



LUFTGÜTEMESSDATEN

Jahresbericht 2023

Senatsverwaltung
für Mobilität, Verkehr,
Klimaschutz und Umwelt

BERLIN



IMPRESSUM

HERAUSGERBERIN

Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr,
Klimaschutz und Umwelt
Berliner Luftgütemessnetz
Brückenstraße 6
10179 Berlin
www.berlin.de/sen/mvku/

BEARBEITUNG

Tilmann Schöllnhammer, Lena Schümann, Dr. Katja Grunow, Dr. Heike Kaupp

Unter Mitarbeit von:

Gregor Bukalis, Sebastian Clemen, Sean Carlos Conrad, Diana Duro Sánchez, Philipp Guse, Dr. Michael Hofmann,
Sylvia Krüger, Marcel Krysiak, Ulrike Lehmann, Benjamin Neef, Enche Ruck, Martin Schacht, Nadine Sommerfeld, Monika
Weiß

BILDNACHWEISE

Titelbild: Blick über Berlin mit Funkturm im Vordergrund und Fernsehturm im Hintergrund (Quelle: Berliner Luftgütemessnetz)

Abbildung 17, Abbildung 18 (Quelle: Berliner Luftgütemessnetz)

Abbildung 19 (Quelle: Dr. H. Kaupp)

STAND

07/2026

Inhalt

Einleitung.....	4
Überwachung der Luftqualität in Berlin	5
Das Berliner Luftgütemessnetz im Jahr 2023.....	5
Beurteilungswerte der 39. BImSchV	10
Verfügbarkeit der Messdaten	11
Meteorologischer Jahresüberblick 2023.....	12
Temperatur	12
Sonnenscheindauer	14
Niederschlag	15
Wind	16
Die Luftqualität in Berlin im Jahr 2023	17
Kennwerte und Beurteilung der Belastung von Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO ₂) und Stickstoffoxiden (NO _x).....	17
Stickstoffdioxid (NO ₂).....	18
Langzeittrend von Stickstoffdioxid	21
Summe der Stickstoffoxide (NO _x).....	24
Kennwerte und Beurteilung der Belastung für Partikel PM ₁₀ und PM _{2,5} sowie für den AEI	26
PM ₁₀	26
Langzeittrend für PM ₁₀	27
PM _{2,5}	29
Average Exposure Indicator (AEI).....	29
Langzeittrend von PM _{2,5}	30
Kennwerte und Beurteilung der Belastung für Staubinhaltsstoffe	32
Benzo[a]pyren in PM ₁₀	32
Schwermetalle in PM ₁₀	32
EC und OC	33
Kennwerte und Beurteilung der Belastung von Ozon.....	35
Ozon (O ₃)	36
AOT.....	38
Langzeittrend von Ozon.....	38
Kennwerte und Beurteilung der Belastung für Kohlenstoffmonoxid und Benzol	41
Kohlenstoffmonoxid (CO).....	41
Benzol	41
Langzeittrend von Schwefeldioxid (SO ₂).....	41

Standortanpassung des Messcontainers in der Silbersteinstraße.....	43
Der Umzug des Messcontainers - Der Versetzungsprozess.....	43
Auswertung des Parallelbetriebes MC143/QS3.....	45
Begriffsbestimmungen und Abkürzungen	48
Abbildungsverzeichnis.....	49
Tabellenverzeichnis	51
Literaturverzeichnis.....	52

EINLEITUNG

Der vorliegende Jahresbericht informiert über die Luftschadstoffbelastung in Berlin im Jahr 2023. Berlin ist, wie alle deutschen Bundesländer, nach § 44 Abs. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) verpflichtet, die Luftverunreinigung kontinuierlich zu überwachen. In der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV), mit der die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht umgesetzt wurde, sind Grenz- und Zielwerte für die einzelnen Luftschadstoffe, Art und Umfang der Messungen sowie Vorgaben zu Messverfahren und Messstellenplatzierung festgelegt.

Wie die Überwachung der Luftqualität in Berlin durchgeführt wird und welche Grenz- und Zielwerte gelten, ist im Kapitel „Überwachung der Luftqualität in Berlin“ dargestellt. Das Kapitel „Verfügbarkeit der Messdaten“ enthält eine Übersicht über die tatsächlich über das Kalenderjahr hinweg gemessenen Zeiträume. Die meteorologische Situation in Berlin im Jahr 2023 wird in Kapitel „Meteorologischer Jahresüberblick 2023“ anhand von Messdaten der meteorologischen Station Berlin-Dahlem dargestellt, die partnerschaftlich von der Freien Universität Berlin (FU) und dem Deutschen Wetterdienst (DWD) betrieben wird (DWD Stations_ID 403). Anschließend werden die Ergebnisse der Messungen der wichtigsten Luftschadstoffe sowie die langfristige Entwicklung der Konzentrationen im Kapitel „Die Luftqualität in Berlin im Jahr 2023“ präsentiert und erörtert. Das letzte Kapitel „Standortanpassung des Messcontainers in der Silbersteinstraße“ widmet sich der Installation eines neuen Messcontainers in geringer räumlicher Entfernung zu einem bestehenden Standort.

ÜBERWACHUNG DER LUFTQUALITÄT IN BERLIN

Die Überwachung der Luftqualität obliegt in Deutschland den Bundesländern. In Berlin wird diese Aufgabe seit den 1970er Jahren durch das **Berliner Luftgütemessnetz (BLUME)** wahrgenommen. Um die Luftqualität im Hinblick auf die menschliche Gesundheit beurteilen zu können, sind gemäß 39. BImSchV einerseits Daten in Bereichen mit den höchsten Schadstoffkonzentrationen zu erheben, denen die Bevölkerung direkt oder indirekt über einen im Vergleich zum jeweiligen Grenzwert relevanten Zeitraum ausgesetzt ist. Zum anderen müssen Daten gewonnen werden für Bereiche, deren Belastung für die Exposition der Bevölkerung allgemein repräsentativ ist.

Konkret heißt dies in Berlin:

- Für viele Luftschadstoffe, allen voran Partikel PM₁₀ und Stickstoffdioxid (NO₂), ist die Belastung an Hauptverkehrsstraßen am höchsten. Für Ozon, das erst in der Atmosphäre aus sogenannten Vorläufersubstanzen gebildet wird, werden dagegen die höchsten Konzentrationen am Stadtrand beobachtet.
- Für alle Luftschadstoffe werden die für die Belastung der Bevölkerung allgemein relevanten Werte in den Wohngebieten der Innenstadt gemessen.

Um die verschiedenen „Belastungsregime“ abzudecken, erfüllt jede Messstelle die Charakteristik einer der drei Kategorien „Verkehr“, „städtischer Hintergrund“ oder „Stadtrand“. Am Stadtrand kann, bei entsprechender Windrichtung, auch festgestellt werden, welcher Anteil der Schadstoffe von außerhalb des Stadtgebietes kommt. Die Kenntnis dieses Beitrages ist wichtig, um eine fundierte Ursachenanalyse durchführen zu können und adäquate Maßnahmen zur Senkung der Schadstoffbelastung für die Berliner Bevölkerung umzusetzen.

Das Berliner Luftgütemessnetz im Jahr 2023

Im Jahr 2023 wurde die Luftqualität gemäß 39. BImSchV an fast 50 Standorten gemessen, darunter 17 Messcontainer. Sieben dieser Messcontainer waren verkehrsnah und jeweils fünf in innerstädtischen Wohngebieten sowie am Stadtrand platziert.

Was hat sich im Jahr 2023 im BLUME geändert?

Das Berliner Luftgütemessnetz wird fortlaufend weiterentwickelt, damit die Luftqualität in Berlin stets optimal überwacht wird. Im Jahr 2023 gab es die folgenden Änderungen:

- **MC014:** Ende des Jahres 2022 wurde die Sondermessstelle zur Erfassung der Luftschadstoffbelastung an der A 100 offiziell stillgelegt.
- **NO₂-Passivsammler:** Da die dort zuletzt gemessenen Konzentrationen deutlich unter dem Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m³ lagen, konnten 10 NO₂-Passivsammlerstandorte zum Jahresende 2022 eingestellt werden.
- + **QS3:** Zum Jahresbeginn 2023 wurde ein neuer Container in der Silbersteinstr. 5 in Betrieb genommen, der ab 2024 den bisherigen MC143 ersetzt hat. Unter dem internen Namen QS3 wurde er für das Jahr 2023 offiziell nicht gezählt, da er im Parallelbetrieb der Qualitätssicherung dient. Das bedeutet, dass die Daten nicht als beurteilungsrelevant an das Umweltbundesamt geliefert wurden. Im Abschnitt „Standortanpassung des Messcontainers in der Silbersteinstraße“ wird das konkrete Vorgehen beschrieben.
- +/- **Benzol:** Zum Jahreswechsel 2022/23 hat das Berliner Luftgütemessnetz das automatische Referenzverfahren zur Messung der Benzolkonzentration eingestellt, da es aufgrund der seit Jahren geringen Konzentrationen keine gesetzliche Messverpflichtung mehr gibt. Die Beurteilung erfolgt nun ausschließlich über RUBIS-Geräte, die bereits seit Mitte der 1990er Jahre im Einsatz sind. Als nunmehr orientierende Messungen dienen sie der Bestätigung der dauerhaft niedrigen Konzentrationen.

Tabelle 1 fasst die Standorte der Luftgütemesscontainer und die dort jeweils mittels automatischer Geräte gemessenen Schadstoffkomponenten zusammen.

Das Containermessnetz wird darüber hinaus bereits seit Mitte der 1990er Jahre durch kleine, an Straßenlaternen befestigte „Ruß- und Benzol-Immissionssammler“ (RUBIS) und Passivsammler für Stickoxide ergänzt.

Diese Sammler bieten den Vorteil, dass sie auch in engen, stark befahrenen Straßenabschnitten eingesetzt werden können, in denen das Aufstellen eines Messcontainers aus Platzgründen nicht möglich ist. Besonders für Stickstoffdioxid liefern die Passivsammler wichtige Daten, um die Belastung durch den Straßenverkehr präzise abzubilden.

Tabelle 2 fasst die RUBIS- und Passivsammlerstandorte zusammen. Abbildung 1 stellt sämtliche Messstandorte im Jahr 2023 auf einer Karte dar.

2023 wurde an allen Messcontainern Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, an zwölf Containern Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}, an acht Containern Ozon, an zwei Containern Kohlenmonoxid und an vier Containern Messungen des äquivalenten schwarzen Kohlenstoffs (eBC) durchgeführt. Bei dem entsprechenden automatischen Partikel-Messverfahren handelt es sich nicht um das gemäß 39. BImSchV vorgeschriebene Referenzverfahren. Daher wurden in sechs Messcontainern auch Probenahmegeräte betrieben, mit denen die PM₁₀- und/oder PM_{2,5}-Konzentrationen mittels gravimetrischem Referenzverfahren gemäß DIN EN 12341 ermittelt wird. Dies ist als Vergleichsmessung notwendig, um nachzuweisen, dass die Partikelmessungen mit kontinuierlich arbeitenden Automaten die gemäß 39. BImSchV geforderte Qualität aufweisen. Die mit dem Referenzverfahren gesammelten Partikelproben wurden im Labor untersucht. Ein Teil der Proben wurde auf Benzo[a]pyren, Blei, Arsen, Cadmium und Nickel hin analysiert und mit den jeweiligen Grenz- bzw. Zielwerten verglichen. Zusätzlich wurden elementare und organische Kohlenstoffverbindungen (EC, OC) als Bestandteile der Partikel im Labor analysiert. Zusätzlich zu den Messcontainer-Standorten wurde 2023 an über 20¹ Messpunkten im Berliner Stadtgebiet die Belastung mit EC und OC (RUBIS) und an 30 Stellen die Belastung mit Stickstoffoxiden (Passivsammler) in zweiwöchiger Auflösung ermittelt. Weitere 6 RUBIS- und Passivsammler-Messpunkten wurden parallel an Messcontainerstandorten betrieben. Aus diesen sechs RUBIS-Messungen wurde auch die jeweilige Benzolkonzentration ermittelt (zu Benzol siehe auch blauer Info-Kasten auf Seite 5). Die Stickstoffdioxid-Messungen mit Passivsammlern sind ebenfalls kein Referenzverfahren, ihre Äquivalenz zum automatischen Referenzverfahren gemäß DIN EN 14211:2012 (Chemolumineszenz) muss daher jährlich überprüft bzw. nachgewiesen werden. Hierzu werden Vergleichsmessungen an mehreren Messcontainern durchgeführt. So können auch die mit Passivsammlern erfassten Daten zur Beurteilung der Luftqualität verwendet werden.

Eine Erläuterung zu den Funktionsprinzipien der schadstoffspezifischen Messgerättypen ist auf der Website <https://www.berlin.de/luftdaten/messtechnik/> zu finden.

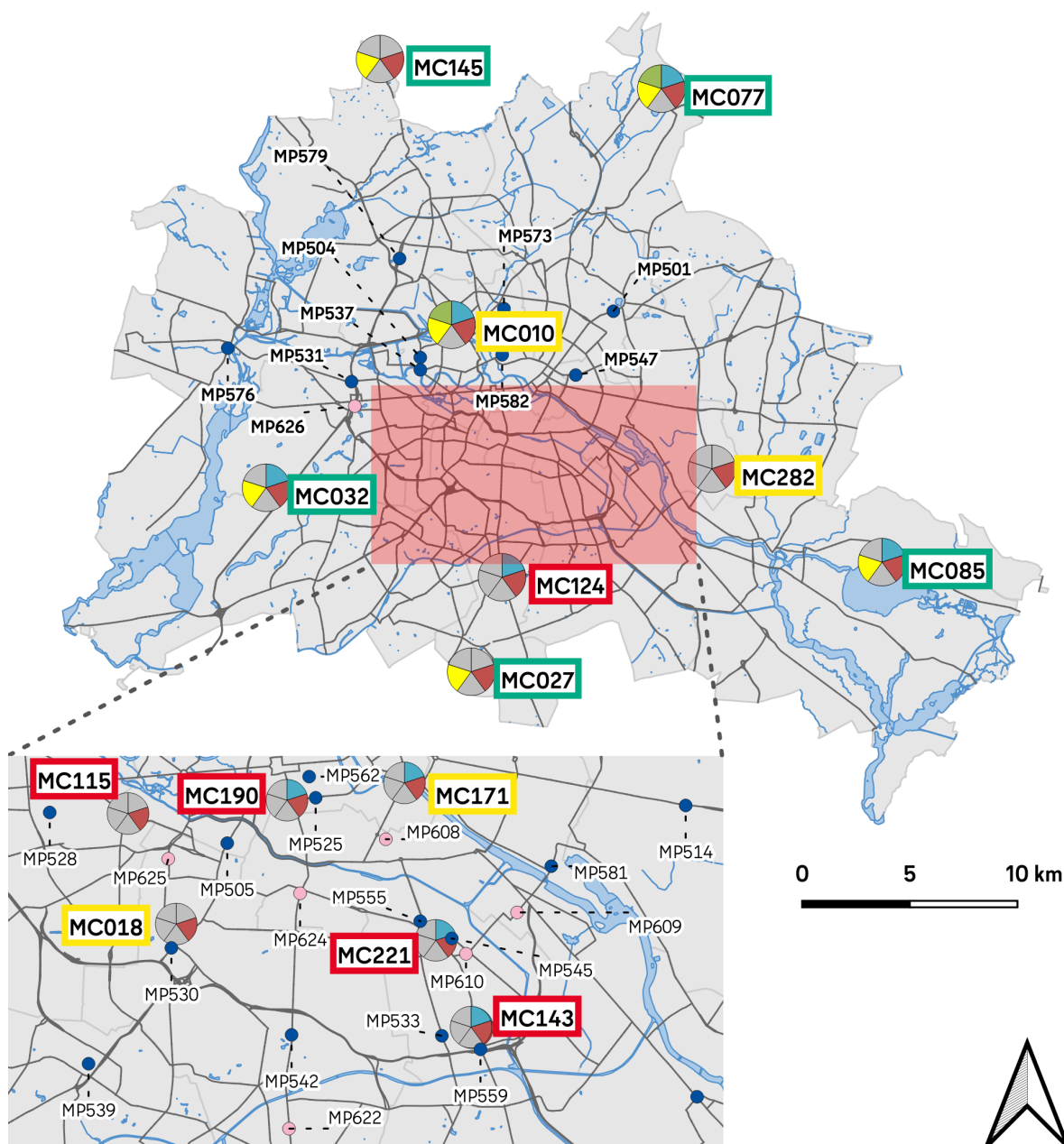
¹ MP507 war im Jahr 2023 als RUBIS- und Passivsammler-Standort vorgesehen. Wegen Problemen bei der Stromversorgung konnte jedoch nur der Passivsammler-Betrieb gewährleistet werden. MP559 ist ein Sondermesspunkt, da der Standort nicht den Vorgaben der 39. BImSchV entspricht. Die dort gemessenen Werte werden daher im Folgenden nicht berichtet (siehe auch Tabelle 2).

Tabelle 1: Standorte der Luftgütemesscontainer und gemessene Komponente (12/2023)

Stations- nummer	Standort	NO _x ¹⁾	Partikel PM ₁₀ und PM _{2,5}			O ₃	CO	EBC	Meteoro- logische Größen
			Streulicht	Gravimetrie	Inhalts- stoffe				
Stadttrand									
MC027	Marienfelde	x	-	-	-	x	-	-	-
MC032	Grunewald	x	x	-	-	x	-	-	T, F, D, WG, WR
MC077	Buch	x	x	x	PAK	x	-	x	-
MC085	Friedrichshagen	x	x	-	-	x	-	-	-
MC145	Frohnau	x	-	-	-	x	-	-	-
Innerstädtischer Hintergrund									
MC010	Wedding	x	x	PM _{2,5}	-	x	-	x	-
MC018	Schöneberg	x	-	-	-	-	-	-	-
MC042	Neukölln	x	x	PM ₁₀ , PM _{2,5}	EC/OC , al, PAK, SM	x	-	x	T, F
MC171	Mitte	x	x	PM ₁₀ , PM _{2,5}	-	-	-	-	-
MC282	Karlshorst	x	-	-	-	-	-	-	T, F, D, WG, WR
Verkehr									
MC115	Hardenbergplatz	x	-	-	-	-	-	-	-
MC117	Schildhornstr. 76	x	x	PM ₁₀	PAK	-	x	-	-
MC124	Mariendorfer Damm 148	x	x	-	-	-	-	-	-
MC143	Silbersteinstr. 1	x	x	-	-	-	-	-	-
MC174	Frankfurter Allee 86 b	x	x	PM ₁₀ , PM _{2,5}	EC/OC , al, PAK, SM	x	x	x	-
MC190	Leipziger Str. 5	x	x	-	-	-	-	-	-
MC221	Karl-Marx-Str. 38	x	x	-	-	-	-	-	-
Erläuterung:									
1)	Gemessen werden Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO ₂) und Stickstoffoxide (NO _x) als die Summe der Volumenmischungsverhältnisse von NO und NO ₂ .								
2)	Partikelinhaltsstoffe EC/OC = elementarer und organischer Kohlenstoff PAK = Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (aus PM ₁₀ -Filterproben) SM = Schwermetalle (aus PM ₁₀ -Filterproben) al = anorganische Ionen (sowohl aus PM _{2,5} - als auch aus PM ₁₀ -Filterproben)								
3)	EBC Equivalent Black Carbon (äquivalenter schwarzer Kohlenstoff)								
4)	Meteorologie T = Temperatur F = relative Feuchte D = Luftdruck WG = Windgeschwindigkeit WR = Windrichtung								

Tabelle 2: RUBIS- und Passivsammlerstandorte (12/2023)

Stationsnummer	Standort	Stationsnummer	Standort
Stadttrand – RUBIS und Passivsammler			
MS535/MC077	Buch, Hobrechtsfelder Chaussee 112		
Innerstädtischer Hintergrund – RUBIS und Passivsammler			
MP517/MC042	Neukölln, Nansenstr. 10		
Verkehr – RUBIS und Passivsammler			
MP501	Weißensee, Berliner Allee 118	MP539	Steglitz, Schloßstr. 29
MP504	Tiergarten, Beusselstr. 66	MP542	Tempelhof, Tempelhofer Damm 148
MP505	Tiergarten, Potsdamer Str. 102	MP545 ^{*)}	Neukölln, Sonnenallee 68
MP507	Schöneweide, Michael-Brückner-Str. 5	MP547 ^{*)}	Friedrichshain, Landsberger Allee 6-8
MP514	Friedrichsfelde, Alt Friedrichsfelde 7a	MP555 ^{*)}	Neukölln, Hermannplatz, Laterne 21
MP519/MC174	Friedrichshain, Frankfurter Allee 86 b	MP559 ^{***)}	<i>Britz, Buschkrugallee 8, Laterne 3</i>
MP521/MC117	Steglitz, Schildhornstr. 76	MP562 ^{**)}	Mitte, Friedrichstr. 172
MP522/MC143	Neukölln, Silbersteinstr. 1	MP573	Wedding, Badstr. 67
MP525 ^{*)}	Mitte, Leipziger Str. 32	MP576	Spandau, Klosterstr. 12
MP528 ^{*)}	Charlottenburg, Kantstr. 117	MP579	Wittenau, Eichborndamm 23-25
MP530 ^{*)}	Schöneberg, Hauptstr. 54	MP581	Friedrichshain, Markgrafendamm 33
MP531 ^{*)}	Westend, Spandauer Damm 103	MP582	Mitte, Invalidenstr. 30
MP533 ^{*)}	Neukölln, Hermannstr. 120	MP584/MC221	Neukölln, Karl-Marx-Str. 38
MP537	Tiergarten, Alt-Moabit 63		
Verkehr – nur Passivsammler			
MP608	Kreuzberg, Oranienstr. 159	MP624 ^{*)}	Kreuzberg, Mehringdamm 46-48
MP609	Treptow, Elsenstr. 102	MP625	Schöneberg, Martin-Luther-Str. 14
MP610	Neukölln, Erkstr. 10-11	MP626	Charlottenburg, Spiegelweg 6
MP622	Mariendorf, Mariendorfer Damm 58-60		
Erläuterung:			
^{*)} Daten werden zur Beurteilung der Luftgüte herangezogen und an die EU gemeldet			
^{**) Teile der Friedrichstraße waren bis Juli 2023 autofrei (siehe Infokasten auf Seite 18). Trotz zeitweisem Durchfahrverbot wird die Messstelle im Jahr 2023 weiterhin als Verkehrsmessstelle geführt.}			
^{***)} Sondermesspunkt, der Standort entspricht nicht den Vorgaben der 39. BImSchV, weshalb die dort gemessenen Werte im Folgenden nicht berichtet werden.			



