

# Luftgütemessdaten 2017



## Impressum

Herausgeber

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz

Brückenstraße 6

10179 Berlin

Tel.: 030-9025-0

Bearbeiter: Dr. Albrecht v. Stülpnagel, Dr. Heike Kaupp, Rainer Nothard,  
Paul Herenz, Jörg Preuß, Michaela Preuß, Sebastian Clemen,  
Dr. Katja Grunow

Unter Mitarbeit von: Klaus-Dieter Gäde, Helmut Herzog, Sylvia Krüger, Martin Schacht,  
Beate Stock, Philipp Tödter, Sebastian Trutz, Monika Weiß

Berlin, Juli 2018

Bezug des Berichts bei:

Dr. Albrecht v. Stülpnagel oder Paul Herenz

Tel.: 030-9025-2319 / Tel.: 030-9025-2335 / Fax: 030-9025-2952

E-Mail: [albrecht.stuelpnagel@senuvk.berlin.de](mailto:albrecht.stuelpnagel@senuvk.berlin.de)

E-Mail: [paul.herenz@senuvk.berlin.de](mailto:paul.herenz@senuvk.berlin.de)

oder

über die Veröffentlichung des Berichts und der Messdaten im Internet unter:

<https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/messnetz/monat.shtml>

Titelbild: Alle Messstationen von oben links bis unten rechts: MC 085, 027, 010, 077, 018, 042,  
115, 117, 282, 174, 145, 032, 171, 143, 124, 220; (Quelle: Berliner Luftgüte-Messnetz)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>2</b>
<b>BEGRIFFSBESTIMMUNGEN</b> .....	<b>4</b>
<b>DAS BERLINER LUFTGÜTE-MESSNETZ</b> .....	<b>6</b>
<b>Warum wir messen, wo wir messen</b> .....	<b>6</b>
Abb. 1: Schematische Darstellung der Windwalze in einer Straßenschlucht bei Queranströmung aus südwestlicher oder nordöstlicher Richtung (nach Weber, Kuttler und Weber, 2006) .....	8
Tab. 1: Standorte des Berliner Luftgüte-Messnetzes 2017 .....	9
Tab. 2: Immissionswerte für Luftverunreinigungen nach der 39. BImSchV .....	10
Tab. 3: Verfügbarkeit der Einstundenmittelwerte im Jahr 2017 (in %) .....	11
<b>KLIMAÜBERSICHT FÜR DAS JAHR 2017</b> .....	<b>12</b>
Abb. 2: Abweichungen der Monatsmitteltemperaturen im Jahr 2017 in Berlin-Dahlem vom 30-jährigen Mittel (1961-1990) <sup>1)</sup> .....	12
Abb. 3: Prozentuale Abweichung der Sonnenscheindauer und des Niederschlags in Berlin-Dahlem in den Monaten des Jahres 2017 vom 30-jährigen Mittel (1961-1990) .....	13
Abb. 4: Windrichtungsverteilung in Berlin-Dahlem im Jahr 2017 (alle Windgeschwindigkeiten) .....	14
Abb. 5: Windrichtungsverteilung im Jahr 2017 in Berlin-Dahlem bei Windgeschwindigkeiten < 3 m/s .....	14
<b>DIE LUFTQUALITÄT IN BERLIN IM JAHR 2017</b> .....	<b>15</b>
<b>Einordnung im Hinblick auf Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit</b> .....	<b>15</b>
Tab. 4: Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) .....	15
Tab. 5: Kohlenmonoxid (CO).....	15
Tab. 6: Benzol .....	15
Tab. 7: Ozon.....	16
Tab. 8: Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) .....	18
Abb. 6: NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte aus Passivsammler-Messungen an Straßenstationen in den Jahren 2004 – 2017 .....	19
Tab. 9: PM <sub>10</sub> .....	20
Abb. 7: Beitrag der Holzverbrennung zu PM <sub>10</sub> -Konzentrationen an Tagen mit Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m <sup>3</sup> an der Messstation Frankfurter Allee 86 b (MC174) .....	22
Tab. 10: Benzo(a)pyren.....	22
Tab. 11: Schwermetalle im PM <sub>10</sub> .....	23
Tab. 12: PM <sub>2,5</sub> .....	24
Tab. 13: EC und OC.....	26
<b>Messungen im Hinblick auf Grenzwerte zum Schutz von Ökosystemen und Vegetation</b> .....	<b>27</b>
Tab. 14: Summe der Stickoxide .....	28
<b>Langzeittrends</b> .....	<b>29</b>
Abb. 8: Verlauf der PM <sub>10</sub> -Jahresmittelwerte seit 1998 an den automatischen Stationen .....	29
Abb. 9: Verlauf der PM <sub>10</sub> -Jahresmittel (JM) und der Anzahl der Überschreitungen (U50) des PM <sub>10</sub> -Tagesmittels von 50 µg/m <sup>3</sup> an der Station Frankfurter Allee .....	29
Abb. 10: Verlauf der NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte seit 1987 an den automatischen Stationen .....	31
Abb. 11: Verlauf der EC-Jahresmittelwerte in unterschiedlichen Belastungsregimen (bis 2012: thermografische Werte umgerechnet auf thermisch-optische Werte, ab 2013: thermisch-optische Werte) .....	32
Abb. 12: Verlauf der Benzol-Jahresmittelwerte seit 1996 an den automatischen Stationen .....	33
Abb. 13: Verlauf der Ozon-Jahresmittel von 1987–2017 .....	34
<b>Auswertung im Hinblick auf Über- oder Unterschreitung der Beurteilungsschwellen</b> .....	<b>35</b>
Tab. 15: Einordnung der Kennwerte von Luftschadstoffen für die Jahre 2006 bis 2017 im Hinblick auf die Beurteilungsschwellen .....	35
<b>AUSBLICK</b> .....	<b>37</b>
<b>QUELLENANGABEN</b> .....	<b>38</b>

## Begriffsbestimmungen

PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>	Massenkonzentration von Partikeln der Fraktion mit aerodynamischen Durchmessern kleiner oder gleich 10 bzw. 2,5 µm. (PM = particulate matter)
Stickoxide	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) sind die Summe der Volumenmischungsverhältnisse von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ), 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. Sie werden insbesondere von Verbrennungsmotoren der Kfz (vor allem Dieselmotoren), aber auch durch Industrie und Kraftwerke emittiert. Sie werden mit Hilfe von Chemilumineszenz in den automatischen Messgeräten, aber auch mit Passivsammlern gemessen.
EC und OC	elementarer Kohlenstoff (elemental carbon) bzw. organischer Kohlenstoff (organic carbon)
AOT40	„Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 ppb“; die Summe der Differenz zwischen Ozon-Konzentrationen über 80 µg/m <sup>3</sup> (=40 ppb) als 1-Stunden-Mittelwert und 80 µg/m <sup>3</sup> während einer gegebenen Zeitspanne unter ausschließlicher Verwendung der 1-Stunden-Mittelwerte zwischen 8 und 20 Uhr (MEZ) an jedem Tag (ausgedrückt in (µg/m <sup>3</sup> )*Stunden)
AEI	„Average Exposure Indicator“; gleitender Jahresmittelwert über 3 Jahre, gemittelt über ausgewählte PM <sub>2,5</sub> -Messstationen im städtischen Hintergrund, für einen EU-Mitgliedstaat
Chemolumineszenz	Verfahren zur Messung von Stickoxiden, das auf der Lichtemission bei der Reaktion von Stickstoffmonoxid mit Ozon zu Stickstoffdioxid und Sauerstoff beruht
UV-Fluoreszenz	Verfahren zur Messung von Schwefeldioxid, das auf der Abstrahlung von Ultraviolettstrahlung durch Schwefeldioxid-Moleküle bei Einwirkung von Ultraviolettlicht beruht
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.
Thermisch-optisches Messverfahren	Messverfahren zur Bestimmung von EC (elementarem Kohlenstoff) Ruß, wobei die Trennung der Kohlenstoffkomponenten durch thermische Behandlung und simultane optische Messung der auf Quarzfaserfiltern abgeschiedenen Aliquoten von Partikelproben erfolgt. Das Analyseprofil der thermischen Behandlung ist genau definiert. Die optische Messung erfolgt auf Grundlage der Reflexion oder Transmission.
Gaschromatographie	Verteilungschromatographie, die als Analysenmethode zum Auftrennen von Gemischen in einzelne chemische Verbindungen weite Verwendung findet. Im vorliegenden Fall wird die Gaschromatographie zur Bestimmung von Benzol, Toluol und Xylol benutzt.

