



LAND
BRANDENBURG

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz

Immissionsschutz



Luftqualität in Brandenburg

Jahresbericht 2020



Landesamt für Umwelt

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK)
des Landes Brandenburg
Presse- und 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

Redaktion

Landesamt für Umwelt (LfU)
Abteilung Technischer Umweltschutz 1
Referat T 14 – 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

Luftgütemesscontainer Frankfurt (Oder), © Hannes Brauer

Karte 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, August 2020

Inhalt

1	Luftreinhalteung	4
1.1	Rechtsgrundlagen.....	4
1.2	Überwachung der Luftqualität in Brandenburg im Jahr 2020.....	5
2	Witterung, Feinstaub und Ozon im Jahresgang	7
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	18
3.7.1	Feinstaub (PM ₁₀ -Fraktion).....	18
3.7.2	Staubniederschlag und atmosphärische Deposition.....	21
3.8	Messung ultrafeiner Partikel	22
4	Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe	26
4.1	Emissionen PRTR-pflichtiger Betriebe.....	26
4.2	Straßenverkehrsemissionen	27
5	Sonderuntersuchungen	32
5.1	Ionenmessungen im Feinstaub PM _{2,5} in Nauen	32
5.2	Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die Luftqualität in Brandenburg	37
5.2.1	Entwicklung des Straßenverkehrs am Beispiel Potsdam.....	39
5.2.2	NO ₂ -Immissionen.....	42
	Abkürzungsverzeichnis	49
	Quellenverzeichnis	51
	Anhang	53

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 Poly-

zyklische 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/m ³	Ziel, ab 01.01.2010 maximal 25 Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über 3 Jahre zu erreichen
	höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	120 µg/m ³	langfristiges Ziel
Vegetation	Mai bis Juli (AOT40)	18.000 (µg/m ³)·h	Ziel ab 01.01.2010
		6.000 (µg/m ³)·h	langfristiges Ziel

1.2 Überwachung der Luftqualität in Brandenburg im Jahr 2020

Das Landesamt für Umwelt überwacht gemäß § 44 BImSchG in Verbindung mit §1 ImSchZV [6] unter Beachtung der 39. BImSchV und der grundlegenden Europäischen Gesetzgebung (vergleiche Kapitel 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 beziehungsweise ländliche Stationen und zusätzlich nach der Art ihrer hauptsächlichen Belastung in Hintergrundstationen, verkehrsbezogene Messstationen beziehungsweise Messstationen mit industriellem Bezug klassifiziert. An den Messstellen werden bei unterschiedlichem Ausstattungsgrad die Schadstoffe Ozon, Stickstoffoxide, Feinstaub ($PM_{10}/PM_{2,5}$), Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid sowie meteorologische Parameter durch kontinuierlich messende Geräte erfasst. Hinzu kommen Probenahmegeräte für weitere im Labor zu ermittelnde Schadstoffe.

Im Jahr 2020 waren 25 Messstellen im automatischen Luftgütemessnetz Brandenburg (Abbildung 1), davon sieben verkehrsbezogene Messstellen, in Betrieb. 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 2020 wurden 18 Staubbiederschlagsmessstellen betrieben; alle Vierwochen-Pro-

ben wurden auf Spurenmetalle untersucht. Die Bestimmung der PAK-Deposition wurde planmäßig an den drei bestehenden Messorten (Cottbus, Meisenweg; Potsdam-Zentrum und Hasenholz (Buckow)) fortgesetzt.

Manuelle Feinstaubmessungen (PM_{10} beziehungsweise $PM_{2,5}$) wurden mit Probenahmegeräten (Low Volume Sampler) durchgeführt, in denen spezielle Filter bestaubt werden. Jeweils ein Teil der Filter wurde auf Spurenmetalle, PAK, Ruß und Ionen untersucht. Die Inhaltsstoffanalysen erfolgten zum Teil als Wochenmischproben und zum Teil als Einzelproben an ausgewählten Tagen. Daneben wurde insbesondere an den verkehrsbezogenen Messpunkten mittels passiver Probenahme die Bestimmung von Benzol, Toluol, Ethylbenzen und Xylen (BTX) realisiert (zwei Messpunkte als Parallelmessung zur aktiven 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.

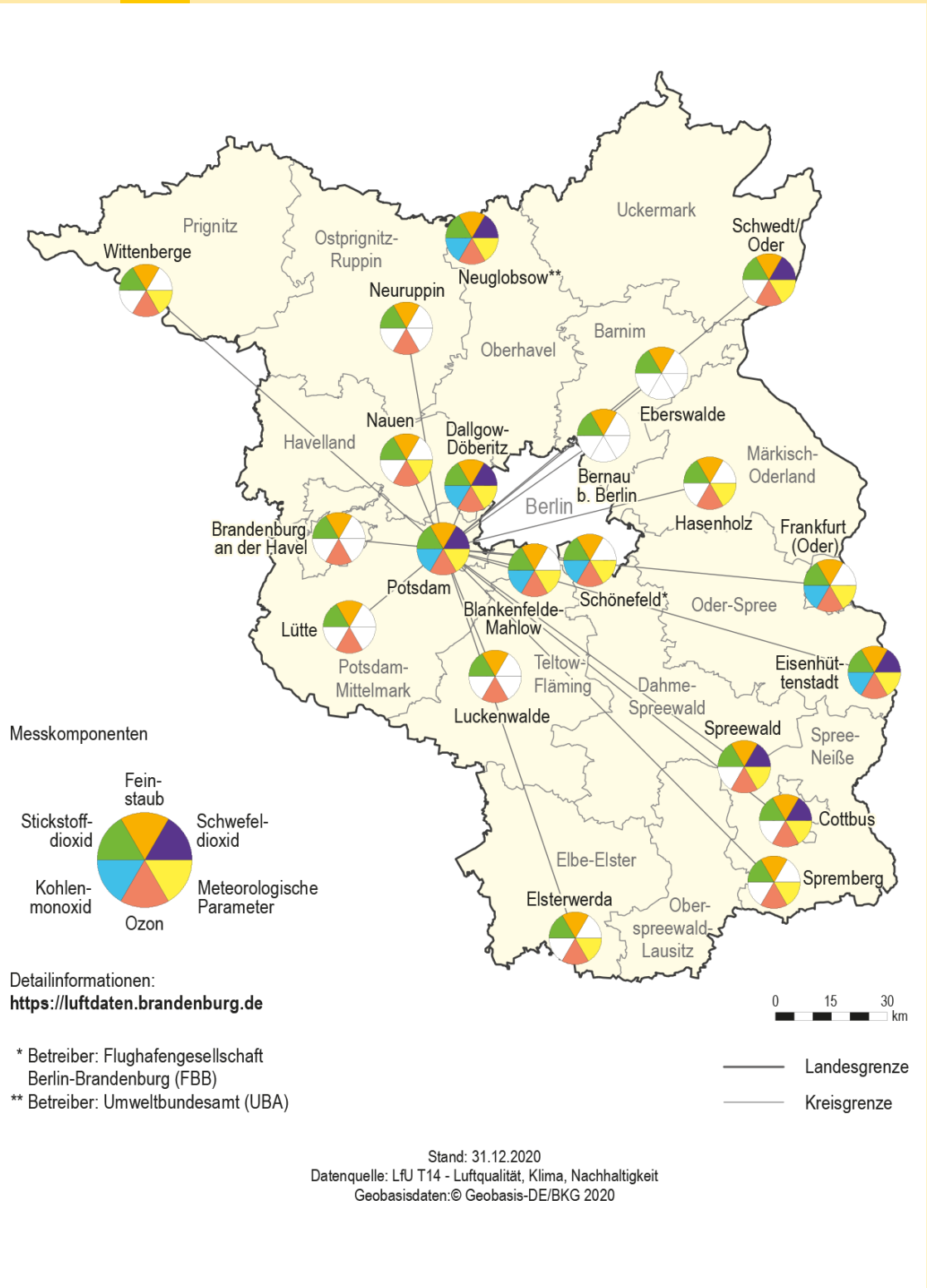
Im vorliegenden Bericht erfolgt die Zusammenfassung und Bewertung der wichtigsten Luftverunreinigungs-komponenten für das Jahr 2020.

Aktuelle Daten und Informationen sowie Auswertungen auf Monats- und Jahresbasis und Details zu den Stationen sind auch im Internet unter <https://luftdaten.brandenburg.de> verfügbar.

Aktuelle Messwerte stehen darüber hinaus auch im rbb-Text auf den Seiten 177 und 178 zur Verfügung.

Abb. 1

Übersichtskarte Messnetz



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 (Abbildung 2) in ihrem Zusammenhang kurz dargestellt.

Das Jahr 2020 lag für das Land Brandenburg aus meteorologischer Sicht im Trend der letzten Jahre [9].

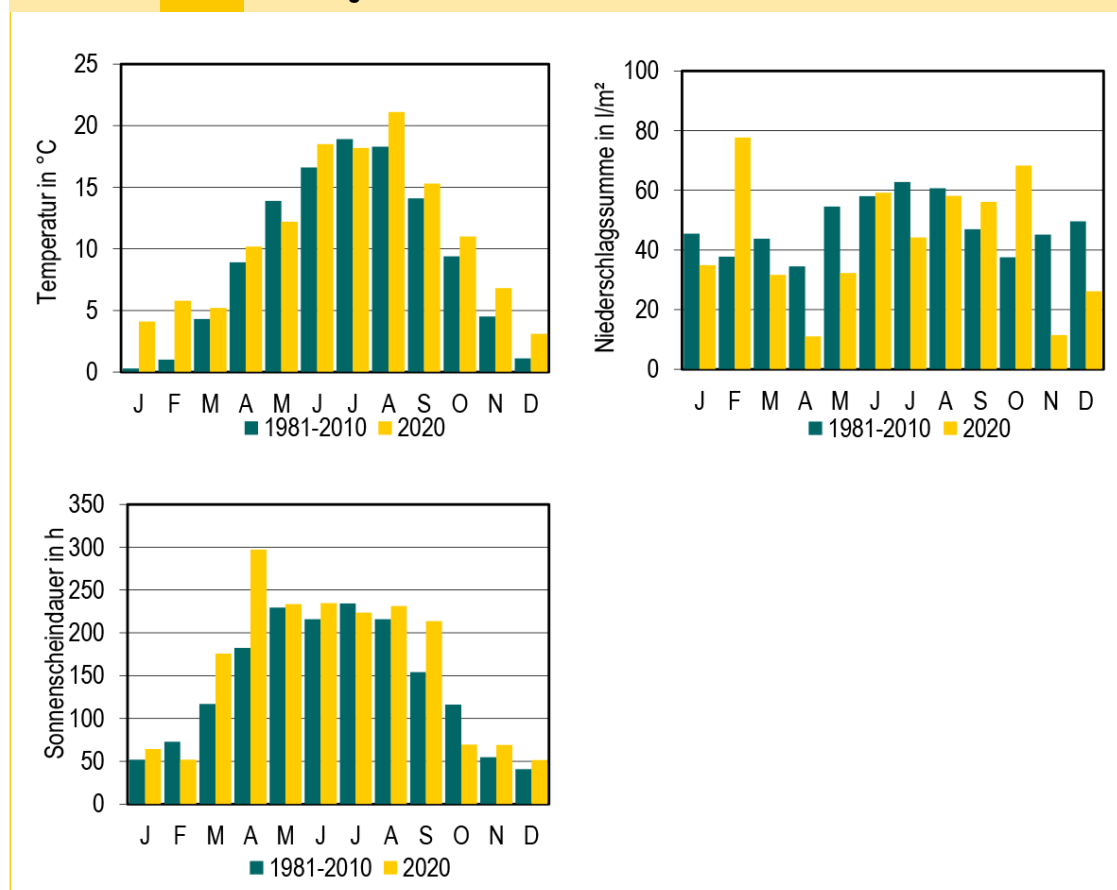
Die mittlere Temperatur lag im Jahr 2020 im Land Brandenburg um 1,7 K höher als das langjährige Mittel von 1981-2010. Besonders die Monate Januar (mittlere Temperatur von

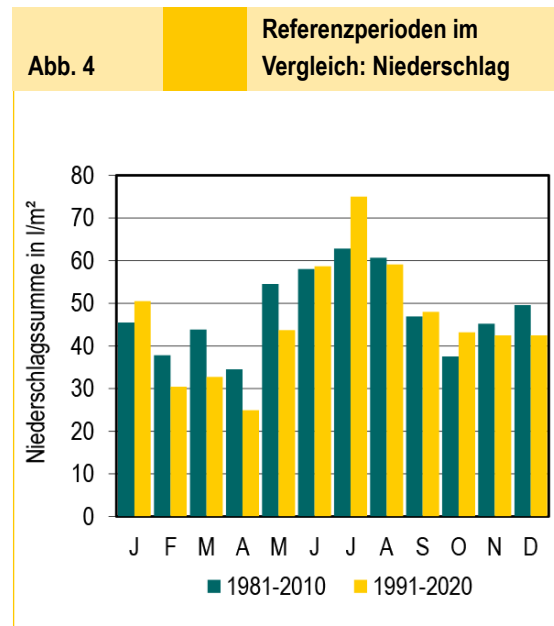
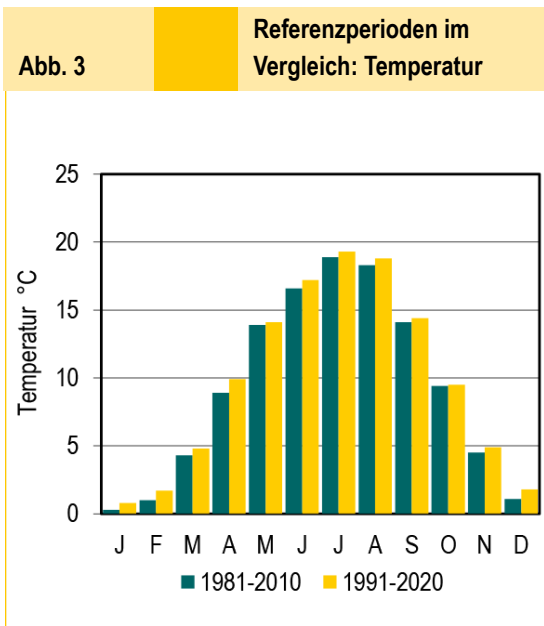
4,1 °C), Februar (5,8 °C), August (21,1 °C), November (6,8 °C) und Dezember (3,1 °C) zeigten klare Abweichungen nach oben auf.

Das Jahr 2020 war im Mittel trockener gegenüber der Referenzperiode. Im Gegensatz dazu zeigten die Monate Februar mit einer Niederschlagssumme von 77,7 mm pro m² (1 mm entspricht 1 l pro m²) und Oktober mit einer Niederschlagssumme von 68,3 mm pro m² deutlich erhöhte Niederschlagssummen auf.

Der Rückgang der Niederschlagssummen spiegelt sich in der Zunahme der Sonnenstunden im Land Brandenburg wider. Im Jahr 2020 schien die Sonne rund 133 Stunden mehr im Vergleich zur Referenzperiode. Insbesondere der April war mit 297 Stunden sonniger als üblich.

Abb. 2 Witterungsverlauf im Jahr 2020





Tab. 3 Jahrgang der Luftschadstoffkonzentrationen als landesweite Mittelwerte im Jahr 2020

Monat		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
PM10	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13	8	15	17	10	13	10	16	14	11	15	19	13
Ozon	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	39	58	60	76	69	69	59	70	51	37	29	23	53

Da mit Beginn des Jahres 2021 eine Änderung der Referenzperiode stattfindet – der Referenzzeitraum wechselt von 1981-2010 zu 1991-2020 – geben die folgenden Abbildungen 3 und 4 einen Ausblick auf die neue Referenzperiode. Durch den Wechsel ergibt sich eine Veränderung im Jahrgang der Temperatur und der Niederschlagssumme. Die Monatsmittel der Temperatur werden insgesamt ein höheres Niveau zeichnen. Die Niederschlagssummen werden hingegen tendenziell niedriger oder ähnlich hoch sein. Ausnahmen hiervon werden die Monate Januar und Juli sein, deren statistische Monatsniederschlagssummen gegenüber der bisherigen Referenzperiode ansteigen werden.

Der landesweite Jahresmittelwert der PM_{10} -Konzentration lag mit $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter dem Wert des Vorjahres ($16 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Der nied-

rigste Monatsmittelwert wurde mit $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Februar gemessen, dies war auch der Monat mit den höchsten Niederschlagsmengen. Die höchsten Immissionswerte von 17 beziehungsweise 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ waren im April und Dezember zu verzeichnen. Im Mai, Juli und Oktober lagen die Monatsmittel unter dem Jahresdurchschnitt. Im Winterhalbjahr (Oktober bis März) lag die durchschnittliche PM_{10} -Konzentration mit $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf dem gleichen Niveau wie in den Sommermonaten (April bis September) mit $13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ein eindeutiger Bezug zwischen der Feinstaubkonzentration und der monatlichen Niederschlagsmenge war, außer im Februar, nicht zu erkennen.

Der landesweit gemittelte Jahresmittelwert der Ozonkonzentration lag mit $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zwar etwas niedriger als im Vorjahr ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$),

insgesamt traten aber auch im Jahr 2020, bedingt durch die überwiegend warme und trockene Witterung, relativ hohe Ozonwerte auf. Besonders die Monate Februar bis August zeichneten sich durch überdurchschnittliche Monatsmittel aus. Der höchste Wert von $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im April gemessen. Dies war der Monat mit der längsten Sonnenscheindauer und der geringsten Niederschlagsmenge.

3 Immissionen ausgewählter Luftschadstoffe

Das Jahr 2020 war geprägt durch die Corona-Pandemie. Die Eindämmungsmaßnahmen gegen das Virus hatten auch Auswirkungen auf die Luftqualität, zum Beispiel durch geringere Emissionen im Straßenverkehr. In Kapitel 5.2 werden die Auswirkungen der Pandemie auf die Immissionssituation in Brandenburg ausführlich beschrieben.

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 Lungenerkrankungen.

Da bisher noch keine Belastungsschwelle bekannt ist, unterhalb der keine gesundheitsschädlichen Effekte auftreten, hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Richtwerte 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ 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 unter anderem Bodenerosion und Verfrachtungen über weite Distanzen (zum Beispiel Saharastaub) dazu. Außerdem bilden sich durch chemische Reaktionen in der Luft sekundäre Partikel aus gasförmigen Vorläufersubstanzen wie Ammoniak, Stickstoffoxiden und Schwefeldioxid.

3.1.1 PM_{10}

Im Landesdurchschnitt lagen die PM_{10} -Konzentrationen im Jahr 2020 bei 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, damit hat sich die Immissionsbelastung im Laufe des letzten Jahrzehnts durchschnittlich um rund 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ reduziert (Landesdurchschnitt 2010: 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Auch die Spannweite der PM_{10} -Immissionen an den einzelnen Messstationen war vor zehn Jahren mit 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ noch fast dreimal so groß wie 2020 mit 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die höchsten Konzentrationen waren wie in den Vorjahren an den verkehrsbezogenen Messstationen zu verzeichnen. Sie lagen dort zwischen 14 und 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bernau, Lohmühlenstraße und Potsdam, Zeppelinstraße) und damit über dem Landesdurchschnitt. Die an der Station Schönefeld, Flughafen gemessenen PM_{10} -Konzentrationen lagen mit 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel auf dem gleichen Niveau wie die Feinstaubimmissionen an den anderen verkehrsbezogenen Messstationen.

Im ländlichen und städtischen Hintergrund wurden etwas niedrigere durchschnittliche PM_{10} -Konzentrationen zwischen 11 (Lütze (Belzig), Wittenberge) und 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Nauen) ermittelt (Abbildung 5).

Der Grenzwert der 39. BImSchV von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} im Jahresmittel wird landesweit deutlich unterschritten. An allen Messstationen wird sogar der strengere Richtwert der WHO von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} im Jahresmittel unterschritten. Die Maßnahmen zur Luftreinhaltung waren also vor allem in den Städten erfolgreich. Zur Verbesserung der Immissionssituation beim Feinstaub trugen aber auch günstige Witterungsverhältnisse wie das Ausbleiben langer trockener Frostperioden mit austauscharmen Wetterlagen im Winter bei.

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. 5

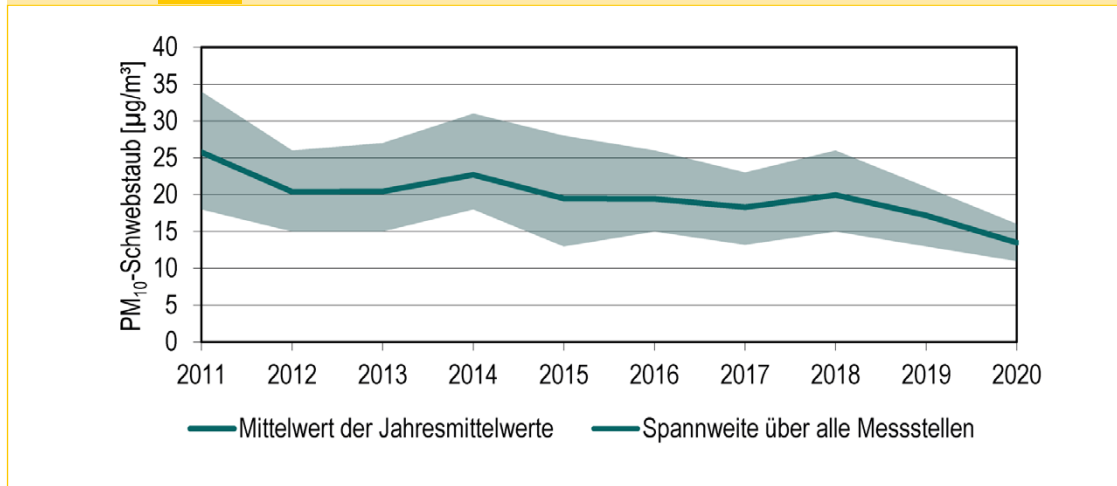
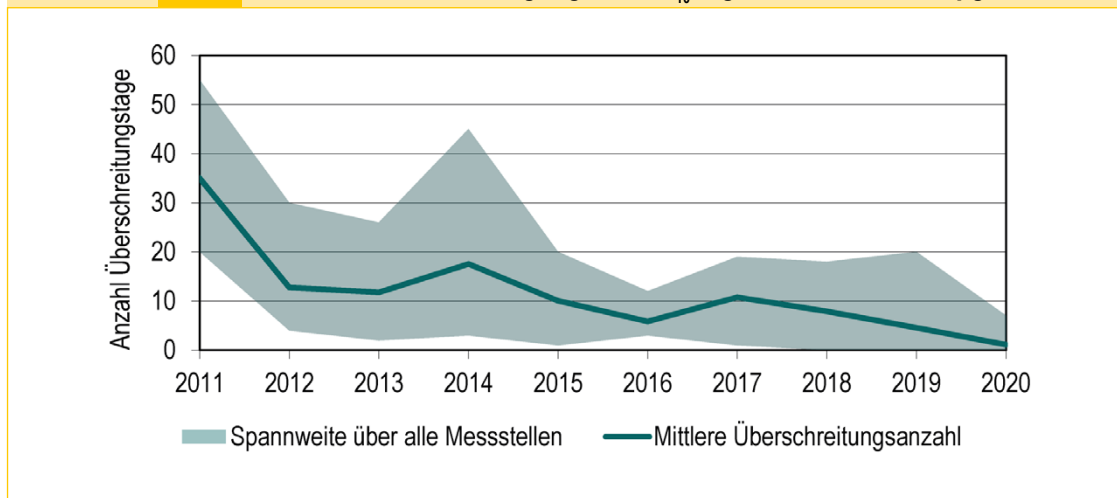
Landesweite Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration

Abb. 6

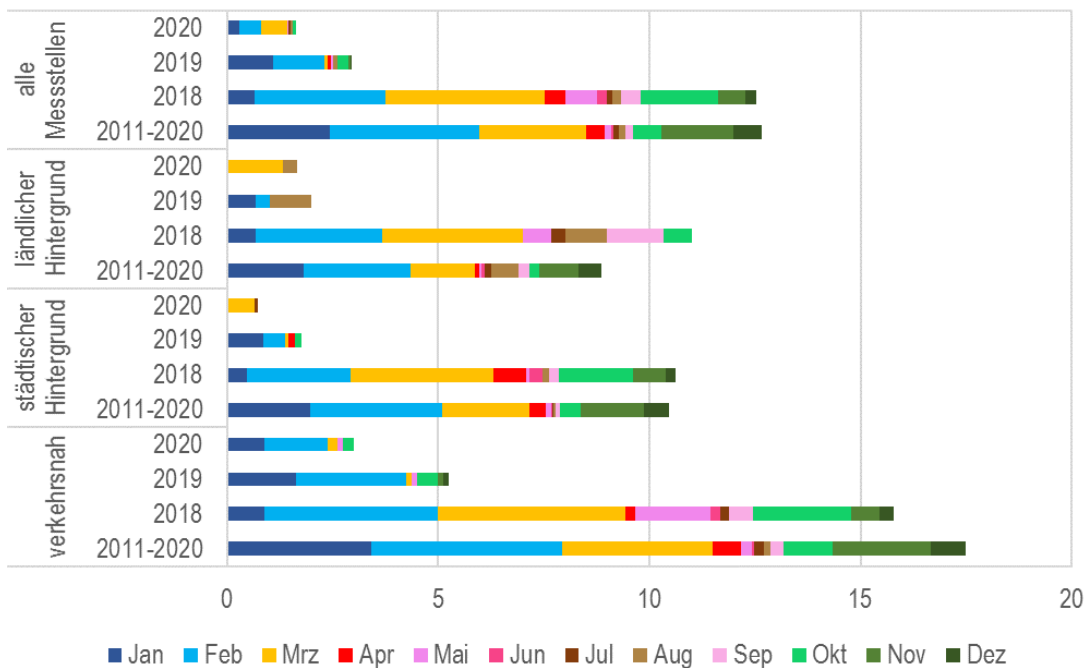
Anzahl der Überschreitungstage des PM₁₀-Tagesmittelwerts von 50 µg/m³

(Abbildung 6). An den verkehrsbezogenen Messstationen wurden im Jahr 2020 in (Potsdam, Großbeerenstraße und Eberswalde, Breite Straße) bis fünf (Potsdam, Zeppelinstraße) Überschreitungstage festgestellt. Im ländlichen und städtischen Hintergrund lag die Anzahl der Überschreitungstage zwischen null und zwei (jeweils mehrere Stationen, siehe Anhang 3). Der Grenzwert von maximal 35 Überschreitungstagen im Jahr wurde landesweit eingehalten.