Messcontainer:

MC117

Verkehr

MC027

Stadttrand

MC018

Hintergrund

Messpunkte:

● Passivsammler

● Passivsammler und RUBIS

mit automatischen Geräten gemessene Schadstoffkomponenten:



PM₁₀/PM_{2,5}



CO



EBC



NO_x



O₃

Abbildung 1: Standorte der Luftgütemesscontainer sowie der RUBIS- und Passivsammlermessstellen in Berlin

Beurteilungswerte der 39. BImSchV

Die Beurteilung der gemessenen Immissionsbelastung erfolgt durch Vergleich mit den in Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgelisteten Vorgaben der 39. BImSchV sind. Diese umfassen Grenz-, Ziel- und kritische Werte sowie Informations- und Alarmschwellen. Sie dienen als rechtlich bindende Standards zur Sicherstellung der Luftqualität und zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt. Gemäß § 1 der 39. BImSchV wurden die verbindlich einzuhaltenden Immissionsgrenzwerte mit dem Ziel festgelegt, „schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern“. Die Zielwerte verfolgen denselben Zweck wie die Grenzwerte, weisen jedoch eine geringere rechtliche Verbindlichkeit auf. Beide Kategorien sind für die kontinuierliche Überwachung und Verbesserung der Luftqualität in Berlin von zentraler Bedeutung. Hinzu kommen Informations- und Alarmschwellen, die in Tabelle 4 zusammengefasst werden. Während eine Überschreitung der Informationsschwelle dazu führt, dass der Bevölkerung umgehend entsprechende Hinweise zur Verfügung gestellt werden müssen, sind bei Konzentrationen oberhalb der Alarmschwellenwerte unverzüglich geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um den jeweiligen Schwellenwert einzuhalten.

Tabelle 3: Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß 39. BImSchV

Schadstoff	Mittelungszeitraum	Grenzwert	Zulässige Anzahl an Überschreitungen
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Stunde	200 µg/m ³	maximal 18 Überschreitungen im Kalenderjahr
	Kalenderjahr	40 µg/m ³	--
Partikel-PM ₁₀	Tag	50 µg/m ³	maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr
	Kalenderjahr	40 µg/m ³	--
Partikel-PM _{2,5}	Kalenderjahr	25 µg/m ³	--
Kohlenmonoxid (CO)	höchster 8-Stunden-Mittelwert des Tages	10 µg/m ³	--
Blei (Pb)	Kalenderjahr	0,5 µg/m ³	--
Benzol	Kalenderjahr	5 µg/m ³	--
Schwefeldioxid (SO ₂)	Stunde	350 µg/m ³	maximal 24 Überschreitungen im Kalenderjahr
	Tag	125 µg/m ³	maximal 3 Überschreitungen im Kalenderjahr

Tabelle 4: Ziel- und Schwellenwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß 39. BImSchV

Schadstoff	Mittelungszeitraum	Zielwert/ Schwellenwert	Zulässige Anzahl an Überschreitungen
Ozon (O ₃)	höchster 8-Stunden-Mittelwert des Tages	120 µg/m ³	maximal 25 Überschreitungen im Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre
	Stunde	180 µg/m ³ (Informationsschwelle)	--
	Stunde	240 µg/m ³ (Alarmschwelle)	--
Stickstoffdioxid (NO ₂)	1 Stunde	400 µg/m ³ (Alarmschwelle)	--
Schwefeldioxid (SO ₂)	1 Stunde	500 µg/m ³ (Alarmschwelle)	--
Arsen (As) in PM ₁₀	Kalenderjahr	6 ng/m ³	--
Kadmium (Cd) in PM ₁₀	Kalenderjahr	5 ng/m ³	--
Nickel (Ni) in PM ₁₀	Kalenderjahr	20 ng/m ³	--
Benzo[a]pyren (BaP) in PM ₁₀	Kalenderjahr	1 ng/m ³	--

VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN

Die Datenqualitätsziele für die Beurteilung der Luftqualität sind in Anlage 1 A der 39. BImSchV geregelt. Für die in diesem Bericht veröffentlichten Messdaten gilt eine Mindestdatenverfügbarkeit für PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, NO_x, CO und Benzol von jeweils 90 %, bezogen auf das gesamte Jahr. Für Ozon gilt in den Sommermonaten eine Mindestdatenverfügbarkeit von 90 % und in den Wintermonaten von 75 %. Wie Tabelle 5 entnommen werden kann, wurden diese Anforderungen im BLUME im Jahr 2023 für fast alle Komponenten erfüllt. Die einzige Ausnahme bilden die automatischen Partikelmessungen am MC143.

Tabelle 5: Datenverfügbarkeit im Jahr 2023

Lage	Station	PM ₁₀ - / PM _{2,5} - Automat	PM _{2,5} Gravi- metrie	PM ₁₀ Gravi- metrie	NO ₂ / NO _x	CO	Ozon
Stadttrand	Marienfelde (MC027)	-	-	-	99%	-	99%
	Grunewald (MC032)	92%	-	-	100%	-	100%
	Buch (MC077)	100%	99%	98%	100%	-	100%
	Friedrichshagen (MC085)	96%	-	-	100%	-	100%
	Frohnau (MC145)	-	-	-	99%	-	100%
Innerstädtischer Hintergrund	Wedding (MC010)	100%	99%	-	100%	-	100%
	Schöneberg (MC018)	-	-	-	99%	-	-
	Neukölln (MC042)	100%	98%	99%	100%	-	100%
	Mitte (MC171)	99%	98%	99%	99%	-	-
	Karlshorst (MC282)	-	-	-	100%	-	-
Verkehr	Hardenbergplatz (MC115)	-	-	-	99%	-	-
	Schildhornstr. 76 (MC117)	100%	-	99%	100%	100%	-
	Mariendorfer Damm 148 (MC124)	99%	-	-	99%	-	-
	Silbersteinstr. 1 (MC143)	87% ¹⁾	-	-	100%	-	-
	Frankfurter Allee 86 b (MC174)	98%	99%	99%	100%	100%	100%
	Leipziger Str. 5 (MC190)	99%	-	-	100%	-	-
	Karl-Marx-Str. 38 (MC221)	100%	-	-	99%	-	-

Erläuterung:

¹⁾ Die 39. BImSchV fordert einen Mindestwert von 90 %. Allerdings regelt die „Gemeinsame Übereinkunft zum Durchführungsbeschluss 2011/850/EU der Mitgliedstaaten und der Europäischen Kommission“, dass das für die Überprüfung der Einhaltung (Compliance-Prüfung) heranzuziehende Datenqualitätsziel für die Mindestdatenerfassung (Anhang IV Abschnitt I der Richtlinie 2004/107/EG; Anhang I Abschnitt A der Richtlinie 2008/50/EG) bei ortsfesten Messungen mit 85 % statt 90 % angesetzt werden soll, da 5 % pauschal für Wartung und Kalibrierung anzusetzen sind.

METEOROLOGISCHER JAHRESÜBERBLICK 2023

Die Witterungsbedingungen haben einen entscheidenden Einfluss auf die Konzentration von Luftschadstoffen, denn die meteorologischen Verhältnisse können den Ausstoß von Schadstoffen und vor allem die auf sie in der Atmosphäre wirkenden Prozesse (Verdünnung, Transport, Umwandlung) beeinflussen.

So hängt zum Beispiel die vertikale und horizontale Schadstoffausbreitung stark von der vertikalen Schichtung der unteren Atmosphäre sowie der Windrichtung und Windgeschwindigkeit ab. Austauscharme Wetterlagen, welche typischerweise Inversionswetterlagen mit hohem Luftdruck und geringen Windgeschwindigkeiten sind, führen regelmäßig dazu, dass sich die Atmosphäre stark mit Luftschadstoffen anreichert.

Die Windrichtung ist entscheidend dafür, welche Luftmassen nach Berlin transportiert werden. Kontinentale Luftmassen sind in der Regel stärker mit Partikeln belastet, so dass ihr Einfluss insbesondere in den austauscharmen Wintermonaten im gesamten Berliner Raum zu erhöhten Partikelkonzentrationen führt. Solche Luftmassen erreichen Berlin in der Regel aus östlichen Gebieten, wenn sich dort ein stabiles Hoch aufgebaut hat. Die häufiger auftretenden Windrichtungen Südwest bis Nordwest bringen dagegen in der Regel gering belastete maritime Luftmassen in den Berliner Raum. Sie hängen mit Wetterlagen zusammen, die beispielsweise durch Frontdurchgänge für eine gute Durchmischung der Atmosphäre sorgen und den Abtransport und die Verdünnung von Luftschadstoffen begünstigen. Austauscharme Wetterlagen treten häufiger in den Spätherbst- und Wintermonaten auf, Wetterlagen mit günstigen Austauschbedingungen dagegen häufiger in den Sommermonaten.

Temperatur und Sonnenscheindauer beeinflussen die Emissionen und die Umwandlungsprozesse von Luftschadstoffen sehr stark. Die Außentemperatur hat einen großen Einfluss auf die Heiztätigkeit und somit auch auf die Emissionen von Feuerungsanlagen. Hohe Temperaturen mit viel Sonneneinstrahlung führen an heißen Sommertagen zu einem Anstieg der Ozonwerte. Niederschlag begünstigt die Auswaschung von Partikeln und trägt so zur Reinigung der Atmosphäre bei.

Zur Einordnung und Bewertung des aktuellen Witterungszustands einer Region werden klimatologischen Referenzperiode verwendet. Gemäß den Empfehlungen der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) werden dazu Mittelwerte über einen Zeitraum von 30 Jahren gebildet und mit den aktuellen Wetterdaten verglichen. Abweichungen einer meteorologischen Größe von ihrem Mittelwert werden als Anomalie bezeichnet. In den letzten Jahren wurde für die Monats- und Jahresberichte des Berliner Luftgütemessnetzes die Referenzperiode 1961 bis 1990 verwendet. Seit Januar 2021 wurde die Vergleichsperiode durch die aktuelle und international gültige Klimareferenzperiode von 1991 bis 2020 ersetzt. Die nachfolgenden Daten stammen von der meteorologischen Station Berlin-Dahlem, die partnerschaftlich von der Freien Universität Berlin (FU) und dem Deutschen Wetterdienst (DWD) betrieben wird (DWD Stations_ID 403).

Temperatur

Nach Informationen des Deutschen Wetterdienstes war das Jahr 2023 mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,6 °C das wärmste Jahr in Deutschland seit Beginn der Aufzeichnungen (Deutscher Wetterdienst, 2024). In Berlin betrug die mittlere Jahrestemperatur wie im Vorjahr 11,1 °C und lag damit 1 °C über der deutschlandweiten Durchschnittstemperatur. Im Vergleich zur Klimareferenzperiode von 1991 bis 2020 betrug die Abweichung + 1,2 °C.

Der Temperaturverlauf in Berlin über das gesamte Jahr 2023 kann Abbildung 2 entnommen werden. In der Abbildung sind die Tagesmittelwerte als Linie und die Monatsmitteltemperatur als Balken im oberen Teil des Diagramms dargestellt. Der untere Teil des Diagramms zeigt die Abweichungen der Monatsmittelwerte vom Klimamittel (1991 bis 2020).

Schon der Winter in Berlin zeigte sich sehr mild und erreichte bereits am Neujahrstag mit 16,0 °C in der Spitze Rekordtemperaturen. Danach fielen die Temperaturen zwar, doch auch der Februar und März waren insgesamt wärmer als im langjährigen Mittel. Der Frühling konnte sich mit mildernden Phasen erst in der zweiten Dekade des März durchsetzen. Kurz vor Monatsende kehrte noch einmal der Spätwinter zurück und ließ die Temperaturen in der Nacht auf den Gefrierpunkt sinken. Die Monate April und Mai waren die einzigen, deren Temperaturmittel unterhalb der Referenzperiode lag, wobei die Anomalie im Mai mit knapp -0,1 °C äußerst gering war. Der Sommer 2023 in Berlin zeichnete sich durch drei Hitzewellen aber auch zwei kühle und wechselhafte Wetterabschnitte aus. Die höchste Temperatur des Jahres wurde mit 34,3 °C am 15. Juli gemessen. Der September endete rekordwarm und lag mit mittleren 17,9 °C 3,4 °C über der Referenzperiode. Die mittlere Maximum-Temperatur, also der Durchschnittswert aller täglichen Höchsttemperaturen innerhalb des Septembers, lag mit 24,7°C sogar 5 °C über dem langjährigen Mittel. Ab Oktober prägte die atlantische Frontalzone das Wettergeschehen bis zum Jahresende. So fiel auch der Oktober sehr mild aus, wodurch am Tag der Deutschen Einheit sommerlichen Temperaturen von über 25 °C herrschten. Nach dem zu warmen Oktober begann auch der November ungewöhnlich mild. Vorherrschende Südwestwinde brachten warme Luftmassen nach Deutschland, sodass die Temperaturen zunächst deutlich über

den für die Jahreszeit üblichen Werten lagen. Die höchste Temperatur wurde am 1. November mit 15,1 °C gemessen. In der dritten Dekade strömten kalte Luftmassen aus dem Norden ein, was einen frühen Wintereinbruch zur Folge hatte. Anfang Dezember herrschten Schnee, Eis und Temperaturen unter dem Gefrierpunkt vor. Während der ersten zehn Tage des Monats gab es vier Eistage, an denen die Temperaturen ganztagig unter dem Gefrierpunkt blieben. Zur Monatsmitte hin wurde es deutlich milder. Eine Westwetterlage setzte ein und prägte das Wetter bis zum Ende des Monats, einschließlich der Weihnachtszeit. An Heiligabend wurde mit 12,2 °C die höchste Temperatur des Monats gemessen. Die durchschnittliche Temperatur im Dezember lag bei 4,0 °C, deutlich über dem Durchschnittswert von 2,0 °C für Referenzzeitraum.

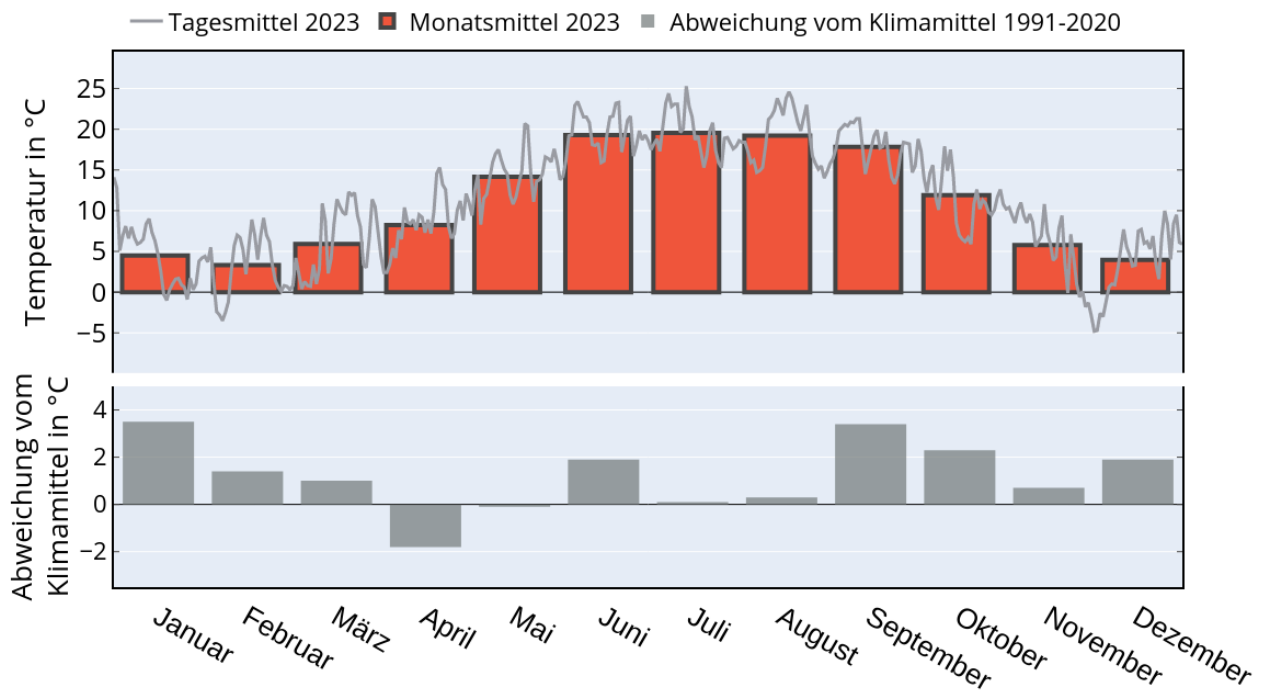


Abbildung 2: Temperaturverlauf der Tages- und Monatsmittelwerte (oben) sowie die Abweichung der Monatsmittelwerte von der klimatologischen Referenzperiode (1991-2020, unten) im Jahr 2023 für die FU-/DWD-Station Berlin-Dahlem

Sonnenscheindauer

Insgesamt lag die Anzahl der Sonnenstunden im Jahr 2023 in Berlin mit 1.916 Sonnenstunden leicht über dem Mittel der Referenzperiode (1.811 Stunden). Das bisher sonnenreichste Jahr war 2018 mit 2.304 Sonnenstunden. Abbildung 3 stellt die monatliche Anzahl der Sonnenstunden des Jahres 2023 denen des Klimamittels gegenüber. Deutlich heraus stechen der Mai und der September, die wesentlich sonniger waren als die entsprechenden Monate der Klimareferenzperiode. Die höchste Zahl an Sonnenstunden, nämlich 326, wies bedingt durch langanhaltenden Hochdruckeinfluss der Mai auf (siehe Abbildung 3). Er war damit etwa 40 % sonnenreicher als die Referenzperiode. Rund 40 % weniger Sonnenscheinstunden als in der Referenzperiode gab es 2023 im Dezember. Durch vorherrschenden Tiefdruckeinfluss wurden in Berlin in diesem Monat nur 29 Stunden Sonnenschein gemessen. Insgesamt gab es im Dezember 14 sonnenscheinlose Tage.

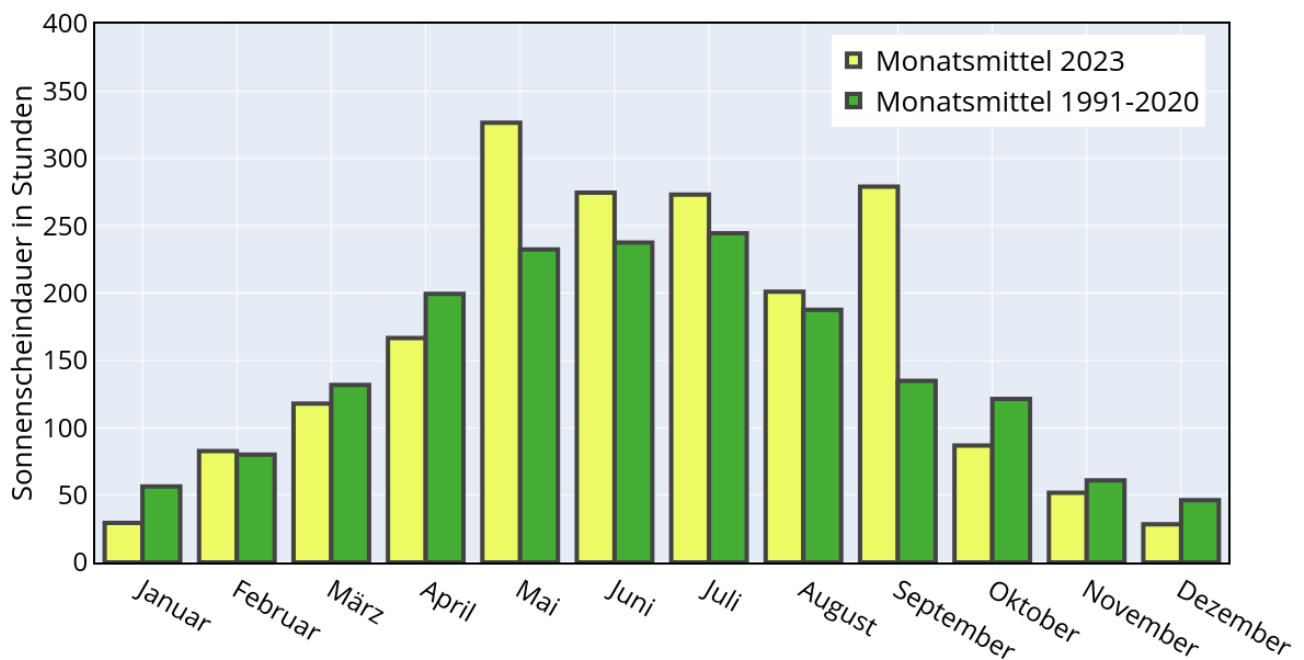


Abbildung 3: Monatliche Sonnenstundenanzahl im Jahr 2023 und im Monatsmittel von 1991 bis 2020 für die FU-/DWD-Station Berlin-Dahlem

Niederschlag

Bis zum Ende des Kalenderjahres 2023 fielen in Berlin-Dahlem in Summe 777,5 mm Niederschlag, was mit 34 % deutlich über der Referenzperiode liegt. Im Vergleich zum Vorjahr, das außergewöhnlich trocken geriet, fiel mehr als doppelt so viel Niederschlag. Abbildung 4 zeigt die monatliche Niederschlagsmenge in Berlin-Dahlem im Vergleich zur Referenzperiode. Bis auf Mai, Juli und September waren die Monate im Jahr 2023 niederschlagsreicher als in der Klimareferenzperiode. Besonders hervorzuheben ist der Dezember, wo die Niederschlagsmenge 279 % der Referenzperiode betrug. Während das Frühjahr relativ feucht war, fiel hingegen der Mai deutlich zu trocken aus. Auch zum Ende des Sommers im September fiel wesentlich weniger Niederschlag als im Monatsmittel von 1991 bis 2020. Die Sommermonate Juli und August hatten die geringsten Abweichungen zum Vergleichszeitraum. Nach fünf Jahren in Folge mit zu geringen Niederschlägen, gab es 2023 ein Jahr mit deutlichem Niederschlagsüberschuss.

