



IMMISSION UND KLIMA

LUFTQUALITÄT IN BRANDENBURG

Jahresbericht 2022

Impresum

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz (MLUK)
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 oder
www.agrar-umwelt.brandenburg.de

Redaktion

Landesamt für Umwelt (LfU)
Abteilung Technischer Umweltschutz 1
Referat 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

Fotos

Titel: Probenglas Staubbiederschlag im Sonnenuntergang, © Marleen Marquardt
Seite 30: Saharastaubereignis vom 17.03.2022, © Umweltbundesamt
Seite 31: Aufnahmen in der Breiten Straße in Eberswalde während und nach den Bauarbeiten im Jahr 2022, © M. Michna-Dohm

Karten

LGB (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg)

Satz

Satzweiss.com Print Web Software GmbH

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, April 2024

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	7
1 Luftreinhaltung	8
1.1 Rechtsgrundlagen	8
1.2 Überwachung der Luftqualität in Brandenburg im Jahr 2022.	8
2 Witterung, Feinstaub und Ozon im Jahresgang	10
3 Immissionen ausgewählter Luftschadstoffe	11
3.1 Feinstaub	11
3.1.1 Feinstaub PM ₁₀	11
3.1.2 Feinstaub PM _{2,5}	12
3.2 Stickstoffdioxid (NO ₂)	13
3.3 Ozon (O ₃)	13
3.4 Schwefeldioxid (SO ₂)	15
3.5 Kohlenmonoxid (CO)	15
3.6 Flüchtige Kohlenwasserstoffe (Benzol, VOC)	16
3.7 Staubinhaltsstoffe	16
3.7.1 Feinstaub (PM ₁₀ -Fraktion)	16
3.7.2 Staubbiederschlag und atmosphärische Deposition	19
3.8 Messung Ultrafeiner Partikel	19
4 Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe	24
4.1 Emissionen PRTR-pflichtiger Betriebe	24
4.2 Straßenverkehrsemissionen	25
5 Sonderuntersuchungen	29
5.1 Besondere Einflüsse auf die Feinstaubbelastung	29
5.2 Profilmessungen mit NO ₂ -Passivsammlern in Grünheide (Mark)	33
Quellenverzeichnis	37
Anhang	39
Anhang 1: Zusammenfassung der Messergebnisse	39
Anhang 2: Luftgütemessstationen des Landes Brandenburg	40
Anhang 3: Ergebnisse der Immissionsmessungen	42
Anhang 4: Verzeichnis der Kenngrößen	52

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
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
°C	Grad Celsius
cm ³	Kubikzentimeter
CO	Kohlenmonoxid
d	Tag
DIN	Deutsches Institut für Normung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG	Europäische Gemeinschaft
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
EW	Einwohner
FBB	Flughafen Berlin Brandenburg GmbH
G-Kat	geregelter Katalysator
h	Stunde
HBEFA	Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HC	Hydrocarbon (Kohlenwasserstoff)
ImSchZV	Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung
K	Kelvin
Kfz	Kraftfahrzeug
kt	Kilotonne
LfU	Landesamt für Umwelt
Lkw	Lastkraftwagen
LLBB	Landeslabor Berlin-Brandenburg
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
mg	Milligramm
MLUK	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz
mm	Millimeter
µg	Mikrogramm
µm	Mikrometer
ng	Nanogramm
NH ₃	Ammoniak
nm	Nanometer
NMVO	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxide
O ₃	Ozon
P	Partikel
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PM ₁₀	Particulate Matter 10 (Feinstaub mit einer Partikelgröße kleiner 10 Mikrometer)
PM _{2,5}	Particulate Matter 2,5 (Feinstaub mit einer Partikelgröße kleiner 2,5 Mikrometer)
Pkw	Personenkraftwagen
ppb	parts per billion
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register (Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister)
rbb	Rundfunk Berlin-Brandenburg
SNS	Staubniederschlag
SO ₂	Schwefeldioxid
t	Tonne
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
UBA	Umweltbundesamt
UFP	Ultrafeine Partikel
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VOC	Volatile Organic Compounds (flüchtige organische Verbindungen)
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtskarte Messnetz	9
Abbildung 2:	Monatsmittelwerte der meteorologischen Größen Lufttemperatur, Niederschlagsmenge und Sonnenscheindauer im Jahr 2022	10
Abbildung 3:	Landesweite Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration.	11
Abbildung 4:	Anzahl der Überschreitungstage des PM ₁₀ -Tagesmittelwerts von 50 µg/m ³	11
Abbildung 5:	Mittlere Anzahl der Tage mit PM ₁₀ -Konzentrationen über 50 µg/m ³ pro Monat in den Belastungsregimen, dargestellt für die Einzeljahre 2019 bis 2022 und im Mittel der letzten 10 Jahre	12
Abbildung 6:	Landesweite Jahresmittelwerte der PM _{2,5} -Konzentration	13
Abbildung 7:	NO ₂ -Konzentrationsentwicklungen an verschiedenen Messstellenkategorien (mittlere Jahresmittelwerte aller Stationen des Regimes)	13
Abbildung 8:	Entwicklung der NO ₂ -Konzentrationen an ausgewählten verkehrsbezogenen Stationen im Vergleich zu Hintergrundkonzentrationen	14
Abbildung 9:	Entwicklung der landesweiten Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration	14
Abbildung 10:	Anzahl der Tage mit Ozonkonzentrationen über 120 µg/m ³ (höchster 8-Stunden-Mittelwert).	14
Abbildung 11:	Entwicklung der AOT40-Werte, Berechnung für einzelne Jahre	15
Abbildung 12:	AOT40, gemittelt über 5 Jahre	15
Abbildung 13:	Landesweiter Jahresmittelwert der SO ₂ -Konzentration	16
Abbildung 14:	Landesweiter Jahresmittelwert der Benzolkonzentration	16
Abbildung 15:	Landesweiter Jahresmittelwert des Arsengehalts im Feinstaub PM ₁₀	17
Abbildung 16:	Landesweiter Jahresmittelwert des Bleigehalts im Feinstaub PM ₁₀	17
Abbildung 17:	Landesweiter Jahresmittelwert des Cadmiumgehalts im Feinstaub PM ₁₀	17
Abbildung 18:	Landesweiter Jahresmittelwert des Nickelgehalts im Feinstaub PM ₁₀	18
Abbildung 19:	Landesweiter Jahresmittelwert des Benzo(a)pyren-Gehalts im Feinstaub PM ₁₀	18
Abbildung 20:	Landesweiter Jahresmittelwert des Staubniederschlags.	18
Abbildung 21:	Partikelanzahlkonzentrationen in Abhängigkeit von der Windrichtung	21
Abbildung 22:	Datensatz der UFP-Partikelanzahlkonzentrationen im Jahresverlauf an den Messstationen Schönefeld, Flughafen sowie in Blankenfelde-Mahlow und in Wildau (Halbstundenmittelwerte)	22
Abbildung 23:	Datensatz der UFP-Partikelanzahlkonzentrationen im Jahresverlauf an den Messstationen in Cottbus und im Spreewald (Halbstundenmittelwerte)	22
Abbildung 24:	Mittlerer Wochengang UFP und PM _{2,5} im Zeitraum vom 1.1.2022 bis 31.12.2022	23
Abbildung 25:	Differenzierung des Otto-Pkw-Bestandes nach Abgasminderungsklassen im Land Brandenburg	25
Abbildung 26:	Differenzierung des Diesel-Pkw-Bestandes nach Abgasminderungsklassen im Land Brandenburg	26
Abbildung 27:	Emissionen und emissionsrelevante Daten des Straßenverkehrs im Land Brandenburg unter Verwendung der Emissionsfaktoren aus HBEFA 4.2 [24]	27

Abbildung 28:	Presseecho zur Feinstaub-Episode im Frühjahr 2022 . . . . .	.29
Abbildung 29:	Saharastaubereignis vom 17.03.2022, herausgegeben durch das Umweltbundesamt . . . . .	.30
Abbildung 30:	Ausgewählte Luftmassentrajektorien für die DWD-Station Zugspitze (links) und der sich in Brandenburg befindlichen DWD-Station Lindenberg (rechts) für den 17. März 2022 Modelllaufzeit 18 Uhr . . . . .	.30
Abbildung 31:	Chronologie der räumlichen Verteilung der Feinstaubkonzentration (Tagesmittelwerte PM_{10}) in Deutschland für drei Tage im März 2022, herausgegeben durch das Umweltbundesamt . . . . .	.31
Abbildung 32:	Aufnahmen in der Breiten Straße in Eberswalde während und nach den Bauarbeiten im Jahr 2022 © M. Michna-Dohm . . . . .	.31
Abbildung 33:	Flächen- und Punktdarstellung der Tagesmittel der Feinstaubkonzentration (PM_{10}) für das Bundesgebiet, der markierte Punkt nordöstlich von Berlin ist die Messstation in Eberswalde, herausgegeben durch das Umweltbundesamt [29] . . . . .	.32
Abbildung 34:	Wochentäglicher PM_{10} -Tagesgang in Eberswalde, Breite Straße vor, während und nach den Abrissarbeiten neben der Messstation . . . . .	.32
Abbildung 35:	PM_{10} -Konzentrationsverlauf mit baustellenbedingten Spitzen und nach deren rechnerischer Entfernung . . . . .	.33
Abbildung 36:	PM_{10} -Jahresmittelwerte von verschiedenen Messstellen im nordöstlichen Raum von Brandenburg . . . . .	.33
Abbildung 37:	Messpunktkarte zur Sondermessung mit NO_2 -Passivsammlern in Grünheide . . . . .	.34
Abbildung 38:	NO_2 -Ergebnisse der Einzelproben der Passivsammler in Grünheide im Jahresverlauf 2022 . . . . .	.34
Abbildung 39:	Vergleich der ermittelten NO_2 -Jahresmittelwerte der regulären Messstellen des Luftgütemessnetzes Brandenburg und für die Messpunkte der NO_2 -Passivsammler-Messkampagne in Grünheide. . . . .	.35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Grenzwerte gemäß 39. BImSchV.	8
Tabelle 2:	Zielwerte für Ozon gemäß 39. BImSchV	8
Tabelle 3:	Jahresgang der Luftschadstoffkonzentrationen von Feinstaub PM ₁₀ und Ozon als landesweite Monats- und Jahresmittelwerte für das Jahr 2022.	10
Tabelle 4:	Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe (kt/a)	24
Tabelle 5:	Kfz-Bestand im Land Brandenburg nach Kraftstoffarten zum 01.01.2023 (Kraftfahrt-Bundesamt).	26

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 im Land Brandenburg. Für die relevanten Luftschadstoffe sind hier Grenz- und Zielwerte festgelegt (Tabelle 1, Tabelle 2).

Tabelle 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	
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	

Tabelle 2: Zielwerte für Ozon gemäß 39. BImSchV

Schutzziel	Mittelungszeitraum	Zielwert	
Gesundheit	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	120 µg/m ³	maximal 25 Überschreitungen im Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre
	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	120 µg/m ³		langfristiges Ziel
Vegetation	Mai bis Juli (AOT40)	18.000 (µg/m ³)-h	berechnet anhand von 1-Stunden-Mittelwerten, gemittelt über 5 Jahre
		6.000 (µg/m ³)-h	berechnet anhand von 1-Stunden-Mittelwerten, langfristiges Ziel

1.2 Überwachung der Luftqualität in Brandenburg im Jahr 2022

Das Landesamt für Umwelt (LfU) 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. 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 (PM₁₀ und 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 2022 waren 26 Messstellen im automatischen Luftgütemessnetz Brandenburg in Betrieb (Abbildung 1), davon sieben verkehrsbezogene Messstellen. Zusätzlich veröffentlichen wir die Ergebnisse der Station Schönefeld, Flughafen. Diese Messstelle wird von der Betreiber-Gesellschaft des Flughafens Berlin-Brandenburg (FBB) nach den Anforderungen des Planfeststellungsbeschlusses [8] und den Standards des Landesmessnetzes betrieben.

Im Jahr 2022 wurden 19 Staubniederschlagsmessstellen betrieben. Alle Vierwochen-Proben wurden auf Schwermetalle untersucht. Die Bestimmung der PAK-Deposition haben wir planmäßig an den drei bestehenden Messorten Cottbus, Meisenweg; Potsdam-Zentrum und Hasenholz (Buckow) fortgesetzt.

Manuelle Feinstaubmessungen (PM₁₀ und PM_{2,5}) wurden mit Probenahmegeräten (Low Volume Sampler) durchgeführt, in denen spezielle Filter bestaubt werden. Ein Teil der Filter wurde auf Schwermetalle, PAK und Ruß untersucht. Die Inhaltsstoff-Analysen 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, Ethylbenzol und Xylole (BTEX) realisiert. An einem Messpunkt haben wir die BTEX parallel mit dem Referenzverfahren (aktive Probenahme) ermittelt. Drei Messpunkte wurden allein mittels aktiver Probenahme beprobt. Einer davon, um zusätzlich zu den BTEX weitere flüchtige Kohlenwasserstoffe zu ermitteln (VOC, aktive Probenahme). Die Wägung der bestaubten Filter und die Ana-

lysen der Inhaltsstoffe im Staub sowie der Gehalte von BTEX und VOC führte das Landeslabor Berlin-Brandenburg (LLBB) durch.

Im vorliegenden Bericht fassen wir die Ergebnisse der wichtigsten Luftverunreinigungs-komponenten für das Jahr 2022 zusammen und bewerten diese.

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

Aktuelle Messwerte stehen darüber hinaus im Videotext des Rundfunk Berlin-Brandenburg (rbb) auf den Seiten 177 und 178 zur Verfügung.

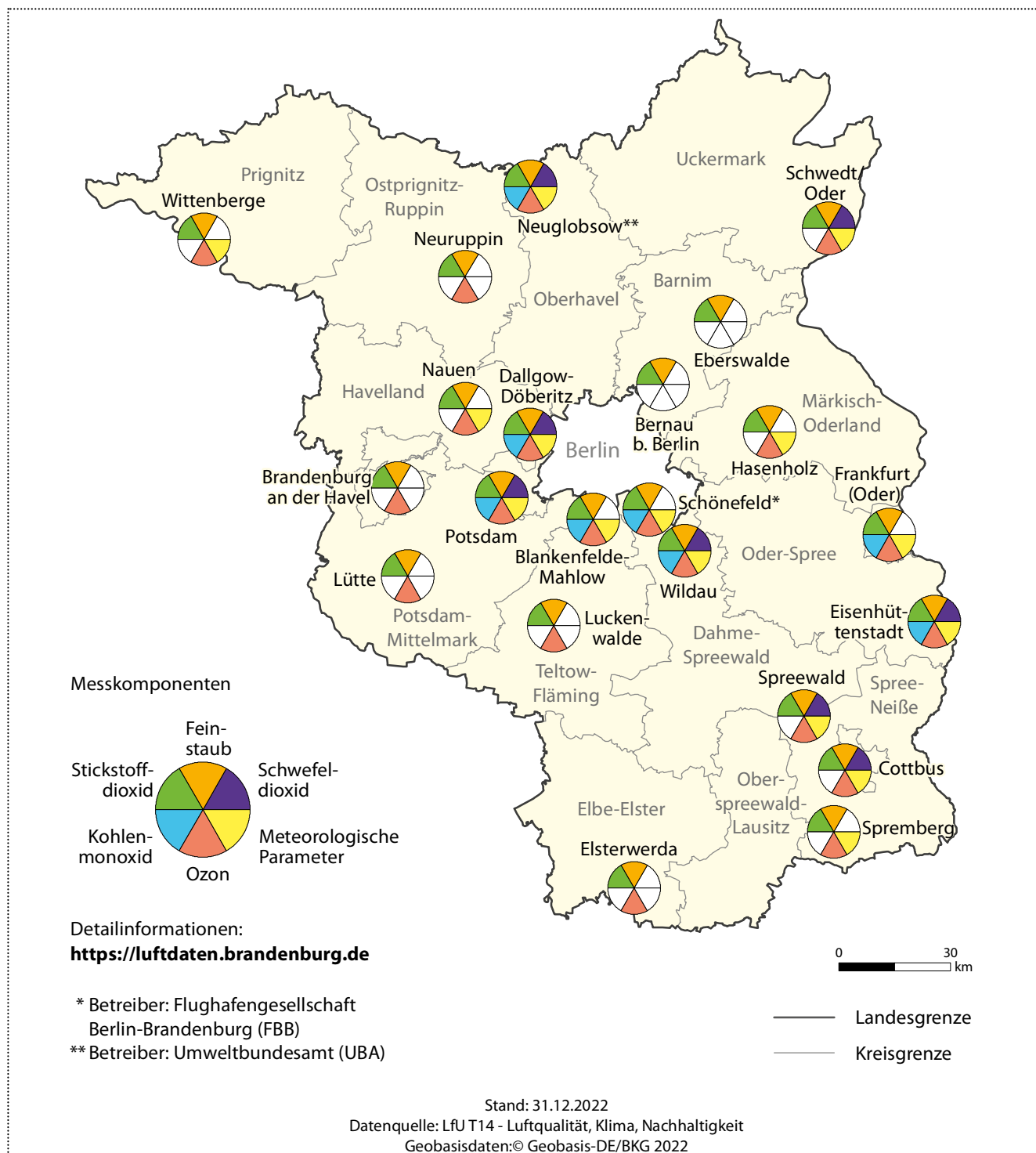


Abbildung 1: Übersichtskarte Messnetz

2 Witterung, Feinstaub und Ozon im Jahresgang

Die im Jahresverlauf unterschiedliche Witterung beeinflusst die Immissionsverhältnisse direkt über die Schadstoffbildungs- und -ausbreitungsbedingungen (Luftchemie, Photochemie, Transportvorgänge,) sowie indirekt über das Temperaturregime (Heizungsemissionen). Daher werden nachfolgend die Charakteristika meteorologischer Jahresgänge des Jahres 2022 kurz dargestellt. Die meteorologischen Daten (Abbildung 2) beziehen wir vom Deutschen Wetterdienst (DWD) [9].

Das Jahr 2022 war geprägt von einem trockenen Sommer und einer überdurchschnittlichen Sonnenscheindauer vom Frühjahr bis zum Herbst.

Die mittlere Jahrestemperatur lag in Brandenburg mit 10,8 °C rund 1,2 K über dem langjährigen Mittel der Referenzperiode von 1991 bis 2020. Der August war mit 20,9 °C der wärmste Monat und lag mit 2,1 K deutlich über dem langjährigen Mittel der Referenzperiode. Nur der Monat April lag unter dem langzeitlichen Temperaturmittel.

Die mittlere Jahresniederschlagsmenge in Brandenburg lag bei 434 mm/m² und fiel damit niedriger aus als in den letzten Jahren.

Im Monat März fielen nur 1,7 mm/m² was nur rund 4 % der üblichen Menge entspricht.

Bei der Sonnenscheindauer zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Temperatur. Der Juni war in Brandenburg mit 290 Sonnenstunden besonders sonnenscheinreich, der Januar dagegen mit 40 Sonnenstunden sonnenscheinarm im Vergleich zur Referenzperiode.

Der landesweite Jahresmittelwert der PM₁₀-Konzentration lag mit 16 µg/m³ auf einem ähnlichen Niveau wie der Wert des Vorjahres (15 µg/m³). Der niedrigste Monatsmittelwert wurde mit 10 µg/m³ im Februar ermittelt. Demgegenüber verzeichnete der März den höchsten Monatsmittelwert mit 25 µg/m³. Der Monat März war geprägt von einer Saharastaubepisode, hierzu mehr im Kapitel 5.1 „Besondere Einflüsse auf die Feinstaubmessung in Brandenburg am Beispiel des Jahres 2022“.

Der landesweite Jahresmittelwert der Ozonkonzentration lag mit 57 µg/m³ etwas höher als im Jahr zuvor (53 µg/m³). Der charakteristische Jahresgang mit hohen Ozonkonzentrationen im Sommer und niedrigeren Ozonkonzentrationen im Winter zeichnet sich ab. Der höchste Monatsmittelwert wurde im Juni, dem Monat mit den meisten Sonnenstunden, mit einem Wert von 81 µg/m³ ermittelt.

Tabelle 3: Jahresgang der Luftschadstoffkonzentrationen von Feinstaub PM₁₀ und Ozon als landesweite Monats- und Jahresmittelwerte für das Jahr 2022

Monat	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
PM ₁₀	µg/m ³	14	10	25	14	15	15	13	18	12	16	20	19	16
Ozon	µg/m ³	47	61	61	72	76	81	73	70	49	33	25	30	57

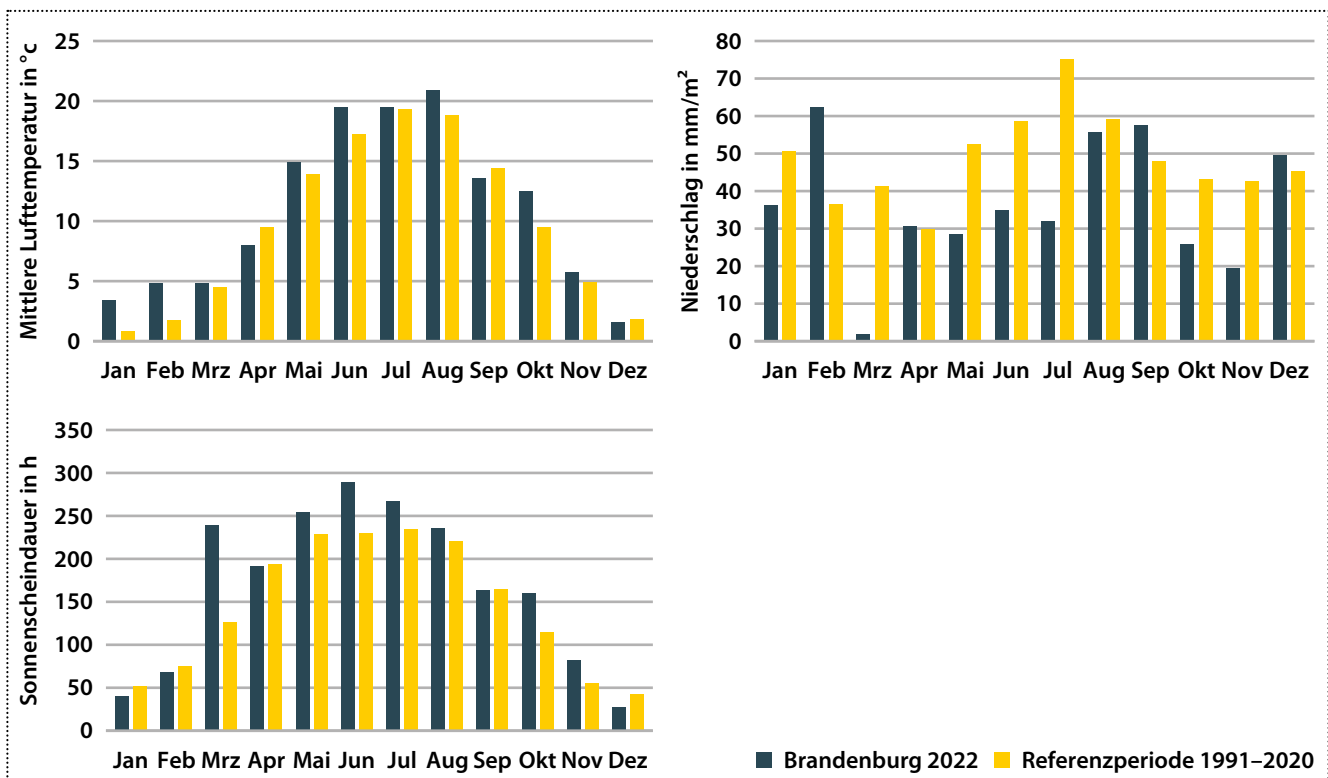


Abbildung 2: Monatsmittelwerte der meteorologischen Größen Lufttemperatur, Niederschlagsmenge und Sonnenscheindauer im Jahr 2022

3 Immissionen ausgewählter Luftschadstoffe

3.1 Feinstaub

Feinstaubpartikel werden bei Verbrennungsprozessen in Industrie und Verkehr freigesetzt und verbleiben aufgrund ihrer geringen Größe als Schwebstaub in der Luft. Weitere Feinstaubquellen sind vor allem in Städten die Aufwirbelung von Abrieb aus Reifen, Bremsen und Straßenbelägen sowie natürliche Ursachen wie Bodenerosion, Waldbrände und Verfrachtungen über weite Distanzen (zum Beispiel Saharastaub, siehe Kapitel 5.1). Außerdem bilden sich durch chemische Reaktionen in der Luft sekundäre Partikel aus gasförmigen Vorläufersubstanzen wie Ammoniak, Stickstoffoxiden und Schwefeldioxid.

Die gesundheitsschädigenden Wirkungen von Feinstaub sind wissenschaftlich erwiesen. 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. Durch die Reizung entstehen Entzündungen im Gewebe, die bei andauernder hoher Belastung Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen auslösen können. Außerdem können sich Vorerkrankungen wie Asthma verschlechtern und es besteht das Risiko der Entwicklung von Lungenerkrankungen.

Bisher ist keine genaue Wirkungsschwelle für gesundheitsschädliche Effekte durch Feinstaubbelastung bekannt. Es gibt Hinweise, dass auch bei niedrigen Immissionswerten unterhalb der derzeit gültigen Grenzwerte bei lang andauernder Einwirkung Gesundheitseffekte auftreten können. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hatte daher nach Auswertung umfangreicher wissenschaftlicher Studien ihre im Vergleich zur EU-Luftqualitätsrichtlinie ohnehin schon niedrigeren Richtwerte für die Feinstaubbelastung in ihren neuen Luftqualitätsleitlinien (2021) noch einmal abgesenkt von 20 µg/m³ auf 15 µg/m³ im Jahresmittel für PM₁₀ und von 10 µg/m³ auf 5 µg/m³ im Jahresmittel für PM_{2,5} [10]. Die WHO-Richtwerte sind in Deutschland und in der EU allerdings (noch) nicht rechtsverbindlich.

3.1.1 Feinstaub PM₁₀

Im Landesdurchschnitt lagen die PM₁₀-Konzentrationen im Jahr 2022 bei 16 µg/m³ geringfügig höher als im Vorjahr. Insgesamt hält aber der Trend der sinkenden Immissionsbelastung im Laufe der letzten zehn Jahre an (Landesdurchschnitt 2013: 20 µg/m³). Auch die Spannweite der PM₁₀-Immissionen an den einzelnen Messstationen war vor zehn Jahren mit 12 µg/m³ etwas größer als 2022 mit 10 µg/m³ (Abbildung 3).