- oBs „obere Beurteilungsschwelle“: ein Wert für einen Luftschadstoff, unterhalb dessen eine Kombination von ortsfesten Messungen und Modellrechnungen oder orientierende Messungen angewandt werden können, um die Luftqualität zu beurteilen. Die oBs beträgt je nach Komponente 60-80 % des Grenzwertes.
- uBs „untere Beurteilungsschwelle“: ein Wert für einen Luftschadstoff, unterhalb dessen keine Messverpflichtung mehr besteht, sondern die Beurteilung der Luftqualität mit Modellrechnungen oder Schätzverfahren durchgeführt werden darf. Die uBs beträgt je nach Komponente 40-60 % des Grenzwertes.

## Das Berliner Luftgüte-Messnetz

Die Bundesländer sind nach § 44 (1) des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) und der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) verpflichtet, die Luftverunreinigung kontinuierlich zu überwachen. Berlin kommt dieser Verpflichtung mit dem Berliner Luftgüte-Messnetz (BLUME) nach. Dieses bestand im Jahr 2017 aus 16 automatisch registrierenden Messstationen für Luftschadstoffe. Davon waren zur Beschreibung der allgemeinen Immissionsituation fünf Messstationen im innerstädtischen Hintergrund (Wohn- und Gewerbegebiete), fünf im Stadtrand- und Waldbereich und sechs an Verkehrsschwerpunkten eingerichtet. An allen Stationen wurden Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (mit dem Chemolumineszenzverfahren), an elf Stationen die PM10-Fraktion durch Messung der Streuung von Licht an den Partikeln, an sieben Stationen Ozon (durch Absorption von UV-Strahlung), an zwei Stationen Kohlenmonoxid (durch Absorption von Infrarotstrahlung), an drei Stationen Benzol (durch Gaschromatographie) und an zwei Stationen Schwefeldioxid (durch UV-Fluoreszenz) gemessen. An zwei bzw. vier Messstellen wurden in der PM10-Fraktion zusätzlich Schwermetalle und Benzo(a)pyren bestimmt. Die Analysatoren für gasförmige Schadstoffe wurden einer täglichen automatischen Funktionsüberprüfung, alle Geräte einer monatlichen Kalibrierung unterzogen. An drei Stationen im innerstädtischen Hintergrund zur Bestimmung des AEI und zusätzlich an einer Station in einer Hauptverkehrsstraße wurden die Konzentrationen der Partikel PM<sub>2,5</sub> gravimetrisch gemessen.

Ende Juli wurde die Messstation MC077 (Buch) etwa 300 m nach Westen verlegt. Seit 27.07.17 wird am neuen Standort in der Hobrechtsfelder Chaussee 112, 13125 Berlin, gemessen.

Da der Straßenverkehr für die meisten Schadstoffe einen erheblichen Teil zur Immissionsbelastung beiträgt, wird das automatische Messnetz vor allem in Bereichen mit hohem Verkehrsaufkommen, in denen aus Platzgründen kein Messcontainer betrieben werden kann, seit Mitte der 1990er Jahre durch kleine, an Straßenlaternen befestigte Probenahmegeräte (Ruß- und Benzol-Immissionssammler = RUBIS) sowie Passivsammler ergänzt. Auf diese Weise wurde im Jahr 2017 zusätzlich an 23 Punkten im Berliner Stadtgebiet die Belastung mit EC und OC und mit Stickstoffoxiden in zweiwöchiger Auflösung abgeschätzt.

### Warum wir messen, wo wir messen

Die Luftgütemessnetze platzieren ihre Messstellen sorgfältig, damit die Messwerte aussagekräftig und vergleichbar sind. Unsere Messwerte sind schließlich die Grundlage für die Bewertung der Luftbelastung und für die Beurteilung, ob Grenzwerte eingehalten oder überschritten werden. Damit wir die Luftqualität in unserer Stadt beurteilen können, ist die Vergleichbarkeit der Messungen nicht nur zwischen den Messstellen des Berliner Luftgütemessnetzes erforderlich, sondern sie muss auch mit den deutschen Bundesländern, den anderen Mitgliedsstaaten der EU und dem außereuropäischen Ausland gewährleistet werden.

Für die Vergleichbarkeit der Messungen ist die Platzierung der Messstellen genauso wichtig wie unsere qualitativ hochwertige und moderne Messtechnik. Deshalb hat der Gesetzgeber sowohl Anforderungen an die Messtechnik als auch Kriterien für die Standortauswahl festgelegt.

Um die Luftqualität im Hinblick auf die menschliche Gesundheit beurteilen zu können, benötigen wir sowohl Daten für Bereiche mit den höchsten Werten, denen die Bevölkerung direkt oder indirekt über einen der im Vergleich zum jeweiligen Grenzwert relevanten Zeitraum ausgesetzt ist, als auch Daten für Bereiche mit Werten, die für die Exposition der Bevölkerung allgemein repräsentativ sind.

Für viele Luftschadstoffe, allen voran Partikel PM<sub>10</sub> und Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>, ist die Belastung an Hauptverkehrsstraßen am höchsten. Für Ozon, das aus so genannten Vorläufersubstanzen gebildet wird, finden wir dagegen die höchsten Konzentrationen an unseren Stationen am Stadtrand. Für alle Substanzen messen wir die für die Belastung der Bevölkerung allgemein relevanten Werte dort, wo die Menschen wohnen: in den Wohngebieten der Innenstadt. Um diese „Belastungsregime“ abzudecken, erfüllt jede Messstelle unseres großstädtischen Berliner Messnetzes die Charakteristik einer der drei Kategorien „Verkehr“, „städtischer Hintergrund“, „Stadtrand“.

Für die Auswahl des Standortes ist sehr wichtig, dass unsere Messstellen nicht nur eine Aussage über die Belastung in ihrer unmittelbaren Umgebung ermöglichen sollen, sondern für ein größeres Gebiet und darüber hinaus nach Möglichkeit auch für andere, nicht in der Nähe gelegene Bereiche mit ähnlicher Charakteristik repräsentativ sind. Nur so können wir mit unseren 16 Messcontainern, deren Daten durch weitere Messungen und durch Modellierungen ergänzt werden, die Luftqualität im gesamten Gebiet unserer Stadt beurteilen.