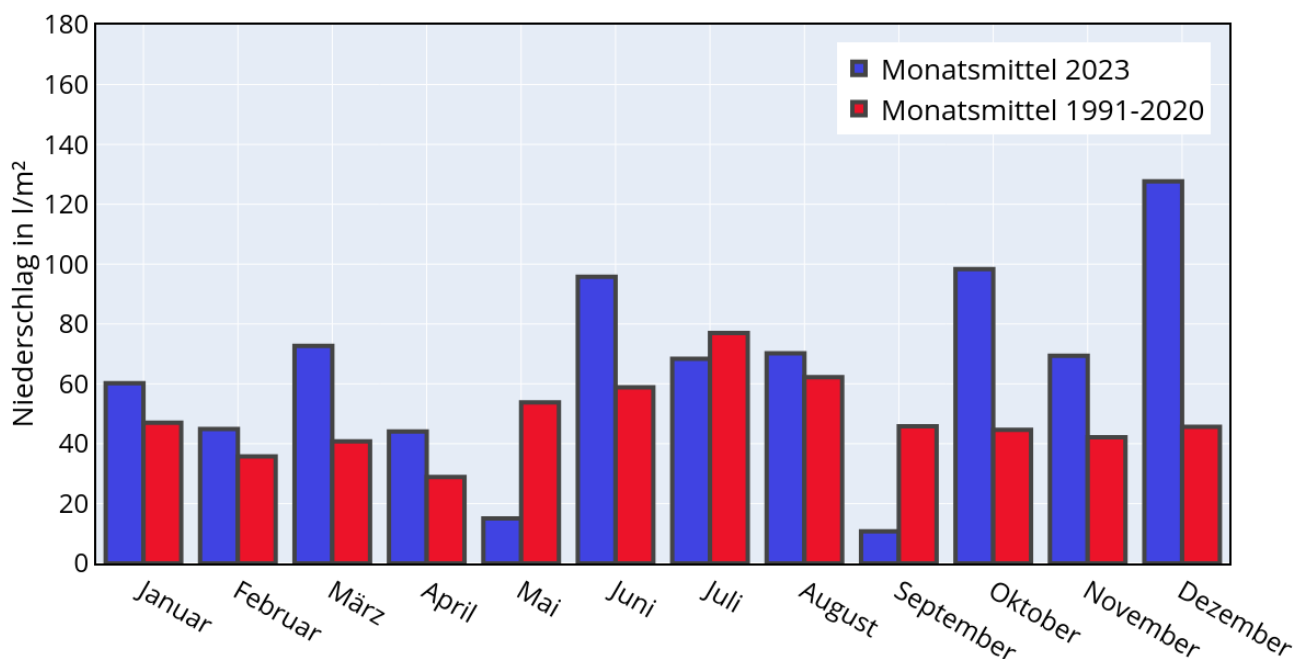


Abbildung 4: Monatlicher Gesamtniederschlag im Jahr 2023 und im Monatsmittel von 1991-2020 für die FU-/DWD-Station Berlin-Dahlem

Wind

Die Windrichtungsverteilung im Jahr 2023 ist in Abbildung 5 als Windrose dargestellt und zeigt den prozentualen Anteil der Windrichtungen pro 30° Sektor auf Basis der 10-Minuten-Werte. Winddaten vor 2002 liegen an der FU-/DWD-Station Berlin-Dahlem nur unvollständig vor, so dass die Klimareferenzperiode für die Windverteilung hier nicht dargestellt werden kann. Die Verteilung der Windrichtungen im Jahr 2023 zeigt nur geringfügige Unterschiede zur durchschnittlichen Windrichtungsverteilung der Jahre 2002 bis 2020. Dies gilt insbesondere für die Windrichtungsverteilung in den Sommermonaten, die nur leicht von der üblichen Verteilung abweicht. So konnten in den Sommermonaten geringfügig weniger Winde aus Süden und Osten beobachtet werden. Auffälliger ist die Windrichtungsverteilung der Wintermonate aufgrund eines deutlich höheren Anteils von Winden aus Südwest. Da Wetterlagen, die Luftmassen aus Südwest-Europa nach Deutschland tragen, in der Regel zu milden Winterphasen führen, lassen sich dadurch die positiven Temperaturanomalien der Wintermonate Januar und Februar in 2023 erklären. Die dargestellte Windrichtungsverteilung der Schwachwindwetterlagen (Windgeschwindigkeiten $WG < 3\text{ m/s}$) ähnelt der für das gesamte Jahr. Lediglich Winde aus dem Sektor West waren nicht so häufig vertreten wie im Mittel. Schwachwindwetterlagen treten häufig in den Herbst- und Wintermonaten auf und führen bedingt durch Hochdruckeinfluss in der Regel zu Windrichtungen aus Südost und Ost. Dies deutet demnach zusätzlich zu der oben beschriebenen Windverteilung in der kalten Jahreszeit darauf hin, dass es im Jahr 2023 kaum langanhaltende Phasen gab, in denen Hochdruckeinfluss zu schlechten lokalen Luftaustauschbedingungen und Advektion von vorbelasteten kontinentalen Luftmassen geführt hat.

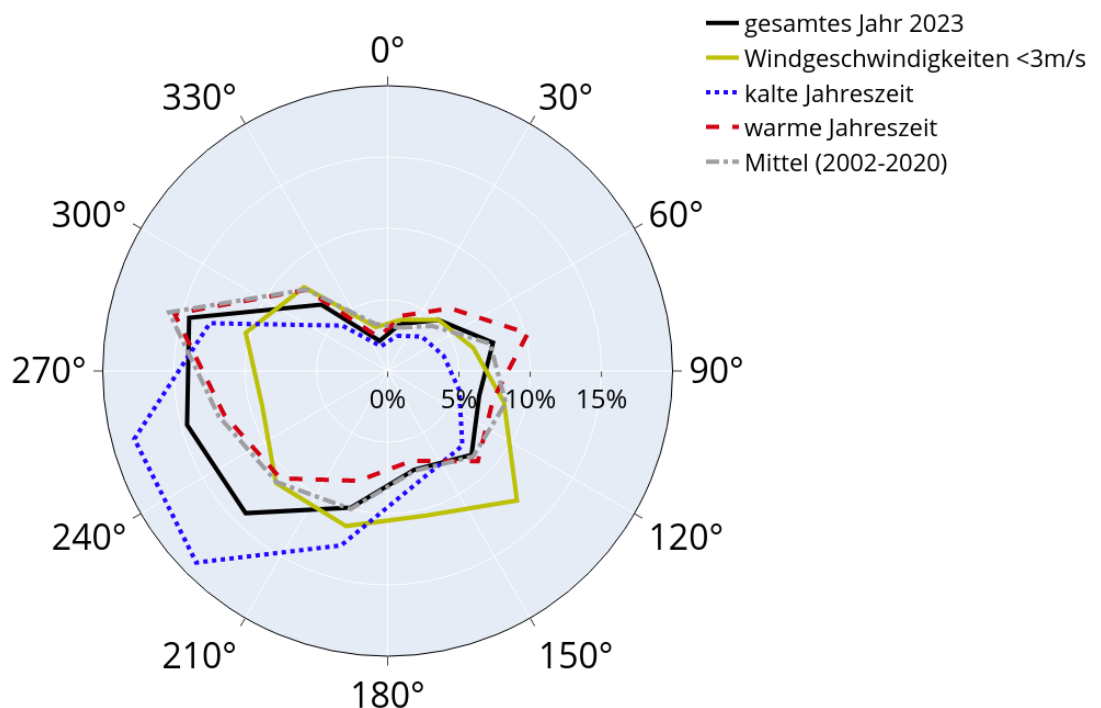


Abbildung 5: Windrichtungsverteilung für die warme Jahreszeit (April bis September), die kalte Jahreszeit (Januar, Februar, März, Oktober, November und Dezember) und das gesamte Jahr 2023 sowie für das gesamte Jahr nur unter Berücksichtigung von Schwachwindwetterlagen mit einer Windgeschwindigkeit (WG) geringer als 3 m/s. Zur Einordnung ist in grau die Windrichtungsverteilung für den Mittelungszeitraum zwischen 2002 und 2020 der FU-/DWD-Station Berlin-Dahlem dargestellt.

DIE LUFTQUALITÄT IN BERLIN IM JAHR 2023

Kennwerte und Beurteilung der Belastung von Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂) und Stickstoffoxiden (NO_x)

Tabelle 6: Kennwerte für Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid und Summe der Stickstoffoxide

Lage	Station Mittelungszeitraum	Messver- fahren ²⁾	NO		NO ₂	NO _x ¹⁾
			JM in µg/m ³ Wert	JM in µg/m ³ Wert	1-h-Mittel > 200 µg/m ³ Anzahl	JM in µg/m ³ Wert
Stadttrand	Marienfelde (MC027)	Referenz	2	8	0	10
	Grunewald (MC032)	Referenz	2	8	0	9
	Buch (MC077 / MP535)	Referenz	2	9	0	10
	Friedrichshagen (MC085)	Referenz	2	8	0	9
	Frohnau (MC145)	Referenz	2	7	0	8
Innerstädtischer Hintergrund	Wedding (MC010)	Referenz	4	18	0	23
	Schöneberg (MC018)	Referenz	3	15	0	18
	Neukölln (MC042 / MP517)	Referenz	3	16	0	19
	Mitte (MC171)	Referenz	3	16	0	19
	Karlshorst (MC282)	Referenz	3	12	0	16
Verkehr	Hardenbergplatz (MC115)	Referenz	8	19	0	31
	Schildhornstr. 76 (MC117 / MP521)	Referenz	9	20	0	33
	Mariendorfer Damm 148 (MC124)	Referenz	19	26	0	55
	Silbersteinstr. 1 (MP522 / MC143)	Referenz	25	32	0	70
	Frankfurter Allee 86b (MC174 / MP519)	Referenz	11	24	0	41
	Leipziger Straße 76 (MC190)	Referenz	16	28	0	52
	Karl-Marx-Str. 38 (MC221)	Referenz	10	24	0	39
	Berliner Allee 118 (MP501)	Passiv	17	29	-	56
	Beusselstr. 66 (MP504)	Passiv	14	28	-	51
	Potsdamer Str. 102 (MP505)	Passiv	14	28	-	51
	Michael-Brückner-Str. 5 (MP507)	Passiv	27	31	-	72
	Alt Friedrichsfelde 7a (MP514)	Passiv	21	32	-	65
	Leipziger Str. 32 (MP525)	Passiv*	17	31	-	58
	Kantstr. 117 (MP528)	Passiv*	9	23	-	38
	Hauptstr. 54 (MP530)	Passiv*	13	28	-	51
	Spandauer Damm 103 (MP531)	Passiv*	28	38	-	81
	Hermannstr. 120 (MP533)	Passiv*	16	30	-	57
	Alt Moabit 63 (MP537)	Passiv	22	31	-	65
	Schloßstr. 29 (MP539)	Passiv	9	22	-	37
	Tempelhofer Damm 148 (MP542)	Passiv	18	27	-	55
	Sonnenallee 68 (MP545)	Passiv*	18	33	-	63
	Landsberger Allee 6-8 (MP547)	Passiv*	23	32	-	68
	Herrmannplatz (MP555)	Passiv*	19	31	-	61
	Friedrichstr.172 (MP562)	Passiv	6	18	-	28
	Badstr. 67 (MP573)	Passiv	20	33	-	64
	Klosterstr. 12 (MP576)	Passiv	18	27	-	55
	Eichborndamm 23-25 (MP579)	Passiv	10	24	-	42
	Markgrafendamm 33 (MP581)	Passiv	18	29	-	58
	Invalidenstr. 30 (MP582)	Passiv	13	26	-	47
	Oranienstraße 159 (MP608)	Passiv	-	24	-	-
	Elsenstraße 102 (MP609)	Passiv	-	30	-	-

Lage	Station Mittelungszeitraum	Messver- fahren ²⁾	NO		NO ₂	NO _x ¹⁾
			JM in µg/m ³ Wert	JM in µg/m ³ Wert	1-h-Mittel > 200 µg/m ³ Anzahl	JM in µg/m ³ Wert
	Erkstraße 10-11 (MP610)	Passiv	-	26	-	-
	Mariendorfer Damm 58-60 (MP622)	Passiv	-	28	-	-
	Mehringdamm 46-48 (MP624)	Passiv*	-	35	-	-
	Martin-Luther-Str. 14 (MP625)	Passiv	-	24	-	-
	Spiegelweg 6 (MP626)	Passiv	-	31	-	-

Erläuterung:

¹⁾ NO_x wird als die Summe der Volumenmischungsverhältnisse von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) angegeben, daher stimmt die arithmetische Summe aus NO und NO₂ nicht mit dem NO_x-Wert überein.

²⁾ Abkürzungen:

Referenz = Referenzverfahren (automatische Messung, DIN EN 14211, Chemiluminenz)

Passiv = Passivsammler

JM = Jahresmittel

* Messdaten dieser Passivsammler werden zur Beurteilung der Luftgüte herangezogen und an die EU übermittelt.

Der Grenzwert der 39. BImSchV beträgt für den NO₂-Jahresmittelwert 40 µg/m³. Der NO₂-Stundenmittelwert von 200 µg/m³ darf nicht häufiger als 18-mal überschritten werden.

Der kritischen Wert von 30 µg/m³ für das NO_x-Jahresmittel zum Schutz der Vegetation

Die Grenzwerte für das Jahresmittel von NO₂ sowie der Kurzzeit-Grenzwert für NO₂ wurden eingehalten.

Rot = kritischer Wert für Vegetationsschutz (für NO_x im Jahresmittel 30 µg/m³) wurde überschritten.

Stickstoffdioxid (NO₂)

Stickstoffdioxid (NO₂) ist ein bedeutender Luftschadstoff in städtischen Gebieten. Der Großteil des in der Luft nachgewiesenen NO₂ stammt aus der Oxidation von Stickstoffmonoxid (NO), das vor allem bei Verbrennungsprozessen freigesetzt wird, insbesondere durch den Straßenverkehr. Dieselfahrzeuge emittieren dabei in der Regel sowohl mehr Stickstoffoxide (NO_x) insgesamt als auch höhere Anteile von NO₂ direkt als Ottofahrzeuge. Daher gilt NO₂ als ein wichtiger Indikator für die durch den Straßenverkehr verursachte Luftverschmutzung.

Das Gas kann in hohen Konzentrationen Atemwegsreizungen bei Menschen verursachen und führt in der Natur zu Eutrophierung sowie Versauerung. Die Auswirkungen dieses Schadstoffs beschränken sich jedoch nicht nur auf seine direkte Toxizität, sondern umfassen auch seine Rolle als Vorläufer für weitere gesundheitsschädliche Verbindungen.

Autofreie Friedrichstraße 2022 - 2023

Das Projekt „Flaniermeile Friedrichstraße“ begann Ende August 2020. Der Verkehrsversuch, der bis Oktober 2021 stattfand, zeigte, dass die NO₂-Belastung in der Friedrichstraße auf das Niveau des städtischen Hintergrunds gesenkt werden konnte. Dies führte zu einer deutlichen Verbesserung der Luftqualität in diesem Bereich. Benachbarte Straßen wie die Glinkastraße und Charlottenstraße verzeichneten durch den umgeleiteten Kfz-Verkehr jedoch leichte Schadstoffsteigerungen.

Ab Oktober 2021 plante die Senatsverwaltung für Verkehr (Sen-UMVK) eine dauerhafte Fußgängerzone. Das Verwaltungsgericht entschied jedoch im Oktober 2022, dass die Friedrichstraße bis zur endgültigen Regelung wieder für Autos geöffnet werden muss. Ab dem 22. November 2022 war die Straße vorübergehend für den Kfz-Verkehr freigegeben. Am 1. Juli 2023 wurde das Projekt offiziell beendet und die Straße für den Kfz-Verkehr wieder uneingeschränkt nutzbar.

Mehr Informationen finden sich in der SenUMVK-[Presseerklärung vom 30.06.2023](#)

Um die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen, setzt die 39. BImSchV zwei Grenzwerte für NO₂ fest:

1. **Jährlicher Grenzwert:** Dieser beträgt 40 µg/m³ als maximal zulässige Durchschnittskonzentration.
2. **Kurzzeitgrenzwert:** Der Schwellenwert von 200 µg/m³ darf nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden.

Die im Jahr 2023 vom Berliner Luftgütemessnetz ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte sind Tabelle 6 zu entnehmen. Die Jahresmittelwerte werden für eine bessere Übersicht in Abbildung 6 als Balkendiagramm nach aufsteigender NO₂-Belastung sortiert dargestellt. Die Passivsammler, die für die Beurteilung der Luftqualität herangezogen und an die EU gemeldet werden, sind in der Tabelle und in der Abbildung mit einem Stern (*) gekennzeichnet.

Im Jahr 2023 wurden an den automatischen Messcontainern am Stadtrand NO₂-Jahresmittelwerte von 7-9 µg/m³, im innerstädtischen Hintergrund von 12-18 µg/m³ und an Verkehrsstandorten von 19-32 µg/m³ gemessen. Somit liegen die automatisch arbeitenden Containermessstationen deutlich unter dem Grenzwert für das Kalenderjahr. Zusätzlich zur langfristigen Belastung mit NO₂ wird mit dem automatischen Referenzverfahren auch die kurzfristige Spitzenbelastung in Form von 1-Stundenmittelwerten beurteilt. Dieser Kurzzeitgrenzwert, der eine maximale Zahl von 18 Überschreitungen des 1-Stundenmittels von 200 µg/m³ festlegt, wurde in Berlin seit Inkrafttreten der 39. BImSchV stets flächendeckend eingehalten. Tabelle 6 ist zu entnehmen, dass das 1-Stundenmittel von 200 µg/m³ in 2023 an keinem Tag im Jahr überschritten wurde. Die für 2023 an den Passivsammler-Standorten ermittelten Jahresmittelwerte lagen zwischen 18 µg/m³ in der Friedrichstraße (MP562) und 38 µg/m³ am Spandauer Damm (MP531). Der sehr niedrige Wert an der Friedrichstraße ist auf die teilweise Schließung für den Kfz-Verkehr zurückzuführen (siehe blauer Infokasten auf Seite 18). An allen Passivsammlerstandorten wurde der Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m³ ebenfalls eingehalten.

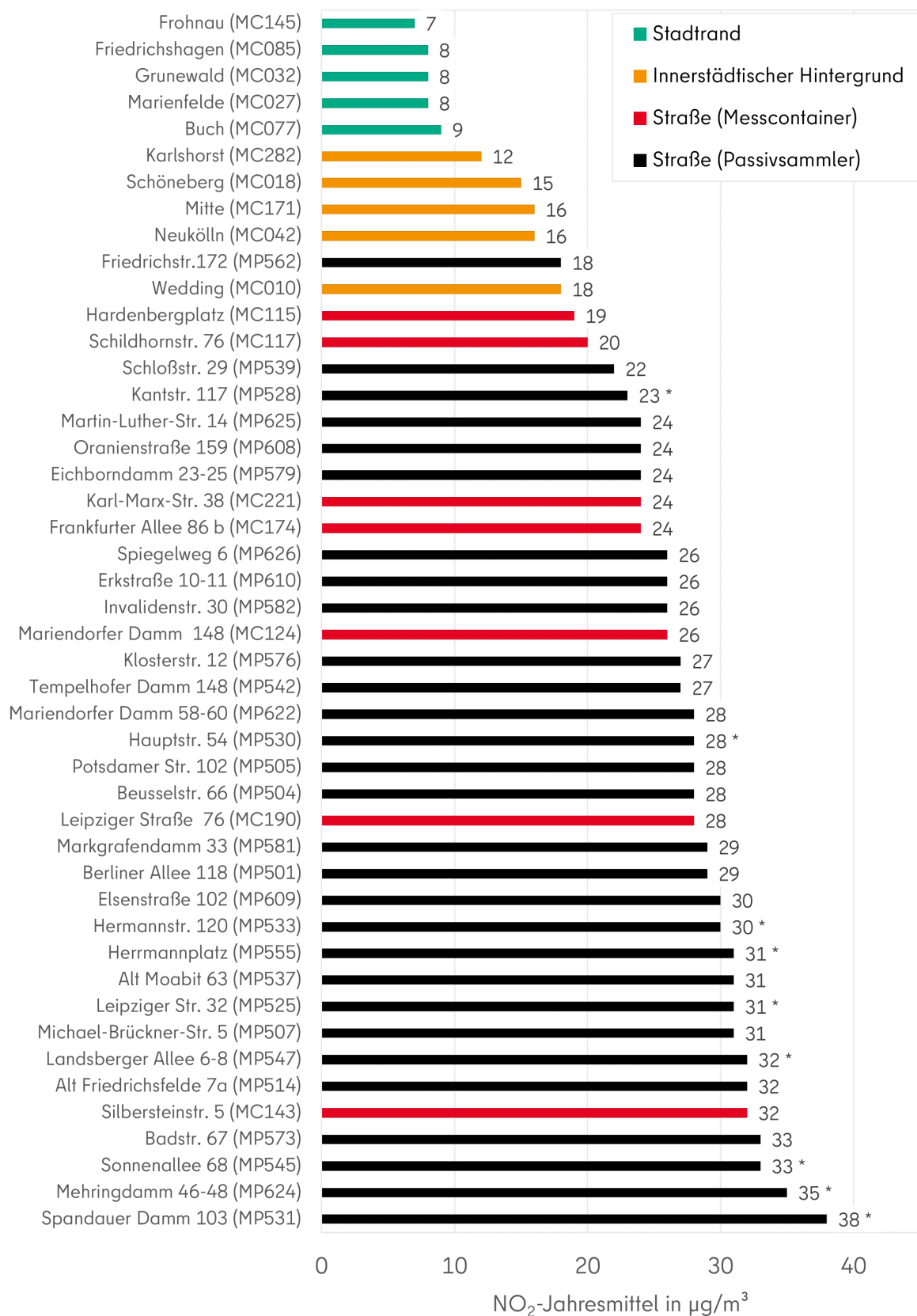


Abbildung 6: NO₂-Jahresmittelwerte aufsteigend sortiert. An die EU zur Beurteilung der Luftgüte gemeldete Passivsammler sind durch * gekennzeichnet.

Langzeittrend von Stickstoffdioxid

Der NO₂-Langzeittrend in Berlin bis 2023 ist in Abbildung 7 unter Anwendung der Differenzenmethode (siehe blauer Info-Kasten rechts) für die automatischen NO₂-Messungen am Stadtrand, im innerstädtischen Hintergrund und an Verkehrsstandorten sowie für die zur Beurteilung der Luftgüte an die EU übermittelten Passivsammler als Linie dargestellt. Die dem Trend-Modell zu Grunde liegenden NO₂-Jahresmittelwerte sind in der entsprechenden Farbe als Punkte dargestellt.

Bis Mitte der neunziger Jahre konnte durch die Ausrüstung der Berliner Kraftwerke mit Entstickungsanlagen und die Einführung des geregelten Katalysators für Ottomotoren ein Rückgang der NO_x-Emissionen erreicht werden. Durch eine zunehmende Anzahl an Dieselfahrzeugen wurde dieser Trend jedoch weitestgehend aufgehoben, so dass bis zum Jahr 2014 nur eine sehr langsame Abnahme der NO₂-Belastung verzeichnet wurde. In den Jahren zwischen 2008 und 2015 blieben die NO₂-Jahresmittelwerte auf einem annähernd gleichbleibenden Niveau, da Emissionsminderungen nicht in dem gesetzlich vorgeschriebenen Maß erfolgten. Besonders Diesel-Pkw der Schadstoffklasse Euro 5 stießen durch Software-Manipulation im realen Betrieb sehr viel mehr Stickstoffoxide aus, als von den Herstellern angegeben wurde bzw. als sich auf dem Prüfstand ergab.

Differenzenmethode

Der Langzeittrend von Luftschadstoffen wird in diesem Bericht nicht auf Grundlage von arithmetischen Mittelwerten dargestellt, sondern auf Grundlage der Differenzen der Jahresmittelwerte von einem zum darauffolgenden Jahr (Schmidtke & Schmidt, 2018). Der Vorteil dieser, auf Differenzen basierten Methode, liegt darin, dass eine Änderung in der Anzahl der Stationen, an denen ein bestimmter Luftschadstoff gemessen wird, keinen Einfluss auf die Trendbetrachtung hat. Wird beispielsweise eine Station hinzugefügt, die einen höheren Jahresmittelwert liefert als die anderen, führt dies zu einem Anheben des arithmetischen Mittelwertes, so dass die tatsächliche Entwicklung der Luftschadstoffbelastung verfälscht wiedergegeben wird. Werden jedoch nur die Änderungen von einem auf das nächste Jahr in Betracht gezogen, lässt sich trotz einer wechselnden Datenbasis, die Entwicklung der Luftschadstoffbelastung realistischer darstellen.

