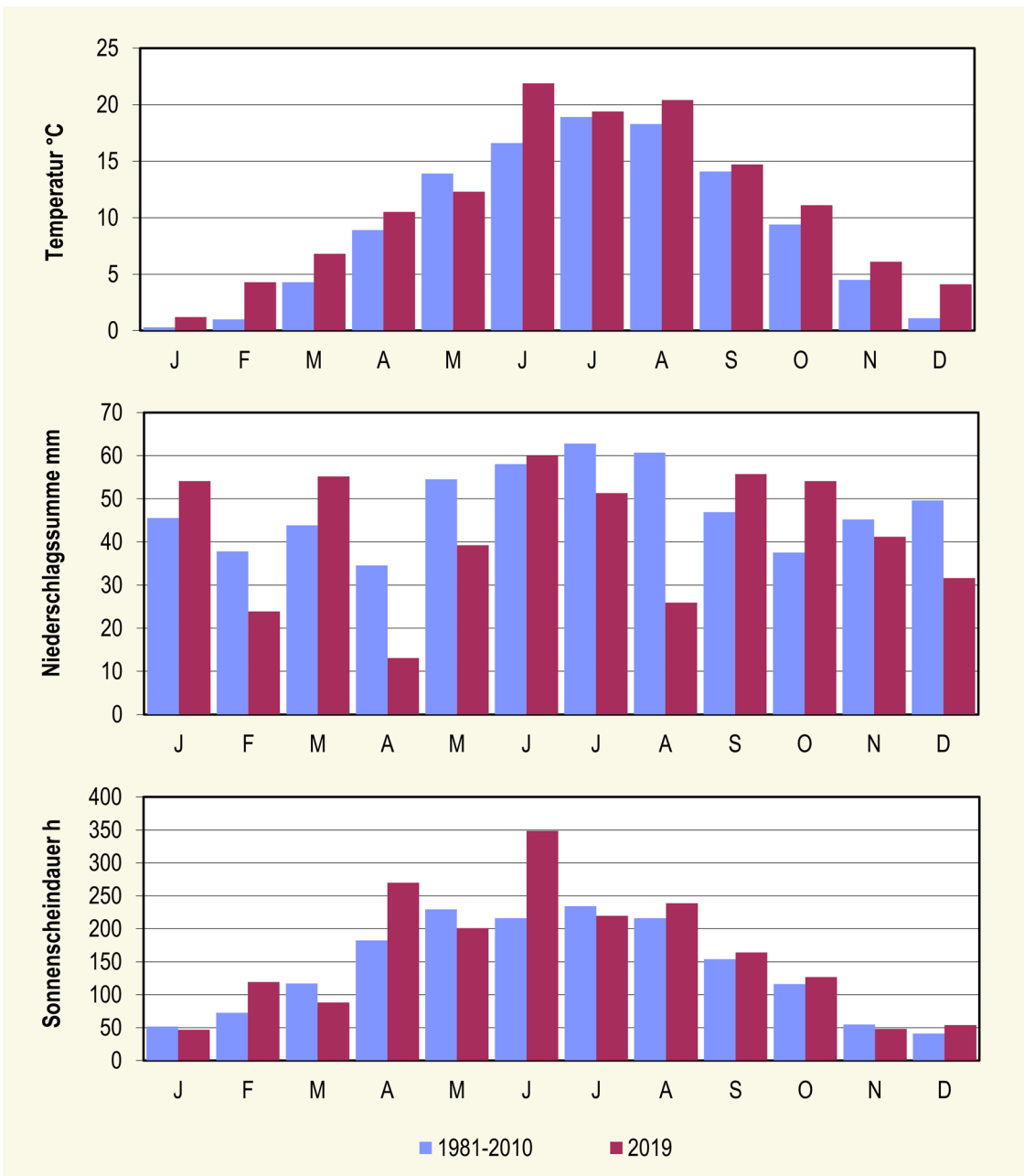
Tab. 3

Jahresgang der Luftschadstoffkonzentrationen als landesweite Mittelwerte im Jahr 2019

Monat	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
PM ₁₀ (µg/m ³)	16	23	13	24	12	17	15	16	13	14	19	13	16
Ozon (µg/m ³)	45	40	60	79	69	88	67	70	52	36	22	35	55

Abb. 2

Jahresgang von Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer



3 Immissionen ausgewählter Luftschadstoffe

3.1 Feinstaub

Die gesundheitsschädigenden Wirkungen von Feinstaub sind wissenschaftlich bewiesen. Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser unter 10 µm werden eingeatmet und dringen je nach Größe unterschiedlich tief in die Atemwege ein, die kleinsten gelangen bis in die Lungenbläschen. Als Folge hoher Belastung können Atemwegs- und Herz-Kreislaufkrankungen auftreten, Vorerkrankungen wie Asthma können sich verschlechtern und es besteht das Risiko der Entwicklung von Lungenkrankheiten.

Da bisher noch keine Belastungsschwelle bekannt ist, unterhalb der keine gesundheitsschädlichen Effekte auftreten, hat die WHO als Richtwerte 20 µg/m³ für PM₁₀ und 10 µg/m³ für PM_{2,5} im Jahresmittel festgelegt.

Die hauptsächlichen Quellen der Feinstaubbelastung in Städten sind Verbrennungsprozesse in Industrie und Verkehr sowie Abriebe von Reifen, Bremsen und Straßenbelägen und deren Wiederaufwirbelung. Als natürliche Quellen

kommen u. a. Bodenerosion und Verfrachtungen über weite Distanzen (z. B. Saharastaub) dazu. Außerdem bilden sich durch chemische Reaktionen in der Luft sekundäre Partikel aus gasförmigen Vorläufersubstanzen wie Ammoniak, Stickstoffoxiden und Schwefeldioxid.

3.1.1 PM₁₀

Der positive Trend der Vorjahre bei den PM₁₀-Immissionen setzte sich auch im Jahr 2019 fort (Abb.3). Die Ursachen liegen neben erfolgreichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung und großräumig verringerten Emissionen auch im Ausbleiben ungünstiger Witterungsverhältnisse wie trockene, frostige Winter mit austauscharmen Wetterlagen. An den sieben verkehrsbezogenen Messstationen lagen die PM₁₀-Konzentrationen im Jahresmittel zwischen 18 (Cottbus, Bahnhofstr.; Potsdam, Großbeerenstr.) und 21 µg/m³ (Bernau, Lohmühlenstr.). Etwas niedriger war die mittlere PM₁₀-Belastung im städtischen Hintergrund mit 14 (Wittenberge) bis 18 µg/m³ (Spremberg) sowie im ländlichen Hintergrund mit 13 (Lütze (Belzig)) bis 18 µg/m³ (Hasenholz (Buckow)).

Abb. 3

Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte im Messnetz Brandenburg

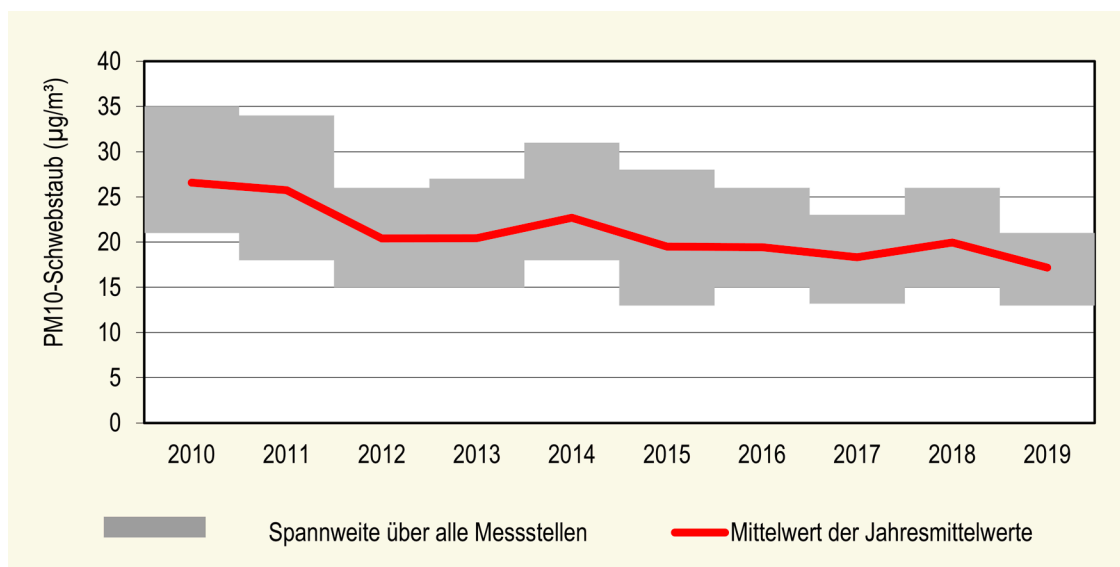


Abb. 4

Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage im Messnetz Brandenburg 2019

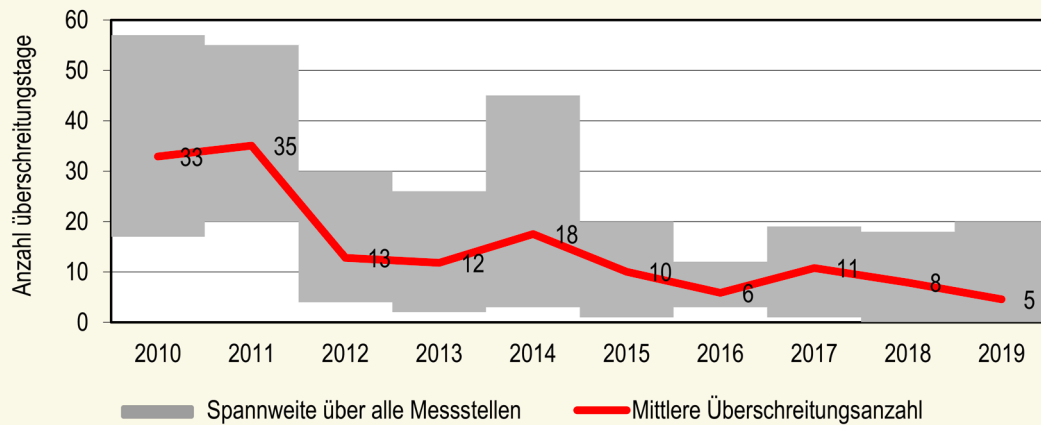
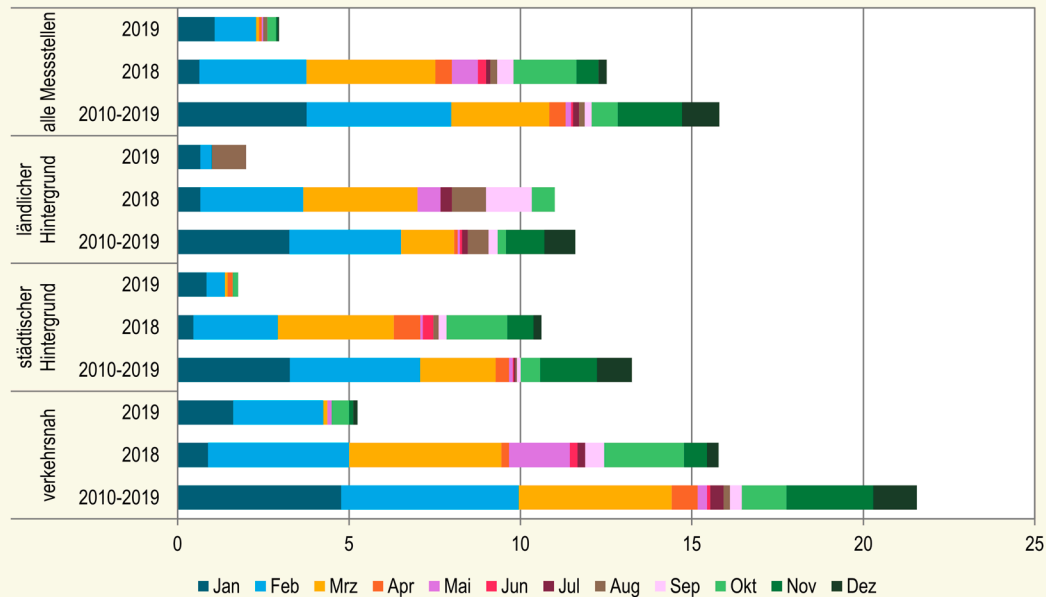


Abb. 5

Anzahl der monatlichen PM₁₀-Überschreitungstage im Jahresverlauf



Die an der Station Flughafen Schönefeld gemessenen PM₁₀-Konzentrationen lagen mit 17 µg/m³ im Jahresmittel auf dem gleichen Niveau wie die Feinstaubimmissionen im städtischen und ländlichen Hintergrund.

Der Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³ PM₁₀ im Jahresmittel wird landesweit deutlich unterschritten. Bis auf die verkehrsbezogene Messstelle in Bernau wird an allen Messstationen sogar der strengere Richtwert der WHO von 20 µg/m³ PM₁₀ eingehalten oder unterschritten.

Auch die Anzahl der Tage mit Überschreitung des PM_{10} -Tagesmittelwerts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist gegenüber den Vorjahren weiter gesunken (Abb. 4). An den verkehrsbezogenen Messstationen wurden im Jahr 2019 3 (Potsdam) bis 20 (Bernau) Überschreitungstage festgestellt, im ländlichen und städtischen Hintergrund lag die Anzahl der Überschreitungstage zwischen 0 (Lütte) und 7 (Hasenholz). Der Grenzwert von maximal 35 Überschreitungstagen im Jahr wurde landesweit eingehalten.

Im Jahresverlauf waren die meisten Überschreitungstage in den Monaten Januar und Februar zu verzeichnen (Abb. 5). Im Gegensatz zu den Vorjahren traten im März kaum PM_{10} -Tageswerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf. Auch der sonst im Herbst zu beobachtende Anstieg der Überschreitungstage fiel 2019 weniger deutlich aus. Auffällig ist eine relativ hohe Anzahl an Überschreitungstagen im ländlichen Hintergrund im August. Dies lässt sich sowohl auf eine trockenheitsbedingte vermehrte Staubeentwicklung durch Boden-erosion auf Ackerflächen nach der Ernte als

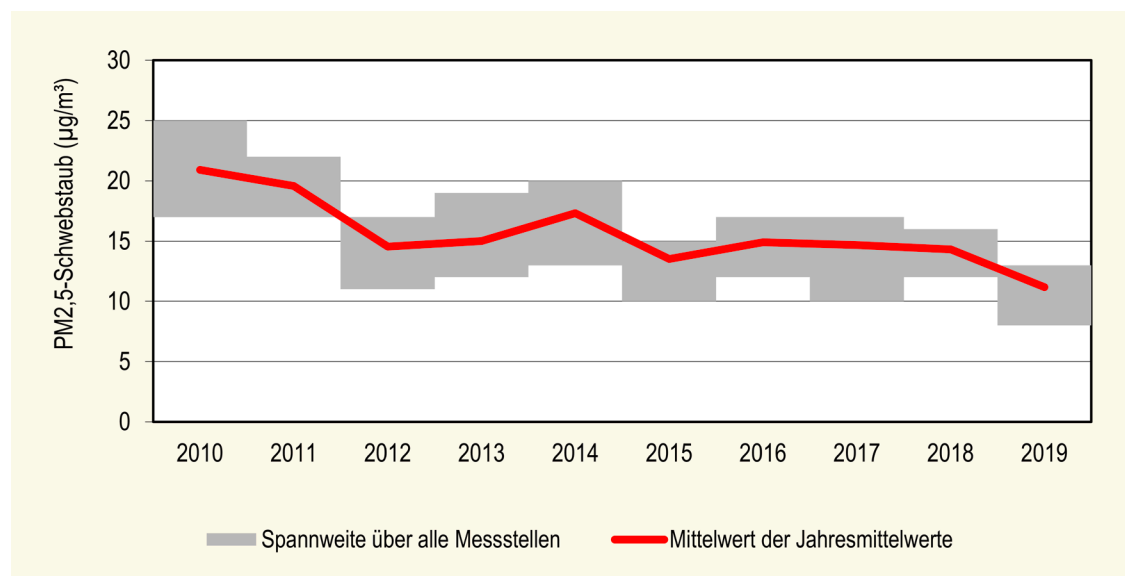
auch auf landwirtschaftliche Arbeiten während längerer trockener Witterungsabschnitte zurückführen.

3.1.2 $PM_{2,5}$

Die Jahresmittelwerte der $PM_{2,5}$ -Immissionen liegen zwischen 8 und $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abb. 6). Damit wird der Grenzwert der 39. BImSchV von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel landesweit deutlich unterschritten.

Wie schon im Vorjahr gab es kaum einen Unterschied zwischen den Feinstaubkonzentrationen der Korngröße $PM_{2,5}$ an verkehrsbelasteten Standorten und dem städtischen und ländlichen Hintergrund. Die höchsten Jahresmittelwerte von $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $PM_{2,5}$ wurden in Bernau, Lohmühlenstraße und in Cottbus, Bahnhofstraße ermittelt, an den übrigen verkehrsbezogenen Messstationen und am Flughafen Schönefeld jeweils $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die niedrigste verkehrsbezogene Belastung wies Brandenburg a. d. Havel, Neuendorfer Straße mit $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel auf.

Abb. 6 Entwicklung der $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte



Im städtischen Hintergrund lagen die $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte zwischen $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Wittenberge, Potsdam) und $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Blankenfelde-Mahlow, Spremberg, Frankfurt/Oder).

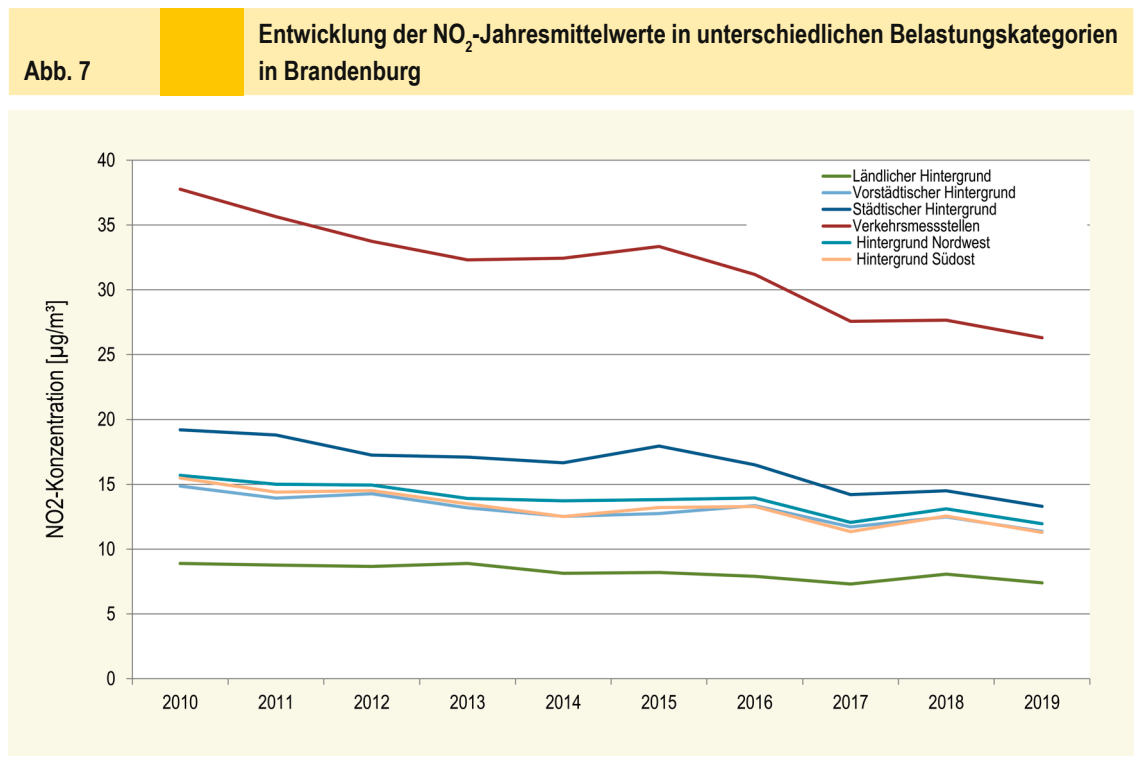
Die niedrigste Belastung war mit $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der ländlichen Station Lütte (Belzig) zu verzeichnen. An den beiden anderen ländlichen Hintergrundstationen wurden 10 (Spreewald) bzw. $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hasenholz (Buckow)) gemessen.

An fast allen Messstationen (außer Lütte) wird der strengere Richtwert der WHO von $10 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$ überschritten oder knapp eingehalten. Das bedeutet einerseits, dass die WHO-Richtwerte sehr ambitioniert sind. Andererseits dominieren in ländlichen Gebieten die Feinstaubquellen Ferntransport, Bodenerosion und die Bildung sekundärer Partikel aus landwirtschaftlichen Emissionen wie Ammoniak die Immissionssituation.

3.2 Stickstoffdioxid (NO_2)

Gemäß der EU-weit geltenden Vorgaben zur Beurteilung der Luftqualität werden auch im Brandenburger Luftmessnetz sowohl Messstationen im ländlichen, vorstädtischen und städtischen Hintergrund als auch an sogenannten Hot-Spots betrieben. Erstere sollen Aussagen zur Luftqualität in einem größeren Gebiet erlauben und damit auch die mittlere Belastung der Bevölkerung widerspiegeln. Die Messungen an verkehrlichen Hot-Spots dienen der Erfassung der maximalen Belastung in einem Gebiet.

Trotz der immer noch vorhandenen Überschreitung des NO_2 -Grenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durch den Jahresmittelwert in vielen deutschen Großstädten wird in den letzten Jahren allgemein ein abnehmender Trend der Stickstoffdioxid-Belastung beobachtet, der sich auch an den Brandenburger Messstationen wiederfindet (Abb. 7). Der genannte Grenzwert wird hier seit 2017 eingehalten.