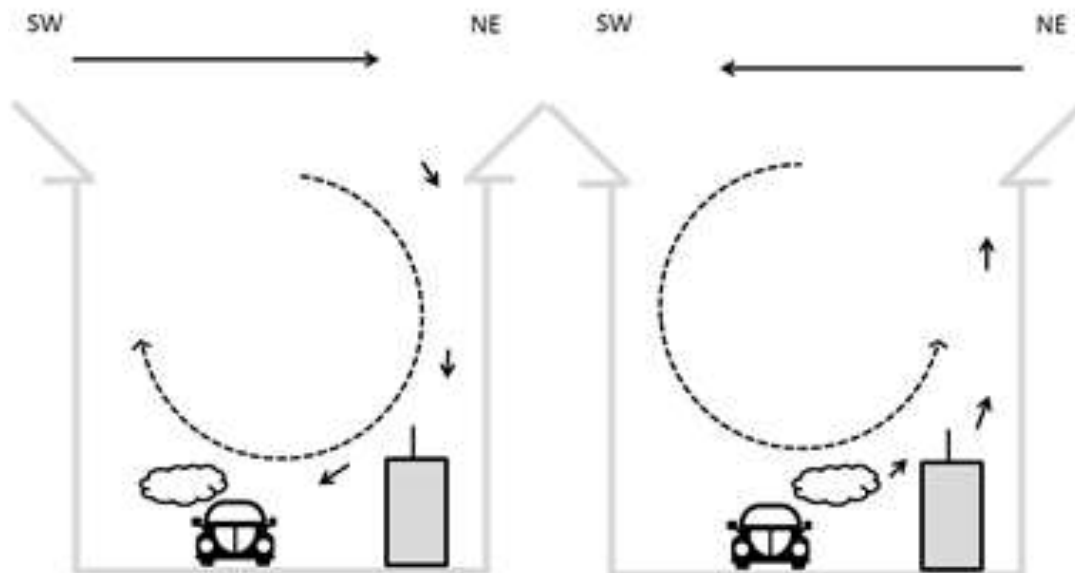
Für die konkrete Platzierung unserer Messstellen und der Probenahmen für unsere Messungen berücksichtigen wir eine ganze Reihe von Kriterien, damit die Messungen die gesetzlichen Anforderungen erfüllen und damit aussagekräftig in Bezug auf die Grenzwerte für die menschliche Gesundheit sind.

Für eine ungestörte und unverfälschte Probenahme befinden sich die Messeinlässe in 3,5 bis 4 Meter Höhe über Grund und sind in einem gewissen Abstand von Gebäuden und anderen Hindernissen (z.B. Balkone, Bäume) platziert. Weiterhin wird darauf geachtet, dass sich in nächster Nähe keine Emissionsquellen befinden.

Für Verkehrsmessstellen müssen wir vor allem darauf achten, dass sich dort, wo wir die Luft beproben, die Emission aus den Fahrzeugen schon ausreichend mit der Umgebungsluft vermischt hat. Um dies zu erreichen, achten wir darauf, dass der Abstand zwischen der Mitte der nächstgelegenen Fahrspur und der Probenahme mindestens vier Meter beträgt. Der Gesetzgeber hat auch festgelegt, dass der Abstand zum Rand verkehrsreicher Kreuzungen mindestens 25 Meter betragen muss. Damit eine Messstelle wirklich den Verkehr abbildet, darf sie aber höchstens 10 Meter vom Fahrbahnrand entfernt liegen. Messstellen für den Verkehr müssen für einen Straßenabschnitt von mindestens 100 Meter Länge repräsentativ sein.

Für Messstellen für Ozon ist sehr wichtig, dass ein ausreichender Abstand zu Emissionsquellen gewährleistet ist, und sie müssen für größere Gebiete von mindestens einigen Quadratkilometern repräsentativ sein.

Die Auswahl eines Standorts für Messungen bzw. Probenahmen ist das Ergebnis eines sorgfältigen Auswahlprozesses, innerhalb dessen unter anderem auch mit orientierenden Messungen und Modellrechnungen die notwendige Entscheidungsgrundlage erarbeitet wird. Für die Erfassung der höchsten Konzentrationen spielt der Standort der Messstelle besonders bei austauscharmen Wetterlagen eine entscheidende Rolle, wie in Abb. 1 zu sehen ist. In dieser ist schematisch die Windwalze in einer Straßenschlucht bei unterschiedlicher Queranströmung dargestellt. Während im linken Beispiel bei Anströmung aus Südwesten an der gegenüberliegenden (nordöstlichen) Straßenseite eine absteigende Windrichtung und in Bodennähe eine Windströmung von der Messstation zur Fahrbahn hervorgerufen wird, ist im rechten Beispiel bei Queranströmung aus Nordosten in Bodennähe die Strömung von der Fahrbahn zur Messstation hin gerichtet. Im rechten Beispiel werden dann an der Messstation vergleichsweise hohe, im linken Beispiel eher niedrige Schadstoffwerte beobachtet.



**Abb. 1: Schematische Darstellung der Windwalze in einer Straßenschlucht bei Queranströmung aus südwestlicher oder nordöstlicher Richtung (nach Weber, Kuttler und Weber, 2006)**

Die Standorte aller Stationen des Berliner Luftgüte-Messnetzes sind Tabelle 1 zu entnehmen. Die Beurteilung der gemessenen Immissionsbelastung erfolgt durch Vergleich mit den geltenden Grenz- und Zielwerten (vgl. Tabelle 2).

Eine Übersicht über die Verfügbarkeit der Daten des automatischen Messnetzes bezogen auf Einstundenwerte gibt Tabelle 3.



**Tab. 1: Standorte des Berliner Luftgüte-Messnetzes 2017**

Nr.	Standort	Nr.	Standort
<b>Innerstädtischer Hintergrund</b>		<b>Straßenverkehr</b>	
010	Wedding, Amrumer/Limburger Str.		
018	Schöneberg, Belziger Str. 52	576	Spandau, Klosterstr. 12
042/517	Neukölln, Nansenstr. 10	579	Wittenau, Eichborndamm 23-25
171	Mitte, Brückenstr. 6	581	Friedrichshain, Markgrafendamm 33
282	Karlshorst, Rheingoldstr., geg. 36/37, (Johanna-und-Willy-Brauer-Platz)	582	Mitte, Invalidenstraße 30
		124	Mariendorf, Mariendorfer Damm 148
<b>Straßenverkehr</b>			
115	Charlottenburg, Hardenbergplatz		
117/521	Steglitz, Schildhornstr. 76		
143/522	Neukölln, Silbersteinstr. 1		
174/519	Friedrichshain, Frankfurter Allee 86 b	<b>Stadttrand</b>	
220/523	Neukölln, Karl-Marx-Str. 76	027	Marienfelde, Schichauweg 60, WaBoLu
501	Weissensee, Berliner Allee 118	032	Grunewald, Jagen 91
504	Tiergarten, Beusselstr. 66	077/535	Buch, Wiltbergstr. 50, ehemaliges Klinikum, ab 27.07.17: Buch, Hobrechtsfelder Chaussee 112
505	Tiergarten, Potsdamer Str. 102		
507	Schöneweide, Michael-Brückner-Str. 5	085	Friedrichshagen, Müggelseedamm 307-310
514	Friedrichsfelde, Alt Friedrichsfelde 7 a		
525	Mitte, Leipziger Str. 32	145	Frohnau, Jägerstieg 1
528	Charlottenburg, Kantstr. 117		
530	Schöneberg, Hauptstr. 54	<b>Meteorologie</b>	
531	Westend, Spandauer Damm 103	032	Grunewald, Jagen 91, 3 und 27 m Höhe
533	Neukölln, Hermannstr. 120		
537	Tiergarten, Alt-Moabit 63		
539	Steglitz, Schloßstr. 29		
542	Tempelhof, Tempelhofer Damm 148	An allen Messstellen mit Nummern größer als 500 werden Zweiwochenproben gesammelt und im Labor die Werte für NO <sub>2</sub> (Probenahme: Passivsammler) und Ruß (Probenahme: Aktivsammler) ermittelt. Die anderen (automatischen) Messstellen messen kontinuierlich in 5-minütiger Auflösung im Wesentlichen Stickstoffoxide und PM <sub>10</sub> , teilweise auch Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Ozon und Benzol.	
545	Neukölln, Sonnenallee 68		
547	Friedrichshain, Landsberger Allee 6-8		
555	Kreuzberg, Hermannplatz, Laterne 21		
559	Britz, Buschkrugallee 8		
562	Mitte, Friedrichstr. 172		
573	Wedding, Badstr. 67		