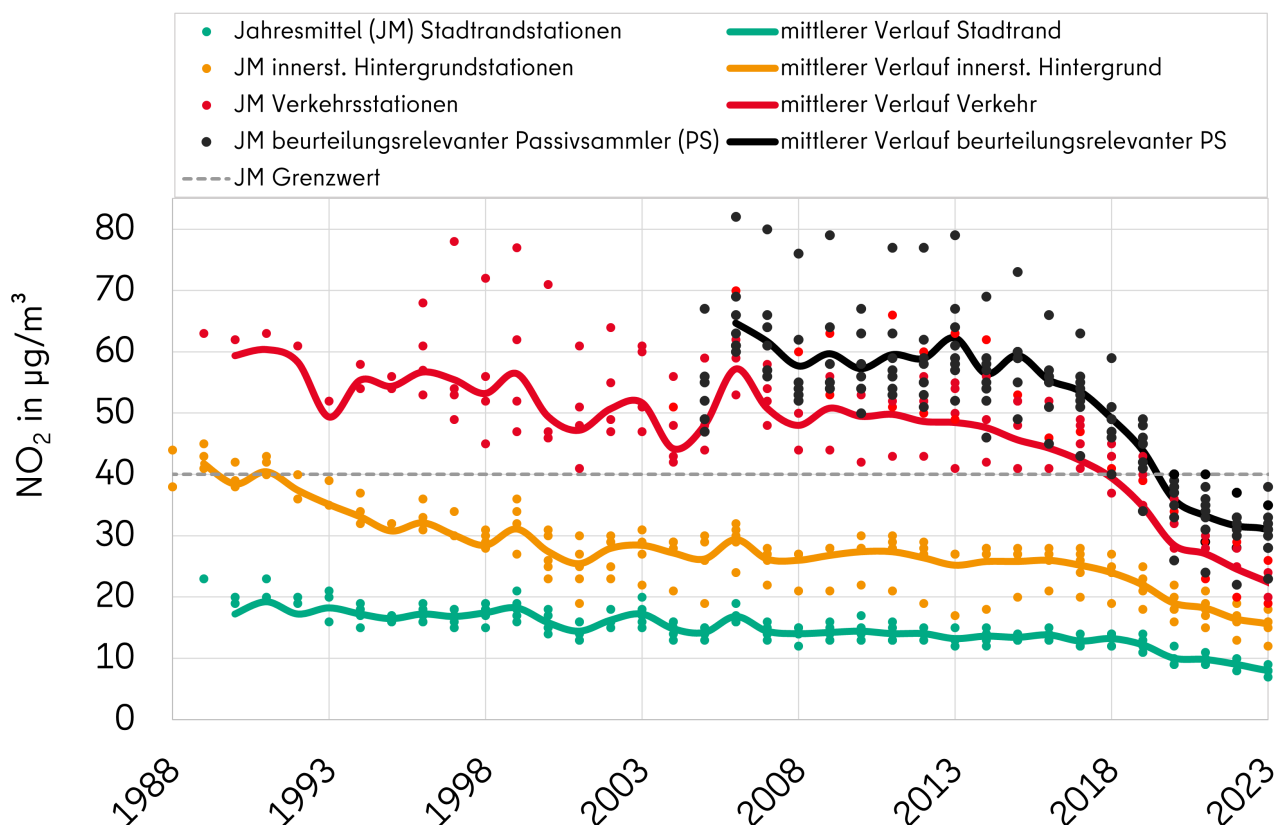


Abbildung 7: Entwicklung der NO₂-Belastung in Berlin basierend auf Jahresmittelwerten (JM) der automatischen Messstationen am Stadtrand, im innerstädtischen Hintergrund und an Verkehrsstandorten. Die Jahresmittelwerte der Passivsammler (PS), die zur Beurteilung der Luftgüte an die EU übermittelt wurden, sind gesondert dargestellt. Die auf Grundlage der jährlichen Differenzen gebildeten Linien stellen den mittleren Verlauf der Belastung in den drei Belastungsregimen und der verkehrsnahen Passivsammlerdaten dar.

Seit 2016 verzeichnet die Stickstoffdioxidbelastung eine deutliche Abnahme. In der Regel werden die höchsten NO₂-Konzentrationen an verkehrsnahen Messstandorten gemessen, da der Straßenverkehr die wichtigste Quelle für NO₂ ist. Für die automatischen Straßenmessstellen ergab sich von 2016 bis 2023 ein Rückgang um rund 50 %, wobei die Belastung an den Verkehrsmessstationen von 2019 auf 2020 am stärksten gesunken ist. Im Jahr 2023 wurden die Jahresmittelwerte von 2022 erneut unterschritten. An den Verkehrsmessstationen sank die Belastung von 2022 auf 2023 im Schnitt um rund 8 % (bzw. 4 % ohne MC117, siehe Seite 23), im innerstädtischen Hintergrund um knapp 5 % und am Stadtrand um 11 %.

Zu der jüngsten deutlichen Verringerung der NO₂-Belastung trägt insbesondere der zunehmende Anteil von Dieselfahrzeugen der Euro-6d-Norm in der privaten Pkw-Flotte bei, da diese über hocheffiziente Systeme zur Minderung von Stickoxidemissionen verfügen.

Neben Maßnahmen wie Einführung von Elektro-Bussen durch die BVG, Tempo-30-Anordnungen, die Anlage weiterer Radstreifen, der Ausweitung der Parkraumbewirtschaftung, Durchfahrverboten für Diesel-Kfz bis einschließlich Euro 5/V war auch die aktive kommunale Flottenerneuerung ein wichtiger Faktor. Hinzu kamen zielgerichtete und wirkungsvolle Maßnahmen der Berliner Luftreinhaltung (Luftreinhalteplan für Berlin 2. Fortschreibung, 2019). Dabei lag und liegt der Fokus darauf, den motorisierten Verkehr in der Berliner Innenstadt zu verringern und die Stärkung des Umweltverbundes aus öffentlichem Personennahverkehr (ÖPNV), Rad- und Fußverkehr voranzutreiben. Zusätzlich führten Lock-Down-Phasen während der Corona-Pandemie 2020-2022 zu Rückgängen des Verkehrs und verstärkten die Abnahme der NO₂-Belastung. Daraus resultiert fortwährend ein höherer Anteil von Home-Office mit einem dämpfenden Effekt auf den Berufsverkehr.

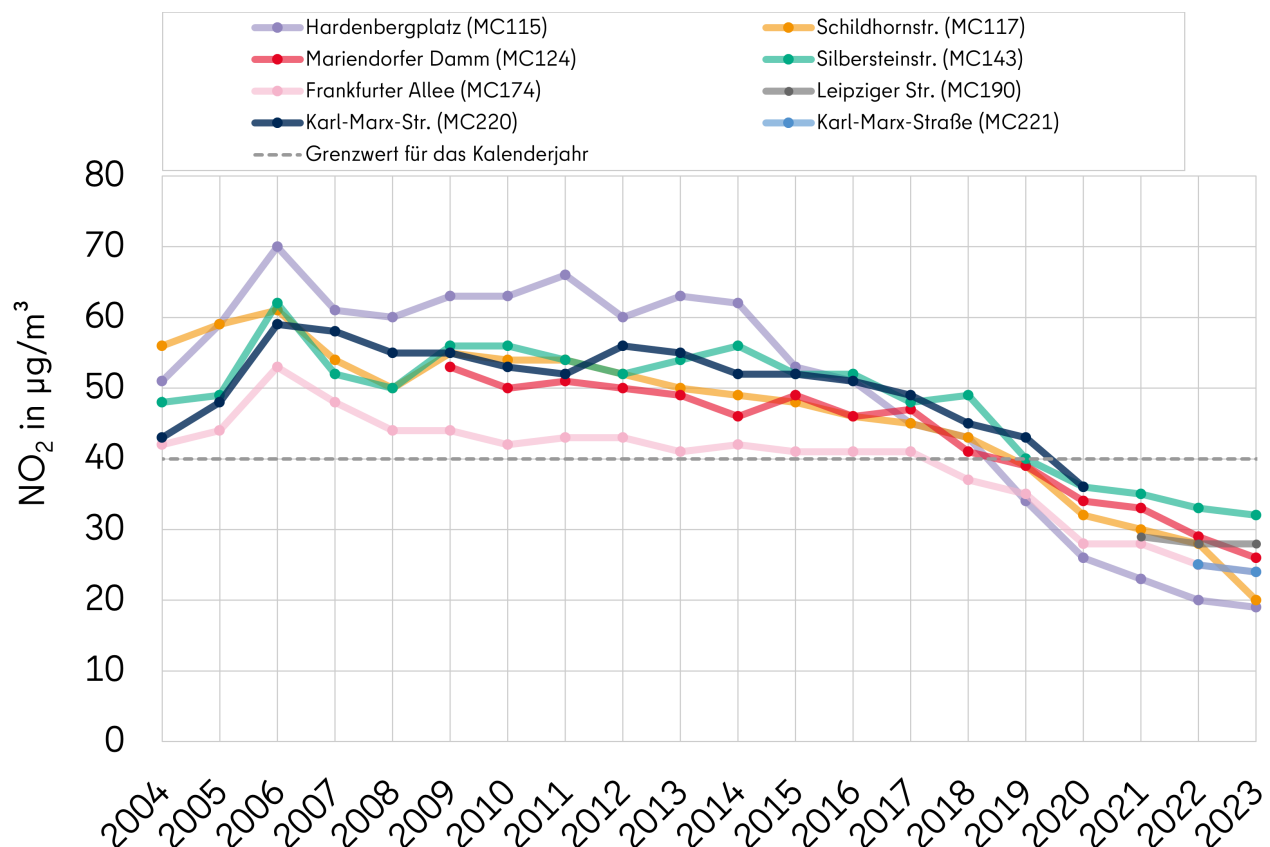


Abbildung 8: NO₂-Zeitreihen der Jahresmittelwerte (JM) der einzelnen Straßenstationen

In Abbildung 8 ist der Verlauf der Jahresmittelwerte an den automatischen Verkehrsmessstellen dargestellt. Deutlich wird, dass die Konzentrationen von 2004 bis 2014 an allen Messstandorten auf einem gleichbleibenden Niveau blieben. Ab 2015 sind erste Rückgänge zu erkennen, die jedoch nicht gleichmäßig an allen Messstellen zu verzeichnen sind, sondern individuell von den Standortbedingungen abhängen. Die Betrachtung auf Basis von Jahresmittelwerten ermöglicht es, kurzfristige Abweichungen effektiv herauszufiltern. Baustellen und größere verkehrslenkende Maßnahmen sind jedoch nicht selten über einen längeren und damit relevanten Zeitraum hinweg aktiv. Dadurch kann es zu zeitweiligen Abweichungen vom generellen Trend kommen. Insgesamt kam es im Jahr 2023 an allen verkehrsnahen Messstandorten zu einer weiteren, zum Teil deutlichen Abnahme der NO₂-Belastung im Vergleich zum Vorjahr.

An der Station MC117 nahm der NO₂-Jahresmittelwert mit knapp 30 % am deutlichsten ab. Hierfür ursächlich war die Sperrung des Schlangenbader Tunnels ab dem 30. April und die damit verbundene Verkehrsveränderung in der Schildhornstraße. Das Kfz-Verkehrsaufkommen sank in der Folge auf etwas mehr als die Hälfte des vorherigen Niveaus. Tatsächlich entspricht der Standort seitdem eher den Charakteristika einer innerstädtischen Hintergrundstation. Da es sich um einen vorübergehenden Effekt handelt, wurde dennoch entschieden die Stationsklassifikation nicht zu ändern.

Nach deutlichen Reduktionen ab 2015 und dann verstärkt von 2018 bis 2022 am Hardenbergplatz (MC115) nahm das NO₂-Jahresmittel dort vom Jahr 2022 zum Jahr 2023 um lediglich 5 % ab. Der Hardenbergplatz ist als zentraler Punkt für den öffentlichen Personennahverkehr vor allem durch einen hohen Anteil an Linienbussen geprägt. Die Maßnahmen zur Senkung der Immissionsbelastung aus dem Linienverkehr trugen hier offensichtlich zu einem signifikanten Rückgang der NO₂-Belastung bei. Ein großer Teil der BVG-Busse entspricht inzwischen dem emissionsarmen EURO-VI-Standard oder ist rein elektrisch betrieben. Die Umstellung der Flotte war bereits im Jahr 2022 so weit fortgeschritten, dass im Jahr 2023 nur noch geringe Reduktionseffekte festgestellt werden konnten.

An allen weiteren Verkehrsstandorten sind in der jüngsten Vergangenheit keine so drastischen lokalen Veränderungen im Verkehrsgeschehen eingetreten. Dort lag die NO₂-Konzentration im Vergleich zum Vorjahr bei 3 % (MC143) bis 10 % (MC124). Die Jahresmittelwerte lagen bei 24 µg/m³ (MC221) bis 32 µg/m³ (MC143).

Summe der Stickstoffoxide (NO_x)

Stickstoffoxide sind die Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid. Für diese gibt es keinen Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit, aber einen „kritischen Wert“ von 30 µg/m³ für das Jahresmittel zum Schutz der Vegetation. Dieser ist streng genommen für Stadtgebiete nicht anwendbar, da nur NO_x-Messstellen zur Beurteilung herangezogen werden sollen, die mindestens 20 km von Ballungsräumen bzw. mehr als 5 km z.B. von Industrieanlagen, Autobahnen oder Hauptverkehrsstraßen entfernt liegen. In Anbetracht der hohen Bedeutung von Wäldern, Baumbeständen in Parks und Bäumen an Straßen für das Stadtklima und damit mittelbar auch für die menschliche Gesundheit, wird der kritische Wert für NO_x zur Einschätzung der Belastungssituation für die Vegetation in Berlin dennoch herangezogen.

Das Jahresmittel der Summe der Stickstoffoxide (siehe Tabelle 6) lag am Stadtrand bei 8-10 µg/m³, im innerstädtischen Hintergrund bei 16-23 µg/m³ und an den Verkehrsmessstellen bei 28-81 µg/m³. Somit wurde der kritische Wert am Stadtrand und an den innerstädtischen Hintergrundmessstellen eingehalten, aber an den Verkehrsmessstellen mit einer Ausnahme durchgehend überschritten.

Abbildung 9 stellt die NO_x-Jahresmittelwerte der automatischen Messstationen und der Passivsammler aufsteigend sortiert dar.

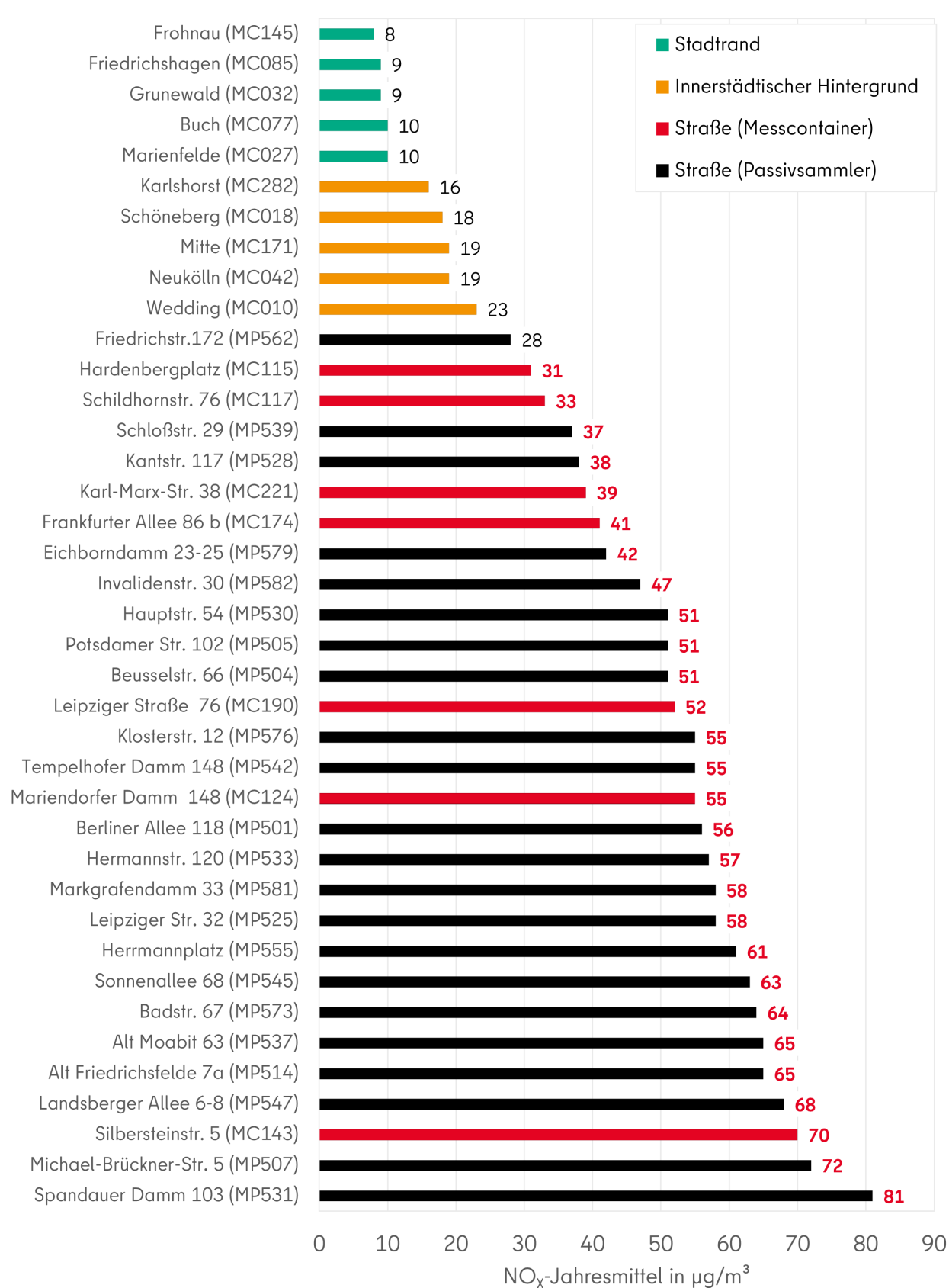


Abbildung 9: NO_x-Jahresmittelwerte aufsteigend sortiert. Wurde der kritische Wert für den Vegetationsschutz an einer Station überschritten, wird der Wert rechts neben dem Balken rot dargestellt.

Kennwerte und Beurteilung der Belastung für Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} sowie für den AEI

Tabelle 7: Kennwerte für PM₁₀ und PM_{2,5}

Lage	Station	PM ₁₀		PM ₁₀ Gravimetrie Jahresmittel in µg/m ³ Wert	PM _{2,5} Automat Jahresmittel in µg/m ³ Wert	PM _{2,5} Gravimetrie Jahresmittel in µg/m ³ Wert
		Mittelungszeitraum	Jahresmittel in µg/m ³ Wert	Tagesmittel > 50 µg/m ³ Anzahl		
Stadttrand	Grunewald (MC032)		11	0	-	-
	Buch (MC077)		13	0	13	9
	Friedrichshagen (MC085)		12	0	-	-
Inner- städtischer Hintergrund	Wedding (MC010)		15	0	-	10
	Neukölln (MC042)		15	0	17	11
	Mitte (MC171)		17	1	16	10
Verkehr	Schildhornstr. 76 (MC117)		17	0	16	-
	Mariendorfer Damm 148 (MC124)		19	4	-	-
	Silbersteinstr. 1 (MC143)		18	0	-	-
	Frankfurter Allee 86 b (MC174)		19	1	19	12
	Leipziger Straße 76 (MC190)		19	0	-	-
	Karl-Marx-Str. 38 (MC221)		19	0	-	-

Erläuterung:

Der Grenzwert der 39. BImSchV beträgt für den PM₁₀-Jahresmittelwert 40 µg/m³ und für den PM_{2,5} Jahresmittelwert 25 µg/m³. Der PM₁₀-Tagesmittelwert von 50 µg/m³ darf nach der 39. BImSchV im Jahr nicht häufiger als 35-mal überschritten werden. Die Grenzwerte für das Jahresmittel von PM₁₀ und PM_{2,5} sowie der Kurzzeit-Grenzwert für PM₁₀ wurden eingehalten.

„PMx-Automat“ bedeutet Messungen mit dem automatischen Streulichtverfahren (siehe „Partikel kontinuierlich“ unter <https://www.berlin.de/luftdaten/messtechnik/#Partikel-kontinuierlich>)

„PMx-Gravimetrie“ bedeutet Messungen mit dem gravimetrischen Referenzverfahren (siehe „Partikel diskontinuierlich“ unter <https://www.berlin.de/luftdaten/messtechnik/#Partikel-diskontinuierlich>)

Fett gedruckt = AEI Stationen:

An diesen Stationen werden zur Bestimmung des AEI die Messergebnisse des gravimetrischen Referenzverfahrens genutzt. Der gleitende Dreijahresmittelwert von PM_{2,5} (Average Exposure Indicator = AEI) dient als Indikator für die durchschnittliche Belastung der Bevölkerung im städtischen Hintergrund.

PM₁₀

Im Berliner Luftgütemessnetz werden zwei verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Partikel- bzw. Feinstaubkonzentrationen eingesetzt (siehe auch „Das Berliner Luftgütemessnetz im Jahr 2023“). Beim gravimetrischen Messverfahren (PMx-Gravimetrie) handelt es sich um das gesetzlich vorgeschriebene Referenzverfahren. Da es sich um kein automatisches Verfahren handelt, sind hiermit keine stündlich, oder auch täglich aktualisierten Messergebnisse zu erzielen. Daher finden an der Mehrzahl der Containerstandorten Messungen mit automatisch arbeitenden Geräten (PMx-Automat) statt. Am Ende eines Kalenderjahres ist über Vergleichsrechnungen nachzuweisen, dass die mit Automaten erzielte Datenqualität mit dem Referenzverfahren äquivalent ist.

Die durchschnittliche PM₁₀-Konzentration war im Jahr 2023 verhältnismäßig gering. Die an den Stationen des automatischen Messnetzes ermittelten PM₁₀-Jahresmittelwerte lagen 2023 am Stadttrand bei 11-13 µg/m³, im innerstädtischen Hintergrund bei 15-17 µg/m³ und an Schwerpunkten des Straßenverkehrs bei 17-19 µg/m³ (siehe Tabelle 7). Der höchste Jahresmittelwert wurde mit jeweils 19 µg/m³ an vier Verkehrsstationen (MC124, MC174, MC190, MC221) registriert. Der Grenzwert von 40 µg/m³ für das PM₁₀-Jahresmittel, der 2003 letztmals überschritten wurde, wurde damit wieder flächendeckend eingehalten und deutlich unterschritten.

Gemäß den WHO-Richtlinien wird für die Langzeitbelastung von PM₁₀ ein Jahresmittelwert unter 15 µg/m³ empfohlen (World Health Organization, 2021). Im Jahr 2023 wurde dieser Wert nur an den Messstationen am Stadttrand sowie zwei der innerstädtischen Hintergrundstationen eingehalten.

Bis vor einigen Jahren war die Kurzzeitbelastung mit PM₁₀ ein erhebliches Problem. Seit 2016 lagen die Überschreitungshäufigkeiten des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ jedoch an allen Berliner Messstellen durchgängig unterhalb der erlaubten Anzahl von 35 Tagen pro Jahr. Auch im Jahr 2023 wurde dieser Wert wieder deutlich unterschritten. Die meisten Überschreitungen gab es mit 4 Tagen an der Messstation Mariendorfer Damm 148 (MC124).