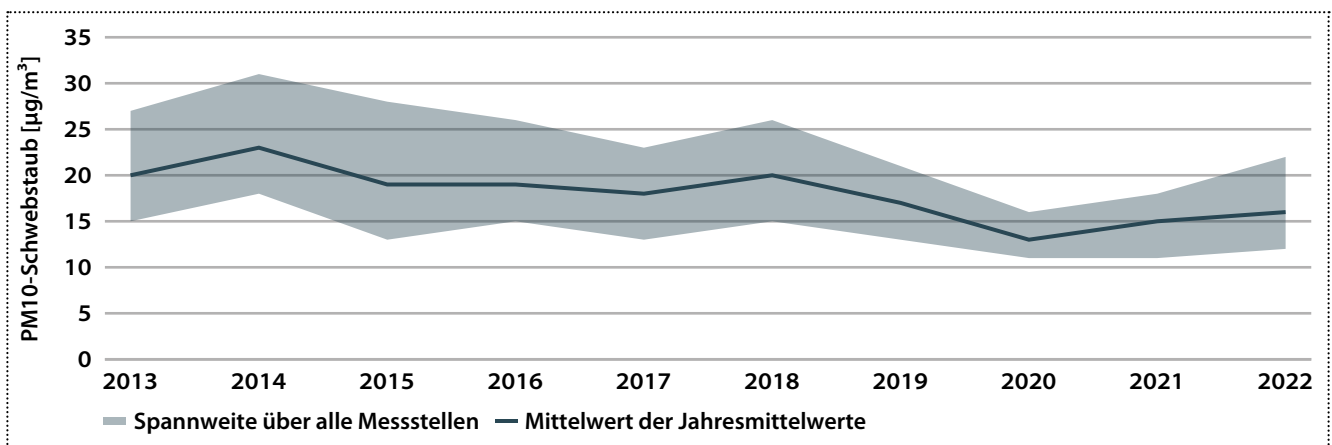


Abbildung 3: Landesweite Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration

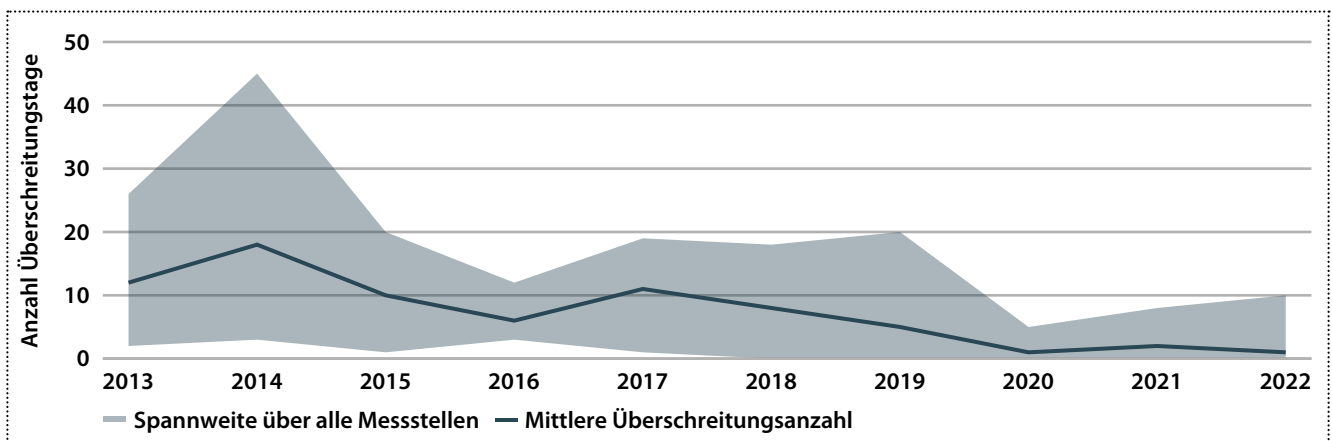


Abbildung 4: Anzahl der Überschreitungstage des PM₁₀-Tagesmittelwerts von 50 µg/m³

Die höchsten Konzentrationen waren wie in den Vorjahren an den verkehrsbezogenen Messstationen zu verzeichnen, sie lagen dort zwischen $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Potsdam, Großbeerenstraße) und $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Eberswalde, Breite Straße) und damit über dem Landesdurchschnitt.

Im ländlichen Hintergrund wurden niedrigere durchschnittliche PM_{10} -Konzentrationen mit $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Lütze (Belzig), $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Spreewald und $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Hasenholz (Buckow) ermittelt. Im städtischen Hintergrund lagen die PM_{10} -Konzentrationen zwischen $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Wittenberge und $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Eisenhüttenstadt. Die an der Station am Flughafen Schönefeld gemessene PM_{10} -Konzentration lag mit $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel auf dem gleichen niedrigen Niveau wie die Feinstaubimmissionen im ländlichen Hintergrund. Das ist wegen des offenen Geländes und entsprechend guter Durchlüftung auch nicht ungewöhnlich.

Der Grenzwert der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$ im Jahresmittel wird landesweit deutlich unterschritten. An sechs Hintergrundmessstationen wird sogar der strengere Richtwert der WHO von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$ im Jahresmittel eingehalten. Die Maßnahmen zur Luftreinhaltung zeigen in den Städten weiterhin ihre Wirkung. Zur Verbesserung der Immissionssituation beim Feinstaub trugen aber auch günstige Witterungsverhältnisse, wie das Ausbleiben langer trockener Frostperioden mit austauscharmen Wetterlagen im Winter, bei.

Die Anzahl der Tage mit Überschreitung des PM_{10} -Tagesmittelwerts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen (Abbildung 4). An den verkehrsbezogenen Messstationen wurden im Jahr 2022 ein (Blankenfelde-Mahlow; Frankfurt (Oder), Leipziger Straße) bis zehn (Eberswalde, Breite Straße) Überschreitungstage festgestellt. Im ländlichen und städtischen Hintergrund lag die Anzahl der Überschreitungstage zwischen null (jeweils mehrere Stationen, siehe Anhang) und sechs (Nauen). Der Grenzwert

von maximal 35 Überschreitungstagen im Jahr wurde landesweit eingehalten.

Die Überschreitungen des PM_{10} -Tagesmittelwerts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ traten hauptsächlich im März auf. Die relativ hohe Feinstaubbelastung in diesem Monat war einerseits auf eine extrem geringe Niederschlagsrate und andererseits auf den Ferntransport von Feinstaub (vergleiche Kapitel 5.1) zurückzuführen. Auch im Juli sowie von Oktober bis Dezember wurden einzelne Überschreitungstage registriert (Abbildung 5). Ungewöhnlich ist der Großteil der Überschreitungen, den die Messgeräte zum Ende des Jahres anscheinend verkehrsnah erfasst haben. Die Erklärung hierfür haben wir in Kapitel 5.1 aufbereitet.

3.1.2 Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$

Die Jahresmittelwerte der $\text{PM}_{2,5}$ -Immissionen lagen zwischen 8 und $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abbildung 6). Die niedrigste Konzentration wurde im ländlichen Hintergrund in Lütze (Belzig) und im Spreewald gemessen, die höchste in Eisenhüttenstadt und in Eberswalde, Breite Straße (verkehrsnah). Am Flughafen Schönefeld und an den Hintergrundstationen wurden 9 bis $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, an den übrigen verkehrsbezogenen Messstationen 10 und $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Grenzwert der 39. BImSchV von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel wird landesweit deutlich unterschritten.

Damit bestätigt sich der schon in den Vorjahren beobachtete relativ kleine Unterschied zwischen den $\text{PM}_{2,5}$ -Immissionen im ländlichen und städtischen Hintergrund und denen an städtischen Belastungsschwerpunkten. Es ist bekannt, dass die Höhe der $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen hauptsächlich durch überregionale Quellen und Ferntransport bestimmt wird. Lokale Quellen wie der Straßenverkehr spielen allenfalls eine untergeordnete Rolle.

Der neue Richtwert der WHO von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel wurde landesweit überschritten.

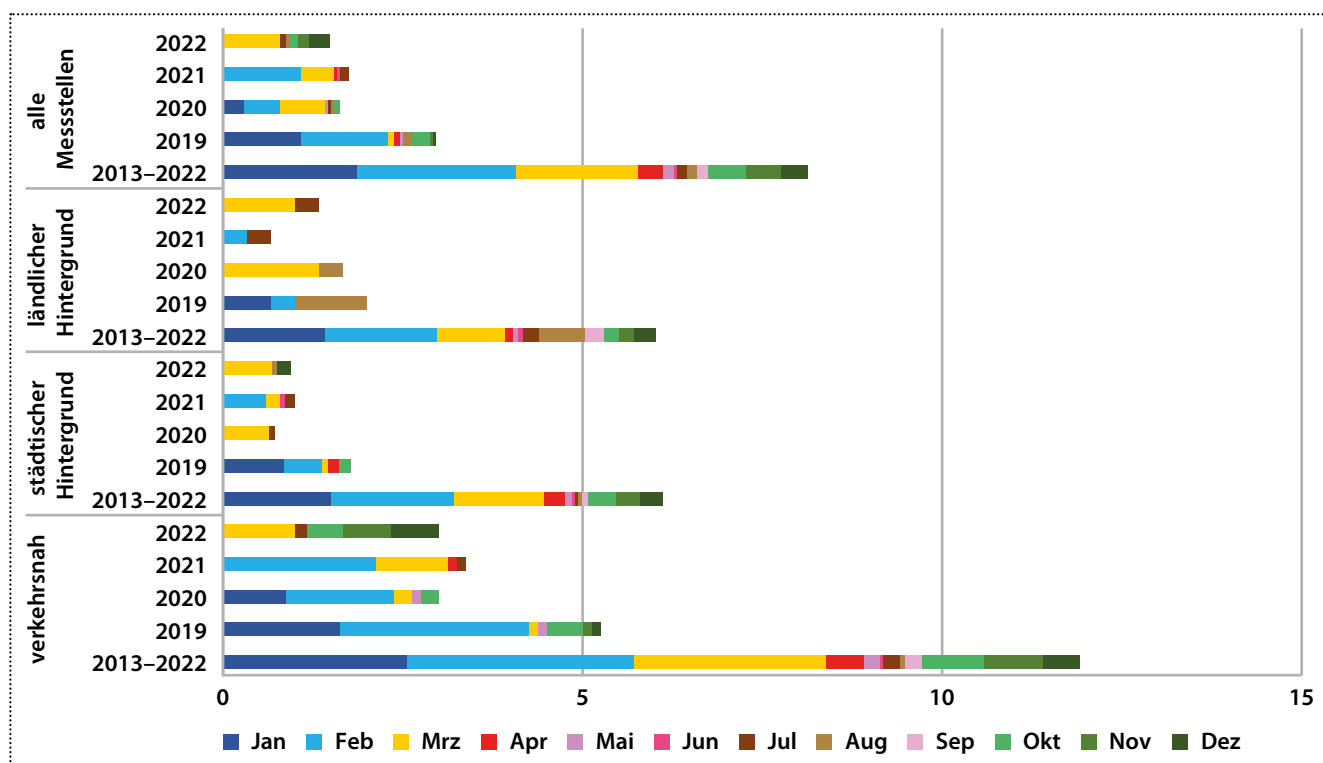


Abbildung 5: Mittlere Anzahl der Tage mit PM_{10} -Konzentrationen über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Monat in den Belastungsregimen, dargestellt für die Einzeljahre 2019 bis 2022 und im Mittel der letzten 10 Jahre

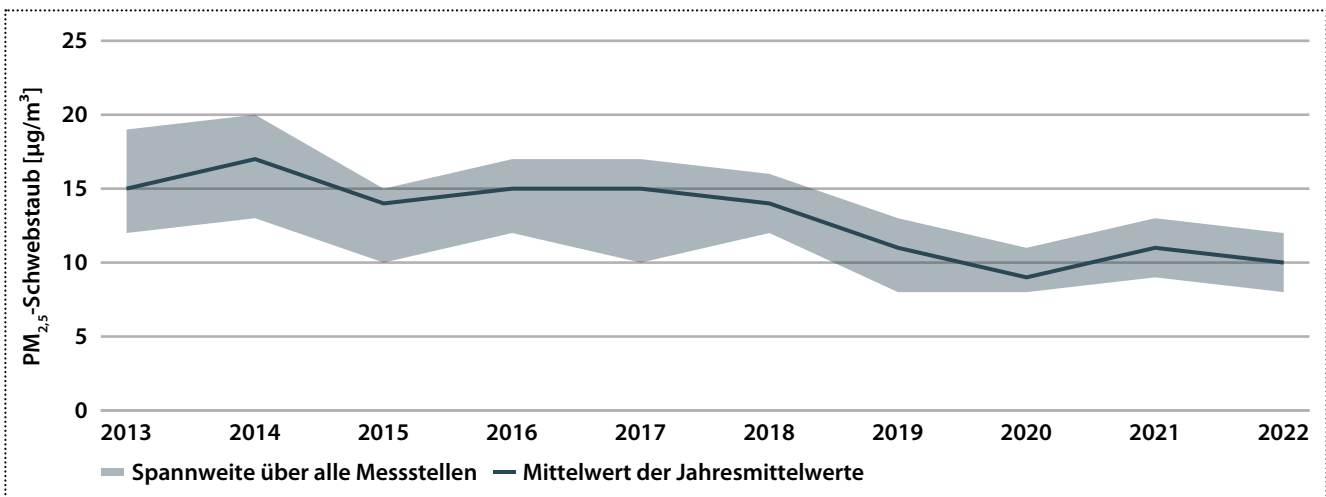


Abbildung 6: Landesweite Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Konzentration

3.2 Stickstoffdioxid (NO₂)

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

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 beobachtet [11], den wir auch an den Brandenburger Messstationen beobachten (Abbildung 7). Besonders auffällig ist der zeitliche Zusammenhang eines steilen Rückgangs in Verkehrsnähe mit dem Bekanntwerden des Abgasbetrugs in der Automobilindustrie im Jahr 2015. Der genannte Grenzwert wird hier seit 2017 eingehalten.

Deutlich erkennbar ist dieser Trend an den verkehrsbezogenen Messstellen in den größeren Städten Brandenburgs (Abbildung 8), insbesondere dort, wo im Rahmen von Luftreinhalteplänen Maßnahmen zur Regulierung des Straßenverkehrs ergriffen wurden. Auch der – nach dem Dieselskandal tatsächlich im Realbetrieb – zu-

nehmende Einsatz von Abgasminderungstechnik im Zusammenhang mit der anhaltenden Erneuerung der Fahrzeugflotte spielt bei der Abnahme der NO₂-Immissionen eine bedeutende Rolle.

Erwartungsgemäß lagen die Belastungsschwerpunkte im Jahr 2022 wieder an den verkehrsbezogenen Messstellen mit NO₂-Jahresmittelwerten von 18 (Eberwalde, Breite Straße) bis 28 µg/m³ (Frankfurt (Oder), Leipziger Straße). Erfreulicherweise setzt sich aber der Trend der abnehmenden verkehrsbedingten NO₂-Immissionen im Landesdurchschnitt fort.

Deutlich niedrigere NO₂-Konzentrationen wurden mit 8 (Wittenberge) bis 13 µg/m³ (Potsdam-Zentrum, Wildau) im vorstädtischen und städtischen Hintergrund gemessen. Die geringsten Werte wiesen die Messstationen im ländlichen Hintergrund mit 6 (Spreewald) bis 7 µg/m³ (Hasenholz (Buckow)) auf.

An der Station Schönefeld, Flughafen war mit einer durchschnittlichen NO₂-Konzentration von 16 µg/m³ zwar ein Verkehrseinfluss erkennbar, die Belastung war jedoch deutlich niedriger als an verkehrsreichen Straßen.

3.3 Ozon (O₃)

Wie schon die Vorjahre war auch 2022 geprägt durch einen sehr trockenen Sommer und im Vergleich zur Referenzperiode überdurchschnittlich hohe Temperaturen. Dementsprechend lagen sowohl der landesweite Jahresmittelwert von 57 µg/m³ als auch

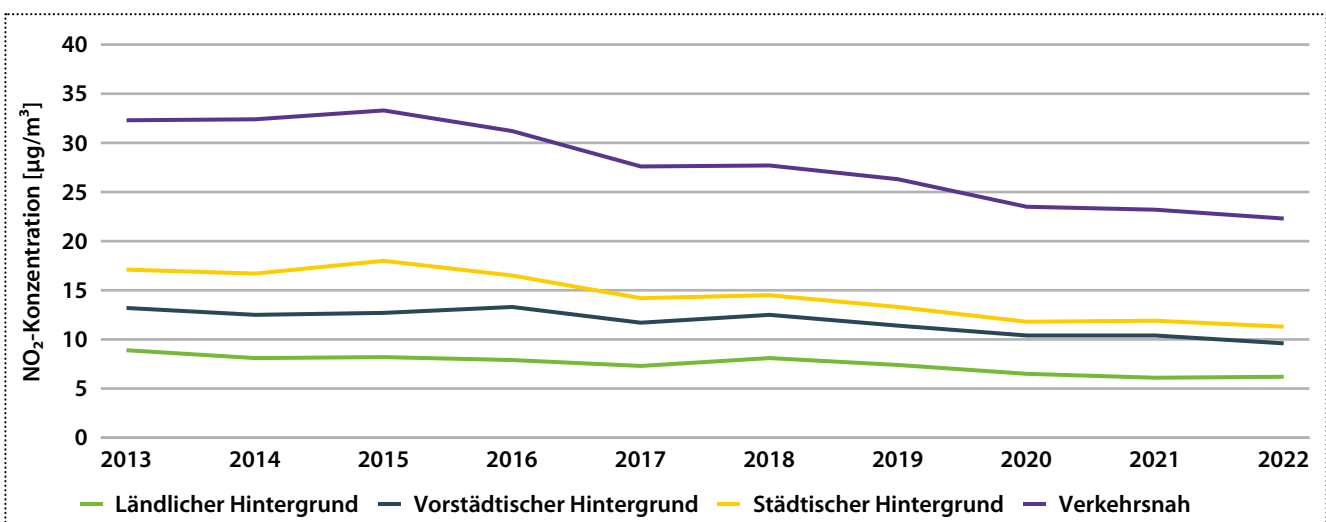


Abbildung 7: NO₂-Konzentrationsentwicklungen an verschiedenen Messstellenkategorien (mittlere Jahresmittelwerte aller Stationen des Regimes)

die durchschnittlichen Ozonkonzentrationen an den einzelnen Messstationen mit $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Blankenfelde-Mahlow und im Spreewald bis $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Potsdam und Frankfurt (Oder) auf etwas höherem Niveau als im Vorjahr (Abbildung 9).

In der 39. BImSchV ist zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Zielwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon als maximaler 8-Stunden-Mittelwert festgelegt, der an höchstens 25 Tagen im Jahr (gemittelt über drei Jahre) überschritten werden darf. Die Anzahl der Über-

schreitungstage als Mittelwerte der Jahre 2020 bis 2022 (Abbildung 10) lag zwischen 12 Tagen in Neuruppin, Brandenburg an der Havel, Spremberg, Schwedt und im Spreewald und 22 Tagen in Elsterwerda. Der Zielwert wurde im dreijährigen Mittel landesweit unterschritten. Der Informationsschwellenwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Stundenmittel wurde ebenfalls nicht erreicht.

Langfristig soll der Zielwert von maximal $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon als maximaler 8-Stunden-Mittelwert ganzjährig ohne zugelassene Über-

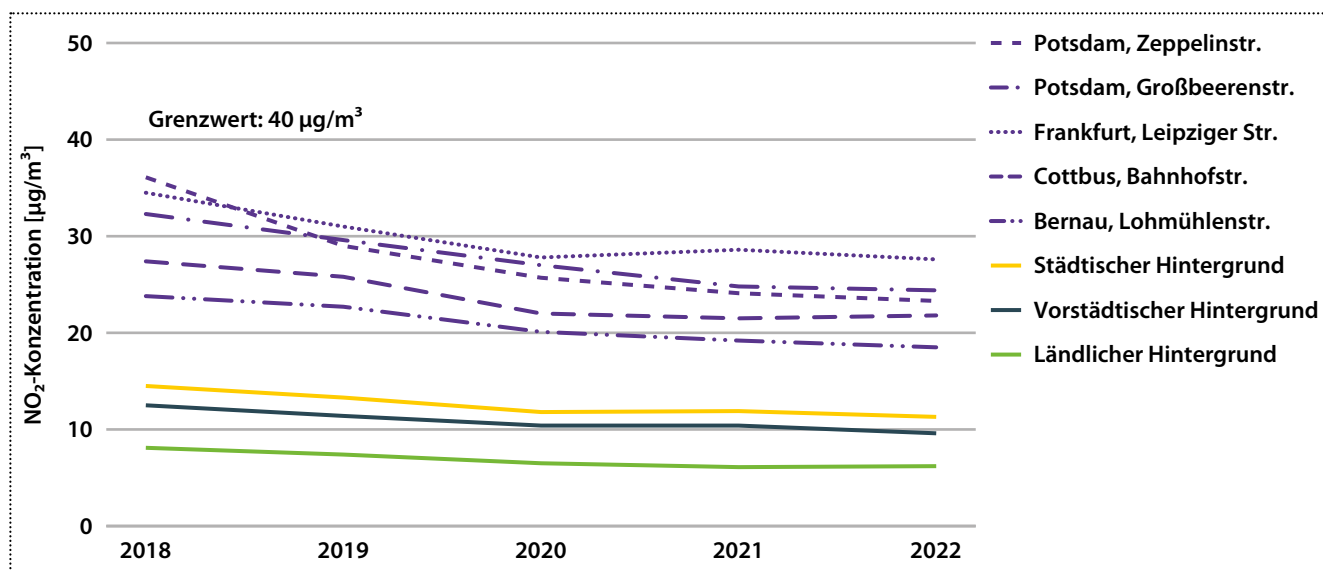


Abbildung 8: Entwicklung der NO₂-Konzentrationen an ausgewählten verkehrsbezogenen Stationen im Vergleich zu Hintergrundkonzentrationen

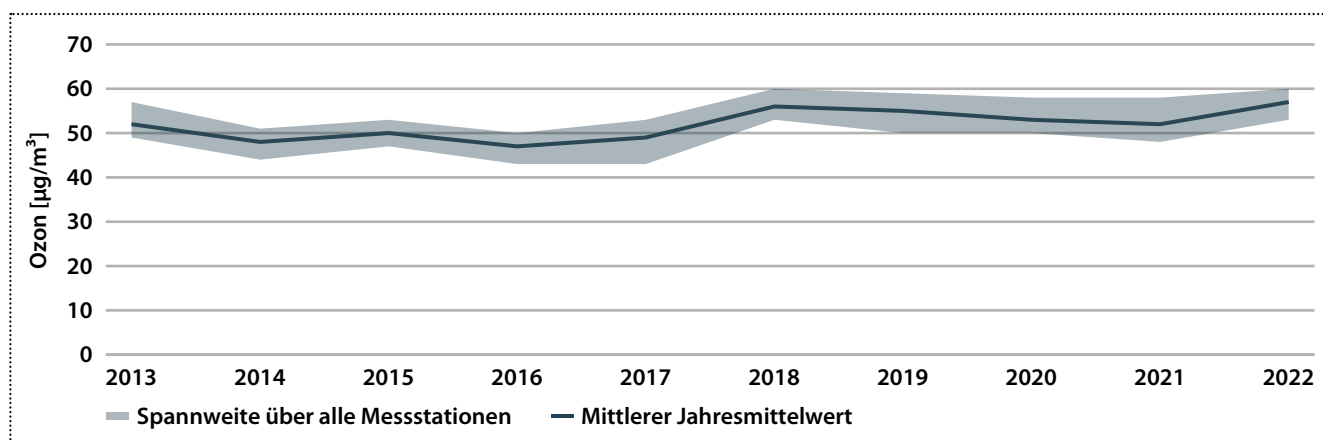


Abbildung 9: Entwicklung der landesweiten Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration

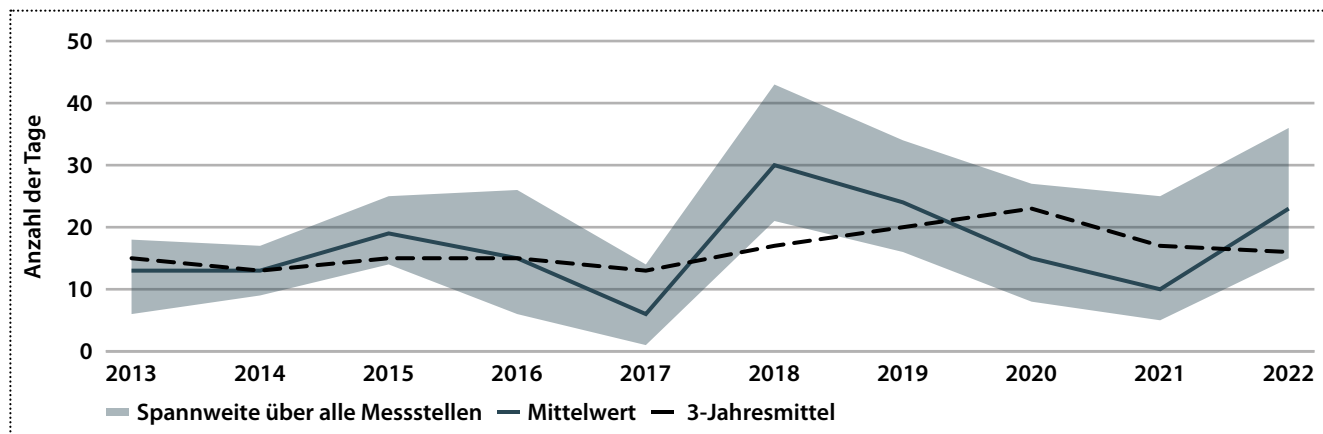


Abbildung 10: Anzahl der Tage mit Ozonkonzentrationen über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (höchster 8-Stunden-Mittelwert)

schreitung eingehalten werden. Die durch den Klimawandel zu erwartenden steigenden Jahresdurchschnittstemperaturen und das häufigere Auftreten von Trocken- und Hitzeperioden werden aber wahrscheinlich eher zu höheren durchschnittlichen Ozonkonzentrationen und mehr Tagen mit Zielwertüberschreitung führen.

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

Der AOT40 (Mittelwerte 2018–2022) lag zwischen 12.996 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ in Neuruppin und 17.691 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ in Elsterwerda (Abbildung 12). Der Zielwert der 39. BImSchV wurde im fünfjährigen Mittel damit unterschritten. Die Werte für das Einzeljahr 2022 (Abbildung 11) liegen mit 13.015 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ in Potsdam-Zentrum bis zu 24.218 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ in Luckenwalde höher als im Vorjahr. Da viele Pflanzenarten schon wesentlich geringere Ozondosen nicht vertragen und mit Wachstumsminderung und Ertragseinbußen reagieren, wurde in der EU-Luftqualitätsrichtlinie als langfristiger Zielwert ein AOT40 von 6.000 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ festgelegt.

3.4 Schwefeldioxid (SO₂)

Schwefeldioxid spielt als Luftschadstoff seit längerem nur noch eine untergeordnete Rolle hinsichtlich der Immissionsbelastung. Der Jahresmittelwert lag an sechs Messstationen im städtischen Hintergrund beziehungsweise mit Industriebezug sowie an einer ländlichen Hintergrundmessstelle wie in den Vorjahren mit $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur wenig über der Nachweisgrenze der eingesetzten Geräte (Abbildung 13). Sowohl die Maximalwerte auf Tages- ($3 - 11 \mu\text{g}/\text{m}^3$) als auch auf Stundenbasis ($17 - 47 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 vier vorstädtischen Hintergrund- und zwei verkehrsbezogenen Messstationen erfasst, sowie im ländlichen Hintergrund und an der Station Schönefeld, Flughafen. Wie in den Vorjahren wurden an allen Stationen sehr niedrige Konzentrationen gemessen, die um mehr als eine Zehnerpotenz unter dem Grenzwert der 39. BImSchV ($10 \text{ mg}/\text{m}^3$ beziehungsweise $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) lagen. Im vorstädtischen Hintergrund betrug der CO-Jahresmittelwert $0,19$ bis $0,23 \text{ mg}/\text{m}^3$ (194 bis $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$). An Verkehrsschwerpunkten wurden $0,26$ und $0,34 \text{ mg}/\text{m}^3$ (263 und $338 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ermittelt. Am Flughafen BER in Schönefeld wurden im Jahresmittel $0,22 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($217 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und im ländlichen Hintergrund (UBA-Station Neuglobsow) $0,13 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($130 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gemessen.