Auch bundesweit ist ein rückläufiger Trend der NO_2 -Immissionen zu beobachten. Im Jahr 2018 wurde der Grenzwert noch an 42 % der Messstellen überschritten, 2019 nur noch an 20 % der Messstationen [10].

Deutlich erkennbar ist dieser Trend an den verkehrsnahen Messstellen in den größeren Städten Brandenburgs (Abb. 8), insbesondere dort, wo im Rahmen von Luftreinhalteplänen Maßnahmen zur Regulierung des Straßenverkehrs ergriffen wurden. Auch der zunehmende Einsatz von Abgasminderungstechnik im Zusammenhang mit der anhaltenden Erneuerung der Fahrzeugflotte spielt bei der Abnahme der NO_2 -Immissionen eine bedeutende Rolle. Insbesondere auffällig ist der zeitliche Zusammenhang eines steilen Rückgangs in Verkehrsnähe mit dem Bekanntwerden des Abgasbetrugs in der Automobilindustrie im Jahr 2015.

Erwartungsgemäß lagen die Belastungsschwerpunkte im Jahr 2019 wieder an den verkehrsbezogenen Messstellen mit NO_2 -Jahresmittelwerten von 23 (Eberswalde,

Breite Straße) bis $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Frankfurt/Oder, Leipziger Straße). Gegenüber dem Vorjahr ist indes eine Minderung der verkehrsbedingten NO_2 -Immissionen zu verzeichnen.

Deutlich niedrigere NO_2 -Konzentrationen wurden mit 9 (Spremberg, Wittenberge) bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Potsdam-Zentrum) im städtischen Hintergrund gemessen. Die geringsten Werte wiesen die Messstationen im ländlichen Hintergrund mit 7 (Spreewald) bis $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hasenholz/Buckow) auf.

Am Flughafen Schönefeld war mit einer durchschnittlichen NO_2 -Konzentration von $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zwar ein Verkehrseinfluss erkennbar, die Belastung war jedoch deutlich niedriger als an verkehrsreichen Straßen.

3.3 Ozon (O_3)

Wie schon 2018 war auch der Sommer 2019 außergewöhnlich trocken und warm. Dementsprechend lagen die Jahresmittelwerte der Ozonkonzentrationen mit $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Flughafen Schönefeld) bis $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Cottbus,

Abb. 8 Entwicklung der NO_2 -Jahresmittelwerte an ausgewählten Verkehrsmessstellen im Vergleich zur Hintergrundbelastung in Brandenburg

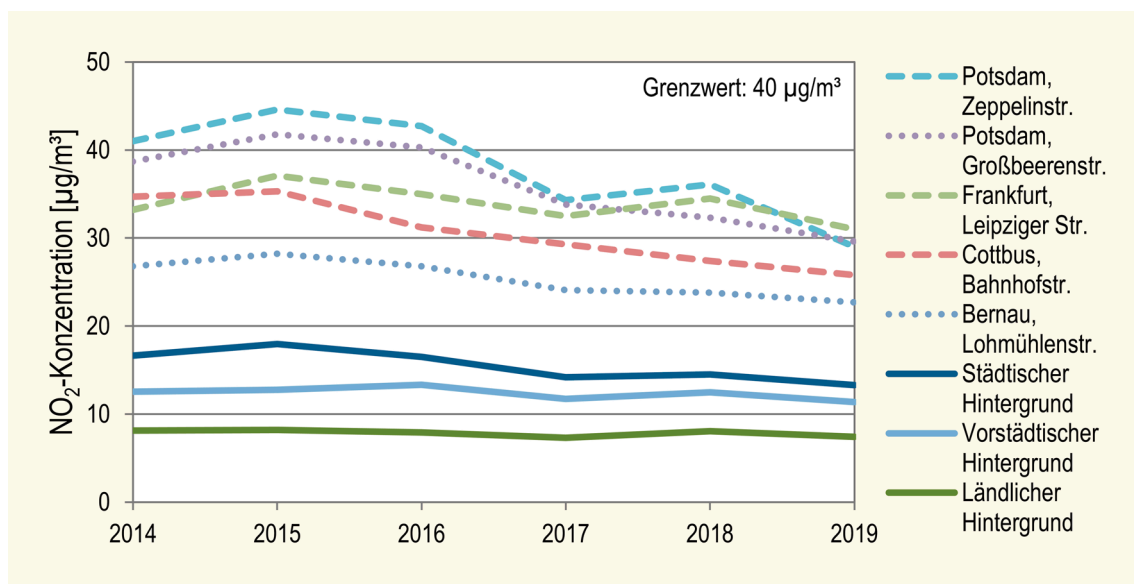
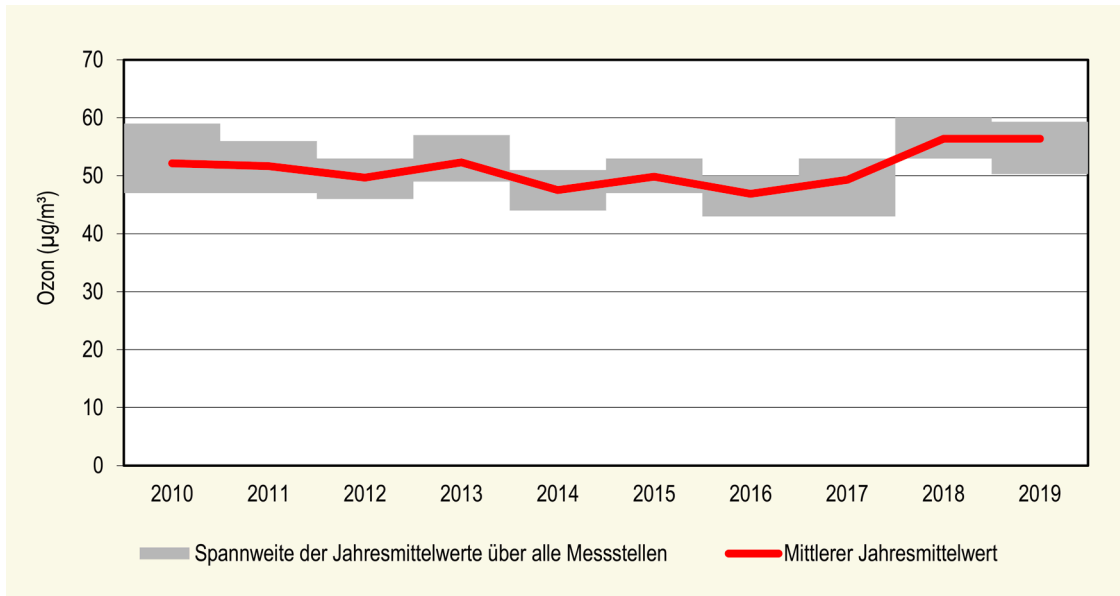


Abb. 9

Entwicklung der Jahresmittelwerte der Ozonkonzentrationen



Eisenhüttenstadt, Wittenberge) auf einem ähnlich hohen Niveau wie im Vorjahr. Im Zeitraum der vergangenen zehn Jahre zeichnen sich 2018 und 2019 durch höhere durchschnittliche Ozonkonzentrationen aus als die Vorjahre (2010 – 2017, Abb. 9).

Der Informationsschwellenwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde 29-mal überschritten. Der höchste dieser Stundenmittelwerte, gemessen an der ländlichen Hintergrundmessstation Hasenholz (Buckow), betrug $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In der 39. BImSchV ist zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Zielwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon als maximaler 8-Stundenmittelwert festgelegt, der an höchstens 25 Tagen im Jahr (gemittelt über drei Jahre) überschritten werden darf. Die Anzahl der Überschreitungstage als Mittelwerte der Jahre 2017 bis 2019 (Abb. 10) lag zwischen 15 Tagen in Potsdam, Zentrum und 28 Tagen in Lütze (Belzig). Mit 27 Tagen wurde auch in Elsterwerda der Zielwert verfehlt.

Als langfristiges Ziel gibt die WHO die Einhaltung von maximal $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon ohne zugelassene Überschreitung vor. Da im Zuge des Klimawandels steigende Jahresdurchschnittstemperaturen und häufigere warme und trockene Perioden in den Sommermonaten zu erwarten sind, werden zukünftig wahrscheinlich sowohl die Jahresmittelwerte der Ozonkonzentrationen als auch die Anzahl der Tage mit Zielwertüberschreitung ansteigen.

Als Zielwert zum Schutz der Vegetation wird als Dosismaß der sogenannte AOT40 ermittelt. Zur Berechnung werden für alle Stundenmittelwerte größer $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 ppb, daher die Bezeichnung) die Differenzen zwischen der ermittelten Konzentration und $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ summiert. Einbezogen werden dabei ausschließlich Werte in den Monaten Mai bis Juli und hier von 8 Uhr morgens bis 20 Uhr abends (Vegetationszeit). Im 5-Jahresmittel soll der AOT40 nicht über $18.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ liegen.

Abb. 10

Anzahl der Tage über 120 µg Ozon/m³

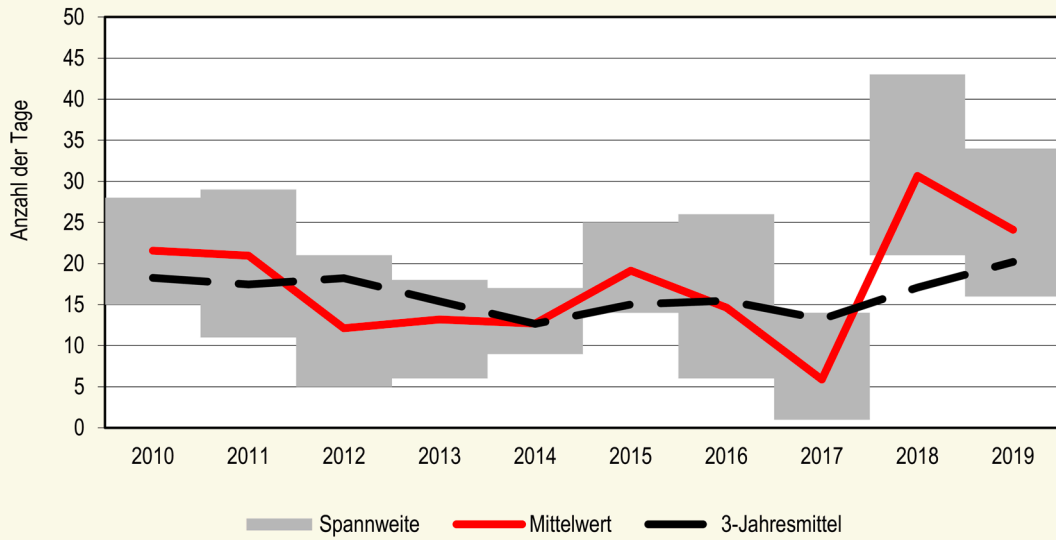


Abb. 11

Entwicklung des AOT40 (Einzeljahre)

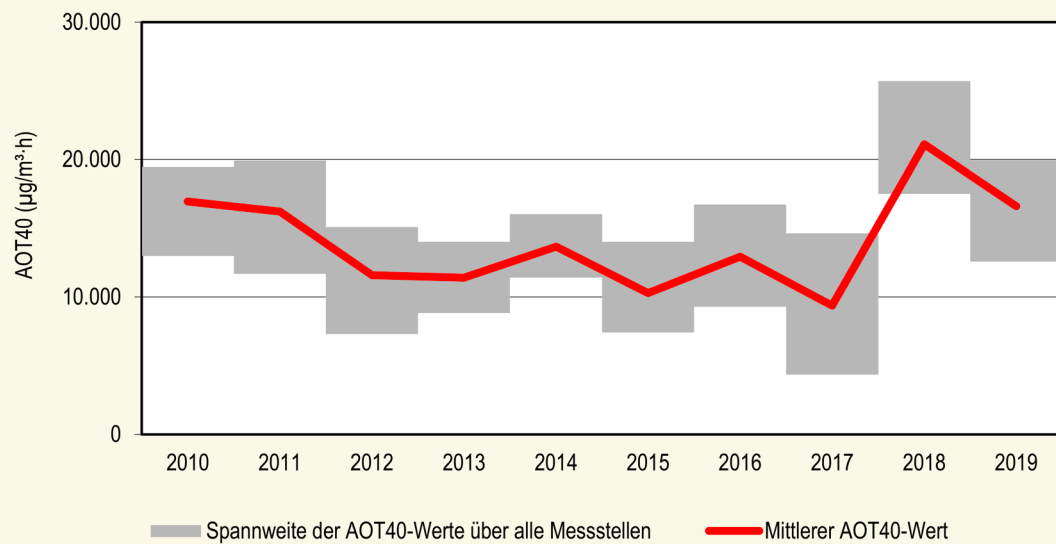
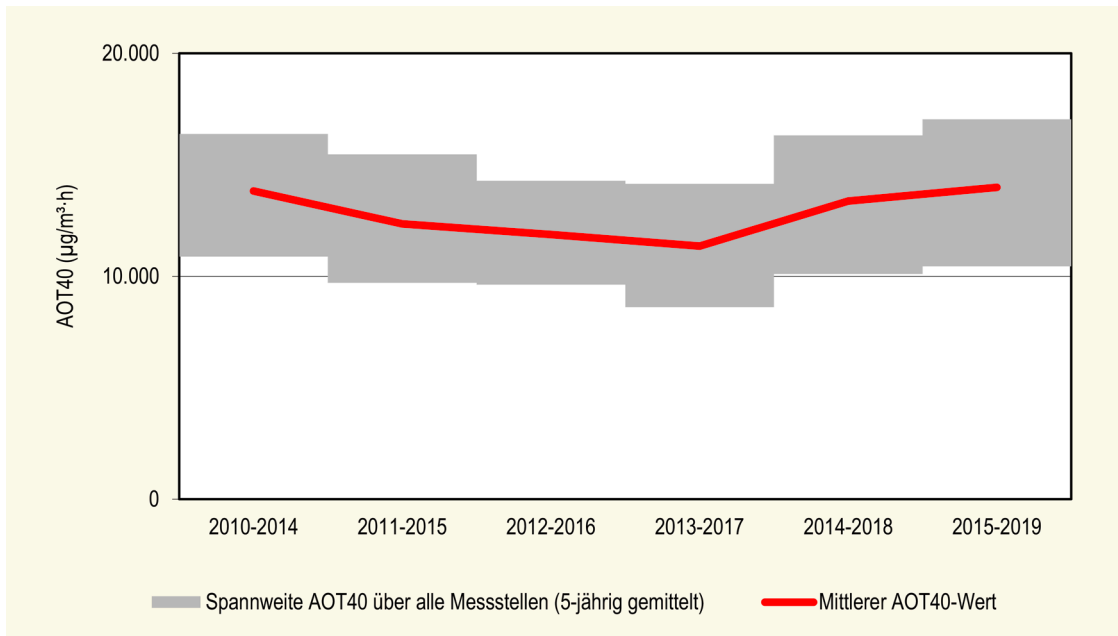


Abb. 12

Entwicklung des AOT40 (5-jährige Mittelwerte)



Der AOT40 (Mittelwerte 2015–2019) lag zwischen 10452 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) in Neuruppin und 17035 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) in Elsterwerda (Abb. 12). Der Zielwert der 39. BImSchV wurde im 5-jährigen Mittel zwar unterschritten, die Werte für das Einzeljahr 2019 (Abb. 11) liegen mit 12567 $\mu\text{g}/(\text{m}^3\cdot\text{h})$ in Schwedt bis zu 19938 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) in Lütze (Belzig) deutlich höher. An insgesamt 7 von 17 Messstationen wurden AOT40-Werte von 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) im Jahr 2019 überschritten. Viele Pflanzenarten vertragen schon wesentlich geringere Ozondosen nicht und reagieren mit Wachstumsminde rung und Ertragseinbußen. Deshalb wurde in der EU-Luftqualitätsrichtlinie als langfristiger Zielwert ein AOT40 von 6000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) festgelegt.

Die AOT40-Werte für Wald (Mittelwerte 2015–2019) sind mit 20554 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) (Schwedt) bis 28735 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) (Eisenhüttenstadt) höher, da sie über einen längeren Zeitraum von April bis September aufsummiert werden. Ein Grenz- oder Zielwert ist für die Ozonbelastung von Wäldern nicht festgelegt.

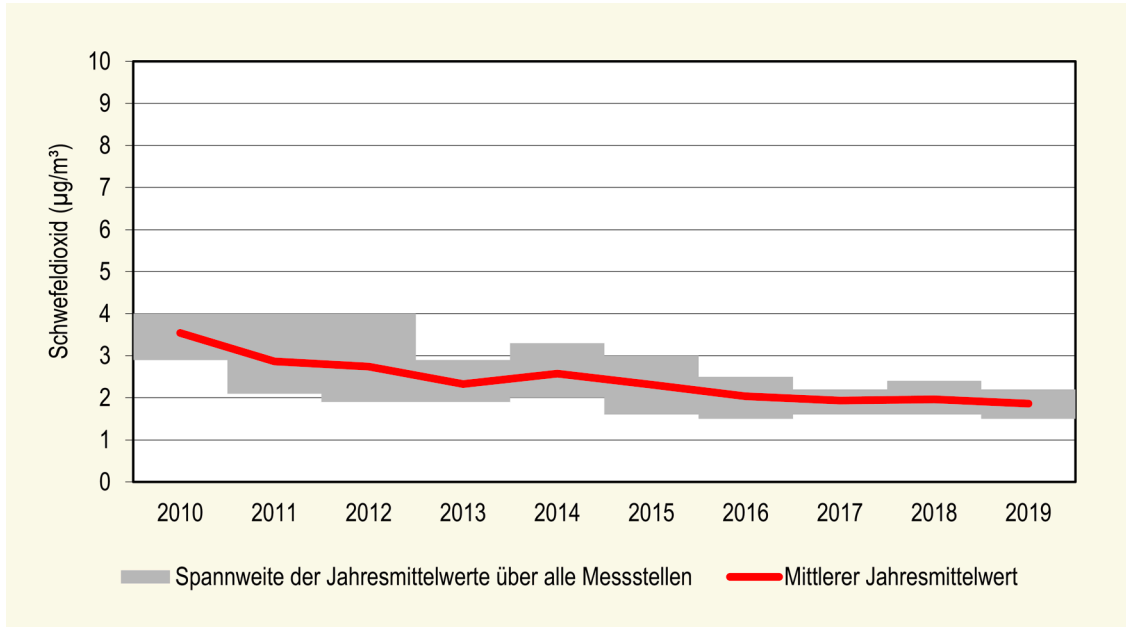
3.4 Schwefeldioxid (SO₂)

Schwefeldioxid spielt als Luftschadstoff seit Längerem nur noch eine untergeordnete Rolle hinsichtlich der Immissionsbelastung. Der Jahresmittelwert lag an drei Messstationen im städtischen Hintergrund sowie an der ländlichen Hintergrundmessstelle Spreewald wie in den Vorjahren nur wenig über der Nachweisgrenze der eingesetzten Geräte (Abb. 13). Sowohl die Maximalwerte auf Tages- (4–17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) als auch auf Stundenbasis (10–136 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) blieben weit unter den Grenzwerten der 39. BImSchV von 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.5 Kohlenmonoxid (CO)

Kohlenmonoxid wurde an zwei vorstädtischen Hintergrund- und zwei verkehrsbezogenen Messstationen sowie am Flughafen Schönefeld erfasst. Wie in den Vorjahren wurden an allen Stationen sehr niedrige Konzentrationen gemessen, die um mehr als

Abb. 13

Entwicklung der Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentrationen

eine Zehnerpotenz unter dem Grenzwert der 39. BImSchV (10 mg/m³ bzw. 10000 µg/m³) lagen. Im vorstädtischen Hintergrund betrug der CO-Jahresmittelwert 0,22 und 0,24 mg/m³ (224 und 241 µg/m³). An Verkehrsschwerpunkten wurden 0,30 und 0,36 mg/m³ (297 und 355 µg/m³) ermittelt. Am Flughafen Schönefeld wurden im Jahresmittel 0,26 mg/m³ (256 µg/m³) gemessen.

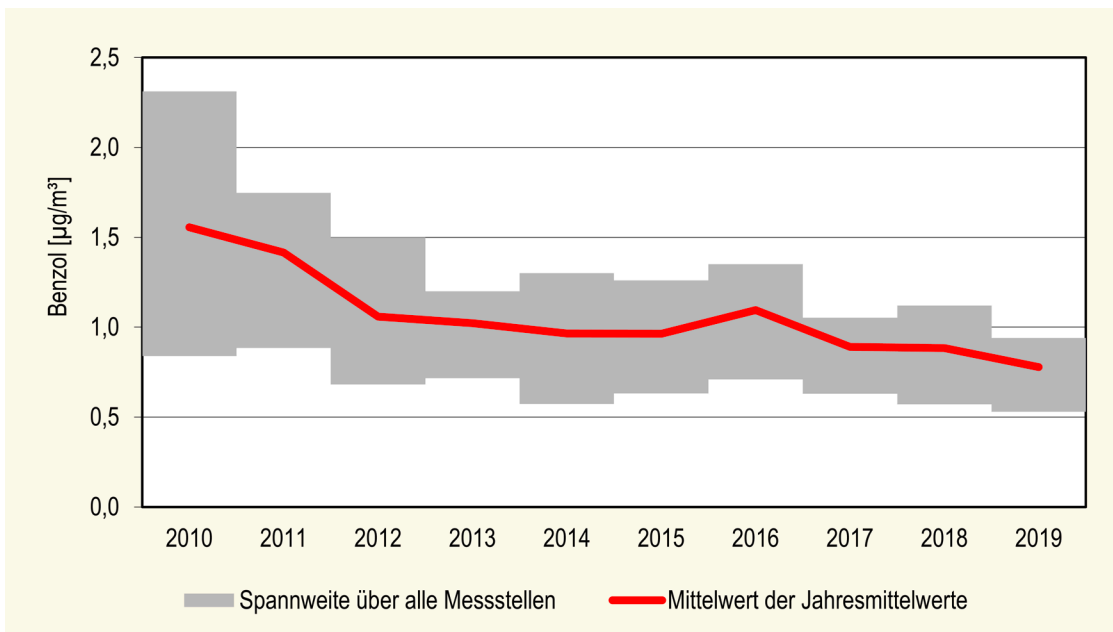
3.6 Flüchtige Kohlenwasserstoffe (Benzol, VOC)

An fünf verkehrsbelasteten Standorten lagen die Jahresmittelwerte der Benzolkonzentrationen bei 0,8 bzw. 0,9 µg/m³. An den städtischen Hintergrundmessstationen Blankenfelde-Mahlow und Eisenhüttenstadt wurden 0,5 bzw. 0,6 µg/m³ und am Flughafen Schönefeld 0,4 µg/m³ im Jahresmittel gemessen. Der Grenzwert der 39. BImSchV von 5 µg/m³ wurde wie in den Vorjahren sehr deutlich unterschritten (Abb. 14).