Langzeittrend für PM₁₀

Der PM₁₀-Langzeittrend ist für die jeweiligen Belastungsregime (Stadttrand, innerstädtischer Hintergrund und Verkehr) in Abbildung 10 als Linie dargestellt. Dabei kam die bereits erläuterte Differenzenmethode (siehe Info-Kasten auf Seite 21) zur Anwendung. Die PM₁₀-Jahresmittelwerte der Stationen sind in den regimespezifischen Farben als Punkte abgebildet. Zusätzlich stellen die Balken die Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittels von 50 µg/m³ an der jeweils höchsten belasteten Station von 2001 bis 2023 dar.

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, ist die Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage über die Jahre zurückgegangen. Zudem zeigt der PM₁₀-Jahresmittelwert in Berlin einen abnehmenden Trend. Seit Beginn der Datenerhebung weist die PM₁₀-Belastung eine erhebliche Abnahme um rund 40 % am Stadttrand und im innerstädtischen Hintergrund sowie fast 50 % an Verkehrsmessstellen auf.

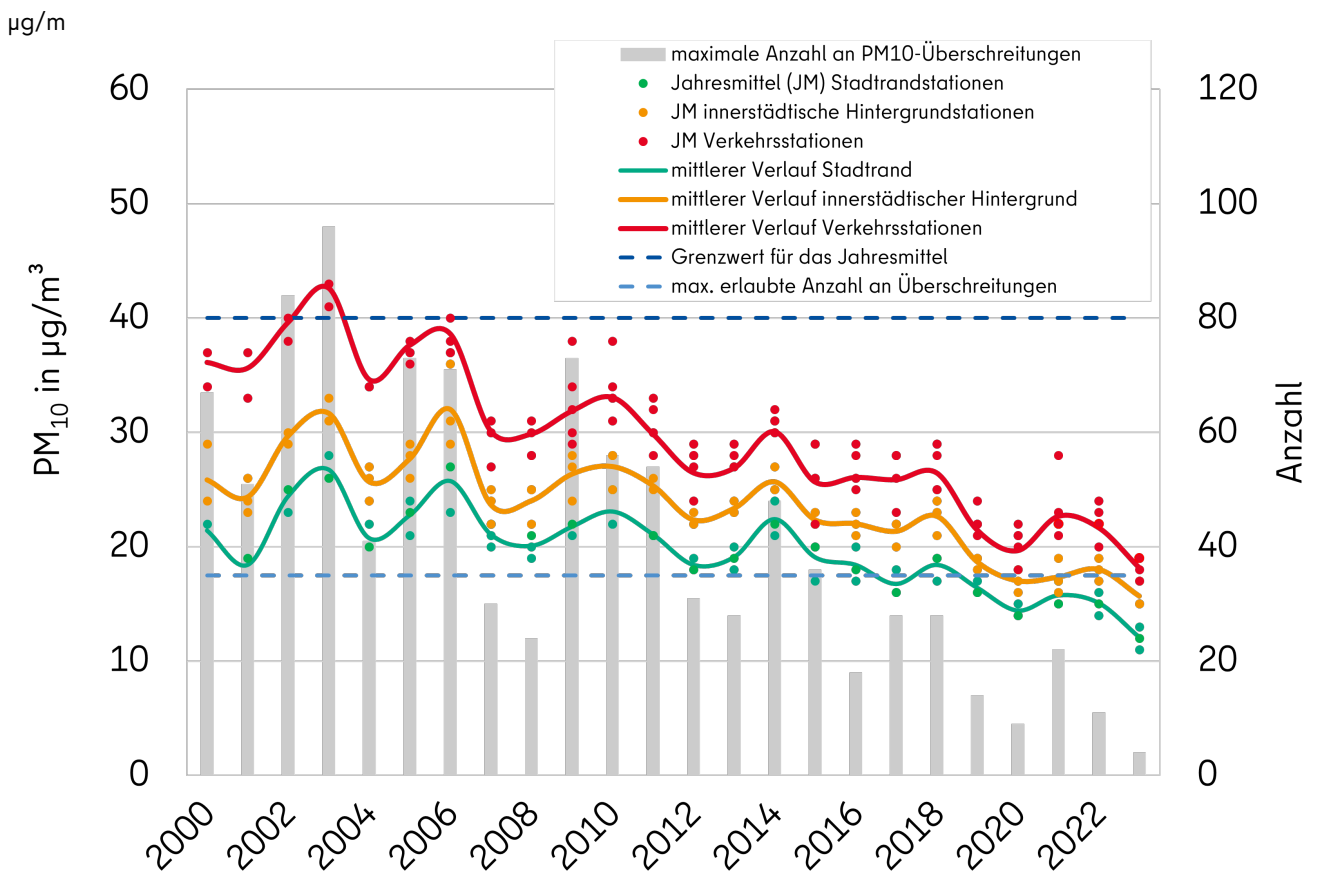


Abbildung 10: Entwicklung der PM₁₀-Belastung in Berlin auf Grundlage der Jahresmittelwerte der automatischen Messstationen am Stadttrand, im innerstädtischen Hintergrund und an Verkehrsstandorten. Die auf Grundlage der jährlichen Differenzen gebildeten Linien stellen den mittleren Verlauf der Belastung in den drei Belastungsregimen dar. Zusätzlich ist jeweils die maximale Anzahl an jährlichen Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittels von 50 µg/m³ als Balken dargestellt.

Die PM₁₀-Belastung in Berlin und ihre langjährige Entwicklung werden maßgeblich durch die meteorologischen Bedingungen und emissionsmindernde Maßnahmen beeinflusst. Der Rückgang der Jahresmittelwerte zeigt, dass sowohl die Maßnahmen in den osteuropäischen EU-Mitgliedstaaten als auch die in Berlin selbst umgesetzten Luftreinhaltemaßnahmen, wie im Luftreinhalteplan, 2. Fortschreibung (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, 2013) beschrieben, erfolgreich

waren. Besonders die Einführung der Umweltzone in zwei Stufen am 01.01.2008 und 01.01.2010 trug zur Minderung der Partikelkonzentrationen bei, was sich ab dem Jahr 2011 deutlich in den gesenkten PM₁₀-Werten widerspiegelt. Die jährlichen Schwankungen der PM₁₀-Jahresmittelwerte von bis zu 20 % sowie der Anzahl an Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittels von 50 µg/m³ verdeutlichen die Abhängigkeit der Belastung von Witterungsbedingungen, die bereits im Kapitel „Meteorologischer Jahresüberblick 2023“ thematisiert wurden. Die PM₁₀-Konzentration wird stark durch den Ferntransport von Partikeln bei Anströmungen aus südlichen bis östlichen Richtungen, vermehrtes Heizen bei tiefen Temperaturen und die Häufigkeit von austauscharmen, in der Regel durch Hochdruck geprägten, winterlichen Wetterlagen, beeinflusst. In Jahren mit vergleichsweise geringer PM₁₀-Belastung, beispielsweise 2017, 2020 und 2023 herrschten stets günstige meteorologische Bedingungen. Das Jahr 2023 verzeichnete die niedrigsten jemals gemessenen PM₁₀-Jahresmittelwerte in allen Belastungsregimen. Zuvor waren im Jahr 2020 die bis dahin niedrigsten Konzentrationen gemessen worden. Nach einem Anstieg im Jahr 2021 war im Folgejahr wieder ein Rückgang festzustellen. Eine Baustelle in der Nähe der Station MC143 führte im Jahr 2021 zu einer erhöhten Anzahl von Überschreitungstagen. Gleichzeitig war die Zahl der Tage mit Tagesmittelwerten über 50 µg/m³ auch an den übrigen Stationen aufgrund der ungünstigen Witterungsbedingungen erhöht. Im vergleichsweise gering belasteten Jahr 2023 wurden dagegen an neun Stationen keine Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ gemessen; an der höchstbelasteten Station MC124 traten lediglich vier derartige Tage auf.

PM_{2,5}

Die PM_{2,5}-Jahresmittelwerte lagen am Stadtrand bei 8-9 µg/m³, im innerstädtischen Hintergrund bei 10-11 µg/m³ und an Schwerpunkten des Straßenverkehrs bei 11-12 µg/m³. Sie unterschritten damit durchgehend den seit 2015 einzuhaltenden Grenzwert von 25 µg/m³ (vgl. Tabelle 7). Die Messwerte wurden sowohl mit dem gravimetrischen Referenzverfahren (5 Stationen) als auch mit dem automatischen Streulichtverfahren bestimmt (12 Stationen). Für das automatische Verfahren wird die Äquivalenz zum Referenzverfahren analog zur Partikelfraktion PM_{2,5} regelmäßig überprüft.

Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat eine Empfehlung für PM_{2,5} von 5 µg/m³ festgelegt (World Health Organization, 2021). Derzeit wird dieser WHO-Wert an keiner Berliner Messstation eingehalten.

Average Exposure Indicator (AEI)

In der 39. BImSchV ist der gleitende Dreijahresmittelwert von PM_{2,5} als Indikator für die durchschnittliche Belastung der Bevölkerung (Average Exposure Indicator = AEI) im städtischen Hintergrund definiert. Der AEI wird für jeden EU-Mitgliedstaat gesondert aus den Werten der entsprechenden PM_{2,5}-Messstellen ermittelt und daraus ein nationales Minderungsziel abgeleitet. In Deutschland gibt es 30 AEI-Messstellen. In Berlin werden diese Messungen seit dem 01.01.2008 an drei Stationen mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren durchgeführt: Neukölln (MC042), Mitte (MC171) und Wedding (MC010). Der AEI für das Referenzjahr 2010 ist als der Mittelwert der Jahre 2008 bis 2010 definiert, der AEI für das Jahr 2011 als Mittelwert der Jahre 2009 bis 2011 etc. Entsprechend ergibt sich der AEI für das Jahr 2023 als Mittel der Jahre 2021 bis 2023.

Im gesamten Bundesgebiet betrug der AEI für das Jahr 2010 16,4 µg/m³. Entsprechend den Regelungen in der 39. BImSchV ergab sich ein nationales Reduktionsziel bis zum Jahr 2020 (Mittelwert der Jahre 2018, 2019, 2020) von 15 %, so dass der dreijährige Mittelwert der 30 deutschen AEI-Messstellen ab 2020 den Wert von 13,9 µg/m³ nicht überschreiten darf. Für das Jahr 2023 betrug der bundesweite AEI zum Stand der Publikation des Umweltbundesamtes 9,5 µg/m³ und liegt damit zum achten Mal in Folge unter dem Wert, der ab 2020 einzuhalten ist (Umweltbundesamt, Luftqualität 2023 - Vorläufige Auswertung, 2024).

Der über die drei Berliner AEI-Messstationen gemittelte PM_{2,5}-Wert für die Jahre 2021 bis 2023 betrug 10,3 µg/m³.

Tabelle 8: Mittelwert über alle AEI-Stationen in Deutschland (national) (Umweltbundesamt, Luftqualität 2023 - Vorläufige Auswertung, 2024) und Mittelwerte der Berliner AEI-Stationen (ab 2010)

Jahr	AEI (national)	Mittelwerte ¹⁾ der Berliner AEI-Stationen
Mittelungszeitraum	3-Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3-Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2010	16,4	19,2
2011	17,0	19,9
2012	16,2	19,6
2013	15,3	18,2
2014	14,6	18,0
2015	14,1	17,5
2016	13,4	17,4
2017	12,6	15,7
2018	12,6	15,5
2019	12,1	14,6
2020	11,0	13,6
2021	10,0	12,5
2022	9,8	12,3
2023	9,5	10,3

Erläuterung:
¹⁾ Zeitreihe mit einheitlicher Anzahl Nachkommastellen neu berechnet, daher zwischen 2016 und 2020 geringfügige Abweichung zu früheren Jahresberichten

Langzeittrend von $\text{PM}_{2,5}$

Der $\text{PM}_{2,5}$ -Langzeittrend in Berlin ist in Abbildung 11 unter Anwendung der bereits erläuterten Differenzenmethode (siehe Info-Kasten auf Seite 21) für die automatischen $\text{PM}_{2,5}$ -Messungen in den jeweiligen Belastungsregimen (Stadttrand, innerstädtischer Hintergrund und Verkehr) als Linie dargestellt. Die $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwerte der einzelnen Stationen sind in der entsprechenden Farbe als Punkte dargestellt. Die Verläufe der auf gravimetrischen Messwerten basierenden Jahresmittelwerte der Frankfurter Allee (MC174), in Neukölln im städtischen Hintergrund (MC042) und in Buch am Stadttrand (MC077) sind als verschiedenfarbige gestrichelte Linien dargestellt.

Wie die PM_{10} -Belastung weist auch die $\text{PM}_{2,5}$ -Belastung von Jahr zu Jahr Schwankungen aufgrund der jeweiligen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen und der Emissionssituation auf, wobei insgesamt ein abnehmender Trend sichtbar ist. Dabei ist die Belastung bezüglich $\text{PM}_{2,5}$ in weit höherem Maße als die PM_{10} -Belastung durch den Eintrag vorbelasteter Luftmassen ins Stadtgebiet aufgrund von Ferntransport geprägt. Dies ist auf die langen atmosphärischen Verweilzeiten dieser Partikelfraktion zurückzuführen. Die erhöhten $\text{PM}_{2,5}$ -Belastungen in 2006, 2010 und 2014 sind maßgeblich auf die Witterungsbedingungen in diesen Jahren zurückzuführen. Häufige Hochdruckwetterlagen haben einerseits zu einem vermehrten Transport von vorbelasteten Luftmassen aus dem Bereich Südosteuropas geführt. Andererseits hat der lokale Schadstoffausstoß, beispielsweise aus dem Verkehrssektor und aus Heizungen mit Holzfeuerung, aufgrund schlechter lokaler Ausbreitungsbedingungen zu der hohen Belastung in diesen Jahren beigetragen.

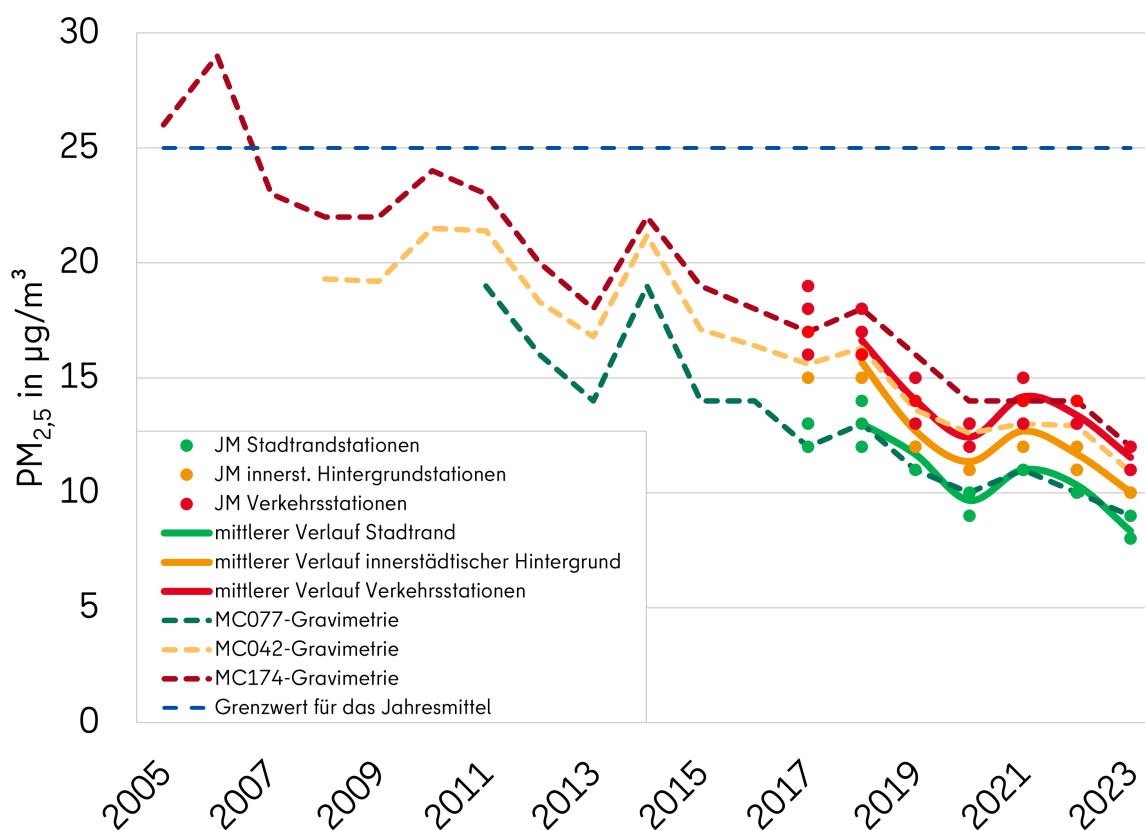


Abbildung 11: Entwicklung der PM_{2.5}-Belastung in Berlin auf Grundlage der Jahresmittelwerte (JM) der automatischen Messstationen am Stadtrand, im innerstädtischen Hintergrund und an Verkehrsstandorten. Die auf Grundlage der jährlichen Differenzen gebildeten Linien stellen den mittleren Verlauf der Belastung in den drei Belastungsregimen dar. Die Verläufe der gravimetrischen Messungen am MC174, MC042 und MC077 sind als gestrichelte Linie dargestellt.

Die PM_{2.5}-Belastung ist seit Beginn der Messungen insgesamt also deutlich rückläufig gewesen. Der Grenzwert von 25 µg/m³, der seit 2015 eingehalten werden muss, wurde in Berlin bereits seit 2007 kontinuierlich unterschritten. Der abnehmende Trend ist zum einen auf die Fortschritte bei emissionsmindernden Maßnahmen in den osteuropäischen EU-Mitgliedstaaten zurückzuführen und zum anderen auf die Wirkung der Umweltzone, die gezielt den Ausstoß sehr feiner Dieselrußpartikel reduziert hat. Infolgedessen hat sich die Belastung an Straßen zunehmend dem Niveau der städtischen Hintergrundbelastung angenähert. Zwischen 2018 und 2020 verringerte sich die PM_{2.5}-Belastung in allen Belastungsregimen nochmals deutlich. Wie auch bei PM₁₀ kam es im Jahr 2021 zu höheren Konzentrationen, die bis 2023 wieder kontinuierlich gefallen sind. Somit ist das Jahr 2023 bisher jenes mit dem geringsten Konzentrationsniveau, sodass sich seit 2018 ein Rückgang um deutlich über 30 % ergab. Um den von der Weltgesundheitsorganisation empfohlenen Richtwert für das PM_{2.5}-Jahresmittel von 5 µg/m³ (World Health Organization, 2021) in Berlin zu unterschreiten, sind weitere lokale, aber auch überregionale und internationale Bemühungen und Maßnahmen notwendig.

Kennwerte und Beurteilung der Belastung für Staubinhaltsstoffe

Tabelle 9: Kennwerte für Benzo[a]pyren (BaP) in PM₁₀

Lage	Station	Jahresmittel in ng/m ³
Stadttrand	Buch (MC077)	0,05
Innerstädtischer Hintergrund	Neukölln (MC042)	0,06
Verkehr	Schildhornstr. 76 (MC117)	0,06
	Frankfurter Allee 86 b (MC174)	0,10
Erläuterung: Der Zielwert für das Jahresmittel von Benzo[a]pyren liegt bei 1,0 ng/m ³ . Der Zielwert für das Jahresmittel wurde eingehalten.		

Tabelle 10: Kennwerte für die Schwermetalle Arsen, Cadmium, Nickel und Blei in PM₁₀

Lage	Station	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel
Jahresmittel in ng/m ³					
Innerstädtischer Hintergrund	Neukölln (MC042)	0,4	3,4	0,1	0,4
Verkehr	Frankfurter Allee 86 b (MC174)	0,5	3,1	0,1	0,9
Erläuterung: Die Zielwerte für das Jahresmittel von Arsen, Cadmium und Nickel liegen bei 6 ng/m ³ , 5 ng/m ³ und 20 ng/m ³ . Der Grenzwert für das Jahresmittel von Blei liegt bei 500 ng/m ³ . Ziel- und Grenzwerte für das Jahresmittel wurden eingehalten.					

Benzo[a]pyren in PM₁₀

Die Benzo[a]pyren-Konzentration in PM₁₀ wird als Leitkomponente für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ermittelt. Die Benzo[a]pyren-Jahresmittelwerte 2023 betrugen zwischen 0,05 und 0,10 ng/m³ (siehe Tabelle 9). Damit lagen sie größtenteils deutlich unter denen des Vorjahres. An der Stadttrandstation Buch (MC077) wurde 2023 nur ein Drittel der Konzentration des Jahres 2022 gemessen, während der Wert an der Verkehrsstation MC174 um knapp 20 % zurückgegangen ist. Der Zielwert von 1 ng/m³ wurde überall klar unterschritten.

Schwermetalle in PM₁₀

Die Jahresmittelwerte der zu überwachenden Schwermetalle in PM₁₀ (siehe Tabelle 10) lagen für Arsen bei 0,4 und 0,5 ng/m³, für Cadmium bei 0,1 ng/m³, für Nickel bei 0,4 ng/m³ und 0,9 ng/m³ und für Blei bei 3,1 ng/m³ und 3,4 ng/m³, also in allen Fällen weit unterhalb des jeweiligen Ziel- bzw. Grenzwertes. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Konzentrationen an den Messstellen erneut gesunken. Die Jahresmittelwerte schwanken von Jahr zu Jahr leicht, liegen jedoch seit Beginn der Messungen im Jahr 2004 stets weit unter der jeweiligen unteren Beurteilungsschwelle (Arsen: 2,4 ng/m³, Cadmium: 2 ng/m³, Nickel: 10 ng/m³ und Blei: 250 ng/m³). Deshalb wäre es nach der 39. BImSchV zulässig, die Belastung mittels Modellrechnungen oder objektiver Schätzung zu beurteilen. Dennoch wird im Fall der Schwermetalle, Messungen, die in vergleichsweise geringem Umfang durchgeführt werden, auch weiterhin der Vorzug vor den gesetzlich ebenfalls erlaubten objektiven Schätzungen gegeben.