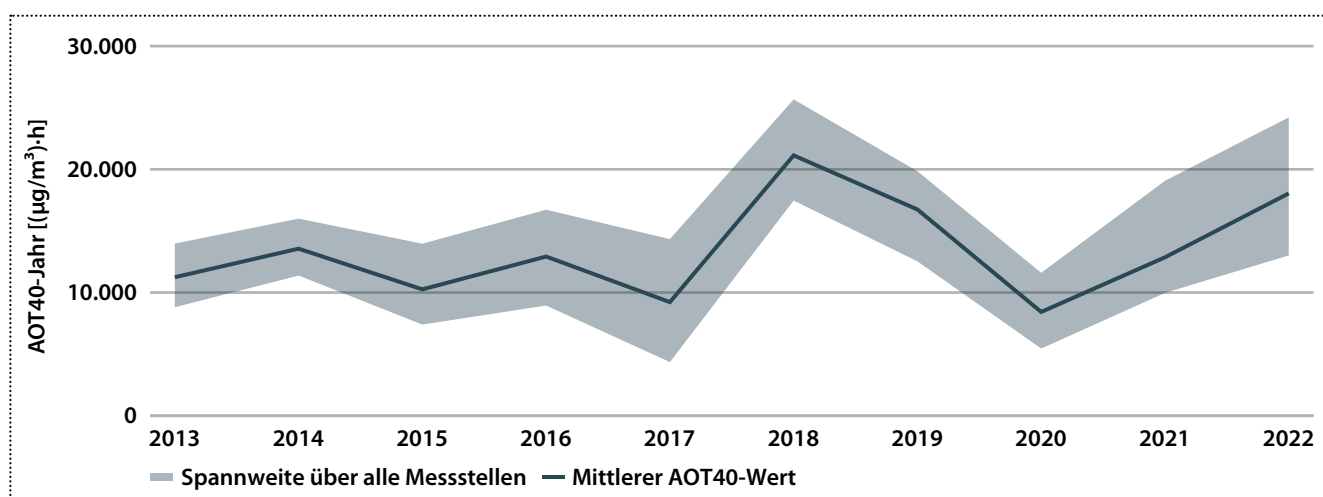


Abbildung 11: Entwicklung der AOT40-Werte, Berechnung für einzelne Jahre

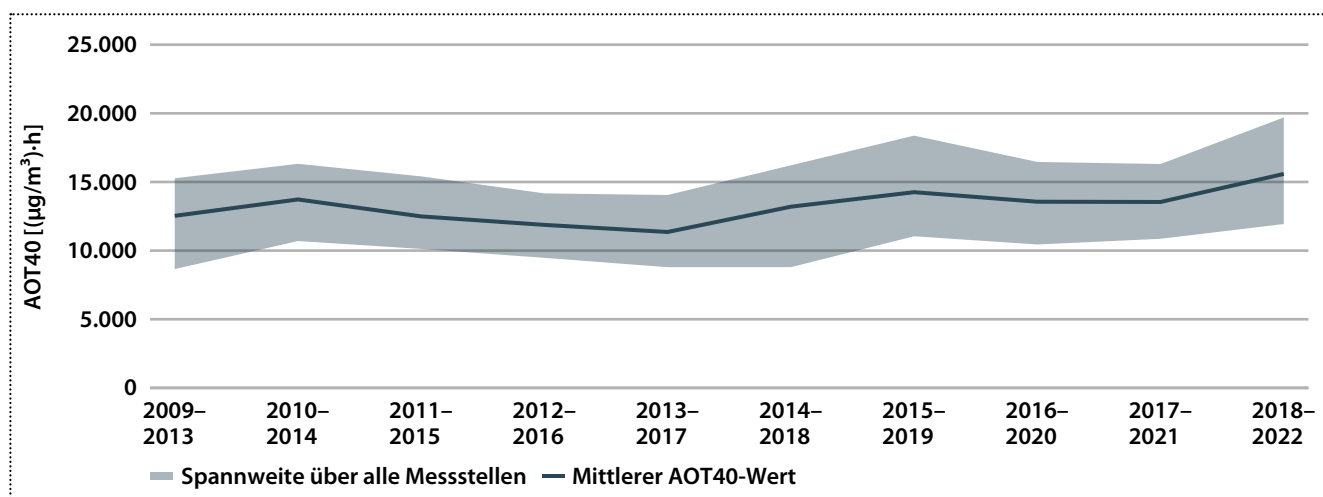


Abbildung 12: AOT40, gemittelt über 5 Jahre

3.6 Flüchtige Kohlenwasserstoffe (Benzol, VOC)

An sieben verkehrsbelasteten Standorten lagen die Jahresmittelwerte der Benzolkonzentrationen zwischen 0,7 und 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. An den städtischen Hintergrundmessstationen Blankenfelde-Mahlow und Schwedt wurden jeweils 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel gemessen. An der Flughafenstation in Schönefeld betrug die durchschnittliche Benzolkonzentration 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Grenzwert der 39. BImSchV von 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde wie in den Vorjahren sehr deutlich unterschritten (Abbildung 14).

Neben Benzol werden an diesen Messstellen routinemäßig auch Ethylbenzol, Toluol und Xylol (BTEX) erfasst. Diese aromatischen Kohlenwasserstoffe sind ebenfalls typisch für verkehrsbedingte Emissionen aus Verbrennungsmotoren, die Jahresmittelwerte lagen zwischen 0,1 und 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Grenzwerte sind für diese Substanzen allerdings nicht festgelegt.

An den Messstationen Schönefeld, Flughafen und Blankenfelde-Mahlow werden neben Benzol und BTEX regelmäßig weitere flüchtige organische Substanzen (VOC) gemessen, vor allem die für Kerosin typischen aliphatischen Kohlenwasserstoffe mittlerer Länge (Heptan bis Eicosan). An beiden Messstationen lagen die Jahresmittelwerte dieser VOC im Bereich der Nachweisgrenze oder geringfügig darüber. Die Luftqualität in der Umgebung des Flughafens wird also offensichtlich nicht durch Kerosinablässe beeinflusst.

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 drei LfU-Messstationen und am Flughafen Schönefeld die Ruß- und PAK-Konzentrationen bestimmt. An vier weiteren Messstationen wurden die Gehalte an Schwermetallen im Feinstaub ermittelt.

Antimon

Antimon wird durch den Abrieb von Kfz-Bremsbelägen freigesetzt. Die Höhe der Antimongehalte im Feinstaub ist deshalb ein Indikator für verkehrstypische Immissionen. An der verkehrsbezogenen Messstation Cottbus, Bahnhofstraße wurde ein Jahresmittelwert von 1,4 ng/m^3 in der PM₁₀-Fraktion gemessen. Ein Grenz- oder Zielwert ist für Antimon nicht festgelegt.

Arsen

Die Arsengehalte im Feinstaub sind in den letzten zehn Jahren deutlich gesunken von 2 ng/m^3 im Landesdurchschnitt im Jahr 2013 auf 0,8 ng/m^3 im Jahr 2022 (Abbildung 15). Der Zielwert der 39. BImSchV von 6 ng/m^3 wird weit unterschritten.

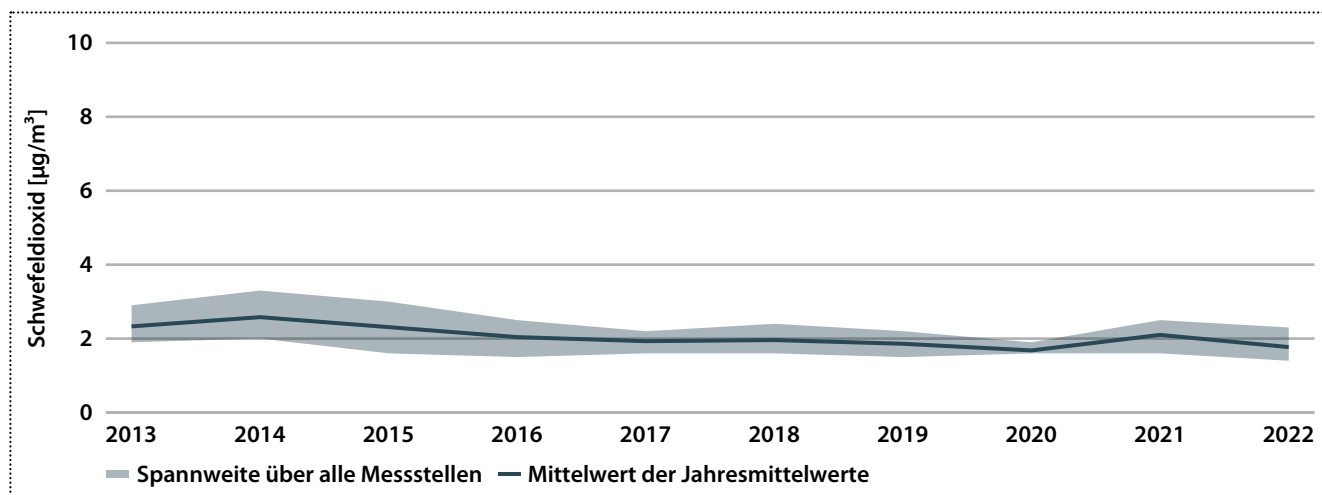


Abbildung 13: Landesweiter Jahresmittelwert der SO₂-Konzentration

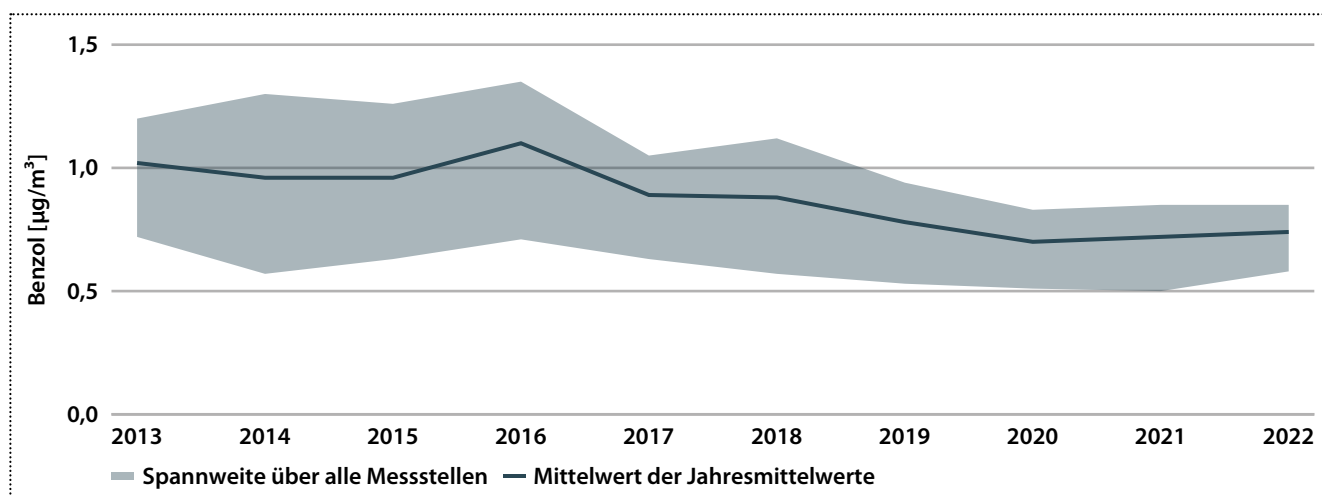


Abbildung 14: Landesweiter Jahresmittelwert der Benzolkonzentration

Barium

Auch Barium ist ein für Verkehrsemissionen typisches Metall, für das kein Grenz- oder Zielwert festgelegt ist. An der verkehrsbezogenen Messstation Cottbus, Bahnhofstraße betrug der Bariumgehalt im PM₁₀-Feinstaub 15,1 ng/m³ im Jahresmittel.

Blei

Mit 4,1 bis 5,1 ng/m³ im Jahr 2022 sind die Bleigehalte im vergangenen Jahrzehnt auf etwa die Hälfte des Wertes gesunken (2013: 9,5 ng/m³ im Landesdurchschnitt) (Abbildung 16). Der Grenzwert von 0,5 µg/m³ (= 500 ng/m³) wird etwa um das Hundertfache unterschritten.

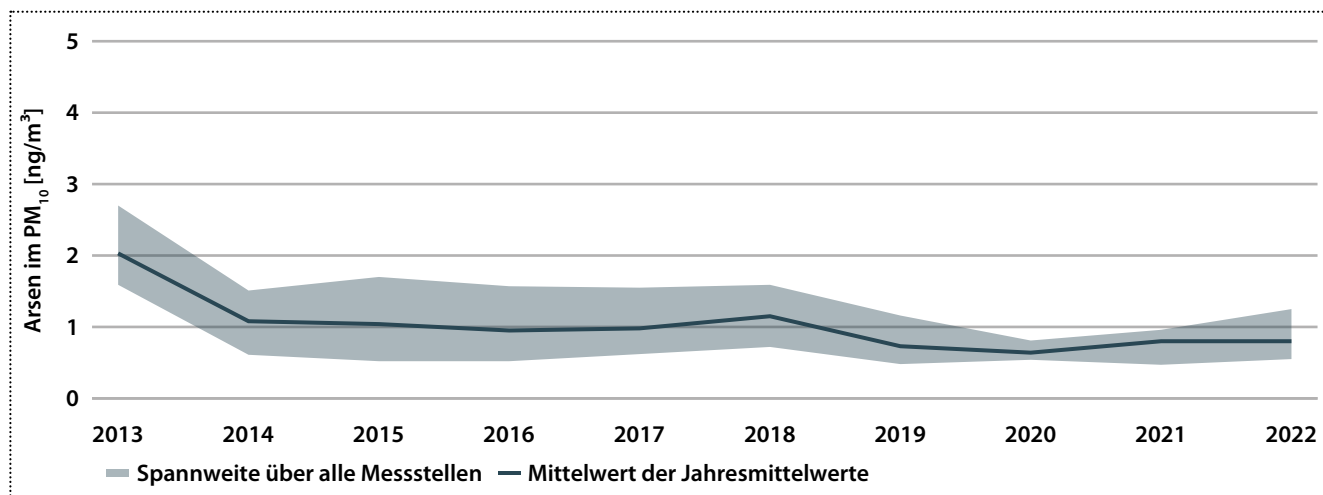


Abbildung 15: Landesweiter Jahresmittelwert des Arsengehalts im Feinstaub PM₁₀

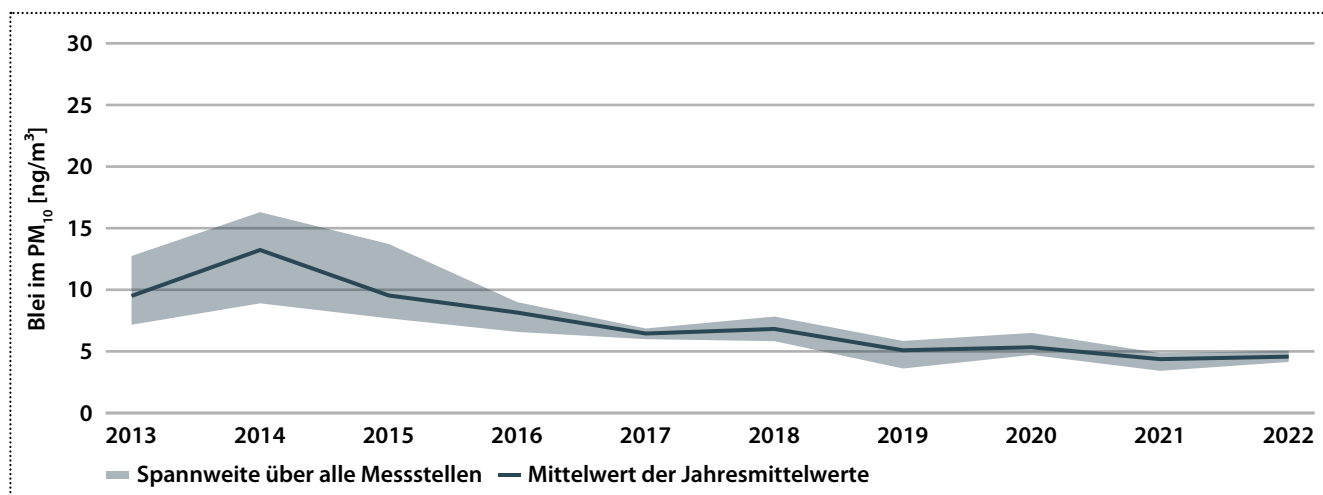


Abbildung 16: Landesweiter Jahresmittelwert des Bleigehalts im Feinstaub PM₁₀

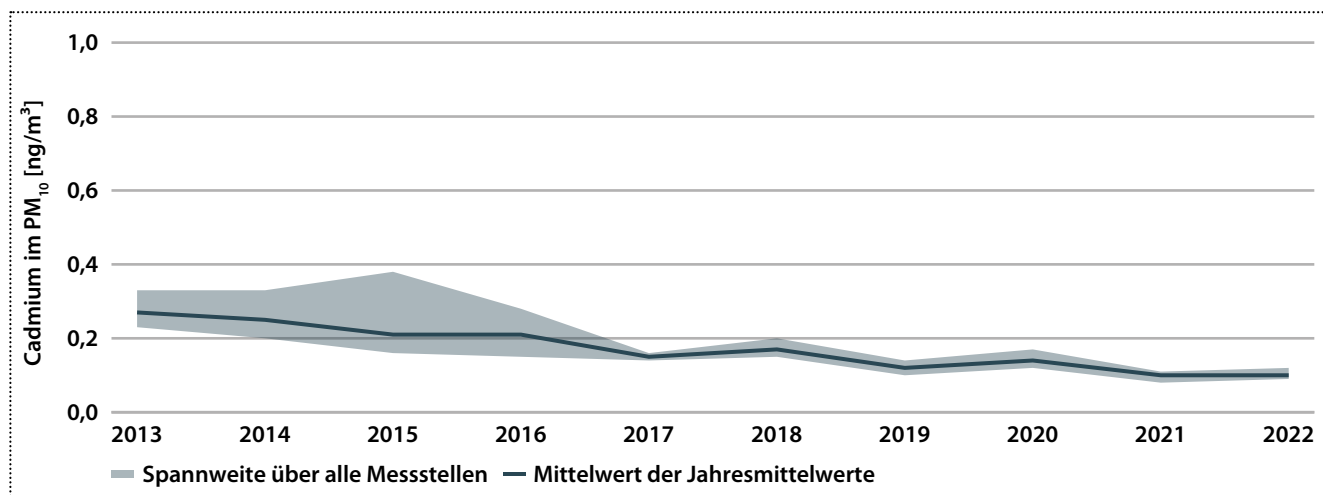


Abbildung 17: Landesweiter Jahresmittelwert des Cadmiumgehalts im Feinstaub PM₁₀

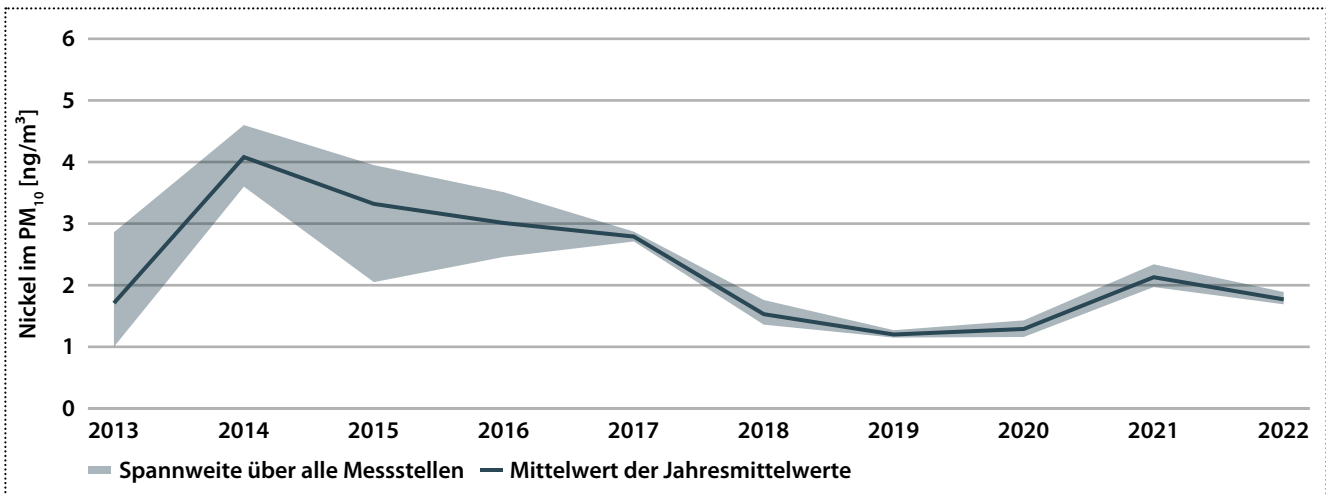


Abbildung 18: Landesweiter Jahresmittelwert des Nickelgehalts im Feinstaub PM₁₀

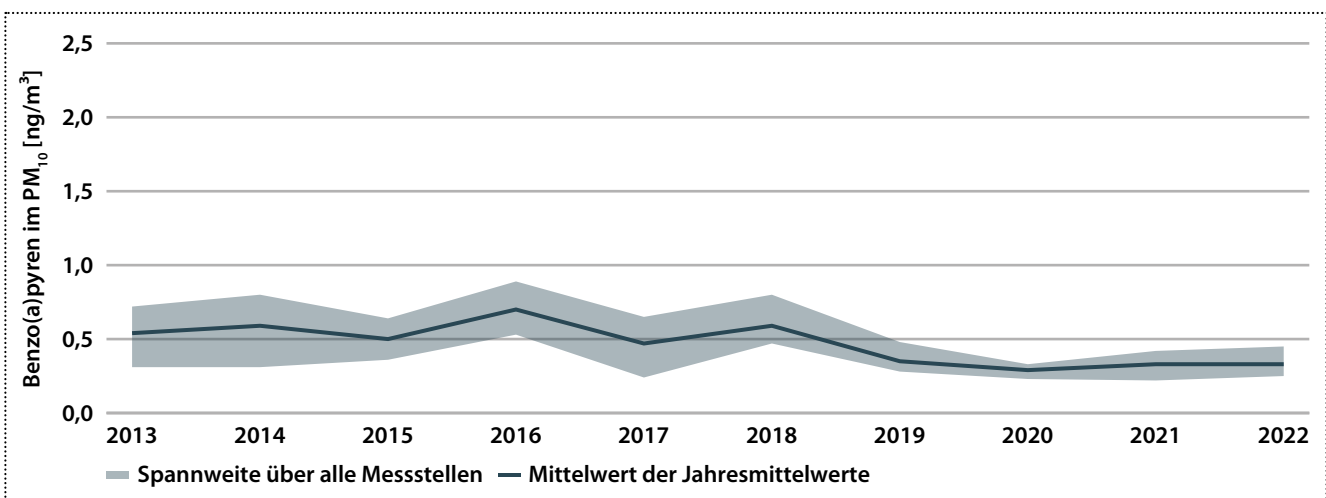


Abbildung 19: Landesweiter Jahresmittelwert des Benzo(a)pyren-Gehalts im Feinstaub PM₁₀

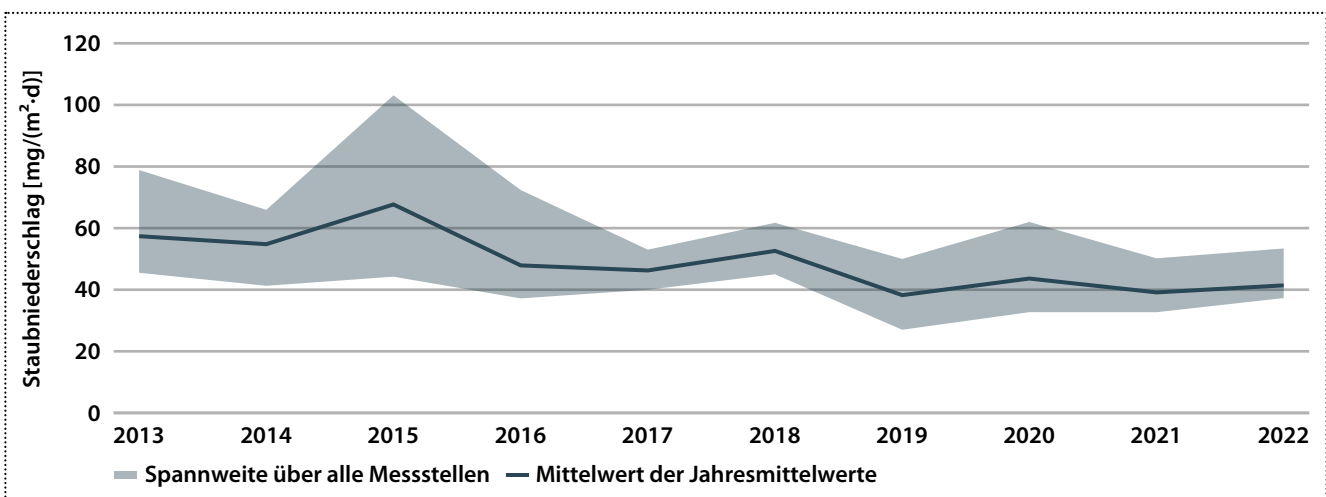


Abbildung 20: Landesweiter Jahresmittelwert des Staubniederschlags

Cadmium

Der Cadmiumgehalt des PM₁₀-Feinstaub lag mit 0,1 ng/m³ auf dem Vorjahresniveau (Abbildung 17). Der Grenzwert der 39. BImSchV von 5 ng/m³ wird deutlich unterschritten.

Nickel

Die Nickelkonzentrationen lagen mit durchschnittlich 1,8 ng/m³ niedriger als im Vorjahr und weit unter dem Grenzwert von 20 ng/m³ (Abbildung 18).

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die Jahresmittelwerte der PAK-Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) im PM₁₀-Feinstaub lagen zwischen 0,1 und 0,3 ng/m³ (Abbildung 19). Es war kein Unterschied in der Belastung zwischen dem städtischen Hintergrund und einem verkehrsbezogenen Messstandort 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 ihres geringen Durchmessers von unter einem Mikrometer dringen Rußpartikel tief in die Atemwege ein und verursachen dort Entzündungsreaktionen. Außerdem lagern sie 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 [12]. Die Rußgehalte im Feinstaub lagen mit 1,5 bis 1,8 µg/m³ etwa auf Vorjahresniveau, dabei war kein Unterschied zwischen der verkehrsbezogenen Messstation (Potsdam, Zeppelinstraße) und dem städtischen Hintergrund (Schwedt, Blankenfelde-Mahlow) festzustellen. Der niedrigste Rußgehalt im Feinstaub wurde mit 1,2 µg/m³ an der Flughafen-Station in Schönefeld gemessen.

3.7.2 Staubbiederschlag und atmosphärische Deposition

Die Staubbiederschlagswerte lagen mit 37 bis 53 mg/(m²·d) an 19 Messstationen und 39 mg/(m²·d) im Landesdurchschnitt etwa auf Vorjahresniveau (Abbildung 20). Zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen ist der Staubbiederschlag im Zusammenhang mit der Genehmigung und dem Betrieb von Anlagen geregelt. Der Immissionswert der hierbei einschlägigen TA Luft [13] von 350 mg/(m²·d) wird bei den LfU-Hintergrundmessungen entsprechend 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 von 4 µg/(m²·d) für Arsen, 100 µg/(m²·d) für Blei, 2 µg/(m²·d) für Cadmium und 15 µg/(m²·d) für Nickel festgelegt [13].

Die Depositionswerte der TA Luft für Schwermetalle werden wie in den Vorjahren deutlich unterschritten. Die Gehalte im Staub lagen für Arsen zwischen 0,2 und 2,1 µg/(m²·d), für Blei bei 0,7 bis 2,7 µg/(m²·d), für Cadmium zwischen 0,02 und 0,07 µg/(m²·d) und für Nickel zwischen 0,5 und 2,1 µg/(m²·d).