Im Jahresverlauf waren die meisten Überschreitungstage im Februar und März zu verzeichnen (Abbildung 7). Wie im Vorjahr traten im ländlichen Hintergrund auch im August Überschreitungstage auf. Dagegen kam es an den verkehrsbezogenen Messstationen hauptsächlich im Januar und Februar zu Überschreitungen des Tagesgrenzwerts von 50 µg/m³ PM₁₀.

Abb. 7

Anzahl der Tage mit PM_{10} -Konzentrationen über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den einzelnen Monaten



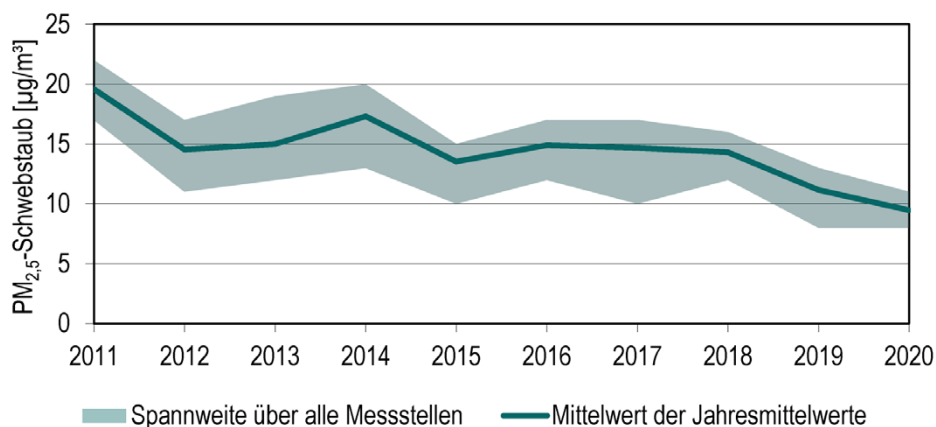
3.1.2 $PM_{2,5}$

Die Jahresmittelwerte der $PM_{2,5}$ -Immissionen lagen zwischen 8 und $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abbildung 8). Die niedrigste und die höchste Konzentration traten jeweils an zwei Stationen auf: $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Nauen (vorstädtischer

Hintergrund) sowie in Bernau, Lohmühlenstraße (Verkehrsbelastung) und $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den verkehrsbezogenen Stationen Cottbus, Bahnhofstraße und Potsdam, Großbeerstraße. An allen anderen Stationen wurden 9 beziehungsweise $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Abb. 8

Entwicklung der landesweiten Jahresmittelwerte der $PM_{2,5}$ -Konzentration



Der Grenzwert der 39. BImSchV von 25 µg/m³ im Jahresmittel wird landesweit deutlich unterschritten.

Damit bestätigt sich der schon in den Vorjahren beobachtete sehr geringfügige Unterschied zwischen den PM_{2,5}-Immissionen im unbelasteten ländlichen Hintergrund und denen an städtischen Belastungsschwerpunkten. Offensichtlich wird die Höhe der PM_{2,5}-Konzentrationen hauptsächlich durch überregionale Quellen und Ferntransport bestimmt, lokale Quellen wie der Straßenverkehr spielen allenfalls eine untergeordnete Rolle.

Der Richtwert der WHO von 10 µg/m³ im Jahresmittel wurde an den meisten Messstationen eingehalten, nur zwei verkehrsbelastete Standorte in Cottbus und Potsdam lagen mit je 11 µg/m³ leicht über diesem Richtwert.

3.2 Stickstoffdioxid (NO₂)

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 Hotspots betrieben. Erstere sollen Aussagen zur Luftqualität in einem größeren Gebiet erlauben und damit auch die mittlere Belastung der Bevölkerung widerspiegeln. Die Messungen an verkehrlichen Hotspots dienen der Erfassung der maximalen Belastung in einem Gebiet.

Trotz der immer noch vorhandenen Überschreitung des NO₂-Grenzwertes von 40 µg/m³ durch den Jahresmittelwert in einigen deutschen Großstädten wird in den letzten Jahren allgemein ein abnehmender Trend der Stickstoffdioxid-Belastung beob-

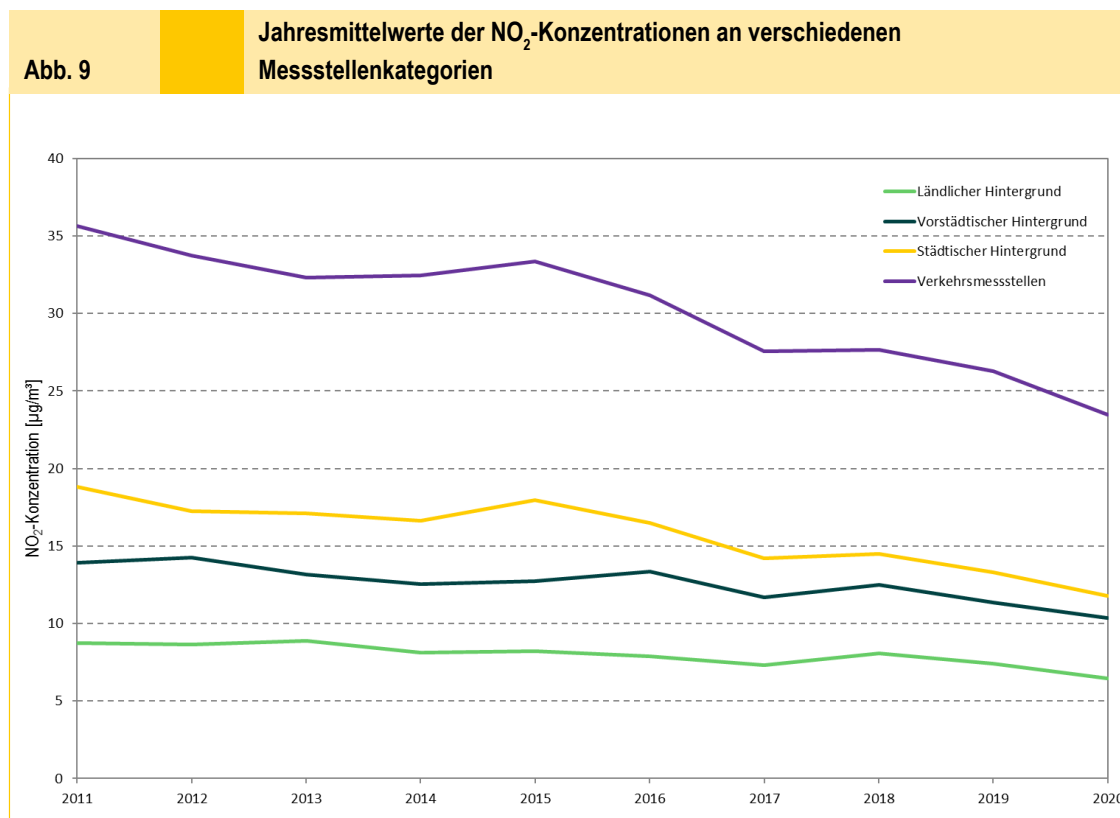
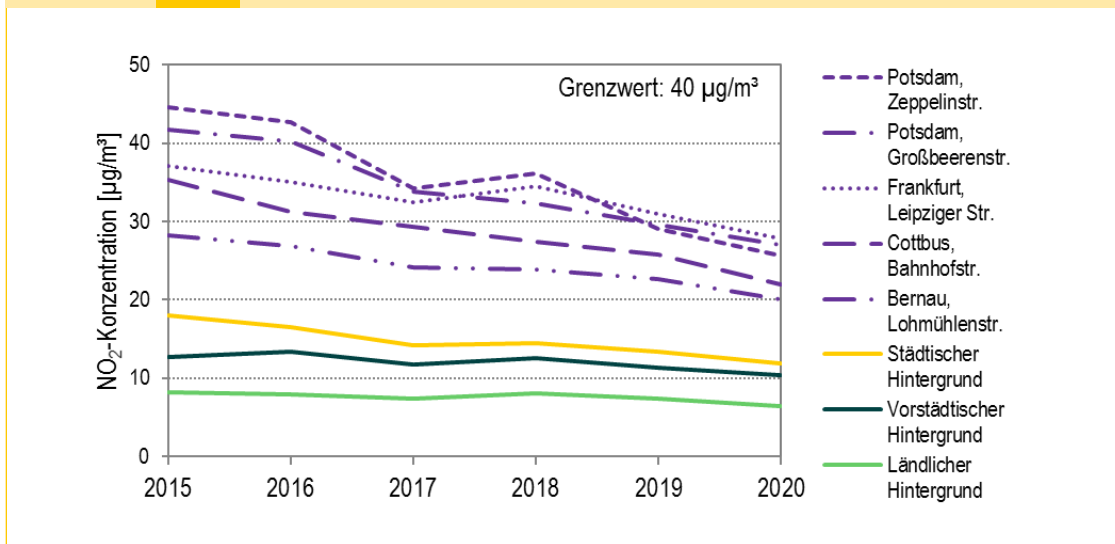


Abb. 10

Entwicklung der NO₂-Konzentrationen an den verkehrsbezogenen Stationen im Vergleich



achtet [10]. Diesen finden wir auch an den Brandenburger Messstationen wieder (Abbildung 9). Der genannte Grenzwert wird hier seit 2017 eingehalten.

Deutlich erkennbar ergibt sich der verkehrsnahen Gesamtrend aus den Verbesserungen an jeder einzelnen der verkehrsbezogenen Messstellen Brandenburgs (Abbildung 10). Dort, wo im Rahmen von Luftreinhalteplänen Maßnahmen zur Regulierung des Straßenverkehrs ergriffen wurden, sank die Belastung am deutlichsten. Auch der zunehmende Einsatz von Abgasminderungstechnik im Zusammenhang mit der anhaltenden Erneuerung der Fahrzeugflotte spielt bei der Abnahme der NO₂-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 2020 wieder an den verkehrsbezogenen Messstellen mit NO₂-Jahresmittelwerten von 20 (Bernau, Loh-

mühlenstraße) bis 28 µg/m³ (Frankfurt/Oder, Leipziger Straße). Erfreulicherweise setzt sich aber der Trend der abnehmenden verkehrsbedingten NO₂-Immissionen, wie schon in den Vorjahren, fort.

Deutlich niedrigere NO₂-Konzentrationen wurden mit 8 (Schwedt/Oder, Wittenberge) bis 13 µg/m³ (Potsdam-Zentrum, Blankenfelde-Mahlow) im städtischen Hintergrund gemessen. Die geringsten Werte wiesen die Messstationen im ländlichen Hintergrund mit 6 (Spreewald, Lütte (Belzig)) bis 8 µg/m³ (Hassenholz (Buckow)) auf.

Am Flughafen Schönefeld war mit einer durchschnittlichen NO₂-Konzentration von 14 µg/m³ zwar ein Verkehrseinfluss erkennbar, die Belastung war jedoch deutlich niedriger als an verkehrsreichen Straßen.

3.3 Ozon (O₃)

Das Jahr 2020 war das dritte Jahr in Folge mit überdurchschnittlicher sommerlicher Trockenheit und Wärme. Dementsprechend lagen die Jahresmittelwerte der Ozonkon-

Abb. 11

Entwicklung der landesweiten Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration

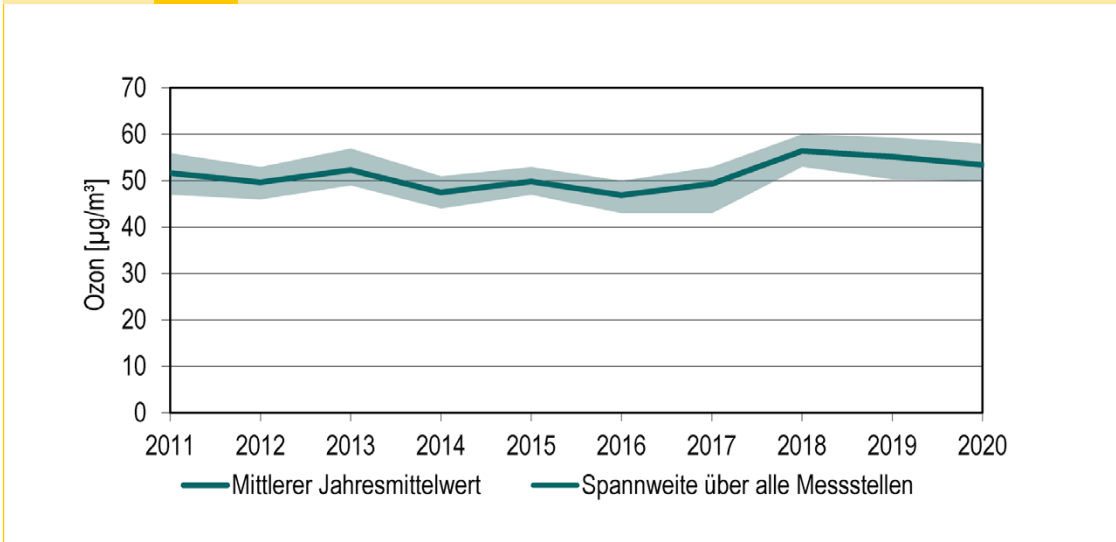
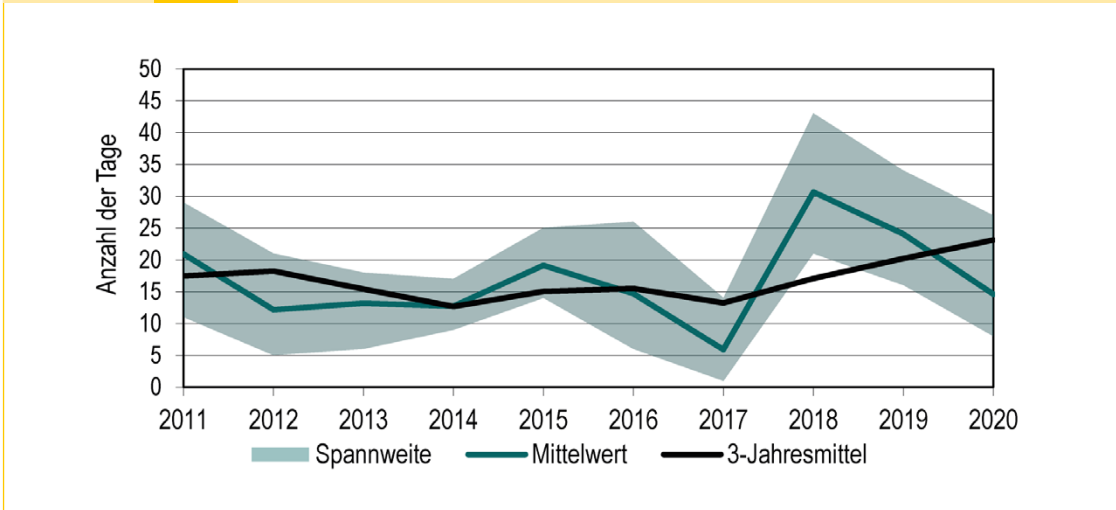


Abb. 12

Anzahl der Tage mit Ozonkonzentrationen über 120 µg/m³



zentrationen mit 47 µg/m³ (Flughafen Schönefeld) bis 58 µg/m³ (Wittenberge) auf einem annähernd gleich hohen Niveau wie in den Jahren 2018 und 2019 (Abbildung 11).

In der 39. BImSchV ist zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Zielwert von 120 µg/m³ Ozon als maximaler 8-Stundenmittelwert festgelegt, der an höchstens 25 Tagen im Jahr (gemittelt über drei Jahre) überschrit-

ten werden darf. Die Anzahl der Überschreitungstage als Mittelwerte der Jahre 2018 bis 2020 (Abbildung 12) lag zwischen 16 Tagen in Neuruppin und 32 Tagen in Lütze (Belzig) sowie in Elsterwerda. Mit 26 beziehungsweise 27 Tagen wurde auch in Cottbus, Blankenfelde-Mahlow und Wittenberge der Zielwert verfehlt.

Langfristig soll der Zielwert von maximal 120 µg/m³ Ozon ganzjährig ohne zugelas-

Abb. 13

Entwicklung der AOT40-Werte der einzelnen Jahre

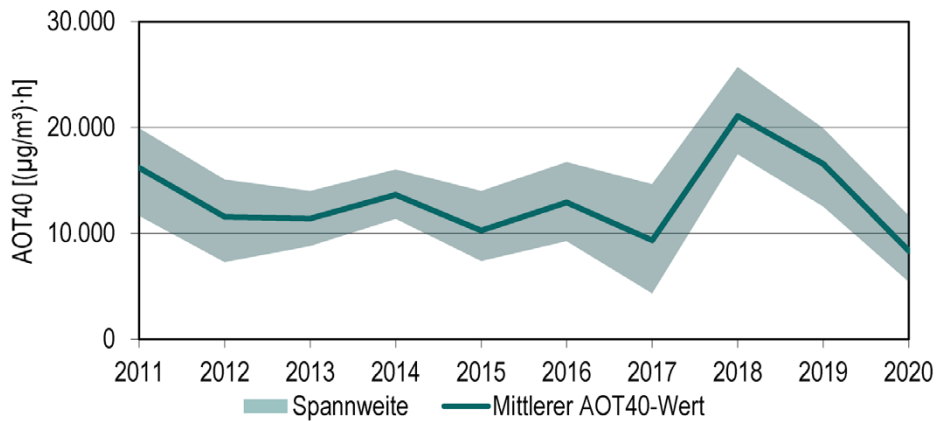
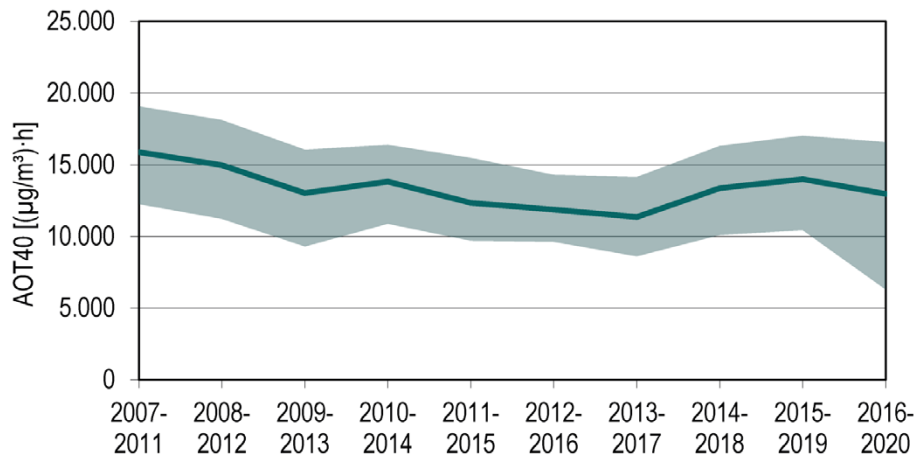


Abb. 14

AOT40-Werte im fünfjährigen Mittel



ne Überschreitung eingehalten werden. Die durch den Klimawandel absehbar steigenden Jahresdurchschnittstemperaturen und das häufigere Auftreten von Trockenperioden lassen hingegen eher höhere durchschnittliche Ozonkonzentrationen und mehr Tagen mit Zielwertüberschreitung erwarten.

Der Informationsschwellenwert von 180 µg/m³ wurde dagegen nicht überschritten. Die

höchsten Stundenmittelwerte wurden in Dallgow-Döberitz mit 176 µg/m³ und in Wittenberge mit 175 µg/m³ gemessen.

Als Zielwert zum Schutz der Vegetation wird als Dosismaß der sogenannte AOT40 ermittelt. Zur Berechnung werden für alle Stundenmittelwerte größer 80 µg/m³ (= 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ·h) liegen.

Der AOT40 (Mittelwerte 2016 – 2020) lag zwischen 6.309 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ·h) in Luckenwalde und 16.139 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ·h) in Elsterwerda (Abbildung 14). Der Zielwert der 39. BImSchV wurde im fünfjährigen Mittel damit unterschritten. Die Werte für das Einzeljahr 2020 (Abbildung 13) liegen mit 5.458 $\mu\text{g}/(\text{m}^3\cdot\text{h})$ in Neuruppin bis zu 11.659 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ·h) in Elsterwerda deutlich niedriger als im Vorjahr. Allerdings vertragen viele Pflanzenarten schon wesentlich geringere Ozondosen nicht und reagieren mit Wachstumsminderung und Ertragseinbußen. Deshalb wurde in der EU-Luftqualitätsrichtlinie als langfristiger Zielwert ein AOT40 von 6.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ·h) festgelegt.

Die AOT40-Werte für Wald (Mittelwerte 2016 – 2020) sind mit 17.200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ·h) (Luckenwalde) bis 28.270 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ·h) (Eisenhüttenstadt) höher, da sie über einen längeren Zeitraum

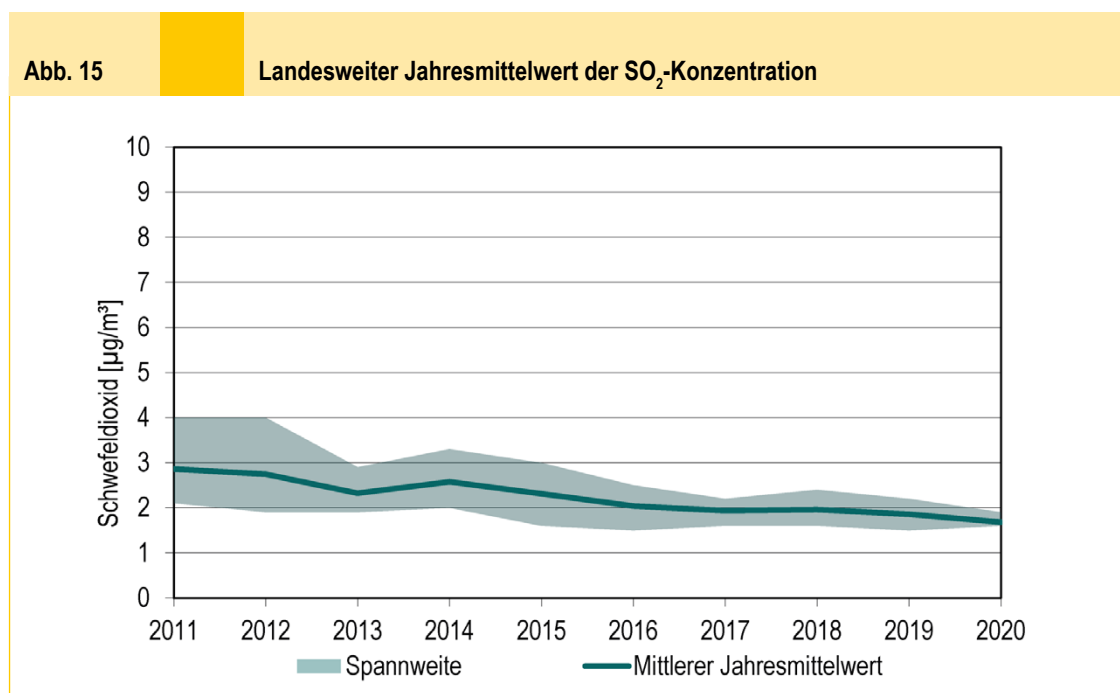
von April bis September aufsummiert werden. Ein Grenz- oder Zielwert für die Ozonbelastung von Wäldern ist nicht festgelegt.

3.4 Schwefeldioxid (SO_2)

Schwefeldioxid spielt als Luftschadstoff seit längerem nur noch eine untergeordnete Rolle hinsichtlich der Immissionsbelastung. Der Jahresmittelwert lag an fünf Messstationen im städtischen Hintergrund sowie an zwei ländlichen Hintergrundmessstellen wie in den Vorjahren mit 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nur wenig über der Nachweisgrenze der eingesetzten Geräte (Abbildung 15). Sowohl die Maximalwerte auf Tages- (4 – 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) als auch auf Stundenbasis (21 – 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) blieben weit unter den Grenzwerten der 39. BImSchV von 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ beziehungsweise 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.5 Kohlenmonoxid (CO)

Kohlenmonoxid wurde an drei vorstädtischen Hintergrund- und zwei verkehrsbezogenen Messstationen erfasst, sowie am Flughafen



Schönefeld. Wie in den Vorjahren wurden an allen Stationen sehr niedrige Konzentrationen gemessen, die um mehr als eine Zehnerpotenz unter dem Grenzwert der 39. BImSchV (10 mg/m³ beziehungsweise 10.000 µg/m³) lagen. Im vorstädtischen Hintergrund betrug der CO-Jahresmittelwert 0,22 bis 0,23 mg/m³ (216 und 232 µg/m³). An Verkehrsschwerpunkten wurden 0,31 und 0,35 mg/m³ (314 und 348 µg/m³) ermittelt. Am Flughafen Schönefeld wurden im Jahresmittel 0,23 mg/m³ (230 µg/m³) gemessen.

3.6 Flüchtige Kohlenwasserstoffe (Benzol, VOC)

An fünf verkehrsbelasteten Standorten lagen die Jahresmittelwerte der Benzolkonzentrationen bei 0,7 beziehungsweise 0,8 µg/m³. An den städtischen Hintergrundmessstationen Blankenfelde-Mahlow und Eisenhüttenstadt wurden 0,5 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 (Abbildung 16).

In der Umgebung von Flughäfen befürchten Teile der Bevölkerung eine zusätzliche Im-

missionsbelastung durch den Flugverkehr, insbesondere durch das Ablassen von Treibstoff aus Flugzeugen. 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 die für Kerosin typischen aliphatischen Kohlenwasserstoffe mittlerer Länge (Heptan bis Eicosan). An beiden Messstationen lagen die Konzentrationen dieser VOC überwiegend unterhalb der Nachweisgrenze, es gab also keinen Hinweis auf eine zusätzliche Luftverunreinigung durch Kerosin.