EC und OC

Tabelle 11: Kennwerte für EC und OC

Lage	Station	EC Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OC Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stadttrand	Buch (MC077 / MP535)	0,6	4,4
Innerstädtischer Hintergrund	Neukölln (MC042 / MP517)	0,6	5,1
Verkehr	Schildhornstr. 76 (MC117 / MP521)	0,6	4,5
	Silbersteinstr. 1 (MC143 / MP522)	1,1	5,5
	Frankfurter Allee 86b (MC174 / MP519)	0,8	5,0
	Karl-Marx-Str. 38 (MC221 / MP584)	0,8	5,5
	Berliner Allee 118 (MP501)	1,1	5,1
	Beusselstr. 66 (MP504)	0,9	5,1
	Potsdamer Str. 102 (MP505)	0,8	4,7
	Alt Friedrichsfelde 7a (MP514)	1,3	5,5
	Silbersteinstr. 1 (MC143 / MP522)	1,1	5,5
	Leipziger Str. 32 (MP525)	0,9	5,6
	Kantstr. 117 (MP528)	0,8	5,8
	Hauptstr. 54 (MP530)	---	---
	Spandauer Damm 103 (MP531)	1,3	5,6
	Hermannstr. 120 (MP533)	1,0	5,9
	Alt Moabit 63 (MP537)	1,1	4,9
	Schloßstr. 29 (MP539)	0,7	5,1
	Tempelhofer Damm 148 (MP542)	0,9	4,6
	Sonnenallee 68 (MP545)	1,1	6,4
	Landsberger Allee 6-8 (MP547)	1,3	5,2
	Herrmannplatz (MP555)	1,0	6,0
	Friedrichstr.172 (MP562)	0,6	4,7
	Badstr. 67 (MP573)	1,2	5,8
	Klosterstr. 12 (MP576)	1,0	5,7
	Eichborndamm 23-25 (MP579)	0,9	5,9
	Markgrafendamm 33 (MP581)	1,2	6,2
	Invalidenstr. 30 (MP582)	0,9	5,3

Elementarer und organischer Kohlenstoff (EC, OC) sind ein Bestandteil der atmosphärischen Partikelgesamtmasse. Elementarer Kohlenstoff, der umgangssprachlich als „Ruß“ bezeichnet wird, ist ein Indikator für Verbrennungsprozesse und bildet an Verkehrsmessstellen sehr gut den Einfluss der Abgasemissionen des Kfz-Verkehrs auf die Partikelkonzentration ab. An der EC-Belastung haben weiterhin alle unvollständigen Verbrennungsprozesse einen Anteil, wie die Verbrennung von Holzkohle, Holz und weiterer Biomasse. Der Anteil von elementarem Kohlenstoff an der Partikelmassenkonzentration ist zwar gering, wird jedoch von der Weltgesundheitsorganisation als toxikologisch besonders relevant eingestuft (Health effects of black carbon, 2012). Zur Ermittlung der EC- und OC-Werte wird ein thermisch-optisches Verfahren nach dem

Temperaturprofil EUSAAR2 und einer optischen Pyrolysekorrektur angewendet. Die Messung erfolgt in Anlehnung an die Norm DIN EN 16909, wobei als optische Korrektur eine Reflexionsmessung verwendet werden.

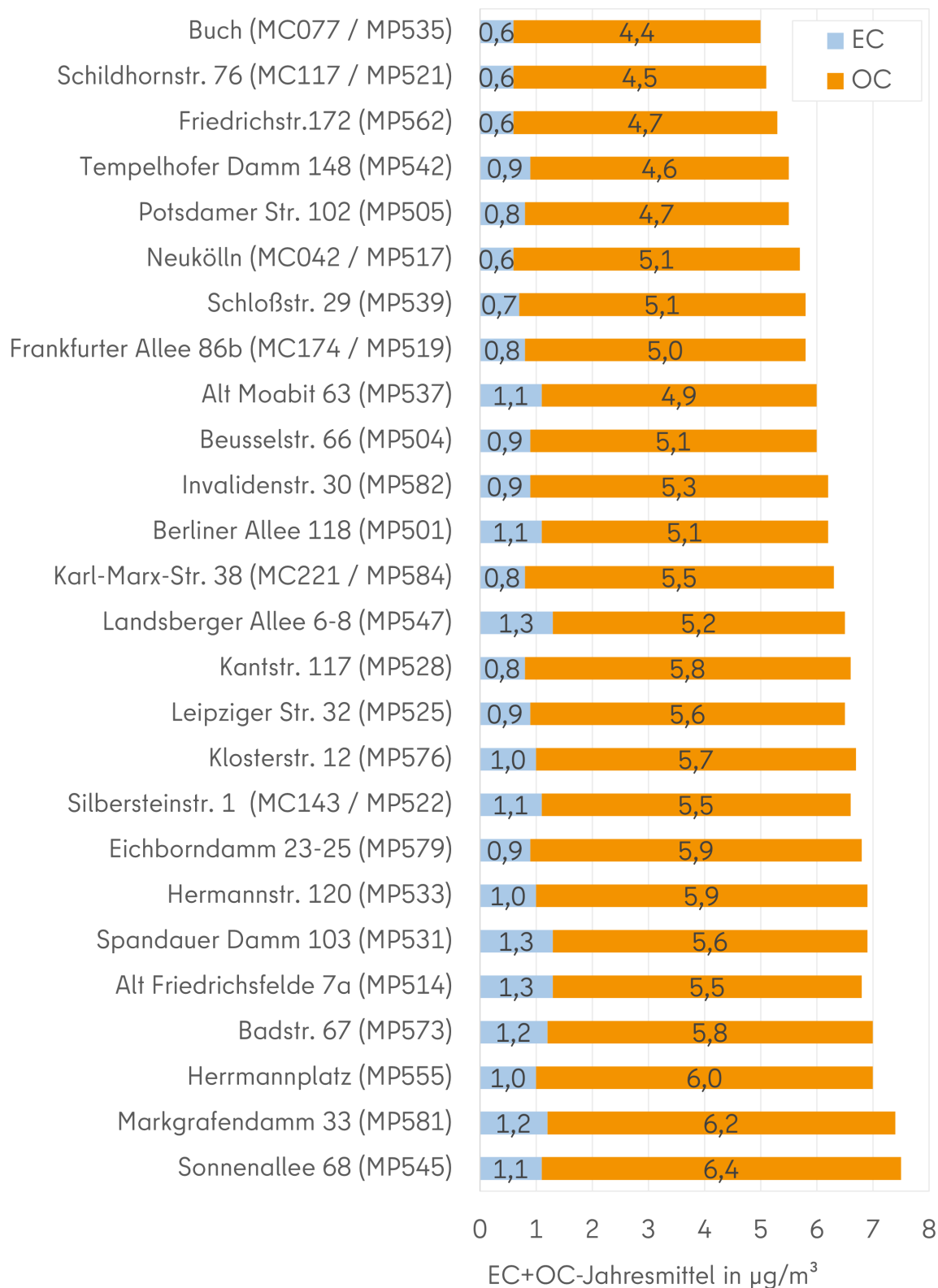


Abbildung 12: EC- und OC-Jahresmittelwerte 2023 aufsteigend nach ihrer Summe sortiert

Die Jahresmittelwerte der EC- und OC-Massenkonzentrationen sind in Tabelle 11 und in Abbildung 12 dargestellt. Die EC-Werte lagen am Stadtrand in Buch (MC077) und im innerstädtischen Hintergrund in Neukölln (MC042) bei $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Friedrichstraße (MP562) und die Schildhornstraße (MC117) waren mit ebenfalls $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ EC die am niedrigsten belasteten Messstellen mit Verkehrsbezug. Hierzu sei erneut auf die dort jeweils verringerten Verkehrsmengen hingewiesen, die bezüglich der Friedrichstraße auf das Projekt „Autofreie Friedrichstraße“ (siehe Infokasten auf Seite 18) und im Falle der Schildhornstraße auf die Sperrung des Schlagenbader Tunnels (siehe Seite 23) zurückzuführen ist. An den Messpunkten an Hauptverkehrsstraßen ergaben sich Jahresmittel zwischen $0,7$ und $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die OC-Konzentrationen liegen grundsätzlich oberhalb jener von EC. Am Stadtrand bzw. im innerstädtischen Hintergrund wurden Jahresmittelwerte von $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An den Hauptverkehrsstraßen lagen die Jahresmittelwerte zwischen $4,6$ und $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Unterschiede in den Jahresmittelwerten der einzelnen Stationen sind Ausdruck der verschiedenen natürlichen und anthropogenen Quellen organischer Kohlenstoffverbindungen.

Im Vergleich zum Vorjahr ist die EC- und die OC-Belastung an Hauptverkehrsstraßen im Mittel nahezu konstant geblieben.

Kennwerte und Beurteilung der Belastung von Ozon

Tabelle 12: Kennwerte für Ozon

Lage	Station	JM in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MAX_8H in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	N120_8h Anzahl	N120_3J Anzahl	N180 Anzahl	N240 Anzahl
Stadtrand	Marienfelde (MC027)	55	141	13	15	0	0
	Grunewald (MC032)	50	136	9	9	0	0
	Buch (MC077)	46	123	2	5	0	0
	Friedrichshagen (MC085)	57	142	20	20	0	0
	Frohnau (MC145)	50	126	4	9	0	0
Innerstädtischer Hintergrund	Wedding (MC010)	52	134	7	9	0	0
	Neukölln (MC042)	53	136	12	14	0	0
Verkehr	Frankfurter Allee 86 b (MC174)	47	131	5	5	0	0
Erläuterung:							
JM	Jahresmittel						
MAX_8H	Maximaler 8-Stunden-Mittelwert						
N120_8h	Anzahl an Tagen, an denen MAX_8H den Zielwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten hat						
N120_3J	Mittelwert von N120_8h über die letzten 3 Kalenderjahre (Zielwert der 39. BImSchV sind 25 Tage/Jahr).						
N180	Anzahl der 1-Stunden-Mittel, in denen die Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten wurde.						
N240	Anzahl der 1-Stunden-Mittel, in denen die Alarmschwelle von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten wurde.						
*)	Mindestens fünf der sechs Monate von April bis September müssen für diese Komponente eine ausreichende Verfügbarkeit (90%) aufweisen. Durch den Brand im Grunewald und einen weiteren Messausfall im April wird die Verfügbarkeit nicht erreicht.						

Tabelle 13: Kennwerte für AOT

Lage	Station	AOT40 in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	AOT40_5 in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
Stadttrand	Marienfelde (MC027)	15381	15395
	Grunewald (MC032)	12572	12312
	Buch (MC077)	7285	7836
	Friedrichshagen (MC085)	16543	15502
	Frohnau (MC145)	11432	12024
Innerstädtischer Hintergrund	Wedding (MC010)	12482	11432
	Neukölln (MC042)	14221	12728
Verkehr	Frankfurter Allee 86 b (MC174)	8095	6870
Erläuterung: AOT40 Summe der Ozon-Werte, die über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (40 ppb) liegen, addiert über die Monate Mai bis Juli zwischen 8:00 Uhr und 20:00 Uhr (Langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation: $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) AOT40_5 AOT40 gemittelt über die letzten 5 Kalenderjahre (Zielwert zum Schutz der Vegetation ab 2010: $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) Der Zielwert wurde eingehalten, das langfristige Ziel zum Schutz der Vegetation noch nicht.			

Ozon (O_3)

Bodennahes Ozon entsteht durch photochemische Reaktionen von Stickoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs) unter dem Einfluss von UV-Strahlung. Eine zentrale Rolle spielt dabei Stickstoffdioxid (NO_2), das durch Sonneneinstrahlung gespalten wird. Der dabei entstehende Sauerstoff reagiert mit molekularem Sauerstoff (O_2) zu Ozon (O_3). VOCs fördern die Ozonbildung, indem sie die Umwandlung von Stickstoffmonoxid (NO) zu NO_2 unterstützen, ohne dass dabei Ozon verbraucht wird. Die Ozonbildung steht gleichzeitig in einem dynamischen Gleichgewicht mit Abbauprozessen, insbesondere durch Reaktionen mit NO .

Die Ozonkonzentrationen werden daher nicht nur von den Emissionen der Vorläuferstoffe, sondern auch stark von den meteorologischen Bedingungen beeinflusst.

Hohe Temperaturen und intensive Sonneneinstrahlung fördern die photochemischen Reaktionen sowie die Freisetzung biogener VOCs aus der Vegetation. Deshalb treten erhöhte Ozonkonzentrationen vor allem im Sommer und bei sonnigem Wetter auf.

Die höchsten Ozonkonzentrationen treten in der Regel an Sommernachmittagen auf, wenn die Sonneneinstrahlung am stärksten ist. In verkehrsnahen Gebieten sind die Ozonwerte oft niedriger, da dort mehr NO freigesetzt wird, welches das Ozon abbaut. In den Stadtzentren sind die Ozonkonzentrationen daher niedriger als in den Randgebieten oder ländlichen Regionen.

Ein weiterer Faktor ist der Wind. Besonders in den Gebieten, die im Lee einer Stadt liegen – also auf der windabgewandten Seite – kommt es zu höheren Ozonkonzentrationen. Dort werden Ozon und seine Vorläuferstoffe aus dem Stadtgebiet verfrachtet, während gleichzeitig weniger NO für den Ozonabbau zur Verfügung steht. Dadurch kann es in diesen Bereichen zu einer verstärkten Ozonanreicherung kommen.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit

für das maximale 8-Stunden-Mittel von Ozon eines Tages liegt bei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wobei 25 Überschreitungen im Mittel über drei Jahre zugelassen sind. Dieser Zielwert wurde an allen Stationen eingehalten. Die meisten Überschreitungen gab es mit 20 Tagen an der Messstation in Friedrichshagen (MC085).

Die **Informationsschwelle** für Ozon liegt bei $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Stundenmittel) und wurde im Jahr 2023 nicht überschritten.

Die **Alarmschwelle** für Ozon liegt bei $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Stundenmittel). Dieser Wert wurde im Jahr 1994 letztmalig überschritten.

Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, waren im Sommer 2023 vor allem Windrichtungen von West bis Nordwest vorherrschend. Daher verzeichneten die Stationen in Friedrichshagen (MC085) und teils auch in Marienfelde (MC027), wie auch in vielen anderen Jahren, die höchsten Ozonwerte (siehe Tabelle 12). Diese Stationen verzeichneten auch die höchsten Jahresmittelwerte, mit $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (MC085) und $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (MC027). Den geringsten Jahresmittelwerte am Stadtrand erreichte mit $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die Station Buch (MC077). Im innerstädtischen Hintergrund lagen die Jahresmittelwerte bei 52 und $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Verkehrsmessstelle lag der Jahresmittelwert wie im Vorjahr bei $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die maximalen 8-Stunden-Mittelwerte der einzelnen Stationen sind im Gegensatz zum Jahresmittelwert auf einzelne Ereignisse mit besonderen meteorologischen Bedingungen, meist die Tage mit den höchsten Temperaturen im Jahr, zurückzuführen. Der höchste maximale 8-Stunden-Mittelwert wurde mit $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Stadtrandstation in Friedrichshagen (MC085) gemessen, die Station Marienfelde (MC027) lag nur $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ darunter.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit für das maximale 8-Stunden-Mittel von Ozon eines Tages liegt bei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wobei 25 Überschreitungen im Jahr zugelassen sind. Um den starken Einfluss der Witterung auf die Ozonkonzentration zu berücksichtigen, wird dabei der Mittelwert über die letzten drei Jahre herangezogen, welcher für die Berliner Stadtrand-Stationen zwischen 5 und 20 lag (siehe Tabelle 12, Datenspalte 4). An allen Stationen wurde der Zielwert eingehalten.

Abbildung 13 zeigt die durchschnittlichen monatlichen Ozonkonzentrationen für jeden Typ von Messstation im Jahr 2023. Die höchsten Werte wurden insgesamt in den Monaten Mai und Juni gemessen. Der Mai zeichnete sich durch außergewöhnlich viel Sonnenschein, trockene Witterung und stabile meteorologische Bedingungen aus, die die Ozonbildung begünstigten. Im Juni, der ebenfalls warm war, jedoch mehr Niederschlag aufwies, trugen die weiterhin intensive Sonneneinstrahlung und hohe Temperaturen ebenfalls zu einer starken Ozonbelastung bei. Auch der September war auffällig: Eine überdurchschnittliche Sonnenscheindauer und leicht erhöhte Temperaturen führten in diesem Monat zu Ozonwerten, die etwas über dem jahreszeitlichen Durchschnitt lagen. Abbildung 13 lässt zudem erkennen, dass die Monatsmittelwerte der innerstädtischen Hintergrundstationen von April bis Oktober höher waren als an den Stadtrandstationen. Im Juni wurde sogar an der Frankfurter Allee (MC174) eine höhere durchschnittliche Konzentration gemessen als an im Mittel am Stadtrand.

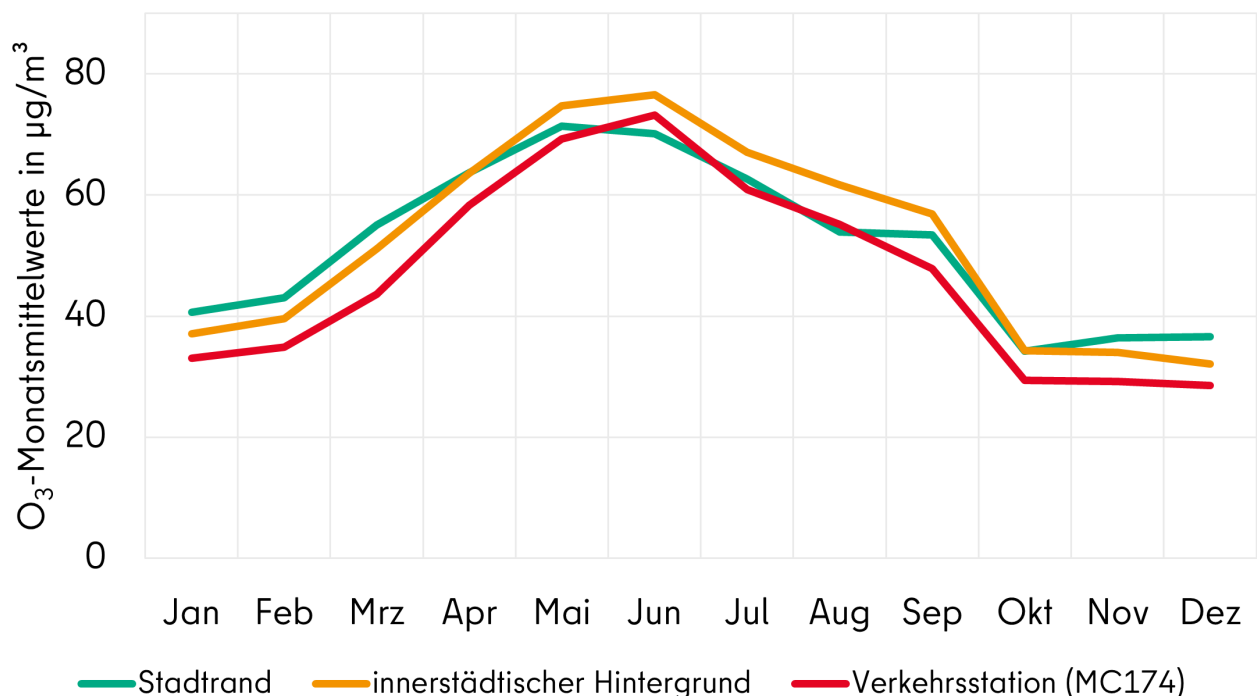


Abbildung 13: Jahreszyklus von O_3 im Jahr 2023.

AOT

Der „Accumulated Ozone Exposure over a Threshold of 40 ppb“ (AOT40) ist ein Maß, um die ökotoxikologische Wirkung von Ozon auf die Vegetation abschätzen zu können. Der AOT40 wird aus der kumulierten Differenz zwischen 1-Stundenwerten > 40 ppb und 40 ppb (bzw. $> 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in Bodennähe ermittelt. Dabei wird nur der Zeitraum zwischen 8 und 20 Uhr (MEZ) berücksichtigt. Der über die letzten fünf Jahre gemittelte AOT40_5-Wert für Ozon (summiert über die Monate Mai bis Juli) lag zwischen etwa 7.836 und 15.395 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ und blieb damit auch an der höchst belasteten Messstation in Marienfelde (MC027) unter dem seit 2010 geltenden Zielwert zum Schutz der Vegetation von 18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$.

Langzeittrend von Ozon

Der Langzeittrend für Ozon in Berlin ist in Abbildung 14 dargestellt. Die Linien in der Abbildung zeigen die Entwicklung der Ozonbelastung am Stadtrand und im innerstädtischen Hintergrund basierend auf der bereits erläuterten Differenzenmethode (siehe Info-Kasten auf Seite 21). Da es an den Straßen nicht genügend Messungen gibt, um das Differenzmodell anzuwenden, sind die Ozon-Jahresmittelwerte der Verkehrsstation (MC174) nur als Punkte dargestellt.

In der Abbildung sind unterschiedliche langjährige Entwicklungen der Ozonbelastung im innerstädtischen Hintergrund und am Stadtrand erkennbar. Während am Stadtrand die höchsten Maximalwerte gemessen wurden, steigen die mittleren Konzentrationen im städtischen Bereich an. Da in städtischen Gebieten mehr Menschen leben als am Stadtrand, erhöht sich damit der Anteil der Bevölkerung, der im Mittel höheren Ozonkonzentrationen ausgesetzt ist. 2023 lag der Mittelwert der innerstädtischen Hintergrundstationen erstmals oberhalb der mittleren Konzentration der Stadtrandstationen. In den letzten Jahren haben sich die Ozonkonzentrationen im innerstädtischen Hintergrund und am Verkehrsschwerpunkt MC174 angenähert. Im nächsten Jahresbericht wird diese Beobachtung eingehender beleuchtet.

Im innerstädtischen Hintergrund stieg die Belastung seit Ende der 80er Jahre nahezu stetig an. Eine Regressionsanalyse zeigt eine Zunahme von etwa $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr. Am Stadtrand kam es hingegen zu Beginn der 1990er Jahre zu einer Abnahme, gefolgt von einer sehr geringen Zunahme von etwa $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr seit 1995 bis heute.

Diese langfristigen Entwicklungen sind überlagert von Schwankungen, die durch die Witterungsbedingungen der jeweiligen Sommer (wie Temperatur und Bewölkung) beeinflusst werden. Sprünge in den Jahresmittelwerten von bis zu $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ von einem Jahr zum nächsten sind daher nicht ungewöhnlich.

Aufgrund der meteorologischen Bedingungen in den Jahren 2018 und 2019, die durch hohe Temperaturen und eine sehr hohe Sonneneinstrahlung geprägt waren, war die mittlere Ozonbelastung im Vergleich zu den Vorjahren 2016 und 2017 erhöht. Das Jahr 2023 lag in Hinblick auf die Jahreswerte für Temperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag auf einem vergleichbaren Niveau zu 2018.