An drei Standorten werden die PAK-Einträge über die atmosphärische Deposition mittels Bulk-Sammlern gemessen (VDI 4320 Blatt 4 [14]). Hier werden sowohl die trockene Deposition als auch die Einträge über den Niederschlag (nasse Deposition) erfasst.

Die Benzo(a)pyren-Gehalte lagen mit 18,2 ng/(m²·d) an den Stationen Cottbus, Meisenweg und 25,8 ng/(m²·d) in Potsdam-Zentrum (städtischer Hintergrund) sowie in Hasenholz (Buckow) (ländlicher Hintergrund) mit 15,6 ng/(m²·d) etwa auf Vorjahresniveau.

Für Benzo(a)pyren als PAK-Leitsubstanz wird in Expertenkreisen ein Beurteilungswert von 0,5 µg/(m²·d) (= 500 ng/(m²·d)) vorgeschlagen.

Die Gesamtgehalte aller sieben PAK-Substanzen lagen mit 91,2 bis 159,5 ng/(m²·d) niedriger als im Vorjahr.

3.8 Messung Ultrafeiner Partikel

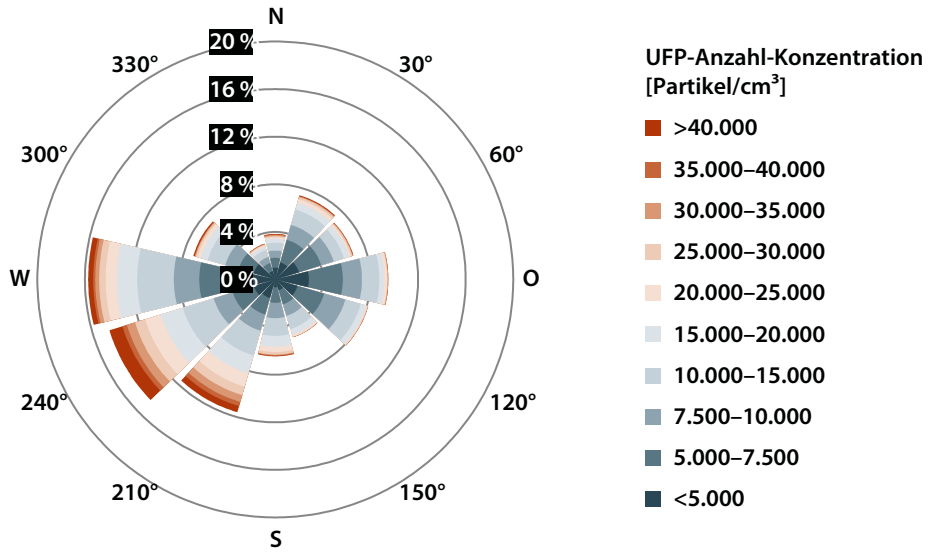
Neben Feinstaub der Korngrößen PM₁₀ und PM_{2,5} sind vermehrt Ultrafeine Partikel (UFP) im Fokus der Diskussion über Luftschadstoffe. Unter Ultrafeinen Partikeln versteht man Schwebeteilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von bis zu 0,1 µm (= 100 nm). Das ist höchstens ein Hundertstel der Größe von PM₁₀. 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. Zusätzlich können auf der UFP-Oberfläche angelagerte Schadstoffe wie zum Beispiel Benzol oder PAK auf diesem Weg im gesamten Körper verteilt werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand bestehen Zusammenhänge zwischen der UFP-Exposition und Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie eventuell auch Diabetes. Allerdings reicht nach Einschätzung der WHO die Datenlage noch nicht zur Ableitung von Richt- oder Grenzwerten aus [15]. Daher gibt es bisher keine gesetzliche Verpflichtung, die Ultrafeinen Partikel in der Umgebungsluft zu messen.

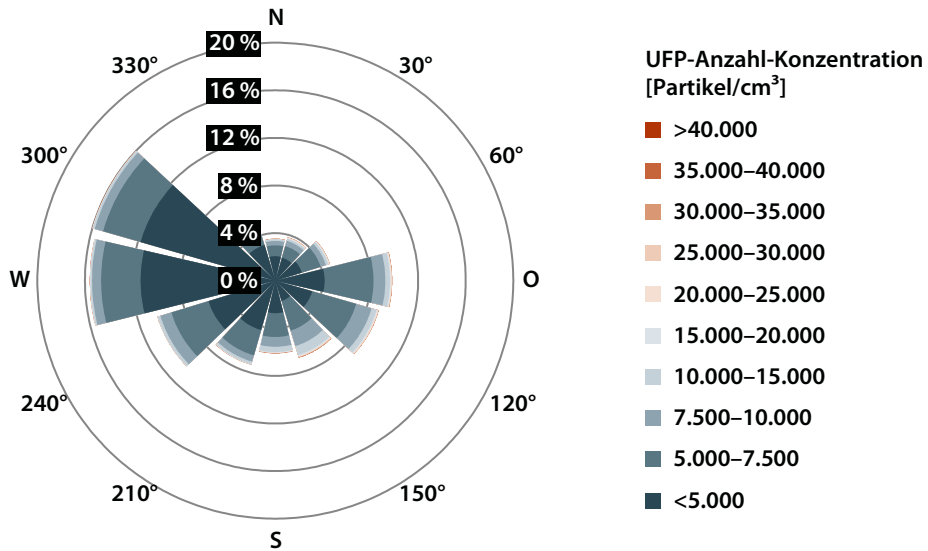
Im Gegensatz zu den Feinstaubfraktionen PM₁₀ und PM_{2,5}, die als Masse pro Volumeneinheit (µg/m³) angegeben werden, werden die UFP als Anzahl der Partikel pro Kubikzentimeter Luft (Partikelanzahlkonzentration) erfasst. In den vergangenen Jahren gab es große Fortschritte in der UFP-Immissionsmesstechnik, die sich unter anderem in den erarbeiteten Standards der Richtlinien VDI 3867 Blatt 2 [16], VDI 3867 Blatt 3 [17] und DIN CEN/TS 16976 [18] niederschlägt. Ein Referenzmessverfahren wie bei den gesetzlich geregelten Luftschadstoffen gibt es allerdings noch nicht.

Die im Jahr 2019 begonnenen kontinuierlichen Messungen der Partikelanzahlkonzentrationen haben wir im Jahr 2022 an den Stationen Cottbus und Blankenfelde-Mahlow fortgesetzt, ebenso die Betreibergesellschaft des Flughafens Berlin-Brandenburg an Ihrer Vorfeldmessstation. Auch führten wir die 2021 begonnenen UFP-Messungen im Spreewald im ländlichen Hintergrund fort. Eine weitere UFP-Messstelle wurde 2022 in Wildau in Betrieb genommen. Die Jahresmittelwerte der Partikelanzahlkonzentrationen an den Stationen vom Typ städtischer Hintergrund lagen mit 5.229 P/cm³ in Cottbus und 7.426 P/cm³ in Blankenfelde-Mahlow etwas höher als im Vorjahr, die Messwerte in Wildau entsprachen mit 5.874 P/cm³ ebenfalls der für den städtischen Hintergrund typischen Belastung. Am Flughafen BER lag die UFP-Anzahlkonzentration mit 11.873 P/cm³ im Durchschnitt etwa doppelt so hoch wie im städtischen Hintergrund, aber unter dem Vorjahresniveau. Deutlich niedriger lag die mittlere UFP-Anzahlkonzentration im Spreewald mit 3.785 P/cm³.

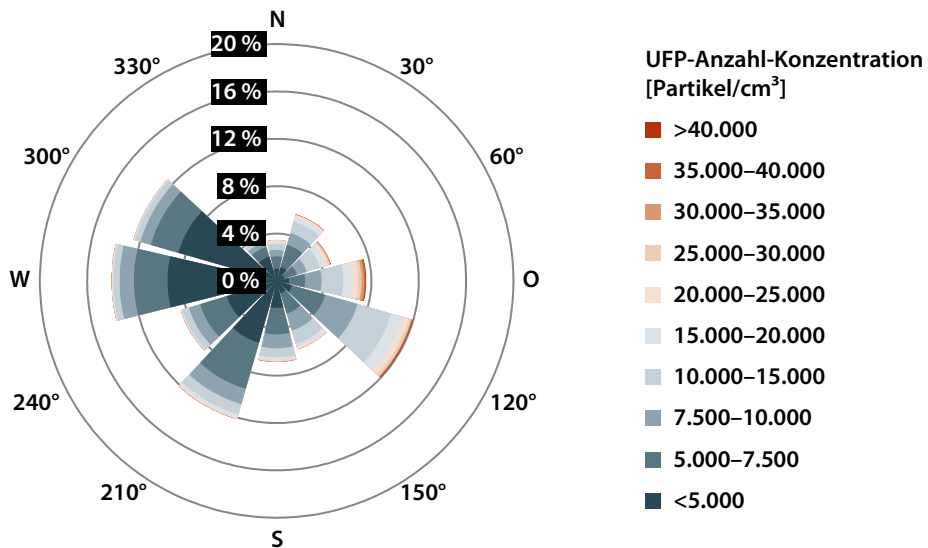
Schönefeld, Flughafen



Cottbus



Blankenfelde-Mahlow



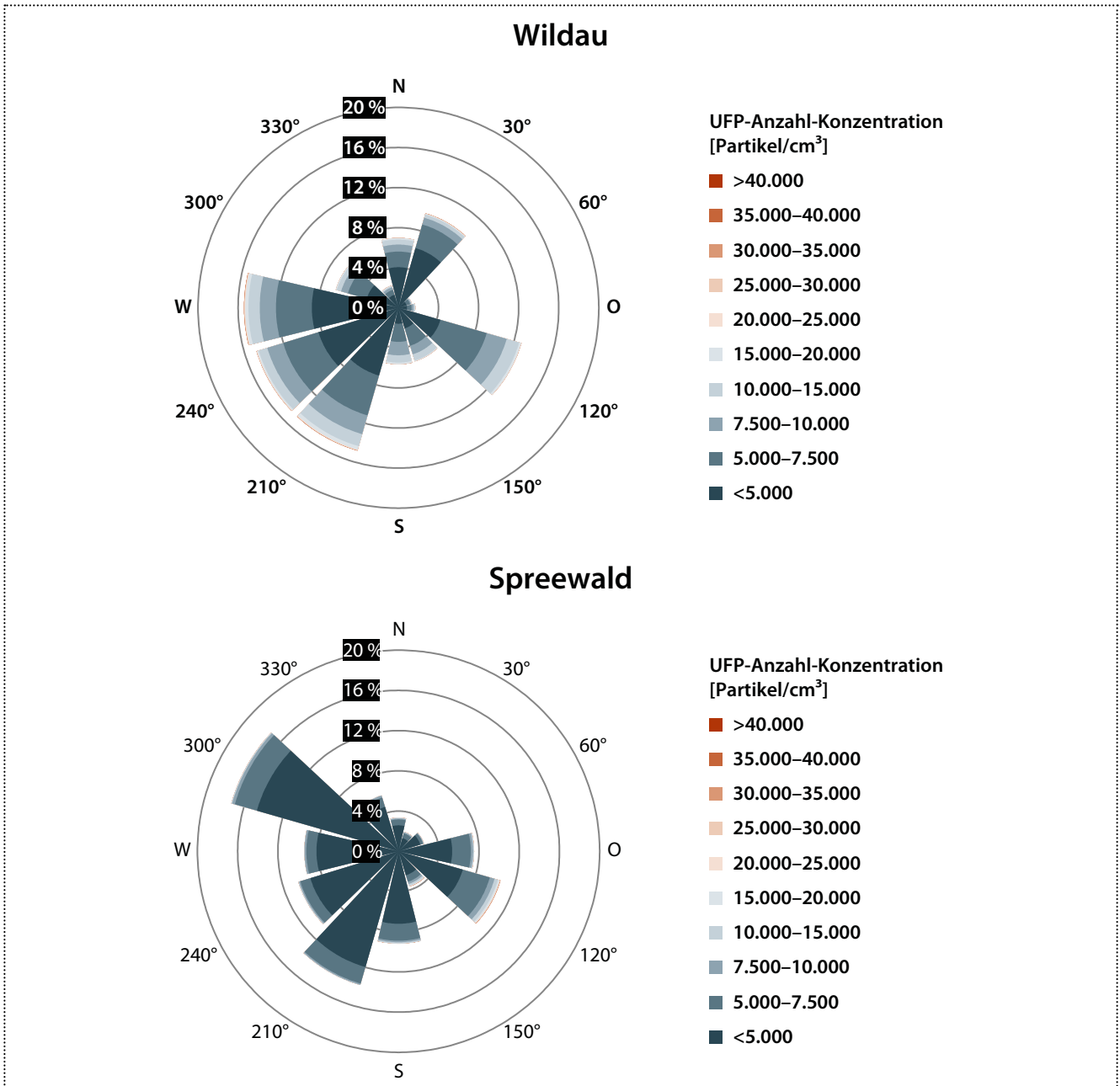


Abbildung 21: Partikelanzahlkonzentrationen in Abhängigkeit von der Windrichtung

Die Luftgütemessstation Schönefeld, Flughafen 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 südwestlichen und westlichen Richtungen als bei Ost-, Süd- oder Nordwind (Abbildung 21) zeigt. An den Messstationen Cottbus, Wildau und Spreewald ist kein solch ausgeprägter Zusammenhang zwischen Windrichtung und Anzahl der Ultrafeinen Partikel zu erkennen. An der westlich des Flughafens in der Einflugschneise gelegenen Station Blankenfelde-Mahlow fallen höhere UFP-Anzahlkonzentrationen bei östlicher und südöstlicher Windrichtung auf. Dies deutet auf einen Einfluss des Flughafens auf die Immissionssituation hin.

Die Abbildungen 22 und 23 zeigen alle Einzelwerte (Halbstundenmittelwerte) der UFP-Messungen 2022. Deutlich hervor sticht auch hier das Immissionsmuster an der Flughafen-Station Schönefeld mit einer sehr breiten Streuung der Messwerte. Die Partikelanzahlkonzentrationen reichen von einigen hundert bis zu fast 140.000 UFP/cm³. Diese korrespondiert mit den oben

gezeigten hohen Konzentrationen aus den Windrichtungen des Abfertigungs- und Vorfeldbetriebs. An den Vergleichsstandorten ist die Streuung deutlich geringer. An der Station Blankenfelde-Mahlow, die in der Einflugschneise liegt, ist mit etlichen Messwerten im Bereich über 40.000 bis 74.000 UFP/cm³ noch ein gewisser Einfluss des Flughafens zu erkennen. In Wildau wurden Partikelanzahlkonzentrationen von größtenteils bis maximal 20.000 UFP/cm³ gemessen, nur einzelne Messwerte liegen über 40.000 UFP/cm³. Der überwiegende Anteil der Partikelanzahlkonzentrationen liegt an allen drei Stationen im vierstelligen Bereich.

Auch in Cottbus liegen die Partikelanzahlkonzentrationen im städtischen Hintergrund auf ähnlichem Niveau wie in Wildau (Abbildung 23). Die im ländlichen Hintergrund gelegene Station Spreewald weist gegenüber dem städtischen Hintergrund ein niedrigeres Immissionslevel der Ultrafeinen Partikel auf. Auffallend ist an den Stationen Cottbus und Spreewald die breitere Streuung der Messwerte in den Sommermonaten. Möglicherweise führte hier die anhaltende Trockenheit zeitweise zu höheren UFP-Konzentrationen.

Der Vergleich der mittleren Wochengänge und Tagesgänge der UFP-Konzentrationen zeigt den Unterschied im Konzentrationsniveau zwischen der Station am Flughafen, den Hintergrundmessstationen Cottbus, Wildau und Blankenfelde-Mahlow sowie dem ländlichen Hintergrund in Spreewald (Abbildung 24, oben). Am Flughafen zeichnet sich ein deutlicher Tagesgang der UFP-Anzahlkonzentrationen ab. 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 zum Flughafen nicht so stark ausgeprägt wie an Werktagen. Auch an der in der Einflugschneise liegenden Station Blankenfelde-Mahlow ist dieser Tages-

und Wochengang erkennbar, wenn auch wesentlich geringer ausgeprägt als am Flughafen. Die Stationen Wildau und Cottbus weisen nur schwach ausgeprägte tageszeitliche Unterschiede der Partikelanzahlkonzentrationen auf, zumindest in Wildau ist mit etwas höheren Werten morgens und abends offensichtlich ein Verkehrseinfluss erkennbar. Im ländlichen Hintergrund im Spreewald liegen die UFP-Konzentrationen durchgehend auf gleichbleibend niedrigen Niveau.

Im Vergleich dazu unterscheiden sich die $PM_{2,5}$ -Konzentrationen an den fünf Messstationen verhältnismäßig wenig (Abbildung 24 unten). Die Kurven verlaufen nahezu parallel auf leicht unterschiedlichem Niveau ohne stark ausgeprägte Schwankungen im Tages- und Wochenverlauf.

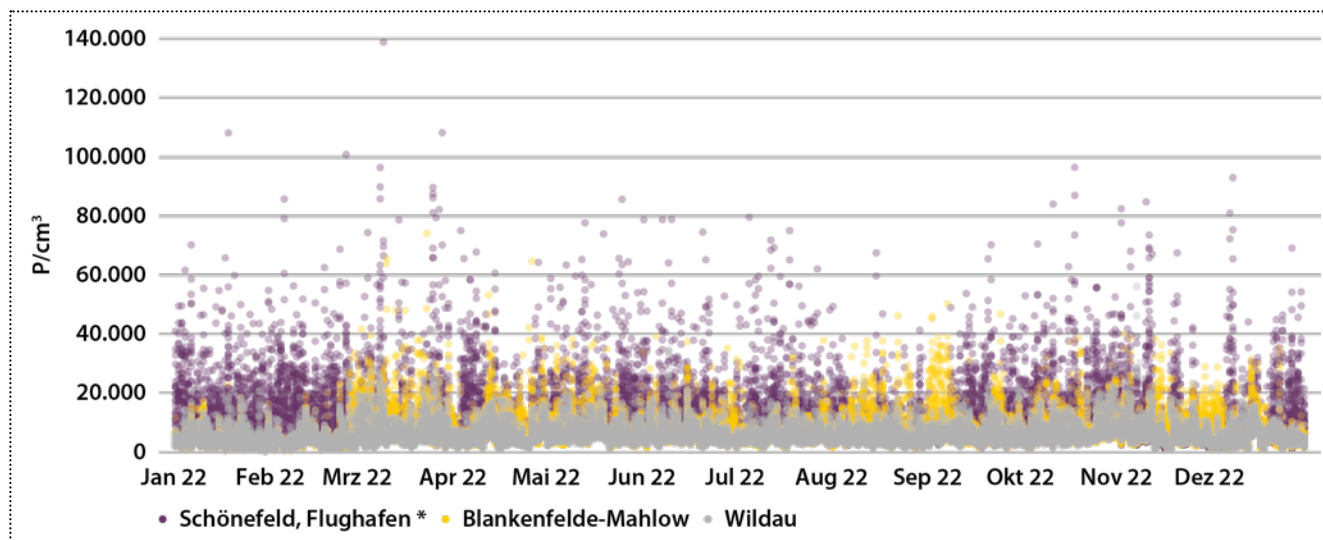


Abbildung 22: Datensatz der UFP-Partikelanzahlkonzentrationen im Jahresverlauf an den Messstationen Schönefeld, Flughafen sowie in Blankenfelde-Mahlow und in Wildau (Halbstundenmittelwerte)

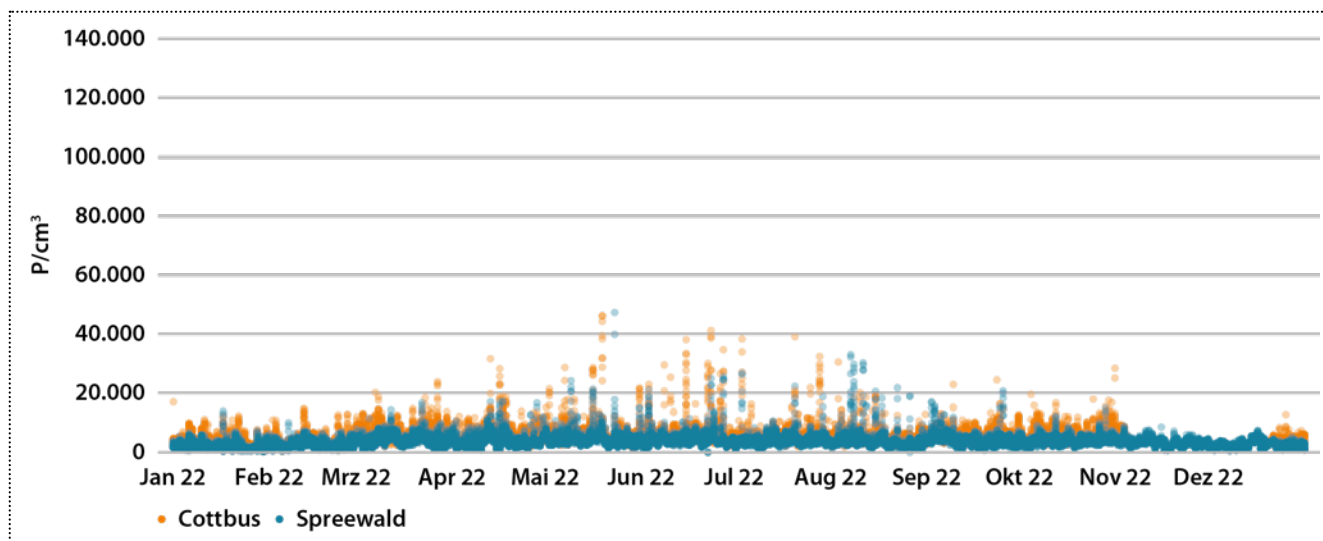


Abbildung 23: Datensatz der UFP-Partikelanzahlkonzentrationen im Jahresverlauf an den Messstationen in Cottbus und im Spreewald (Halbstundenmittelwerte)

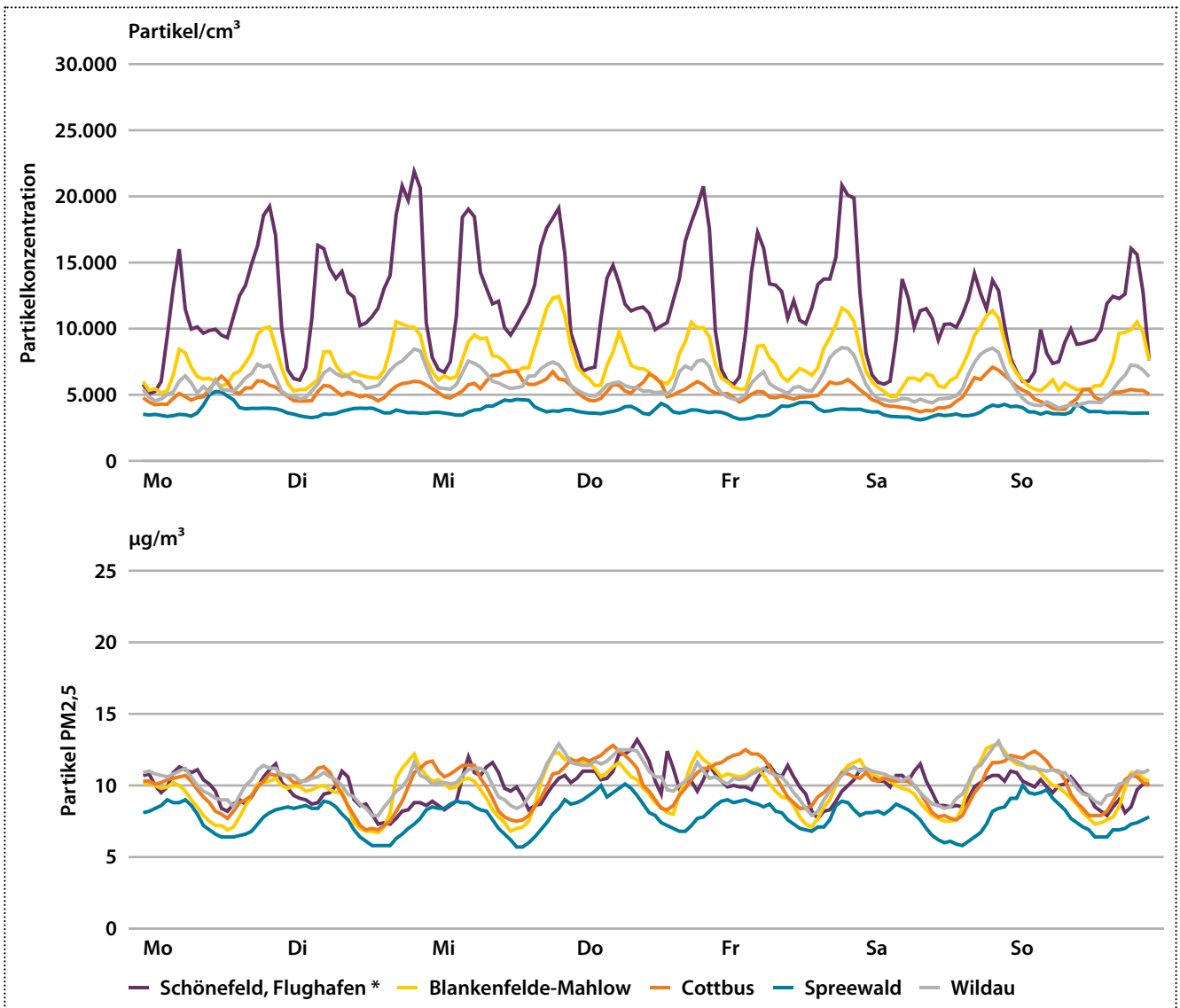


Abbildung 24: Mittlerer Wochengang UFP und PM_{2,5} im Zeitraum vom 1.1.2022 bis 31.12.2022

4 Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe

4.1 Emissionen PRTR-pflichtiger Betriebe

Nach der E-PRTR-Verordnung EG 166/2006 vom 18. Januar 2006 [19] (*Pollutant Release and Transfer Register*, deutsch: Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister) und dem Gesetz zur Ausführung des PRTR vom 6. Juni 2007 [20] sind Betriebe, in denen PRTR-Tätigkeiten durchgeführt werden und die Emissionen oberhalb festgelegter Schwellenwerte verursachen, zu einer jährlichen Berichterstattung verpflichtet (Tabelle 4). 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 insgesamt stellen.

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 [21] wurden in Deutschland zwölf Kernkraftwerke stillgelegt, davon sechs bereits im August 2011. Zum Ausgleich der weggefallenen Leistung erhöhten die Kohlekraftwerke in Brandenburg sowohl die Einsatzzeiten unter Volllastbetrieb als auch die produzierte Strommenge. Dies führte zu einem vorübergehenden leichten Anstieg der SO₂-Gesamtemissionen in den Jahren 2012 und 2013. Von 2014 bis 2020 war wieder ein Rückgang der SO₂-Emissionen zu verzeichnen. Im Jahr 2021 lagen die SO₂- und auch die NO_x-Emissionen etwas höher als in den Vorjahren. Während bei den SO₂-Emissionen 2022 eine deutliche Abnahme zu verzeichnen war, lagen die NO_x-Emissionen wieder über dem Vorjahreswert. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Daten für das Jahr 2022 vorläufig und noch mit größeren Unsicherheiten behaftet sind. Aufgrund technischer Umstellungen beim Dateneingang konnten die PRTR-Daten erst verspätet von den Betrieben gemeldet werden und die anschließende Plausibilisierung durch die Behörde starten.