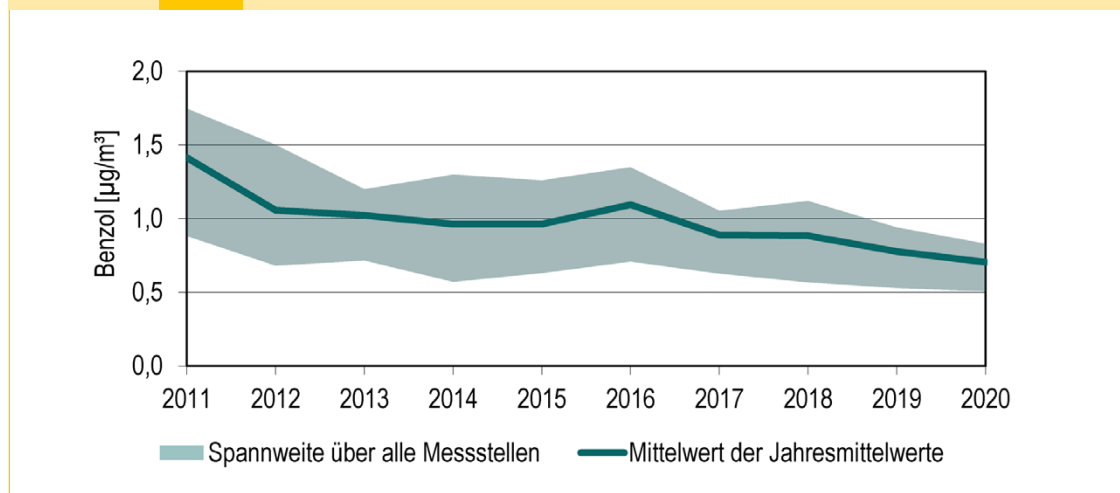
3.7 Staubinhaltsstoffe

3.7.1 Feinstaub (PM₁₀-Fraktion)

Auf der Oberfläche der Feinstaubpartikel lagern sich Schadstoffe wie Schwermetalle oder organische Verbindungen wie zum Beispiel 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

Abb. 16

Landesweiter Jahresmittelwert der Benzolkonzentration



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 Bernau, Lohmühlenstraße wurden im Jahresdurchschnitt 2,8 ng/m³ in der PM₁₀-Fraktion ermittelt. Ein Grenz- oder Zielwert ist für Antimon nicht festgelegt.

Arsen

Die Arsengehalte im Feinstaub sind in den letzten zehn Jahren deutlich gesunken von etwa 3,5 ng/m³ im Landesdurchschnitt im Jahr 2011 auf 0,6 bis 0,8 ng/m³ im Jahr 2020 (Abbildung 17). Der Zielwert der 39. BImSchV von 6 ng/m³ wird weit unterschritten.

Barium

Auch Barium ist ein für Verkehrsemissionen typisches Metall, für das kein Grenz- oder Zielwert existiert. An der verkehrsbezogenen Messstation Bernau, Lohmühlenstraße

Abb. 17

Landesweiter Jahresmittelwert des Arsengehalts im Feinstaub PM₁₀

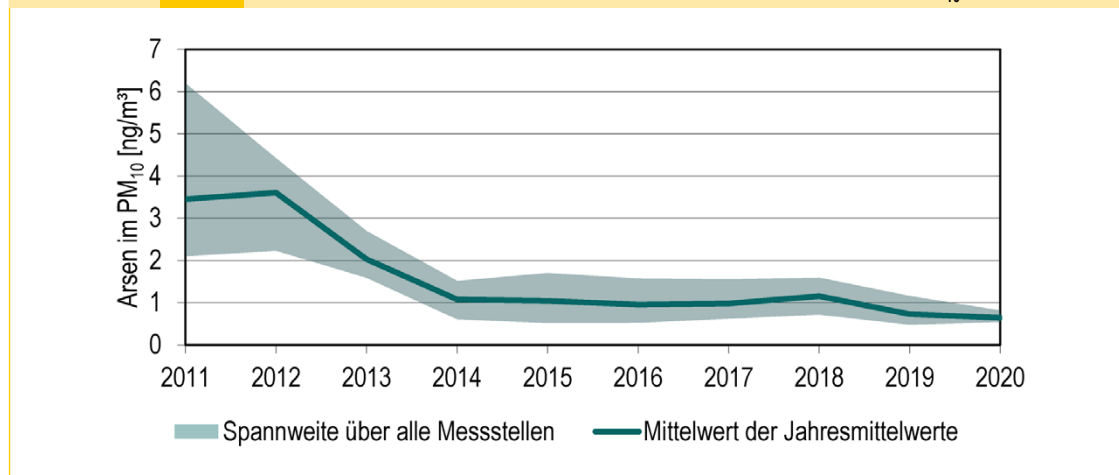


Abb. 18

Landesweiter Jahresmittelwert des Bleigehalts im Feinstaub PM₁₀

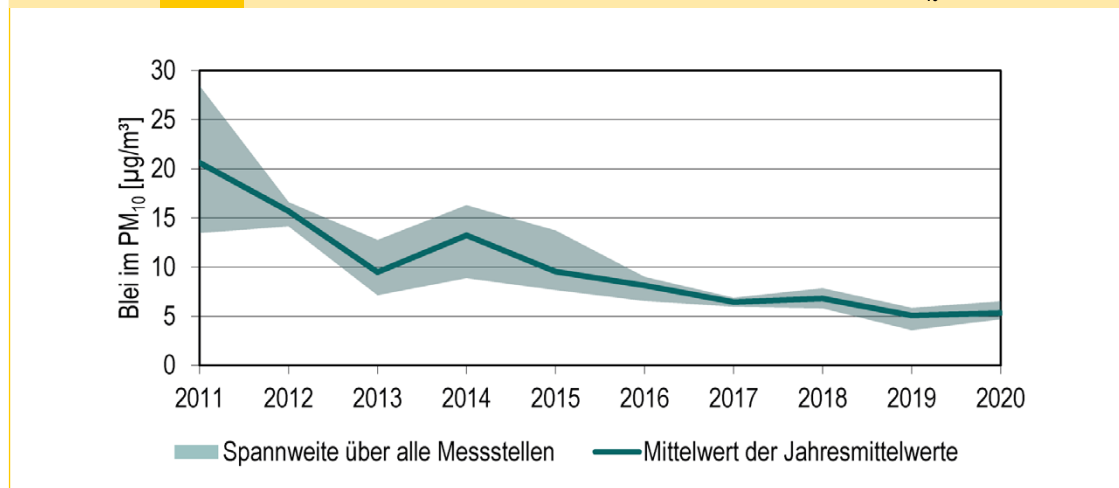


Abb. 19

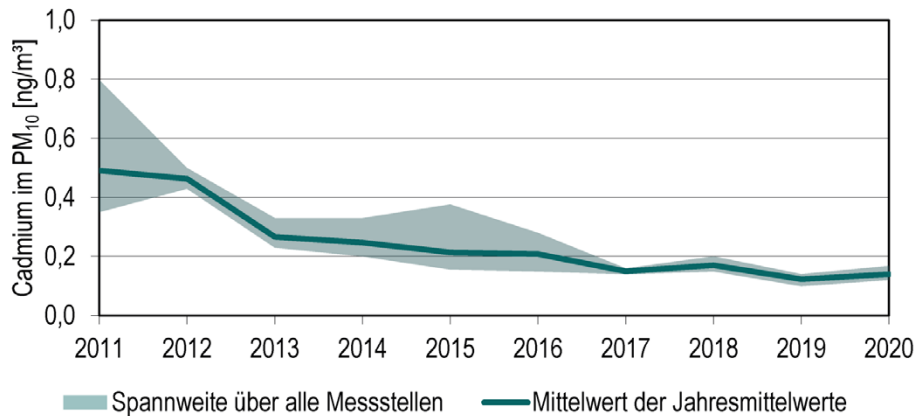
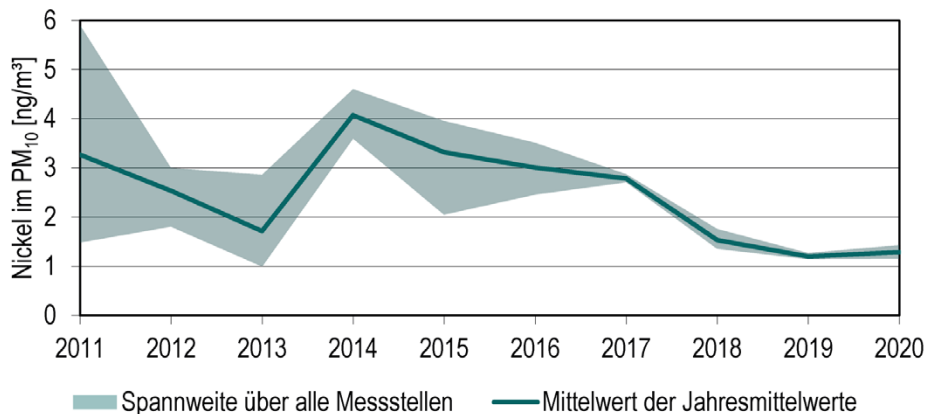
Landesweiter Jahresmittelwert des Cadmiumgehalts im Feinstaub PM₁₀

Abb. 20

Landesweiter Jahresmittelwert des Nickelgehalts im Feinstaub PM₁₀

betrug der Bariumgehalt im PM₁₀-Feinstaub 22,4 ng/m³ im Jahresdurchschnitt.

Blei

Mit 4,7 bis 6,5 ng/m³ im Jahr 2020 sind die Bleigehalte im vergangenen Jahrzehnt auf etwa ein Viertel des Wertes gesunken (2011: 21 ng/m³ im Landesdurchschnitt) (Abbildung 18). Der Grenzwert von 0,5 µg/m³ (= 500 ng/m³) wird etwa um das Hundertfache unterschritten.

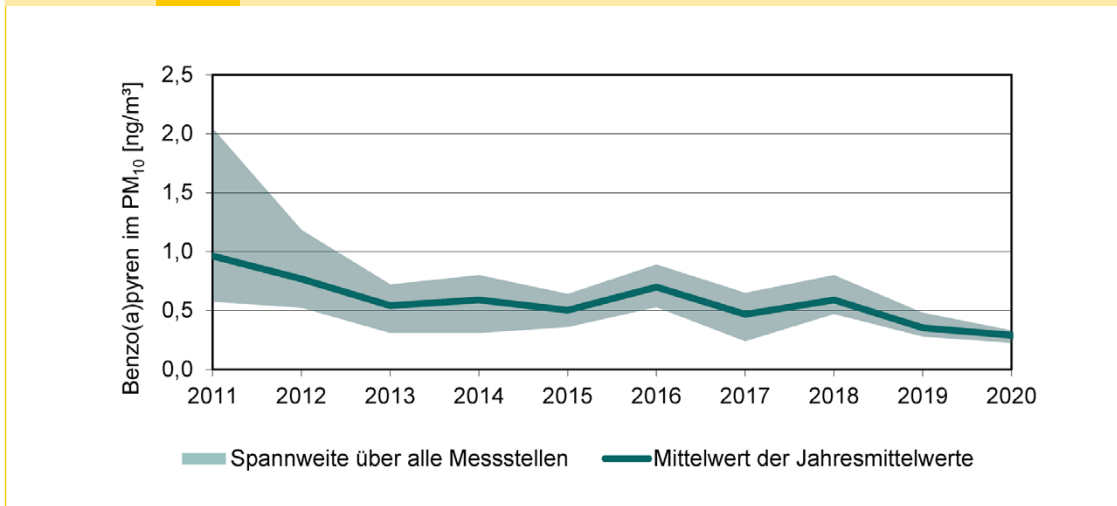
Cadmium

Der Cadmiumgehalt des PM₁₀-Feinstaubs lag mit 0,1 bis 0,2 ng/m³ etwa auf Vorjahresniveau (Abbildung 19). Der Grenzwert der 39.BImSchV von 5 ng/m³ wird deutlich unterschritten.

Nickel

Die Nickelkonzentrationen lagen mit 1,2 bis 1,4 ng/m³ auf dem Niveau des Vorjahres und weit unter dem Grenzwert von 20 ng/m³ (Abbildung 20).

Abb. 21

Landesweiter Jahresmittelwert des Benzo(a)pyren-Gehaltes im Feinstaub PM₁₀**Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

Die Jahresmittelwerte der PAK-Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) im PM₁₀-Feinstaub lagen zwischen 0,2 und 0,3 ng/m³ (Abbildung 21). Es war kein Unterschied in der Belastung zwischen städtischem Hintergrund, verkehrsbezogenem Messstandort und Flughafen festzustellen. Der Grenzwert von 1 ng/m³ wird an allen Messstationen unterschritten.

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 zum Beispiel PAK an. Ein gesetzlicher Grenzwert ist nicht festgelegt, die WHO hat Dieselruß jedoch als krebserregend eingestuft [11]. Die Rußgehalte im Feinstaub betragen 1,5 beziehungsweise 1,6 µg/m³ im städtischen Hintergrund, 1,4 µg/m³ am Flughafen Schönefeld und 1,8 µg/m³ an der verkehrsbezogenen Messstation Potsdam, Großbeerenstraße. Gegenüber dem Vorjahr (1,8 – 2,3 µg/m³) haben sich die Rußgehalte damit etwas verringert.

3.7.2 Staubbiederschlag und atmosphärische Deposition

Die Staubbiederschlagswerte lagen mit 33 bis 62 mg/(m²·d) an 18 Messstationen und 43,5 mg/(m²·d) im Landesdurchschnitt höher als im Vorjahr (Abbildung 22). Der Immissionswert der TA Luft von 350 mg/(m²·d) wird weit unterschritten.

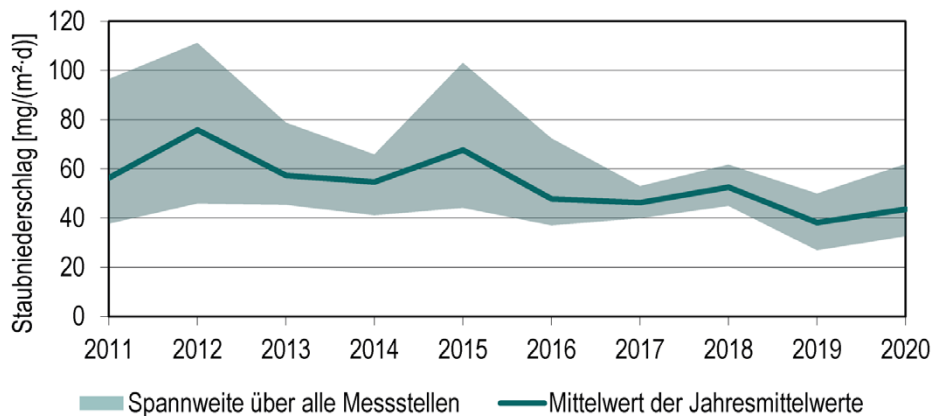
Mit dem Staubbiederschlag geht die Deposition der Inhaltsstoffe wie Schwermetalle einher, die sich dann im Boden und auch in Pflanzen anreichern können. Deshalb sind in der TA Luft Depositionswerte für Arsen (4 µg/(m²·d)), Blei (100 µg/(m²·d)), Cadmium (2 µg/(m²·d)) und Nickel (15 µg/(m²·d)) festgelegt [12].

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 0,3 µg/(m²·d), für Blei bei 1 bis 4 µg/(m²·d), für Cadmium zwischen 0,03 und 0,24 µg/(m²·d) und für Nickel zwischen 0,6 und 2,4 µg/(m²·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

Abb. 22

Landesweiter Jahresmittelwert des Staubniederschlags



als auch die Einträge über den Niederschlag (nasse Deposition) erfasst.

Die Benzo(a)pyren-Gehalte waren im städtischen Hintergrund mit $0,016 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ an der Station Cottbus, Meisenweg und $0,019 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ in Potsdam-Zentrum so hoch wie im Vorjahr. In Hasenholz (Buckow) (ländlicher Hintergrund) war der Benzo(a)pyren-Gehalt mit $0,017 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ gegenüber 2019 ($0,016 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$) 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 $0,09 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ($0,08$ bis $0,10 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$) etwa auf Vorjahresniveau.

3.8 Messung ultrafeiner Partikel

Neben Feinstaub der Korngrößen PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ geraten aktuell vermehrt ultrafeine Partikel in den Fokus der Diskussion über Luftschadstoffe. Unter ultrafeinen Partikeln (UFP) versteht man Staubteilchen mit einem aerodynamischen Durch-

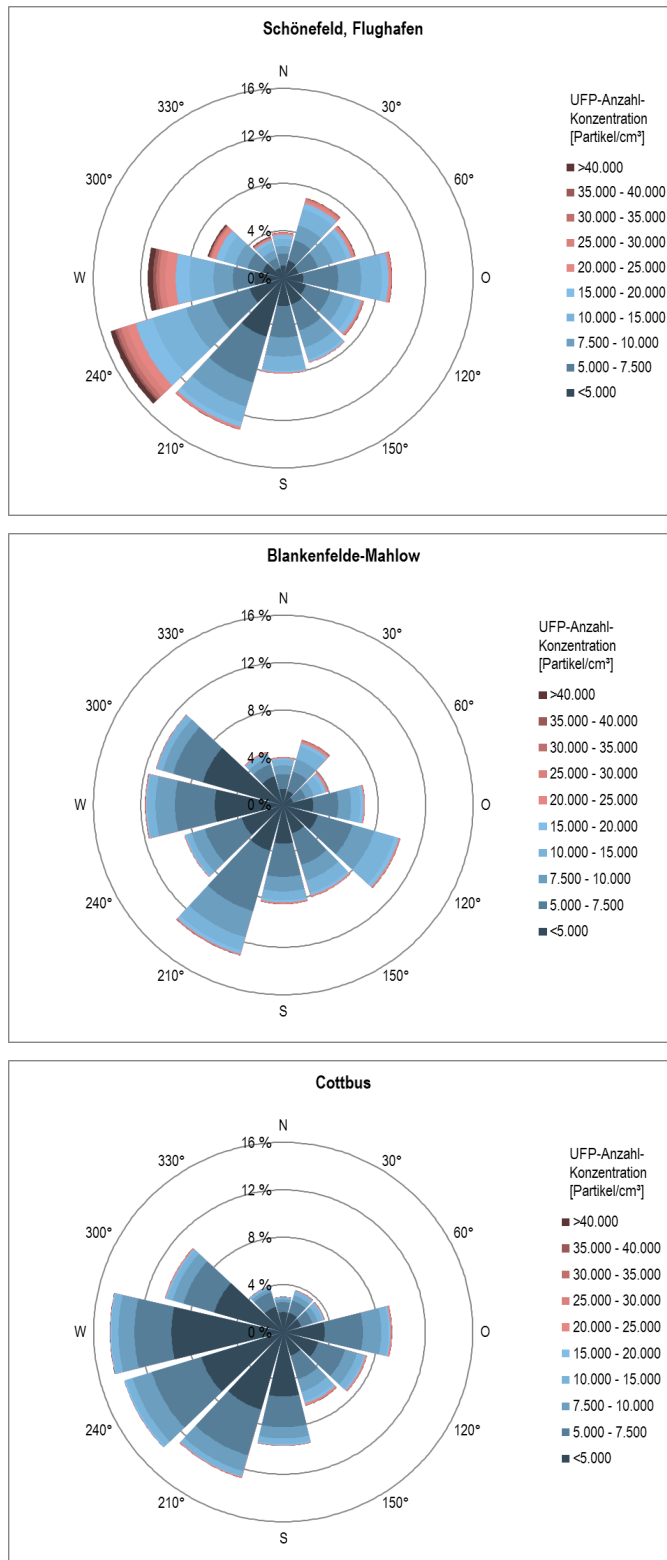
messer von bis zu $0,1 \mu\text{m}$ ($= 100 \text{ nm}$), das ist höchstens ein Hundertstel der Größe von PM_{10} . Sie gelangen sowohl auf natürlichem Wege, zum Beispiel durch Waldbrände oder Vulkanausbrüche, als auch durch Verbrennungsprozesse in Industrie, Verkehr, Energiewirtschaft und Heizungen in die Luft. Außerdem können UFP auch durch physikalische beziehungsweise chemische Prozesse (zum Beispiel 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 und 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 Herz-Kreislaufkrankungen. Allerdings reicht nach Einschätzung der WHO die Datenlage noch nicht zur Ableitung von Richt- oder Grenzwerten aus [17]. Daher gibt es bisher keine gesetzliche Verpflichtung, die ultrafeinen Partikel in der Umgebungsluft zu messen.

Im Gegensatz zu den Feinstaubfraktionen PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$, die als Masse pro Volumen-

Abb. 23

Partikelanzahlkonzentrationen in Abhängigkeit von der Windrichtung



einheit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) gemessen werden, werden die UFP als Anzahl der Partikel pro Kubikzentimeter Luft (Partikelanzahlkonzentration) erfasst. In den vergangenen Jahren gab es große Fortschritte in der UFP-Immissionsmesstechnik, die sich unter anderem in den erarbeiteten Standards der Richtlinie VDI 3867 niederschlägt. Ein Referenzmessverfahren wie bei den gesetzlich geregelten Luftschadstoffen gibt es allerdings noch nicht.

Die im Vorjahr begonnenen kontinuierlichen Messungen der Partikelanzahlkonzentrationen wurden im Jahr 2020 an den Stationen Cottbus und ab Mai in Blankenfelde-Mahlow fortgesetzt, ebenso an der Messstation der Betreibergesellschaft des Flughafens Berlin-Brandenburg. Die höchsten UFP-Immissionen wurden mit 9.568 Partikeln pro cm^3 im Jahresmittel am Flughafen gemessen, das war etwa um ein Viertel niedriger als im Vorjahr ($13.277 \text{ P}/\text{cm}^3$). In Cottbus lag die durchschnittliche Partikelanzahl mit $5.745 \text{ P}/\text{cm}^3$ im städtischen Hintergrund ungefähr auf Vorjahresniveau ($5.307 \text{ P}/\text{cm}^3$). Der Jahresmittelwert der UFP-Konzentration betrug in Blankenfelde-Mahlow $6.895 \text{ P}/\text{cm}^3$ (kein Vorjahreswert vorhanden).

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 (Abbildung 23) zeigt. An den Messstationen Cottbus und Blankenfelde-Mahlow ist kein solch ausgeprägter Zusammenhang zwischen Windrichtung und Anzahl der ultrafeinen Partikel zu erkennen.

Abbildung 24 verdeutlicht die Unterschiede der Partikelanzahlkonzentrationen an den drei

Messstationen Flughafen Schönefeld, Cottbus und Blankenfelde-Mahlow. Während die UFP-Konzentrationen im städtischen Hintergrund ungefähr auf gleichbleibendem Niveau ohne große Abweichungen vom Jahresmittelwert liegen, weisen sie am Flughafen Schönefeld eine wesentlich größere Streuung auf.

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 Blankenfelde-Mahlow (Abbildung 25). Während sich in Cottbus und Blankenfelde-Mahlow die Anzahlkonzentrationen sowohl im Tages- als auch im Wochengang auf relativ gleichbleibendem Niveau bewegen, zeichnet sich der Tagesgang am Flughafen durch erhebliche Schwankungen aus. In den Nachtstunden ohne Flugverkehr sind die Partikelzahlen etwa auf gleicher Höhe mit denen der Hintergrundmessstationen. In den frühen Morgenstunden mit Beginn des Flugbetriebs steigen sie dann steil an und verbleiben bis zum Abend relativ hoch. An Samstagen und Sonntagen sind die Unterschiede der UFP-Konzentrationen am Flughafen nicht so stark ausgeprägt wie an Werktagen. Insgesamt sind die Immissionsspitzenwerte hier mit bis zu etwa 13.000 Partikel pro Kubikzentimeter im Jahr 2020 niedriger als im Vorjahr, als Spitzenwerte bis zu $23.000 \text{ P}/\text{cm}^3$ auftraten.

Die Tages- und Wochengänge der $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen unterscheiden sich dagegen an den drei Messstationen verhältnismäßig wenig; die Kurven verlaufen am Flughafen Schönefeld, in Cottbus und in Blankenfelde-Mahlow nahezu parallel auf leicht unterschiedlichem Niveau ohne ausgeprägte Schwankungen im Tages- und Wochenverlauf (Abbildung 25). Es wird deutlich, dass die ultrafeinen Partikel kaum zur messbaren Masse des $\text{PM}_{2,5}$ -Feinstaubes beitragen.