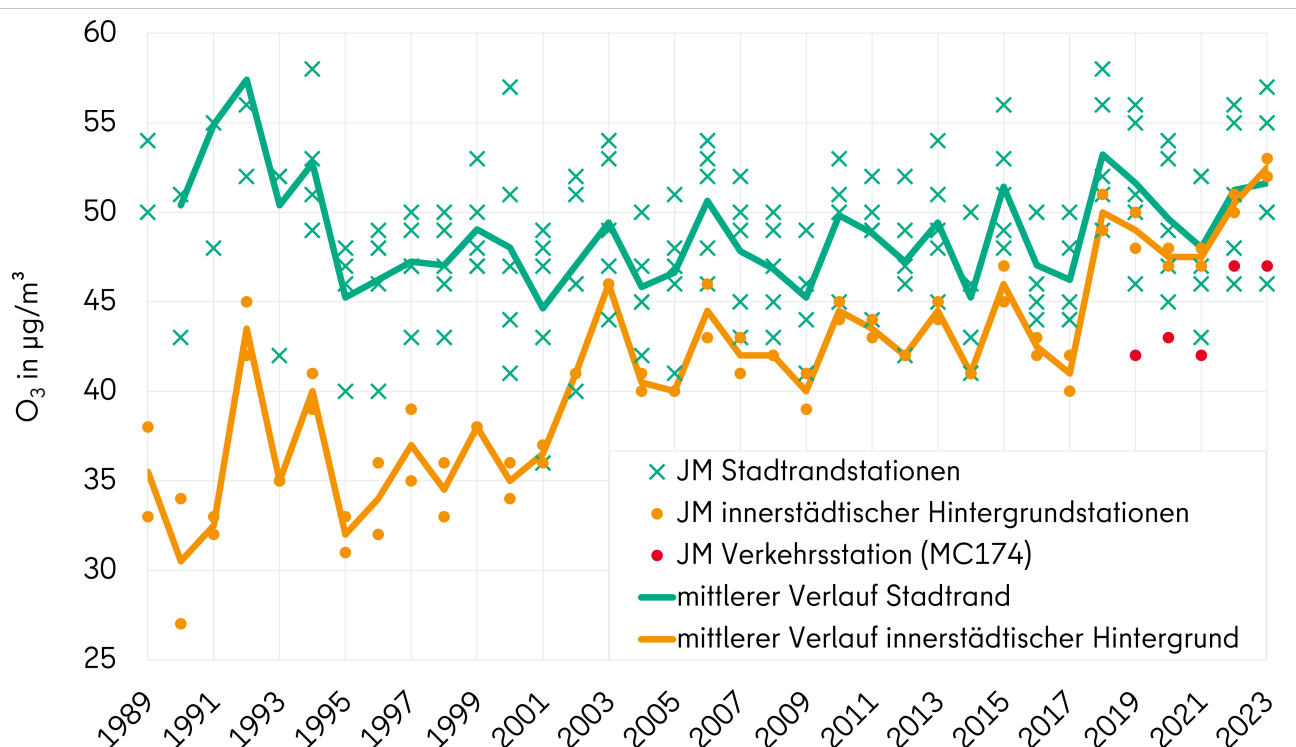


Abbildung 14: Entwicklung der Ozonbelastung in Berlin auf Grundlage der Jahresmittelwerte der automatischen Messstationen am Stadtrand, im innerstädtischen Hintergrund und an Verkehrsstandorten. Die auf Grundlage der jährlichen Differenzen gebildeten Linien stellen den mittleren Verlauf der Belastung im innerstädtischen Hintergrund und am Stadtrand dar.

Kurzzeitige O_3 -Belastungsspitzen sind gesundheitlich besonders relevant, da erhöhte Ozonkonzentrationen zu Reizerscheinungen der Augen und Schleimhäute sowie Lungenschäden führen können. Deshalb wurden zum Zweck des Gesundheitsschutzes der Zielwert für das 8h-Mittel von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (N120_8h) sowie für das 1h-Mittel die Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und die Alarmschwelle von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgelegt. Die Entwicklung dieser drei Kennwerte ist in Abbildung 15 zusammen mit der Entwicklung der Anzahl an Tagen mit einem Temperaturmaximum von über 30°C (Hitzetag) dargestellt. Abbildung 15 lässt eine witterungsabhängige Variabilität der Anzahl der Überschreitungen der drei dargestellten Kenngrößen erkennen – in Jahren mit vielen Hitzetagen kam es auch zu hohen Überschreitungen. Es ist jedoch auch zu erkennen, dass trotz des deutlichen Anstiegs an Hitzetagen in den vergangenen 30 Jahren die Anzahl der Überschreitung der Informations- und der Alarmschwelle abgenommen hat. So wurde beispielsweise in den Jahren 2018 und 2019 mit insgesamt 50 Hitzetagen die Informationsschwelle für Ozon (max. Ozon N180) nur viermal überschritten, während es 1994 und 1995 mit zusammen 37 Hitzetagen noch 11- bis 13-mal waren. 2023 wurden 10 Hitzetage und gleichzeitig keine Überschreitung der Informationsschwelle verzeichnet.

Seit Mitte der 1990er Jahre wurde die Alarmschwelle gar nicht mehr überschritten. Die Anzahl der Überschreitungen des Ozon-Zielwertes N120_8h zeigt in Relation zu der gestiegenen Anzahl an Hitzetagen ebenfalls einen abnehmenden Trend. Als Grund für diese Entwicklung ist einerseits der unter „Langzeittrend von Stickstoffdioxid“ dargelegte abnehmende Trend der NO_2 -Belastung zu nennen, da fehlende Vorläuferstoffe hohe Ozon-Spitzenkonzentrationen verhindern. Ein weiterer Grund für diese Beobachtung kann die extreme Trockenheit in den Sommermonaten in den Jahren 2018, 2019 und 2020 sein, da die vegetationsbedingten VOC-Emissionen (Vorläufersubstanzen) aufgrund von Trockenheit und Dürrestress gering gewesen sein dürften (Umweltbundesamt, Luftqualität 2018, 2019).

Auch deutschlandweit wurde eine Abnahme der Ozon-Spitzenkonzentrationen durch Minderungsmaßnahmen für Ozonvorläuferstoffe seit 1990 sowie eine schwache Zunahme der Jahresmittelwerte an städtischen Stationen beobachtet (Umweltbundesamt, Ozon-Belastung, 2024). Da auch die Berliner Stadtrandstationen im Fall von Ozon maßgeblich von städtischen Emissionen beeinflusst sind, hier besonders die im Lee der Stadt liegenden Stationen MC027 und MC085, passt der in Berlin im Mittel über alle Stationen festgestellte Anstieg der Jahresmittelwerte zum deutschlandweiten Trend.

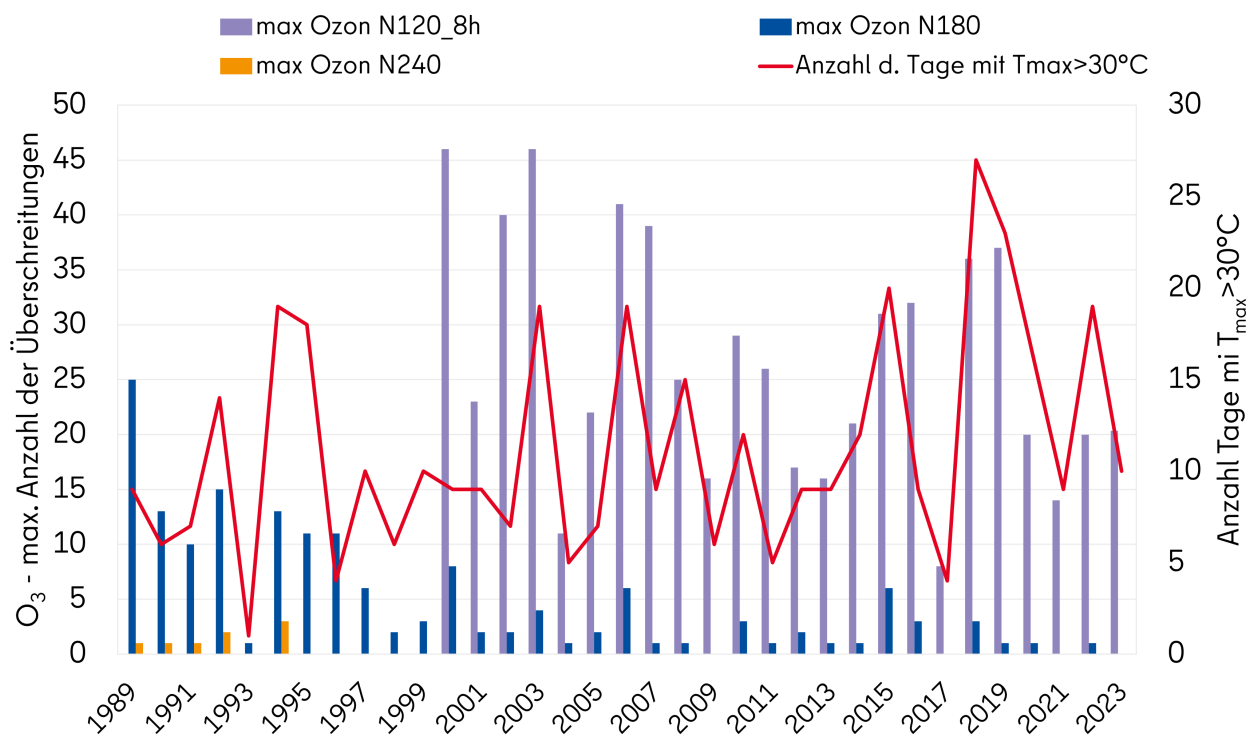


Abbildung 15: Dargestellt sind die maximale Anzahl der Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (N120_8h, ab dem Jahr 2000, vorher keine Daten), der Informationsschwelle (N180) und der Alarmschwelle (N240) eines Kalenderjahres als Balken. Zusätzlich zeigt die Abbildung den Verlauf der Anzahl von Tagen eines Kalenderjahres mit einem Temperaturmaximum von über 30 °C als Linie.

Kennwerte und Beurteilung der Belastung für Kohlenstoffmonoxid und Benzol

Tabelle 14: Kennwerte für Kohlenstoffmonoxid

Lage	Station	Jahresmittel in mg/m ³	Maximaler 8-Stundenwert in mg/m ³
Verkehr	Schildhornstr. 76 (MC117)	0,3	1,1
	Frankfurter Allee 86 b (MC174)	0,3	1,4
Erläuterung: Der Grenzwert für den höchsten 8-Stundenmittelwert pro Tag beträgt 10 mg/m ³ . Der Kurzzeit-Grenzwert wurde eingehalten.			

Tabelle 15: Kennwerte für Benzol

Lage	Station	Jahresmittel in µg/m ³
Stadttrand	Buch (MC077/ MP535)	0,6
Innerstädtischer Hintergrund	Neukölln (MC042/MP517)	0,7
Verkehr	Schildhornstr. 76 (MC117/MP521)	0,8
	Silbersteinstr. 1 (MC143/MP522)	1,0
	Frankfurter Allee 86b (MC174/MP519)	0,7
	Karl-Marx-Str. 38 (MC221/MP584)	0,8
Erläuterung: Der Grenzwert für das Jahresmittel für Benzol beträgt 5 µg/m ³ (39.BImSchV). Der Grenzwert für Jahresmittel wurde eingehalten.		

Kohlenstoffmonoxid (CO)

Die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden für Kohlenmonoxid im Jahr 2023 weit unterschritten (siehe Tabelle 14). Schon zum Zeitpunkt seiner Einführung 2005 wurde der Grenzwert für das Jahresmittel seit vielen Jahren eingehalten und der maximal erfasste Jahresmittelwert betrug bereits damals nur 3,3 mg/m³.

Benzol

Die Benzol-Messung mit automatischen Messgeräten wurde zum Ende des Jahres 2022 eingestellt, sodass die Benzol-Konzentration im Berliner Luftgütemessnetz seit dem Jahr 2023 ausschließlich auf Grundlage der RUBIS-Geräte als orientierende Messung überprüft wird (siehe auch Infokasten auf Seite 5). Die entsprechenden RUBIS-Geräte sind an sechs Messcontainerstandorten installiert (siehe Tabelle 15). Die Konzentrationen an den beiden Standorten, an denen bis ins Jahr 2022 mittels Referenzverfahren gemessen wurde (MC042/MP517, MC174/MP519), sind im Jahr 2023 auf demselben niedrigen Niveau wie in den Vorjahren. Ebenso bestätigen sich die niedrigen Jahresmittel an den Messstandorten an Verkehrsschwerpunkten (MC117/MP521, MC143/MP522, MC221/MP584). Die Konzentration von 0,6 µg/m³ an der Stadttrandstation MC077/MP535 zeigt, dass die Benzolbelastung flächendeckend auf einem ähnlichen Niveau weit unterhalb des Grenzwertes von 5 µg/m³ liegt. Das höchste Jahresmittel wurde am Verkehrsstandort MC143/MP522 gemessen, wo der Grenzwert zu 20 % ausgeschöpft wurde.

Langzeittrend von Schwefeldioxid (SO₂)

Die Entwicklung der SO₂-Belastung in Berlin ist in Abbildung 16 für den Zeitraum von 1976 bis 2019 dargestellt. Die blau gestrichelte Linie beruht auf Daten, welche bis 2000 im Jahresbericht des BLUME (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2001) als SO₂-Gebietsmittel veröffentlicht wurden, jedoch nicht in digitaler Form vorliegen. Seit 1989 liegen die als Punkte

dargestellten Jahresmittelwerte der einzelnen Messstationen in digitaler Form in der Datenbank des BLUME vor. Auf Grundlage dieser Daten wurde unter Anwendung der Differenzenmethode (siehe Info-Kasten auf Seite 21) der mittlere Verlauf der SO_2 -Konzentration aller Messstationen (rote Linie) und der Messstationen des städtischen Raums (innerstädtischer Hintergrund und Verkehr, orange Linie) berechnet.

Die Luftbelastung durch die meisten direkt emittierten Schadstoffe ist in den letzten 20 Jahren stark gesunken. Beim Schwefeldioxid, das hauptsächlich aus Kraftwerken, Industrie und Kohleöfen stammte, ist dieser Rückgang am deutlichsten. Die Emissionen sind durch die Sanierung oder Stilllegung von Industrieanlagen und die Installation von Rauchgasentschwefelungsanlagen in Kraftwerken Ende der 1980er Jahre in West-Berlin und nach 1990 auch in den neuen Bundesländern und osteuropäischen Nachbarländern stark gesunken. Auch der fast vollständige Ersatz von Kohleheizungen durch Gasheizungen, Fernwärme oder erneuerbare Energieträger und der Einsatz von schwefelarmem Kraftstoff haben signifikant zur Verbesserung der Luftqualität beigetragen. Seit 2004 hat sich die Schwefeldioxidimmission im gesamten Stadtgebiet, sowohl in der Innenstadt als auch in den Außenbezirken auf Jahresmittelwerte zwischen $1\text{--}4\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ eingependelt. Damit ist die Konzentration von Schwefeldioxid im Vergleich zu 1989 um 96 % zurückgegangen.

Aufgrund des starken Rückgangs lagen die Konzentrationen auch für sehr empfindliche automatische Messgeräte in der Nähe der Nachweisgrenze. Daher wurde die letzte Messreihe für SO_2 an der Frankfurter Allee (MC174) im Juni 2020 eingestellt. Dieser Schritt ist laut 39. BImSchV zulässig, da die SO_2 -Konzentrationen schon seit Jahren unter der unteren Beurteilungsschwelle lagen. Die SO_2 -Belastung wird deshalb ab 2020 nicht mehr durch Messungen bestimmt, sondern mit Modellrechnungen oder Methoden der objektiven Schätzung. Es wird abgeschätzt, dass der SO_2 -Jahresmittelwert in Berlin im Jahr 2023 ca. $2\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ betrug.

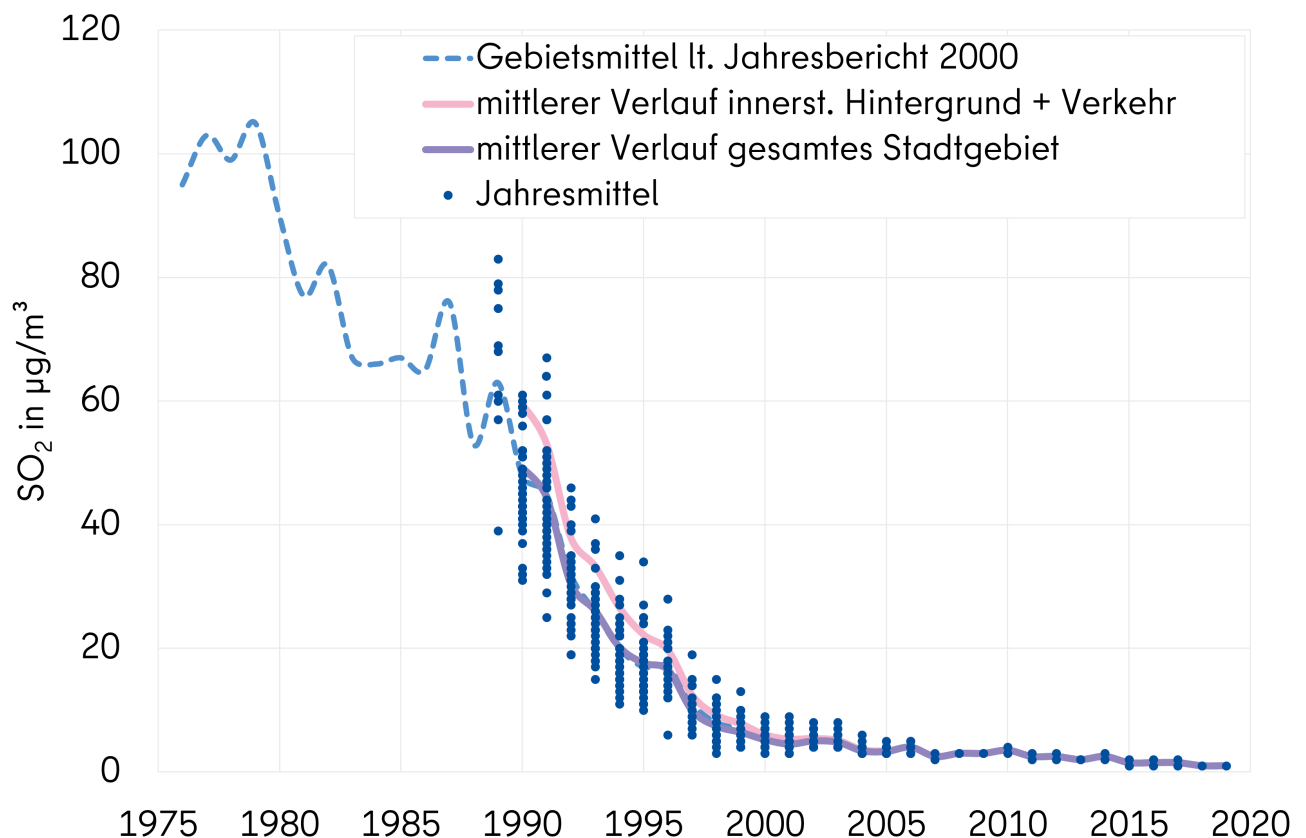


Abbildung 16: Entwicklung der SO_2 -Belastung in Berlin zwischen 1976 und 2019. Dargestellt sind das dem Jahresbericht 2000 entnommene Gebietsmittel als blau gestrichelte Linie und die Jahresmittelwerte der einzelnen automatischen Stationen als graue Punkte. Auf Grundlage dieser Jahresmittelwerte wurden mit dem Differenzenmodell der mittlere Verlauf der SO_2 -Belastung des gesamten Stadtgebietes und des innerstädtischen Gebietes (innerstädtischer Hintergrund und Verkehr) berechnet.

STANDORTANPASSUNG DES MESSCONTAINERS IN DER SILBERSTEINSTRASSE

Der Messcontainer der Station MC143 in der Silbersteinstraße musste nach mehr als 25 Jahren Betriebszeit aus Altersgründen ersetzt werden. Im Zuge der Planungen für den neuen Messcontainer bot sich die Möglichkeit, den Standort hinsichtlich seiner Repräsentativität und seiner Übereinstimmung mit den Vorgaben der 39. BImSchV erneut zu bewerten und ggf. zu korrigieren.

Bereits im Jahr 2019 hatte eine vom TÜV Rheinland (TÜV-Rheinland, 2019) im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit durchgeführte Überprüfung der Messstellenstandorte ergeben, dass die Station MC143 einen um etwa vier Meter zu geringen Abstand zur nächstgelegenen verkehrsreichen Kreuzung aufwies. Die 39. BImSchV fordert hier einen Mindestabstand von 25 Metern. Das Gutachten kam zwar zu dem Schluss, dass diese geringfügige Unterschreitung keine wesentlichen Auswirkungen auf die gemessenen Schadstoffkonzentrationen habe, dennoch wurde eine Anpassung des Standorts bei einem künftigen Ersatz des Messcontainers als sinnvoll erachtet.

Zur Auswahl eines geeigneten Ersatzstandorts wurden mikroskalige Ausbreitungsmodellierungen mit dem Modell MISKAM (Eichhorn, 2019) durchgeführt. Ziel war es, innerhalb des unmittelbaren Umfelds des alten Standorts einen neuen zu identifizieren, der sowohl den Anforderungen der 39. BImSchV entspricht als auch die Belastungssituation des Straßenabschnitts möglichst repräsentativ erfasst. Auf Grundlage dieser Untersuchungen wurde ein neuer Standort festgelegt.

Im Jahr 2023 wurden der bestehende Messcontainer MC143 und der neue Standort unter dem vorläufigen internen Namen QS3 zunächst parallel betrieben. Dieser Parallelbetrieb diente einerseits der Überprüfung der Vergleichbarkeit der Messergebnisse beider Standorte und andererseits der Bewertung, ob und in welchem Umfang die langjährige Messreihe von MC143 auf den neuen Standort übertragen werden kann. Die Ergebnisse zeigten eine sehr gute Vergleichbarkeit der Messdaten.

Nach Abschluss des Parallelbetriebs wurde der neue Messcontainer ab 2024 als Station MC144 in den regulären Messbetrieb übernommen und ersetzte den bisherigen Standort MC143 (siehe auch Infokasten auf Seite 5).

Der Umzug des Messcontainers – Der Versetzungsprozess

Der neue Container wurde zur Vorbereitung zunächst bei der Messnetzzentrale in der Brückenstraße aufgebaut. Im Lauf des Jahres 2022 wurde der neue Standort vorbereitet und die notwendigen Anschlüsse installiert, bevor zum Jahresende Transport und Inbetriebnahme am neuen Standort erfolgen konnte. Im Jahr 2023 fand der oben bereits beschriebene Parallelbetrieb der Container MC143 und QS3 in der Silbersteinstraße statt. Im Jahr 2024 wurden die Messungen am neuen Standort dann offiziell in Betrieb genommen, die Messreihen am MC143 eingestellt und der Container schließlich zurück gebaut.

Die folgende Bildserie (Abbildung 17 bis Abbildung 19) veranschaulicht den Prozess vom alten Standort bis zur erfolgreichen Inbetriebnahme am neuen Standort bei temporärem Parallelbetrieb.



Abbildung 17: vlnr.: MC143 am ursprünglichen Standort in der Silbersteinstr.; Anlieferung des neuen Messcontainers in der Brückenstraße; temporärer Standort des Messcontainers im Innenhof der Messnetzzentrale Brückenstr. (Quelle: Berliner Luftgütemessnetz)



Abbildung 18: vlnr.: Standortmarkierung des neuen Containers QS3; vorbereitetes Fundament mit Kabelschutzrohren und bereits installiertem Stromanschlusskasten; QS3 am finalen Standort in der Silbersteinstraße. (Quelle: Berliner Luftgütemessnetz)



Abbildung 19: Parallelmessung in der Silbersteinstraße (links MC143, rechts QS3) (Quelle: Dr. H. Kaupp)

Auswertung des Parallelbetriebes MC143/QS3

Die Messergebnisse des Parallelbetriebs im Jahr 2023 werden in den Abbildung 20, Abbildung 21 sowie in Tabelle 16 dargestellt und zusammengefasst.

Abbildung 21 zeigt als Streudiagramme Vergleiche für die Tagesmittelwerte der NO_2 -, PM_{10} - und $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen. Tabelle 16 stellt die wichtigsten Messgrößen der beiden Stationen gegenüber. Abbildung 21 stellt schließlich für die drei Schadstoffe und beide Standorte den Jahresverlauf der Tagesmittelwerte dar. Zur besseren Kenntlichmachung sind im Diagramm auch die Zeiträume markiert, in denen am jeweiligen Messstandort durch Ausfälle der Messgeräte keine gültigen Tagesmittelwerte gebildet werden konnten.