In der Umgebung von Flughäfen wird von einigen Anwohnern eine zusätzliche Immissionsbelastung durch den Flugverkehr, insbesondere durch das Ablassen von Treibstoff aus Flugzeugen, befürchtet. Deshalb werden an den Messstationen der Betreibergesellschaft FBB am Flughafen Schönefeld und parallel dazu auch an der LfU-Station Blankenfelde-Mahlow neben Benzol regelmäßig auch weitere flüchtige organische Substanzen (VOC) gemessen. Vor allem sind dies die für Kerosin typischen aliphatischen Kohlenwasserstoffe mittlerer Länge (Heptan bis Eicosan). An beiden Messstationen lagen die Konzentrationen dieser VOC überwiegend unterhalb der Nachweisgrenze.

Abb. 14

Entwicklung der Benzolkonzentration (Jahresmittelwerte für Brandenburg)



3.7 Staubinhaltsstoffe

3.7.1 Feinstaub (PM₁₀-Fraktion)

Auf der Oberfläche der Feinstaubpartikel lagern sich Schadstoffe wie Schwermetalle oder organische Verbindungen wie z. B. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) an. Diese Anlagerungen können die gesundheitsschädigenden Wirkungen des Feinstaubes aufgrund ihrer Toxizität verstärken. Deshalb wurden an fünf Messstationen die Ruß- und PAK-Konzentrationen bestimmt. An drei weiteren Messstationen wurden die Gehalte an Schwermetallen im Feinstaub ermittelt.

Antimon

Antimon wird durch den Abrieb von Kfz-Bremsbelägen freigesetzt, die Höhe der Antimongehalte im Feinstaub ist deshalb ein Indikator für verkehrstypische Immissionen. An der verkehrsbezogenen Messstation Branden-

burg a. d. Havel, Neuendorfer Str., wurden im Jahresdurchschnitt mit 1,3 ng/m³ etwas niedrigere Konzentrationen in der PM₁₀-Fraktion als im Vorjahr (1,7 ng/m³) ermittelt. Ein Grenz- oder Zielwert ist für Antimon nicht festgelegt.

Arsen

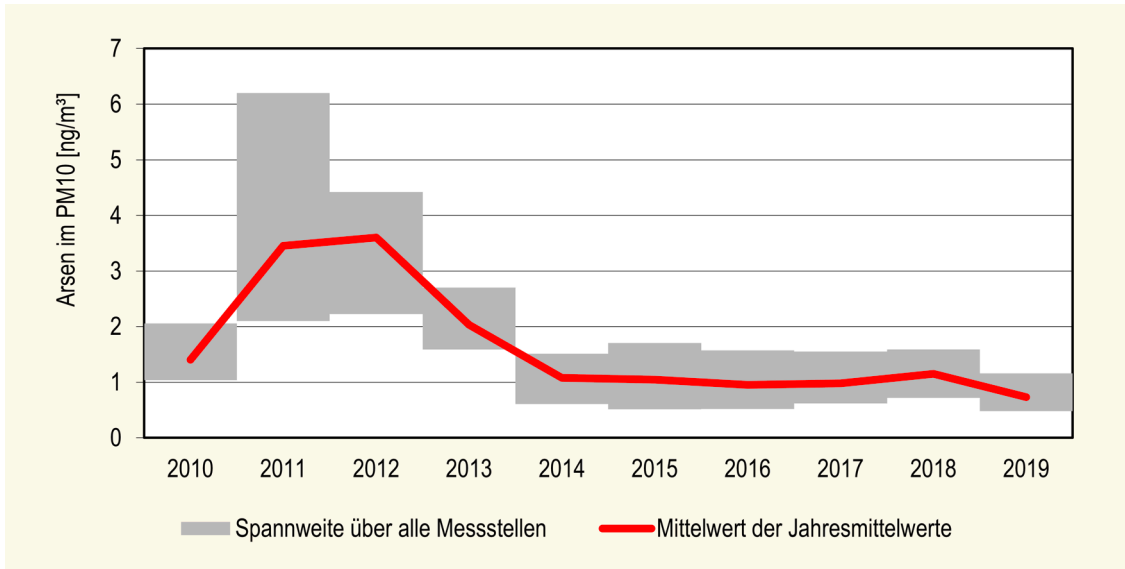
Die Arsengehalte lagen mit 0,5–1,2 ng/m³ etwas niedriger als im Vorjahr (0,7–1,6 ng/m³), der Zielwert der 39. BImSchV von 6 ng/m³ wird deutlich unterschritten (Abb. 15).

Barium

Auch Barium ist ein für Verkehrsemissionen typisches Metall, für das kein Grenz- oder Zielwert existiert. Der an der verkehrsbezogenen Messstation in Brandenburg a. d. Havel ermittelte Wert von 16,1 ng/m³ entspricht in etwa dem Vorjahresniveau.

Abb. 15

Entwicklung der Arsengehalte im PM₁₀-Feinstaub



Blei

Die Jahresmittelwerte für Blei im PM₁₀-Feinstaub (Abb. 16) lagen mit 3,6–5,9 ng/m³ etwas niedriger als im Vorjahr. Der Grenzwert von 0,5 µg/m³ (= 500 ng/m³) wird weit unterschritten.

Cadmium

Auch der Cadmiumgehalt des PM₁₀-Feinstaub lag mit 0,1 ng/m³ niedriger als im Vorjahr und deutlich unter dem Grenzwert der 39. BImSchV von 5 ng/m³ (Abb. 17).

Abb. 16

Entwicklung der Bleihalte im PM₁₀-Feinstaub

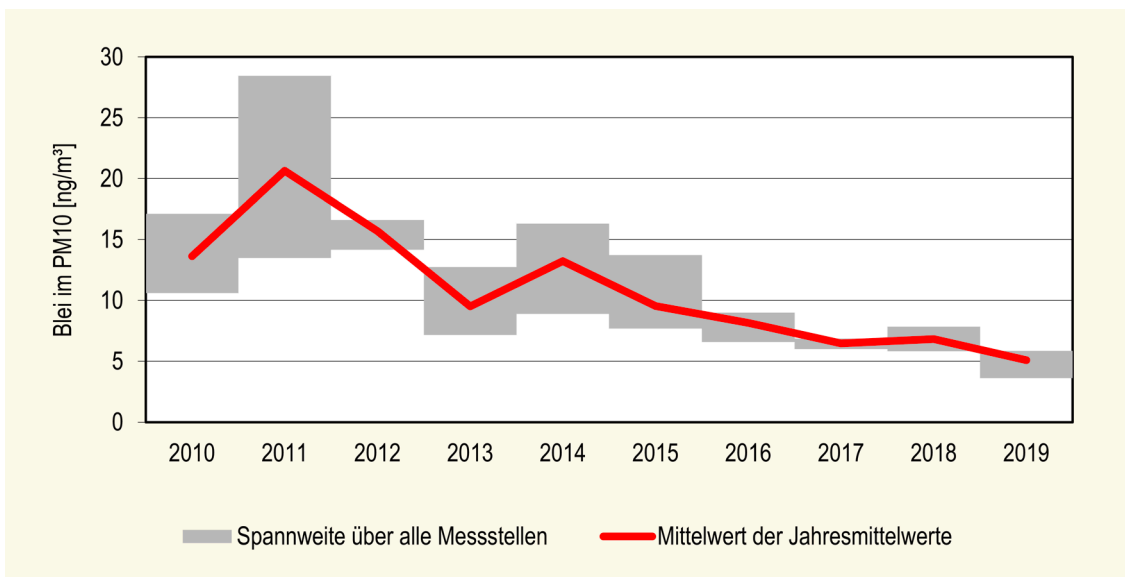
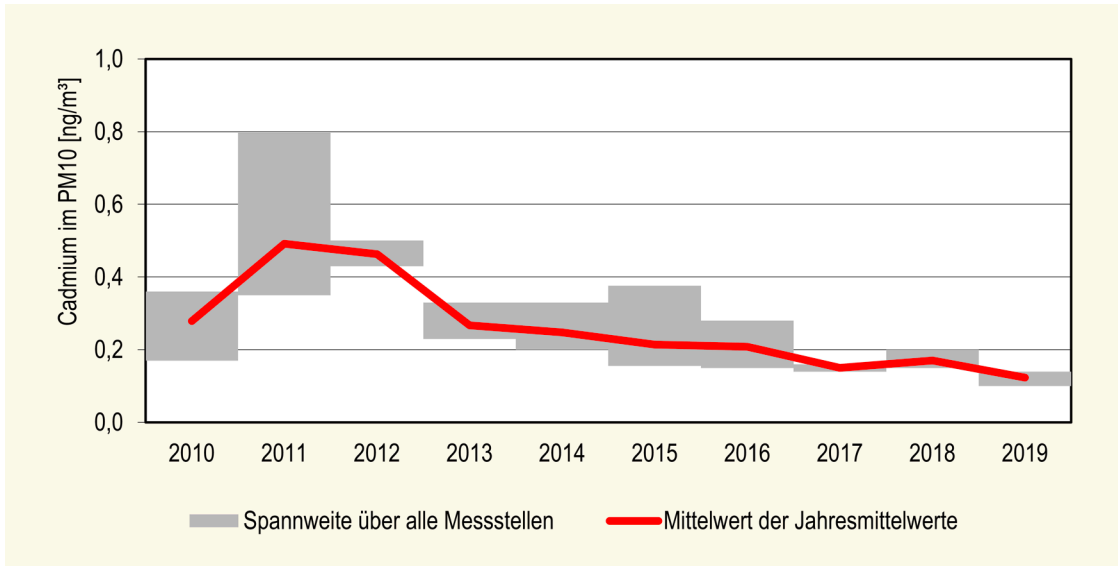


Abb. 17

Entwicklung der Cadmiumgehalte im PM₁₀-Feinstaub



Nickel

Die Nickelkonzentrationen lagen mit 1,2–1,3 ng/m³ unter denen des Vorjahres und weit unter dem Grenzwert von 20 ng/m³ (Abb. 18).

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die Jahresmittelwerte der PAK-Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) lagen zwischen 0,2 ng/m³ am Flughafen Schönefeld und

Abb. 18

Entwicklung der Nickelgehalte im PM₁₀-Feinstaub

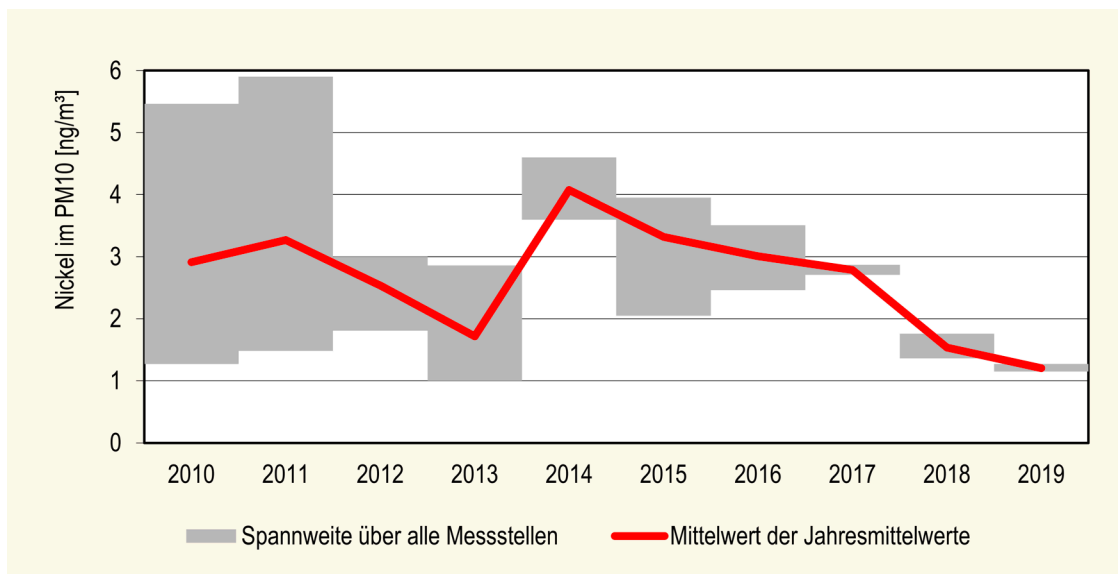
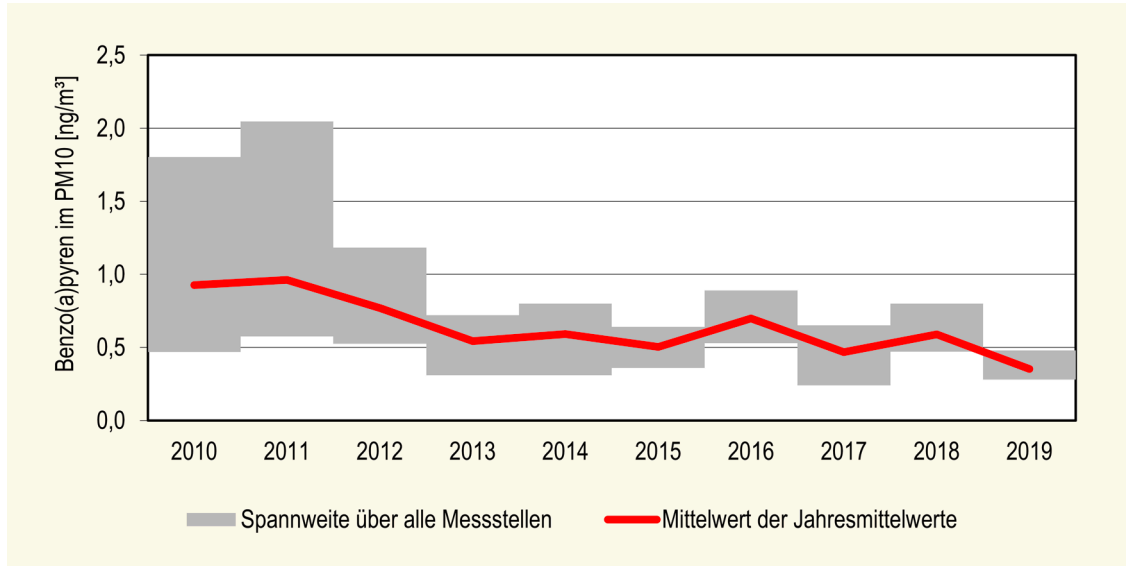


Abb. 19

Entwicklung der BaP-Gehalte im PM₁₀-Feinstaub

0,5 ng/m³ in Eisenhüttenstadt. Im Gegensatz zum Vorjahr war an der verkehrsbezogenen Messstation (Potsdam, Zeppelinstr.) mit 0,3 ng/m³ keine erhöhte Belastung gegenüber dem städtischen Hintergrund festzustellen. Der Grenzwert von 1 ng/m³ wird an allen Messstationen unterschritten (Abb. 19).

Ruß

Die aus Kohlenstoff bestehenden Rußpartikel entstehen bei unvollständiger Verbrennung von fossilen Brennstoffen und organischem Material. Die Hauptquellen sind Verkehr und Hausbrand. Wegen des geringen Durchmessers von unter 1 µm dringen Rußpartikel tief in die Atemwege ein. Außerdem lagern sich an ihrer Oberfläche oft weitere Schadstoffe wie z. B. PAK an. Ein gesetzlicher Grenzwert ist nicht festgelegt, die WHO hat Dieselruß jedoch als krebserregend eingestuft [11]. Die Rußgehalte im Feinstaub betragen 1,9 bzw. 2,0 µg/m³ im städtischen Hintergrund, 1,8 µg/m³ am Flughafen Schönefeld und 2,3 µg/m³ an der verkehrsbezogenen Messstation Potsdam,

Zeppelinstraße. In Baden-Württemberg wurden mit 1,4–1,8 µg/m³ im städtischen Hintergrund und 2,4–3,2 µg/m³ an Verkehrsschwerpunkten vergleichbare Rußkonzentrationen in PM₁₀ gemessen [12]. An Messstellen in Nordrhein-Westfalen lagen die Rußkonzentrationen in PM₁₀ mit 3,7–3,9 µg/m³ im städtischen Hintergrund und 3,9–5,1 µg/m³ an Verkehrsmessstellen höher [13].

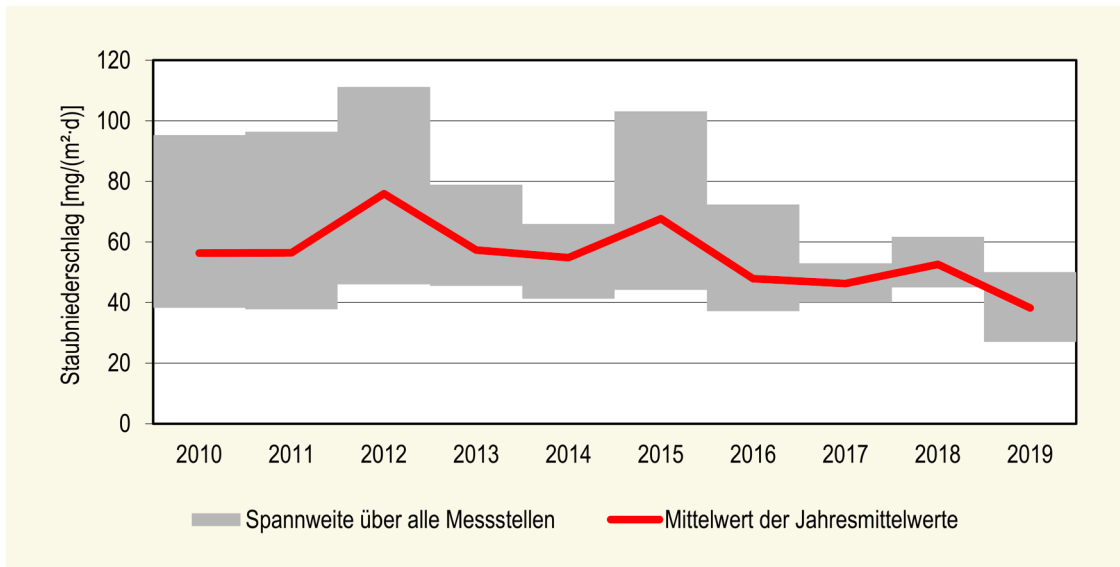
3.7.2 Staubbiederschlag und atmosphärische Deposition

Die Staubbiederschlagswerte lagen mit 27–50 mg/(m²·d) an 16 Messstationen und 38 mg/(m²·d) im Landesdurchschnitt niedriger als im Vorjahr (Abb. 20). Der Immissionswert der TA Luft von 350 mg/(m²·d) wird weit unterschritten.

Mit dem Staubbiederschlag geht die Deposition der Inhaltsstoffe wie Schwermetalle einher, die sich dann im Boden und auch in Pflanzen anreichern können. Deshalb sind in der TA Luft Depositionswerte für Ar-

Abb. 20

Entwicklung der Staubniederschlagswerte



sen ($4 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$), Blei ($100 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$), Cadmium ($2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$) und Nickel ($15 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$) festgelegt [14].

Die Depositionswerte der TA Luft für Schwermetalle werden wie in den Vorjahren deutlich unterschritten. Die Gehalte im Staub lagen für Arsen zwischen $0,1$ und $0,4 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, für Blei bei 1 bis $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, für Cadmium zwischen $0,02$ und $0,06 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ und für Nickel zwischen $0,5$ und $1,0 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$.

An drei Standorten werden die PAK-Einträge über die atmosphärische Deposition mittels Bulk-Sammlern gemessen (DIN-EN 19739). Hier werden sowohl die trockene Deposition als auch die Einträge über den Niederschlag (nasse Deposition) erfasst.

Die Benzo(a)pyren-Gehalte (BaP) waren mit $0,016 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ an der Station Hasenholz (ländlicher Hintergrund) und mit $0,019 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ an der städtischen Hintergrundstation in Potsdam-Zentrum etwa so hoch wie im Vorjahr, in Cottbus (städtischer Hintergrund) war der BaP-Gehalt

mit $0,021 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ gegenüber 2018 ($0,017 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$) leicht erhöht.

Für Benzo(a)pyren als PAK-Leitsubstanz wird in Expertenkreisen ein Beurteilungswert von $0,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ vorgeschlagen.

Auch die PAK-Gesamtgehalte lagen mit einem Durchschnitt von $0,10 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ($0,09$ – $0,12 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$) etwa auf Vorjahresniveau.

4 Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe

4.1 Emissionen PRTR-pflichtiger Betriebe

Nach der E-PRTR-Verordnung, EG 166/2006 vom 18. Januar 2006 [15] und dem Gesetz zur Ausführung des PRTR vom 6. Juni 2007 [16] sind Betriebe, in denen PRTR-Tätigkeiten durchgeführt werden und die Emissionen oberhalb festgelegter Schwellenwerte verursachen, zu einer jährlichen Berichterstattung verpflichtet. Das erste Berichtsjahr war 2007.