**Tab. 2: Immissionswerte für Luftverunreinigungen nach der 39. BImSchV**

Komponente	Mittel über	Grenzwert (GW), (für Benzo(a)pyren, Schwermetalle und Ozon: Zielwert)	zulässige Anzahl von Überschreitungen pro Jahr	Grenz- oder Zielwert einzuhalten
Schwefeldioxid	1 h	350 µg/m <sup>3</sup>	24	seit 1.1.2005
	24 h	125 µg/m <sup>3</sup>	3	seit 1.1.2005
Schwefeldioxid	Mittel über Okt.-März (zum Schutz von Ökosystemen)	20 µg/m <sup>3</sup> (kritischer Wert)	3 ---	seit 1.1.2005
Stickstoffdioxid	1 h	200 µg/m <sup>3</sup>	18	seit 1.1.2010
	1 Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup>	---	seit 1.1.2010
Summe der Stickoxide	1 Kalenderjahr  (zum Schutz von Ökosystemen)	30 µg/m <sup>3</sup> (kritischer Wert)	---	seit 1.1.2010
Partikel-PM10	24 h	50 µg/m <sup>3</sup>	35	seit 1.1.2005
	1 Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup>	--	seit 1.1.2005
Partikel-PM2,5	GW Stufe 1, 1 Kalenderjahr	25 µg/m <sup>3</sup>	---	seit 1.1.2015
	GW Stufe 2, 1 Kalenderjahr	20 µg/m <sup>3</sup>	---	ab 1.1.2020
Blei	1 Kalenderjahr	0,5 µg/m <sup>3</sup>	---	seit 1.1.2005
Benzol	1 Kalenderjahr	5 µg/m <sup>3</sup>	---	seit 1.1.2010
Ozon	8 Stunden	<sup>1)</sup> 120 µg/m <sup>3</sup> höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	25 (gemittelt über 3 Jahre)	seit 1.1.2010
	1-Stunden-Mittelwert	180 µg/m <sup>3</sup> Informationsschwelle	---	
	1-Stunden-Mittelwert	240 µg/m <sup>3</sup> Alarmschwelle	---	
Ozon	AOT40, Summe über Mai – Juli	<sup>1)</sup> 18000 µg/m <sup>3</sup> h, gemittelt über 5 Jahre	---	seit 1.1.2010
Kohlenmonoxid	8 Stunden	10 mg/m <sup>3</sup> höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	---	seit 1.1.2005
Arsen (im PM10)	1 Kalenderjahr	<sup>1)</sup> 6 ng/m <sup>3</sup>	---	seit 31.12.2012
Kadmium (im PM10)	1 Kalenderjahr	<sup>1)</sup> 5 ng/m <sup>3</sup>	---	seit 31.12.2012
Nickel (im PM10)	1 Kalenderjahr	<sup>1)</sup> 20 ng/m <sup>3</sup>	---	seit 31.12.2012
Benzo(a)pyren (im PM10)	1 Kalenderjahr	<sup>1)</sup> 1 ng/m <sup>3</sup>	---	seit 31.12.2012

<sup>1)</sup>: Zielwerte

Anmerkung: Für Quecksilber ist kein Zielwert festgelegt; hier sind nur orientierende Messungen im Hintergrund vorgeschrieben, die vom Umweltbundesamt durchgeführt werden.

**Tab. 3: Verfügbarkeit der Einstundenmittelwerte im Jahr 2017 (in %)**

Station	PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	Ozon	Benzol
MC027	---	100	---	---	100	---
MC032	100	99	---	---	99	---
MC077	97	96	---	---	97	---
MC085	99	99	---	---	99	---
MC145	---	98	---	---	99	---
MC010	99	98	---	---	99	---
MC018	---	100	---	---	---	---
MC042	99	99	---	---	100	98
MC171	99	100	---	---	---	---
MC282	---	100	100	---	---	---
MC115	---	100	---	---	---	---
MC117	98	99	---	99	---	96
MC143	100	100	---	---	---	---
MC174	99	99	100	100	---	97
MC220	100	100	---	---	---	---
MC124	99	100	---	---	---	---

--- Komponente wurde nicht gemessen

Nach der 39. BImSchV, Anlage 1 A, ist eine Mindestdatenverfügbarkeit für PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> und Benzol von 90 %, bezogen auf das gesamte Jahr, und für Ozon in den Sommermonaten von 90 % und in den Wintermonaten von 75 % vorgegeben.

## Klimaübersicht für das Jahr 2017

Das Jahr 2017 war in Berlin ein insgesamt feuchtes Jahr mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen und einer durchschnittlichen Sonnenscheindauer.

Die Temperaturverhältnisse des Jahres 2017 im Vergleich zum 30-jährigen Mittel 1961-90 zeigt Abbildung 2. Dabei lagen die Temperaturen fast aller Monate über dem langjährigen Mittel, im März sogar um 3,3 °C. Im September entsprachen sie genau dem langjährigen Mittel. Nur im Januar und April betrug die Temperaturen weniger als im langjährigen Durchschnitt.

Die Sonnenscheindauer und die Niederschlagsmenge im Jahr 2017 sind in Abbildung 3 dargestellt. Die Sonnenscheindauer lag überwiegend im langjährigen Durchschnitt. Die Niederschlagsverteilung war im Jahr 2017 sehr ungleichmäßig. Bei der Niederschlagsmenge sind der Juni, Juli und Oktober, die jeweils 256 %, 369 % und 274 % ihres langjährigen Monatsmittelwerts aufweisen, besonders hervorzuheben. Im Mai hingegen fielen nur 33 % der über die Mai-Monate gemittelten langjährigen Niederschlagsmenge.