Abb. 24

Datensatz aller UFP-Partikelanzahlkonzentrationen im Jahresverlauf
(Halbstundenmittelwerte)

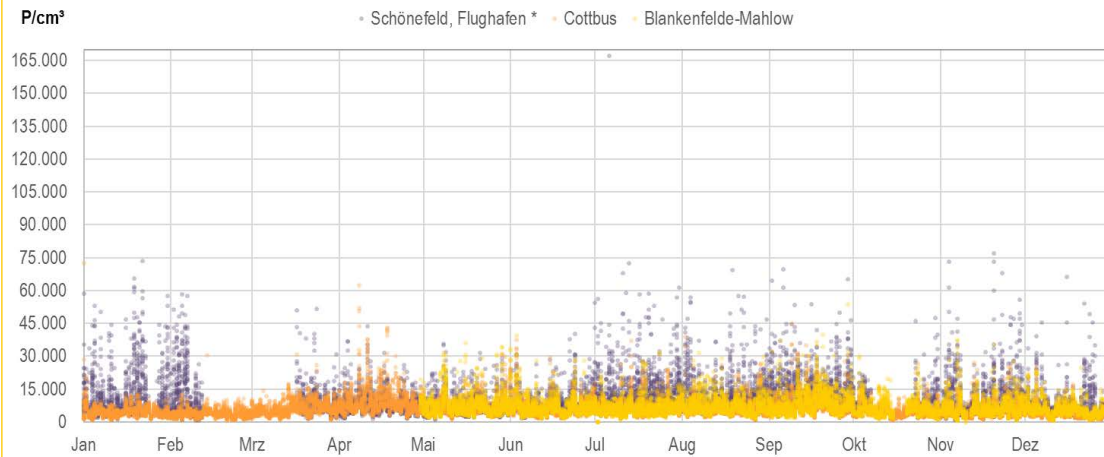
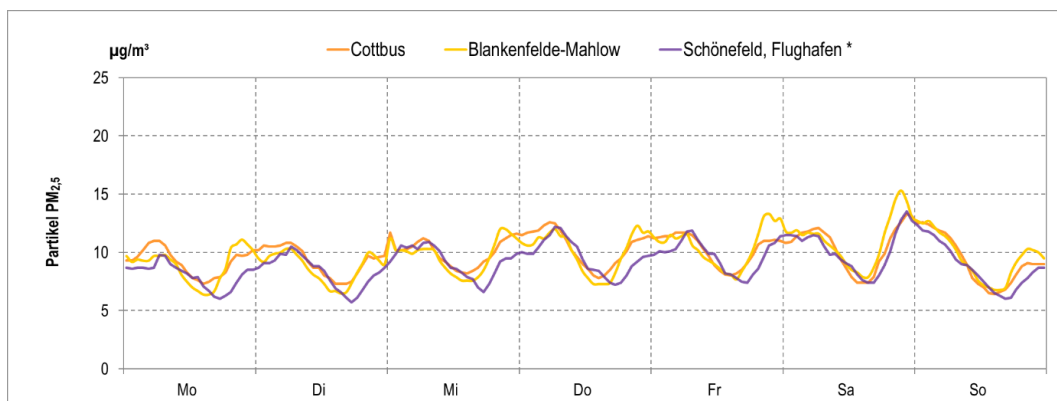
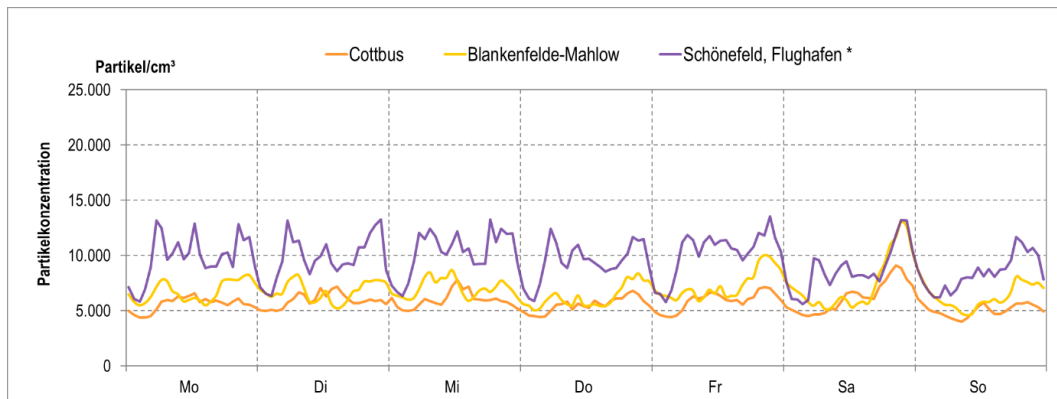


Abb. 25

Mittlerer Wochengang UFP und PM_{2,5} im Zeitraum 01.01.2020 bis 31.12.2020



4 Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe

4.1 Emissionen PRTR-pflichtiger Betriebe

Nach der E-PRTR-Verordnung, EG 166/2006 vom 18. Januar 2006 [13] und dem Gesetz zur Ausführung des PRTR vom 6. Juni 2007 [14] sind Betriebe, in denen PRTR-Tätigkeiten (*Pollutant Release and Transfer Register*, deutsch: Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister) 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.

Tab. 4	Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe (kt/a)				
Schadstoff	SO ₂	NO _x	NH ₃	NMVOC	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	1,5	3,7	1,3
2020*	21,8	24,7	1,4	5,0	0,9
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	62	5	7
2020*	8	27	66	5	7

* vorläufige Daten

Während die Emissionen für SO₂, NO_x und PM₁₀ zum großen Teil aus den Energieerzeugungs- beziehungsweise Verbrennungsanlagen resultieren, werden die Ammoniak-Emissionen (NH₃) durch die zahlreichen landwirtschaftlichen Anlagen verursacht.

Seit dem Inkrafttreten der Atomgesetznovelle vom 31.07.2011 [15] wurden in Deutschland acht Kernkraftwerke stillgelegt. Zum Ausgleich der weggefallenen Leistung erhöhten sich bei den Kohlekraftwerken in Brandenburg sowohl die Einsatzzeiten unter Vollastbetrieb als auch die produzierte Strommenge. Dies führte zu einem vorübergehenden leichten Anstieg der SO₂-Gesamtemissionen in den Jahren 2012 und 2013. Der seit dem Jahr 2014 zu verzeichnende Rückgang der SO₂-Emissionen setzt sich auch im Berichtsjahr 2020 fort.

4.2 Straßenverkehrsemissionen

Basis für die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen sind die Fahrleistungsabschätzungen für das Land Brandenburg sowie die sich jährlich verändernden Emissionsfaktoren für alle Kfz je nach Zusammensetzung der

Flotte beziehungsweise der Anteile von Kfz entsprechender Emissionsminderungsstandards.

Das Verkehrsaufkommen im Land Brandenburg sowohl des Personenverkehrs als auch des Güterverkehrs stieg in den Jahren 2015 bis 2017 an. So wuchs die Fahrleistung auf dem Autobahnnetz im Jahr 2015 um 3 bis 4 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Der konjunkturbedingte Trend steigender Fahrleistungen gerade des Schwerververkehrs auf den Bundesautobahnen schwächte sich ab 2018 ab und war 2019 teilweise rückläufig. Im Jahr 2020 war pandemiebedingt ein Einbruch der Fahrleistungen vor allem beim Personenverkehr zu verzeichnen. So sank zum Beispiel gegenüber dem Vorjahr die jährliche Fahrleistung aller Kfz auf Autobahnen um 15 Prozent und auf allen Straßen im Land um etwa 10 Prozent. Beim Schwerverkehr gab es nur geringe Abnahmen.

Die Anzahl der zugelassenen Kfz nahm von 2015 bis 2019 jährlich um etwa 1,8 Prozent zu. Bei den Pkw waren diese Zuwachsraten mit 1,3 Prozent etwas geringer. Dieser Trend setzte sich auch im Jahr 2020 fort. Der Bestand

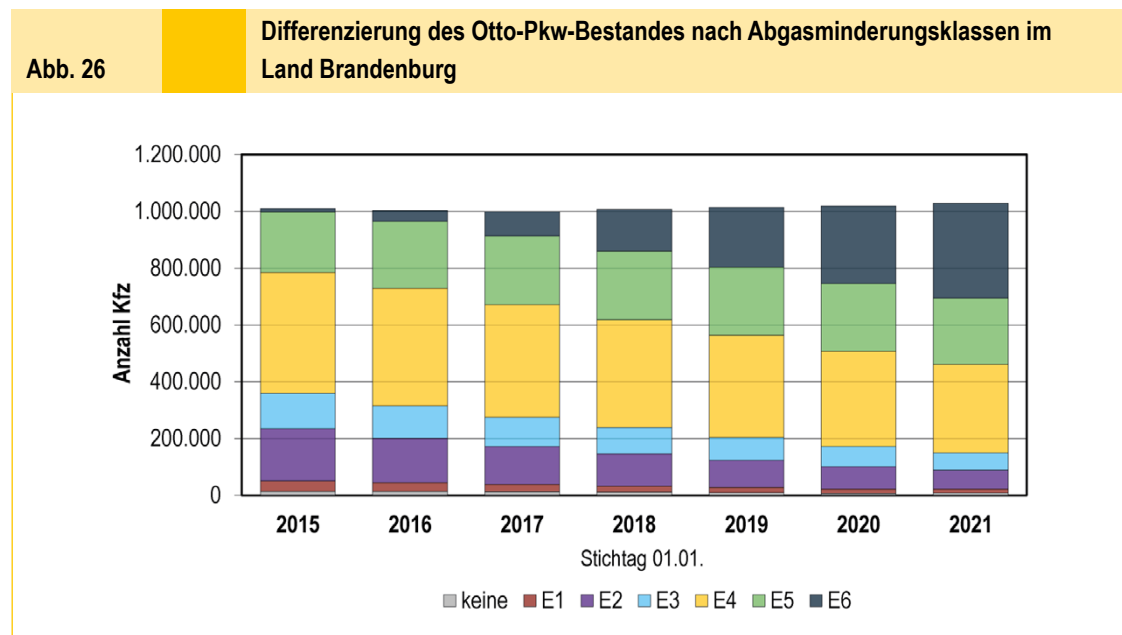
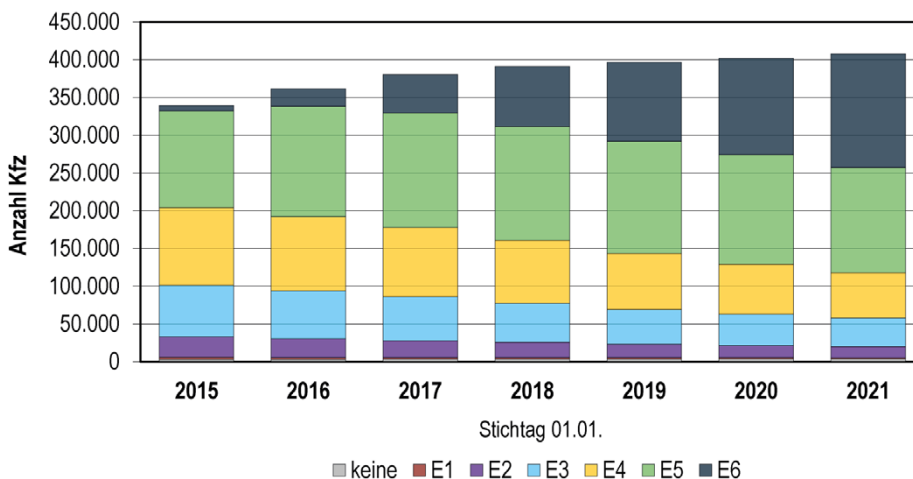


Abb. 27

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



der Diesel-Pkw an allen Pkw erhöhte sich bis 2017 auf 28 Prozent. Danach stagnierte dieser Anteil. Es wurden von 2018 bis 2020 überproportional mehr Otto-Pkw zugelassen. Bei den Lkw nahmen die Bestandszahlen von 2015 bis 2020 weiter zu, wobei eine stärkere Zunahme der Anteile leichter Nutzfahrzeuge (< 3,5 t) gegenüber dem Schwerverkehr ($\geq 3,5$ t) festgestellt wurde.

Der Motorisierungsgrad lag 2020 bei 722 Kfz/1000 EW beziehungsweise 579 Pkw/1000 EW.

Infolge der weiter verschärften Abgasgesetzgebung wurden ab 2015 Kfz nach der Abgasnorm EURO6 zugelassen. Zum 1. Januar 2021 waren nach der schärferen Abgasnorm EURO6d-TEMP schon 100.000 Otto-Pkw sowie 33.000 Diesel-Pkw im Bestand. Pkw ohne Abgasreinigung wurden immer häufiger stillgelegt und spielen im Straßenverkehr keine Rolle mehr. Der Anteil der Diesel-Pkw an allen zugelassenen Pkw betrug etwa 28 Prozent. Da Diesel-Pkw höhere Fahrleistungen aufweisen als Pkw mit Otto-Motor, kann davon ausgegangen werden, dass derzeit mehr als jeder dritte Pkw

im fahrenden Verkehr innerorts ein Diesel-Pkw ist.

Im Kfz-Bestand stieg der Anteil der Fahrzeuge mit alternativen Antriebssystemen (Tabelle 5) weiter an. Bei den Pkw betrug dieser Anteil 2020 3 Prozent. Fahrzeuge mit Flüssiggas haben weiterhin hohe Anteile. Der Bestand von Pkw mit Hybriden- und reinen Elektro-Antrieben verdoppelte sich jedoch 2020 gegenüber dem Vorjahr. Ihr Bestandsanteil an allen Pkw betrug zum 1. Januar 2021 2,1 Prozent.

Die Kfz-Emissionen wurden mithilfe der aktuellen Version 4.1 des Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA, INFRAS 2019) [16] bestimmt (Abbildung 25). Bei allen Luftschadstoffen waren Emissionsminderungen über die Jahre zu verzeichnen, da der beschriebene Austausch von Fahrzeugen mit hohem Schadstoffausstoß gegen Kfz mit modernen Abgasminderungssystemen wirkte. Zum 1. Januar 2021 waren 33 Prozent der Otto-Pkw und 37 Prozent der Diesel-Pkw nach EURO6-Norm zugelassen. Zu beachten ist, dass bei den nachfolgenden Berechnungen von Emissionen auf Basis des HBEFA das

Tab. 5	Kfz-Bestand im Land Brandenburg nach Kraftstoffarten zum 1.1.2021									
	Krad	Pkw	Bus	Lkw gesamt	Lkw nach zulässiger Nutzlast in kg		Zug- maschinen		übrige Kfz	Kfz
					bis 1999	ab 2000	Acker- schlep- per	Sattel- zug		
Benzin	141.642	1.002.784	8	7.482	7.386	96	5.689	3	606	1.158.214
Diesel	114	407.964	2.317	139.270	122.094	17.095	39.940	7.836	12.961	610.402
Flüssiggas (einschließ- lich bivalent)	4	11.645	0	1.092	1.088	3	0	0	26	12.767
Erdgas (einschließ- lich bivalent)	2	2.785	32	696	680	16	0	63	7	3.585
Elektro	382	5.835	21	287	277	10	18	0	6	6.549
Hybrid	8	25.591	20	38	36	2	2	0	1	25.660
davon Plug-in	0	5.326	0	3	3	0	0	0	0	5.329
sonstige	53	510	0	23	14	9	52	6	7	651
Summe	142.152	1.456.604	2.398	148.865	131.561	17.222	45.649	7.902	13.607	1.817.177
Anteil alternativer Antriebe	0,3%	3,2%	3,0%	1,4%	1,6%	0,2%	0,2%	0,9%	0,3%	2,7%

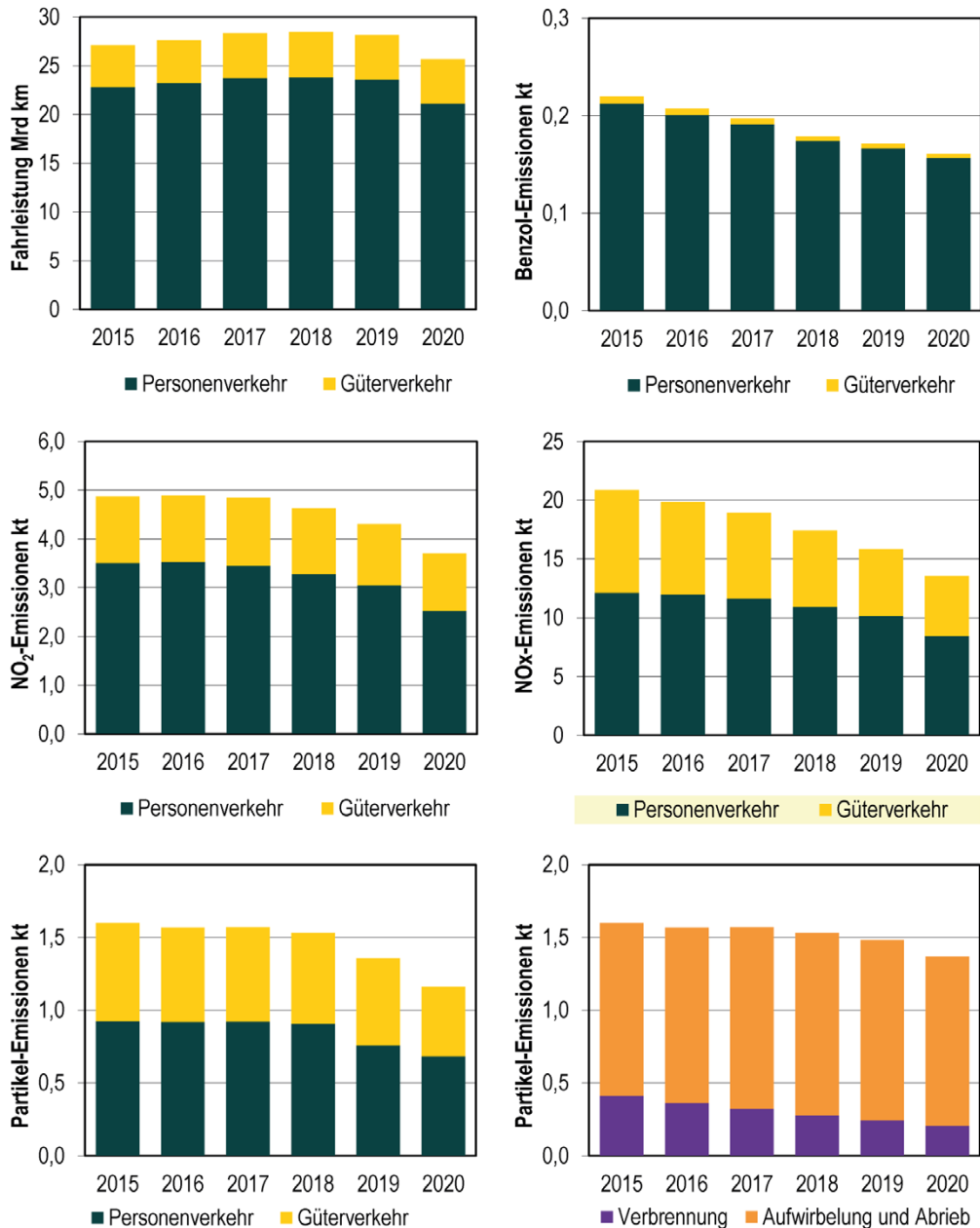
reale Emissionsverhalten berücksichtigt wird – und nicht etwa die auf dem Rollenprüfstand ermittelten Werte.

Die Kohlenwasserstoffemissionen (HC) und damit auch die Benzolemissionen gingen von 2015 bis 2020 um 25 Prozent zurück. Ursache war das fast vollständige Verschwinden von 2 Takt Pkw sowie 4-Takt-Pkw ohne G-Kat. Die Kräder tragen bei einem Fahrleistungsanteil unter 2 Prozent überproportional zu diesen Emissionen mit 14 Prozent bei. Der Emissionsanteil des Güterverkehrs an den Kohlenwasserstoffemissionen ist mit 5 Prozent als geringfügig zu betrachten.

Die Stickoxidemissionen (NO_x) gingen von 2015 bis 2019 um 24 Prozent zurück. Pandemiebedingt war 2020 eine Emissionsreduzierung gegenüber dem Vorjahr von 14 Prozent festzustellen. Der Personenverkehr ist mit 62 Prozent an den NO_x-Emissionen beteiligt und hat den Güterverkehr als Hauptverursacher abgelöst. Die NO_x-Emissionen bestehen aus NO und NO₂. Problematisch für die Einhaltung des NO₂-Immissionsgrenzwertes ist, dass der Anteil des direkt aus dem Auspuff ausgestoßenen NO₂ mit zunehmendem Einsatz von Oxidationskatalysatoren bei Diesel-Kfz stagnierte. Erst ab 2018 nahmen mit Einführung von EURO6 auch diese Emissionen ab. Aufgrund der zurückgegangenen Fahrleistung fiel

Abb. 28

Emissionen und emissionsrelevante Daten des Straßenverkehrs im Land Brandenburg unter Verwendung der Emissionsfaktoren aus HBEFA 4.1



die Abnahme 2020 zum Vorjahr mit 14 Prozent wie beim NO_x sehr deutlich aus.

Die Partikelemissionen setzen sich aus den direkten verbrennungsbedingten Emissionen und den Partikeln kleiner als $10 \mu\text{m}$ 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 zum Beispiel Partikelfilter, nicht beeinflusst werden. Das ist ein Grund für die geringe Abnahme der Partikelemissionen von 7 Prozent

zwischen 2015 und 2019. Betrachtet man allein die Abgasemissionen, so reduzierten sich diese trotz Zunahme des Kfz-Diesel-Anteils im gleichen Zeitraum um 41 Prozent. Von 2020 zu 2019 betrug die Abnahme beeinflusst durch die Fahrleistungsreduktion 8 Prozent aller Partikelemissionen beziehungsweise 15 Prozent der Abgaspartikel.

Der Güterverkehr trug 38 Prozent zu den gesamten Partikelemissionen sowie 50 Prozent zu den verbrennungsbedingten direkten Emissionen bei (2020). Da vor allem die feineren Partikel mit Durchmessern kleiner als $1 \mu\text{m}$ eine hohe gesundheitsschädigende Relevanz besitzen, ist bei der Emissionsminderung verstärkt auf die Reduzierung der Primäremission hinzuwirken.

5 Sonderuntersuchungen

5.1 Ionenmessungen im Feinstaub PM_{2,5} in Nauen

Im Jahr 2020 führte das LfU Brandenburg Ionenmessungen im Feinstaub PM_{2,5} in Nauen durch. Mit dieser Untersuchung wurden die Ionenmessungen der Jahre 2018 in der Potsdamer Zeppelinstraße und 2019 in der Cottbusser Bahnhofstraße fortgesetzt. Im Gegensatz zu diesen beiden Messorten repräsentiert die Messstelle in Nauen den vorstädtischen Hintergrund. Ziel der Untersuchung war es daher exemplarisch einen Vergleich zu den bisher untersuchten verkehrsbezogenen Messstellen herzustellen. Auch sollte der Holzverbrennungsanteil im Feinstaub näher betrachtet werden, da in den nahegelegenen Kleingärten in Nauen eine Häufung von Emissionen aus Grill- und Lagerfeuern vermutet wird.

Die PM_{2,5}-Feinstaubproben der Nauener Messstation wurden zwischen dem 1. Januar 2020 und dem 29. Dezember 2020 täglich auf ihren Anteil löslicher Ionen untersucht. Im Ergebnis liegen Tagesmittelwerte für die Ionenkonzentrationen von Ammonium (NH₄⁺), Calcium (Ca²⁺), Chlorid (Cl⁻), Kalium (K⁺), Magnesium (Mg²⁺), Natrium (Na⁺), Nitrat (NO₃⁻) und Sulfat (SO₄²⁻) im PM_{2,5} vor.

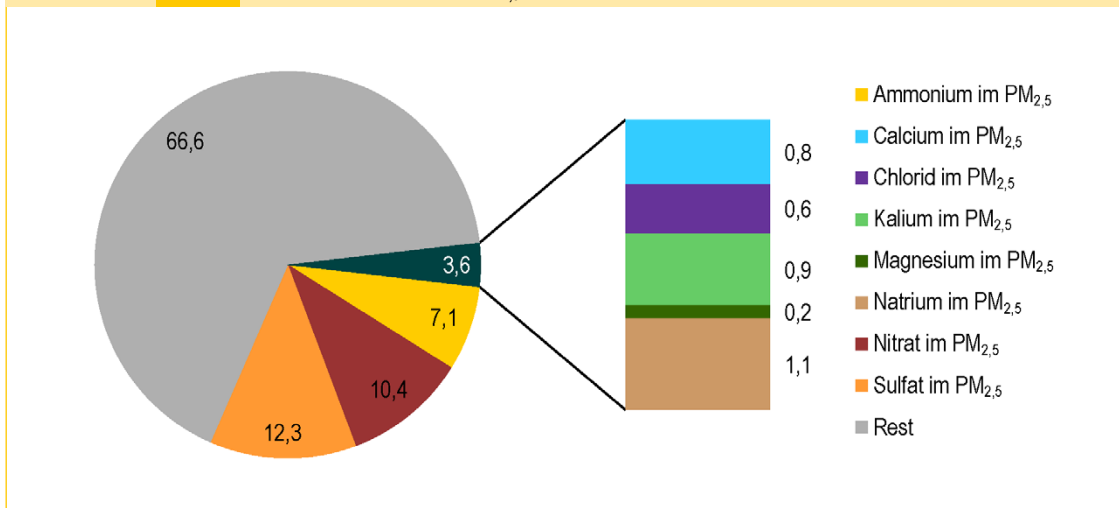
Die PM_{2,5}-Probenahme auf Teflon-Filtern erfolgte durch Kleinfiltergeräte (Low Volume Sampler/LVS) des Typs Derenda 16-3.1 gemäß DIN EN 12341:2014-08 [18]. Die anschließenden Analysen durch Ionenchromatographie zur Ermittlung der Ionenmassenkonzentration im PM_{2,5} wurden im Landeslabor Berlin-Brandenburg (LLBB) nach DIN EN 16913:2017-09 [19] durchgeführt.

Eine erste Analyse der Tagesmittelwerte in Nauen zeigte insbesondere für Kalium, Magnesium und Chlorid außergewöhnlich hohe Konzentrationen am 1. Januar 2020. Diese Ionen bestimmen die Farbgebung von Feuerwerkskörpern. Für die folgenden Betrachtungen wurde dieser Tag als Ausreißer bewertet und nicht für weitere Berechnungen berücksichtigt.

Die berechneten Jahresmittelwerte der Ionenkonzentrationen im PM_{2,5} sind für die Messstelle Nauen im Vergleich zu den verkehrsbezogenen Messstellen in Potsdam und in Cottbus in Tabelle 6 aufgelistet. Grenz- und Zielwerte gibt es für Ionen im Feinstaub nicht. Die höchsten Konzentrationen zeigen die Ionen Nitrat und Sulfat mit etwa 1 µg/m³ im Jahresmittel. Der Vergleich mit den beiden vorangegangenen

Tab. 6	Jahresmittelwerte der Ionen-Konzentrationen im PM _{2,5}		
	Potsdam, Zeppelinstr. (2018)	Cottbus, Bahnhofstr. (2019)	Nauen (2020)
PM _{2,5} [µg/m ³]	15	13	9
Ammonium im PM _{2,5} [µg/m ³]	1,03	0,82	0,65
Calcium im PM _{2,5} [µg/m ³]	0,09	0,08	0,07
Chlorid im PM _{2,5} [µg/m ³]	0,10	0,08	0,06
Kalium im PM _{2,5} [µg/m ³]	0,12	0,10	0,08
Magnesium im PM _{2,5} [µg/m ³]	0,02	0,01	0,01
Natrium im PM _{2,5} [µg/m ³]	0,13	0,12	0,10
Nitrat im PM _{2,5} [µg/m ³]	1,72	1,27	0,95
Sulfat im PM _{2,5} [µg/m ³]	1,89	1,52	1,12

Abb. 29

Mittlere Prozentuale $PM_{2,5}$ -Zusammensetzung in Nauen im Jahr 2020

Messungen zeigt für Nauen für alle Ionen leicht geringere Konzentrationen. Jedoch hat auch die gesamte $PM_{2,5}$ -Konzentration gegenüber den Vorjahren abgenommen.