Aufgrund der Schwellenwerte wird mit der Berichterstattung nach PRTR nur ein geringer Anteil aller Betriebe erfasst. Dies betrifft in der Regel ausschließlich große Industriebetriebe, die den dominierenden Anteil der Emissionen stellen.

Während die Emissionen für SO_2 , NO_x und PM_{10} zum großen Teil aus den Energieerzeugungs- bzw. Verbrennungsanlagen resultieren, werden die NH_3 -Emissionen durch die zahlreichen landwirtschaftlichen Anlagen verursacht.

Seit dem Inkrafttreten der Atomgesetznovelle vom 31.07.2011 [17] wurden in Deutschland acht Kernkraftwerke stillgelegt. Zum Ausgleich der weggefallenen Leistung erhöhten sich bei den Kohlekraftwerken in Brandenburg sowohl die Einsatzzeiten unter Volllastbetrieb als auch die produzierte Strommenge. Dies führte zu einem vorübergehenden leichten Anstieg der SO_2 -Gesamtemissionen in den Jahren 2012 und 2013. Der seit dem Jahr 2014 zu verzeichnende Rückgang der SO_2 -Emissionen setzt sich auch im Berichtsjahr 2019 fort.

4.2 Straßenverkehrsemissionen

Basis für die **Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen** sind die Fahrleistungsabschätzungen für das Land Brandenburg sowie die sich jährlich verändernden Emis-

sionsfaktoren für alle Kfz je nach Zusammensetzung der Flotte bzw. der Anteile von Kfz entsprechender Emissionsminderungsstandards.

Das Verkehrsaufkommen im Land Brandenburg sowohl des Personenverkehrs als auch des Güterverkehrs wuchs im Gegensatz zu den vorangegangenen Jahren im Jahr 2014 und noch stärker in 2015 an. Zeitweilige wirtschaftliche Schwächephasen, die noch in 2012 zu teilweise geringerem Verkehrsaufkommen auf Bundes- und Landesstraßen geführt hatten, wurden bisweilen überwunden. So stieg die Fahrleistung auf dem Autobahnnetz in 2015 um 3–4 % gegenüber dem Vorjahr an. Waren 2013 auf den übrigen Bundes- und Landesstraßen noch leichte Rückgänge zu verzeichnen, wuchs danach der Straßenverkehr auch hier weiter an. Der konjunkturbedingte Trend steigender Fahrleistungen gerade des Schwerverkehrs auf den Bundesautobahnen schwächte sich ab 2018 ab und war in 2019 teilweise rückläufig.

Die Anzahl der zugelassenen Kfz nahm von 2009 bis 2019 **um 14 %** zu. Infolge der Abwrackprämie kam es 2009/2010 zu einer verstärkten Erneuerung des Pkw-Bestandes. Der Bestand der Diesel-Pkw an allen Pkw erhöhte sich in den letzten 10 Jahren von 18 % auf 28 %. Hier gab es jedoch im Jahr 2017 nur noch eine geringe Zunahme und ab 2018 eine Stagnation. **Bei den Lkw nahmen die Bestandszahlen 2009 bis 2019 wieder zu**, wobei eine stärkere Zunahme der Anteile leichter Nutzfahrzeuge (< 3,5 t) gegenüber dem Schwerverkehr ($\geq 3,5$ t) festgestellt wurde.

Der Motorisierungsgrad lag 2019 bei 710 Kfz/1000 EW bzw. 572 Pkw/1000 EW.

Infolge der weiter verschärften Abgasgesetzgebung (Übergang auf EURO4 – E4 ab 2006, E5 ab 2011, E6 ab 2015) wurden ab 2006 **hauptsächlich Pkw nach EURO4 –**

Tab. 4	Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe (kt/a)				
Schadstoff	SO ₂	NO _x	NH ₃	NMVOG	PM ₁₀
Schwellenwert	0,15	0,1	0,01	0,1	0,05
Emissionen					
2007	41,6	33,8	1,5	2,8	1,6
2008	38,0	32,7	1,5	2,6	1,5
2009	36,2	30,8	1,5	2,3	1,5
2010	34,8	32,3	1,4	3,3	1,4
2011	36,6	36,0	1,4	3,2	1,6
2012	39,6	36,3	1,5	4,2	1,8
2013	39,0	36,6	1,5	4,1	1,4
2014	36,1	35,7	1,6	4,1	1,4
2015	34,9	35,2	1,7	3,6	1,3
2016	32,1	34,6	1,5	3,6	1,3
2017	30,2	34,5	1,6	4,1	1,3
2018	30	35,1	1,6	4,6	1,5
2019*	26,7	28,6	1,4	3,4	1,3
Anzahl berichtspflichtiger Betriebe					
2007	10	24	58	4	8
2008	8	20	64	4	7
2009	7	23	65	3	7
2010	7	23	66	4	5
2011	8	26	61	4	7
2012	8	28	68	5	9
2013	9	28	69	5	8
2014	10	27	72	5	9
2015	9	27	76	5	9
2016	10	28	68	5	8
2017	7	26	70	5	9
2018	9	28	69	4	8
2019*	9	27	58	4	7

* vorläufige Daten

Abb. 21

Differenzierung des Otto-Pkw-Bestandes nach Abgasminderungsklassen im Land Brandenburg

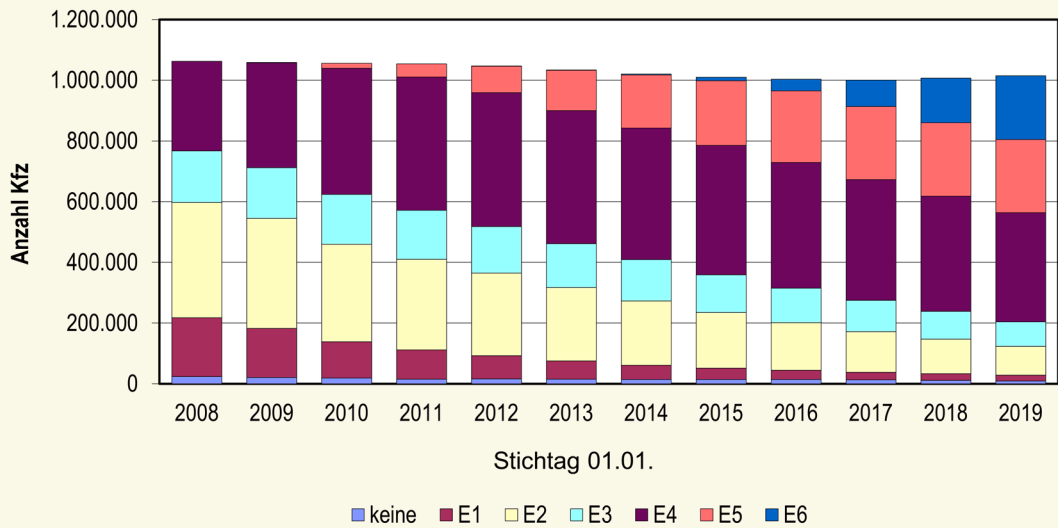
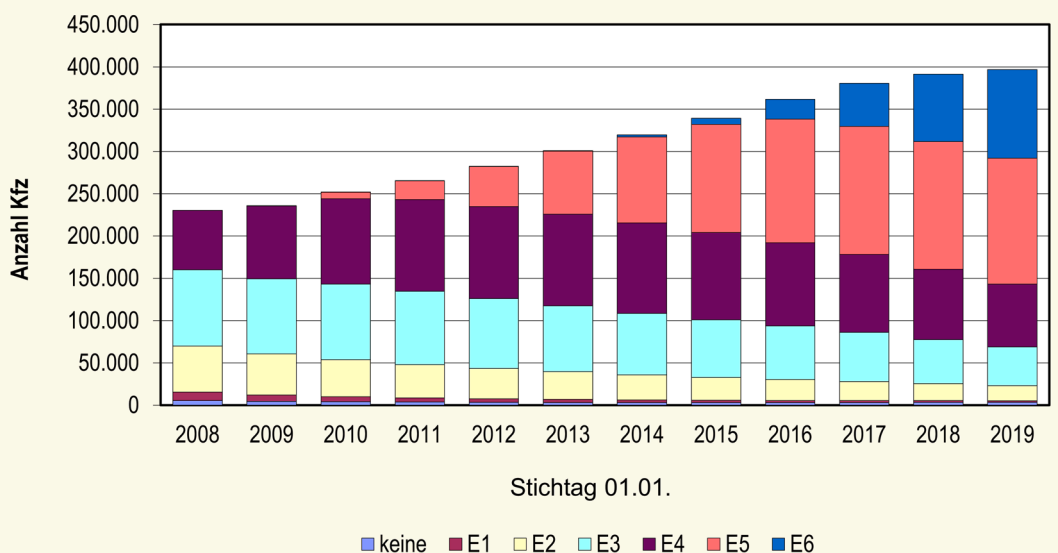


Abb. 22

Differenzierung des Diesel-Pkw-Bestandes nach Abgasminderungsklassen im Land Brandenburg



EURO6-Abgasminderungssystemen zugelassen. Pkw ohne Abgasreinigung wurden immer häufiger stillgelegt und spielen im Straßenverkehr keine Rolle mehr. Der Anteil der Diesel-Pkw an allen Pkw betrug 2019 28 %. Da Diesel-Pkw höhere Fahrleistungen aufweisen als Pkw mit Otto-Motor, kann davon ausgegangen werden, dass **derzeit gut jeder dritte Pkw im fahrenden Verkehr innerorts ein Diesel-Pkw ist.**

Im Kfz-Bestand stieg der Anteil der Fahrzeuge mit alternativen Antriebssystemen (Tab. 5) bei den Pkw auf 2 % bezogen auf alle Fahrzeuge der jeweiligen Kfz-Klasse gegenüber 2018 (1,9 %) leicht an. Vor allem haben hier Fahrzeuge mit Flüssiggas und Erdgas hohe Anteile. Der Bestand von Kfz mit reinen Elektro-Antrieben verdoppelte sich in den letzten 2 Jahren. Den-

noch ist der Bestand mit 2047 Fahrzeugen noch unbedeutend am Gesamtbestand.

Die Kfz-Emissionen wurden für die Zeit ab dem Jahr 2015 mithilfe der Version 3.3 des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) [18] bestimmt. Davor kam die vorherige Version 3.2 ab dem Jahr 2010 zum Einsatz.

Die etwas gestiegenen Fahrleistungen und die wachsenden Neuzulassungen verbrauchsärmerer Kfz sowie der steigende Anteil Diesel-Pkw in den letzten 10 Jahren führte zu etwas geringeren Otto- bzw. höheren Diesel-Kraftstoffverbräuchen. Fast bei allen Luftschadstoffen waren Emissionsminderungen über die Jahre zu verzeichnen, da der beschriebene Austausch von Fahrzeugen mit hohem Schadstoffausstoß gegen Kfz mit modernen Abgasminderungssystemen Wirkung zeigte (insbesondere nach der Einführung der EURO 4-Norm im Jahr 2006

Tab. 5

Kfz-Bestand im Land Brandenburg nach Kraftstoffarten zum 1.1.2019

	Krad	Pkw	Bus	Lkw zus.	Lkw nach zul. Nutzlast in kg		Zugmaschinen		übrige Kfz	Kfz
					bis 1999	> 2000	Ackersch.	Sattelzug		
Benzin	129.995	998.337	9	6.478	6.712	84	4.480	5	641	1.139.945
Diesel	113	396.588	2.420	126.271	113.589	16.944	38.906	7.833	12.256	584.387
Flüssiggas (einschl. bivalent)	4	13.261	0	769	848	3	0	0	20	14.054
Erdgas (einschl. bivalent)	3	2.675	39	748	736	6	0	4	4	3.473
Elektro	212	1.699	18	104	136	11	8	0	6	2.047
Hybrid	9	10.543	3	3	2	2	0	0	1	10.559
sonstige	70	528	0	16	7	9	46	1	7	668
Summe	130.406	1.423.631	2.489	134.389	122.030	17.059	43.440	7.843	12.935	1.755.133
Anteil alternativer Antriebe	0,2 %	2,0 %	2,4 %	1,2 %	1,4 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,3 %	1,8 %

und der EURO 5-Norm im Jahr 2011). Eine Ausnahme stellten die NO_x - und NO_2 -Emissionen dar.

Zum 1.1.2019 waren 26 % der Otto-Pkw und 21 % der Diesel-Pkw nach Euro6-Norm zugelassen. Zu beachten ist, dass bei den nachfolgenden Berechnungen von Emissionen auf Basis des HBEFA das reale Emissionsverhalten berücksichtigt wird – und nicht etwa die auf dem Rollenprüfstand ermittelten Werte.

Die **Kohlenwasserstoffemissionen (HC)** und damit auch die Benzolemissionen gingen von 2009 bis 2019 um 55 % und damit von allen berechneten Emissionen am deutlichsten zurück. Ursache war das fast vollständige Verschwinden von 2-Takt-Pkw sowie 4-Takt-Pkw ohne G-Kat. Die Krafträder tragen bei einem Fahrleistungsanteil unter 2 % bei zugleich 24 % der Emissionen überproportional bei. Der Emissionsanteil des Güterverkehrs an den Kohlenwasserstoffemissionen liegt bei 7 %.

Die **Stickstoffoxidemissionen (NO_x)** gingen von 2009 bis 2019 um 41 % zurück. Der Personenverkehr ist mit 71 % an den NO_x -Emissionen beteiligt und hat den Güterverkehr als Hauptverursacher abgelöst. Die NO_x -Emissionen bestehen aus NO und NO_2 . Problematisch für die Einhaltung des NO_2 -Immissionsgrenzwertes ist, dass der Anteil des direkt aus dem Auspuff ausgestoßenen NO_2 mit zunehmendem Einsatz von Oxidationskatalysatoren bei Diesel-Kfz in den letzten Jahren angewachsen ist bzw. derzeit stagniert. Aus diesem Grund ist eine der NO_x -Emissionsentwicklung folgende NO_2 -Immissionsreduzierung im Straßenraum nicht zu erwarten.

Im HBEFA 3.3 wird ab 2015 erstmalig eine Außentemperaturabhängigkeit der NO_2 - bzw. NO_x -Emissionen der Pkw eingeführt. Auf Grund dieser veränderten Methodik sind die

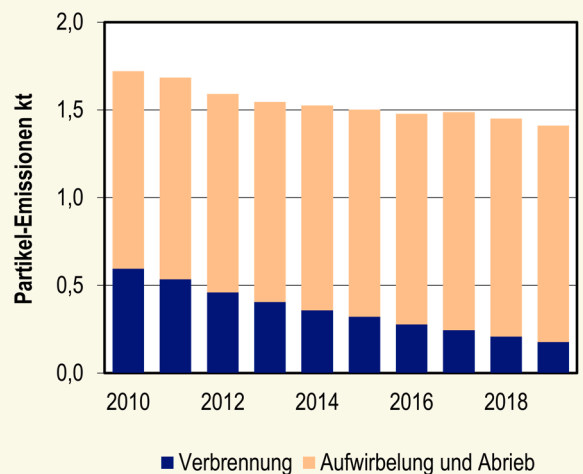
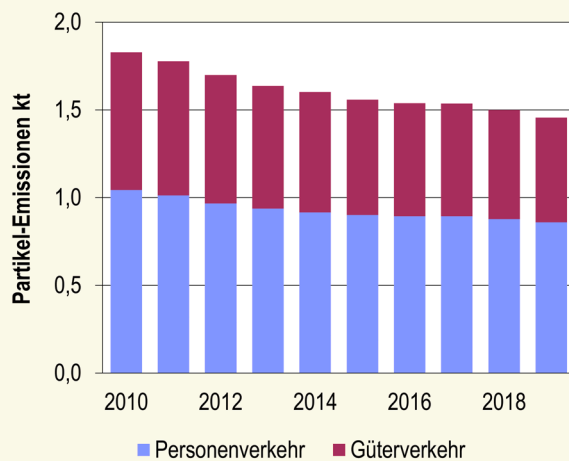
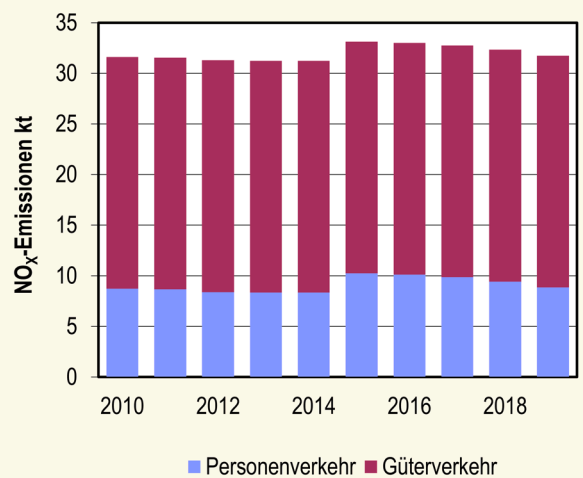
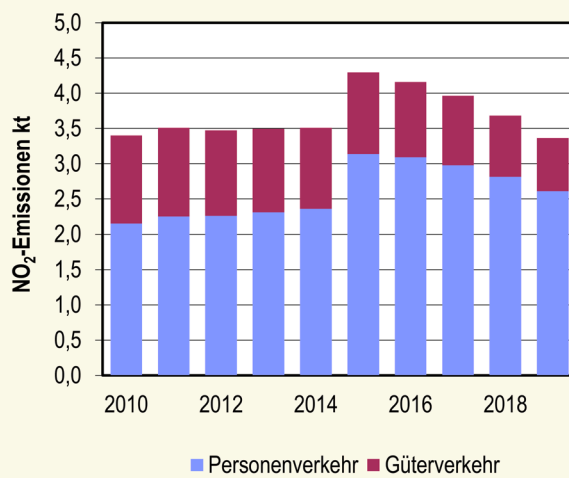
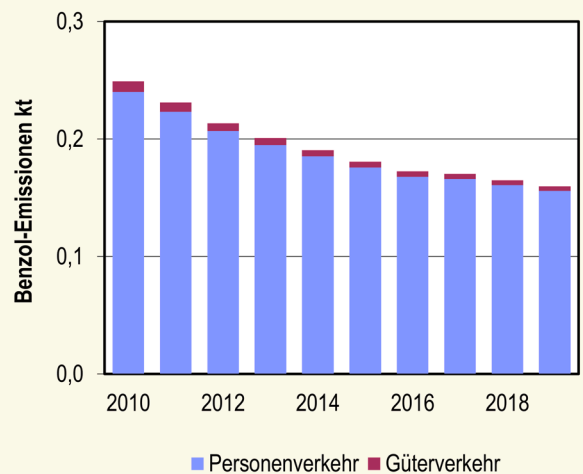
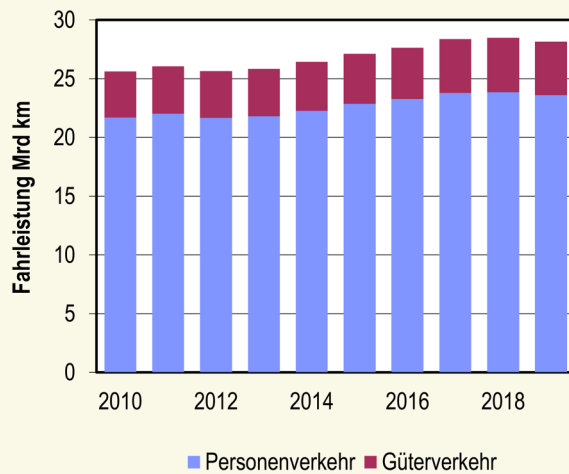
rechnerischen NO_2 - bzw. NO_x -Emissionen aller Kfz um 22 bzw. 7 % höher als 2014.

Die **Partikelemissionen** setzen sich aus den direkten verbrennungsbedingten Emissionen und den Partikeln $< 10 \mu\text{m}$ zusammen, die durch Aufwirbelungs- und Abriebprozesse an Kupplung, Bremsen, Reifen und Fahrbahn entstehen. Es ist bekannt, dass die Aufwirbelungs- und Abriebemissionen vor allem im städtischen Straßennetz in Folge zahlreicher Abbrems- und Beschleunigungsvorgänge den deutlich überwiegenden Anteil der Partikelemissionen ausmachen. Dieser Anteil kann durch abgasbezogene Maßnahmen wie z. B. Partikelfilter nicht beeinflusst werden. Das ist ein Grund für die geringe Abnahme der Partikelemissionen von 20 % zwischen 2009 und 2019. Betrachtet man allein die Abgasemissionen, so reduzierten sich diese trotz Zunahme des Kfz-Diesel-Anteils im gleichen Zeitraum um 73 %.

Der Güterverkehr trug zu 41 % an den gesamten Partikelemissionen sowie zu 47 % an den verbrennungsbedingten direkten Emissionen bei (2019). Da vor allem die feineren Partikel mit Durchmessern $< 1 \mu\text{m}$ eine hohe gesundheitsschädigende Relevanz besitzen, ist bei der Emissionsminderung verstärkt auf die Reduzierung der Primäremission hinzuwirken.

Abb. 23

Emissionen und emissionsrelevante Daten des Straßenverkehrs im Land Brandenburg unter Verwendung der Emissionsfaktoren aus HBEFA 3.3 ab dem Jahr 2015, HBEFA 3.2 ab dem Jahr 2010, davor HBEFA 3.1



5 Sonderuntersuchungen

5.1 Messung ultrafeiner Partikel

Neben Feinstaub der Korngrößen PM_{10} und $PM_{2,5}$ geraten aktuell vermehrt ultrafeine Partikel in den Fokus der Diskussion über Luftschadstoffe. Unter ultrafeinen Partikeln (UFP) versteht man Staubteilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von bis zu $0,1 \mu m$ ($= 100 \text{ nm}$), das ist höchstens ein Hundertstel der Größe von PM_{10} . Sie gelangen sowohl auf natürlichem Wege z. B. durch Waldbrände oder Vulkanausbrüche, als auch durch Verbrennungsprozesse in Industrie, Verkehr, Energiewirtschaft und Heizungen in die Luft. Außerdem können UFP auch durch physikalische bzw. chemische Prozesse (z. B. Kondensation) aus gasförmigen Luftschadstoffen wie Schwefeldioxid und organischen Substanzen entstehen.