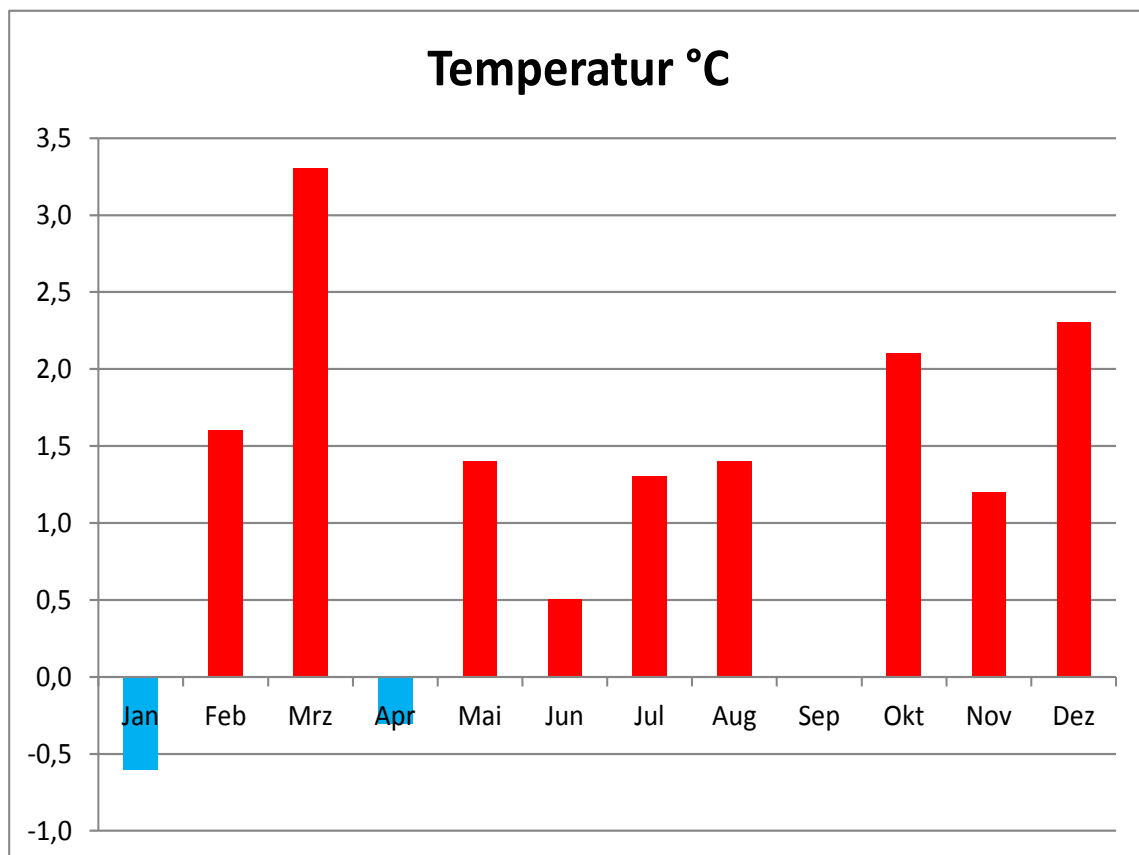
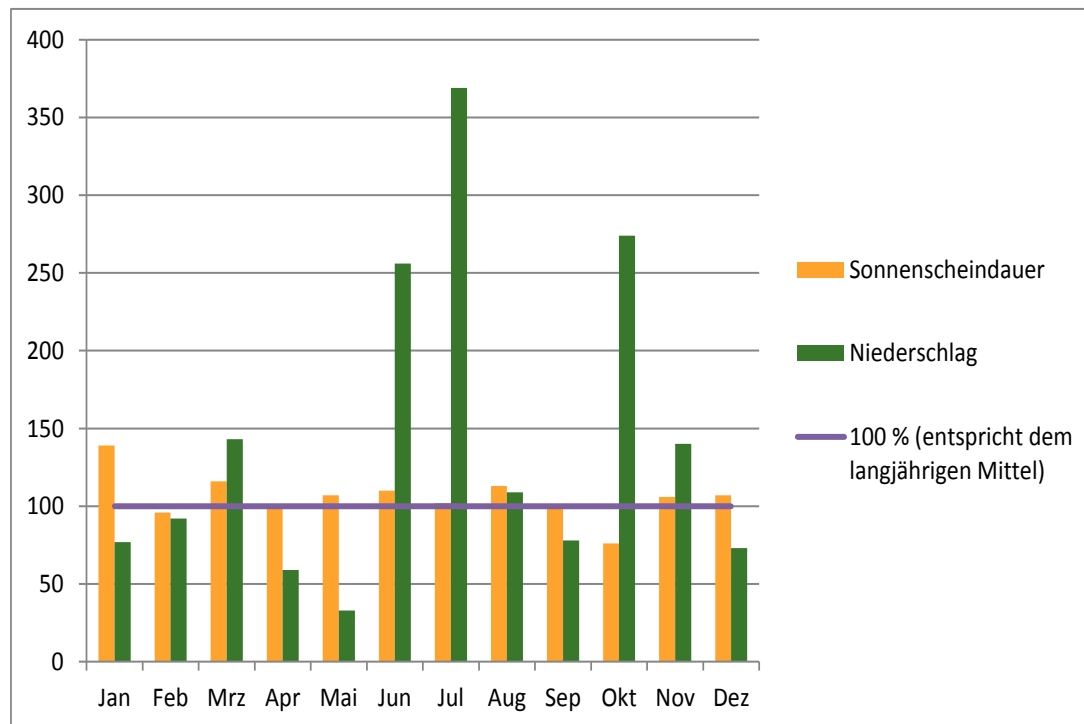


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmitteltemperaturen im Jahr 2017 in Berlin-Dahlem vom 30-jährigen Mittel (1961-1990) <sup>1)</sup>



**Abb. 3: Prozentuale Abweichung der Sonnenscheindauer und des Niederschlags in Berlin-Dahlem in den Monaten des Jahres 2017 vom 30-jährigen Mittel (1961-1990)<sup>1</sup>**

Die Windrichtungsverteilung bei allen und bei geringen Windgeschwindigkeiten ist jeweils den Abbildungen 4 und 5 zu entnehmen. Auffällig ist, dass sowohl bei allen Windgeschwindigkeiten als auch bei Schwachwind-Situationen sehr häufig westliche bis nordwestliche Winde vorkommen. Insgesamt lagen in Dahlem im Jahr 2017 33 % der Zehnminutenwerte der Windgeschwindigkeiten unter 3 m/s, im Jahr 2016 39 % der Zehnminutenwerte.

Der Vergleich der Schwachwind-Wetterlagen der Winter- und Herbstmonate, also Januar bis März und Oktober bis Dezember, der Jahre 2016 und 2017 zeigt, dass 2017 etwa 22 % mehr solcher austauscharmer Situationen als 2016 auftraten. Der Anteil der Schwachwind-Wetterlagen mit südlichen bis südöstlichen Winden in den Wintermonaten 2017 liegt bei nur 27 % und damit niedriger als 2016 (hier rund 31 %). Der Anteil dieser windschwachen Wetterlagen mit südwestlichen bis nordwestlichen Winden in den Wintermonaten liegt im Jahr 2017 bei 59 % und damit deutlich höher als 2016 (47 %).

<sup>1</sup> Klimatologische Daten von der Station Berlin-Dahlem, entnommen aus den Beiträgen des Instituts für Meteorologie der FU Berlin zur Berliner Wetterkarte, KBD J/17. Berliner Wetterkarte e.V. (Hrsg.). Berlin.2017

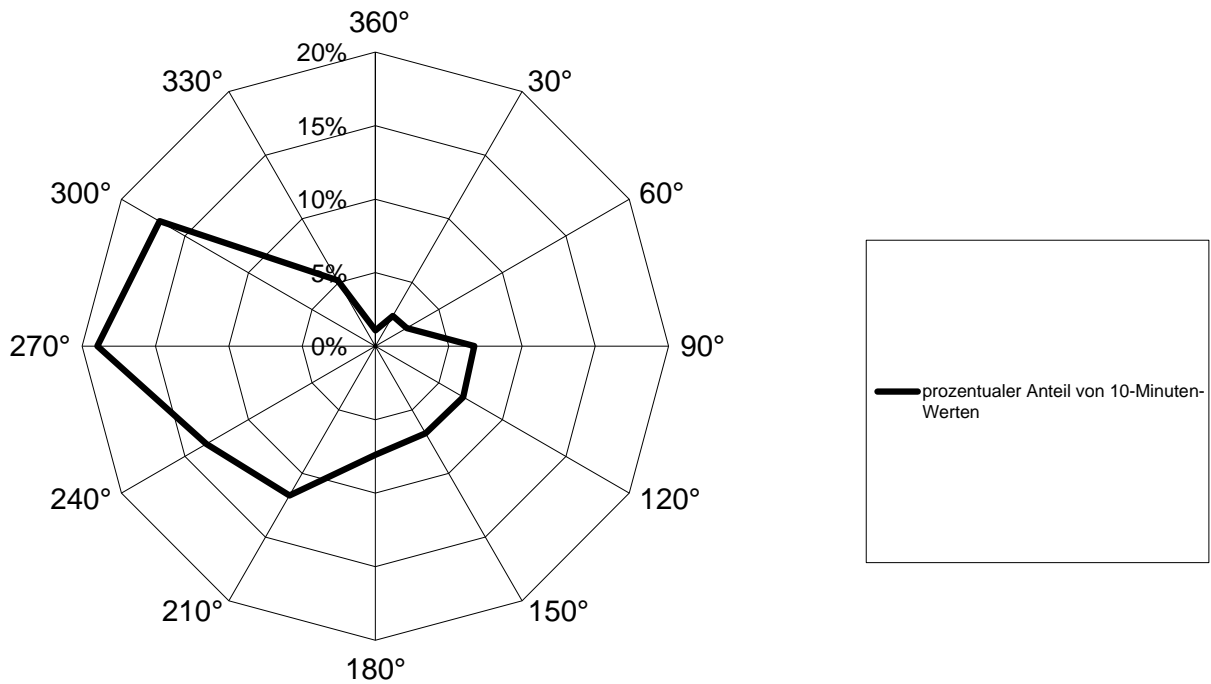


Abb. 4: Windrichtungsverteilung in Berlin-Dahlem im Jahr 2017 (alle Windgeschwindigkeiten)<sup>2</sup>