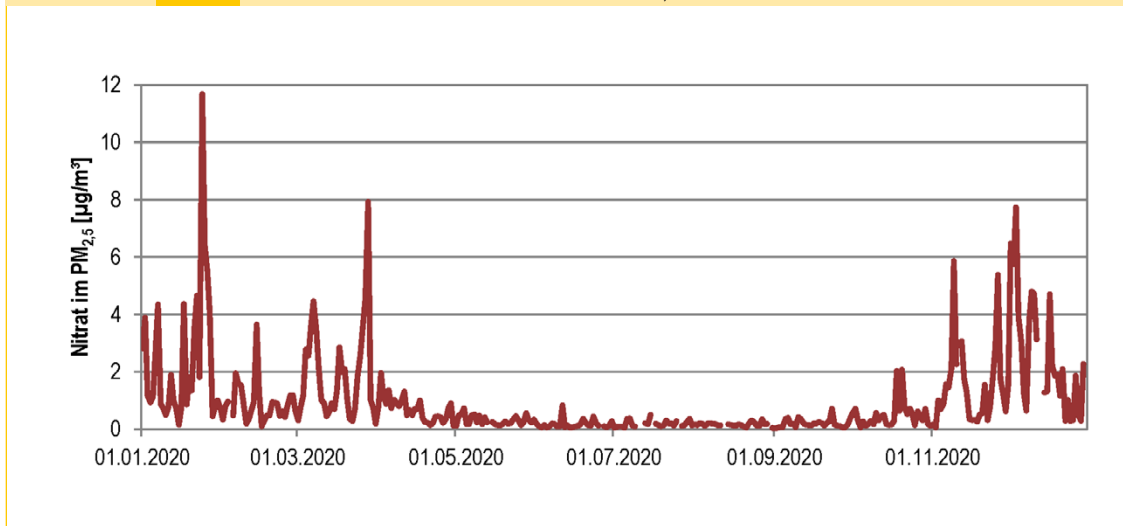
Die mittlere $PM_{2,5}$ -Zusammensetzung in Nauen (Abbildung 29) zeigt, dass die Ionen im Jahr 2020 einen Anteil von etwa 34 Prozent an der Gesamtmasse im $PM_{2,5}$ ausmachen. Die größten Beiträge liefern dabei Sulfat mit 12 Prozent, Nitrat mit 10 Prozent und Ammonium mit 7 Prozent. Die Ionen Calcium, Chlorid, Kalium, Magnesium und Natrium weisen jeweils niedrige $PM_{2,5}$ -Massenanteile von 1 Prozent oder weniger auf. Diese Zusammensetzung ist damit nahezu identisch zu den ermittelten Feinstaub-Zusammensetzungen in Potsdam und in Cottbus der Jahre 2018 und 2019.

Betrachtet man die Ionen-Konzentrationen 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 Nitrat-Konzentration im $PM_{2,5}$ in Nauen (Abbildung 30) zeigt zum Beispiel deutliche Spitzen in den Wintermonaten, während sie im Sommer sehr niedrig ist. Im Mittel ist sie in Nauen

im Winter fünfmal höher als im Sommer. Ähnliche Jahresverläufe zeigen Ammonium, Chlorid, Natrium und Kalium. Für Magnesium und Sulfat lassen sich keine deutlichen Unterschiede zwischen Sommer- und Winterhalbjahr erkennen. Calcium weist die höheren Konzentrationen im $PM_{2,5}$ in den Sommermonaten auf. In Nauen war die Calcium-Konzentration im Winter um 44 Prozent niedriger als im Sommer.

Eine Auswertung der korrelativen Zusammenhänge der einzelnen Ionen-Konzentrationen im $PM_{2,5}$ in Nauen bestätigt die bereits ermittelten Ergebnisse der letzten Jahre. Erwartungsgemäß hohe positive Korrelationskoeffizienten bestehen 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. Calci-

Abb. 30

Verlauf der Nitrat-Konzentration im $PM_{2,5}$ in Nauen im Jahr 2020

um weist zu keinem der anderen Ionen einen statistischen Zusammenhang auf.

Weiterhin wurde der Zusammenhang zwischen den Ionen-Konzentrationen und Wetterlagen untersucht. Dazu wurde jedem Tag des Jahres 2020 die Objektive Wetterlagenklassifikationen des Deutschen Wetterdienstes zugeordnet. Der Anteil der Sekundäraerosole (Ammonium, Nitrat, Sulfat) im $PM_{2,5}$ ist mit 35 Prozent bei südöstlicher Anströmung am größten. Als Hauptquellen für Sekundäraerosole sind vor allem Verbrennungsprozesse, Verkehr sowie Landwirtschaft zu nennen. Der relativ große Beitrag aus südöstlicher Richtung lässt auch einen Ferneintrag aus europäischen Nachbarländern vermuten, was den bisherigen Erkenntnissen entspricht. Die Gruppe der Seesalzionen (Chlorid, Magnesium, Natrium) hat mit einem Anteil von 4 Prozent am $PM_{2,5}$ bei nordwestlicher Anströmung ihr Maximum. Hohe Seesalzkonzentrationen lassen sich durch anströmende Luft aus dem Nordwesten über das Europäische Nordmeer und die Nordsee erklären. Für die anderen Ionen sind keine Abhängigkeiten von Anströmungsrichtungen erkennbar.

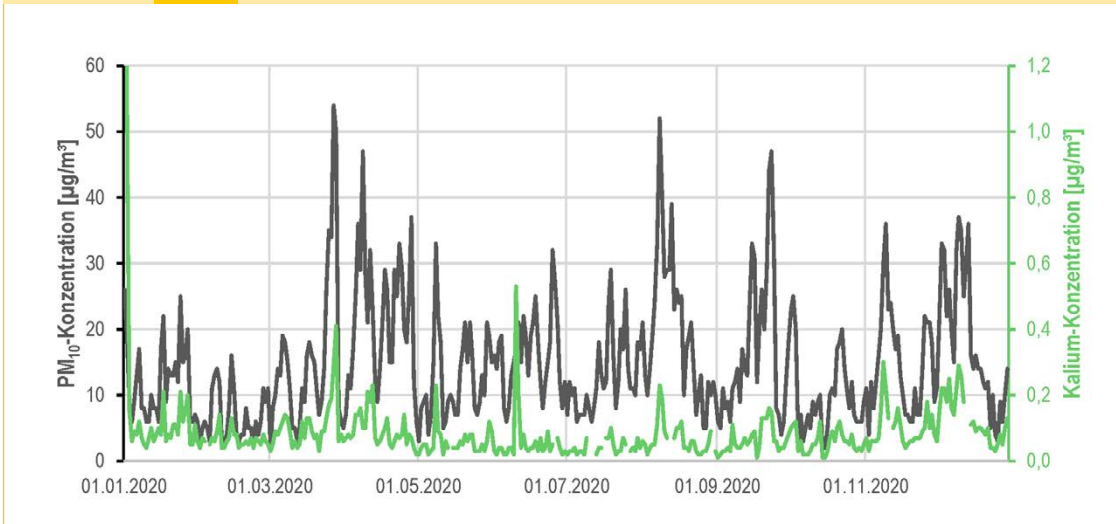
Calcium und Kalium sind Bestandteile des Erdkrustenmaterials, das heißt von Gesteinen und deren Verwitterungsprodukten (Böden). Die höheren Calcium-Konzentrationen in den Sommermonaten lassen sich durch Aufwirbelungen und Verwehungen erklären, die durch die Trockenheit im Frühjahr und im Sommer tendenziell verstärkt wurden.

Kalium ist außerdem zu einem großen Anteil in Holz enthalten. Kalium im Feinstaub wird deshalb häufig als Indikator für Holzverbrennung herangezogen. Die Messstelle in Nauen liegt in unmittelbarer Umgebung zu Kleingärten. Hier sind uns erhöhte PM_{10} -Konzentrationen in den Nachmittags- und Abendstunden der Wochenenden, an Ferien- und Feiertagen vor allem im Sommer aus unseren Messungen bekannt. Lager- und Grillfeuer dürfen hier als ursächlich vermutet werden, weshalb auf die Untersuchung der Kalium-Konzentration in Nauen ein besonderer Fokus gelegt wurde.

Abbildung 31 zeigt den Verlauf der Kalium-Konzentration in Nauen für das Jahr 2020 im Vergleich zu den ermittelten PM_{10} -Tagesmittelwerten. Während die PM_{10} -Konzentrationen

Abb. 31

Verläufe der PM_{10} -Tagesmittelwerte und der Kalium-Konzentration im $PM_{2,5}$ in Nauen im Jahr 2020



vor allem in den Sommermonaten immer wieder Spitzen aufweisen, ist die Kalium-Belastung im Sommer eher niedriger als im Winter. Dies zeigt sich auch in der Gegenüberstellung beider Schadstoffe (Abbildung 32). Für das Winterhalbjahr (Abbildung 32 links, Zeitraum: 2. Januar 2020 – 31. März 2020 und 1. Oktober 2020 – 29. Dezember 2020, ohne Ausreißer: 2. Januar 2020) kann ein hoher positiver Korrelationskoeffizient von 0,80 ermittelt

werden. Für das Sommerhalbjahr (Abbildung 32 rechts, Zeitraum: 1. April 2020 – 30. September 2020, ohne Ausreißer: 10. Juni 2020) korrelieren die Kalium- und die PM_{10} -Konzentration weniger miteinander, der Korrelationskoeffizient liegt bei 0,48.

Abbildung 33 zeigt exemplarisch die Feinstaubbelastung an der Messstelle in Nauen. Dargestellt sind PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Stunden-

Abb. 32

Korrelation zwischen Kalium- und PM_{10} -Konzentrationen im Winter- und Sommerhalbjahr 2020 (rechts) in Nauen

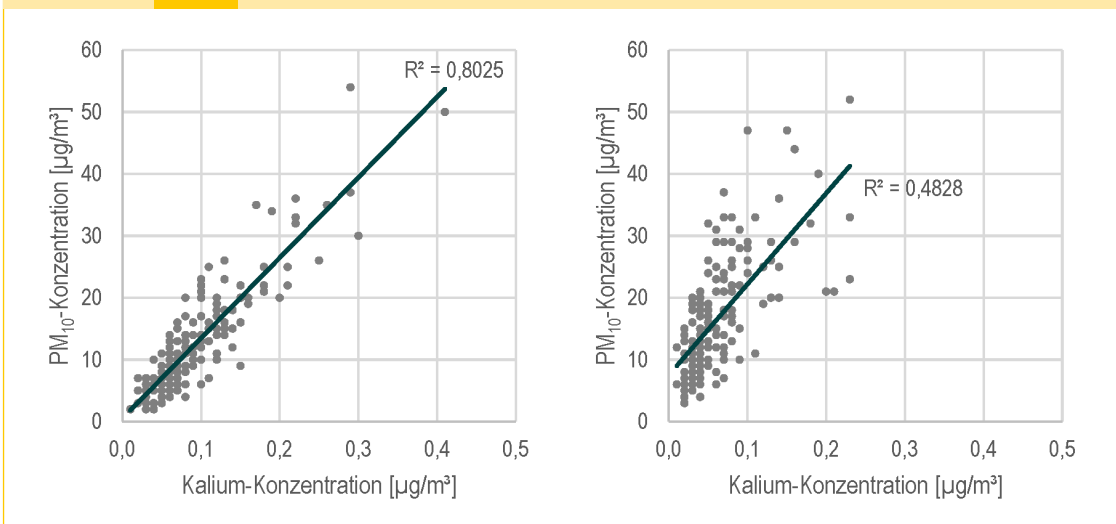
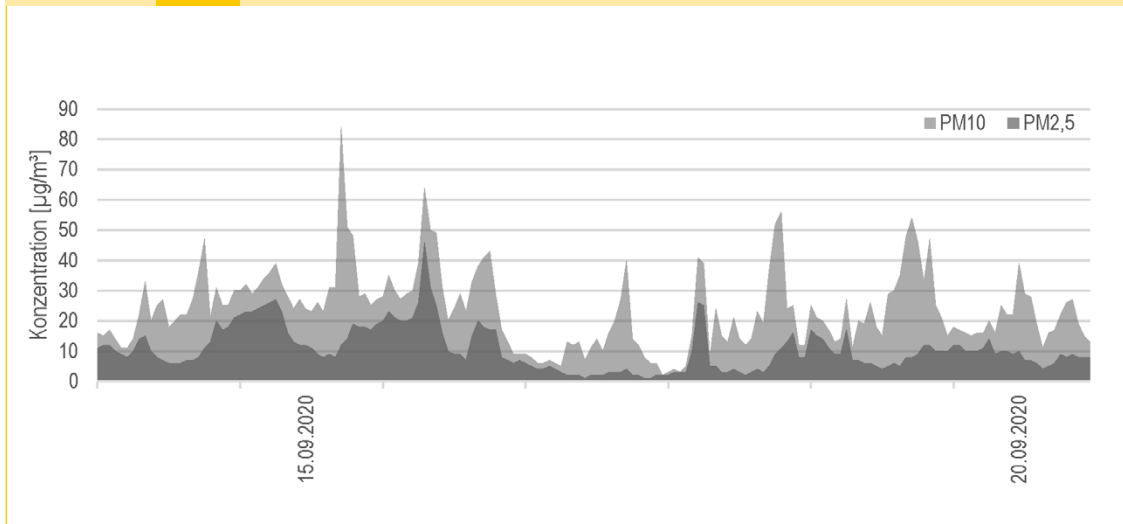


Abb. 33

PM₁₀- und PM_{2,5}-Stundenmittelwerte in Nauen in der Woche vom 14.09.2020 bis zum 20.09.2020



mittelwerte für die Woche vom 14. September 2020 bis zum 20. September 2020. Deutlich erkennbar sind erhöhte PM₁₀-Stundenmittelwerte insbesondere in den Abendstunden. Als Ursache für diese Spitzen werden Grill- und Lagerfeuer in den nahegelegenen Kleingärten vermutet. Die PM_{2,5}-Konzentration zeigt diese Spitzen in der Regel nicht.

Offenbar ist der durch Holzverbrennung verursachte Feinstaub vor allem der größeren Feinstaubfraktion PM₁₀ zuzuordnen. Daher zeigt die im PM_{2,5} analysierte Kalium-Konzentration auch keine erhöhten Werte in den Sommermonaten und korreliert in diesem Zeitraum auch schlecht mit den PM₁₀-Tagesmittelwerten. Bei einer analytischen Bestimmung der größeren PM₁₀-Fraktion ist davon auszugehen, dass erhöhte Kaliumwerte mit den Verbrennungsspitzen korrelieren.

Ein lokaler Einfluss durch Lager- und Grillfeuer ist anhand der Kalium-Konzentrationen im PM_{2,5} in Nauen nicht ableitbar. Die Tatsache, dass die Kalium-Konzentrationen im Winterhalbjahr 51 Prozent höher sind als im Sommerhalbjahr, weist vielmehr daraufhin, dass an

kühleren Tagen ein regionaler oder überregionaler Einfluss durch Holzverbrennung besteht. Ähnliche Effekte wurden bereits an den verkehrsbezogenen Messstellen in Potsdam und in Cottbus beobachtet.

Inwieweit sich die Corona-bedingten Einschränkungen des Jahres 2020 auf die Ionenkonzentrationen im PM_{2,5} auswirkten, lässt sich anhand der vorgenommenen Messungen nicht quantifizieren. Auswertungen des Umweltbundesamtes und anderer Bundesländer zeigen jedoch, dass der Corona-Lockdown im Frühjahr 2020 keine oder nur sehr geringe Auswirkungen auf die Feinstaubbelastung hatte. Grund dafür ist, dass der Verkehr nur einen begrenzten Beitrag zu den großräumigen Feinstaubemissionen liefert. Vielmehr wird die Feinstaubbelastung durch andere Quellen und Witterungsbedingungen bestimmt. Der Corona-Effekt auf die Ionenkonzentrationen in Nauen wird daher als sehr gering eingeschätzt.

Insgesamt weisen die Ionenmessungen in Nauen sehr ähnliche Ergebnisse zu den vorangegangenen Untersuchungen an den beiden verkehrsbezogenen Messstellen in Potsdam

und in Cottbus auf. So wurden zum Beispiel sehr ähnliche $PM_{2,5}$ -Zusammensetzungen ermittelt.

Nur schwer beurteilen lässt sich, wie hoch der lokale Einfluss auf die Ionen-Konzentrationen in Nauen tatsächlich ist, da keine parallelen Messungen im ländlichen Hintergrund durchgeführt wurden. Die Ähnlichkeit der Staubzusammensetzung mit Potsdam und Cottbus sowie die Tatsache, dass Feinstaub $PM_{2,5}$ wegen seiner geringen Masse weit transportiert werden kann, spricht vor allem für regionale und überregionale Quellen für die Ionen-Konzentrationen.

Die Ionenmessungen in den Jahren 2018, 2019 und 2020 in Brandenburg zeigen, dass sich die für die Ionenanalysen verwendeten Teflon-Filter nur bedingt für den Gleichwertigkeitsnachweis der automatischen $PM_{2,5}$ -Feinstaubmessungen mit dem Referenzverfahren eignen. Mit dem regulären Verfahren konnte an der Messstelle Potsdam, Zeppelinstraße im Jahr 2018 mit einer erweiterten relativen Unsicherheit von 27,1 Prozent und an der Messstelle Cottbus, Bahnhofstraße mit einer erweiterten relativen Unsicherheit von 27,7 Prozent jeweils das geforderte Datenqualitätsziel von 25 Prozent nicht erreicht werden. In beiden Fällen mussten die $PM_{2,5}$ -Vergleichsmessungen im Folgejahr mit einem anderen Filtermaterial wiederholt werden. Im Jahr 2020 dagegen wurde für Nauen mit einer erweiterten relativen Unsicherheit von 16,9 Prozent das Datenqualitätsziel von 25 Prozent erreicht. Die hier ermittelte erweiterte relative Unsicherheit war jedoch die höchste in Brandenburg.

Die Untersuchungen in Nauen bilden das vorläufige Ende der umfangreichen Ionenmessungen der letzten Jahre in Brandenburg. Der Erkenntnisgewinn durch weitere Messungen wird als überschaubar eingeschätzt und die Priorisierung daher auf die Qualitätssicherung und Erfüllung der Datenqualitätsziele bei den

übrigen Feinstaubmessungen gelegt. Dennoch liefern Untersuchungen der $PM_{2,5}$ -Feinstaubzusammensetzung wichtige Erkenntnisse mit Blick auf Minderungspotenziale bei der Staubbelastung insgesamt: Die löslichen Ionen im $PM_{2,5}$ machen in Brandenburg einen Massenanteil von 31 bis 35 Prozent im $PM_{2,5}$ und einen Anteil von 21 bis 24 Prozent im PM_{10} aus. Insbesondere die sekundär gebildeten Ionen Ammonium, Sulfat und Nitrat liefern mit 28 bis 31 Prozent zum $PM_{2,5}$ beziehungsweise mit 18 bis 22 Prozent zum PM_{10} einen bedeutenden Beitrag. Durch Minderung typischer Quellen dieser Sekundäraerosol-Konzentration kann somit auch ein Rückgang der gesamten Feinstaubbelastung unterstützt werden.

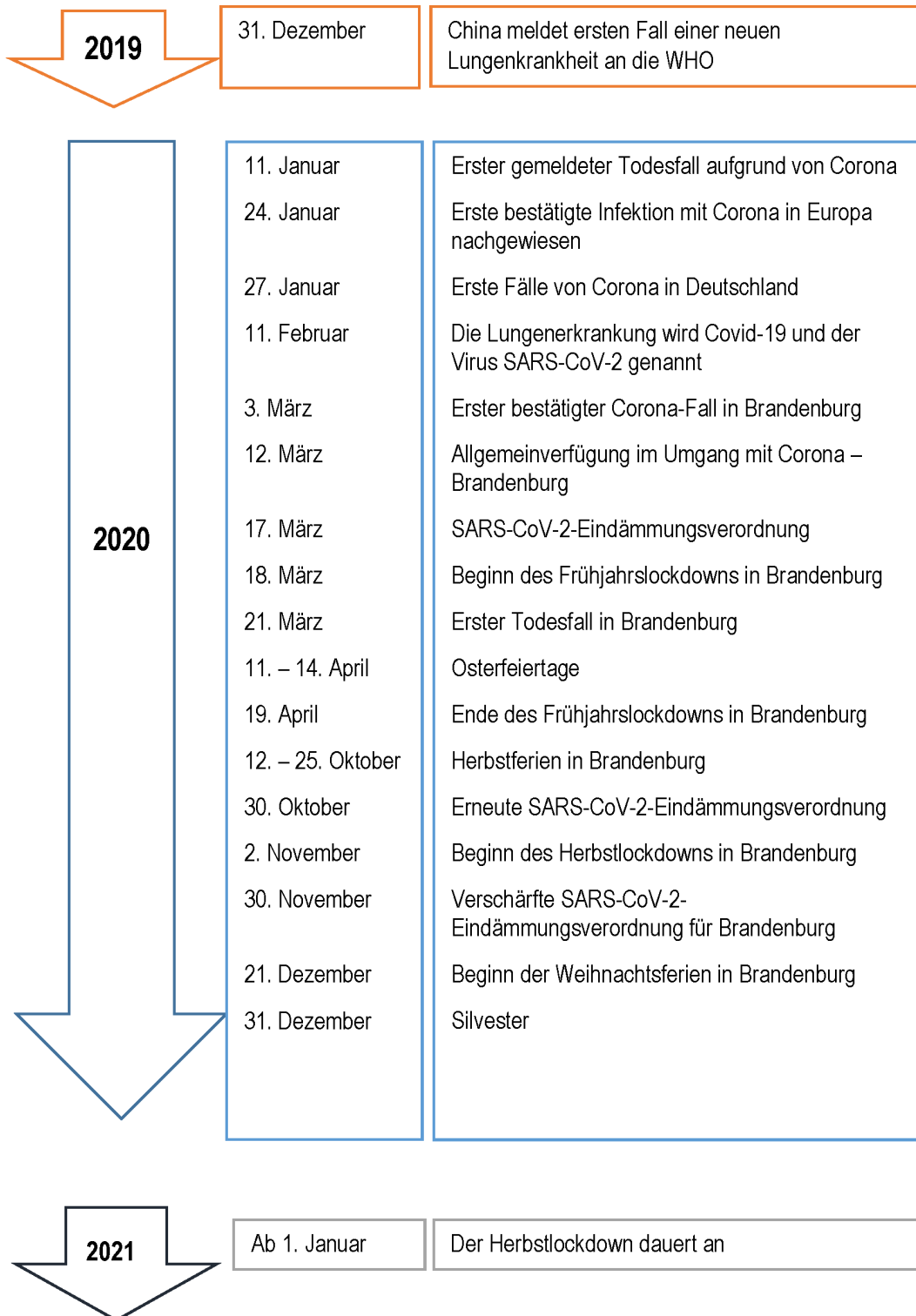
5.2 Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die Luftqualität in Brandenburg

Das Jahr 2020 stand im Zeichen der Corona-Pandemie. Die verschärfte Situation im Frühjahr und später erneut im Herbst mündete in einer Reihe von Regelungen und Verordnungen (Abbildung 34), deren Maßnahmen das Management und die Eindämmung zum Ziel hatten. Neben Kontaktbeschränkungen beeinflussten vor allem Schulschließungen sowie die Verlagerung der Arbeit ins Homeoffice den Mobilitätsalltag der Menschen. Hieraus und zusammen mit dem durch Corona befeuerten Trend zum Onlinehandel (und dem resultierenden Lieferverkehr) stellte sich die Frage nach dem Effekt auf die Straßenverkehrsverhältnisse insgesamt. Diese wiederum sind insbesondere in stark befahrenen Innenstadtstraßen prägend für die Immissionssituation, was Anlass genug für die nachfolgend dargestellten Auswertungen gab.

Berichte aus verschiedenen Bundesländern und aus dem Umweltbundesamt behandelten bereits zeitnah die Auswirkungen durch den Frühjahrslockdown im März und April auf die Luftqualität. Dabei wurde mit unterschiedlichen

Abb. 34

Chronik zur Corona-Pandemie für das Land Brandenburg



Herangehensweisen versucht, eine geeignete Datenbasis „ohne Corona“ zu beschreiben. Das Umweltbundesamt wertete die gemessenen NO₂-Konzentrationen im Zeitraum des Frühjahrslockdowns aus und befand einen Rückgang um 15 bis 40 Prozent. Stellenweise wurden die niedrigsten NO₂- Monatsmittelkonzentrationen seit Messbeginn festgestellt [20].

In Berlin führte der Frühjahrslockdown laut den Erhebungen der automatischen Zählstellen zu einem Rückgang der Verkehrszahlen um 20 bis 30 Prozent. Zeitgleich ging die NO₂-Konzentration um bis zu 20 Prozent zurück [21].

Noch deutlicher fiel die Analyse in Hessen aus. Dort ging der Verkehr stellenweise um 40 Prozent zurück. Vorläufige Ergebnisse zeigten dabei einen Rückgang der NO₂-Konzentration um 35 Prozent [22].

Eine Zusammenfassung der bis dahin vorliegenden Erkenntnisse aus Deutschland stellt das Umweltbundesamt in seinem Bericht zur Luftqualität 2020 bereit [10].

Allgemein wurde konstatiert, dass der kurze Zeitraum des Frühjahrslockdowns wahrscheinlich keine entscheidende Auswirkung auf den jeweiligen Jahresmittelwert für NO₂ haben werde. Bei der Beurteilung der NO₂-Konzentration spielt der Jahresmittelwert aufgrund des hierfür geltenden Grenzwerts eine wichtige Rolle.

Für die Schadstoffe Ozon und Feinstaub (PM₁₀) wurden keine direkten Effekte aufgrund der Corona-Beschränkungen festgestellt.

Im Folgenden stellen wir unsere Analyse zu den Pandemieauswirkungen im Land Brandenburg vor. Im ersten Teil werden die direkten Effekte auf das Fahrzeugaufkommen am Beispiel der Landeshauptstadt Potsdam betrachtet. Im zweiten Block untersuchen wir die

NO₂-Konzentration über das ganze Jahr hinweg und beziehen Frühjahrs- und Herbstlockdown in die Auswertung ein. Zum Abschluss schätzen wir die Auswirkungen der Pandemie auf die NO₂-Jahresmittelwerte ab. Im Rahmen der Auswertung entspricht der Zeitraum vom 18. März bis 19. April 2020 dem Frühjahrslockdown in Brandenburg und der Zeitraum vom 2. November bis zum 31. Dezember 2020 dem Herbstlockdown.