Gesundheitlich relevant sind UFP, da sie beim Einatmen sehr tief bis in die Lungenbläschen eindringen, von dort in die Blutbahn und in andere Organe gelangen und sich dort anreichern können. Nach derzeitigem Kenntnisstand bestehen Zusammenhänge zwischen der UFP-Exposition und Atemwegs- und Herzkreislauferkrankungen. Allerdings reicht nach Einschätzung der WHO die Datenlage noch nicht zur Ableitung von Richt- oder Grenzwerten aus [19]. Daher gibt es bisher keine gesetzliche Verpflichtung, die ultrafeinen Partikel in der Umgebungsluft zu messen.

Im Gegensatz zu den Feinstaubfraktionen PM_{10} und $PM_{2,5}$, die als Masse pro Volumeneinheit ($\mu g/m^3$) gemessen werden, werden die UFP als Anzahl der Partikel pro Kubikzentimeter (Partikelanzahlkonzentration P/cm^3) Luft erfasst. In den vergangenen Jahren gab es große Fortschritte in der UFP-Immissionsmesstechnik, die sich u. a. in den erarbeiteten Standards der Richtlinie VDI 3867 niederschlägt. Ein Referenzmessverfahren wie bei den gesetzlich geregelten Luftschadstoffen gibt es allerdings noch nicht.

Um dem Interesse und dem Bedarf an Informationen in der Öffentlichkeit gerecht zu werden, wird derzeit ein Messkonzept mit dem Ziel der Erzeugung einer qualitätsgesicherten Datenbasis für ultrafeine Partikel insbesondere in der Gegenüberstellung von unterschiedlich belasteten Gebieten im Land Brandenburg entwickelt.

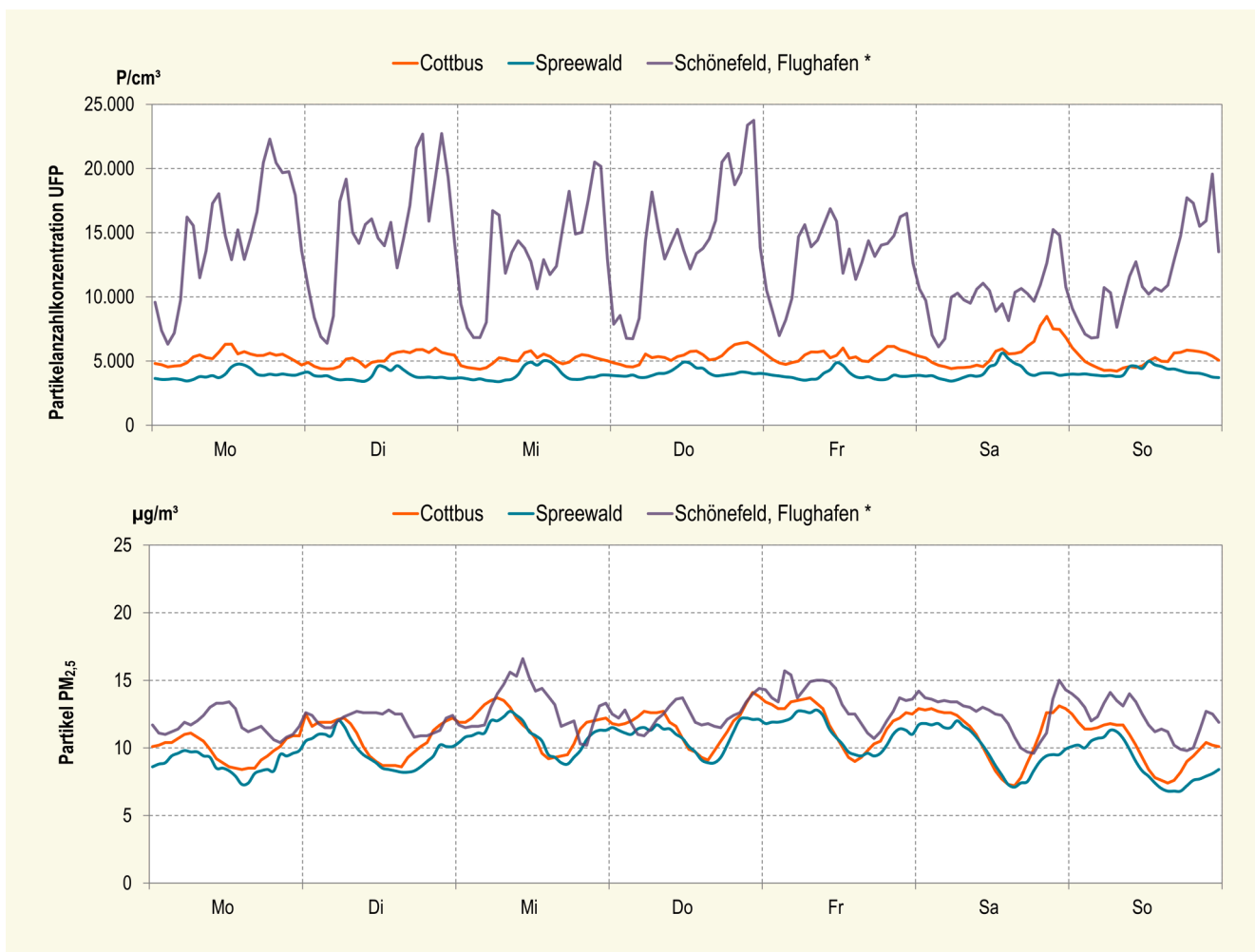
Nach vorbereitenden Arbeiten im Jahr 2017 und Testmessungen an der Messstation Spreewald im Jahr 2018 wurden im Jahr 2019 an den Stationen Spreewald (ländlicher Hintergrund) und Cottbus (städtischer Hintergrund) kontinuierliche Messungen der Partikelanzahlkonzentrationen ($5 \text{ nm} - 1000 \text{ nm}$) durchgeführt. Der Jahresmittelwert lag in Cottbus bei $5307 P/cm^3$, im Spreewald bei $3996 P/cm^3$.

Am Flughafen Schönefeld wurde durch die Betreibergesellschaft des Flughafens Berlin-Brandenburg ebenfalls die Partikelanzahlkonzentration der ultrafeinen Partikel gemessen, hier lag der Jahresmittelwert 2019 bei $13.277 P/cm^3$.

Der Vergleich der mittleren Wochengänge und Tagesgänge der UFP-Konzentrationen zeigt den Unterschied im Konzentrationsniveau zwischen der Station am Flughafen Schönefeld und den Hintergrundmessstationen Cottbus und Spreewald (Abb. 24). Während sich in Cottbus und im Spreewald die Anzahlkonzentrationen sowohl im Tages- als auch im Wochengang auf relativ gleichbleibendem Niveau bewegen, zeichnet sich der Tagesgang am Flughafen durch erhebliche Schwankungen aus. Im Wochenverlauf sind ebenfalls deutliche Unterschiede sichtbar.

Von Montag bis Donnerstag liegen die UFP-Konzentrationen in Schönefeld in den frühen Morgenstunden bei ca. $7000 P/cm^3$ und steigen dann sehr steil an auf über $15.000 P/cm^3$. Im Verlauf des Vormittags ver-

Abb. 24

Mittlerer Wochengang UFP und PM_{2,5} im Zeitraum 01.01.2019 bis 31.12.2019

bleiben sie mit Schwankungen etwa auf diesem Niveau und gehen in der Mittagszeit wieder leicht zurück. Am Nachmittag und Abend ist dann ein Anstieg bis auf über 20.000 P/cm³ zu verzeichnen, bevor die UFP-Konzentration am späten Abend nach Einstellung des Flugbetriebs wieder rapide sinkt.

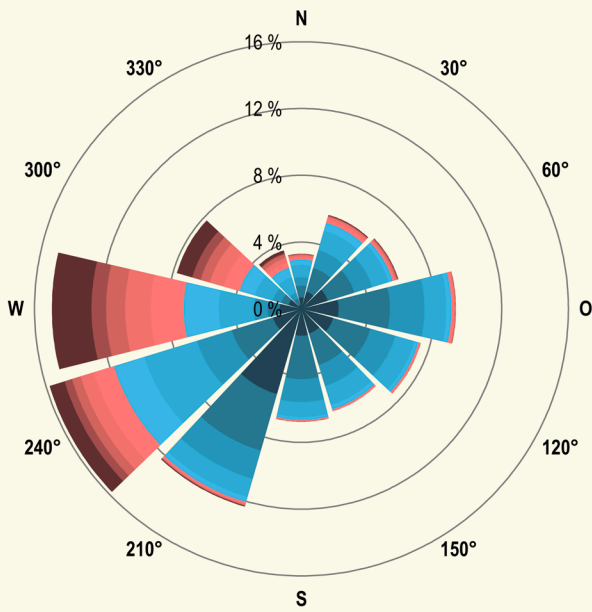
Freitags steigen die Partikelzahlen nach dem nächtlichen Tiefstand ebenfalls auf ca. 15.000 P/cm³ an und verbleiben – mit Schwankungen vor allem in der Mittagszeit – bis zum späten Abend etwa auf diesem Niveau. Samstags und sonntags werden

tagsüber etwa 10.000 P/cm³ erreicht, und am späten Abend ist wieder ein Anstieg auf ca. 15.000 bis 20.000 P/cm³ zu verzeichnen.

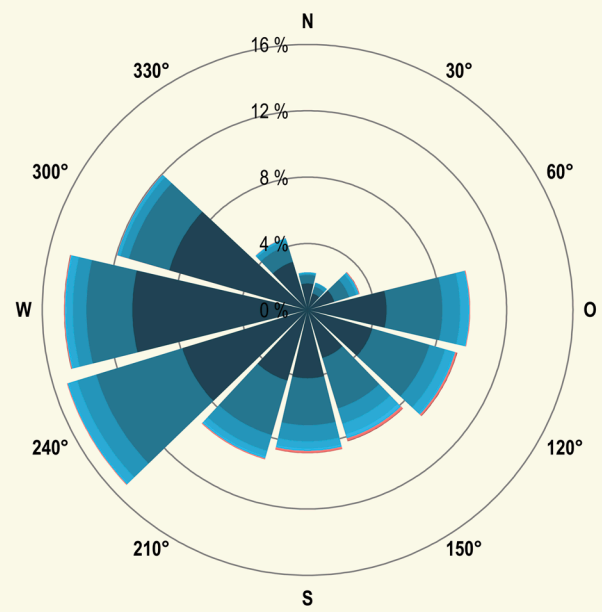
Diese UFP-Tages- und Wochengänge am Flughafen Schönefeld zeigen den Einfluss des Flughafens als Quelle für ultrafeine Partikel. Die Nachtstunden ohne Flugbetrieb und zugehörige Vorbereitungs- und Abfertigungsprozesse am Boden sind erkennbar deutlich geringer belastet.

Die Tages- und Wochengänge der PM_{2,5}-Konzentrationen unterscheiden sich dagegen

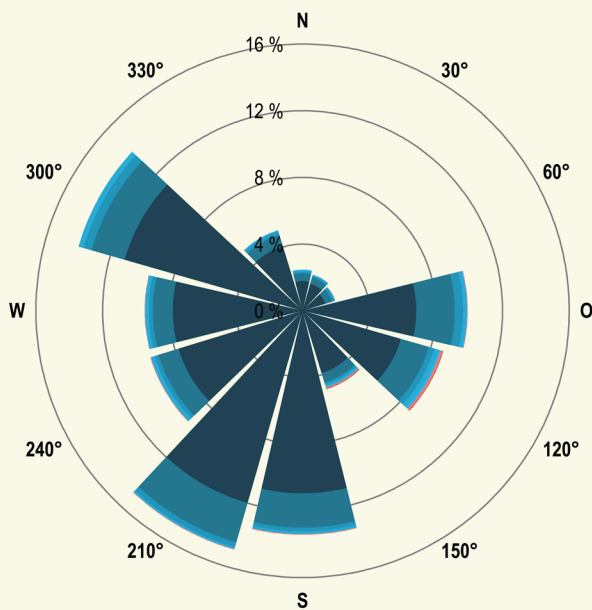
Schönefeld, Flughafen



Cottbus



Spreewald



UFP-Anzahl-
Konzentration
[P/cm³]

- >40.000
- 35.000 - 40.000
- 30.000 - 35.000
- 25.000 - 30.000
- 20.000 - 25.000
- 15.000 - 20.000
- 10.000 - 15.000
- 7.500 - 10.000
- 5.000 - 7.500
- <5.000

an den drei Messstationen verhältnismäßig wenig; die Kurven verlaufen am Flughafen Schönefeld, in Cottbus und im Spreewald nahezu parallel auf leicht unterschiedlichem Niveau ohne ausgeprägte Schwankungen im Tages- und Wochenverlauf (Abb. 24). Es wird deutlich, dass die ultrafeinen Partikel kaum zur messbaren Masse ($PM_{2,5}$) der Partikel beitragen.

Die Luftgütemessstation am Flughafen Schönefeld befindet sich am Ostende der nördlichen Start- und Landebahn. Der Flugbetrieb einschließlich Abfertigung und Vorfeldaktivitäten spielt sich westlich des Messcontainers ab, so dass die Auswertung der UFP-Zahlen in Abhängigkeit von der Windrichtung deutlich höhere Partikelanzahlen bei Winden aus westlichen Richtungen als bei Ost-, Süd- oder Nordwind (Abb. 25) zeigt. An den Messstationen Cottbus und Spreewald ist kein solcher ausgeprägter Zusammenhang zwischen Windrichtung und Anzahl der ultrafeinen Partikel zu erkennen.

5.2 Ionenmessungen im Land Brandenburg

Das LfU Brandenburg führte in den Jahren 2018 und 2019 umfangreiche Ionenmessungen im Feinstaub $PM_{2,5}$ durch. Die $PM_{2,5}$ -Feinstaubproben der verkehrsbezogenen Messstation Potsdam, Zeppelinstr. wurden 2018 über das gesamte Jahr hinweg täglich auf ihren Anteil löslicher Ionen untersucht. 2019 wurden für die Analysen die täglichen $PM_{2,5}$ -Feinstaubproben der verkehrsbezogenen Messstation Cottbus, Bahnhofstr. verwendet. Im Ergebnis liegen Tagesmittelwerte für die Ionenkonzentrationen von Ammonium (NH_4^+), Calcium (Ca_2^+), Chlorid (Cl^-), Kalium (K^+), Magnesium (Mg_2^+), Natrium (Na^+), Nitrat (NO_3^-) und Sulfat (SO_4^{2-}) im $PM_{2,5}$ vor.

Die $PM_{2,5}$ -Probenahme auf Teflonfiltern erfolgte durch Kleinfiltergeräte (Low Volume Sam-

pler/LVS) des Typs Derenda 16-3.1 gemäß DIN EN 12341:2014-08 0. Die anschließenden Analysen durch Ionenchromatographie zur Ermittlung der Ionenmassenkonzentration im $PM_{2,5}$ wurden im Landeslabor Berlin-Brandenburg (LLBB) nach DIN EN 16913:2017-09 [21] durchgeführt.

Die mittlere $PM_{2,5}$ -Zusammensetzung in Potsdam (Abb. 26 links) zeigt, dass die Ionen im Jahr 2018 einen Anteil von etwa 35 % an der Gesamtmasse $PM_{2,5}$ ausmachen. Die größten Beiträge liefern dabei Sulfat mit 13 %, Nitrat mit 12 % und Ammonium mit 7 %. Die Ionen Calcium, Chlorid, Kalium, Magnesium und Natrium weisen jeweils niedrige $PM_{2,5}$ -Massenanteile von unter 1 % auf. Die Ergebnisse in Cottbus für das Jahr 2019 zeigen eine ähnliche Zusammensetzung (Abb. 26 rechts). Hier tragen die löslichen Ionen zu 32 % zum $PM_{2,5}$ -Feinstaub bei, wobei ebenso Sulfat mit 12 %, Nitrat mit 10 % und Ammonium mit 6 % die höchsten Anteile haben. Die restlichen Ionen liefern jeweils Beiträge von unter 1 %.

Ähnliche Zusammensetzungen wurden beispielsweise auch bei Untersuchungen des Feinstaubes $PM_{2,5}$ in Sachsen [22] und in Berlin [23] ermittelt.

Betrachtet man die Ionenkonzentrationen im Jahresverlauf, kann man für einige Ionen deutliche Unterschiede zwischen den Konzentrationen im Sommer (April bis September) und im Winter (Oktober bis März) feststellen. Die Nitratkonzentration im $PM_{2,5}$ in Potsdam (Abb. 27) zeigt z. B. deutliche Spitzen in den Wintermonaten, während sie im Sommer sehr niedrig ist. Im Mittel ist sie in Potsdam im Winter siebenmal höher und in Cottbus sechsmal höher als im Sommer. Ähnliche Jahresverläufe zeigen Ammonium, Chlorid, Sulfat, Natrium und Kalium, auch wenn für diese Ionen der Unterschied zwischen Winter und Sommer weniger stark ausgeprägt ist. Für Magnesium lassen sich keine deutlichen Unterschiede zwischen

Abb. 26

Mittlere prozentuale PM_{2,5}-Feinstaubzusammensetzungen in Potsdam, Zeppelinstr. im Jahr 2018 und Cottbus, Bahnhofstr. im Jahr 2019.

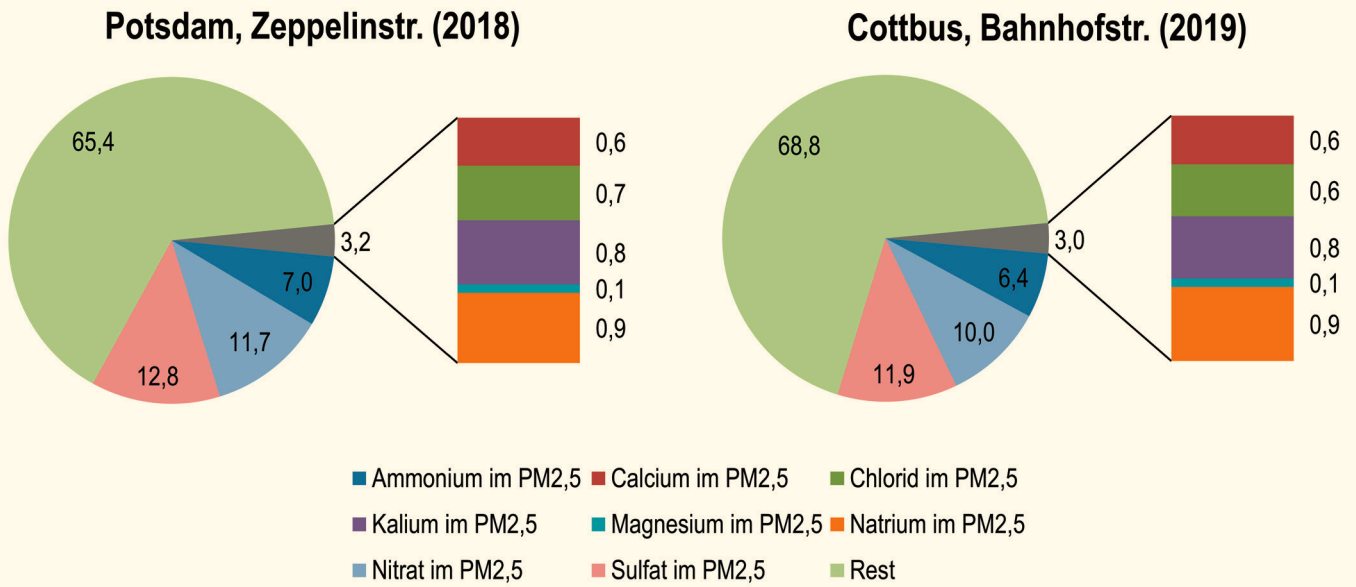


Abb. 27

Verlauf der Nitratkonzentration im PM_{2,5} in Potsdam, Zeppelinstr. im Jahr 2018.