Tabelle 4: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe (kt/a)

Schadstoff	SO ₂	NO _x	NH ₃	NM VOC	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	1,5	5,0	1,2
2021	23,3	25,4	1,4	3,6	1,2
2022*	17,8	29,3	1,2	4,7	1,2
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

Schadstoff	SO ₂	NO _x	NH ₃	NMVOC	PM ₁₀
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	9
2021	12	24	59	5	9
2022*	8	25	47	5	9

* vorläufige Daten

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 Kraftfahrzeuge (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 bis 2017 an. Danach stagnierten die Fahrleistungen bis zum Jahr 2019. Im Jahr 2020 war pandemiebedingt ein Einbruch der Fahrleistungen vor allem beim Personenverkehr um 10 % zu verzeichnen. Dieser Einbruch wurde in den Jahren 2021 und 2022 mit einer Erhöhung der Fahrleistung um 2 % beziehungsweise 3 % im Vergleich zum Vorjahr wieder leicht ausgeglichen, liegt aber mit rund -3 % noch unter dem Jahr 2019.

Der konjunkturbedingte Trend steigender Fahrleistungen gerade des Schwerverkehrs auf den Bundesautobahnen schwächte sich ab 2018 ab und war in 2019 teilweise rückläufig. In 2020 sank pandemiebedingt die Fahrleistung des Lastkraftwagen-Verkehrs (Lkw) geringfügig um 1 % ab. Während die Fahrleistung des

Schwerverkehrs 2021 erstmals wieder stark um 4 % gegenüber dem Vorjahr anstieg, verringerte sich der Schwerverkehr 2022 wieder deutlich um 3 % zum Vorjahr und befindet sich jetzt auf dem Niveau des Jahres 2017.

Die Anzahl der zugelassenen Kfz nahm von 2016 bis 2020 jährlich zwischen 1,4 bis 1,8 % zu [22]. Bei den Personenkraftwagen (Pkw) waren diese Zuwachsraten mit maximal 1,3 % im gleichen Zeitraum etwas geringer. Dieser Trend setzte sich 2021 bei Pkw etwas gebremster mit 1 % zum Vorjahr fort. 2022 betrug die Zunahme nur 0,2 %. Der Bestand der Diesel-Pkw an allen Pkw erhöhte sich bis 2017 auf 28 %. Danach stagnierte dieser Anteil und ist 2022 erstmals rückläufig. Bei den Lkw nahmen die Bestandszahlen von 2016 bis 2022 weiter zu, wobei eine stärkere Zunahme der Anteile leichter Nutzfahrzeuge (< 3,5 t) gegenüber dem Schwerverkehr (≥ 3,5 t) festgestellt wurde.

Der Motorisierungsgrad lag 2022 bei 739 Kfz pro 1.000 Einwohner (EW) beziehungsweise 586 Pkw pro 1.000 Einwohner.

Infolge der weiter verschärften Abgasgesetzgebung wurden ab dem Jahr 2015 die Kfz nach der Abgasnorm Euro 6 zugelassen. Zum 01.01.2023 waren nach der schärferen Abgasnorm Euro 6d-TEMP beziehungsweise Euro 6d schon 200.000 Otto-Pkw sowie

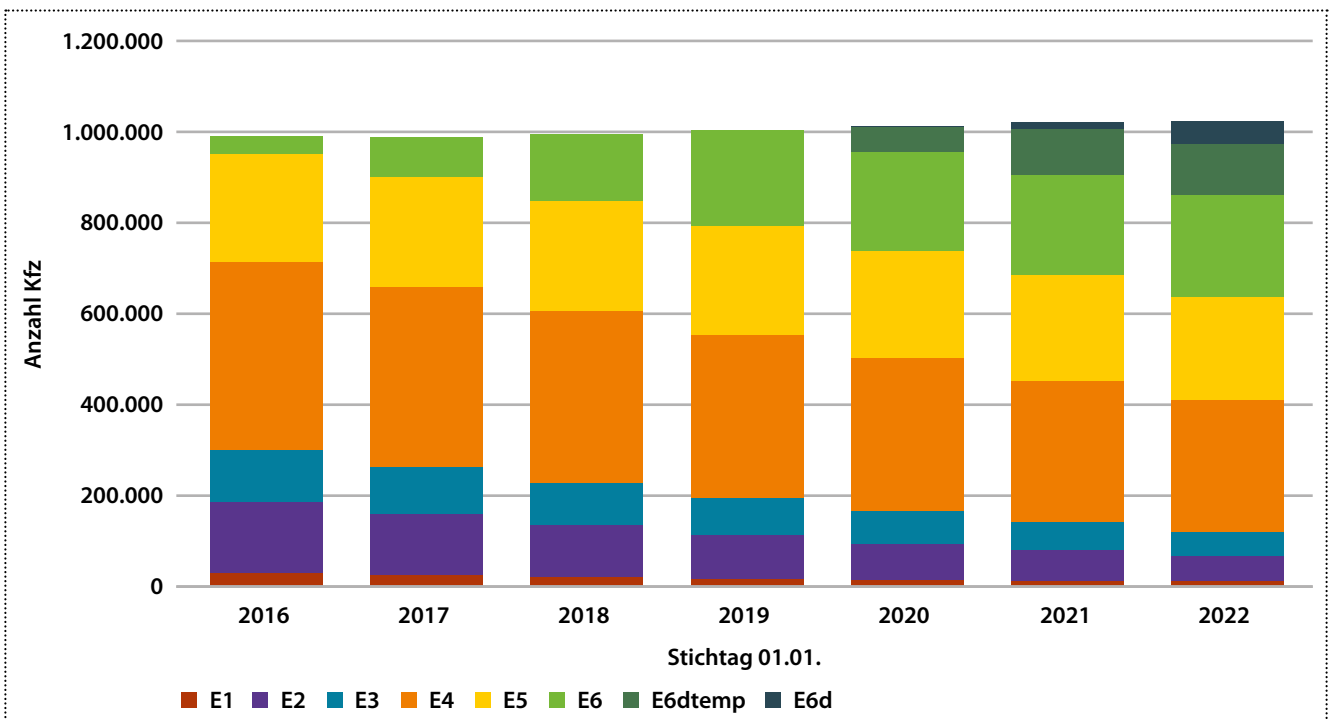


Abbildung 25: Differenzierung des Otto-Pkw-Bestandes nach Abgasminderungsklassen im Land Brandenburg

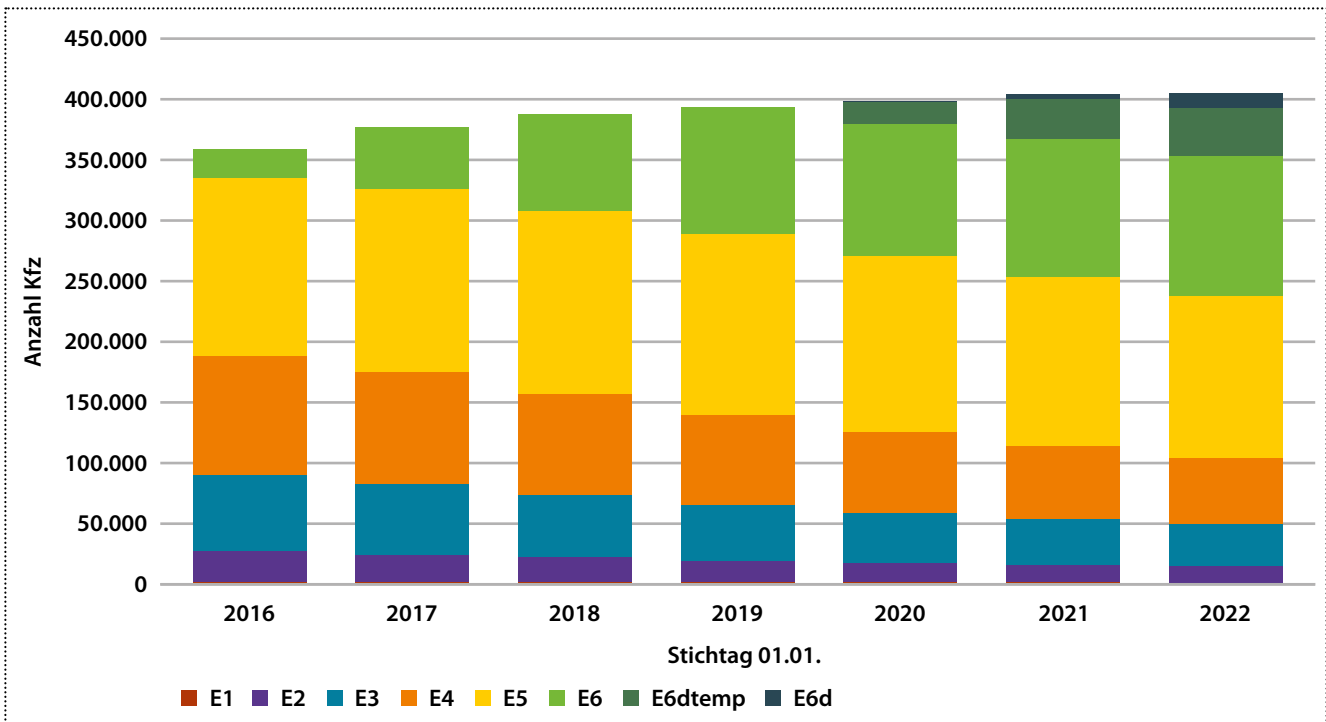


Abbildung 26: Differenzierung des Diesel-Pkw-Bestandes nach Abgasminderungsklassen im Land Brandenburg

60.000 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 rund 28 %. Da Diesel-Pkw höhere Fahrleistungen aufweisen als Pkw mit Otto-Motor, gehen wir davon aus, dass aktuell weiterhin 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 [23]. Bei den Pkw – bezogen auf alle Fahrzeuge der jeweiligen Kfz-Klasse – fand eine Erhöhung im Vergleich zum Vorjahr 2021 (4,6 %) auf 6 % statt. Der Bestand von Pkw mit Hybrid- oder reinem Elektroantrieb verdoppelte sich im Jahr 2022 gegenüber dem Vorjahr erneut. Dieser Bestandsanteil an allen Pkw betrug zum 01.01.2023 5,2 %.

Tabelle 5: Kfz-Bestand im Land Brandenburg nach Kraftstoffarten zum 01.01.2023 (Kraftfahrt-Bundesamt)

	Krad	Pkw	Bus	Lkw gesamt	Lkw nach zul. Nutzlast in kg		Zugmaschinen		übrige Kfz	Kfz
					bis 1.999	>2.000	Acker- schlepper	Sattelzug		
Benzin	152.685	978.987	7	8.011	7.901	107	7.442	1	577	1.147.710
Diesel	112	401.948	2.408	145.028	127.883	17.055	41.451	7.482	13.635	612.064
Flüssiggas (einschließlich bivalent)	4	10.978	21	1.303	1.299	3	1	0	26	12.333
Erdgas (einschließlich bivalent)	2	2.789	0	632	578	54	0	168	7	0
Elektro	1.175	19.951	25	744	733	11	28	0	10	21.933
Hybrid	11	57.188	100	75	73	2	2	0	10	57.386
darunter Plug-in	0	17.267	0	5	5	0	0	0	1	17.273
sonstige	51	484	2	27	16	11	58	14	6	642
Summe	154.040	1.472.325	2.563	155.820	138.483	17.243	48.982	7.665	14.271	1.855.666
Anteil alternativer Antriebe	0,8 %	6,0 %	5,8 %	1,4 %	2,6 %	0,5 %	0,2 %	0,2 %	0,4 %	5,0 %

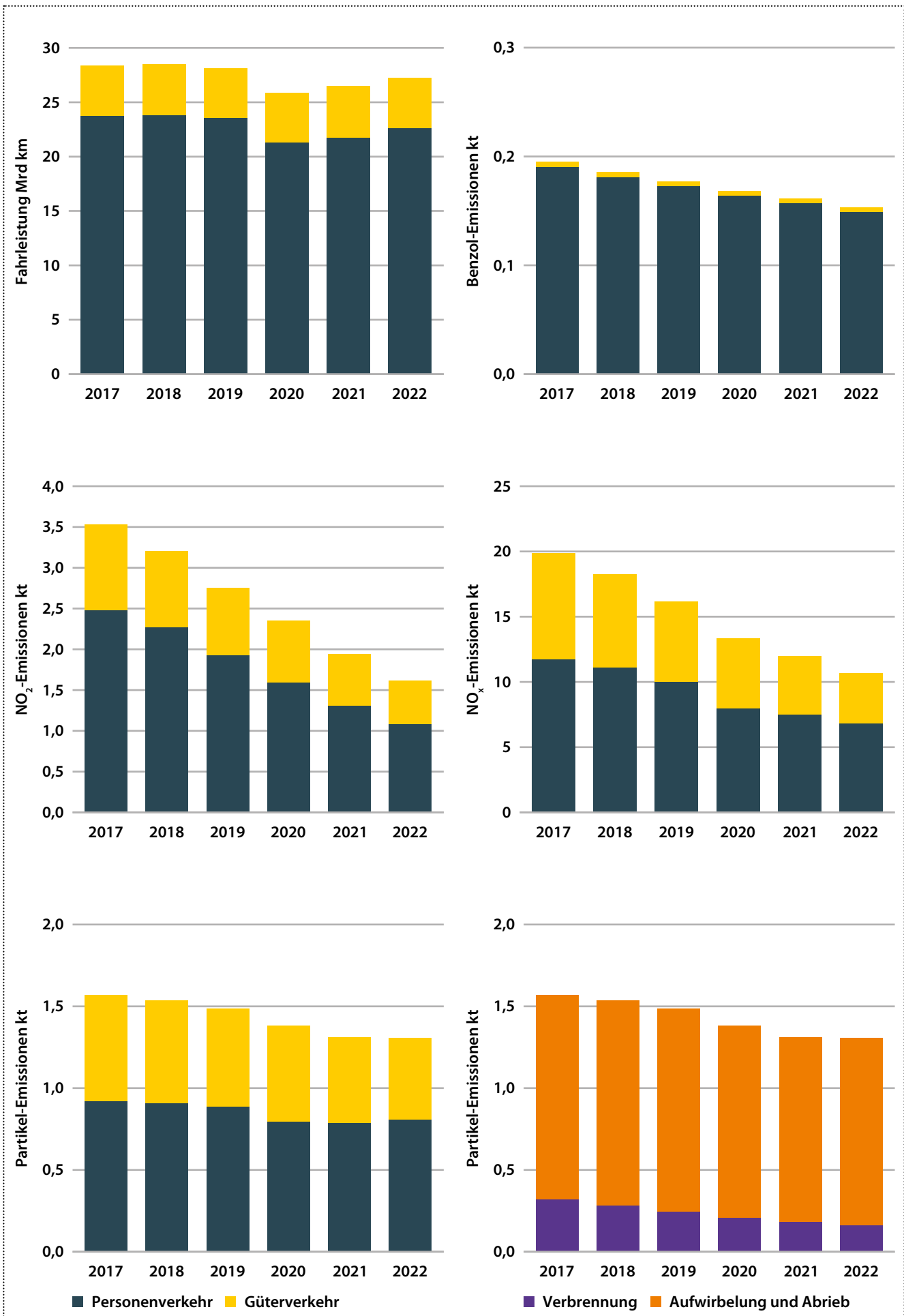


Abbildung 27: Emissionen und emissionsrelevante Daten des Straßenverkehrs im Land Brandenburg unter Verwendung der Emissionsfaktoren aus HBEFA 4.2 [24]

Die Kfz-Emissionen wurden mithilfe der aktuellen Version 4.2 des Handbuchs der Emissionsfaktoren (HBEFA) [24] bestimmt. Hier kann es auf Grund aktueller Erkenntnisse zum Emissionsgeschehen zu Unterschieden gegenüber früheren Berechnungen kommen. 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 01.01.2023 waren 40 % der Otto-Pkw und 43 % der Diesel-Pkw nach Euro 6-Norm zugelassen. Zu beachten ist, dass bei den nachfolgenden Berechnungen von Emissionen auf Basis des HBEFA das *reale* Emissionsverhalten berücksichtigt wird – und nicht etwa die auf dem Rollenprüfstand ermittelten Werte.

Die Kohlenwasserstoffemissionen (HC) und damit auch die Benzolemissionen gingen von 2017 bis 2022 um etwa 20 % zurück. Ursache war das fast vollständige Verschwinden von 2TaktPkw sowie 4-Takt-Pkw ohne G-Kat. Die Kräder tragen bei einem Fahrleistungsanteil knapp über 2 % überproportional zu diesen Emissionen mit 17 % bei. Der Emissionsanteil des Güterverkehrs an den Kohlenwasserstoffemissionen ist mit 5 % als geringfügig zu betrachten.

Die Stickoxidemissionen (NO_x) gingen von 2017 bis 2022 um 46 % zurück. Der Personenverkehr ist mit 64 % an den NO_x-Emissionen beteiligt. 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 Die-

sel-Kfz stagnierte. Erst ab 2018 nahmen mit Einführung von Euro 6 auch diese Emissionen ab.

Die Partikelemissionen setzen sich aus den direkten verbrennungsbedingten Emissionen und den Partikeln kleiner 10 µm 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 17 % zwischen 2017 und 2022. Betrachtet man allein die Abgasemissionen, so reduzierten sich diese trotz Zunahme des Kfz-Diesel-Anteils im gleichen Zeitraum um 49 %

Bei allen betrachteten Emissionen ist der Corona-Effekt auch 2022 noch deutlich zu erkennen. Besonders auffällig ist dies jedoch bei den Partikelemissionen. So beträgt die Abnahme von Partikelemissionen von 2022 zu Vor-Corona-Zeiten (2019) 9 % aller Partikelemissionen beziehungsweise 30 % der Abgas-Partikel.

Der Güterverkehr trug 2022 zu 38 % an den gesamten Partikelemissionen sowie zu 46 % an den verbrennungsbedingten direkten Emissionen bei. Da vor allem die feineren Partikel mit Durchmessern kleiner 1 µm eine hohe gesundheitsschädigende Relevanz besitzen, ist bei der Emissionsminderung verstärkt auf die Reduzierung der Primäremission hinzuwirken.

5 Sonderuntersuchungen

5.1 Besondere Einflüsse auf die Feinstaubbelastung

An allen Messstandorten in Brandenburg erfolgt eine Bestimmung der Feinstaubkonzentration. Gemessen werden in Brandenburg die PM_{10} -Fraktion, die Feinfraktion $PM_{2,5}$ und stellenweise die Ultrafeinen Partikel. Feinstaub kann durchaus längere Zeit in der Atmosphäre verweilen und wird dort mit den Luftmassenbewegungen mitunter über weite Strecken transportiert. Über diesen Ferntransport können nicht nur Schadstoffquellen in unmittelbarer Nachbarschaft, sondern auch entfernte Quellen einen merklichen Anteil an der lokalen Schadstoffbelastung haben. Ereignisse, die bekanntermaßen und im wahrsten Sinne des Wortes viel Staub aufwirbeln, sind Silvesterfeuerwerk und Osterfeuer. Beide führen regelmäßig zu einer kurzfristigen Erhöhung der lokalen Feinstaubkonzentration.

Im Jahr 2022 kam es zu zwei weiteren interessanten Ereignissen, die unterschiedlicher nicht sein könnten und die jeweils zu einem zeitweisen Anstieg der Feinstaubkonzentration führten. Im März wurde eine Quelle in mehr als tausend Kilometern Entfernung als Ursache vermutet. Im Oktober und November hingegen dominierte eine Quelle in unmittelbarer Nachbarschaft die Feinstaubmessung an einem einzelnen Standort im Luftgütemessnetz.

Großräumige Auswirkungen von Saharastaub?

Im Frühjahr 2022 berichteten verschiedene Medien über ein Saharastaubereignis in Deutschland und auch im Berlin-Brandenburger Raum (Abbildung 28).

Dass Staubaufwirbelungen aus Wüstenregionen mit dem Wind weit über den Globus transportiert werden können, ist weithin



Abbildung 28: Presseecho zur Feinstaub-Episode im Frühjahr 2022



Abbildung 29: Saharastaubeignis vom 17.03.2022, herausgegeben durch das Umweltbundesamt [25]

bekannt. Aber: Wie wird eigentlich eine bestimmte Region als Quelle des Feinstaubs identifiziert?

Um die Herkunft von Luftmassen nachzuvollziehen, werden sogenannte Rückwärtstrajektorien verwendet. Eine Luftmassen-trajektorie beschreibt auf Grundlage eines meteorologischen Modells den Werdegang einer Luftmasse von einem bestimmten Ort bis zum betrachteten Endpunkt. Die Richtung von Luftbewegungen und auch deren Aufstieg oder Absinken lassen sich auf Basis der global umspannenden Wetterbeobachtung nachverfolgen. Gehen wir nun in diesem dreidimensionalen Modell rückwärts. Wir verfolgen unser staubiges Luftpaket vom rotgefärbten Berlin-Brandenburger Himmel bis dorthin, wo es den Feinstaub aufnehmen und mit auf seine Reise nehmen konnte. Anmerken wollen wir dazu: Es gibt nicht nur diese eine „Wahrheit“. Jedes Modell ist der Versuch, die Realität bestmöglich (rechnerisch) abzubilden. Daher betrachtet man bei derartigen Untersuchungen am besten eine Zusammenstellung mehrerer Berechnungen anstatt einer einzelnen Aussage. Dies können zum Beispiel Ergebnisse verschiedener Computermodelle zur selben Frage oder die Berechnungen eines Modells für unterschiedliche, aber nahe beieinanderliegende Orte sein.

Das Umweltbundesamt hat auf seiner Internetseite ein Foto von der Zugspitze veröffentlicht, auf dem deutlich die rötliche Verfärbung des Schnees und der Luft im März 2022 zu erkennen ist (Abbildung 29).

Auch im Land Brandenburg konnte im selben Zeitraum ein rötlich gefärbter Himmel verbunden mit erhöhten Feinstaubkonzentrationen beobachtet werden. Da lag natürlich die Vermutung nahe, dass es sich hier ebenfalls um Saharastaub handelte [26], [27].

Die Trajektorien des Norwegian Institute for Air Research (NILU) [28] für die Zugspitze (Abbildung 30, links) und für den exemplarisch für das Land Brandenburg ausgewählten DWD-Standort Lindenberg (Abbildung 30, rechts) zeigen jedoch, dass der Ursprung der betrachteten Luftmasse in Brandenburg im Gegensatz zur Zugspitze nicht der nordafrikanische Raum ist. Stattdessen scheint die Luftmasse über den Atlantik und anschließend kreisartig über Mitteleuropa nach Brandenburg zu strömen. Die DWD-Wetterstation Lindenberg liegt südöstlich von Berlin.

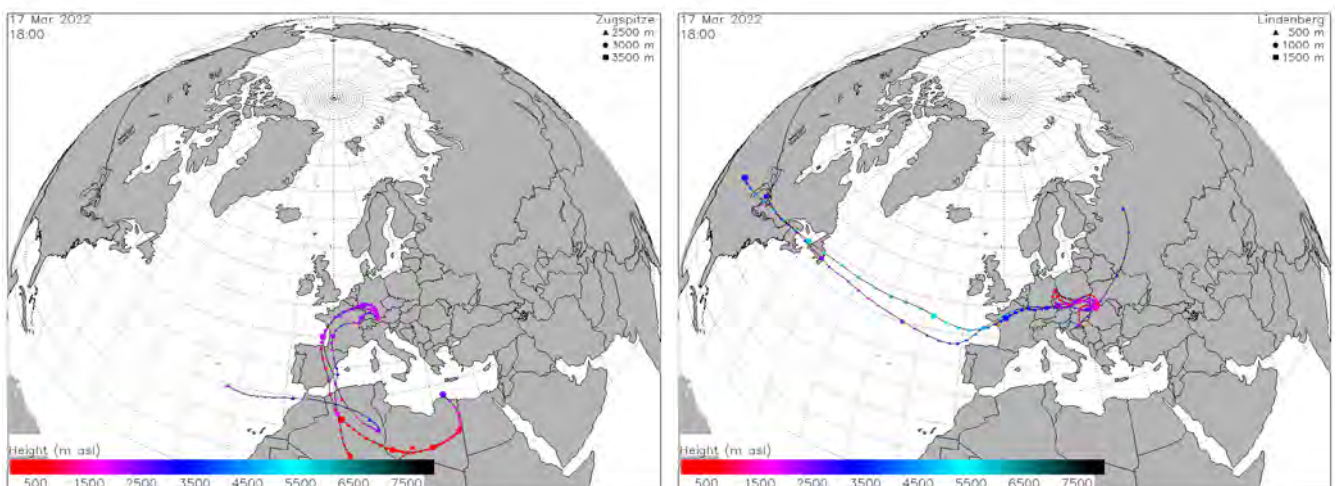


Abbildung 30: Ausgewählte Luftmassen-trajektorien für die DWD-Station Zugspitze (links) und der sich in Brandenburg befindlichen DWD-Station Lindenberg (rechts) für den 17. März 2022 Modelllaufzeit 18 Uhr [28]

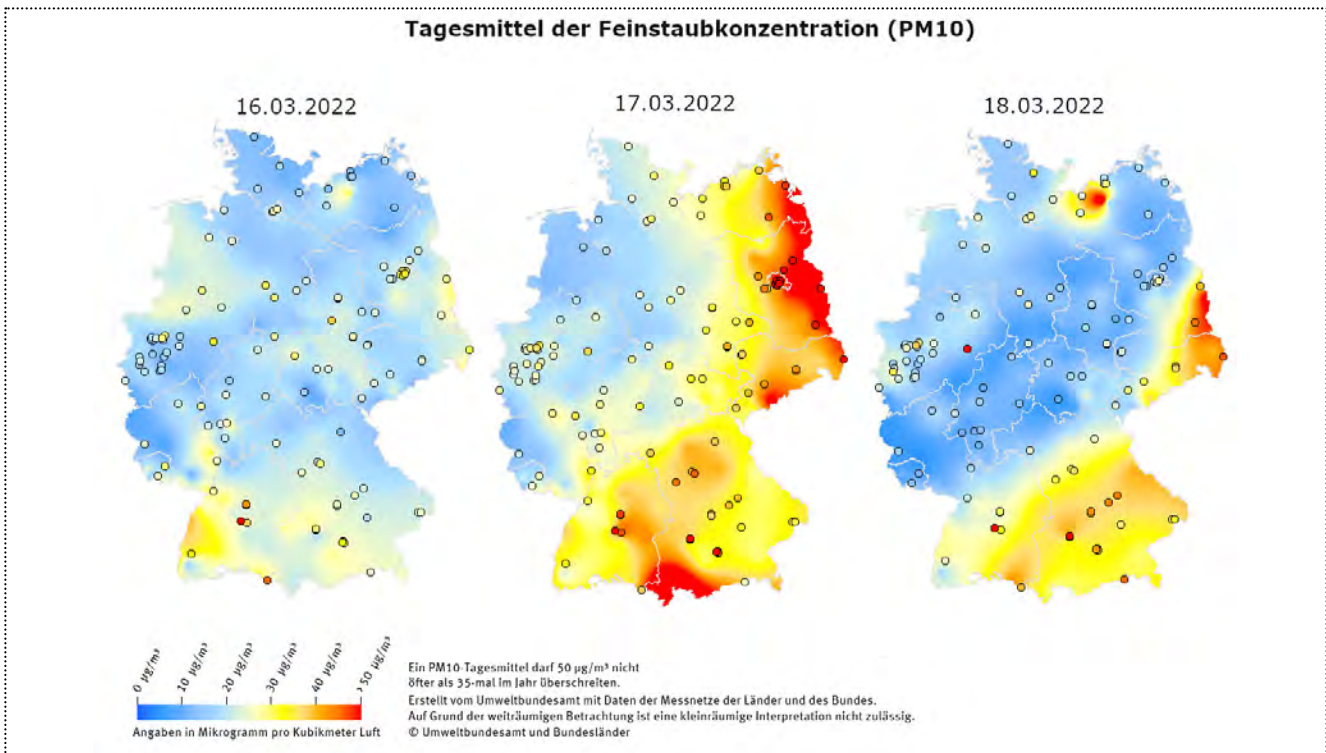


Abbildung 31: Chronologie der räumlichen Verteilung der Feinstaubkonzentration (Tagesmittelwerte PM₁₀) in Deutschland für drei Tage im März 2022, herausgegeben durch das Umweltbundesamt [29]

Wie genau die Feinstaubepisode rund um den 17. März 2022 in Brandenburg ablief, verdeutlicht die Kartenserie in Abbildung 31.