5.2.1 Entwicklung des Straßenverkehrs am Beispiel Potsdam

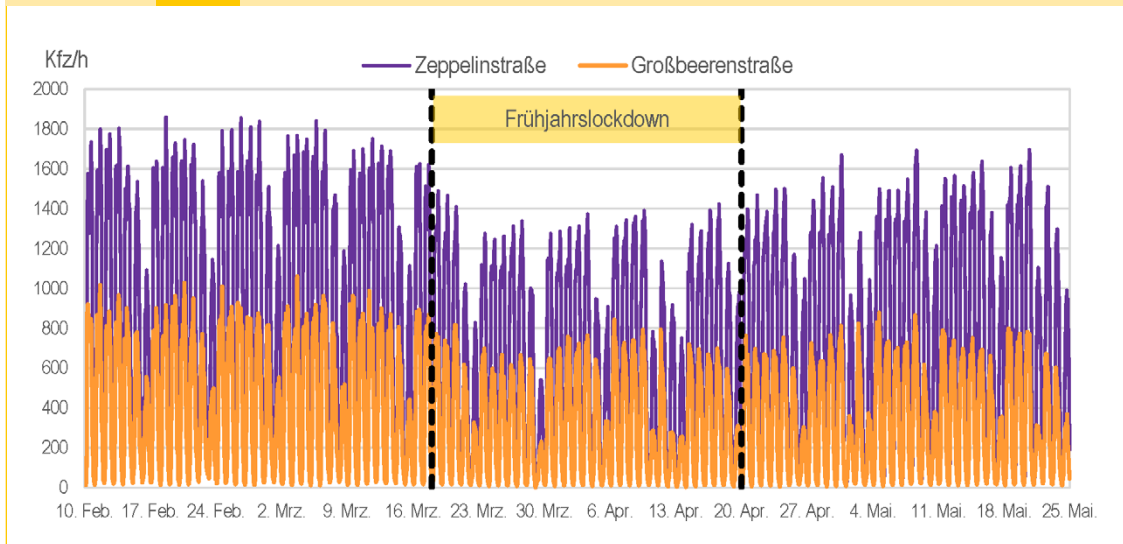
Der tägliche Verkehr kann im weitesten Sinne als Indikator für die Wirtschaftsaktivität des zugrundeliegenden Zeitraums herangezogen werden. Einschränkungen der Wirtschaft, Schließungen von Kitas und Schulen und das Einschränken des Einzelhandels führten in beiden Lockdowns deutschlandweit zu einer Abnahme des Verkehrs.

Für eine exemplarische Auswertung im Land Brandenburg haben wir die Großbeerenstraße und die Zeppelinstraße in Potsdam ausgewählt. Beide Straßen sind vergleichsweise hochbelastete Hauptverkehrsstraßen und korrespondierend zu unseren LfU-Luftgütemessstationen existieren automatische Dauerzähleinrichtungen der Landeshauptstadt Potsdam zur Erfassung der Verkehrsbelegung. Wir fragten die Daten dieser Messpunkte für das komplette Jahr 2020 in stündlicher Auflösung ab.

Frühjahrslockdown

Dem 33-tägigen Frühjahrslockdown stellen wir ebenso lange Zeiträume „vorher“ und „nachher“ zum Vergleich zur Seite (Abbildung 35). Der „Vorher“-Verkehr (Zeitraum 10. Februar bis 15. März) wies in der Zeppelinstraße Verkehrsspitzen von 1800 Kfz pro Stunde bei einem mittleren stündlichen Verkehr von 872 Kfz pro Stunde auf. In der Großbeerenstraße erreichten die Verkehrsspitzen Werte von 1000 Kfz pro Stunde bei im Schnitt 423 Kfz

Abb. 35

Verkehrsbelegung [Kfz je Stunde] in Potsdam vor, während und nach dem Frühjahrslockdown (Datenquelle: Landeshauptstadt Potsdam)


pro Stunde. Mit dem Frühjahrslockdown setzte ein deutlicher Rückgang des Verkehrs ein. In der Zeppelinstraße betrug er 30 Prozent. Die Verkehrsspitzen erreichten nur noch Werte von 1400 Kfz pro Stunde und durchschnittlich wurden 622 Kfz pro Stunde gezählt. Die Verkehrszählstelle in der Großbeerenstraße verzeichnete einen Rückgang von 28 Prozent. Die Verkehrsspitzen lagen hier bei 800 Kfz pro Stunde, das Mittel ging auf 303 Kfz pro Stunde zurück. Die niedrigsten Tagesverkehrsspitzen mit nur noch 537 Kfz pro Stunde in der Zeppelinstraße und lediglich 229 Kfz pro Stunde in der Großbeerenstraße wurden am 29. März gemessen.

Nach der Abmilderung der Eindämmungsverordnung zum 20. April nahm die Verkehrsmenge in beiden Straßen wieder deutlich zu. Bis zum 24. Mai fuhren zu Spitzenzeiten in der Zeppelinstraße wieder 1600 Kfz je Stunde. Der mittlere stündliche Verkehr stieg wieder auf 737 Kfz pro Stunde an. Das entspricht einer Zunahme um 15 Prozent, auch wenn das Vor-Lockdown-Niveau noch nicht wieder erreicht wurde.

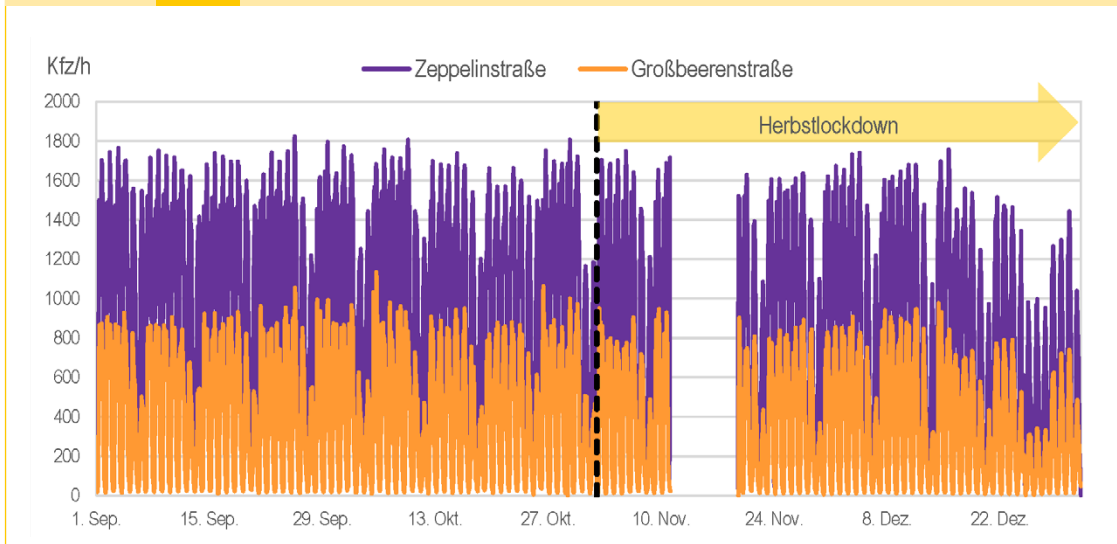
In der Großbeerenstraße verblieben die Verkehrsspitzen weiterhin bei 800 Kfz pro Stunde, der mittlere stündliche Verkehr stieg leicht auf 322 Kfz pro Stunde. Dort wurde eine Zunahme von nur 2 Prozent verzeichnet. Der gedämpfte Wiederanstieg könnte mit der einseitigen Sperrung aufgrund von Kanalarbeiten im April und Mai [23] zusammenhängen. In beiden Straßen nahm der relative Anteil der Lkw während des Frühjahrslockdowns zu. Er wuchs bei etwa gleichbleibender absoluter Stärke von 3 Prozent auf etwa 5 Prozent des Gesamtverkehrs an.

Herbstlockdown

Der zweite Lockdown im Herbst des Jahres wurde zum 2. November verordnet. Als Vergleichszeitraum („vorher“) für unsere Betrachtungen haben wir den Zeitraum 1. September bis 31. Oktober gewählt (Abbildung 36). Die Datenlücke im November ist einem Ausfall der Erfassungstechnik geschuldet. Aufgrund des typischen Rückganges der Mobilität über die Weihnachtsfeiertage, haben wir für den Herbstlockdown nur Daten bis einschließlich 22. Dezember berücksichtigt.

Abb. 36

Verkehrsbelegung [Kfz je Stunde] in Potsdam vor und während des Herbstlockdowns (Datenquelle: Landeshauptstadt Potsdam)



Die Zahlen zeigen zunächst, dass sich im Laufe des Jahres das Vor-Corona-Niveau in beiden Straßen etwa wiedereingestellt hat (vergleiche Abbildung 35). Während der Herbstferien (12. bis 25. Oktober) kommt es zu einem leichten Rückgang der Verkehrsbewegungen. Die Verkehrsspitzen in der Zeppelinstraße lagen um 1800 Kfz pro Stunde, der mittlere stündliche Verkehr lag bei 875 Fahrzeugen pro Stunde. Die Großbeerenstraße wies Verkehrsspitzen von über 1000 Fahrzeugen pro Stunde auf und der mittlere stündliche Verkehr mit 411 Kfz pro Stunde war ebenfalls nahezu identisch zum Vor-Lockdown im Frühjahr. In der Zeppelinstraße erreichten die Verkehrsspitzen im Herbstlockdown nur noch Werte von 1700 Kfz pro Stunde. Der mittlere stündliche Verkehr ging auf 767 Fahrzeugen pro Stunde zurück. Der Rückgang in der Zeppelinstraße betrug rund 14 Prozent. Die Großbeerenstraße mit Verkehrsspitzen von 900 Fahrzeugen pro Stunde und einem mittleren stündlichen Verkehr von 361 Kfz pro Stunde wies ebenfalls einen Rückgang von 14 Prozent auf.

In der Zeppelinstraße gab es in den letzten drei Monaten des Jahres straßenbauliche Maßnah-

men, die sich – ohne ihren Einfluss zu kennen – ebenfalls in den Daten widerspiegeln.

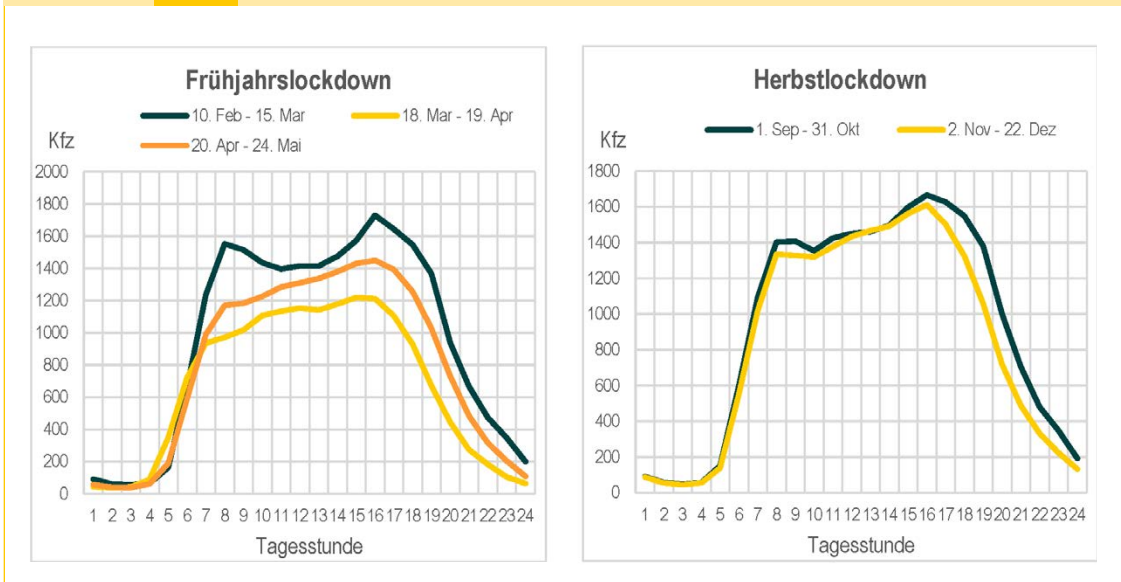
Für die Zeppelinstraße haben wir die jeweiligen Tagesgänge gemittelt über die Wochentage ausgewertet, wobei in beiden Lockdownzeiträumen die Zeitumstellung berücksichtigt werden musste.

Der oben anhand des konkreten Verkehrs beschriebene Rückgang in den Verkehrsspitzenwerten und in der mittleren Belegung während des Frühjahrslockdowns zeigte sich auch in der Tagesgangstatistik (Abbildung 37, links). Deutlich fällt auf, dass die zwei ausgeprägten Spitzen während der morgendlichen und abendlichen Berufsverkehrszeiten ausblieben. Zugleich setzte der Verkehr am Morgen eine Stunde früher ein als vor und nach dem Lockdown. Über die Mittags- und Nachmittagsstunden war die Belegung nahezu konstant. Gegen Abend sank die Zahl der Fahrzeuge deutlich früher auf das nächtliche Niveau.

Nach dem Frühjahrslockdown nahmen die Verkehrsbewegungen wieder zu und erreichten im Zeitraum des nachmittäglichen Berufs-

Abb. 37

Tagesgänge der Verkehrsbelegung in der Potsdamer Zeppelinstraße im Jahr 2020
(Datenquelle: Landeshauptstadt Potsdam)



verkehrs ihren höchsten Wert von etwa 1500 Fahrzeugen. Der folgende Rückgang verlagerete sich zeitlich wieder nach hinten.

Die Entwicklung im Herbstlockdown war bei weitem nicht so deutlich wie während des Frühjahrslockdowns. Einzig die Abnahme der Verkehrsbewegungen in den Abendstunden setzte etwas früher ein. Ansonsten waren keine ausgeprägten Veränderungen im Tagesgang gegenüber vor dem Lockdown zu verzeichnen (Abbildung 37, rechts).

5.2.2 NO₂-Immissionen

Für eine Untersuchung des Einflusses der Corona-Pandemie auf die NO₂-Konzentrationen im Jahr 2020 müssen wir die zahlreichen Einflussfaktoren auf die lokale Immission im Blick haben. Abbildung 38 illustriert zunächst die allgemeine Entwicklung in Brandenburg anhand der NO₂-Monatsmittelwerte für die drei Belastungsregime seit 2015. Im ländlichen Hintergrund an der Station Lütte (Belzig) sehen wir keinen klaren Trend. Die Kurve zeigt den typischen Jahresgang, der aufgrund der komplexen Ozonchemie regelmäßig im Sommer

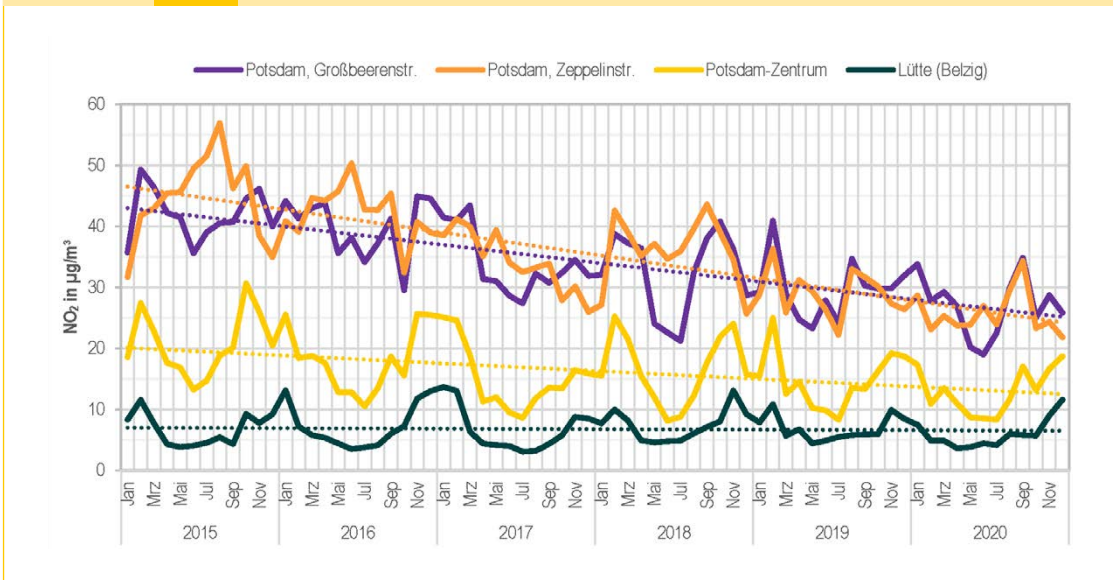
niedrigere Werte als im Winter aufweist. An der Station Potsdam-Zentrum im städtischen Hintergrund wird dieses Muster nachgezeichnet. Die zivilisatorischen Verbrennungsabgase wirken sich hier zusätzlich aus, insbesondere Verkehr, Industrie und Hausbrand. Das Immissionsniveau ist daher deutlich höher als im ländlichen Raum. Erfreulich ist der dank Luftreinhaltung allmähliche Rückgang der großflächigen städtischen Stickstoffdioxidbelastung über die Jahre. An verkehrsnahen Stationen stammt nach unseren Analysen weiterhin mehr als die Hälfte des NO₂ aus der lokalen Zusatzbelastung durch den Straßenverkehr. Der Jahresgang verschimmt hier, dafür bildet sich der typische Tages- und Wochengang parallel zum Berufsverkehr aus (siehe oben). Auch verkehrsnah (Stationen Potsdam, Zeppelinstraße und Potsdam, Großbeerenstraße) gehen die Belastungen seit dem Bekanntwerden des Abgasskandals im Jahr 2015 insgesamt deutlich zurück.

Tagesgänge

In Analogie zu den Verkehrsdaten werteten wir zunächst die über die Wochentage gemittel-

Abb. 38

Entwicklung der NO₂-Konzentrationen im ländlichen sowie städtischen Hintergrund sowie im verkehrsnahen Regime der Landeshauptstadt Potsdam



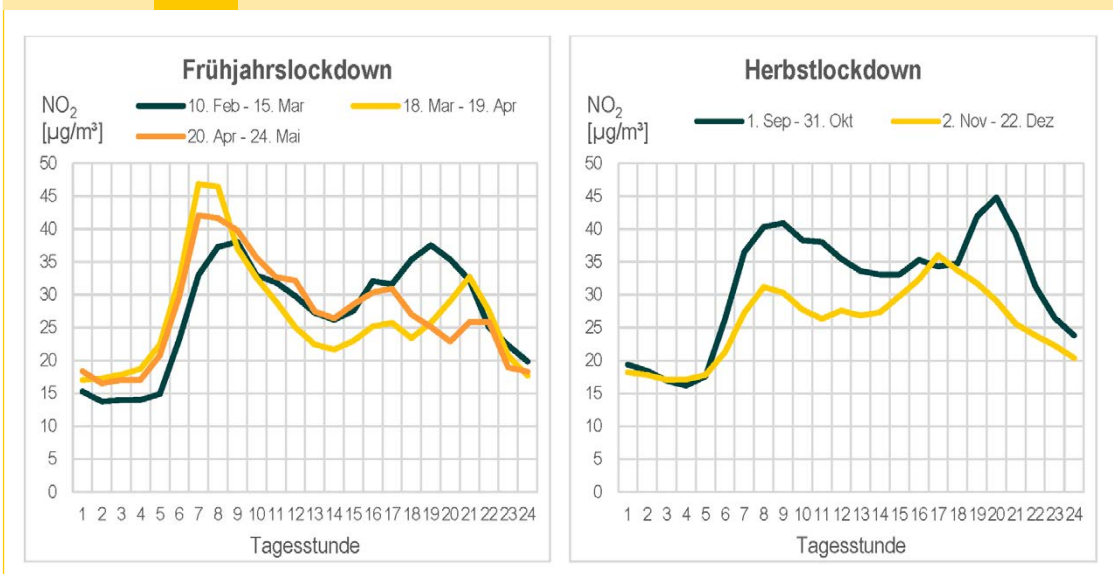
ten Tagesgänge der NO₂-Konzentration in der Zeppelinstraße aus. Für beide Lockdownzeiträume wurde die Zeitumstellung berücksichtigt.

Vor dem Frühjahrslockdown (Abbildung 39, links) zeigt sich in der Zeppelinstraße ein ty-

pischer Tagesgang der NO₂-Konzentration mit zwei verkehrsbedingten Spitzen von jeweils 38 µg/m³. Das morgendliche Maximum tritt um 9 Uhr auf, das des Heimfahrerverkehrs um 19 Uhr. In den Mittagsstunden sinkt die NO₂-Konzentration auf 26 µg/m³. Die niedrigsten Konzentrationen treten in der Nacht auf.

Abb. 39

Tagesgänge der NO₂-Konzentrationen in der Potsdamer Zeppelinstraße für verschiedene Zeiträume im Jahr 2020



Während des Frühjahrslockdowns liegt die morgendliche Spitze um 7 Uhr bei $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Nachmittagsspitze verschiebt sich weiter in den Abend auf 21 Uhr und beträgt $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In den Mittagsstunden liegt die NO_2 -Konzentration etwa $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb des „Vorher“-Zeitraums. Nach dem Frühjahrslockdown ist der NO_2 -Tagesgang wiederum verändert. Der morgendliche Maximalwert von $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tritt um 7 Uhr auf. Das Maximum am Nachmittag um 17 Uhr ist mit $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur schwach ausgeprägt. In den Mittagsstunden zwischen 9 und 17 Uhr ist der Verlauf zum „Vorher“-Zeitraum sehr ähnlich.

Die Auswertung des NO_2 -Tagesgang für den Frühjahrslockdown zeigt für die Zeppelinstraße sehr deutlich, dass die NO_2 -Konzentrationen nicht nur mit den Verkehrsbelegungen zusammenhängen. Vielmehr wird hier der Einfluss der Witterungsbedingungen ersichtlich. So herrschten vor dem Frühjahrslockdown lufthygienisch günstige meteorologische Bedingungen, die insbesondere am Morgen zu niedrigeren NO_2 -Konzentrationen führten als während des Lockdowns.

Vor dem Herbstlockdown (Abbildung 39, rechts) zeichnet sich in der Zeppelinstraße wieder ein typischer Tagesgang mit Spitzen von $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um 9 Uhr und $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um 20 Uhr ab. Während des Lockdowns treten fast im gesamten Tagesverlauf deutlich geringere NO_2 -Konzentrationen auf. Das Vormittagsmaximum liegt um 8 Uhr bei $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und Nachmittagsmaximum von $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verschiebt sich auf 17 Uhr. In den Mittagsstunden sinken die Konzentrationen auf $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Verläufe dieser Tagesgänge sind im Grunde erwartbar. Allerdings sind die NO_2 -Konzentrationen während des Herbstlockdowns im Tagesgang gegenüber dem „Vorher“-Zeitraum auffallend kräftiger gesunken als die Verkehrszahlen implizieren würden (vergleiche Abbildung 36).

Einordnung der mittleren Lockdown-Immissionsbelastungen

Im zweiten Ansatz wurde in Anlehnung an die Herangehensweise des Hessischen Landesamtes für Natur, Umwelt und Geologie [22] analysiert, wie sich die mittlere NO_2 -Konzentration während des Frühjahrslockdowns und des Herbstlockdowns statistisch einordnen lässt. Hierfür wurden für den Vergleich zum Frühjahrslockdown alle gleitenden Mittelwerte über ebenfalls 33 Tage aus dem Zeitraum 1. Januar 2015 bis 17. März 2020 gebildet. Im Ergebnis lagen 1871 Vergleichswerte vor. Analog dazu wurden für den Herbstlockdown die 2073 gleitenden Mittelwerte über eine Zeitdauer von jeweils 60 Tagen gebildet. In Abbildung 40 zeigen wir die Konzentrationsmittel direkt vor, während und nach dem Frühjahrslockdown. Wegen der oben genannten diversen Einflüsse fällt der Vergleich unspektakulär aus. In Abbildung 41 stellen wir nun die relativen Häufigkeitsverteilungen der 33-Tage-Mittelwerte und der 60-Tage-Mittelwerte dar. Der gelbe Marker bildet das NO_2 -Konzentrationsmittel über den jeweiligen Lockdownzeitraum ab. Seine Lage im Kollektiv zeigt standortübergreifend, dass die Immissionen an den betrachteten Stationen während beider Lockdowns vergleichsweise niedrig waren.

An der Station Potsdam-Zentrum (städtischer Hintergrund) liegen vom Frühjahr 72 Prozent aller Vergleichswerte oberhalb des Lockdownmittels. Im Herbst sind es nur noch 46 Prozent, das Mittel dieses zweiten Lockdowns ist also nicht außergewöhnlich niedrig oder hoch.

Deutlichere Ergebnisse zeigt die Auswertung an den verkehrsbezogenen Messstationen. In der Großbeerenstraße liegen 87 Prozent der Vergleichszeiträume konzentrationsmäßig oberhalb des Frühjahrslockdowns. Im Vergleich für den Herbstlockdown sind es 88 Prozent. In der Zeppelinstraße weisen für den

Abb. 40

Stickstoffdioxid-Tagesmittelwerte für verschiedene Potsdamer Messstellen vor, während und nach dem Frühjahrslockdown.