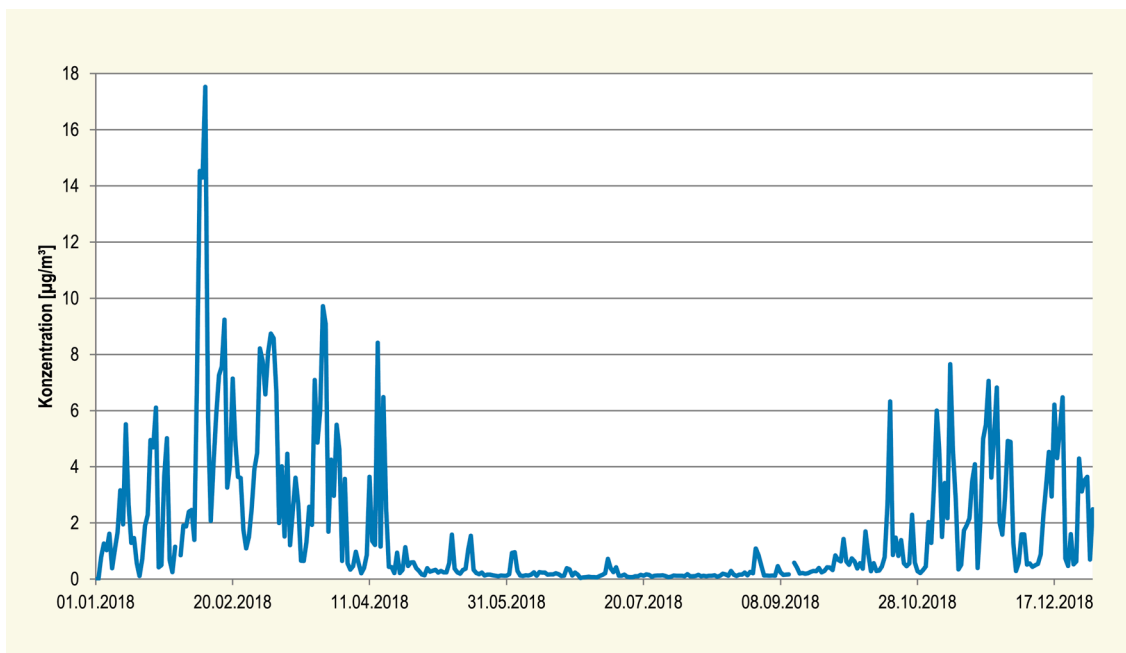
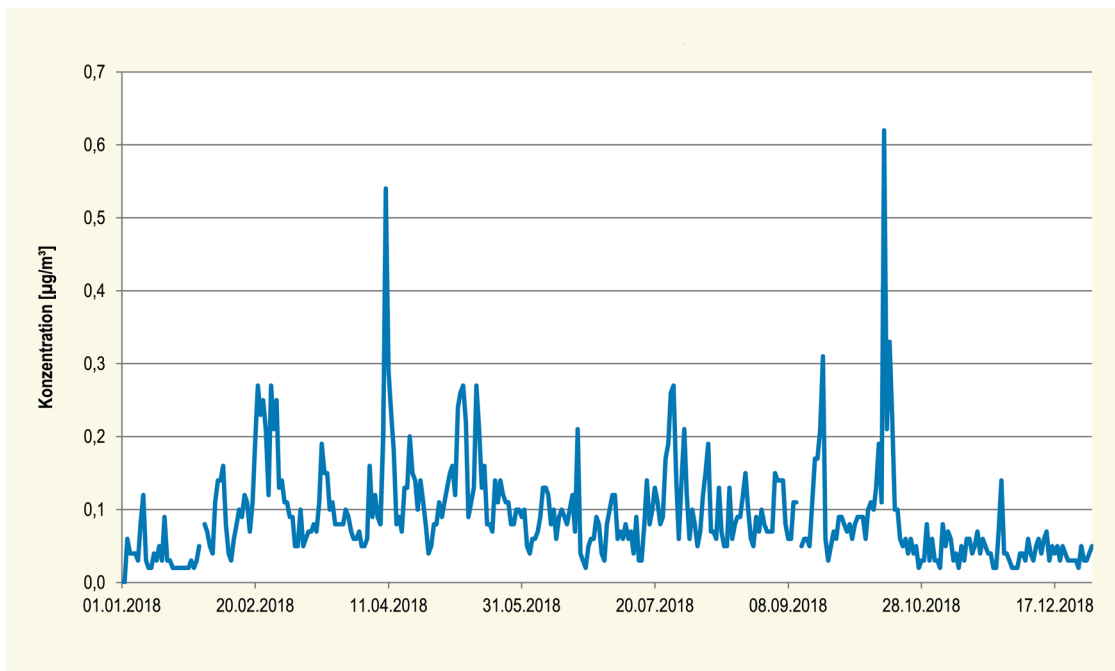


Abb. 28

Verlauf der Calciumkonzentration im $PM_{2,5}$ in Potsdam, Zeppelinstr. im Jahr 2018.

Sommer- und Winterhalbjahr erkennen. Calcium weist die höheren Konzentrationen im $PM_{2,5}$ in den Sommermonaten auf (Abb. 28). In Potsdam war die Calciumkonzentration im Winter um 29 % niedriger als im Sommer, in Cottbus um 37 %.

Am 31.12.2018 in Potsdam und am 01.01.2019 in Cottbus wurden insbesondere für Kalium, Magnesium und Chlorid außergewöhnlich hohe Konzentrationen gemessen. Diese Ionen bestimmen die Farbgebung von Feuerwerkskörpern. Für die weiteren Analysen wurden diese beiden Tage als Ausreißer betrachtet und nicht für weitere Berechnungen berücksichtigt.

Eine Auswertung der korrelativen Zusammenhänge der einzelnen Ionenkonzentrationen im $PM_{2,5}$ (Abb. 29) zeigt erwartungsgemäß hohe positive Korrelationskoeffizienten zwischen Chlorid, Magnesium und Natrium. Diese drei Ionen sind typische Bestandteile des

Seesalzes. Auch zwischen Ammonium, Nitrat und Sulfat können hohe positive Korrelationskoeffizienten bestimmt werden. Sie sind der Gruppe der Sekundäraerosole zuzuordnen, die durch chemische Reaktionen aus gasförmigen Vorläuferstoffen wie Stickoxiden (NO_x), Schwefeldioxid (SO_2) und Ammoniak (NH_3) entstehen. Kalium korreliert am ehesten mit diesen sekundär gebildeten Ionen, jedoch deutlich weniger stark als diese untereinander. Calcium weist zu keinem der anderen Ionen einen statistischen Zusammenhang auf.

In Abb. 30 und Abb. 31 werden die Jahresverläufe der $PM_{2,5}$ -Zusammensetzung für Potsdam und Cottbus mit den durch die Korrelationen bestimmten Ionengruppen Sekundäraerosol (Ammonium, Nitrat, Sulfat) und Seesalz (Chlorid, Magnesium, Natrium) dargestellt. An beiden Standorten machen die Sekundäraerosole den größten Ionenanteil am $PM_{2,5}$ aus. Erhöhte Konzentrationen treten vor allem im Winter auf bzw. dann wenn

Abb. 29 Korrelationsmatrix zwischen den verschiedenen Ionenkonzentrationen. In der oberen rechten Hälfte ist der Korrelationskoeffizient zwischen den jeweiligen Ionenkonzentrationen dargestellt, grün hervorgehoben sind Korrelationskoeffizienten über 0,40. Streudiagramme der verschiedenen Ionenkonzentrationen sind in der unteren linken Hälfte dargestellt, wobei positive lineare Zusammenhänge grün hervorgehoben sind.

	Ammonium	Calcium	Chlorid	Kalium	Magnesium	Natrium	Nitrat	Sulfat
Ammonium	1,00	0,06	0,29	0,74	-0,23	-0,08	0,89	0,82
Calcium		1,00	0,11	0,21	0,16	-0,02	-0,05	0,23
Chlorid			1,00	0,32	0,44	0,74	0,38	0,16
Kalium				1,00	-0,10	-0,03	0,64	0,67
Magnesium					1,00	0,75	-0,11	-0,21
Natrium						1,00	0,10	-0,15
Nitrat							1,00	0,48
Sulfat								1,00

auch die $PM_{2,5}$ -Konzentration insgesamt hoch ist. Seesalzen sowie Calcium und Kalium spielen nur eine untergeordnete Rolle bei der $PM_{2,5}$ -Belastung.

Weiterhin wurde nach einem Zusammenhang zwischen den Ionenkonzentrationen und Wetterlagen gesucht. Dazu wurde jedem Tag der Jahre 2018 und 2019 die Großwetterlage nach Hess/Brezowsky des Deutschen Wetterdienstes zugeordnet. Für die Ionen Chlorid,

Abb. 30

Jahresverlauf der PM_{2,5}-Zusammensetzung in Potsdam, Zeppelinstr. im Jahr 2018.

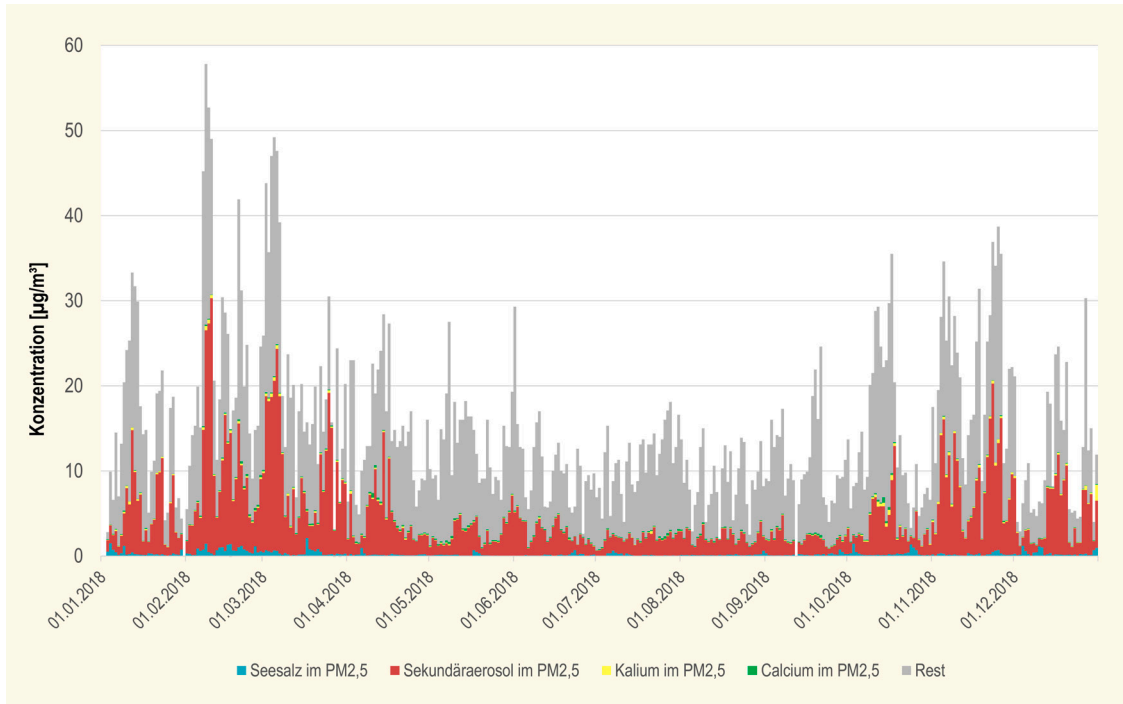
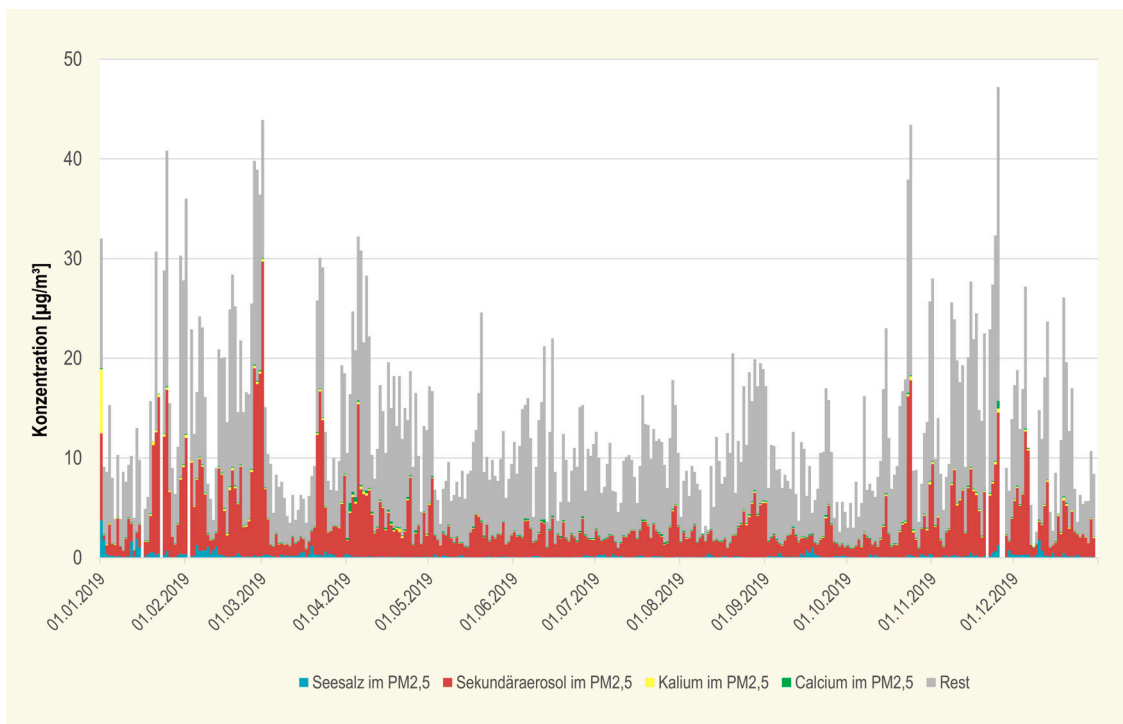


Abb. 31

Jahresverlauf der PM_{2,5}-Zusammensetzung in Cottbus, Bahnhofstr. im Jahr 2019.



Magnesium und Natrium konnte festgestellt werden, dass der Seesalzionenanteil am $PM_{2,5}$ mit 11 % in Potsdam und 8 % in Cottbus bei der zyklonalen Nordwestlage besonders hoch ist. Bei allen anderen Wetterlagen liegt der Seesalzionenanteil am $PM_{2,5}$ deutlich unter 3 %. Bei der zyklonalen Nordwestlage strömt polare Luft aus dem Nordwesten über das Europäische Nordmeer und die Nordsee an, wodurch sich hohe Seesalzkonzentrationen erklären. Für die anderen Ionen lassen sich solche starken Großwetterlagenabhängigkeiten nicht erkennen.

Eine Betrachtung der Objektiven Wetterlagenklassifikationen des Deutschen Wetterdienstes lässt ähnliche Rückschlüsse zu. So werden bei nordwestlicher und nordöstlicher Anströmung mit 4 bzw. 2 % die höchsten Seesalzionenanteile am $PM_{2,5}$ erreicht.

An kalten Tagen wird als Streusalz auf vereisten Straßen häufig Natriumchlorid verwendet. Abb. 32 zeigt die Chlorid- und Natriumkonzentration im $PM_{2,5}$ in Abhängigkeit der Tempera-

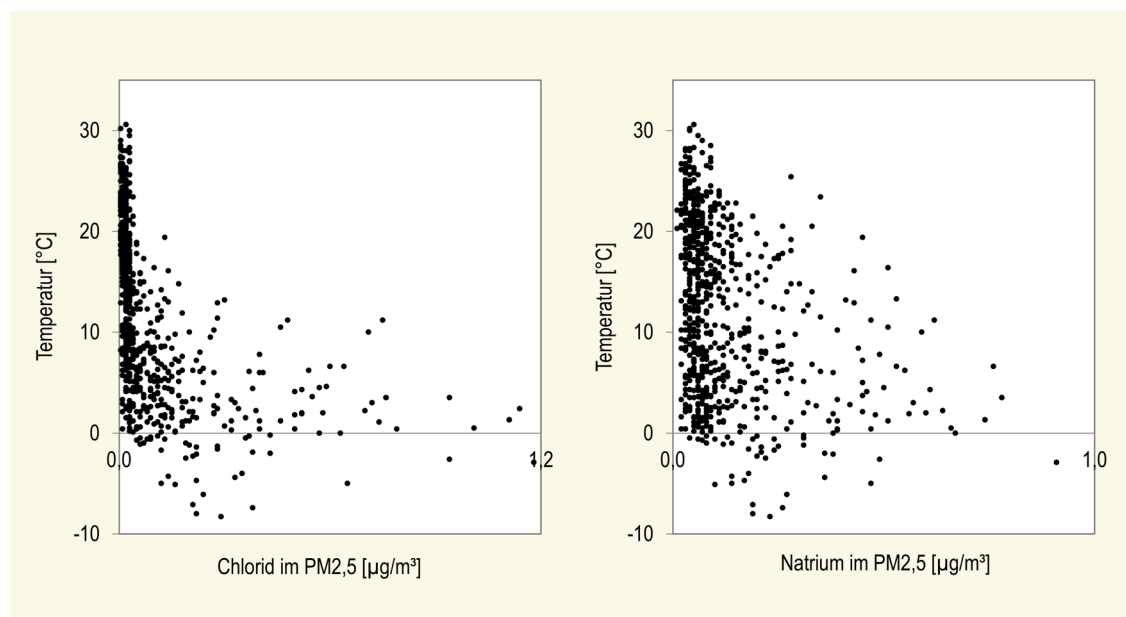
tur. Tatsächlich treten bei Temperaturen um den Gefrierpunkt vor allem hohe Chloridkonzentrationen auf. Diese könnten vom Streusalz stammen, jedoch bringen auch die zuvor beschriebenen nordwestlichen Strömungen häufig kühle Luft mit sich.

Calcium ist vor allem Bestandteil des Erdkrustenmaterials, d. h. von Gesteinen und deren Verwitterungsprodukten (Böden). Die höheren Calciumkonzentrationen in den Sommermonaten lassen sich durch Aufwirbelungen und Verwehungen erklären, die durch die Trockenheit in den Jahren 2018 und 2019 vermutlich verstärkt wurden.

Auch Kalium ist dem Erdkrustenmaterial zuzuordnen. Außerdem ist in Holz ein großer Anteil Kalium enthalten. Kalium im Feinstaub wird deshalb häufig als Indikator für Holzverbrennung herangezogen. Dies ist auch aus den aktuellen Ergebnissen nachzuvollziehen: Die höchsten mittleren Kaliumkonzentrationen können bei mittleren Tagestemperaturen zwischen -5 und 0°C festgestellt werden

Abb. 32

Chlorid- und Natriumkonzentrationen im $PM_{2,5}$ in Abhängigkeit der Temperatur.



(Abb. 33), bei denen gegenüber wärmeren Tagen mit einer stärkeren Nutzung von Wohlfühlkaminen, Zusatzöfen etc. zu rechnen ist. Dabei ist die Kaliumkonzentration in Potsdam im Winterhalbjahr um den Faktor 2,4 höher als im Sommer, in Cottbus liegt der Faktor bei 1,7. Dies bestärkt die Einschätzung, dass Holzverbrennung die erhöhten Kaliumkonzentrationen verursachen kann.

Die Ionen Ammonium, Nitrat und Sulfat, die der Gruppe der Sekundäraerosole zugeordnet werden, bilden sich in der Atmosphäre durch chemische Reaktionen aus gasförmigen Vorläuferstoffen wie Stickoxiden (NO_x), Schwefeldioxid (SO_2) und Ammoniak (NH_3). Deren Quellen wiederum sind hauptsächlich Verbrennungsprozesse, Verkehr sowie die Landwirtschaft.

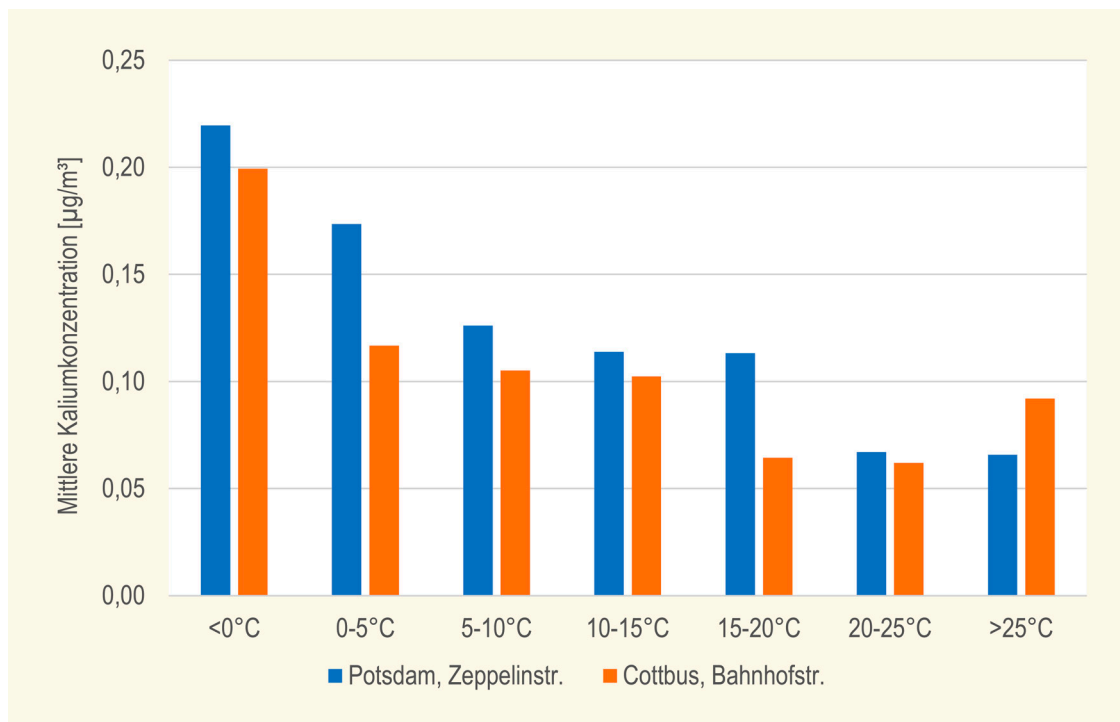
Die beiden Messstandorte Potsdam, Zeppelinstr. und Cottbus, Bahnhofstr. weisen ins-

gesamt sehr ähnliche Ergebnisse auf. So konnten ähnliche $\text{PM}_{2,5}$ -Zusammensetzungen und Ionenkonzentrationsmittelwerte (Tab. 6) ermittelt werden. Hier muss jedoch berücksichtigt werden, dass zwei verschiedene Zeiträume, die Jahre 2018 und 2019, miteinander verglichen werden, in denen unterschiedliche meteorologische Verhältnisse vorherrschten.

Wie hoch der lokale Einfluss der Ionenkonzentration an den beiden verkehrsbezogenen Messstationen ist, lässt sich nur schwer beurteilen, da keine parallelen Messungen im ländlichen oder städtischen Hintergrund durchgeführt wurden. Durch die gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse in Potsdam und in Cottbus sowie aufgrund der Tatsache, dass Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ eine lange Verweildauer in der Atmosphäre hat und somit lange Transportwege zurücklegen kann, werden vor allem regionale und überregionale Quellen für die Ionenkonzentrationen vermutet.