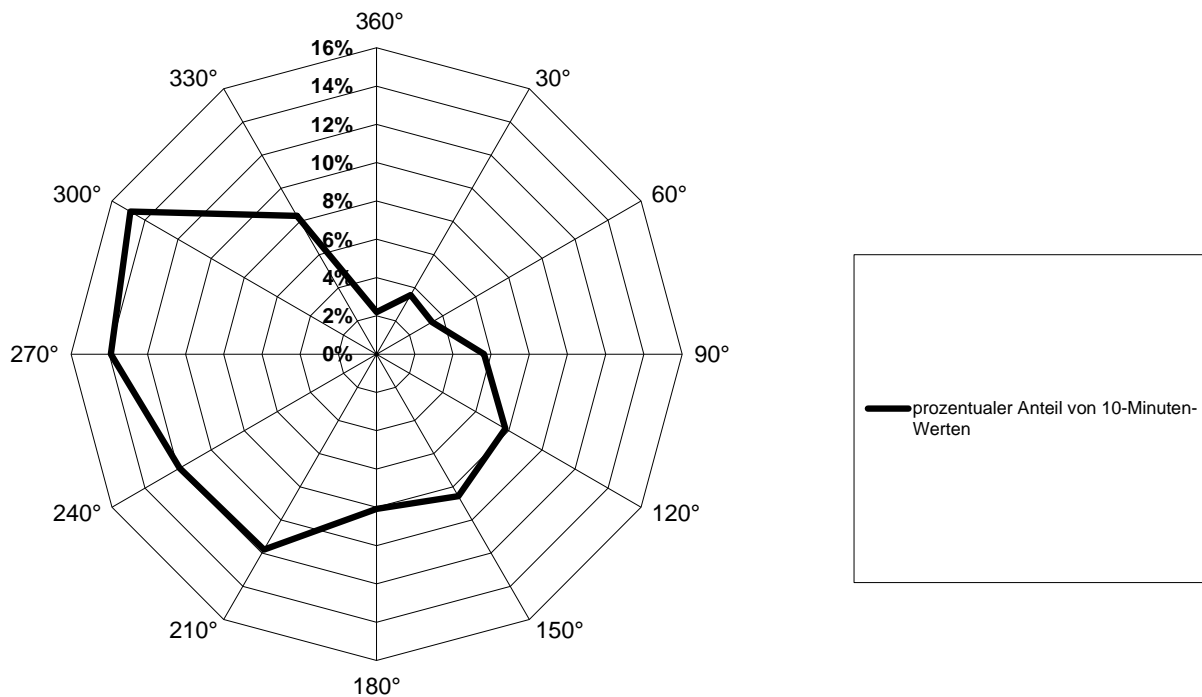


Abb. 5: Windrichtungsverteilung im Jahr 2017 in Berlin-Dahlem bei Windgeschwindigkeiten < 3 m/s<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Quelle der Winddaten: Meteorologisches Institut der FU Berlin

<sup>3</sup> Quelle der Winddaten: Meteorologisches Institut der FU Berlin

## Die Luftqualität in Berlin im Jahr 2017

### Einordnung im Hinblick auf Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden für Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Benzol weit unterschritten (vgl. Tabellen 4, 5 und 6). Beim Schwefeldioxid wurde in der Neujahrsnacht 2017, bedingt durch das Silvester-Feuerwerk, in der Frankfurter Allee der über eine volle Stunde gemittelte Immissionsgrenzwert für die Stunde von 350 µg/m<sup>3</sup> mit 699,4 µg/m<sup>3</sup> einmal überschritten. Erlaubt sind 24 Überschreitungen pro Jahr.

**Tab. 4: Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)**

Lage	Station	Jahresmittel µg/m <sup>3</sup>	Anzahl von Überschreitungen des Grenzwerts für das 1-Stunden-Mittels von 350 µg/m <sup>3</sup>	Anzahl von Überschreitungen des Grenzwerts für das 24Stunden-Mittels von 125 µg/m <sup>3</sup>
innerstädtischer Hintergrund	Karlshorst (MC282)	1	0	0
Straße	Frankfurter Allee (MC174)	2	1	0

**Tab. 5: Kohlenmonoxid (CO)**

Lage	Station	Jahresmittel mg/m <sup>3</sup>	MAX_8H mg/m <sup>3</sup> (Grenzwert: 10 mg/m <sup>3</sup> )
Straße	Schildhornstr. (MC117)	0,4	1,7
	Frankfurter Allee (MC174)	0,4	2,3

**Tab. 6: Benzol**

Lage	Station	Jahresmittel µg/m <sup>3</sup> (Grenzwert: 5 µg/m <sup>3</sup> )
innerstädtischer Hintergrund	Neukölln (MC042)	0,9
Straße	Frankfurter Allee 86 b (MC174)	1,5
	Schildhornstr. 76 (MC117)	1,1

Informativ: Die automatische Benzol-Messung am MC010 wurde zum 31.12.2016 eingestellt.

**Tab. 7: Ozon**

Lage	Station	JM µg/m³	MAX_8H µg/m³	U120 Anzahl	U120, Mittel über 3 Jahre Anzahl
Stadtrand	MC027 (Marienfelde)	48	136	4	20
	MC032 (Grunewald)	44	134	5	16
	MC077 (Buch)	44	135	6	17
	MC085 (Friedrichshagen)	50	136	8	24
	MC145 (Frohnau)	45	140	5	15
innerstädtischer Hintergrund	MC010 (Wedding)	40	120	0	13
	MC042 (Neukölln)	42	130	4	16

	Station	U180 Anzahl	U240 Anzahl	AOT-P (2017) µg/m³ *h	AOT-P (letzte 5 Jahre) µg/m³ *h	AOT-W (2017) µg/m³ *h
Stadtrand	MC027 (Marienfelde)	0	0	9547	13821	14006
	MC032 (Grunewald)	0	0	7438	10447	10109
	MC077 (Buch)	0	0	9164	13469	11912
	MC085 (Friedrichshagen)	0	0	10895	16017	16410
	MC145 (Frohnau)	0	0	7816	11051	11511
innerstädtischer Hintergrund	MC010 (Wedding)	0	0	12122	10157	7685
	MC042 (Neukölln)	0	0	7862	11039	11228

JM: Jahresmittel

MAX\_8H: maximaler 8-Stunden-Mittelwert

U120: Anzahl von Tagen, an denen der maximale Achtstundenwert den Zielwert von 120 µg/m³ überschritten hat

U120(Mittel über 3 Jahre): wie U120, gemittelt über die letzten 3 Kalenderjahre (Zielwert der 39.BImSchV: 25 Tage/Jahr)

U180: Anzahl der Stunden, in denen die Informationsschwelle von 180 µg/m³ überschritten wurde

U240: Anzahl der Stunden, in denen die Alarmschwelle von 240 µg/m³ überschritten wurde

AOT-P: AOT40 (Summe über Mai bis Juli)

AOT-P (letzte 5 Jahre): wie AOT-P, gemittelt über die letzten 5 Kalenderjahre (künftiges Langfristziel zum Schutz der Vegetation: 6000 µg/m³\*h) (Zielwert ab 2010: 18000 µg/m³\*h)

AOT-W: AOT40 (Summe über April bis September), (kritischer Belastungswert zum Schutz von Waldökosystemen: 20000 µg/m³\*h)

Grenzwerte bzw. Zielwerte wurden eingehalten.