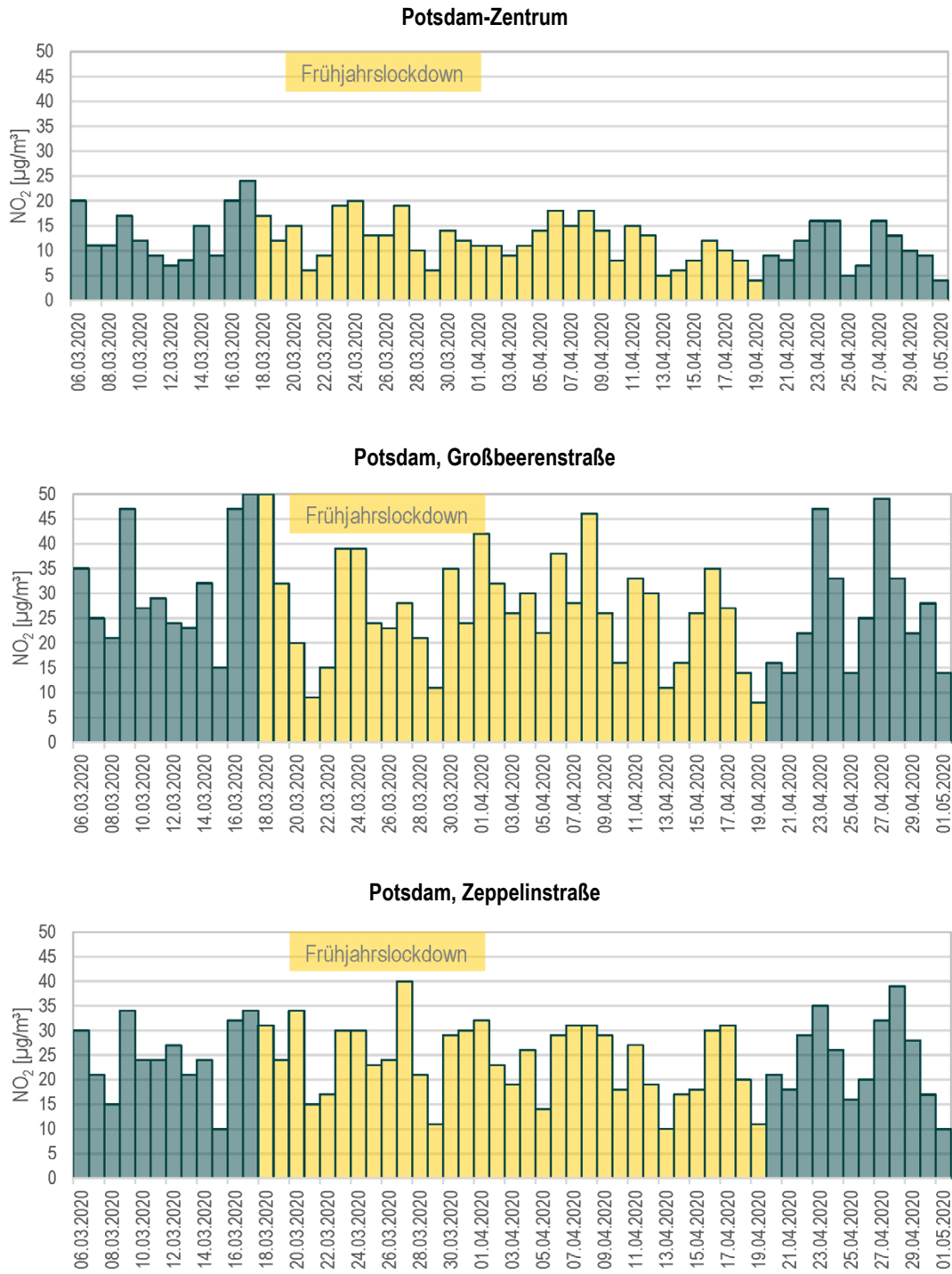
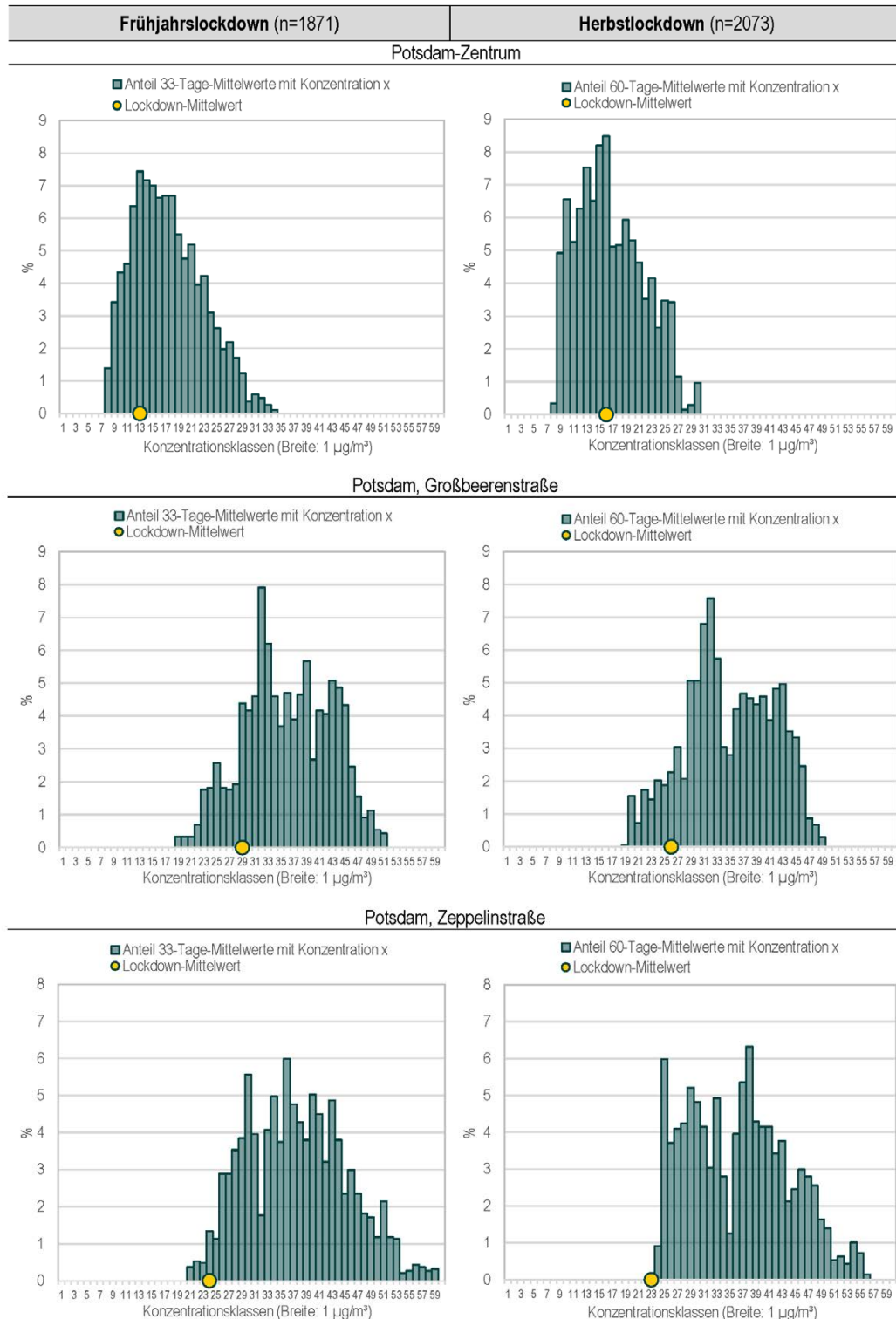


Abb. 41

Einordnung der NO₂-Konzentrationsmittel der Lockdowns (gelber Marker) in der relativen Häufigkeitsverteilung 2015 – 2020



Frühjahrslockdown gar 97 Prozent der Vergleichszeiträume höhere NO₂-Konzentrationen auf. Die mittlere Immission über den Herbstlockdown ist gar das niedrigste 60-Tage-Mittel für die Zeppelinstraße aus der gesamten Untersuchung.

Wo der Direktvergleich keine Aussage hergibt, so zeigt die statistische Auswertung doch deutlich das im Vergleich zur Vergangenheit niedrige NO₂-Konzentrationsniveau während der Lockdownphasen. Meteorologische Effekte sowie der allgemeine Rückgang der Belastung (Abbildung 38) kann sie zwar nicht ausblenden, beide werden aber durch den Datenumfang gut relativiert.

Im abschließenden Abschnitt versuchen wir, den Corona-Effekt auf die Jahresmittelkonzentrationen mit einer einfachen Methodik abzuschätzen. Die bisher in anderen Bundesländern vorliegenden Untersuchungen aus dem Jahr 2020 berücksichtigen hauptsächlich den Frühjahrslockdown. Dabei kommen sie vermehrt zu dem Schluss, dass dieser kurze Zeitraum keine Auswirkungen auf das Jahresergebnis haben werde. Wir beziehen nun beide Lockdowns aus dem Jahr 2020 in die Auswertung

ein und greifen einen der verwendeten Ansätze zur Quantifizierung des Effekts auf:

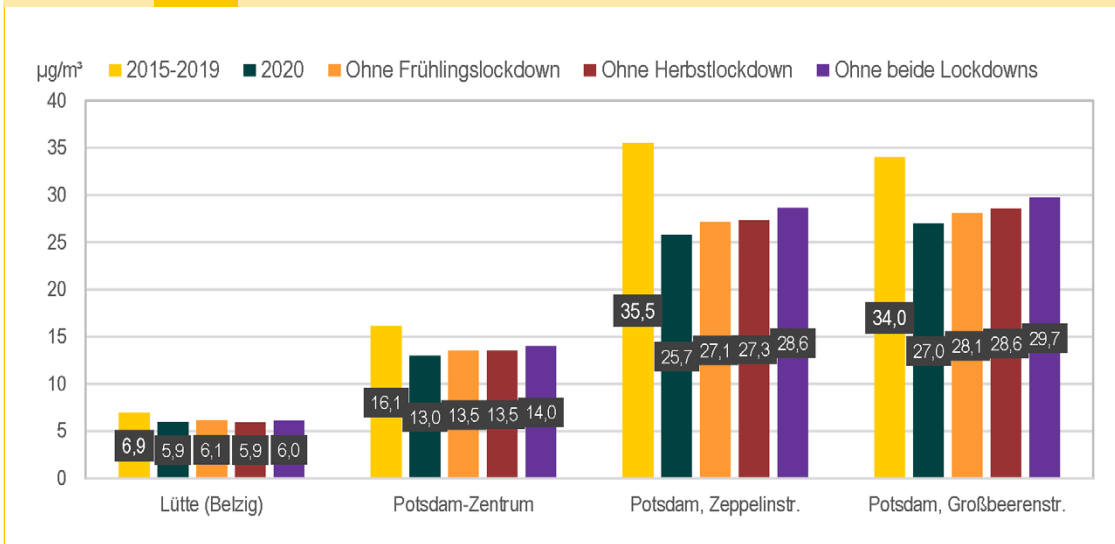
Aus dem Datensatz der NO₂-Konzentrationen 2020 entfernten wir die tatsächlich gemessenen Werte während der Lockdowns und füllten die Lücke anschließend mit Werten „ohne Corona“ wieder auf (Abbildung 42). Dafür haben wir jeweils gemittelte Tageswerte aus den Jahren 2015 bis 2019 verwendet, um auch hier mögliche meteorologische Effekte zu minimieren. Aus den zusammengesetzten Zeitreihen wurden anschließend die bereinigten Jahresmittelwerte „2020 ohne Corona“ berechnet. Die Ergebnisse der Abschätzung sind in Abbildung 43 dargestellt.

Der real aus unseren Messungen ermittelte Jahresmittelwert für 2020 ist bei den untersuchten Stationen durchweg niedriger als der aus den vorhergegangenen fünf Jahren berechnete Mittelwert. Dies ist auch ohne Corona nicht verwunderlich, wenn wir an den oben genannten allgemeinen Konzentrationsrückgang denken. Die Auswirkungen der Lockdowns fielen für die verschiedenen Belastungsregime unterschiedlich stark aus. In Lütze (Belzig) zeigt der Ansatz keinen signifikanten Unter-



Abb. 43

Gemessene NO₂-Jahresmittelwerte 2020 im Vergleich mit dem Mittel der Jahreswerte 2015 bis 2019 und drei rechnerischen Szenarien



schied mit beziehungsweise ohne Lockdown. Am Beispiel der Landeshauptstadt Potsdam hingegen stellen wir eine Reduzierung der NO₂ Jahresmittelkonzentration im Bereich von 1 bis 3 µg/m³ durch beide Lockdowns fest. Der Frühjahrslockdown alleine führte rechnerisch zu einem Rückgang um 5,4 Prozent. Der (bezogen rein auf das Jahr 2020) doppelt so lange Herbstlockdown bewirkte nach unserem Modell eine Entlastung um 6,2 Prozent.

Anders ausgedrückt: Hätten keine Corona-Lockdowns stattgefunden, wäre der Jahresmittelwert für 2020 in der Zeppelinstraße um 2,9 µg/m³ (11 Prozent) höher ausgefallen.

Fazit

Die Maßnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie im Land Brandenburg führten am Beispiel der Landeshauptstadt zu einer deutlichen Reduzierung der Verkehrsmenge. Aufgrund der lufthygienisch ungünstigen Witterungsbedingungen im Frühjahr führte dies jedoch nicht zu einer direkt in den Luftgütemesswerten sichtbaren Reduzierung der NO₂-Konzentrationen. Den von anderen Bundes-


ländern zum Frühjahrslockdown konstatierten Konzentrationsrückgang konnten wir deshalb in Potsdam nicht bestätigen. Im Herbstlockdown sank die gemessene NO₂-Konzentration in der Zeppelinstraße hingegen deutlich.

Eine Bereinigung der Messdaten um die durch Witterungsschwankungen hervorgerufenen Konzentrationsänderungen ermöglicht es, die Verbesserung der Luftqualität durch die Lockdown-bedingten Verkehrsrückgänge abzuschätzen. Mit dem von uns gewählten einfachen Ansatz prognostizieren wir NO₂-Jahresmittelwerte in Potsdam, die um wenige µg/m³ beziehungsweise höchstens 11 Prozent höher gewesen wären.

Einen umfangreichen Überblick zu den Untersuchungen der Bundesländer und eigene Auswertungen zum Themenkomplex Corona und Luftqualität gibt die Internetseite des Umweltbundesamtes unter <https://www.umweltbundesamt.de/faq-auswirkungen-der-corona-krise-auf-die#welche-auswirkungen-hat-die-corona-krise-auf-die-stickstoffdioxid-no2-belastung>.

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AOT40	Accumulated Ozone Exposure over a Threshold of 40 ppb (Ozonkonzentrationen über einer Schwelle von 40 ppb)
BaP	Benzo(a)pyren
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
39. BImSchV	39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BTX	Bezol, Toluol, Ethylbenzen, Xylen
°C	Grad Celsius
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
d	Tag
EU	Europäische Union
EW	Einwohner
G-Kat	geregelter Katalysator
h	Stunde
HBEFA	Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HC	Hydrocarbon (Kohlenwasserstoff)
ImSchZV	Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung
K	Kelvin
Kfz	Kraftfahrzeug
kt	Kilotonne
l	Liter
LfU	Landesamt für Umwelt
LKW	Lastkraftwagen
LLBB	Landeslabor Berlin-Brandenburg
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
mg	Milligramm
mm	Millimeter
MW	Mittelwert
µg	Mikrogramm
ng	Nanogramm
NH ₃	Ammoniak
NMVOG	flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxide
O ₃	Ozon
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 (Schadstoffreisetzungs- und -verbringungsregister)



SO ₂	Schwefeldioxid
t	Tonne
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
UFP	Ultrafeine Partikel
VOC	volatile organic compounds (flüchtige organische Verbindungen)
WHO	World Health Organisation (Weltgesundheitsorganisation)

Quellenverzeichnis

- [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 der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146)
- [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), 2020: Monatlicher Klimastatus Deutschland Januar bis Dezember 2020
- [10] Umweltbundesamt: Luftqualität 2020 – Vorläufige Auswertung, Februar 2021. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/hgp_luftqualitaet_2020_bf.pdf (letzter Zugriff am 30.07.2021)
- [11] WHO/IARC: Press Release Nr. 213, 12.06.2012. Verfügbar unter <https://www.iarc.who.int/news-events/iarc-diesel-engine-exhaust-carcinogenic/> (letzter Zugriff am 06.09.2021)
- [12] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002

- [13] Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.01.2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister (Abl. der EU vom 04.02.2006 (R 33/1))
- [14] 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)
- [15] Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 31. Juli 2011, BGBl 2011 Teil I Nr. 43, Bonn 05.08.2011
- [16] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 4.1, Infrac 2019
- [17] 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, Kopenhagen.
- [18] DIN EN 12341:2014-08 Außenluft - Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes
- [19] 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
- [20] Umweltbundesamt (17.07.20): FAQ: Auswirkungen der Corona-Krise auf die Luftqualität. Verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/faq-auswirkungen-der-corona-krise-auf-die> (letzter Zugriff am 30.07.2021)
- [21] Senatsverwaltung Berlin für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (19.05.2020): Ist die Luft wegen der Corona-Beschränkungen besser geworden? Verfügbar unter <https://www.berlin.de/sen/uvk/presse/weitere-meldungen/2020/ist-die-luft-wegen-der-corona-beschaenkungen-besser-geworden-929793.php> (letzter Zugriff am 30.07.2021)
- [22] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Dossier „Sauberere Luft durch Corona“. Verfügbar unter <https://www.hlnug.de/dossiers/sauberere-luft-durch-corona> (letzter Zugriff am 03.08.2021)
- [23] Landeshauptstadt Potsdam: Pressemitteilung Nr. 192 vom 24.03.2020. Verfügbar unter <https://www.potsdam.de/192-baumassnahmen-im-hauptstrassennetz-der-stadt-potsdam-2020> (letzter Zugriff am 30.07.2021)

Anhang

Anhang 1		Zusammenfassung der Messergebnisse																				
Messstellen	+ Hintergrundmessstelle v verkehrsbez. Messstelle * Fremdbetreiber	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				
		JMW	Anzahl TMW > 50	µg/m ³	µg/m ³	ng/m ³	µg/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³	JMW	Anzahl 1h-MW > 200	JMW	Tage mit 8h-GMW > 120	Tage mit 1h-MW > 180	JMW	Anzahl 1h- MW > 350	JMW	Anzahl 8h-GMW > 10 mg/ m ³	
Hasenholz (Buckow) +		14	2	9									8	0	55	12	0					
Lütke (Belzig) +		11	0	8									6	0	54	18	0					
Spreewald +		13	0	9									6	0	50	8	0	2	0	0		
Neuglobsow *		11	0										3	0	52	8	0	1	0	0		
Blankenfelde-Mahlow		16	1	10	0,3	1,6					0,5		13	0	51	17	0			216	0	
Brandenburg a.d.Havel		12	0	9									11	0	53	12	0					
Cottbus		15	2	10			0,8	4,7	0,1	1,2			11	0	53	12	0	2	0	0		
Dallgow-Döberitz		14	1	9	0,2	1,5							11	0	53	17	0	2	0	0	223	0
Eisenhüttenstadt		14	2	10							0,5		10	0	57	13	0	2	0	0	232	0
Elsterwerda		14	2	10									11	0	53	27	0					
Frankfurt (Oder)		13	1	10									11	0	57	12	0					
Luckenwalde		15	1	10			0,6	6,5	0,2	1,3			12	0	51	9	0					
Nauen		15	2	9									11	0	53	18	0					
Neuruppin		14	0	9									11	0	52	10	0					
Potsdam, Groß Glienicke		12	0	9									10	0	51	19	0					
Potsdam-Zentrum		13	0	9									13	0	56	23	0	2	0	0		
Schwedt/Oder		13	0	9									8	0	54	10	0	2	0	0		
Spremberg		14	2	10									9	0	51	12	0					
Wittenberge		11	0	8									8	0	58	20	0					
Bernau, Lohmühlenstr. v		19	1	10			0,6	4,8	0,1	1,4			20	0								
Brandenburg, Neu.df.Str v		14	0	9							0,7		21	0								
Cottbus, Bahnhofstr. v		14	2	11							0,8		22	0								
Eberswalde, Breite Str. v		14	1	10							0,8		21	0								
Frankfurt(O), Lpz.Str. v		15	3	11							0,8		28	0						348	0	
Potsdam, Großbeerenstr. v		17	1	10	0,3	1,8					0,8		27	0								
Potsdam, Zeppelinstr. v		16	5	10									26	0						314	0	
Schönefeld, Flughafen *		15	0	9	0,3	1,4					0,4		14	0	47	8	0			230	0	
Bezugszeit		Jahr	24 h	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	1 h	Jahr	1 h	8 h	1 h	24 h	8 h		
Grenzwert/Zielwert		40	50	25	1		6	500	5	20	5	40	200	350	20	180	120	350	125	10 mg/m ³		
Zulässige Anzahl von Überschreitungen pro Jahr			35										18			25		24	3			

Anhang 2

Luftgütemessstellen des Landes Brandenburg

Messstelle	Stationsklassifikation nach EU-Richtlinie	Partikel		Gasförmige Luftschadstoffe				Meteoro- logische Parameter
		PM ₁₀	PM _{2,5}	Schwe- feldioxid	Stick- oxide	Ozon	Koh- len- mon- oxid	
Bernau, Lohmühlenstraße	städtisch, Verkehr	X	X		X			
Blankenfelde-Mahlow Schulstraße 1	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X	X	X
Brandenburg an der Havel Lilly-Friesicke-Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X		X	X		
Brandenburg, Neuendorfer Straße	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			
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 (Oder), 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, 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 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

Anhang 2		Luftgütemessstellen des Landes Brandenburg (Fortsetzung)										
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	X		X									
Blankenfelde-Mahlow Schulstraße 1	X			X	X		X		X	X		
Brandenburg an der Havel Lilly-Friesicke-Straße									X	X		
Brandenburg, Neuendorfer Straße								X				
Cottbus, Bahnhofstraße		X					X	X				
Cottbus Gartenstraße	X	X	X						X	X		
Cottbus, Meisenweg (DWD)									X	X	X	
Dallgow-Döberitz Am Egelpfuhl	X			X	X				X	X		
Eberswalde, Breite Straße								X				
Eisenhüttenstadt Karl-Marx-Straße 35a	X						X		X	X		
Elsterwerda, Lauchhammer Straße		X							X	X		
Frankfurt (Oder), Leipziger Straße								X				
Frankfurt (Oder) Im Sande									X	X		
Hasenholz (Buckow) OT Hasenholz	X								X	X	X	
Luckenwalde Breite Str. 53	X		X						X	X		
Lütze, Am Lütter Bach									X	X		
Lütze (Belzig) Die hohe Heide/Feldstraße	X											
Nauen Kreuztaler Straße 3		X				X			X	X		
Neuruppin Gerhart-Hauptmann-Straße									X	X		
Potsdam, Großbeerenstraße	X			X	X		X	X				
Potsdam, Groß Glienicke Seeburger Chaussee 2		X										
Potsdam-Zentrum Bassinplatz		X							X	X	X	
Potsdam, Zeppelinstraße		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

Stickstoffoxid

Messort	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	99,8	13	17	10	37	0	0	78	28
Brandenburg a.d.Havel	99,9	11	14	9	31	0	0	66	30
Cottbus	99,9	11	14	9	28	0	0	66	30
Dallgow-Döberitz	99,9	11	14	8	35	0	0	82	30
Eisenhüttenstadt	99,4	10	12	8	27	0	0	56	25
Elsterwerda	99,8	11	15	9	32	0	0	55	32
Frankfurt (Oder)	99,8	11	13	9	30	0	0	73	27
Hasenholz (Buckow)	99,8	8	10	7	21	0	0	45	22
Luckenwalde	99,9	12	16	10	31	0	0	68	28
Lütte (Belzig)	99,8	6	8	5	17	0	0	35	20
Nauen	99,9	11	14	9	29	0	0	51	27
Neuglobsov	94,7	3		3	13	0	0	27	18
Neuruppin	99,8	11	17	9	31	0	0	56	30
Potsdam, Groß Glienicke	99,5	10	14	9	30	0	0	68	30
Potsdam-Zentrum	99,9	13	16	11	38	0	0	82	34
Schwedt/Oder	98,9	8	11	7	23	0	0	54	23
Spreewald	99,5	6	8	5	18	0	0	34	20
Spremberg	99,3	9	12	8	25	0	0	48	29
Wittenberge	99,3	8	10	7	22	0	0	44	26
Bernau, Lohmühlenstr.	99,0	20	37	17	53	0	0	101	49
Brandenburg, Neuendorfer Str.	99,0	21	42	17	55	0	0	109	51
Cottbus, Bahnhofstr.	99,1	22	46	20	52	0	0	112	48
Eberswalde, Breite Str.	99,8	21	50	19	50	0	0	84	43
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,7	28	63	25	64	0	0	123	52
Potsdam, Großbeerenstr.	99,9	27	57	24	69	0	0	145	67
Potsdam, Zeppelinstr.	99,8	26	47	23	60	0	0	131	61
Schönefeld, Flughafen	99,4	14	18	12	38	0	0	65	33

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.2		Stickstoffmonoxid				
Messort	Verf.%	MW	P50	P98	max 1h-MW	max TMW
Blankenfelde-Mahlow	97,6	3	1	18	206	22
Brandenburg a.d.Havel	99,9	2	1	9	60	13
Cottbus	99,9	2	1	8	106	15
Dallgow-Döberitz	99,9	2	1	11	113	32
Eisenhüttenstadt	99,4	2	1	7	103	24
Elsterwerda	99,8	2	1	13	93	22
Frankfurt (Oder)	99,8	2	1	6	165	12
Hasenholz (Buckow)	99,8	1	1	4	21	4
Luckenwalde	99,9	3	1	12	102	17
Lütte (Belzig)	99,8	1	1	2	17	4
Nauen	99,9	2	1	10	53	18
Neuruppin	99,8	4	1	24	109	27
Potsdam, Groß Glienicke	99,5	2	1	12	106	23
Potsdam-Zentrum	99,9	2	1	14	78	22
Schwedt/Oder	98,9	2	1	8	48	7
Spreewald	99,5	1	1	3	13	3
Spremberg	98,3	2	1	7	57	13
Wittenberge	99,3	1	1	4	60	7
Bernau, Lohmühlenstr.	99,0	11	6	59	218	45
Brandenburg, Neuendorfer Str.	99,0	14	6	79	244	79
Cottbus, Bahnhofstr.	99,1	15	9	63	344	72
Eberswalde, Breite Str.	99,8	19	11	89	240	88
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,7	23	15	91	327	68
Potsdam, Großbeerenstr.	99,9	20	10	98	276	74
Potsdam, Zeppelinstr.	99,8	14	8	61	165	57
Schönefeld, Flughafen	99,4	3	1	16	100	23

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A 3.3		Schwefeldioxid								
Messort	Verf.%	MW	P50	MW-Winter	P98	Ü500	Ü350	Ü125	max 1h-MW	max TMW
Cottbus	99,6	2	1	2	5	0	0	0	34	6
Dallgow-Döberitz	99,9	2	1	2	4	0	0	0	24	7
Eisenhüttenstadt	99,4	2	1	2	8	0	0	0	34	9
Neuglobsow	94,8	1	1	1	3	0	0	0	21	4
Potsdam-Zentrum	99,9	2	1	2	4	0	0	0	22	7
Schwedt/Oder	98,7	2	1	1	7	0	0	0	63	14
Spreewald	99,5	2	1	2	5	0	0	0	32	7