Abb. 33

Mittlere Kaliumkonzentrationen bei unterschiedlichen Tagesmitteltemperaturen.



Tab. 6	Jahresmittelwerte der Ionenkonzentrationen.	
	Potsdam Zeppelinstr. (2018)	Cottbus, Bahnhofstr. (2019)
Ammonium im PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1,03	0,82
Calcium im PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,09	0,08
Chlorid im PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,10	0,08
Kalium im PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,12	0,10
Magnesium im PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,02	0,01
Natrium im PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,13	0,12
Nitrat im PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1,72	1,27
Sulfat im PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1,89	1,52

Auch in Zukunft sollen an den Messstellen des Landes Brandenburg Ionenuntersuchungen durchgeführt werden. Im Jahr 2020 werden Ionenmessungen im PM_{2,5} in Nauen realisiert. Diese Messstelle repräsentiert den vorstädtisch-städtischen Hintergrund, die nahegelegenen Kleingärten legen eine gewisse Häufung von Emissionen aus Grill- und Lagerfeuern nahe. Hier soll der Holzverbrennungsanteil exemplarisch im Vergleich zu den bisher untersuchten verkehrsbezogenen Messstellen in Potsdam und Cottbus untersucht werden.

Zwar gibt es für die Ionen im Feinstaub keine Grenz- und Zielwerte nach 39. BImSchV, dennoch können Untersuchungen der PM_{2,5}-Feinstaubzusammensetzung wichtige Erkenntnisse liefern. Die löslichen Ionen im PM_{2,5} machen einen Massenanteil von 31 bis 35 % im PM_{2,5} und einen Anteil von 22 bis 24 % im PM₁₀ aus. Insbesondere die sekundär gebildeten Ionen Ammonium, Sulfat und Nitrat liefern mit 28 bis 31 % zum PM_{2,5} bzw. mit 20 bis 22% zum PM₁₀ einen bedeutenden Beitrag. Durch Minderung dieser Sekundäraerosolkonzentration kann somit auch eine Verminderung der gesamten Feinstaubbelastung bewirkt werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [2] Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft
- [3] Richtlinie (EU) 2015/1480 der Kommission vom 28. August 2015 zur Änderung bestimmter Anhänge der Richtlinien 2004/107/EG und 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend Referenzmethoden, Datenvalidierung und Standorte für Probenahmestellen zur Bestimmung der Luftqualität
- [4] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung vom 17.5.2013
- [5] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) vom 02.08.2010, zuletzt geändert durch Art. 2 V v. 18.7.2018 I 1222
- [6] Brandenburger Verordnung zur Regelung der Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissionsschutzes (Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung - ImSchZV) vom 31. März 2008 (GVBl.II/08, [Nr. 08], S.122)
- [7] Entscheidung des Rates vom 27. Januar 1997 zur Schaffung eines Austausches von Informationen und Daten aus Netzen und Einzelstationen zur Messung der Luftverschmutzung in den Mitgliedsstaaten (97/101/EG)
- [8] Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg, Planfeststellungsbeschluss Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld (13.08.2004), Az.: 44/1-6441/1/101
- [9] Deutscher Wetterdienst (DWD), 2019: Monatlicher Klimastatus Deutschland Januar bis Dezember 2019
- [10] Umweltbundesamt: Luftqualität 2019 – Vorläufige Auswertung, Januar 2020
- [11] WHO/IARC: Press Release Nr. 213, 12.06.2012
- [12] Luftqualität in Baden-Württemberg – Auswertung der Jahresdaten für 2018, LUBW 2019
- [13] LANUV NRW, Internetseite (www.lanuv.nrw.de), abgerufen am 6.7.2020
- [14] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002
- [15] Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.01.2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsgesetzes (Abl. der EU vom 04.02.2006 (R 33/1))
- [16] Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister vom 21.05.2003 sowie zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 166/2006 vom 06.06.2007 (BGBl., I, 1002)

- [17] Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 31. Juli 2011, BGBl 2011 Teil I Nr. 43, Bonn 05.08.2011
- [18] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 3.3, Infracore 2017
- [19] WHO – World Health Organisation (2016), Regional Office for Europe: WHO-Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting Report, Bonn, 29. September – 1. Oktober 2015. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- [20] DIN EN 12341:2014-08 Außenluft - Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes
- [21] DIN EN 16913:2017-09 Außenluft - Messverfahren zur Bestimmung von NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, NH₄⁺, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ in PM_{2,5} wie auf Filtern abgeschieden
- [22] Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen: Korngrößendifferenzierte Feinstaubbelastung in Straßennähe in Ballungsgebieten Sachsens, 2005
- [23] Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin: Ursachenanalyse von PM_{2,5} Feinstaubimmissionen in Berlin, 2008

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AOT40	Accumulated Ozone Exposure over a Threshold of 40 ppb (Kumulierte Ozonkonzentrationen über einer Schwelle von 40 ppb)
BaP	Benzo(a)pyren
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
39. BImSchV	39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BTX	Benzol, Toluol, Xylole
°C	Grad Celsius
cm ³	Kubikzentimeter
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
d	Tag
DWD	Deutscher Wetterdienst
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
EU	Europäische Union
EW	Einwohner
G-Kat	geregelter Katalysator
h	Stunde
HBEFA	Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HC	Hydrocarbon (Kohlenwasserstoff)
K	Kelvin
Kfz	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
km	Kilometer
kt	Kilotonne
KÜL 2015	Konzeption zur Überwachung der Luftqualität im Land Brandenburg 2015 bis 2019
LfU	Landesamt für Umwelt
LKW	Lastkraftwagen
LLBB	Landeslabor Berlin-Brandenburg
LRP	Luftreinhalteplan
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
mg	Milligramm
Mrd	Milliarde
MW	Mittelwert
µg	Mikrogramm
µm	Mikrometer
ng	Nanogramm
NH ₃	Ammoniak
nm	Nanometer
NMVOc	flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxide
O ₃	Ozon
P	Partikel
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

PM ₁₀	Particulate Matter 10 (Feinstaub mit einer Partikelgröße kleiner 10 Mikrometer)
PM _{2,5}	Particulate Matter 2,5 (Feinstaub mit einer Partikelgröße kleiner 2,5 Mikrometer)
PKW	Personenkraftwagen
ppb	parts per billion
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register (Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister)
SO ₂	Schwefeldioxid
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
UBA	Umweltbundesamt
UFP	Ultrafeine Partikel
VOC	volatile organic compounds (flüchtige organische Verbindungen)
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)

Zusammenfassung der Messergebnisse

Messstellen	PM ₁₀	PM _{2,5}	Benzo(a)pyren in PM ₁₀	Ruß in PM ₁₀	Arsen in PM ₁₀	Blei in PM ₁₀	Cadmium in PM ₁₀	Nickel in PM ₁₀	Benzol	NO ₂	Ozon	SO ₂	CO
	µg/m ³ Anzahl MW TMMW > 50	µg/m ³ MW	ng/m ³ MW	µg/m ³ MW	ng/m ³ MW	ng/m ³ MW	ng/m ³ MW	ng/m ³ MW	µg/m ³ MW	µg/m ³ MW Anzahl 1h-MW > 200	µg/m ³ MW Tage mit 8h-GMW > 120 Tage mit 1h-MW > 180	µg/m ³ MW Anzahl 1h-MW > 350 TMMW > 125	µg/m ³ MW Anzahl 8h-GMW > 10 mg/m ³
+ Hintergrundmessstelle v verkehrsbez. Messstelle * Fremdbetreiber ** Inbetriebnahme: 20.06.2019													
Hasenholz (Buckow) +	18	11								9	57	17	4
Lütle (Beizig) +	13	8								7	57	28	2
Spreewald +	14	10								7	56	22	5
Neuglobsow **	13	1								4	56	16	0
Blankenfelde-Mahlow	17	2	0,4	1,9				0,5		14	53	22	1
Brandenburg a. d. Havel	16	2								12	55	16	0
Cottbus	16	3			1,2	5,9	0,1	1,2		12	59	25	1
Dallgow-Döberitz**	14	0								11	50	1	0
Eisenhüttenstadt	16	5	0,5	2				0,6		11	59	22	3
Elsterwerda	16	2	0,3	1,9						12	55	27	2
Frankfurt (Oder)	17	6								12	57	23	3
Luckenwalde	16	2								14	56	0	0
Nauen	17	3								12	54	18	0
Neuruppin	16	1								13	53	13	0
Potsdam, Groß Glienicke	15	2			0,5	3,6	0,1	1,2		13	50	16	0
Potsdam-Zentrum	17	4								15	53	15	0
Schwedt/Oder	17	4								10	54	16	0
Spremberg	18	3								9	55	23	0
Wittenberge	14	1								9	59	22	1
Bernau, Lohmühlenstr. v	21	20								23	0		
Brandenburg, Neu.df.Str v	20	9			0,5	5,8	0,1	1,3		24	0		
Cottbus, Bahnhofstr. v	18	6								0,9	26	0	
Eberswalde, Breite Str. v	19	13								0,8	23	0	
Frankfurt(O), Lpz.Str. v	19	9								0,9	31	0	
Potsdam, Großbeerenstr. v	18	3								0,9	30	0	
Potsdam, Zeppelinstr. v	20	5								29	0		
Schönefeld, Flughafen *	17	2	0,2	1,8						16	52	20	6
Bezugszeit	Jahr	24 h	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	8 h	1 h	24 h
Grenzwert/Zielwert	40	50	1	1,5	6	500	5	20	5	40	120	350	125
Zulässige Anzahl von Überschreitungen pro Jahr	35							18		25	24	3	8 h
Spaltenüberschriften siehe Anhang 4													

Anhang 2

Luftgütemessstellen des Landes Brandenburg

Messstelle	Stations- klassifikation nach EU-Richtlinie	Partikel		Gasförmige Luftschadstoffe				Meteorologi- sche Parameter
		PM ₁₀	PM _{2,5}	Schwefel- dioxid	Stick- oxide	Ozon	Kohlen- monoxid	
Bernau, Lohmühlenstraße	städtisch, Verkehr	X	X		X			
Blankenfelde-Mahlow Schulstraße 1	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X	X	X
Brandenburg a. d. Havel Lilly-Friesicke-Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X		
Brandenburg, Neuendorfer Str.	städtisch, Verkehr	X	X		X			
Cottbus, Bahnhofstraße	städtisch, Verkehr	X	X		X			
Cottbus Gartenstraße	städtisch, Hintergrund	X	X	X	X	X		X
Cottbus, Meisenweg (DWD)	vorstädtisch, Hintergrund							
Dallgow-Döberitz Am Egelpfuhl	vorstädtisch, Hintergrund	X	X	X	X	X	X	X
Eberswalde, Breite Straße	städtisch, Verkehr	X	X		X	X		
Eisenhüttenstadt Karl-Marx-Straße 35a	vorstädtisch, Industrie	X	X	X	X	X	X	X
Elsterwerda Lauchhammer Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X		X
Frankfurt (O), Leipziger Straße	städtisch, Verkehr	X	X		X		X	
Frankfurt (Oder) Im Sande	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X		X
Hasenholz (Buckow) OT Hasenholz	ländlich regional, Hintergrund	X	X		X	X		X
Luckenwalde Breite Str. 53	städtisch, Hintergrund	X	X		X	X		
Lütte (Belzig) Am Lütter Bach	ländlich regional, Hintergrund							
Lütte (Belzig) Die hohe Heide/Feldstraße	ländlich regional, Hintergrund	X	X		X	X		
Nauen Kreuztaler Straße 3	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X		X
Neuruppin, Am See Fehrbelliner Str.	vorstädtisch, Hintergrund							
Neuruppin Gerhart-Hauptmann-Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X		
Potsdam, Großbeerenstraße	städtisch, Verkehr	X	X		X			
Potsdam, Groß Glienicke Seeburger Chaussee 2	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X		X
Potsdam-Zentrum Bassinplatz	städtisch, Hintergrund	X	X	X	X	X		X
Potsdam, Zeppelinstraße	städtisch, Verkehr	X	X		X		X	
Schwedt/Oder Helbigstr.	vorstädtisch, Industrie	X	X	X	X	X		X
Spreewald Neu Zauche, Am Nordumfluter	ländlich regional, Hintergrund	X	X	X	X	X		X
Spremberg Lustgartenstraße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X		X
Wittenberge Wilhelm-Külz-Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X		X

Messstelle	Feinstaub (gravimetrisch) und Inhaltsstoffe						Kohlenwasserstoffe		Deposition		
	PM ₁₀	PM _{2,5}	Schwermetalle im PM ₁₀	Ruß im PM ₁₀	PAK im PM ₁₀	Ionen im PM _{2,5}	BTX/VOC aktiv	BTX passiv	Staubniederschlag	Schwermetalle	PAK
Bernau, Lohmühlenstraße											
Blankenfelde-Mahlow Schulstraße 1	X			X	X		X		X	X	
Brandenburg a. d. Havel Lilly-Friesicke-Straße									X	X	
Brandenburg, Neuendorfer Str.	X		X				X				
Cottbus, Bahnhofstraße		X				X	X	X			
Cottbus Gartenstraße	X	X	X						X	X	
Cottbus Meisenweg (DWD)									X	X	X
Dallgow-Döberitz Am Egelpfuhl	X								X	X	
Eberswalde, Breite Straße								X			
Eisenhüttenstadt Karl-Marx-Straße 35a	X			X	X		X		X	X	
Elsterwerda Lauchhammer Straße	X			X	X				X	X	
Frankfurt (O), Leipziger Straße								X			
Frankfurt (Oder) Im Sande									X	X	
Hasenholz (Buckow) OT Hasenholz									X	X	X
Luckenwalde Breite Str. 53									X	X	
Lütze (Belzig) Am Lütter Bach									X	X	
Lütze (Belzig) Die hohe Heide/Feldstraße		X									
Nauen Kreuztaler Straße 3									X	X	
Neuruppin, Am See Fehrbelliner Straße									X	X	
Neuruppin Gerhart-Hauptmann-Straße		X									
Potsdam, Großbeerenstraße		X					X	X			
Potsdam Groß Glienicke	X		X								
Potsdam-Zentrum Bassinplatz		X							X	X	X
Potsdam, Zeppelinstraße	X			X	X		X				
Schwedt/Oder Helbigstr.									X	X	
Spreewald Neu Zauche, Am Nordumfluter		X							X	X	
Spremberg Lustgartenstraße									X	X	
Wittenberge Wilhelm-Külz-Straße									X	X	

Anhang 3

Ergebnisse der Immissionsmessungen

A 3.1	Stickstoffdioxid								
	Verf. %	MW		P50	P98	Ü200	Ü400	max 1h-MW	max TMW
	in [%]	NO ₂	NO _x	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂
Blankenfelde-Mahlow	99,9	14	19	12	40	0	0	66	37
Brandenburg a. d. Havel	99,9	12	15	10	37	0	0	72	41
Cottbus	99,9	12	15	10	33	0	0	77	37
Dallgow-Döberitz*	53,4	11	15	9	35	0	0	80	30
Eisenhüttenstadt	99,0	11	14	9	32	0	0	78	32
Elsterwerda	99,9	12	16	10	35	0	0	66	35
Frankfurt (Oder)	99,9	12	15	9	35	0	0	81	39
Hasenholz (Buckow)	99,8	9	11	7	25	0	0	71	41
Luckenwalde	91,3	14	18	12	37	0	0	74	37
Lütze (Belzig)	99,9	7	9	6	18	0	0	39	21
Nauen	99,9	12	15	9	35	0	0	61	39
Neuglobsow	94,3	4		3	14	0	0	32	17
Neuruppin	99,9	13	19	10	36	0	0	74	35
Potsdam, Groß Glienicke	99,9	13	17	10	40	0	0	77	40
Potsdam-Zentrum	99,5	15	20	11	46	0	0	79	49
Schwedt/Oder	100,0	10	13	8	27	0	0	69	31
Spreewald	98,2	7	9	6	18	0	0	42	24
Spremberg	99,9	9	12	7	25	0	0	58	24
Wittenberge	99,9	9	11	7	26	0	0	57	31
Bernau, Lohmühlenstr.	99,9	23	46	19	61	0	0	127	74
Brandenburg, Neuendorfer Str.	99,9	24	51	19	64	0	0	133	62
Cottbus, Bahnhofstr.	99,9	26	54	23	60	0	0	147	61
Eberswalde, Breite Str.	99,9	23	55	20	54	0	0	112	54
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,7	31	72	28	71	0	0	120	64
Potsdam, Großbeerenstr.	99,8	30	63	27	74	0	0	126	70
Potsdam, Zeppelinstr.	99,9	29	57	27	68	0	0	115	59
Schönefeld, Flughafen	99,8	16	21	13	45	0	0	94	50

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4
 * Inbetriebnahme Dallgow Döberitz 20.06.2019

Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.2

Stickstoffmonoxid

	Verf.%	MW	P50	P98	max1h-MW	max TMW
Blankenfelde-Mahlow	99,9	3	1	25	109	36
Brandenburg a.d.Havel	99,9	2	1	12	98	29
Cottbus	99,9	2	1	11	120	16
Dallgow-Döberitz*	53,4	3	1	21	79	31
Eisenhüttenstadt	99,0	2	1	11	212	25
Elsterwerda	99,9	2	1	15	87	18
Frankfurt (Oder)	99,9	2	1	11	73	19
Hasenholz (Buckow)	99,8	1	1	4	36	10
Luckenwalde	91,3	3	1	20	138	33
Lütke (Belzig)	99,9	1	1	3	15	5
Nauen	99,9	2	1	12	89	15
Neuruppin	99,9	4	1	32	172	41
Potsdam, Groß Glienicke	99,9	3	1	21	146	28
Potsdam-Zentrum	99,5	3	1	22	165	40
Schwedt/Oder	100,0	2	1	9	106	14
Spreewald	98,2	1	1	4	18	5
Spremberg	99,9	2	1	10	65	16
Wittenberge	99,9	2	1	5	74	13
Bernau, Lohmühlenstr.	99,9	15	8	79	333	147
Brandenburg, Neuendorfer Str.	99,9	18	8	105	478	127
Cottbus, Bahnhofstr.	99,9	19	11	76	514	82
Eberswalde, Breite Str.	99,9	21	12	91	242	90
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,7	27	18	112	359	113
Potsdam, Großbeerenstr.	99,8	22	12	117	418	148
Potsdam, Zeppelinstr.	99,9	18	11	81	276	88
Schönefeld, Flughafen	99,8	3	1	19	88	28
Spaltenüberschriften siehe Anhang 4	Konzentrationsangaben in µg/m³					
* Inbetriebnahme Dallgow Döberitz 20.06.2019						

A 3.3		Schwefeldioxid								
	Verf.%	MW	P50	MW-Winter	P98	Ü500	Ü350	Ü125	max 1h-MW	max TMW
Cottbus	100,0	1	1	1	4	0	0	0	23	4
Dallgow-Döberitz*	53,4	2	1	2	4	0	0	0	10	4
Eisenhüttenstadt	99,0	2	1	2	7	0	0	0	48	10
Neuglobsow	94,0	1	1	1	3	0	0	0	10	4
Potsdam-Zentrum	99,0	2	1	2	5	0	0	0	10	5
Schwedt/Oder	97,4	2	1	2	11	0	0	0	136	17
Spreewald	98,2	2	1	2	5	0	0	0	21	7
Spaltenüberschriften siehe Anhang 4					Konzentrationsangaben in µg/m³					
* Inbetriebnahme Dallgow Döberitz 20.06.2019										

A 3.4		Kohlenmonoxid							
	Verf.%	MW	P50	P98	Ü10	max 1h-MW	max 8h-GMW	max TMW	
Blankenfelde-Mahlow	99,2	224	200	552	0	1335	933	586	
Dallgow-Döberitz*	53,5	227	209	442	0	789	566	475	
Eisenhüttenstadt	98,9	241	210	530	0	2172	951	665	
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,6	355	320	818	0	2730	1262	811	
Potsdam, Zeppelinstr.	99,9	297	270	642	0	1646	1032	710	
Schönefeld, Flughafen	99,8	256	240	454	0	942	826	625	
Spaltenüberschriften siehe Anhang 4					Konzentrationsangaben in µg/m³				
* Inbetriebnahme Dallgow Döberitz 20.06.2019									

A 3.5	Ozon										
	Verf.%	MW	P50	P98	Ü180	Ü240	max 1h-MW	max 8h-GMW	max TMW	Ü120	Ü120**
Blankenfelde-Mahlow	99,8	53	52	126	1	0	183	176	117	31	22
Brandenburg a.d.Havel	99,9	55	53	121	0	0	168	161	115	20	16
Cottbus	99,9	59	57	127	1	0	181	172	137	28	25
Dallgow-Döberitz*	53,3	50	46	132	1	0	182	174	118	19	
Eisenhüttenstadt	98,9	59	58	127	3	0	189	178	134	28	22
Elsterwerda	99,9	55	52	127	2	0	183	172	126	33	27
Frankfurt (Oder)	99,9	57	55	125	3	0	188	178	132	26	23
Hasenholz (Buckow)	99,5	57	55	122	4	0	198	182	131	24	17
Luckenwalde	84,1	56	55	124	0	0	175	171	119	19	
Lütze (Belzig)	99,9	57	55	127	2	0	186	178	126	34	28
Nauen	99,8	54	53	124	0	0	171	163	112	26	18
Neuglobsow	98,5	56	55	122	0	0	179	156	105	25	16
Neuruppin	99,9	53	51	120	0	0	174	160	112	18	13
Potsdam, Groß Glienicke	99,6	50	49	122	0	0	172	166	109	20	16
Potsdam-Zentrum	99,4	53	52	118	0	0	166	156	112	16	15
Schwedt/Oder	99,9	54	53	120	0	0	171	159	113	19	16
Spreewald	98,2	56	54	126	5	0	192	182	127	29	22
Spremberg	99,6	55	53	123	0	0	176	170	130	23	23
Wittenberge	99,9	59	58	124	1	0	185	165	118	26	22
Schönefeld, Flughafen	92,4	52	50	121	6	0	190	183	140	18	20
Spaltenüberschriften siehe Anhang 4					Konzentrationsangaben in µg/m³						
* Inbetriebnahme Dallgow Döberitz 20.06.2019											
** Mittelwert 2017-2019											