Grenzwerte bzw. Zielwerte wurden überschritten.

Beim Ozon (s. Tabelle 7) wurde im Jahr 2017 der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit für das Achtstunden-Mittel am Stadtrand zwischen 4- und 8-mal und im innerstädtischen Hintergrund 0- bis 4-mal überschritten. Im Mittel über die letzten 3 Jahre gab es zwischen 13 und 24 Überschreitungen. Das Jahr 2017 wies im Hinblick auf Ozon nur eine sehr geringe Belastung auf. Der Zielwert der 39. BImSchV wurde auch im Dreijahresmittel an allen sieben Stationen eingehalten.

Die Informationsschwelle wurde im gesamten Jahr 2017 an keinem einzigen Tag überschritten.



Die drei letzten Spalten im unteren Tabellenteil beziehen sich auf den Schutz von Ökosystemen und werden weiter unten im Kapitel „Messungen im Hinblick auf den Schutz von Ökosystemen“ behandelt.

Beim Stickstoffdioxid (s. Tabelle 8) wurden an den Messcontainern am Stadtrand Jahresmittel von 12-14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , im innerstädtischen Hintergrund von 20-28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , in Straßennähe zwischen 41 und 49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Der seit 2010 einzuhaltende Grenzwert der 39. BImSchV wurde an allen sechs automatischen Straßenmessstellen überschritten, wenn auch an Station 174 (Frankfurter Allee) mit 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  noch sehr knapp. Anhand der systematischen Unterschiede in den Jahresmittelwerten zwischen den Stationen der verschiedenen Belastungsregime und der Tatsache, dass Überschreitungen des Jahresmittelwertes von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ausschließlich an Straßenstationen auftreten, kann die Aussage abgeleitet werden, dass der Straßenverkehr der Hauptverursacher hoher  $\text{NO}_2$ -Belastungen ist. Zudem wird deutlich, dass hohe  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen ein innerstädtisches Problem darstellen und - im Gegensatz zu Partikeln  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$  - Einträge von außerhalb des Stadtgebietes keinen nennenswerten Beitrag zur Belastung liefern.

Beim Einstunden-Mittelwert für  $\text{NO}_2$  wurde der Grenzwert von 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im gesamten Jahr 2017 zweimal an der Station Schildhornstraße und einmal im Mariendorfer Damm überschritten. Da die zulässige Überschreitungshäufigkeit bei 18 pro Jahr liegt, wurde dieser Kurzzeit-Grenzwert flächendeckend eingehalten. Alle drei Überschreitungen traten am 15.02.2017 auf, als eine sehr austauscharme Wetterlage mit östlichen bis südöstlichen Winden herrschte, die auch mit hohen  $\text{PM}_{10}$ -Belastungen einherging.

Auf den auffälligen Rückgang der  $\text{NO}_2$ -Belastung um 37 % seit 2014 an der Station Hardenbergplatz (Busbahnhof), der sich auch 2017 fortsetzte, wird im Kapitel „Langzeittrends“ noch genauer eingegangen.

**Tab. 8: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)**

Lage	Station	Jahresmittel µg/m <sup>3</sup>	Anzahl der Überschreitungen des 1h-Mittels von 200 µg/m <sup>3</sup> (GW)
Stadtrand	<b>Marienfelde (MC027)</b>	<b>13</b>	0
	<b>Grunewald (MC032)</b>	<b>12</b>	0
	<b>Buch (MC077)</b>	<b>14</b>	0
	<b>Friedrichshagen (MC085)</b>	<b>13</b>	0
	<b>Frohnau (MC145)</b>	<b>12</b>	0
innerstädtischer Hintergrund	<b>Wedding (MC010)</b>	<b>28</b>	0
	<b>Schöneberg (MC018)</b>	<b>24</b>	0
	<b>Neukölln (MC042)</b>	<b>26</b>	0
	<b>Karlshorst (MC282)</b>	<b>20</b>	0
	<b>Mitte (MC171)</b>	<b>27</b>	0
Straße	* <i>Berliner Allee 118 (MS501)</i>	49	
	* <i>Beusselstr. 66 (MS504)</i>	45	
	* <i>Potsdamer Str. 102 (MS505)</i>	54	
	* <i>Michael Brückner Str. 5 (MS507)</i>	50	
	* <i>Alt Friedrichsfelde 8a (MS514)</i>	53	
	* <i>Leipziger Str. 32 (MS525)</i>	63	
	<b>Frankfurter Allee 86 b (MC174)</b>	<b>41</b>	0
	<b>Schildhornstr. 76 (MC117)</b>	<b>45</b>	2
	<b>Silbersteinstr. 1 (MC143)</b>	<b>48</b>	0
	<b>Karl-Marx-Str. 76 (MC220)</b>	<b>49</b>	0
	* <i>Kantstr. 117 (MS528)</i>	43	
	* <i>Hauptstr.54 (MS530)</i>	53	
	* <i>Spandauer Damm 103 (MS531)</i>	52	
	* <i>Hermannstr. 120 (MS533)</i>	56	
	* <i>Alt Moabit 63 (MS537)</i>	50	
	* <i>Schloßstr. 29 (MS539)</i>	48	
	* <i>Tempelhofer Damm 148 (MS542)</i>	47	
	* <i>Sonnenallee 68 (MS545)</i>	54	
	* <i>Landsberger Allee 6-8 (MS547)</i>	51	
	* <i>Hermannplatz, Laterne 21 (MS555)</i>	55	
	* <i>Buschkrugallee 8 (MS559)</i>	63	
	* <i>Friedrichstr. 172 (MS562)</i>	41	
	* <i>Badstr. 67 (MS573)</i>	54	
	<b>Hardenbergplatz (MC115)</b>	<b>45</b>	0
	* <i>Spandau, Klosterstr. 12 (MS576)</i>	50	
	* <i>Eichborndamm 23-25 (MS579)</i>	39	
	* <i>Markgrafendamm 6 (MS581)</i>	45	
	* <i>Invalidenstraße 30 (MS5282)</i>	46	
	<b>Mariendorfer Damm 148 (MC124)</b>	<b>47</b>	1

Der Grenzwert der 39.BImSchV für das Jahresmittel beträgt seit 01.01. 2010 40 µg/m<sup>3</sup>.