Am 16.03.2022 lagen die Tagesmittel für PM₁₀ in Brandenburg im Bereich von 10 µg/m³ bis 30 µg/m³. In Süddeutschland wiesen vereinzelte Regionen einen leicht höheren Tagesmittelwert aus.

Am 17.03.2022 waren die Werte in Teilen Deutschlands deutlich erhöht. Neben Bayern und Baden-Württemberg verzeichneten auch zahlreiche Stationen in Nordostdeutschland Tagesmittelkonzentrationen über 40 µg/m³. In Brandenburg wies vor allem der östliche Landesteil deutlich höhere Tagesmittel auf als noch tags zuvor.

Am 18.03.2022 zog ein Regenband von Nordwesten her über Deutschland und wusch die Staubbelastung weiträumig aus der Atmosphäre. Nur im Südosten des Landes blieben die Immissionen erhöht.

Welche Ursache den hohen Feinstaubkonzentration in Brandenburg tatsächlich zugrunde liegt, können wir allein anhand der betrachteten Rückwärtstrajektorien nicht abschließend beurteilen. Diese legen jedoch die Vermutung nahe, dass sie zumindest in

Brandenburg eher nicht auf Saharastaub zurückgehen. Da die Belastungen nicht nur lokal begrenzt, sondern überregional auftraten, gehen wir von einem Ferneintrag unbekannter Quelle aus anderen Regionen aus.

Lokale Auswirkung einer benachbarten Baustelle

Nach einer großräumigen Betrachtung möglicher natürlicher Feinstaubquellen wenden wir uns einer kleinräumigen Ursache für erhöhte PM₁₀-Konzentrationen zu.

Im Herbst 2022 fielen an der Luftgütemessstation Eberswalde ungewöhnlich hohe Feinstaubkonzentrationen mit Tagesmittelwerten weit über 50 µg PM₁₀/m³ auf. Im fraglichen Zeitraum wurde in unmittelbarer Nähe der Messstation ein Wohngebäude abgerissen (Abbildung 32). Mit Hilfe unserer kontinuierlichen Messung konnte der Einfluss derartiger Abrissarbeiten als lokale Quelle auf die Feinstaubkonzentrationen genauer untersucht werden.

Die Tagesmittelwertkarten des UBA lassen hier leicht eine Besonderheit an der Station im Vergleich zur deutschlandweiten Immissionssituation vermuten. Exemplarisch für den betrachteten



Abbildung 32: Aufnahmen in der Breiten Straße in Eberswalde während und nach den Bauarbeiten im Jahr 2022 © M. Michna-Dohm

Zeitraum rund um die Baumaßnahmen wurden die drei folgenden Karten ausgewählt (Abbildung 33).

An den gezeigten Tagen lagen die Konzentrationen deutschlandweit unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In den Karten entspricht dies der blauen bis gelben Färbung. Eine Ausnahme sticht jedoch als roter Punkt heraus: die verkehrsnahen Messstation in Eberswalde. Als einzige der dargestellten Messstationen wies sie ein Tagesmittel von mehr als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Anhand unserer Beobachtungen an der Station bei den Wartungsfahrten und den Messergebnissen konnten wir den Zeitraum der Abrissarbeiten eingrenzen. Dies ermöglichte uns eine weitergehende Auswertung der aufgezeichneten Daten.

Der wochentägliche Tagesgang der Feinstaubkonzentration PM_{10} in Eberswalde zeigte für den Zeitraum der Bauarbeiten deutliche Konzentrationsspitzen zwischen etwa 8 und 16 Uhr – also während der typischen Arbeitszeiten (Abbildung 34). Betrachtet man demgegenüber die Zeiträume vor und nach den Arbeiten, fehlen diese.

Die Belastung stieg dabei weit über das ansonsten typische Niveau, welches wir an unseren stark von Verkehrsemissionen beeinflussten Messstationen beobachten. Das gilt sowohl in der gemittelten Betrachtung des Wochengangs als auch bei den Halbstundenmittelwerten. Die Chance, derartige Maximalwerte mit einer Messung zu erfassen, ist gering. Dies gelang hier nur, weil die Quelle der Staubeentwicklung unmittelbar neben dem Messcontainer lag.

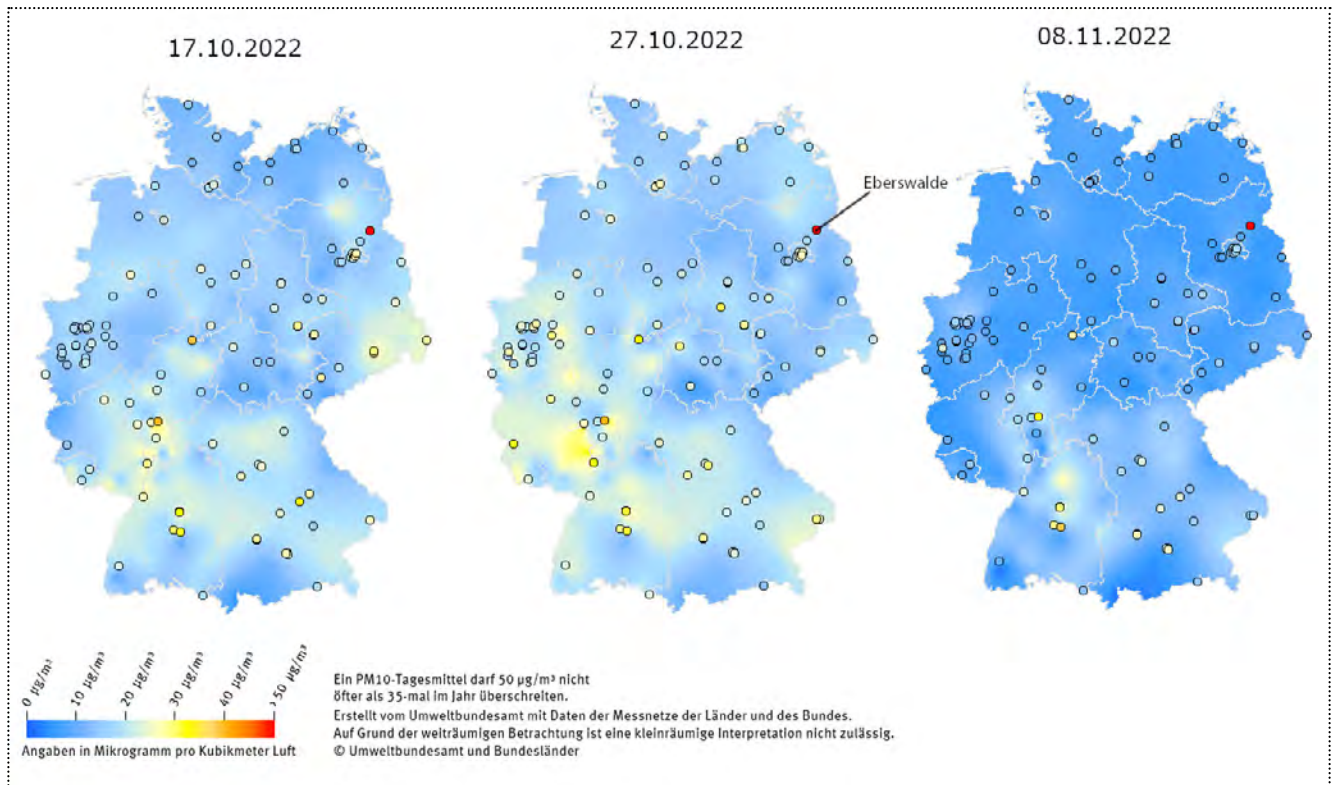


Abbildung 33: Flächen- und Punktdarstellung der Tagesmittel der Feinstaubkonzentration (PM_{10}) für das Bundesgebiet, der markierte Punkt nordöstlich von Berlin ist die Messstation in Eberswalde, herausgegeben durch das Umweltbundesamt [29]

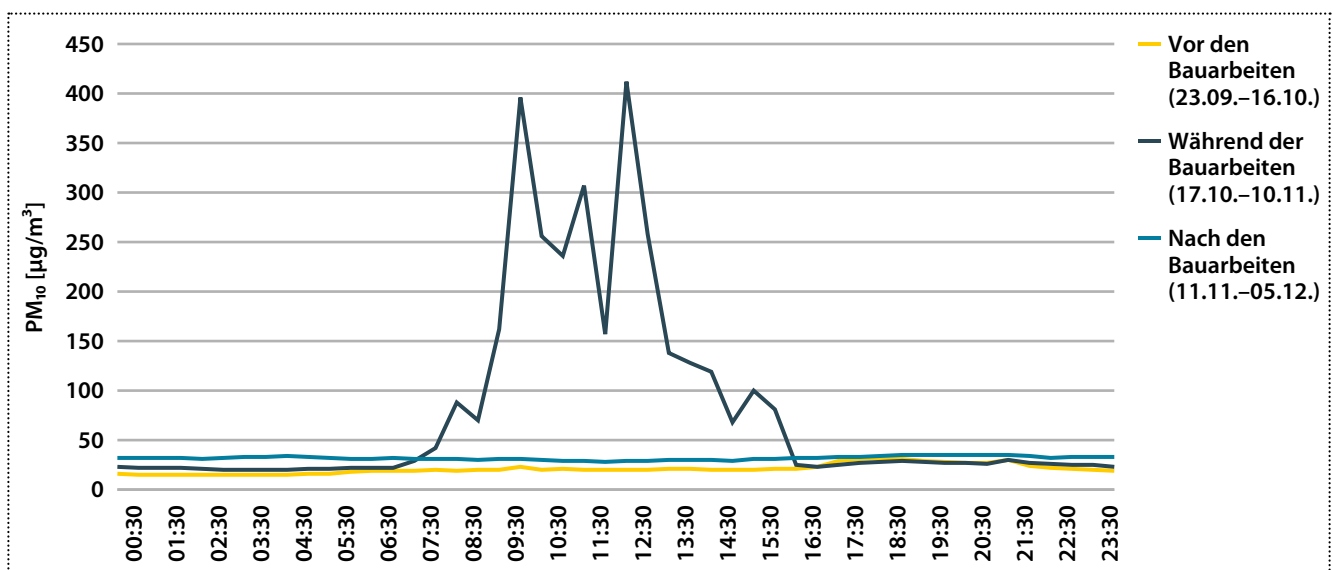


Abbildung 34: Wochentäglicher PM_{10} -Tagesgang in Eberswalde, Breite Straße vor, während und nach den Abrissarbeiten neben der Messstation

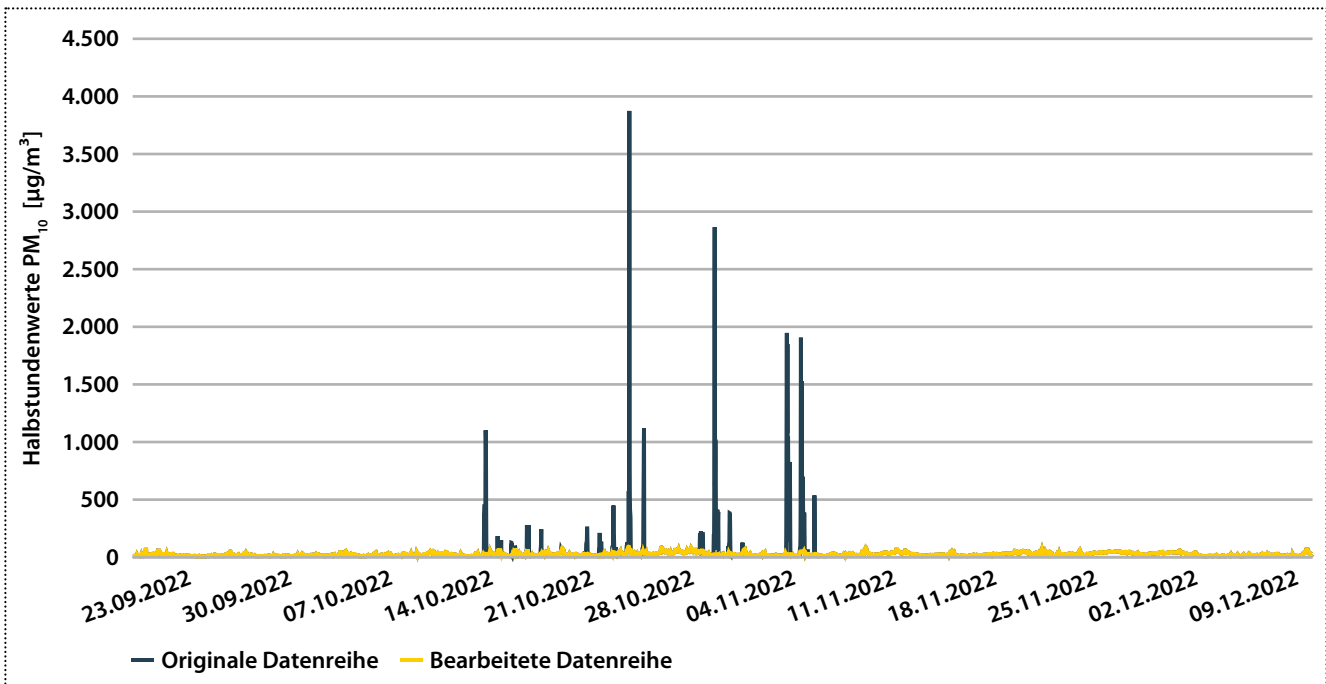


Abbildung 35: PM₁₀-Konzentrationsverlauf mit baustellenbedingten Spitzen und nach deren rechnerischer Entfernung

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit liegt der Grenzwert für die PM₁₀-Tagesmittelkonzentration bei 50 µg/m³. Höhere Tagesmittelwerte dürfen nur an höchstens 35 Tagen im Jahr auftreten. Im Zeitraum der Bauarbeiten traten sieben Überschreitungstage an der Messstelle in der Breiten Straße auf. Dies war der Großteil der insgesamt zehn Überschreitungen im Jahr 2022, womit Eberswalde für das Messjahr die meisten Überschreitungstage in Brandenburg aufweist. Der gesetzliche Grenzwert ist eingehalten.

Überdies gibt es den PM₁₀-Grenzwert für die Jahresmittelkonzentration in Höhe von 40 µg/m³. Mit 22 µg/m³ wurde auch dieser Wert klar eingehalten. Uns hat der Beitrag der baustellenbedingten Emissionen zur Jahresbelastung interessiert. Um diesen zu ermitteln, verwenden wir einen einfachen Ansatz, bei dem wir die kurzzeitigen (wahrscheinlich lokalen) Belastungsspitzen entfernen. Die entstandene „Lücke“ füllen wir mit der mittleren Konzentration aus den beiden benachbarten Werten vor und nach der Spitze. Dadurch entsteht ein bereinigter Konzentrations-

verlauf (Abbildung 35). Eine Jahreswertberechnung auf dieser künstlichen Basis ergibt knapp 20 µg/m³ PM₁₀ (Abbildung 36). Das sind etwa 13 Prozent weniger als mit den baubedingten Spitzen.

Im Vergleich mit anderen Stationen im regionalen Umfeld lag die PM₁₀-Konzentration in Eberswalde in den letzten Jahren stets unter der in Bernau. Mit der Zusatzbelastung durch den Hausabriss im Jahr 2022 kehrte sich dieses Bild um (Abbildung 36). Unsere einfache Entfernung der Belastungsspitzen bringt eine Annäherung des Ergebnisses an die zuletzt üblichen Verhältnisse der Jahresmittelkonzentrationen.

5.2 Profilmessungen mit NO₂-Passivsammlern in Grünheide (Mark)

In der Gemeinde Grünheide (Mark) südöstlich von Berlin wurden und werden zuletzt große Industrie- und Produktionsanlagen errichtet. Teil der behördlichen Genehmigungsprozesse ist

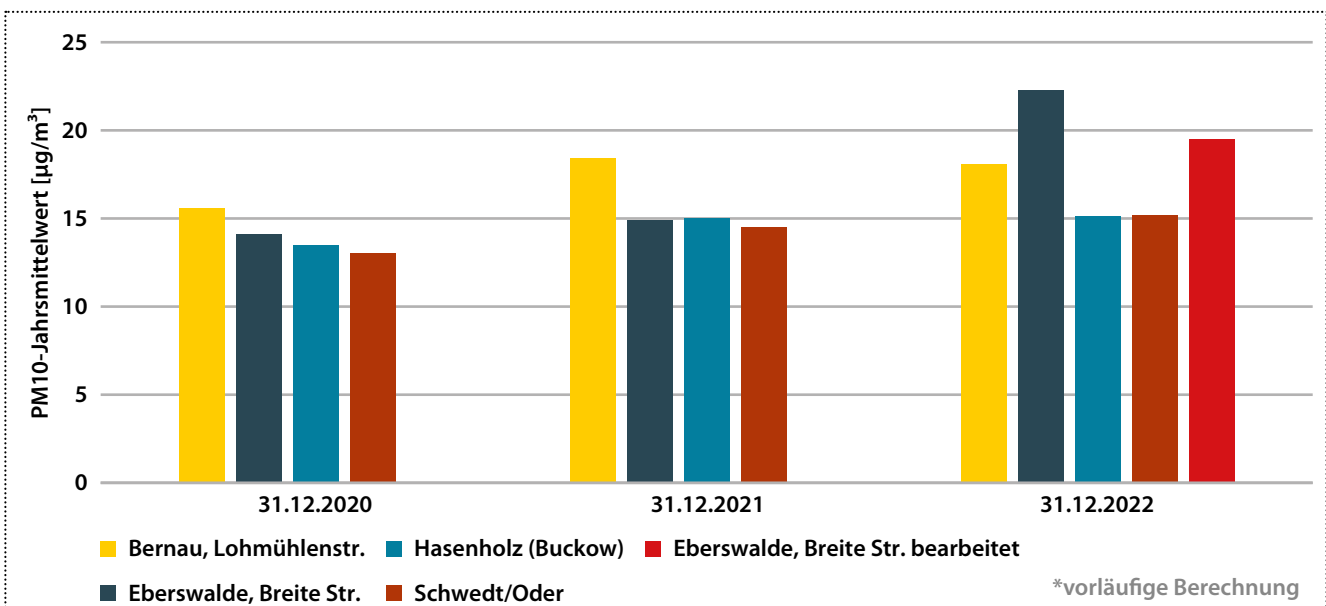


Abbildung 36: PM₁₀-Jahresmittelwerte von verschiedenen Messstellen im nordöstlichen Raum von Brandenburg

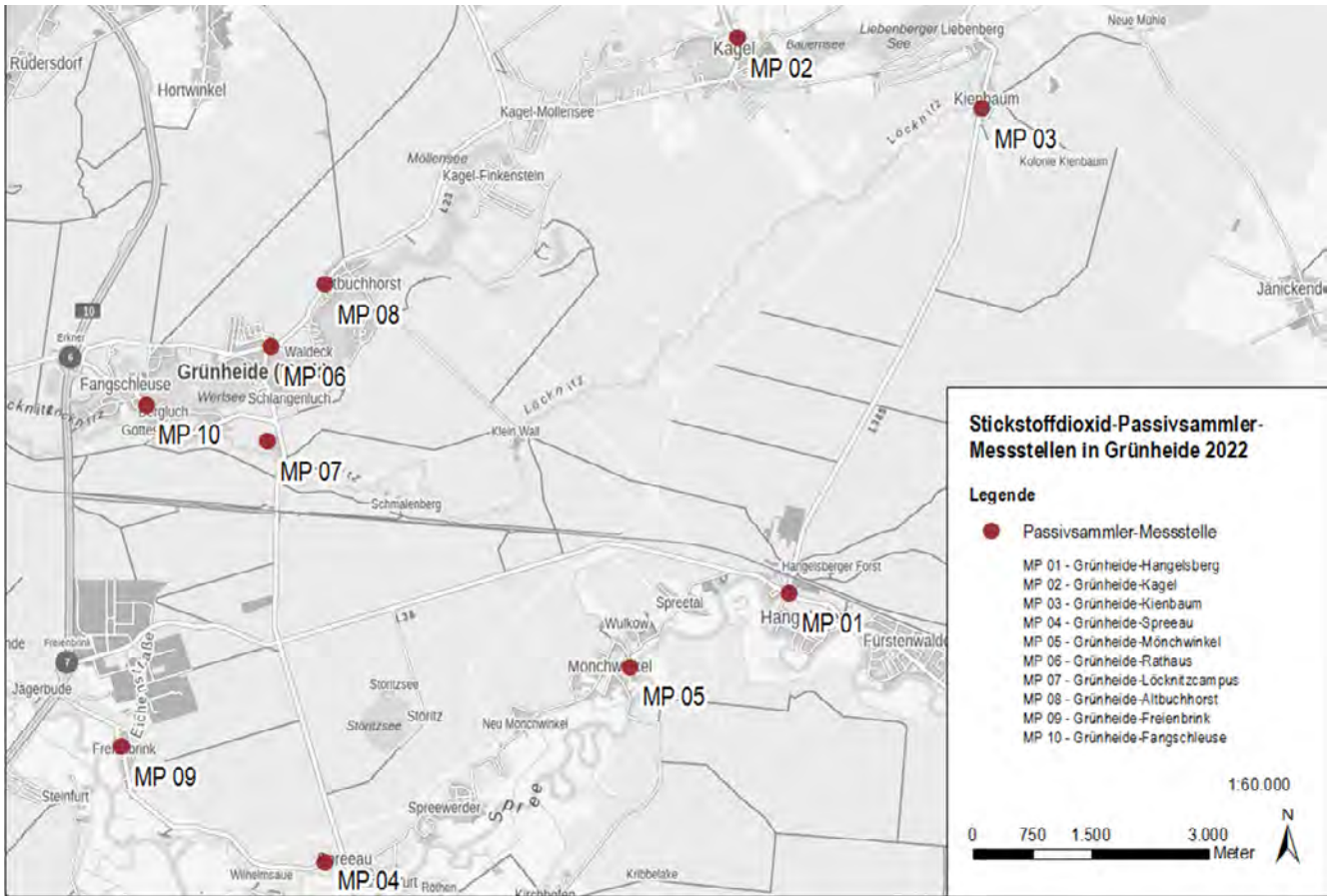


Abbildung 37: Messpunktkarte zur Sondermessung mit NO₂-Passivsammlern in Grünheide

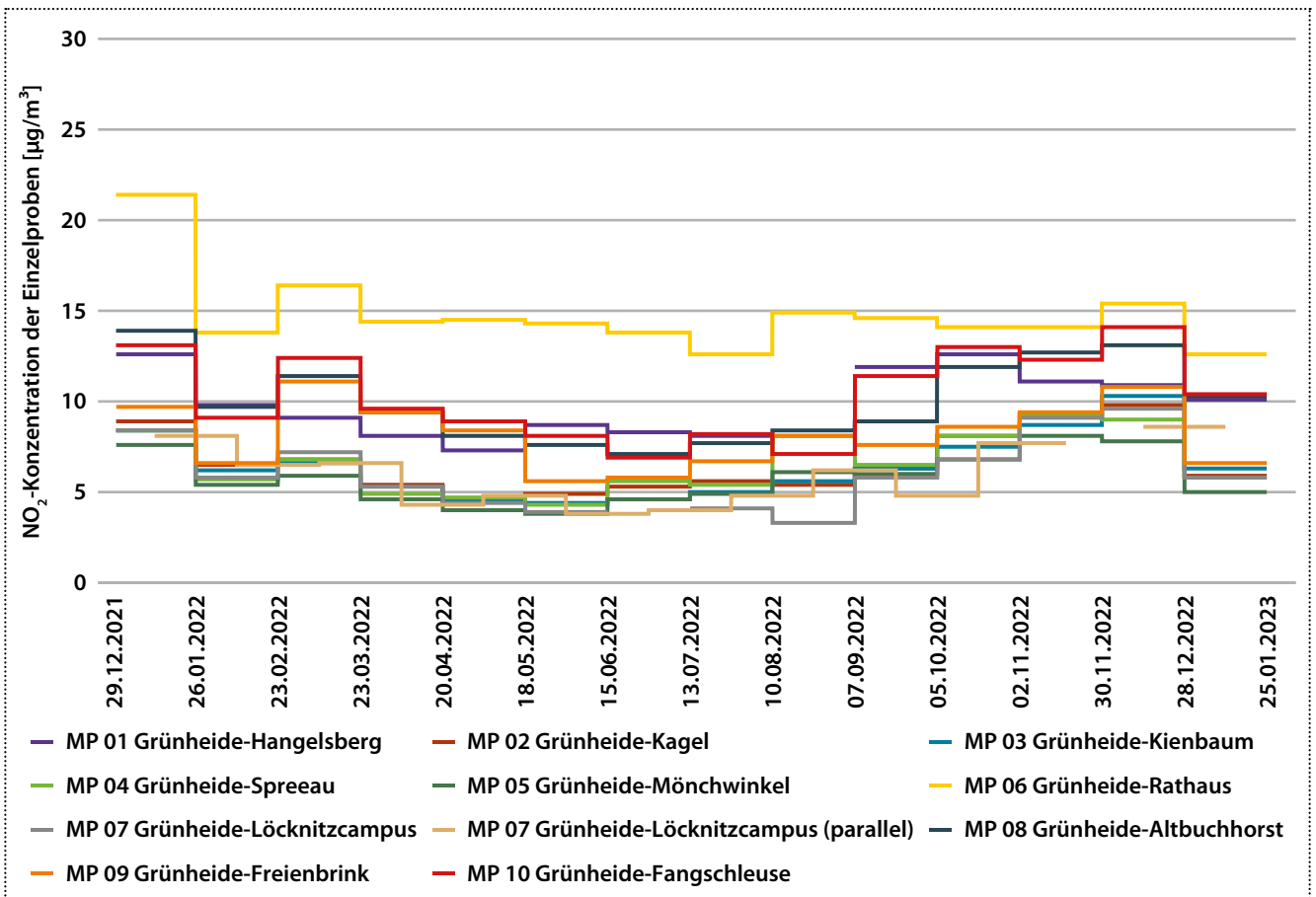


Abbildung 38: NO₂-Ergebnisse der Einzelproben der Passivsammler in Grünheide im Jahresverlauf 2022

ganz regulär auch die Untersuchung von Auswirkungen auf die Luftqualität. Moderne Computermodelle und sogenannte Ausbreitungsrechnungen ermöglichen dafür hinreichend gute Aussagen. Deshalb sind für eine erfolgreiche Genehmigung oder begleitend zum späteren vorschriftsgemäßen Betrieb von Anlagen nur selten spezielle Immissionsmessungen erforderlich – so auch in Grünheide. Andererseits eröffnete sich die seltene Chance der messtechnischen Begleitung einer derartigen Ansiedlung durch die Fachleute im Luftgütemessnetz. Zugleich könnten konsistente Ergebnisse durchaus das Vertrauen von Anwohnerinnen und Anwohnern in den Gesundheitsschutz bei der immissionschutzrechtlichen Genehmigungspraxis stärken.