	AOT40	AOT40-W	AOT40**	AOT40-W**
Blankenfelde-Mahlow	18242	32139	15149	25408
Brandenburg a.d.Havel	15234	26656	12539	21210
Cottbus	19679	34884	15578	27036
Dallgow-Döberitz*	#	#		
Eisenhüttenstadt	19570	35678	16824	28735
Elsterwerda	19656	33365	17035	28198
Frankfurt (Oder)	17466	31608	15153	26067
Hasenholz (Buckow)	15167	28038	13244	23317
Luckenwalde	#	#		
Lütze (Belzig)	19938	35135	16418	27229
Nauen	15412	27907	13247	22183
Neuglobsow	13947	26774	11836	
Neuruppin	13138	24407	10452	17495
Potsdam, Groß Glienicke	14358	26434	13442	22774
Potsdam-Zentrum	13738	24464	12399	20596
Schwedt/Oder	12567	24219	11502	20554
Spreewald	19210	32945	14676	24616
Spremberg	18568	31828	15713	26015
Wittenberge	16363	30074	12665	21429
Schönefeld, Flughafen*	15691	26970	16015	25975
Spaltenüberschriften s. Anhang 4		Angaben in (µg/m³)·h		
* Inbetriebnahme Dallgow Döberitz 20.06.2019				
** Mittelwert 2015-2019 (5 Jahre)				

A 3.6

PM₁₀-Schwebstaub

Messort	gült Tage	MW	P50	P98	Ü50	max TMW	Messverfahren	Faktor
Blankenfelde-Mahlow	364	17	15	43	2	61	LVS	
	364	17	14	52	2	57	EDM	0,93
Brandenburg a.d.Havel	365	16	13	47	2	55	EDM	0,93
Cottbus	356	16	14	42	3	66	LVS	
	363	15	12	45	1	57	EDM	0,93
Dallgow-Döberitz*	193	14	12	40	0	50	EDM	
	122	14	12	40	0	49	LVS	0,93
Eisenhüttenstadt	337	16	13	48	5	68	LVS	
	361	17	13	52	5	66	EDM	0,93
Elsterwerda	336	16	14	40	2	63	LVS	
	364	17	14	46	2	58	EDM	0,93
Frankfurt (Oder)	365	17	13	51	6	63	EDM	0,93
Hasenholz (Buckow)	365	18	12	54	7	188	EDM	0,93
Luckenwalde	365	16	13	48	2	57	EDM	0,93
Lütze (Belzig)	365	13	11	40	0	49	EDM	0,93
Nauen	358	17	14	52	3	56	EDM	0,93
Neuglobsow	356	13	10	42	1	56		
Neuruppin	365	16	13	45	1	52	EDM	0,93
Potsdam, Groß Glienicke	355	15	14	40	2	62	LVS	
	358	15	12	47	2	58	EDM	0,93
Potsdam-Zentrum	358	17	14	46	4	53	EDM	0,93
Schwedt/Oder	365	17	14	50	4	64	EDM	0,93
Spreewald	359	14	11	44	2	59	EDM	0,93
Spremberg	365	18	15	51	3	62	EDM	0,93
Wittenberge	365	14	12	43	1	56	EDM	0,93
Bernau, Lohmühlenstr.	361	21	17	64	20	74	EDM	0,93
Brandenburg, Neuendorfer Str.	364	20	17	52	9	77	LVS	
	365	18	15	54	5	89	EDM	0,93
Cottbus, Bahnhofstr.	365	18	14	54	6	65	EDM	0,93
Eberswalde, Breite Str.	365	19	15	60	13	65	EDM	0,93
Frankfurt(O), Leipziger Str.	365	19	16	57	9	66	EDM	0,93
Potsdam, Großbeerenstr.	365	18	15	52	3	59	EDM	0,93
Potsdam, Zeppelinstr.	341	20	18	48	5	175	LVS	
	365	19	16	52	6	147	EDM	0,93
Schönefeld, Flughafen	352	15	14	39	2	58	LVS	
	354	17	15	48	2	57	BAM	

Spaltenüberschriften s. Anhang 4

Konzentrationsangaben in µg/m³;LVS Gravimetrische Messung: Probenahme mittels Low Volume Sampler mit PM₁₀-Messkopf = Referenzverfahren

EDM Kontinuierliche Messung mit EDM180 (Streulichtmessung)

BAM Kontinuierliche Messung mit BAM (Beta-Absorption)

Faktor Bereits eingerechneter Umrechnungsfaktor zum Referenzverfahren

*Dallgow-Döberitz Beginn der Messung mit EDM180: 20.06.2019, mit Referenzverfahren (LVS mit Gravimetrie): 01.09.2019

A 3.8		Ultrafeine Partikel				
Messort	Verf%	gültTage	MW	P50	P98	
Cottbus	98	359	5307	4722	14119	
Spreewald	99	359	3996	3452	11423	
Schönefeld, Flughafen	87	317	13277	9119	47389	

Spaltenüberschriften sh. Anhang 4
Messung mittels Kondensationspartikelzähler GRIMM CPC 5420, Größenspektrum > 4 nm.
Angaben MW, P50 und P98: Anzahlkonzentration (Anzahl Partikel/Kubikzentimeter)

A 3.9		Inhaltsstoffe des PM ₁₀				
	Parameter	gült.Prob	Verf%	MW	P50	max TMW
Blankenfelde-Mahlow	PM ₁₀ [µg/m ³]	364	100	17	15	61
	Ruß** [µg/m ³]	52	42	1,9	1,7	7,3
	B(a)A [ng/m ³]	52	42	0,2	0,1	1,8
	B(a)P [ng/m ³]	52	42	0,4	0,2	2,2
	B(b)F [ng/m ³]	52	42	0,4	0,2	2,3
	B(j)F [ng/m ³]	52	42	0,7	0,4	3,6
	B(k)F [ng/m ³]	52	42	0,2	0,1	1,1
	DB(ah) [ng/m ³]	52	42	0,03	0,01	0,26
	INP [ng/m ³]	52	42	0,3	0,2	1,6
Schönefeld, Flughafen	PM ₁₀ [µg/m ³]	352	96	15	14	58
	Ruß** [µg/m ³]	51	42	1,8	1,5	7,2
	B(a)A [ng/m ³]	51	42	0,1	0,0	0,7
	B(a)P [ng/m ³]	51	42	0,2	0,1	1,1
	B(b)F [ng/m ³]	51	42	0,3	0,1	1,6
	B(j)F [ng/m ³]	51	42	0,4	0,2	2,2
	B(k)F [ng/m ³]	51	42	0,1	0,1	0,6
	DB(ah) [ng/m ³]	51	42	0,02	0,01	0,07
	INP [ng/m ³]	51	42	0,2	0,1	1,0

Eisenhüttenstadt	PM₁₀ [µg/m³]	337	92	16	13	68
	Ruß** [µg/m³]	52	42	2,0	1,6	10,3
	B(a)A [ng/m³]	52	43	0,4	0,1	2,2
	B(a)P [ng/m³]	52	43	0,5	0,1	3,2
	B(b)F [ng/m³]	52	43	0,5	0,2	3,0
	B(j)F [ng/m³]	52	43	0,9	0,3	5,0
	B(k)F [ng/m³]	52	43	0,2	0,1	1,4
	DB(ah) [ng/m³]	52	43	0,04	0,01	0,25
	INP [ng/m³]	52	43	0,4	0,1	1,6
Elsterwerda	PM₁₀ [µg/m³]	336	92	16	14	63
	Ruß** [µg/m³]	51	42	1,9	1,6	7,7
	B(a)A [ng/m³]	51	42	0,2	0,1	1,6
	B(a)P [ng/m³]	51	42	0,3	0,2	2,0
	B(b)F [ng/m³]	51	42	0,4	0,2	2,1
	B(j)F [ng/m³]	51	42	0,7	0,4	3,7
	B(k)F [ng/m³]	51	42	0,2	0,1	1,1
	DB(ah) [ng/m³]	51	42	0,03	0,01	0,15
	INP [ng/m³]	51	42	0,3	0,2	1,5
Potsdam, Zeppelinstr.	PM₁₀ [µg/m³]	341	93	20	18	175
	Ruß** [µg/m³]	52	40	2,3	2,0	5,8
	B(a)A [ng/m³]	52	43	0,2	0,1	1,1
	B(a)P [ng/m³]	52	43	0,3	0,1	1,7
	B(b)F [ng/m³]	52	43	0,3	0,1	1,7
	B(j)F [ng/m³]	52	43	0,5	0,2	2,8
	B(k)F [ng/m³]	52	43	0,1	0,1	0,8
	DB(ah) [ng/m³]	52	43	0,03	0,01	0,09
	INP [ng/m³]	52	43	0,2	0,1	1,0

Spaltenüberschriften sh. Anhang 4

Konzentrationsangaben PM₁₀, Ruß in µg/m³, Spurenelemente, PAK in ng/m³

Probenahme: LVS mit PM₁₀-Kopf, Wochenmischprobe aus jeweils 3 Tagen

Ruß** Messung nach VDI 2465 Bl.2:1999-05

B(a)A Benz(a)anthracen B(a)P Benzo(a)pyren B(b)F Benzo(b)fluoranthen

B(j)F Benzo(j)fluoranthen B(k)F Benzo(k)fluoranthen DB(ah)A Dibenz(a,h)anthracen INP Indeno(1,2,3-cd)pyren

A 3.9		Inhaltsstoffe des PM ₁₀				
	Parameter	gült Prob	Verf%	MW	P50	max TMW
Cottbus	PM ₁₀ [µg/m ³]	356	97,5	16	14	66
	Arsen [ng/m ³]	207	57	1,2	0,3	13,0
	Blei [ng/m ³]	207	57	5,9	3,1	68,9
	Cadmium [ng/m ³]	207	57	0,1	0,1	0,8
	Nickel [ng/m ³]	207	57	1,2	0,9	13,6
Potsdam, Groß Glienicke	PM ₁₀ [µg/m ³]	355	97,3	15	14	62
	Arsen [ng/m ³]	207	57	0,5	0,2	5,1
	Blei [ng/m ³]	207	57	3,6	2,2	23,9
	Cadmium [ng/m ³]	207	57	0,1	0,1	0,5
	Nickel [ng/m ³]	207	57	1,2	0,9	9,2
Brandenburg, Neuendorfer Str.	PM ₁₀ [µg/m ³]	364	99,7	20	17	77
	Arsen [ng/m ³]	209	57	0,5	0,3	4,9
	Blei [ng/m ³]	209	57	5,8	4,2	28,3
	Cadmium [ng/m ³]	209	57	0,1	0,1	0,6
	Nickel [ng/m ³]	209	57	1,3	0,9	23,2
	Antimon [ng/m ³]	209	57	1,3	1,0	4,3
	Barium [ng/m ³]	209	57	16,1	12,5	301,6

Spaltenüberschriften s. Anhang 4
Konzentrationsangaben PM₁₀ in µg/m³, Spurenelemente in ng/m³
Probenahme: LVS mit PM₁₀-Kopf.

A 3.10		flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC)				
	Parameter	gült Prob	Verf%	MW	P50	MEW
Blankenfelde-Mahlow	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,5	0,4	1,7
	Ethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,1	0,1	0,4
	Toluol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,6	0,6	2,0
	Xylol _{mp} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,3	0,3	0,9
	Xylol _o [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,1	0,1	0,3
	n-Heptan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,12	0,05	0,31
	n-Oktan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,05*	0,05	0,05
	Isooktan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,10	0,05	0,33
	1,2,3-Trimethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,05*	0,03	0,14
	1,2,4-Trimethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,12*	0,09	0,32
	1,3,5-Trimethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,05*	0,05	0,12
	n-Nonan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,06*	0,06	0,06
	n-Decan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,08*	0,08	0,09
	n-Undecan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,06	0,04	0,16
	n-Dodecan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,04	0,03	0,10
	n-Tridecan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,09*	0,09	0,09
	n-Tetradecan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,07*	0,08	0,08
	n-Pentadecan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,05*	0,05	0,05
	n-Hexadecan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,03*	0,03	0,06
	n-Heptadecan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,03*	0,03	0,03
	n-Octadecan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,04*	0,04	0,06
	n-Nonadecan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,03*	0,04	0,04
	n-Eicosan [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,03*	0,03	0,08

A 3.10		Flüchtige Kohlenwasserstoffe (BTX)				
	Parameter	gült Prob	Verf% *	MW	P50	MEW
Blankenfelde-Mahlow ¹⁾	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,5	0,4	1,7
	Ethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,1	0,1	0,4
	Toluol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,6	0,6	2,0
	m/p-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,3	0,3	0,9
	o-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,1	0,1	0,3
Schönefeld, Flughafen ¹⁾	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	95,6	0,4	0,3	1,3
	Ethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	95,6	0,1	0,1	0,2
	Toluol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	95,6	0,4	0,4	0,9
	m/p-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	95,6	0,2	0,2	0,5
	o-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	95,6	0,1	0,1	0,2
Eisenhüttenstadt ¹⁾	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,6	0,5	2,3
	Ethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,3	0,2	4,1
	Toluol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,8	0,7	2,1
	m/p-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,9	0,5	18,2
	o-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,2	0,2	1,3
Cottbus, Bahnhofstr. ¹⁾	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,9	0,8	2,5
	Ethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,3	0,3	1,0
	Toluol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	1,7	1,7	4,3
	m/p-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,9	0,9	2,3
	o-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	100,0	0,3	0,3	0,8
Potsdam, Großbeerenstr. ¹⁾	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	52	95,9	0,9	0,8	2,1
	Ethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	52	95,9	0,4	0,3	0,7
	Toluol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	52	95,9	1,9	1,8	3,6
	m/p-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	52	95,9	1,0	0,9	2,1
	o-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	52	95,9	0,3	0,3	0,7
Brandenburg, Neuendorfer Str. ²⁾	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,8	0,7	1,6
	Ethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,4	0,4	0,6
	Toluol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	1,7	1,4	2,8
	m/p-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,9	0,9	1,3
	o-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,3	0,3	0,5
Eberswalde, Breite Str. ²⁾	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,8	0,6	1,6
	Ethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,3	0,3	0,5
	Toluol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	1,4	1,3	2,5
	m/p-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,8	0,9	1,2
	o-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,3	0,3	0,5
Frankfurt(O), Leipziger Str. ²⁾	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,9	0,8	1,4
	Ethylbenzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,4	0,4	0,6
	Toluol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	1,5	1,6	1,9
	m/p-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	1,3	1,1	2,0
	o-Xylol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	13	100,0	0,4	0,3	0,6

Spaltenüberschriften sh. Anhang 4
Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1) Wochenmittelwerte (aktive Probenahme)
2) Monatsmittelwerte (Doppelbeobachtung)

A 3.11 Inhaltsstoffe des PM_{2,5} – Gehalt wasserlöslicher Ionen

	Parameter	gült Prob	Verf% *	MW	Perz50	max TMW
Cottbus, Bahnhofstr.	PM2.5[µg/m ³]	353	96,7	13	10	47
	Ammonium [µg/m ³]	358	98,1	0,8	0,5	6,8
	Calcium gelöst [µg/m ³]	358	98,1	0,1	0,1	0,8
	Natrium gelöst [µg/m ³]	358	98,1	0,1	0,1	0,8
	Kalium gelöst [µg/m ³]	358	98,1	0,1	0,1	6,5
	Magnesium [µg/m ³]	359	98,4	0,01	0,01	0,62
	Chlorid [µg/m ³]	358	98,1	0,1	0,0	2,6
	Nitrat [µg/m ³]	358	98,1	1,3	0,4	20,0
	Sulfat [µg/m ³]	358	98,1	1,5	1,3	7,6

Kennwerte ermittelt aus Tagesproben.
Spaltenüberschriften sh. Anhang 4
Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.12 Staubniederschlag

	Mittelwert				
	Gesamtstaub [mg/m ³ •Tag]	Arsen [µg/m ² •Tag]	Blei [µg/m ² •Tag]	Cadmium [µg/m ² •Tag]	Nickel [µg/m ² •Tag]
Blankenfelde-Mahlow	31	0,3	1	0,04	0,7
Brandenburg a. d. Havel	43	0,2	2	0,05	0,8
Cottbus	37	0,3	2	0,05	0,6
Cottbus, Meisenweg (DWD)	27	0,2	1	0,02	0,6
Eisenhüttenstadt	50	0,4	2	0,04	0,9
Elsterwerda	35	0,4	1	0,03	0,7
Frankfurt (Oder)	40	0,2	1	0,03	0,8
Hasenholz (Buckow)	39	0,2	1	0,03	0,5
Luckenwalde	40	0,3	1	0,04	0,6
Lütte (Am Lütter Bach)	39	0,4	2	0,03	0,9
Nauen	46	0,4	2	0,03	0,6
Neuruppin, Am See	47	0,3	2	0,03	0,8
Potsdam-Zentrum	31	0,3	2	0,06	1,0
Schwedt/Oder	39	0,1	1	0,03	0,6
Spreewald	35	0,2	1	0,03	0,7
Spremberg	35	0,3	1	0,06	0,7
Wittenberge	36	0,1	1	0,02	0,6

Mittelwerte berechnet aus 4-Wochen- bzw. Monats-Proben.

A 3.13	Niederschlagsdeposition (Bulk) – Organische Spurenstoffe					
	Cottbus, Meisenweg		Hasenholz (Buckow)		Potsdam-Zentrum	
	gült Prob	MW	gült Prob	MW	gült Prob	MW
Benz(a)anthracen	13	11,7	13	7,6	13	9,6
Benzo(a)pyren	13	20,5	13	16,2	13	18,7
Benzo(b)fluoranthen	13	26,2	13	19,3	13	21,8
Benzo(j)fluoranthen	13	32,8	13	22,3	13	22,2
Benzo(k)fluoranthen	13	11,3	13	8,6	13	9,1
Dibenz(a,h)anthracen	13	1,5	13	1,4	13	1,3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	13	16,7	13	12,8	13	13,2
Mittelwerte berechnet aus Monatsproben. Alle Angaben in ng/(m ² *d)						

Anhang 4

Verzeichnis der Kenngrößen

Stoff	Kenntung	Kenngröße	Erläuterung	
allgemein		gültig Prob	Anzahl gültiger Proben	
		Verf. %	Messwertverfügbarkeit	
		max 1h-MW	Maximaler Stundenmesswert im Kalenderjahr	
		max TMW	Maximaler Tagesmittelwert im Kalenderjahr	
		max 8h-GMW	Max. gleitender 8h-Mittelwert eines Tages im Kalenderjahr	
		MEW	Maximaler Einzelwert	
		MW	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung	Arithmetischer Mittelwert der im Kalenderjahr ermittelten Einzelmesswerte
		P98	Immissionskenngröße für die Kurzzeitbelastung	98 %-Perzentil der im Kalenderjahr ermittelten Einzelmesswerte
		MW _{Winter}	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung im Winterhalbjahr	Arithmetischer Mittelwert über die im Winterhalbjahr ermittelten Einzelmesswerte
		P50	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung	50 %-Perzentil (Median) der im Kalenderjahr ermittelten Einzelwerte
SO ₂		Ü500	Überschreitungshäufigkeit der Alarmschwelle nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 500 µg/m ³ während des Kalenderjahres
		Ü350	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 350 µg/m ³ während des Kalenderjahres
		Ü125	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 125 µg/m ³ während des Kalenderjahres
NO ₂		Ü200	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 200 µg/m ³ während des Kalenderjahres
		Ü400	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl Überschreitungen von 400 µg/m ³ an 3 aufeinanderfolgenden Stunden während des Kalenderjahres
PM ₁₀ -Schwebstaub		Ü50	Überschreitungshäufigkeit nach der 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 50 µg/m ³
		Faktor		Faktor für die Umrechnung auf das Referenzverfahren
		GW-rel	Grenzwertrelevante Messung	Kennzeichnung der Grenzwert-relevanten Messung bei Vorliegen mehrerer Parallelmessungen mit teilweise unterschiedlicher Genauigkeit und/oder Verfügbarkeit
CO		Ü10	Überschreitungshäufigkeit nach der 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des höchsten 8-Stundenmittelwertes von 10 mg/m ³ während eines Tages
		Ü180	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 180 µg/m ³ während des Kalenderjahres
		Ü240	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 240 µg/m ³ während des Kalenderjahres
Ozon		Ü120	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des höchsten 8-Stundenmittelwertes von 120 µg/m ³ , berechnet aus stündlich gleitenden 8-Stundenmittelwerten
		AOT40	O ₃ -Dosis nach 39. BImSchV oberhalb 40 ppb zum Schutz der Vegetation	Summe der Differenzen zwischen stündlichen Konzentrationen über 80 µg/m ³ und 80 µg/m ³ von 8 - 20 Uhr (MEZ) in der Zeit Mai bis Juli
		AOT40-W	O ₃ -Dosis nach 39. BImSchV oberhalb 40 ppb zum Schutz des Waldes	Summe der Differenzen zwischen stündlichen Konzentrationen über 80 µg/m ³ und 80 µg/m ³ von 8 - 20 Uhr (MEZ) in der Zeit April - September

**Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz
des Landes Brandenburg**

Landesamt für Umwelt

Büro des Präsidenten | Presseanfragen | Öffentlichkeitsarbeit

Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam OT Groß Glienicke
Telefon: 033201 442-0
Telefax: 033201 43678
E-Mail: infoline@lfu.brandenburg.de
lfu.brandenburg.de