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A 3.4		Schwefeldioxid							
Messort	Verf.%	MW	P50	P98	Ü10	max 1h-MW	max 8h-GMW	max TMW	
Blankenfelde-Mahlow	99,6	216	198	496	0	1327	966	559	
Dallgow-Döberitz	99,8	223	201	460	0	1041	760	581	
Eisenhüttenstadt	99,0	232	213	517	0	1332	1022	624	
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,6	348	321	694	0	2232	1407	795	
Potsdam, Zeppelinstr.	99,8	314	291	621	0	1404	874	686	
Schönefeld, Flughafen	99,3	230	213	435	0	941	697	560	

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A 3.5		Ozon									
Messort	Verf.%	MW	P50	P98	Ü180	Ü240	max 1h-MW	max 8h-GMW	max TMW	Ü120	Ü120 ¹⁾
Blankenfelde-Mahlow	99,9	51	50	118	0	0	159	154	97	17	22
Brandenburg a.d.Havel	99,7	53	53	115	0	0	166	146	108	12	16
Cottbus	99,7	53	52	113	0	0	145	135	102	12	25
Dallgow-Döberitz	99,9	53	53	119	0	0	176	167	98	17	19
Eisenhüttenstadt	99,3	57	56	118	0	0	152	147	103	13	22
Elsterwerda	99,8	53	52	123	0	0	151	146	109	27	27
Frankfurt (Oder)	99,8	57	56	115	0	0	151	148	117	12	23
Hasenholz (Buckow)	99,6	55	54	112	0	0	160	142	103	12	17
Luckenwalde	99,8	51	50	109	0	0	140	131	94	9	19
Lütte (Belzig)	99,9	54	53	120	0	0	158	149	101	18	28
Nauen	99,9	53	52	119	0	0	161	158	103	18	18
Neuglobsow	98,7	52	52	112	0	0	161	146	103	8	16
Neuruppin	99,7	52	51	114	0	0	152	149	112	10	13
Potsdam, Groß Glienicke	99,3	51	50	119	0	0	172	161	99	19	16
Potsdam-Zentrum	99,8	56	55	123	0	0	170	163	115	23	15
Schwedt/Oder	99,6	54	53	113	0	0	157	150	106	10	16
Spreewald	99,5	50	49	110	0	0	143	131	91	8	22
Spremberg	99,4	51	49	115	0	0	144	134	96	12	23
Wittenberge	98,3	58	57	121	0	0	175	153	115	20	22
Schönefeld, Flughafen	83,0	47	46	110	0	0	158	151	110	8	20

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4
 1) Mittelwert 2018-2020 (3 Jahre)

Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.5		Ozon (Fortsetzung)		
Messort	AOT40	AOT40-W	AOT40 1)	AOTW40 1)
Blankenfelde-Mahlow	8847	23320	14099	25060
Brandenburg a.d.Havel	7274	20343	11661	21065
Cottbus	7411	19978	14217	25860
Dallgow-Döberitz	8248	23265	8248	23265
Eisenhüttenstadt	10641	25943	15794	28270
Elsterwerda	11659	28103	16139	28182
Frankfurt (Oder)	10337	24169	14350	25751
Hasenholz (Buckow)	6477	19038	12116	22604
Luckenwalde	6309	17200	6309	17200
Lütte (Belzig)	9351	24896	15240	26840
Nauen	7411	22471	12275	22231
Neuglobsow	6517	18146		
Neuruppin	5458	17193	9620	17445
Potsdam, Groß Glienicke	9370	25115	12763	23164
Potsdam-Zentrum	11310	29062	12218	22007
Schwedt/Oder	7332	19005	10807	20296
Spreewald	6926	17223	13384	23384
Spremberg	9483	22588	14675	25444
Wittenberge	8800	24192	12021	21890
Schönefeld, Flughafen			16015	25975

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4
1) Mittelwert 2016-2020 (5 Jahre)

Angaben in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)•h

A 3.6		PM ₁₀ -Schwebstaub							
Messort	GW-rel	gült Tage	MW	P50	P98	Ü50	max TMW	Mess- verfahren	Faktor
Blankenfelde-Mahlow	X	364	16	14	41	1	63	LVS	
		365	13	11	42	2	51	EDM	0,83
Brandenburg a.d.Havel	X	366	12	10	34	0	42	EDM	0,83
Cottbus	X	358	15	13	36	2	58	LVS	
		365	13	11	37	2	55	EDM	0,83
Dallgow-Döberitz	X	361	14	12	36	1	57	LVS	
		366	12	10	36	0	45	EDM	0,83
Eisenhüttenstadt	X	360	14	12	38	2	60	LVS	
		362	12	10	40	1	58	Fidas	0,79
Elsterwerda	X	365	14	12	35	2	56	EDM	0,83
Frankfurt (Oder)	X	366	13	10	42	1	51	EDM	0,83
Hasenholz (Buckow)	X	362	14	12	46	2	57	LVS	
		365	14	10	46	2	73	EDM	0,83
Luckenwalde	X	362	15	14	34	1	78	LVS	
		366	14	12	39	1	51	EDM	0,83
Lütte (Belzig)	X	354	11	9	28	0	37	LVS	
		366	11	9	32	0	39	EDM	0,83
Nauen	X	366	15	12	48	2	54	EDM	0,83
Neuglobsow	X	358	11	9	31	0	36	Beta	
Neuruppin	X	365	14	11	42	0	49	EDM	0,83
Potsdam, Groß Glienicke	X	366	12	10	37	0	46	EDM	0,83
Potsdam-Zentrum	X	366	13	11	38	0	43	EDM	0,83
Schwedt/Oder	X	366	13	10	40	0	50	EDM	0,83
Spreewald	X	363	13	11	37	0	50	EDM	0,83
Spremberg	X	366	14	12	38	2	59	EDM	0,83
Wittenberge	X	358	11	9	33	0	38	EDM	0,83
Bernau, Lohmühlenstr.	X	351	19	16	43	1	51	LVS	
		362	16	13	46	2	51	EDM	0,83
Brandenburg, Neuendorfer Str.	X	363	14	11	40	0	47	LVS	
Cottbus, Bahnhofstr.	X	366	14	12	39	2	61	EDM	0,83
Eberswalde, Breite Str.	X	366	14	12	41	1	51	EDM	0,83
Frankfurt(O), Leipziger Str.	X	365	15	13	43	3	56	EDM	0,83
Potsdam, Großbeerenstr.	X	351	17	15	40	1	137	LVS	
		366	15	12	40	1	53	EDM	0,83
Potsdam, Zeppelinstr.	X	366	16	13	44	5	118	EDM	0,83
Schönefeld, Flughafen	X	366	15	13	38	0	46	LVS	
		365	14	12	45	1	52	Beta	

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in µg/m³

LVS Gravimetrische Messung: Probenahme mittels Low Volume Sampler mit PM10-Messkopf = Referenzverfahren
EDM Kontinuierliche Messung mit EDM180 (Streulichtmessung)
Fidas Kontinuierliche Messung mit Fidas200 (Streulichtmessung)
Beta Kontinuierliche Messung mittels Beta-Absorption
Faktor Bereits eingerechneter Umrechnungsfaktor zum Referenzverfahren

A 3.7		PM _{2,5} -Schwebstaub						
Messort	GW-rel	gült Tage	MW	P50	P98	max TMW	Messverfahren	Faktor
Blankenfelde-Mahlow								
Brandenburg a.d.Havel	X	365	10	8	32	41	EDM	0,80
Cottbus	X	366	9	7	28	35	EDM	0,80
	X	364	10	8	31	44	LVS	
Dallgow-Döberitz		365	10	8	31	44	EDM	0,80
Eisenhüttenstadt	X	366	9	7	30	39	EDM	0,80
Elsterwerda	X	363	10	8	34	46	EDM	0,80
	X	344	10	8	27	34	LVS	
Frankfurt (Oder)		365	10	8	28	43	EDM	0,80
Hasenholz (Buckow)	X	366	10	7	37	46	EDM	0,80
Luckenwalde	X	365	9	7	32	43	EDM	0,80
Lütze (Belzig)	X	366	10	8	31	40	EDM	0,80
Nauen	X	366	8	6	27	35	EDM	0,80
Neuruppin	X	366	10	7	32	38	EDM	0,80
Potsdam, Groß Glienicke	X	365	9	7	30	35	EDM	0,80
	X	358	9	7	30	39	LVS	
Potsdam-Zentrum		366	8	6	30	37	EDM	0,80
	X	362	9	7	30	36	LVS	
Schwedt/Oder		366	9	7	29	35	EDM	0,80
Spreewald	X	366	9	7	32	40	EDM	0,80
	X	357	9	7	31	45	LVS	
Spremberg		363	9	7	29	41	EDM	0,80
Wittenberge	X	366	10	8	31	46	EDM	0,80
Bernau, Lohmühlenstr.	X	358	8	6	27	34	EDM	0,80
Brandenburg, Neuendorfer Str.	X	362	10	8	34	43	EDM	0,80
Cottbus, Bahnhofstr.	X	363	9	7	30	36	EDM	0,80
	X	366	11	9	34	91	LVS	
Eberswalde, Breite Str.		366	10	8	30	47	EDM	0,80
Frankfurt(O), Leipziger Str.	X	366	10	7	34	42	EDM	0,80
Potsdam, Großbeerenstr.	X	365	11	8	36	46	EDM	0,80
Potsdam, Zeppelinstr.	X	366	10	8	33	41	EDM	0,80
	X	363	10	8	32	59	LVS	
Schönefeld, Flughafen		366	10	8	31	39	EDM	
	X	365	9	7	31	45	BETA	

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in µg/m³

LVS Gravimetrische Messung: Probenahme mittels Low Volume Sampler mit PM_{2,5}-Messkopf = Referenzverfahren

EDM Kontinuierliche Messung mit EDM180 (Streulichtmessung)

Beta Kontinuierliche Messung mittels Beta-Absorption

Faktor Bereits eingerechneter Umrechnungsfaktor zum Referenzverfahren

A 3.8	Ultrafeine Partikel					
	Messort	Verf.%	gült Tage	MW	P50	P98
	Blankenfelde-Mahlow	65	241	6895	5896	19117
	Cottbus	100	366	5745	4956	15697
	Spreewald	25	91	2499	2304	5463
	Schönefeld, Flughafen	85	316	9568	7572	30618

Spaltenüberschriften siehe 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 – Ruß, Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe				
Messort	Parameter	gült Prob	Verf. %	MW	P50	max TMW
Blankenfelde-Mahlow	Ruß ¹⁾	52	43	1,6	1,4	5,7
	B(a)A	52	42	0,2	0,1	3,2
	B(a)P	52	42	0,3	0,1	4,2
	B(b)F	52	42	0,4	0,2	4,3
	B(j)F	52	42	0,7	0,3	6,7
	B(k)F	52	42	0,2	0,1	2,2
	DB(ah)	52	42	0,03	0,00	0,17
	INP	52	42	0,3	0,2	2,9
Dallgow-Döberitz	Ruß ¹⁾	51	42	1,5	1,3	4,1
	B(a)A	52	43	0,1	0,0	3,0
	B(a)P	52	43	0,2	0,1	4,0
	B(b)F	52	43	0,3	0,1	4,0
	B(j)F	52	43	0,4	0,2	6,2
	B(k)F	52	43	0,1	0,1	2,0
	DB(ah)	52	43	0,02	0,00	0,16
	INP	52	43	0,2	0,1	2,9
Potsdam, Großbeerenstr.	Ruß ¹⁾	51	39	1,8	1,7	5,4
	B(a)A	52	41	0,2	0,1	2,7
	B(a)P	52	41	0,3	0,1	3,7
	B(b)F	52	41	0,4	0,2	3,7
	B(j)F	52	41	0,6	0,3	5,9
	B(k)F	52	41	0,2	0,1	1,9
	DB(ah)	52	41	0,02	0,00	0,14
	INP	52	41	0,3	0,2	2,3
Schönefeld, Flughafen	Ruß ¹⁾	50	41	1,4	1,2	5,1
	B(a)A	48	39	0,2	0,0	3,2
	B(a)P	48	39	0,3	0,1	4,0
	B(b)F	48	39	0,3	0,1	4,2
	B(j)F	48	39	0,5	0,2	6,8
	B(k)F	48	39	0,2	0,1	2,0
	DB(ah)	48	39	0,02	0,00	0,15
	INP	48	39	0,2	0,1	2,7

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4 Konzentrationangaben Ruß in µg/m³, alle anderen Inhaltsstoffe in ng/m³

Probenahme: LVS mit PM10-Kopf, Wochenmischprobe aus 3 Tagesproben

1) 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 Benz(j)fluoranthen

B(k)F Benzo(k)fluoranthen

DB(ah)A Dibenzo(a,h)anthracen

INP Indeno(1,2,3-cd)pyren

A 3.10		Inhaltsstoffe des PM ₁₀ – verschiedene Metalle				
Messort	Parameter	gült Prob	Verf. %	MW	PM 50	max TMW
Cottbus	Arsen	208	57	0,8	0,0	9,9
	Blei	208	57	4,7	3,0	31,7
	Cadmium	208	57	0,1	0,0	2,5
	Nickel	208	57	1,2	1,0	6,2
Bernau, Lohmühlenstr.	Arsen	204	56	0,6	0,0	5,7
	Blei	204	56	4,8	3,0	60,5
	Cadmium	204	56	0,1	0,0	0,8
	Nickel	204	56	1,4	1,0	8,9
	Antimon	204	56	2,8	3,0	7,4
	Barium	204	56	22,4	21,0	64,1
Luckenwalde	Arsen	210	57	0,6	0,0	10,5
	Blei	210	57	6,5	4,0	41,6
	Cadmium	210	57	0,2	0,0	9,3
	Nickel	210	57	1,3	1,0	13,6

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4
Konzentrationsangaben in ng/m³
Probenahme: LVS mit PM₁₀-Kopf

A 3.11

Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC)

Messort	Parameter	gült Prob	Verf. %	MW	P50	MEW
Blankenfelde-Mahlow ¹⁾	Benzol	51	95,6	0,5	0,4	2,4
	Ethylbenzol	51	95,6	0,1	0,1	0,3
	Toluol	51	95,6	0,7	0,6	1,6
	Xylol_mp	51	95,6	0,3	0,3	0,7
	Xylol_o	51	95,6	0,1	0,1	0,3
	n-Heptan	51	95,6	0,12	0,14	0,21
	n-Oktan	51	95,6	0,05*	0,05	0,05
	Isooctan	51	95,6	0,14	0,14	0,37
	1,2,3-Trimethylbenzol	51	95,6	0,07	0,05	0,19
	1,2,4-Trimethylbenzol	51	95,6	0,13	0,12	0,33
	1,3,5-Trimethylbenzol	51	95,6	0,05*	0,05	0,20
	n-Nonan	51	95,6	0,05*	0,05	0,06
	n-Decan	51	95,6	0,06*	0,05	0,18
	n-Undecan	51	95,6	0,07	0,05	0,26
	n-Dodecan	51	95,6	0,06	0,05	0,19
	n-Tridecan	51	95,6	0,05*	0,05	0,09
	n-Tetradecan	51	95,6	0,05*	0,05	0,08
	n-Pentadecan	51	95,6	0,05*	0,05	0,05
	n-Hexadecan	51	95,6	0,05*	0,05	0,05
	n-Heptadecan	51	95,6	0,1*	0,10	0,10
	n-Octadecan	51	95,6	0,05*	0,05	0,05
	n-Nonadecan	51	95,6	0,05*	0,05	0,05
	n-Eicosan	51	95,6	0,05*	0,05	0,05
Schönefeld, Flughafen ¹⁾	Benzol	52	93,7	0,4	0,3	1,8
	Ethylbenzol	52	93,7	0,1	0,1	0,2
	Toluol	52	93,7	0,4	0,3	1,4
	Xylol_mp	52	93,7	0,3	0,2	0,6
	Xylol_o	52	93,7	0,1	0,1	0,3
	n-Heptan	52	93,7	0,11*	0,11	0,21
	n-Oktan	52	93,7	0,05	0,05	0,11
	Isooctan	52	93,7	0,06*	0,05	0,15
	1,2,3-Trimethylbenzol	52	93,7	0,06	0,05	0,34
	1,2,4-Trimethylbenzol	52	93,7	0,12	0,12	0,35
	1,3,5-Trimethylbenzol	52	93,7	0,06	0,05	0,58
	n-Nonan	52	93,7	0,07*	0,05	0,61
	n-Decan	52	93,7	0,12*	0,05	3,38
	n-Undecan	52	93,7	0,07	0,05	0,65
	n-Dodecan	52	93,7	0,05*	0,05	0,18
	n-Tridecan	52	93,7	0,05*	0,05	0,11
	n-Tetradecan	52	93,7	0,06*	0,05	0,16
	n-Pentadecan	52	93,7	0,05*	0,05	0,13
	n-Hexadecan	52	93,7	0,09	0,10	0,27
	n-Heptadecan	52	93,7	0,11*	0,10	0,34
	n-Octadecan	52	93,7	0,07*	0,05	0,28
	n-Nonadecan	52	93,7	0,05*	0,05	0,11
	n-Eicosan	52	93,7	0,05*	0,05	0,05

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in µg/m³

1) Kennwerte ermittelt aus Wochenmittelpollen (aktive Probenahme)

* angegebener Wert = Nachweisgrenze, da mindestens 75 % der Einzelwerte unterhalb der Bestimmungs-/Nachweisgrenze lagen

A 3.12		Flüchtige Kohlenwasserstoffe (BTEX)				
Messort	Parameter	gült Prob	Verf.%	MW	P50	MEW
Blankenfelde-Mahlow ¹⁾	Benzol	51	95,6	0,5	0,4	2,4
	Ethylbenzol	51	95,6	0,1	0,1	0,3
	Toluol	51	95,6	0,7	0,6	1,6
	Xylol_mp	51	95,6	0,3	0,3	0,7
	Xylol_o	51	95,6	0,1	0,1	0,3
Schönefeld, Flughafen ¹⁾	Benzol	49	93,7	0,4	0,3	1,8
	Ethylbenzol	49	93,7	0,1	0,1	0,2
	Toluol	49	93,7	0,4	0,3	1,4
	Xylol_mp	49	93,7	0,3	0,2	0,6
	Xylol_o	49	93,7	0,1	0,1	0,3
Eisenhüttenstadt ¹⁾	Benzol	51	100,0	0,5	0,4	2,4
	Ethylbenzol	51	100,0	0,1	0,1	0,5
	Toluol	51	100,0	0,5	0,5	1,9
	Xylol_mp	51	100,0	0,4	0,3	1,4
	Xylol_o	51	100,0	0,1	0,1	0,6
Cottbus, Bahnhofstr. ¹⁾	Benzol	51	99,7	0,8	0,8	2,1
	Ethylbenzol	51	99,7	0,3	0,3	0,4
	Toluol	51	99,7	1,3	1,3	2,0
	Xylol_mp	51	99,7	0,8	0,7	1,2
	Xylol_o	51	99,7	0,3	0,3	0,4
Potsdam, Großbeerenstr. ¹⁾	Benzol	49	95,9	0,8	0,6	2,3
	Ethylbenzol	49	95,9	0,3	0,3	0,6
	Toluol	49	95,9	1,5	1,3	2,9
	Xylol_mp	49	95,9	0,8	0,7	1,5
	Xylol_o	49	95,9	0,3	0,2	0,5
Brandenburg, Neuendorfer Str. ²⁾	Benzol	12	100,0	0,7	0,8	1,2
	Ethylbenzol	12	100,0	0,3	0,3	0,6
	Toluol	12	100,0	1,8	1,9	2,8
	Xylol_mp	12	100,0	0,8	0,6	1,8
	Xylol_o	12	100,0	0,3	0,2	0,7
Eberswalde, Breite Str. ²⁾	Benzol	12	100,0	0,8	0,8	1,4
	Ethylbenzol	12	100,0	0,2	0,2	0,6
	Toluol	12	100,0	1,5	1,4	2,5
	Xylol_mp	12	100,0	0,7	0,6	2,0
	Xylol_o	12	100,0	0,3	0,2	0,8
Frankfurt(O), Leipziger Str. ²⁾	Benzol	11	92,1	0,8	0,9	1,2
	Ethylbenzol	11	92,1	0,5	0,5	0,7
	Toluol	11	92,1	1,4	1,3	1,8
	Xylol_mp	11	92,1	1,7	1,7	2,7
	Xylol_o	11	92,1	0,4	0,4	0,6

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1) Kennwerte ermittelt aus Wochenmittelwerten (aktive Probenahme)

2) Kennwerte ermittelt aus Monatsmittelwerten (Doppelbeobachtung)

A 3.13		Inhaltsstoffe des PM _{2,5} – Gehalt wasserlöslicher Ionen				
Messort	Parameter	gült Prob	Verf.%	MW	P50	max TMW
Nauen ¹⁾	PM2.5	350	95,9	9	8	36
	Ammonium	350	95,9	0,6	0,4	5,9
	Calcium	350	95,9	0,1	0,1	0,3
	Natrium	350	95,9	0,1	0,1	0,7
	Kalium	350	95,9	0,1	0,1	6,2
	Magnesium	350	95,9	0,02	0,01	0,74
	Clorid	350	95,9	0,1	0,0	2,8
	Nitrat	350	95,9	1,0	0,4	11,7
	Sulfat	350	95,9	1,1	0,9	10,1

1) Kennwerte ermittelt aus Tagesproben
Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.14		Staubniederschlag			
Messort	Mittelwert ¹⁾				
	Gesamtstaub [mg/m ³ ·d]	Arsen [µg/m ² ·d]	Blei [µg/m ² ·d]	Cadmium [µg/m ² ·d]	Nickel [µg/m ² ·d]
Blankenfelde-Mahlow	41	0,2	1	0,03	1,1
Brandenburg a.d.Havel	50	0,1	2	0,05	0,9
Cottbus	35	0,2	1	0,07	1,5
Cottbus, Meisenweg (DWD)	44	0,2	1	0,03	0,9
Dallgow-Döberitz	41	0,2	2	0,11	1,4
Eisenhüttenstadt	52	0,2	1	0,11	2,4
Elsterwerda	33	0,2	1	0,02	0,6
Frankfurt (Oder)	33	0,2	1	0,07	0,8
Hasenholz (Buckow)	45	0,1	2	0,15	0,9
Luckenwalde	51	0,3	2	0,10	1,0
Lütte, Am Lütter Bach	62	0,2	4	0,09	1,6
Nauen	36	0,2	4	0,24	0,7
Neuruppin	44	0,2	2	0,08	0,9
Potsdam-Zentrum	47	0,2	1	0,03	0,6
Schwedt/Oder	42	0,1	1	0,06	1,1
Spreewald	47	0,2	1	0,05	2,3
Spremberg	47	0,3	1	0,04	1,0
Wittenberge	33	0,1	2	0,11	0,6

1) Mittelwerte für das exakte Kalenderjahr enthalten um die Jahreswechsel gegebenenfalls gewichtete Probenanteile
Spaltenüberschriften siehe Anhang 4

A 3.15	Niederschlagsdeposition (Bulk) - Organische Spurenstoffe					
	Cottbus, Meisenweg		Hasenholz (Buckow)		Potsdam-Zentrum	
	gült Prob	MW 1)	gült Prob	MW 1)	gült Prob	MW 1)
Benz(a)anthracen	11	8,25	11	7,58	11	11,67
Benz(a)pyren	11	15,98	11	16,68	11	19,49
Benzo(b)fluoranthen	11	18,71	11	20,38	11	22,20
Benzo(j)fluoranthen	11	20,44	11	20,42	11	21,09
Benzo(k)fluoranthen	11	7,65	11	8,32	11	9,19
Dibenzo(a,h)anthracen	11	1,25	11	1,41	11	1,56
Indeno(1,2,3-cd)pyren	11	10,40	11	14,18	11	11,96

Spaltenüberschrift siehe Anhang 4

Konzentrationsangaben in ng/(m²·d)

1) Mittelwerte für das exakte Kalenderjahr enthalten um die Jahreswechsel gegebenenfalls gewichtete Probenanteile

Anhang 4		Verzeichnis der Kenngrößen	
Stoff	Kennung	Kenngröße	Erläuterung
allgemein	gült Prob / gült Tage		Anzahl gültiger Proben
	Verf. %		Messwertverfügbarkeit
	max 1h-MW		Maximaler Stundenmesswert im Kalenderjahr
	max TMW		Maximaler Tagesmittelwert im Kalenderjahr
	max 8h-GMW		Maximaler 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
	MWWinter	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 1-Stunden-Mittelwerte größer 500 µg/m ³ während des Kalenderjahres
	Ü350	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der 1-Stunden-Mittelwerte größer 350 µg/m ³ während des Kalenderjahres
	Ü125	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tagesmittelwerte größer 125 µg/m ³ während des Kalenderjahres
NO ₂	Ü200	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der 1-Stunden-Mittelwerte größer 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 39. BImSchV	Anzahl der Tagesmittelwerte größer 50 µg/m ³
	Faktor		Faktor für die Umrechnung auf das Referenzverfahren
	GW-rel	Grenzwertrelevante Messung	Kennzeichnung der grenzwertrelevanten Messung bei Vorliegen mehrerer Parallelmessungen mit teilweise unterschiedlicher Genauigkeit und/oder Verfügbarkeit
CO	Ü10	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Auftreten eines 8-Stundenmittelwertes größer 10 mg/m ³
Ozon	Ü180	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Auftreten eines 1-Stundenmittelwertes größer 180 µg/m ³ während des Kalenderjahres
	Ü240	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Auftreten eines 1-Stundenmittelwertes größer 240 µg/m ³ während des Kalenderjahres
	Ü120	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Auftreten eines 8-Stundenmittelwertes größer 120 µg/m ³ , berechnet aus stündlich gleitenden 8-Stundenmittelwerten
	AOT40	O3-Dosis nach 39. BImSchV oberhalb 40 ppb zum Schutz der Vegetation	Summe aller Differenzen zwischen Stundenmittelkonzentrationen über 80 µg/m ³ und 80 µg/m ³ von 8-20 Uhr (MEZ) in der Zeit Mai bis Juli
	AOT40-W	O3-Dosis nach 39. BImSchV oberhalb 40 ppb zum Schutz des Waldes	Summe aller Differenzen zwischen Stundenmittelkonzentrationen 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**

Referat Öffentlichkeitsarbeit

Henning-von-Tresckow-Straße 2-13, Haus S,
14467 Potsdam

Telefon: +49 (0)331 866-7237

E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de

Internet: mluk.brandenburg.de