Vor diesem Hintergrund startete das LfU zum Jahresbeginn 2022 eine Sondermesskampagne mit sogenannten NO₂-Passivsammlern. Diese einfache und kostengünstige, zugleich aber verlässliche und qualitätsgesicherte Methodik setzen wir seit Jahren regulär für bestimmte Messaufgaben ein [30]. Das vorhandene Einsatzkonzept sieht sogenannte Profilmessungen zur raumzeitlichen Untersuchung der Immissionsituation anhand mehrerer Messstandorte vor. Diese Idee ließ sich sehr gut auch auf das Gebiet und mögliche Fragestellungen in Grünheide anwenden. Zusammen mit der Gemeinde wurden zehn Standorte festgelegt (Abbildung 37). Bei der Suche waren einerseits messtechnische Vorgaben relevant, zum Beispiel haben wir für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse die kleinräumigen Standortkriterien der 39. BImSchV berücksichtigt. Andererseits spielten auch die Gegebenheiten vor Ort eine Rolle, etwa ob und wo ein Installationspunkt vorhanden ist.

Die Hälfte der gewählten Messstandorte befindet sich in unmittelbarer Umgebung von Kindertageseinrichtungen, Schulen

oder Altenheimen – also nahe an Einrichtungen für vulnerable Menschen. Formal werden neun Messstellen als verkehrsnahe eingestuft. Dies ergibt sich aus den geringen Abständen zu befahrenen Straßen und entspricht zugleich dem Anspruch, die potenziell höchsten Belastungen zu erfassen. Hier richten wir uns – wie bei all unseren Messstellen – nach den Standortkriterien der 39. BImSchV. Einzig die Messstelle MP 07 an der Schule auf dem Löcknitzcampus wird formal dem städtischen Hintergrund zugeordnet.

Die Messungen in der Gemeinde Grünheide begannen am 29.12.2021. Die NO₂-Passivsammler wurden über das gesamte Jahr 2022 jeweils für vier Wochen exponiert und anschließend vom zertifizierten Labor Passam AG [31] chemisch analysiert. Im Ergebnis liegen Vierwochen-Mittelwerte vor. Die Einzelergebnisse aller Standorte sind in Abbildung 38 dargestellt. An allen Messorten ist der typische NO₂-Jahresgang mit höheren Konzentrationen in den kühleren Monaten und niedrigeren Konzentrationen in den wärmeren Monaten erkennbar. Darüber hinaus wird deutlich, dass das NO₂-Konzentrationsniveau an der Messstelle MP 06 Grünheide-Rathaus in allen Einzelwerten über dem Konzentrationsniveau der anderen Messstandorte liegt.

Am Standort der Schule am Löcknitzcampus MP 07 wurde zusätzlich zur normalen Messung eine um etwa zwei Wochen versetzte Parallelmessung mit weiteren NO₂-Passivsammlern durchgeführt. Der zeitliche Versatz dieser Proben wird in Abbildung 38 ersichtlich. Hintergrund dieser Parallelmessung ist die Erhöhung der Probenanzahl an diesem Standort, um einen größeren Vergleichsdatensatz zu erhalten. Dieser sollte genutzt werden, um die qualitätsgesicherten NO₂-Passivsammler-Ergebnisse den NO₂-Messergebnissen eines gemeindeeigenen Sensorsystems gegen-

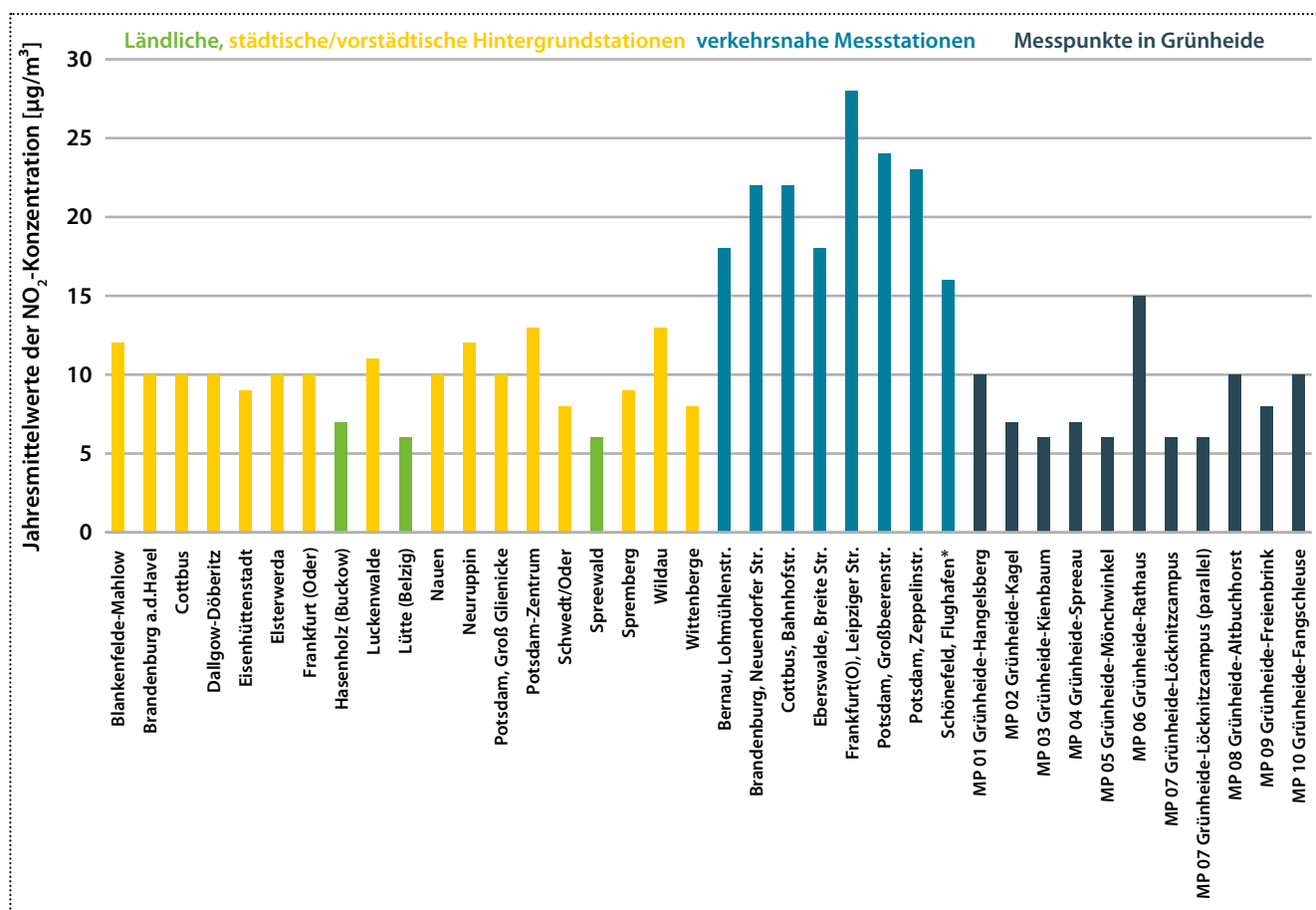


Abbildung 39: Vergleich der ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte der regulären Messstellen des Luftgütemessnetzes Brandenburg und für die Messpunkte der NO₂-Passivsammler-Messkampagne in Grünheide

überzustellen. Der Vergleich konnte für das Jahr 2022 jedoch nicht realisiert werden. Grund waren technische Ausfälle des Sensorsystems über lange Zeiträume.

Die aus den Einzelwerten bestimmten NO₂-Jahresmittelwerte für 2022 liegen an neun Messorten in Grünheide auf einem niedrigen Konzentrationsniveau zwischen 6 µg/m³ und 10 µg/m³. Die Messstelle Grünheide-Rathaus weist den höchsten NO₂-Jahresmittelwert von 15 µg/m³ auf. Der NO₂-Jahresgrenzwert von 40 µg/m³ ist an allen Messstellen deutlich eingehalten.

Ein Vergleich der Ergebnisse der Sondermesskampagne in Grünheide mit den Ergebnissen der an 26 Standorten kontinuierlich gemessenen NO₂-Konzentrationen des Luftgütemessnetzes Brandenburg ist in Abbildung 39 dargestellt. Die Ergebnisse von neun Messpunkten lassen sich etwa auf dem Niveau der städtischen und vorstädtischen Hintergrundmessstationen Brandenburgs oder darunter einordnen. Die Ergebnisse einiger Messorte sind so niedrig wie im ländlichen Hintergrund, wo landesweit die niedrigsten Konzentrationen auftreten. Eine Ausnahme ist die Station MP 06 Grünheide-Rathaus. Das dortige Immissionsniveau

liegt zwischen städtischem Hintergrund und den verkehrsnahen Messstationen des Landes Brandenburg. Dass genau an diesem Standort die höchste NO₂-Konzentration ermittelt wurde, ist wenig überraschend, da der Ortskern mit die höchsten Verkehrszahlen in Grünheide aufweist.

Insgesamt zeigten die NO₂-Messungen im Jahr 2022 im Grünheider Gemeindegebiet an allen Standorten unauffällige Ergebnisse auf erwartbaren niedrigen Konzentrationsniveaus. Ein Einfluss der Industrie- und Produktionsanlagen in der Umgebung auf die NO₂-Immissionsbelastung ist nicht erkennbar. Der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 40 µg/m³ im Jahresmittel wurde an allen zehn Messpunkten sehr deutlich unterschritten.

Das Monitoring wird aktuell im Jahr 2023 in Zusammenarbeit mit der Gemeinde Grünheide (Mark) fortgesetzt, um die Entwicklungen in der Region weiter zu beobachten. Dabei haben wir am Messkonzept des Monitorings keine Änderungen vorgenommen. Gleiches ist für das Jahr 2024 geplant.

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 (39. BImSchV) – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- [6] Brandenburger Verordnung zur Regelung der Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissionsschutzes (Immissionsschutz-zuständigkeitsverordnung – 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), 2022: Monatlicher Klimastatus Deutschland Januar bis Dezember 2022
- [10] WHO Global Air Quality Guidelines. Particulate matter (PM10 and PM2,5), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, World Health Organization 2021
- [11] Umweltbundesamt: Luftqualität 2022 – Vorläufige Auswertung, Februar 2023
- [12] WHO/IARC: Press Release Nr. 213, 12.06.2012
- [13] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002
- [14] VDI 4320 Blatt 4: 2018-01: Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung der Deposition ausgewählter polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAH) mit dem Trichter-Adsorber-Sammler, Januar 2018
- [15] WHO – World Health Organization (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
- [16] VDI 3867 Blatt 2: 2008-02: Messen von Partikeln in der Außenluft – Charakterisierung von Prüfaerosolen – Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung – Kondensationspartikelzähler (CPC), Februar 2008
- [17] VDI 3867 Blatt 3: 2012-08: Messen von Partikeln in der Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen – Elektrisches Mobilitätsspektrometer, August 2012
- [18] DIN CEN/TS 16976:2016-11: Außenluft – Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration des atmosphärischen Aerosols; Deutsche Fassung CEN/TS 16976:2016, November 2016
- [19] Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.01.2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsgesetzes (Abl. der EU vom 04.02.2006 (R 33/1))
- [20] Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister vom 21.05.2003 sowie zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 166/2006 vom 06.06.2007 (BGBl., I, 1002)

- [21] Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 31.Juli 2011, BGBl. 2011 Teil I Nr. 43, Bonn 05.08.2011
- [22] Kraftfahrt-Bundesamt: Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken zum 1. Januar 2022 FZ1, Flensburg, April 2022
- [23] Kraftfahrt-Bundesamt: Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen zum 1. Januar 2022 FZ13, Flensburg, Mai 2022
- [24] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 4.2, Infrac, Januar 2022
- [25] Umweltbundesamt: Saharastaubereignis auf der Zugspitze, verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftqualitaet/natuerliche-quellen-von-luftschaedstoffen/saharastaubereignis-auf-der-zugspitze> (letzter Zugriff: 29.09.2023)
- [26] Deutscher Wetterdienst: Saharastaub, verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/forschung/atmosphaerenbeob/zusammensetzung_atmosphaere/aerosol/inh_nav/saharastaub_node.html (letzter Zugriff: 29.09.2023)
- [27] Deutscher Wetterdienst: FAQ Saharastaub – Antworten auf häufig gestellte Fragen zum Thema Saharastaub sowie interessante Links, verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/S/saharastaub_faq.pdf (letzter Zugriff: 29.09.2023)
- [28] Norwegian Institute for Air Research: Flextra – Air mass trajectories, verfügbar unter <https://projects.nilu.no/ccc/trajectories/> (letzter Zugriff: 29.09.2023)
- [29] Umweltbundesamt: Luftdaten, verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftdaten/karten/> (letzter Zugriff: 29.09.2023)
- [30] Landesamt für Umwelt (Hg.): Stickstoffdioxid-Messungen mit Passivsammlern, verfügbar unter <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/immissionsschutz/luftqualitaet/luftguetemessnetz-brandenburg/stickstoffoxide/stickstoffdioxid-passivsammler/> (letzter Zugriff: 20.09.2023)
- [31] Schweizerische Akkreditierungsstelle: STS-Verzeichnis, Akkreditierungsnummer 0149, verfügbar unter https://www.sas.admin.ch/sas/de/home/akkreditiertestellen/akkrstellensuchesas/_jcr_content/par/externalcontent.bitexternalcontent.exturl.pdf/aHR-0cHM6Ly9zYXNkYi5jbGllbnRzLmtpaXAuY2gvbWVkaWEvcG/RmL1NUUy0wMTQ5LWRlLnBkZg==.pdf (letzter Zugriff: 15.09.2023)

Anhang

Anhang 1: Zusammenfassung der Messergebnisse

Messstellen	PM10		PM2,5	Benzo(a)-pyren in PM10		„Ruß in PM10“	„Arsen in PM10“	„Blei in PM10“	„Cadmium in PM10“	„Nickel in PM10“	Benzol	NO ₂		Ozon			SO ₂			CO	
	µg/m ³	µg/m ³		ng/m ³	ng/m ³							ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
	MW (Jahr)	Ü50 (Tag)	MW (Jahr)	MW (Jahr)	MW (Jahr)	MW (Jahr)	MW (Jahr)	MW (Jahr)	MW (Jahr)	MW (Jahr)	MW (Jahr)	MW (Jahr)	Ü200 (1h)	MW (Jahr)	Ü120 (8h)	Ü180 (1h)	MW (Jahr)	Ü350 (1h)	Ü125 (Tag)	MW (Jahr)	Ü10 (8h)
Hasenholz (Buckow) +	15	4	10									7	0	59	13	0					
Lütte (Belzig) +	12	2	8									6	0	57	17	0					
Spreewald +	13	1	8									6	0	53	12	0	2	0	0		
Neuglobsow +*	12	0										3	0	56	8	0	1	0	0	130	0
Blankenfelde-Mahlow	17	3	10	0,4	1,7						0,6	12	0	53	17	5				219	0
Brandenburg a. d. Havel	14	0	10			0,5	5,1	0,1	1,8			10	0	56	12	0					
Cottbus	15	2	11			1,2	4,9	0,1	1,7			10	0	58	20	0	2	0	0		
Dallgow-Döberitz	15	0	9									10	0	56	17	0	2	0	0	199	0
Eisenhüttenstadt	17	5	12									9	0	58	16	0	2	0	0	225	0
Elsterwerda	14	1	11									10	0	57	22	0					
Frankfurt (Oder)	15	0	10									10	0	60	15	0					
Luckenwalde	16	0	11									11	0	58	16	0					
Nauen	18	6	10									10	0	54	14	0					
Neuruppin	16	2	10									12	0	56	12	2					
Potsdam, Groß Glienicke	13	0	9									10	0	54	20	0					
Potsdam-Zentrum	17	0	10									13	0	60	22	0	1	0	0		
Schwedt/Oder	15	2	10	0,3	1,5						0,6	8	0	56	12	0	2	0	0		
Spremberg	16	0	11									9	0	55	12	0					
Wildau	16	0	10			0,8	4,1	0,1	1,7			13	0	57	25	3	2	0	0	194	0
Wittenberge	13	0	9									8	0	60	16	0					
Bernau, Lohmühlenstr. v	18	3	10			0,6	4,2	0,1	1,9	0,7	18	0									
Brandenburg, Neu.df. Str v			10							0,9	22	0									
Cottbus, Bahnhofstr. v	19	3	12							0,8	22	0									
Eberswalde, Breite Str. v	22	10	11							0,8	18	0									
Frankfurt(O), Lpz. Str. v	18	1	11							0,8	28	0								338	0
Potsdam, Großbeerenstr. v	17	0	10							0,8	24	0									
Potsdam, Zeppelinstr. v	18	0	10	0,3	1,8					0,7	23	0								263	0
Schönefeld, Flughafen *	12	0	9	0,2	1,2					0,4	16	0	56	16	5					217	0
Bezugszeit	Jahr	24 h	Jahr	Jahr		Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	1 h		8 h	1 h	Jahr	1 h	24 h			8 h
Grenzwert/Zielwert	40	50	25	1		6	500	5	20	5	40	200		120	180	20	350	125		10 mg/m ³	
„Zulässige Anzahl von Überschreitungen pro Jahr“		35										18		25			24	3			

+ Hintergrundmessstelle
v verkehrsbez. Messstelle
* Fremdbetreiber

Anhang 2: Luftgütemessstationen des Landes Brandenburg

Messstelle	Stationsklassifikation nach EU-Richtlinie	Partikel			Gasförmige Luftschadstoffe				Meteoro- logische Parameter
		PM ₁₀	PM _{2,5}	UFP	Schwefel- dioxid	Stick- oxide	Ozon	Kohlen- monoxid	
Bernau, Lohmühlenstraße	städtisch, Verkehr	X	X			X			
Blankenfelde-Mahlow Schulstraße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X	X		X	X	X	X
Brandenburg an der Havel Lilly-Friesicke-Straße	vorstädtisch, Hintergrund		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		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	vorstädtisch, Industrie	X	X		X	X	X	X	X
Elsterwerda, Lauchhammer Straße	vorstädtisch, Hintergrund	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 Straße	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	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	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 Helbigstraße	vorstädtisch, Industrie	X	X		X	X	X		X
Spreewald Neu Zauche, Am Nordumfluter	ländlich regional, Hintergrund	X	X	X	X	X	X		X
Spremberg Lustgartenstraße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		X
Wildau Schillerallee	vorstädtisch, Hintergrund	X	X	X	X	X	X	X	X
Wittenberge Wilhelm Külz Straße	vorstädtisch, Hintergrund	X	X			X	X		X

Messstelle	Feinstaub (gravimetrisch) und Inhaltsstoffe					Kohlenwasserstoffe		Deposition		
	PM ₁₀	PM _{2,5}	Schwermetalle im PM ₁₀	Ruß im PM ₁₀	PAK im PM ₁₀	BTX/VOC aktiv	BTX passiv	Staubniederschlag	Schwermetalle	PAK
Bernau, Lohmühlenstraße	X		X				X			
Blankenfelde-Mahlow Schulstraße	X			X	X	X		X	X	
Brandenburg an der Havel Lilly-Friesicke-Straße	X		X					X	X	
Brandenburg, Neuendorfer Straße		X					X			
Cottbus, Bahnhofstraße		X				X				
Cottbus Gartenstraße	X	X	X					X	X	
Cottbus, Meisenweg (DWD)								X	X	X
Dallgow-Döberitz Am Egelpfuhl								X	X	
Eberswalde, Breite Straße		X					X			
Eisenhüttenstadt Karl-Marx-Straße								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 Straße								X	X	
Lütte, Am Lütter Bach								X	X	
Lütte (Belzig) Die hohe Heide/Feldstraße	X	X								
Nauen Kreuztaler Straße								X	X	
Neuruppin Gerhart Hauptmann Straße								X	X	
Potsdam, Großbeerenstraße							X			
Potsdam, Groß Glienicke Seeburger Chaussee	X	X								
Potsdam-Zentrum Bassinplatz		X						X	X	X
Potsdam, Zeppelinstraße	X			X	X	X				
Schwedt/Oder Helbigstraße	X			X	X	X	X	X	X	
Spreewald Neu Zauche, Am Nordumfluter	X							X	X	
Spremberg Lustgartenstraße		X						X	X	
Wildau Schillerallee	X		X					X	X	
Wittenberge Wilhelm Külz Straße								X	X	

Anhang 3: Ergebnisse der Immissionsmessungen

A 3.1: Stickstoffdioxid

Messort	Verf.	MW(Jahr)		P50	P98	Ü200(1h)	Ü400(1h)	Max(1h)	Max(Tag)
	[%]	NO2	NOx	NO2	NO2	NO2	NO2	NO2	NO2
Blankenfelde-Mahlow	99,8	12	18	9	38	0	0	71	39
Brandenburg a.d.Havel	98,9	10	13	8	34	0	0	70	38
Cottbus	99,9	10	12	8	30	0	0	63	38
Dallgow-Döberitz	99,4	10	13	7	35	0	0	94	39
Eisenhüttenstadt	99,8	9	12	7	28	0	0	58	29
Elsterwerda	99,8	10	13	8	30	0	0	58	38
Frankfurt (Oder)	99,5	10	11	8	31	0	0	78	33
Hasenholz (Buckow)	99,1	7	8	6	18	0	0	53	27
Luckenwalde	99,9	11	14	9	34	0	0	100	38
Lütte (Belzig)	99,8	6	7	5	17	0	0	39	27
Nauen	99,8	10	12	8	30	0	0	99	38
Neuglobsow	94,9	3		2	12	0	0	32	26
Neuruppin	99,2	12	21	10	32	0	0	72	35
Potsdam, Groß Glienicke	99,7	10	12	8	31	0	0	61	36
Potsdam-Zentrum	99,5	13	17	10	43	0	0	93	50
Schwedt/Oder	99,8	8	10	7	24	0	0	62	28
Spreewald	99,6	6	7	5	16	0	0	37	24
Spremberg	99,9	9	11	7	24	0	0	49	31
Wildau	99,9	13	17	10	41	0	0	92	39
Wittenberge	99,5	8	9	6	23	0	0	48	36
Bernau, Lohmühlenstr.	99,3	18	33	15	52	0	0	123	50
Brandenburg, Neuendorfer Str.	99,4	22	46	18	62	0	0	128	64
Cottbus, Bahnhofstr.	99,7	22	41	19	52	0	0	101	50
Eberswalde, Breite Str.	99,8	18	40	16	45	0	0	106	39
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,7	28	61	25	66	0	0	131	64
Potsdam, Großbeerenstr.	99,8	24	49	21	66	0	0	125	67
Potsdam, Zeppelinstr.	99,5	23	43	21	58	0	0	113	63
Schönefeld, Flughafen	99,5	16	19	13	46	0	0	77	45

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

A 3.2: Stickstoffmonoxid

Messort	Verf.	MW(Jahr)	P50	P98	Max(1h)	Max(Tag)
	[%]					
Blankenfelde-Mahlow	99,8	4	2	31	342	35
Brandenburg a.d.Havel	98,9	2	1	10	80	27
Cottbus	99,9	2	1	9	43	17
Dallgow-Döberitz	99,4	2	2	12	81	30
Eisenhüttenstadt	99,8	2	1	9	113	26
Elsterwerda	99,8	2	2	2	88	29
Frankfurt (Oder)	99,5	1	1	7	53	10
Hasenholz (Buckow)	99,1	1	1	3	14	6
Luckenwalde	99,9	2	1	16	122	27
Lütte (Belzig)	99,8	1	1	3	14	7
Nauen	99,8	1	1	10	73	27
Neuglobsow	94,9	0	0	0	24	8
Neuruppin	99,2	6	2	42	117	39
Potsdam, Groß Glienicke	99,7	2	1	12	69	26
Potsdam-Zentrum	99,5	2	1	19	128	38
Schwedt/Oder	99,8	1	1	7	60	7
Spreewald	99,6	1	1	2	15	7
Spremberg	99,9	2	1	9	54	13
Wildau	99,9	2	1	1	101	20
Wittenberge	99,5	1	1	5	76	11
Bernau, Lohmühlenstr.	99,3	9	4	53	203	54
Brandenburg, Neuendorfer Str.	99,4	16	7	89	241	88
Cottbus, Bahnhofstr.	99,7	13	8	56	118	55
Eberswalde, Breite Str.	99,8	14	8	63	210	64
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,7	22	15	91	272	77
Potsdam, Großbeerenstr.	99,8	16	8	86	378	95
Potsdam, Zeppelinstr.	99,5	13	8	56	231	79
Schönefeld, Flughafen	98,9	2	1	18	100	27

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.3: Schwefeldioxid

Messort	Verf.	MW (Jahr)	P50	P98	Ü500 (1h)	Ü350 (1h)	Ü125 (Tag)	Max (1h)	Max (Tag)	MW (Winter)
	[%]									
Cottbus	99,8	2	1	5	0	0	0	24	6	2
Dallgow-Döberitz	99,4	2	2	5	0	0	0	17	5	2
Eisenhüttenstadt	99,6	2	2	8	0	0	0	28	11	2
Neuglobsow	95,2	1	1	3	0	0	0	22	3	1
Potsdam-Zentrum	99,6	1	1	4	0	0	0	19	4	1
Schwedt/Oder	98,0	2	2	8	0	0	0	47	8	2
Spreewald	99,1	2	1	5	0	0	0	28	5	2
Wildau	99,7	2	2	4	0	0	0	18	5	2

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.4: Kohlenmonoxid

Messort	Verf.	MW (Jahr)	P50	P98	Ü10 (8h)	Max (1h)	Max (8h)	Max (Tag)
	[%]							
Blankenfelde-Mahlow	99,8	219	191	560	0	1438	1126	642
Dallgow-Döberitz	99,1	199	188	417	0	985	758	601
Eisenhüttenstadt	99,7	225	199	514	0	1459	748	593
Neuglobsow	90,2	130	120	240	0	340	328	283
Wildau	99,7	194	173	444	0	1027	616	465
Frankfurt(O), Leipziger Str.	99,4	338	309	718	0	1767	1048	825
Potsdam, Zeppelinstr.	99,6	263	241	566	0	1330	1067	790
Schönefeld, Flughafen	99,6	217	203	440	0	862	626	507

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.5: Ozon

Messort	Verf.	MW (Jahr)	P50	P98	Ü180 (1h)	Ü240 (1h)	Max (1h)	Max (8h)	Max (Tag)	Ü120- Jahr(8h)	Ü120 (8h)	AOT40- Jahr	AOT40
	[%]												
Blankenfelde-Mahlow	99,3	53	52	123	5	0	200	173	109	24	17	18664	16283
Brandenburg a.d.Havel	98,8	56	55	118	0	0	158	153	109	16	12	15941	13230
Cottbus	99,7	58	57	126	0	0	164	150	120	24	20	18981	17457
Dallgow-Döberitz	99,4	56	55	124	0	0	177	169	109	22	17	17346	13266
Eisenhüttenstadt	99,8	58	56	126	0	0	173	160	113	23	16	19601	17190
Elsterwerda	99,8	57	55	128	0	0	161	152	108	29	22	21800	17557
Frankfurt (Oder)	99,6	60	58	125	0	0	169	161	119	22	15	18637	16811
Hasenholz (Buckow)	98,5	59	57	122	0	0	167	153	121	20	13	19012	13890
Luckenwalde	99,9	58	56	128	0	0	177	162	117	32	16	24217	14832
Lütte (Belzig)	99,4	57	55	123	0	0	165	153	113	22	17	18399	17434
Nauen	99,8	54	53	119	0	0	174	158	113	18	14	15227	13863
Neuglobsow	99,1	56	56	115	0	0	170	153	107	12	8	13593	12186
Neuruppin	96,4	56	54	119	2	0	190	167	125	17	12	13336	11935
Potsdam, Groß Glienicke	99,1	54	52	126	0	0	175	164	110	26	20	18461	16001
Potsdam-Zentrum	99,5	60	59	130	0	0	171	165	117	36	22	22946	16325
Schwedt/Oder	99,8	56	55	116	0	0	165	155	113	15	12	13013	12534
Spreewald	98,9	53	52	117	0	0	161	138	97	18	12	14908	14707
Spremberg	99,9	55	53	122	0	0	161	146	108	20	12	19345	16332
Wildau	99,6	57	56	125	3	0	190	170	118	25	25	19700	19700
Wittenberge	99,5	60	60	120	0	0	160	150	123	19	16	16146	15008
Schönefeld, Flughafen	96,5	56	55	124	5	0	210	174	117	26	16	19293	16144