Wie das rechte Streudiagramm der

Abbildung 21 erkennen lässt, war die Immissionssituation für $\text{PM}_{2,5}$ an beiden Standorten sehr gut vergleichbar. Das Bestimmtheitsmaß R^2 lag bei rund 0,99. Tabelle 16 zeigt dementsprechend, dass das Jahresmittel jeweils bei $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag. Auch das untere Diagramm in Abbildung 21 veranschaulicht, dass die Tagesmittel im gesamten Jahresverlauf sehr ähnlich waren.

Die NO_2 -Belastung streut an den einzelnen Tagen etwas mehr als bei $\text{PM}_{2,5}$ aber weniger als bei PM_{10} . Dennoch ist die Differenz im Jahresmittel mit $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 10 % zwischen beiden Standorten bei NO_2 absolut am höchsten. Die Erklärung hierfür liefert der Vergleich der beiden Jahresverläufe. Hier lässt sich erkennen, dass die Tagesmittelwerte am MC143 nahezu im gesamten Jahresverlauf oberhalb von QS3 liegen. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da MC143 räumlich näher an der Kreuzung zur Karl-Marx-Straße liegt und somit stärker von den Emissionen der Anfahrvorgänge an der Ampel betroffen ist. Für den Vergleich der beiden Standorte bleibt festzuhalten, dass das Verhältnis der NO_2 -Konzentrationen stets sehr ähnlich war, auch wenn es absolute Konzentrationsunterschiede gab.

Die PM_{10} -Konzentration war im Jahresmittel am QS3 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 10 % höher als am MC143. Ursächlich hierfür waren insbesondere die Sommermonate Juni und Juli, in denen die Tagesmittelwerte an beiden Standorten die stärksten Differenzen aufwiesen. Dessen ungeachtet fielen die beiden Tage, an denen am QS3 eine Überschreitung des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt wurde, auf den Neujahrstag und den 1. März, während am MC143 im ganzen Jahr kein solcher Tag registriert wurde. So streuen die einzelnen Tagesmittelwerte bei PM_{10} im Vergleich zu den beiden anderen Messkomponenten am stärksten. Während der maximale PM_{10} -Tagesmittelwert am MC143 bei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag, waren es am QS3 $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Unterschiede sind bei NO_2 ($79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ / $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und bei $\text{PM}_{2,5}$ ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ / $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$) deutlich geringer. Beeinflusst wurden insbesondere die PM_{10} -Messergebnisse sicher auch durch eine erneute Baustelle in der Silbersteinstraße, die deutlich näher am QS3 lokalisiert waren. Bautätigkeiten emittieren typischerweise verstärkt gröbere Partikel, sodass sich die Unterschiede wesentlich stärker in den PM_{10} - als in den $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen erkennen lassen.

Im Ergebnis der vorangegangenen Betrachtungen wurde festgestellt, dass die Unterschiede in den Immissionssituationen an beiden Standorten signifikant sind. Unabhängig davon, dass während des Parallelbetriebs außer dem Straßenverkehr auch Baustellentätigkeiten zur Luftbelastung beigetragen haben, war daher für den neuen Standort keine Fortsetzung der Messreihen des MC143 zu rechtfertigen. Deswegen wird der neue Standort nunmehr mit neuen Messreihen als MC144 geführt und der EU seit dem 01.01.2024 als beurteilungsrelevant gemeldet. Die Messungen am Standort MC143 wurden zum Jahresende 2023 eingestellt.

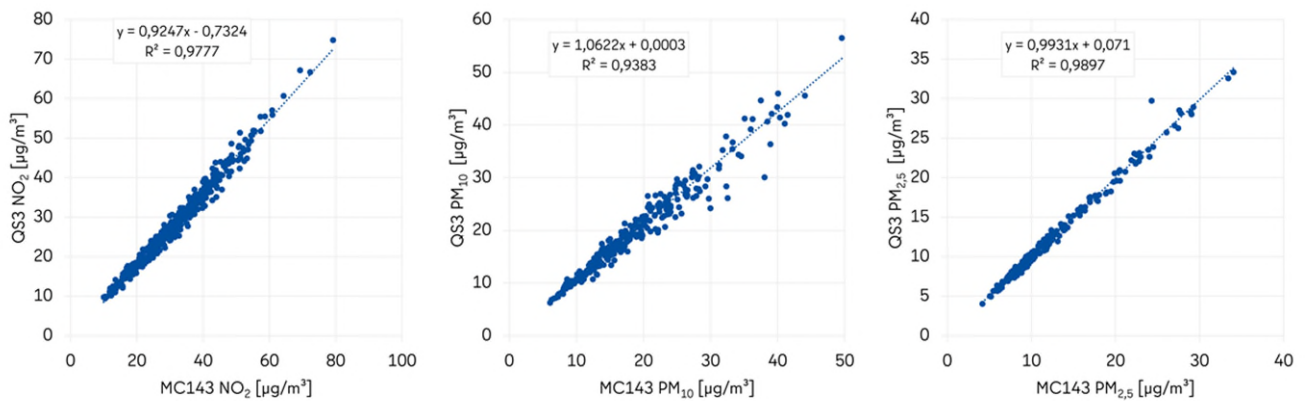


Abbildung 20: Streudiagramm der Tagesmittel der NO₂- (links) PM₁₀- (Mitte) und PM_{2,5}-Konzentration (rechts) im Jahr 2023 an den beiden Standorten MC143 und QS3

Tabelle 16: Vergleichsparameter der beiden Standorte MC143 und QS3

	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	
	MC143	QS3	MC143	QS3	MC143	QS3
Jahresmittelwert in µg/m ³	32	29	18	20	12	12
max. Tagesmittelwert in µg/m ³	79	75	50	69	35	33
min. Tagesmittelwert in µg/m ³	10	9	6	6	4	4
Überschreitungen des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von 50 µg/m ³	-	-	0	2	-	-
Anzahl ausgefallener Tagesmittelwert	0	0	47	28	47	28
max. Einstunden-Mittelwert in µg/m ³	123	113	271	493	171	258
min. Einstunden-Mittelwert in µg/m ³	2	2	4	4	2	2
Überschreitungen des Grenzwertes für den Stundenmittelwert von 200 µg/m ³	0	0	-	-	-	-
Anzahl ausgefallener Stundenmittelwert	21	19	1115	654	1115	654

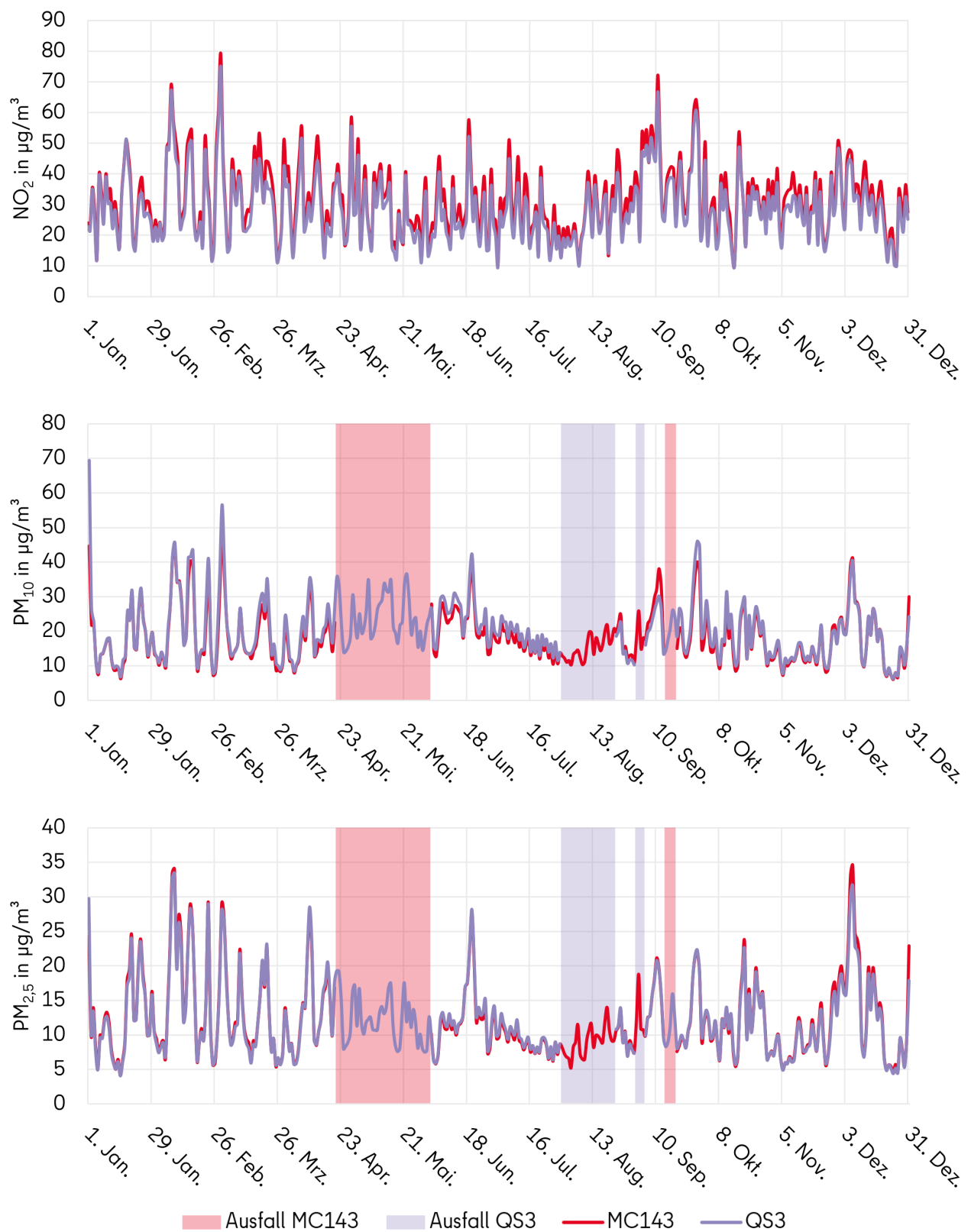


Abbildung 21: Tagesmittel der NO_2 - (oben) PM_{10} - (Mitte) und $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration (unten) im Jahr 2023 an den beiden Standorten MC143 und QS3.

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN UND ABKÜRZUNGEN

BlmSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BlmSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BLUME	Berliner Luftgütemessnetz
Chemolumineszenz	Verfahren zur Messung von Stickstoffoxiden, das auf der Lichtemission bei der Reaktion von Stickstoffmonoxid mit Ozon zu Stickstoffdioxid und Sauerstoff beruht
PM ₁₀ , PM _{2,5}	Massenkonzentration von Partikeln der Fraktion mit aerodynamischen Durchmessern kleiner oder gleich 10 bzw. 2,5 µm. (PM = particulate matter)
Stickstoffoxide	Stickstoffoxide (NO _x) sind die Summe der Volumenmischungsverhältnisse von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO ₂), ausgedrückt in der Einheit der Massenkonzentration von Stickstoffdioxid in Mikrogramm pro Kubikmeter. Stickstoffdioxid ist schädlich für die menschliche Gesundheit. Stickstoffoxide entstehen durch Oxidation des in der Luft enthaltenen Stickstoffs bei hohen Verbrennungstemperaturen entstehen. Sie werden insbesondere von Verbrennungsmotoren der Kfz (vor allem Dieselmotoren), aber auch durch Industrie und Kraftwerke emittiert. Sie werden mit Hilfe von Chemolumineszenz in den automatischen Messgeräten, aber auch mit Passivsammelern gemessen.
Streulichtmessung	Verfahren zur Bestimmung der Anzahl und Größe von Partikeln: Die beprobte Luft wird über ein Edelstahlrohr in eine Messkammer geleitet. Dort wird kontinuierlich jeweils ein sehr kleines Volumen (statistisch meist nur ein Partikel) mittels Laser ausgeleuchtet. Die dabei entstehende Lichtstreuung ist ein Maß für die Partikelanzahl und -größe. Die Größen werden klassifiziert. Aus der Anzahl der Partikel pro Größenklasse und dem Volumenstrom kann dann auf die Konzentration pro Fraktion im betrachteten Luftvolumen rückgeschlossen werden.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Standorte der Luftgütemesscontainer sowie der RUBIS- und Passivsammlermessstellen in Berlin	9
Abbildung 2:	Temperaturverlauf der Tages- und Monatsmittelwerte (oben) sowie die Abweichung der Monatsmittelwerte von der klimatologischen Referenzperiode (1991-2020, unten) im Jahr 2023 für die FU-/DWD-Station Berlin-Dahlem.....	13
Abbildung 3:	Monatliche Sonnenstundenanzahl im Jahr 2023 und im Monatsmittel von 1991 bis 2020 für die FU-/DWD-Station Berlin-Dahlem.....	14
Abbildung 4:	Monatlicher Gesamtniederschlag im Jahr 2023 und im Monatsmittel von 1991-2020 für die FU-/DWD-Station Berlin-Dahlem	15
Abbildung 5:	Windrichtungsverteilung für die warme Jahreszeit (April bis September), die kalte Jahreszeit (Januar, Februar, März, Oktober, November und Dezember) und das gesamte Jahr 2023 sowie für das gesamte Jahr nur unter Berücksichtigung von Schwachwindwetterlagen mit einer Windgeschwindigkeit (WG) geringer als 3 m/s. Zur Einordnung ist in grau die Windrichtungsverteilung für den Mittelungszeitraum zwischen 2002 und 2020 der FU-/DWD-Station Berlin-Dahlem dargestellt.	16
Abbildung 6:	NO ₂ -Jahresmittelwerte aufsteigend sortiert. An die EU zur Beurteilung der Luftgüte gemeldete Passivsammler sind durch * gekennzeichnet.....	20
Abbildung 7:	Entwicklung der NO ₂ -Belastung in Berlin basierend auf Jahresmittelwerten (JM) der automatischen Messstationen am Stadtrand, im innerstädtischen Hintergrund und an Verkehrsstandorten. Die Jahresmittelwerte der Passivsammler (PS), die zur Beurteilung der Luftgüte an die EU übermittelt wurden, sind gesondert dargestellt. Die auf Grundlage der jährlichen Differenzen gebildeten Linien stellen den mittleren Verlauf der Belastung in den drei Belastungsregimen und der verkehrsnahen Passivsammlerdaten dar.	22
Abbildung 8:	NO ₂ -Zeitreihen der Jahresmittelwerte (JM) der einzelnen Straßenstationen.....	23
Abbildung 9:	NO _x -Jahresmittelwerte aufsteigend sortiert. Wurde der kritische Wert für den Vegetationsschutz an einer Station überschritten, wird der Wert rechts neben dem Balken rot dargestellt.	25
Abbildung 10:	Entwicklung der PM ₁₀ -Belastung in Berlin auf Grundlage der Jahresmittelwerte der automatischen Messstationen am Stadtrand, im innerstädtischen Hintergrund und an Verkehrsstandorten. Die auf Grundlage der jährlichen Differenzen gebildeten Linien stellen den mittleren Verlauf der Belastung in den drei Belastungsregimen dar. Zusätzlich ist jeweils die maximale Anzahl an jährlichen Überschreitungen des PM ₁₀ -Tagesmittels von 50 µg/m ³ als Balken dargestellt.	27
Abbildung 11:	Entwicklung der PM _{2,5} -Belastung in Berlin auf Grundlage der Jahresmittelwerte (JM) der automatischen Messstationen am Stadtrand, im innerstädtischen Hintergrund und an Verkehrsstandorten. Die auf Grundlage der jährlichen Differenzen gebildeten Linien stellen den mittleren Verlauf der Belastung in den drei Belastungsregimen dar. Die Verläufe der gravimetrischen Messungen am MC174, MC042 und MC077 sind als gestrichelte Linie dargestellt.	31
Abbildung 12:	EC- und OC-Jahresmittelwerte 2023 aufsteigend nach ihrer Summe sortiert.....	34
Abbildung 13:	Jahreszyklus von O ₃ im Jahr 2023.	37
Abbildung 14:	Entwicklung der Ozonbelastung in Berlin auf Grundlage der Jahresmittelwerte der automatischen Messstationen am Stadtrand, im innerstädtischen Hintergrund und an	

	Verkehrsstandorten. Die auf Grundlage der jährlichen Differenzen gebildeten Linien stellen den mittleren Verlauf der Belastung im innerstädtischen Hintergrund und am Stadtrand dar.	39
Abbildung 15:	Dargestellt sind die maximale Anzahl der Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (N120_8h, ab dem Jahr 2000, vorher keine Daten), der Informationsschwelle (N180) und der Alarmschwelle (N240) eines Kalenderjahres als Balken. Zusätzlich zeigt die Abbildung den Verlauf der Anzahl von Tagen eines Kalenderjahres mit einem Temperaturmaximum von über 30 °C als Linie.....	40
Abbildung 16:	Entwicklung der SO ₂ -Belastung in Berlin zwischen 1976 und 2019. Dargestellt sind das dem Jahresbericht 2000 entnommene Gebietsmittel als blau gestrichelte Linie und die Jahresmittelwerte der einzelnen automatischen Stationen als graue Punkte. Auf Grundlage dieser Jahresmittelwerte wurden mit dem Differenzenmodell der mittlere Verlauf der SO ₂ -Belastung des gesamten Stadtgebietes und des innerstädtischen Gebietes (innerstädtischer Hintergrund und Verkehr) berechnet.	42
Abbildung 17:	vlnr.: MC143 am ursprünglichen Standort in der Silbersteinstr.; Anlieferung des neuen Messcontainers in der Brückenstraße; temporärer Standort des Messcontainers im Innenhof der Messnetzzentrale Brückenstr. (Quelle: Berliner Luftgütemessnetz).....	44
Abbildung 18:	vlnr.: Standortmarkierung des neuen Containers QS3; vorbereitetes Fundament mit Kabelschutzrohren und bereits installiertem Stromanschlusskasten; QS3 am finalen Standort in der Silbersteinstraße. (Quelle: Berliner Luftgütemessnetz).....	44
Abbildung 19:	Parallelmessung in der Silbersteinstraße (links MC143, rechts QS3) (Quelle: Dr. H. Kaupp).....	45
Abbildung 20:	Streudiagramm der Tagesmittel der NO ₂ - (links) PM ₁₀ - (Mitte) und PM _{2,5} -Konzentration (rechts) im Jahr 2023 an den beiden Standorten MC143 und QS3.....	46
Abbildung 21:	Tagesmittel der NO ₂ - (oben) PM ₁₀ - (Mitte) und PM _{2,5} -Konzentration (unten) im Jahr 2023 an den beiden Standorten MC143 und QS3.....	47

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Standorte der Luftgütemesscontainer und gemessene Komponente (12/2023).....	7
Tabelle 2:	RUBIS- und Passivsammlerstandorte (12/2023).....	8
Tabelle 3:	Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß 39. BImSchV	10
Tabelle 4:	Ziel- und Schwellenwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß 39. BImSchV	10
Tabelle 5:	Datenverfügbarkeit im Jahr 2023.....	11
Tabelle 6:	Kennwerte für Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid und Summe der Stickstoffoxide	17
Tabelle 7:	Kennwerte für PM ₁₀ und PM _{2,5}	26
Tabelle 8:	Mittelwert über alle AEI-Stationen in Deutschland (national) (Umweltbundesamt, Luftqualität 2023 - Vorläufige Auswertung, 2024) und Mittelwerte der Berliner AEI-Stationen (ab 2010)	30
Tabelle 9:	Kennwerte für Benzo[a]pyren (BaP) in PM ₁₀	32
Tabelle 10:	Kennwerte für die Schwermetalle Arsen, Cadmium, Nickel und Blei in PM ₁₀	32
Tabelle 11:	Kennwerte für EC und OC.....	33
Tabelle 12:	Kennwerte für Ozon.....	35
Tabelle 13:	Kennwerte für AOT	36
Tabelle 14:	Kennwerte für Kohlenstoffmonoxid	41
Tabelle 15:	Kennwerte für Benzol	41
Tabelle 16:	Vergleichsparameter der beiden Standorte MC143 und QS3	46

LITERATURVERZEICHNIS

- Deutscher Wetterdienst. (01. 02. 2024). *Klimatologischer Rückblick auf 2023: Das bisher wärmste Jahr in Deutschland*. Abgerufen am 22. Dezember 2025 von https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20240201_klimarueckblick-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- Eichhorn, J. (20. 11 2019). *Micrometeorology - Development and Application of the Model MISCAM*. Von <https://www.ipa.uni-mainz.de/mikrometeorologie/> abgerufen
- Janssen, N. A.-N. (2012). *Health effects of black carbon*. Regional Office for Europe: World Health Organisation. Von <https://apps.who.int/iris/handle/10665/352615> abgerufen
- Schmidtke, J., & Schmidt, K. (2018). *Ableitung sicherer Trendaussagen zur Entwicklung der Luftqualität in Deutschland - Abschlussbericht*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. (2001). *Luftgütemessdaten 2000*. Berliner Luftgütemessnetz. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt. (2013). *Luftreinhalteplan 2011 bis 2017 für Berlin*. Referat Immissionsschutz. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt. Von https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/umwelt/luft/luftreinhaltung/archiv/luftreinhalteplan_berlin_2011-2017.pdf abgerufen
- Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. (2019). *Luftreinhalteplan für Berlin 2. Fortschreibung*. Referat Immissionsschutz. Berlin: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. Von https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/umwelt/luft/luftreinhaltung/luftreinhalteplan-2-fortschreibung/luftreinhalteplan_berlin_2019.pdf?ts=1675072522 abgerufen
- TÜV-Rheinland. (2019). *TÜV-Begutachtung der Positionierung verkehrsnaher Probenahmestellen zur Messung der NO₂-Konzentrationen an ausgewählten Standorten*. Abgerufen am 11. 03 2026 von <https://www.bundesumweltministerium.de/download/tuev-begutachtung-der-positionierung-verkehrsnaher-probenahmestellen-zur-messung-der-no2-konzentrationen-an-ausgewaehlten-standorten>
- Umweltbundesamt. (2019). *Luftqualität 2018*. Fachgebiet II 4.2. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Abgerufen am 18. März 2026 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/luftqualitaet-2018>
- Umweltbundesamt. (2024). *Luftqualität 2023 - Vorläufige Auswertung*. Fachgebiet II 4.2. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Abgerufen am 11. Februar 2026 von https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/3521/publikationen/uba_hgp_luftqualitaet_dt.pdf
- Umweltbundesamt. (2024). *Ozon-Belastung*. Abgerufen am 20. Mai 2026 von <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/ozon-belastung#uberschreitung-von-schwellenwerten>
- World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Regional Office for Europe: World Health Organization. Von <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329> abgerufen

Senatsverwaltung
für Mobilität, Verkehr,
Klimaschutz und Umwelt

BERLIN



Öffentlichkeitsarbeit
Am Kölnischen Park 3
10179 Berlin

www.berlin.de/sen/mvku
x.com/senmvkuberlin
instagram.com/senmvkuberlin
youtube.com/@senmvkuberlin
linkedin.com/company/senmvku

Berlin, 07/2026