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben in µg/m³

A 3.6: PM₁₀-Schwebstaub

Messort		GW-rel.	gült. Tage	Verf.	MW (Jahr)	P50	P98	Ü50 (Tag)	Max (Tag)	Verfahren	Funktion
Blankenfelde-Mahlow	PM ₁₀		365	99,9	16	13	47	1	64	EDM	0,75x+2,19
	PM ₁₀ (grav)	X	365	100,0	17	14	40	3	63	LVS	
Brandenburg a.d.Havel	PM ₁₀		361	99,1	14	12	38	0	43	Fidas	0,85x+1,77
	PM ₁₀ (grav)	X	361	98,9	14	12	35	0	44	LVS	
Cottbus	PM ₁₀		365	100,0	15	13	42	0	48	EDM	0,75x+2,19
	PM ₁₀ (grav)	X	365	100,0	15	14	42	2	56	LVS	
Dallgow-Döberitz	PM ₁₀	X	363	99,7	15	13	37	0	42	EDM	0,75x+2,19
Eisenhüttenstadt	PM ₁₀	X	365	99,9	17	13	54	5	63	Fidas	0,85x+1,77
Elsterwerda	PM ₁₀	X	365	99,9	14	12	41	1	53	Fidas	0,85x+1,77
Frankfurt (Oder)	PM ₁₀	X	350	96,2	15	13	41	0	49	EDM	0,75x+2,19
Hasenholz (Buckow)	PM ₁₀	X	362	99,2	15	11	47	4	62	EDM	0,83x+1,44
Luckenwalde	PM ₁₀	X	365	99,9	16	14	44	0	47	EDM	0,75x+2,19
Lütte (Belzig)	PM ₁₀		365	100,0	12	10	33	0	46	EDM	0,83x+1,44
	PM ₁₀ (grav)	X	364	99,7	12	10	31	2	52	LVS	
Nauen	PM ₁₀	X	365	100,0	18	14	56	6	65	EDM	0,75x+2,19
Neuglobsow	PM ₁₀	X	362	99,3	12	10	30	0	36	Beta	
Neuruppin	PM ₁₀	X	361	99,4	16	13	47	2	55	EDM	0,75x+2,19
Potsdam, Groß Glienicke	PM ₁₀		363	99,5	13	11	38	0	43	Fidas	0,85x+1,77
	PM ₁₀ (grav)	X	365	100,0	13	12	35	0	45	LVS	
Potsdam-Zentrum	PM ₁₀	X	363	99,7	17	14	42	0	48	EDM	0,75x+2,19
Schwedt/Oder	PM ₁₀		358	98,4	15	13	42	0	50	EDM	0,75x+2,19
	PM ₁₀ (grav)	X	352	96,4	15	12	41	2	57	LVS	
Spreewald	PM ₁₀		365	99,9	13	11	35	0	45	EDM	0,83x+1,44
	PM ₁₀ (grav)	X	358	98,1	13	12	34	1	54	LVS	
Spremberg	PM ₁₀	X	365	100,0	16	14	42	0	46	EDM	0,75x+2,19
Wildau	PM ₁₀		364	99,8	15	12	42	0	49	Fidas	0,85x+1,77
	PM ₁₀ (grav)	X	365	100,0	16	14	37	0	48	LVS	
Wittenberge	PM ₁₀	X	363	99,7	13	12	35	0	47	EDM	0,75x+2,19
Bernau, Lohmühlenstr.	PM ₁₀		365	100,0	18	16	48	2	56	EDM	0,77x+2,90
	PM ₁₀ (grav)	X	355	97,3	18	16	46	3	59	LVS	
Cottbus, Bahnhofstr.	PM ₁₀	X	360	99,1	19	17	51	3	54	EDM	0,77x+2,90
Eberswalde, Breite Str.	PM ₁₀	X	365	100,0	22	17	56	10	254	EDM	0,77x+2,90
Frankfurt(O), Leipziger Str.	PM ₁₀	X	363	99,8	18	15	47	1	60	EDM	0,77x+2,90
Potsdam, Großbeerenstr.	PM ₁₀	X	365	100,0	17	15	43	0	46	EDM	0,77x+2,90
Potsdam, Zeppelinstr.	PM ₁₀		362	99,7	18	16	46	2	79	EDM	0,77x+2,90
	PM ₁₀ (grav)	X	362	99,2	18	16	43	0	50	LVS	
Schönefeld, Flughafen	PM ₁₀		307	84,0	16	14	46	1	52	Beta	
	PM ₁₀ (grav)	X	346	94,8	12	10	30	0	40	LVS	

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben in µg/m³

grav/LVS = Gravimetrische Messung (Referenzverfahren): Probenahme mittels Low Volume Sampler mit PM₁₀-Kopf

EDM = Kontinuierliche Messung mit EDM180 (Streulichtmessung)

Fidas = Kontinuierliche Messung mit Fidas200 (Streulichtmessung)

Beta = Kontinuierliche Messung mittels Beta-Absorption

Funktion = Bereits eingerechnete Funktion zum Referenzverfahren

A 3.7: PM_{2,5}-Schwebstaub

Messort		GW-rel.	gült. Tage	Verf.	MW (Jahr)	P50	P98	Max (Tag)	Verfahren	Funktion
Blankenfelde-Mahlow	PM _{2,5}	X	365	99,9	10	7	32	39	EDM	0,78x+0,01
Brandenburg a.d.Havel	PM _{2,5}	X	361	99,0	10	7	32	42	Fidas	0,87x+1,09
Cottbus	PM _{2,5}		365	99,9	10	8	34	43	EDM	0,78x+0,01
	PM _{2,5} (grav)	X	365	100,0	11	9	33	52	LVS	
Dallgow-Döberitz	PM _{2,5}	X	363	99,6	9	7	30	35	EDM	0,78x+0,01
Eisenhüttenstadt	PM _{2,5}	X	365	99,9	12	8	44	57	Fidas	0,87x+1,09
Elsterwerda	PM _{2,5}		365	99,9	10	8	34	51	Fidas	0,87x+1,09
	PM _{2,5} (grav)	X	365	100,0	11	9	30	53	LVS	
Frankfurt (Oder)	PM _{2,5}	X	350	96,2	10	8	35	48	EDM	0,78x+0,01
Hasenholz (Buckow)	PM _{2,5}		362	99,2	9	7	31	43	EDM	0,78x+0,01
	PM _{2,5} (grav)	X	359	98,4	10	7	33	50	LVS	
Luckenwalde	PM _{2,5}	X	365	99,9	11	8	35	43	EDM	0,78x+0,01
Lütte (Belzig)	PM _{2,5}		365	99,9	8	6	25	35	EDM	0,78x+0,01
	PM _{2,5} (grav)	X	364	99,7	8	6	30	42	LVS	
Nauen	PM _{2,5}	X	365	100,0	10	8	33	35	EDM	0,78x+0,01
Neuruppin	PM _{2,5}	X	361	99,4	10	7	30	35	EDM	0,78x+0,01
Potsdam, Groß Glienicke	PM _{2,5}		363	99,5	9	7	31	41	Fidas	0,87x+1,09
	PM _{2,5} (grav)	X	365	100,0	9	7	32	40	LVS	
Potsdam-Zentrum	PM _{2,5}		363	99,7	11	8	33	43	EDM	0,78x+0,01
	PM _{2,5} (grav)	X	363	99,5	10	8	35	44	LVS	
Schwedt/Oder	PM _{2,5}	X	358	98,3	10	8	35	48	EDM	0,78x+0,01
Spreewald	PM _{2,5}	X	365	99,9	8	6	25	37	EDM	0,78x+0,01
Spremberg	PM _{2,5}		365	99,9	11	9	34	44	EDM	0,78x+0,01
	PM _{2,5} (grav)	X	365	100,0	11	10	31	55	LVS	
Wildau	PM _{2,5}	X	364	99,8	10	8	36	47	Fidas	0,87x+1,09
Wittenberge	PM _{2,5}	X	363	99,7	9	7	29	44	EDM	0,78x+0,01
Bernau, Lohmühlenstr.	PM _{2,5}	X	365	99,9	10	8	32	42	EDM	0,78x+0,01
Brandenburg, Neuendorfer Str.	PM _{2,5}		363	99,6	11	8	35	47	Fidas	0,87x+1,09
	PM _{2,5} (grav)	X	362	99,2	10	8	29	43	LVS	
Cottbus, Bahnhofstr.	PM _{2,5}		360	99,1	11	9	36	47	EDM	0,78x+0,01
	PM _{2,5} (grav)	X	363	99,5	12	10	36	54	LVS	
Eberswalde, Breite Str.	PM _{2,5}		365	99,9	12	9	42	49	EDM	0,78x+0,01
	PM _{2,5} (grav)	X	356	97,5	11	9	43	53	LVS	
Frankfurt(O), Leipziger Str.	PM _{2,5}	X	363	99,8	11	9	37	54	EDM	0,78x+0,01
Potsdam, Großbeerenstr.	PM _{2,5}	X	365	99,9	10	8	31	41	EDM	0,78x+0,01
Potsdam, Zeppelinstr.	PM _{2,5}	X	362	99,7	10	8	32	43	EDM	0,78x+0,01
Schönefeld, Flughafen	PM _{2,5}	X	337	92,4	9	7	30	35	Beta	

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben in µg/m³

grav/LVS = Gravimetrische Messung (Referenzverfahren): Probenahme mittels Low Volume Sampler mit PM₁₀-Kopf

EDM = Kontinuierliche Messung mit EDM180 (Streulichtmessung)

Fidas = Kontinuierliche Messung mit Fidas200 (Streulichtmessung)

Beta = Kontinuierliche Messung mittels Beta-Absorption

Funktion = Bereits eingerechnete Funktion zum Referenzverfahren

A 3.8: Ultrafeine Partikel

Messort	Verf.	gült. Tage	MW(Jahr)	P50	P98
Blankenfelde-Mahlow	99,9	365	7426	6049	22986
Cottbus	87,3	318	5229	4746	12523
Spreewald	99,6	363	3785	3479	9172
Wildau	99,9	365	5874	5067	15295
Schönefeld, Flughafen	99,8	364	11837	9103	39669

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

Messung mittels Kondensationspartikelzähler GRIMM CPC 5420, Größenspektrum > 4 nm

In Wildau ab 20.12.2022 Größenspektrum > 10 nm

A 3.9: Inhaltsstoffe des PM₁₀: Ruß, Polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Messort	Parameter	gült. Proben	Verf.	MW(Jahr)	P50	Max(Probe)
Blankenfelde-Mahlow	Ruß ¹	146	40,0	1,7	1,4	5,7
	B(a)A	152	41,6	0,3	0,1	2,5
	B(a)P	152	41,6	0,4	0,2	2,7
	B(b)F	152	41,6	0,6	0,3	2,9
	B(j)F	152	41,6	0,9	0,6	4,3
	B(k)F	152	41,6	0,2	0,1	1,4
	DB(ah)A	152	41,6	0,0	0,0	0,12
	INP	152	41,6	0,4	0,2	1,9
Potsdam, Zeppelinstr.	Ruß ¹	146	40,0	1,8	1,7	4,5
	B(a)A	149	40,8	0,1	0,0	2,2
	B(a)P	149	40,8	0,3	0,1	3,0
	B(b)F	149	40,8	0,3	0,1	3,9
	B(j)F	149	40,8	0,6	0,2	5,5
	B(k)F	149	40,8	0,1	0,1	1,4
	DB(ah)A	149	40,8	0,0	0,0	0,15
	INP	149	40,8	0,2	0,1	2,5
Schwedt/Oder	Ruß ¹	141	38,6	1,5	1,3	6,5
	B(a)A	141	38,6	0,2	0,0	1,0
	B(a)P	141	38,6	0,3	0,1	1,9
	B(b)F	141	38,6	0,4	0,2	2,4
	B(j)F	141	38,6	0,6	0,3	3,5
	B(k)F	141	38,6	0,2	0,1	0,9
	DB(ah)A	141	38,6	0,0	0,0	0,09
	INP	141	38,6	0,3	0,1	1,6
Schönefeld, Flughafen	Ruß ¹	141	38,6	1,2	1,1	3,6
	B(a)A	141	38,6	0,1	0,0	1,2
	B(a)P	141	38,6	0,2	0,1	1,6
	B(b)F	141	38,6	0,3	0,1	2,1
	B(j)F	141	38,6	0,5	0,2	3,3
	B(k)F	141	38,6	0,1	0,0	0,8
	DB(ah)A	141	38,6	0,0	0,0	0,08
	INP	141	38,6	0,2	0,1	1,4

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben Ruß in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, alle anderen Inhaltsstoffe in ng/m^3

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

B(a)A Benzo(a)anthracen B(a)P Benzo(a)pyren B(b)F Benzo(b)fluoranthren B(j)F Benzo(j)fluoranthren

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

1 Messung nach VDI 2465 Bl.2:1999-05

A 3.10: Inhaltsstoffe des PM₁₀: Schwermetalle

Messort	Parameter	gült. Proben	Verf.	MW(Jahr)	P50	Max(Probe)
Bernau, Lohmühlenstr.	Arsen	205	56,2	0,6	0,2	6,9
	Blei	205	56,2	4,2	2,7	23,7
	Cadmium	205	56,2	0,1	0,1	0,6
	Nickel	205	56,2	1,9	1,8	6,2
	Antimon	205	56,2	2,1	2,0	7,1
	Barium	205	56,2	22,4	17,2	391,3
Brandenburg a.d.Havel	Arsen	207	56,7	0,5	0,2	20,3
	Blei	207	56,7	5,1	3,3	46,9
	Cadmium	207	56,7	0,1	0,1	4,3
	Nickel	207	56,7	1,8	0,9	25,1
Cottbus	Arsen	208	57,0	1,2	0,3	14,1
	Blei	208	57,0	4,9	2,7	44,5
	Cadmium	208	57,0	0,1	0,1	1,2
	Nickel	208	57,0	1,7	0,9	7,6
Wildau	Arsen	205	56,2	0,8	0,2	22,1
	Blei	205	56,2	4,1	2,2	42,0
	Cadmium	205	56,2	0,1	0,1	0,7
	Nickel	205	56,2	1,7	0,9	5,3

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

A 3.11: Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC)

Messort	Parameter	gült. Proben	Verf.	MW(Jahr)	P50	Max(Probe)
Blankenfelde-Mahlow ¹	Benzol	53	99,5	0,6	0,4	2,1
	Ethylbenzol	53	99,5	0,1	0,1	0,4
	Toluol	53	99,5	0,7	0,6	2,0
	mp-Xylol	53	99,5	0,4	0,3	1,0
	o-Xylol	53	99,5	0,1	0,1	0,4
	Isooktan	49	91,5	0,12	0,12	0,33
	1,2,3-Trimethylbenzol	53	99,5	0,06*	0,05	0,17
	1,2,4-Trimethylbenzol	53	99,5	0,14	0,14	0,39
	1,3,5-Trimethylbenzol	53	99,5	0,05*	0,05	0,13
	n-Heptan	53	99,5	0,10	0,05	0,24
	n-Oktan	53	99,5	0,05*	0,05	0,05
	n-Nonan	53	99,5	0,06*	0,05	0,50
	n-Decan	53	99,5	0,06*	0,05	0,15
	n-Undecan	53	99,5	0,09	0,05	0,29
	n-Dodecan	53	99,5	0,06*	0,05	0,17
	n-Tridecan	53	99,5	0,05*	0,05	0,05
	n-Tetradecan	53	99,5	0,05*	0,05	0,05
	n-Pentadecan	53	99,5	0,05*	0,05	0,05
	n-Hexadecan	53	99,5	0,05*	0,05	0,05
	n-Heptadecan	53	99,5	0,10*	0,10	0,10
n-Octadecan	53	99,5	0,05*	0,05	0,05	
n-Nonadecan	53	99,5	0,05*	0,05	0,05	
n-Eicosan	53	99,5	0,05*	0,05	0,10	
Schönefeld, Flughafen ¹	Benzol	52	99,2	0,4	0,3	1,7
	Ethylbenzol	52	99,2	0,1	0,1	0,3
	Toluol	52	99,2	0,4	0,4	1,1
	mp-Xylol	52	99,2	0,3	0,2	0,7
	o-Xylol	52	99,2	0,1	0,1	0,3
	Isooktan	52	99,2	0,06*	0,05	0,19
	1,2,3-Trimethylbenzol	52	99,2	0,06*	0,05	0,12
	1,2,4-Trimethylbenzol	52	99,2	0,11	0,11	0,22
	1,3,5-Trimethylbenzol	52	99,2	0,05*	0,05	0,05
	n-Heptan	52	99,2	0,08	0,05	0,20
	n-Oktan	52	99,2	0,05*	0,05	0,11
	n-Nonan	52	99,2	0,07*	0,05	0,24
	n-Decan	52	99,2	0,06*	0,05	0,18
	n-Undecan	52	99,2	0,08	0,05	0,18
	n-Dodecan	52	99,2	0,07	0,05	0,17
	n-Tridecan	52	99,2	0,06*	0,05	0,18
	n-Tetradecan	52	99,2	0,09	0,05	0,17
	n-Pentadecan	52	99,2	0,05*	0,05	0,11
	n-Hexadecan	52	99,2	0,11	0,11	0,16
	n-Heptadecan	52	99,2	0,11*	0,10	0,21
n-Octadecan	52	99,2	0,08	0,05	0,15	
n-Nonadecan	52	99,2	0,07*	0,05	0,24	
n-Eicosan	52	99,2	0,05*	0,05	0,05	

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben in µg/m³

¹ Kennwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeiteilgewichteten Proben (aktive Probenahme: etwa 1 Woche)

* größer/gleich 75 Prozent der in die Berechnung eingegangen Einzelwerte unterhalb der Bestimmungs-/Nachweisgrenze

A 3.12: Flüchtige Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Messort	Parameter	gült. Proben	Verf.	MW(Jahr)	P50	Max(Probe)
Blankenfelde-Mahlow ¹	Benzol	53	99,5	0,6	0,4	2,1
	Ethylbenzol	53	99,5	0,1	0,1	0,4
	Toluol	53	99,5	0,7	0,6	2,0
	mp-Xylol	53	99,5	0,4	0,3	1,0
	o-Xylol	53	99,5	0,1	0,1	0,4
Schwedt/Oder ¹	Benzol	52	95,6	0,6	0,5	1,9
	Ethylbenzol	52	95,6	0,1	0,2	0,3
	Toluol	52	95,6	0,6	0,7	1,4
	mp-Xylol	52	95,6	0,4	0,4	0,7
	o-Xylol	52	95,6	0,1	0,2	0,4
Bernau, Lohmühlenstr. ²	Benzol	13	94,8	0,7	0,7	1,2
	Ethylbenzol	13	94,8	0,5	0,3	0,9
	Toluol	13	94,8	1,5	1,2	2,6
	mp-Xylol	13	94,8	1,4	1,0	2,8
	o-Xylol	11	79,2	0,4	0,3	1,0
Brandenburg, Neuendorfer Str. ²	Benzol	13	92,9	0,9	0,8	2,0
	Ethylbenzol	13	92,9	0,5	0,4	1,0
	Toluol	13	92,9	1,9	1,7	3,2
	mp-Xylol	13	92,9	1,5	1,1	2,9
	o-Xylol	11	77,3	0,5	0,4	1,3
Cottbus, Bahnhofstr. ¹	Benzol	51	95,6	0,8	0,7	2,2
	Ethylbenzol	51	95,6	0,5	0,4	8,0
	Toluol	51	95,6	1,4	1,4	3,0
	mp-Xylol	51	95,6	1,6	1,0	26,2
	o-Xylol	51	95,6	0,6	0,4	8,1
Eberswalde, Breite Str. ²	Benzol	13	94,8	0,8	0,7	1,3
	Ethylbenzol	13	94,8	0,5	0,4	0,9
	Toluol	13	94,8	1,5	1,4	2,8
	mp-Xylol	13	94,8	1,4	1,0	2,8
	o-Xylol	11	79,2	0,5	0,4	1,1
Frankfurt(O), Leipziger Str. ²	Benzol	12	85,5	0,8	0,6	1,8
	Ethylbenzol	12	85,5	0,5	0,5	1,3
	Toluol	12	85,5	1,5	1,4	2,3
	mp-Xylol	12	85,5	1,6	1,5	3,9
	o-Xylol	9	62,2	0,6	0,5	1,3
Potsdam, Großbeerenstr. ²	Benzol	12	84,9	0,8	0,6	1,5
	Ethylbenzol	12	84,9	0,6	0,5	1,5
	Toluol	12	84,9	1,9	1,8	3,3
	mp-Xylol	12	84,9	1,6	1,2	4,8
	o-Xylol	10	69,3	0,5	0,4	1,2
Potsdam, Zeppelinstr. ¹	Benzol	52	97,5	0,7	0,7	1,9
	Ethylbenzol	52	97,5	0,7	0,5	3,8
	Toluol	52	97,5	1,5	1,5	3,3
	mp-Xylol	52	97,5	1,9	1,1	12,5
	o-Xylol	52	97,5	0,5	0,4	1,7
Schönefeld, Flughafen ¹	Benzol	52	99,2	0,4	0,3	1,7
	Ethylbenzol	52	99,2	0,1	0,1	0,3
	Toluol	52	99,2	0,4	0,4	1,1
	mp-Xylol	52	99,2	0,3	0,2	0,7
	o-Xylol	52	99,2	0,1	0,1	0,3

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben in µg/m³

1 Kennwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeiteilgewichteten Proben (aktive Probenahme: etwa 1 Woche)

2 Kennwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeiteilgewichteten Proben (passive Probenahme: etwa 28 Tage)

A 3.13: Staubniederschlag

Messort	MW(Jahr) ¹				
	Gesamtstaub [mg/(m ² ·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	1,2	0,04	0,6
Brandenburg a.d.Havel	44	0,3	1,8	0,04	0,9
Cottbus	42	0,3	1,4	0,03	0,8
Cottbus, Meisenweg	38	0,5	1,4	0,06	0,9
Dallgow-Döberitz	38	0,2	1,3	0,07	0,8
Eisenhüttenstadt	40	0,2	0,9	0,04	0,6
Elsterwerda	39	0,5	1,5	0,04	0,8
Frankfurt (Oder)	40	0,3	1,2	0,03	0,7
Hasenholz (Buckow)	43	0,5	0,9	0,03	0,6
Luckenwalde	40	0,4	2,5	0,07	0,9
Lütte, Am Lütter Bach	42	0,3	1,9	0,04	0,9
Nauen	44	2,1	1,8	0,06	0,7
Neuruppin	53	0,3	1,7	0,04	0,6
Potsdam-Zentrum	37	0,3	2,7	0,04	0,9
Schwedt/Oder	42	0,6	1,0	0,02	0,5
Spreewald	38	0,5	0,7	0,03	2,1
Spremberg	46	0,4	1,5	0,04	1,0
Wildau	39	0,2	1,6	0,07	0,8
Wittenberge	38	0,4	0,9	0,02	0,5

¹ Mittelwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeitanteilsgewichteten Proben

A 3.14: Niederschlagsdeposition (Bulk) – Organische Spurenstoffe

	Cottbus, Meisenweg		Hasenholz (Buckow)		Potsdam-Zentrum	
	gült. Proben	MW(Jahr) ¹	gült. Proben	MW(Jahr) ¹	gült. Proben	MW(Jahr) ¹
Benzo(a)anthracen	14	10,3	14	7,3	14	19,2
Benzo(a)pyren	14	18,2	14	15,6	14	25,8
Benzo(b)fluoranthen	14	26,6	14	22,1	14	38,3
Benzo(j)fluoranthen	14	31,2	14	25,5	14	35,8
Benzo(k)fluoranthen	14	9,1	14	7,8	14	13,8
Dibenzo(a,h)anthracen	14	1,2	14	1,0	14	2,3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	14	15,9	14	14,9	14	24,3

Spaltenüberschriften siehe Anhang 4, Konzentrationsangaben in ng/(m²·d)

¹ Mittelwerte für das exakte Kalenderjahr aus zeitanteilsgewichteten Proben

Anhang 4: Verzeichnis der Kenngrößen

Stoff	Kennung	Kenngröße	Erläuterung
allgemein	gült. Tage		Anzahl gültiger Tagesmittelwerte
	gült. Proben		Anzahl gültiger Proben
	Verf.		Messwertverfügbarkeit (%)
	Max(1 h)		maximaler 1-Stunden-Mittelwert
	Max(Tag)		maximaler Tagesmittelwert
	Max(8 h)		maximaler 8-Stunden-Mittelwert
	Max(Probe)		maximaler Probenwert
	MW(Jahr)	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung	Jahresmittelwert
	MW(Winter)		Wintermittelwert
	P50	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung	50 %-Perzentil (Median)
	P98	Immissionskenngröße für die Kurzzeitbelastung	98 %-Perzentil
SO ₂	Ü125(Tag)	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 125 µg/m ³
	Ü350(1 h)	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 350 µg/m ³
	Ü500(1 h)	Überschreitungshäufigkeit der Alarmschwelle nach 39. BImSchV	Anzahl der Überschreitungen des 1-Stunden-Mittelwertes von 500 µg/m ³ an 3 aufeinanderfolgenden Stunden
NO ₂	Ü200(1 h)	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 200 µg/m ³
	Ü400(1 h)	Überschreitungshäufigkeit der Alarmschwelle nach 39. BImSchV	Anzahl der Überschreitungen des 1-Stunden-Mittelwertes von 400 µg/m ³ an 3 aufeinanderfolgenden Stunden
PM ₁₀ -/PM _{2,5} -Schwebstaub	Ü50(Tag)	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 50 µg/m ³
	Verfahren		für die Messung verwendetes Messverfahren beziehungsweise Messgerät
	Funktion		Funktion 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(8 h)	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 8-Stunden-Mittelwertes von 10 mg/m ³
Ozon	Ü180(1 h)	Überschreitungshäufigkeit der Informationsschwelle nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 180 µg/m ³
	Ü240(1 h)	Überschreitungshäufigkeit der Alarmschwelle nach 39. BImSchV	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 240 µg/m ³
	Ü120-Jahr(8 h)		Anzahl der Tage mit Überschreitung des 8-Stunden-Mittelwertes von 120 µg/m ³ im Messjahr
	Ü120(8 h)	Überschreitungshäufigkeit nach 39. BImSchV	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 8-Stunden-Mittelwertes von 120 µg/m ³ als 3-Jahres-Mittelwert
	AOT40-Jahr		AOT40-Wert (zum Schutz der Vegetation) berechnet aus 1-Stunden-Mittelwerten von Mai bis Juli im Messjahr
	AOT40	O ₃ -Dosis nach 39. BImSchV oberhalb 40 ppb zum Schutz der Vegetation	AOT40-Wert (zum Schutz der Vegetation) berechnet aus 1-Stunden-Mittelwerten von Mai bis Juli als 5-Jahres-Mittelwert

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

Referat Öffentlichkeitsarbeit,
Internationale Kooperation

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

Telefon: 0331 866-7237
E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de



mluk.brandenburg.de
agrar-umwelt.brandenburg.de
vimeo.com/mlukbrandenburg
twitter.com/MLUKBrandenburg