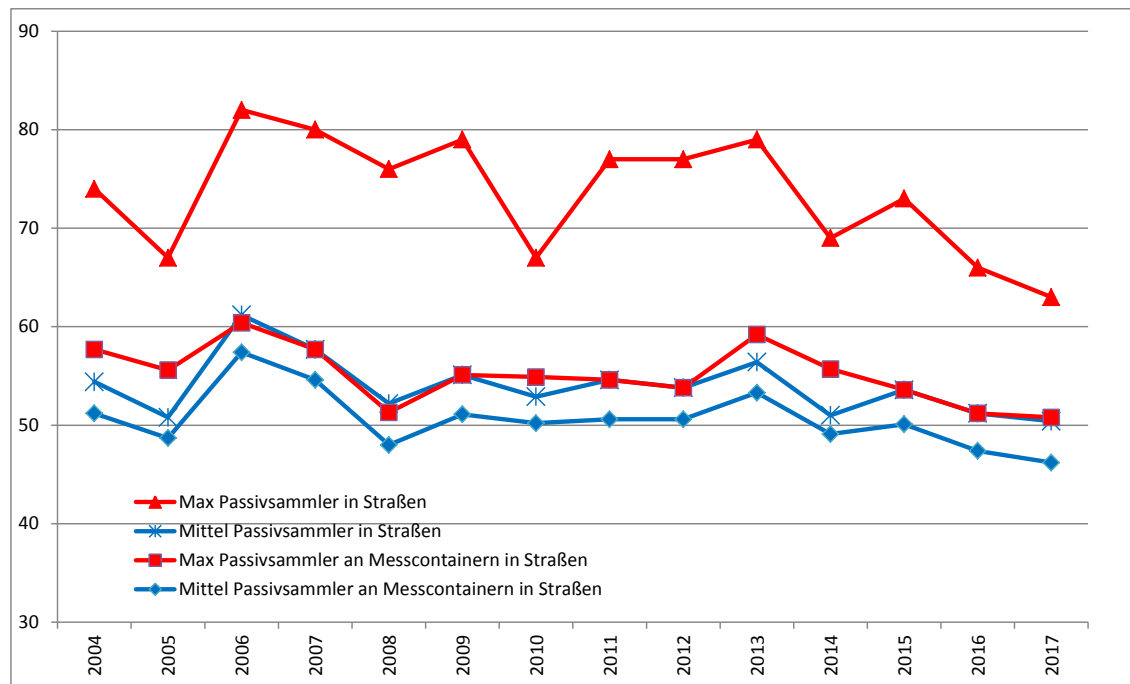
GW Kurzzeit-Grenzwert der 39.BImSchV für 1-Stundenmittelwerte: 200 µg/m<sup>3</sup>  
(darf seit 01.01. 2010 im Kalenderjahr nicht mehr als 18-mal überschritten werden)

Grenzwert für Jahresmittel oder Kurzzeit-GW wurde nicht überschritten.

Grenzwert für Jahresmittel oder Kurzzeit-GW wurde überschritten.

Fett gedruckt = automatische Station (Referenzverfahren)

\* (kursiv gedruckt) = NO<sub>2</sub>-Messung mittels Passivsammler



**Abb. 6: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte aus Passivsammler-Messungen an Straßenstationen in den Jahren 2004 – 2017**

Die automatischen Messungen in den Messcontainern werden durch NO<sub>2</sub>-Passivsammler ergänzt, die an stark befahrenen Straßen exponiert werden. Über einen jährlichen Vergleich mit dem Referenzverfahren nach 39. BImSchV wird die Qualität dieser Passivsammler-Messungen überprüft und dadurch sichergestellt, dass aussagekräftige Werte ermittelt werden. Die mit Passivsammlern bestimmten Jahresmittelwerte geben Hinweise darauf, dass in vielen Straßenzügen der Innenstadt mit Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Grenzwerts für das Kalenderjahr gerechnet werden muss. Für diese Messungen gibt es keine gesetzliche Verpflichtung, sie stellen aber eine sinnvolle und wichtige Ergänzung der automatischen Messungen dar, da mit Passivsammlern Standorte überwacht werden können, an denen aus Platzgründen kein Container betrieben werden kann. Abbildung 6 illustriert dies mit dem Vergleich zwischen Passivsammlern an Verkehrsmessstellen des Containermessnetzes und Passivsammler-Standorten in engen Straßenschluchten. Dargestellt sind die Jahresmittelwerte aller Passivsammler einer Kategorie (Mittel Passivsammler) sowie die Jahresmittelwerte der maximal belasteten Standorte einer Kategorie (Max Passivsammler). Es ist deutlich erkennbar, dass sowohl die Jahresmittelwerte als auch die Maximalwerte in den Straßenschluchten an den Passivsammlerstandorten, die sich in stark befahrenen Straßen befinden, weitaus höher sind als an den Standorten der Messcontainer. Der am höchsten belastete NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Standort (Datenreihe „Max. Passivsammler in Straßen“ in Abb. 6) war in allen Jahren der in der Leipziger Straße 32. Für 2017 wurde hier ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 63 µg/m<sup>3</sup> gemessen, wobei ein Trend sinkender Werte erkennbar ist: 2016 lag der Jahresmittelwert noch bei 66 µg/m<sup>3</sup>.

**Tab. 9: PM<sub>10</sub>**

Lage	Station	Jahresmittel µg/m <sup>3</sup>	Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittels von 50 µg/m <sup>3</sup>
Stadtrand	Grunewald (MC032)	17	5
	Buch (MC077)	18	10
	Friedrichshagen (MC085)	16	4
innerstädtischer Hintergrund	Wedding (MC010)	20	10
	Neukölln (MC042)	22	12
	Mitte (MC171)	22	14
Straße	Frankfurter Allee 86 b (MC174)	28	27
	Schildhornstr. 76 (MC117)	23	17
	Silbersteinstr. 1 (MC143)	28	28
	Karl-Marx-Str. 76 (MC220)	28	22
	Mariendorfer Damm 148 (MC124)	26	19

- Der Grenzwert der 39. BImSchV für das Jahresmittel beträgt 40 µg/m<sup>3</sup>.
- Der Tagesmittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup> darf nach der 39. BImSchV im Jahr nicht häufiger als 35-mal überschritten werden.

Im Fall von Messwertausfällen werden diese auf Basis der Erkenntnisse für die anderen Stationen desselben Belastungsregimes ersetzt. Im Einzelfall kann es hierdurch zu Abweichungen von den durch das Umweltbundesamt veröffentlichten Überschreitungshäufigkeiten kommen, da dort fehlende Werte nicht ersetzt werden.

Der jeweilige Grenzwert wurde eingehalten.

Der jeweilige Grenzwert wurde überschritten.

Die an den Stationen des automatischen Messnetzes ermittelten PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte lagen am Stadtrand bei 16-18 µg/m<sup>3</sup>, im innerstädtischen Hintergrund bei 20-22 µg/m<sup>3</sup> und an Schwerpunkten des Straßenverkehrs bei 23-28 µg/m<sup>3</sup> (s. Tabelle 9). Die höchsten Jahresmittelwerte (28 µg/m<sup>3</sup>) wurden in der Silbersteinstraße, der Frankfurter Allee und der Karl-Marx-Straße gemessen, gefolgt vom Mariendorfer Damm (26 µg/m<sup>3</sup>). Der Grenzwert für das Jahresmittel wurde in den letzten zehn Jahren auch an der jeweils höchst belasteten Messstelle weder überschritten noch erreicht. Letztmals wurde er im Jahr 2003 in der Frankfurter Allee überschritten, im Jahr 2006 dort gerade erreicht. Insgesamt lag im Jahr 2017 der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert in etwa der gleichen Höhe wie 2016.

Das wesentlich größere Problem ist immer noch die Einhaltung des Grenzwerts für das Tagesmittel. Im Jahr 2017, das gegenüber dem niedrig belasteten Jahr 2016 hinsichtlich der Kurzzeitbelastung wieder höhere Werte aufwies, lag die Zahl der Überschreitungen allerdings mit 4-10 am Stadtrand und 10-14 im innerstädtischen Hintergrund und 17 bis 28 an den verkehrsnahen Messstellen deutlich unterhalb der zulässigen Überschreitungshäufigkeit von 35. Die meisten Überschreitungen wurden in der Silbersteinstraße (28), der Frankfurter Allee (27) und der Karl-Marx-Straße (22) beobachtet. Trotz einer etwas höheren Kurzzeitbelastung als 2016 war die Überschreitungshäufigkeit für den PM<sub>10</sub>-Grenzwert für das Tagesmittel in der langjährigen Betrachtung unterdurchschnittlich.

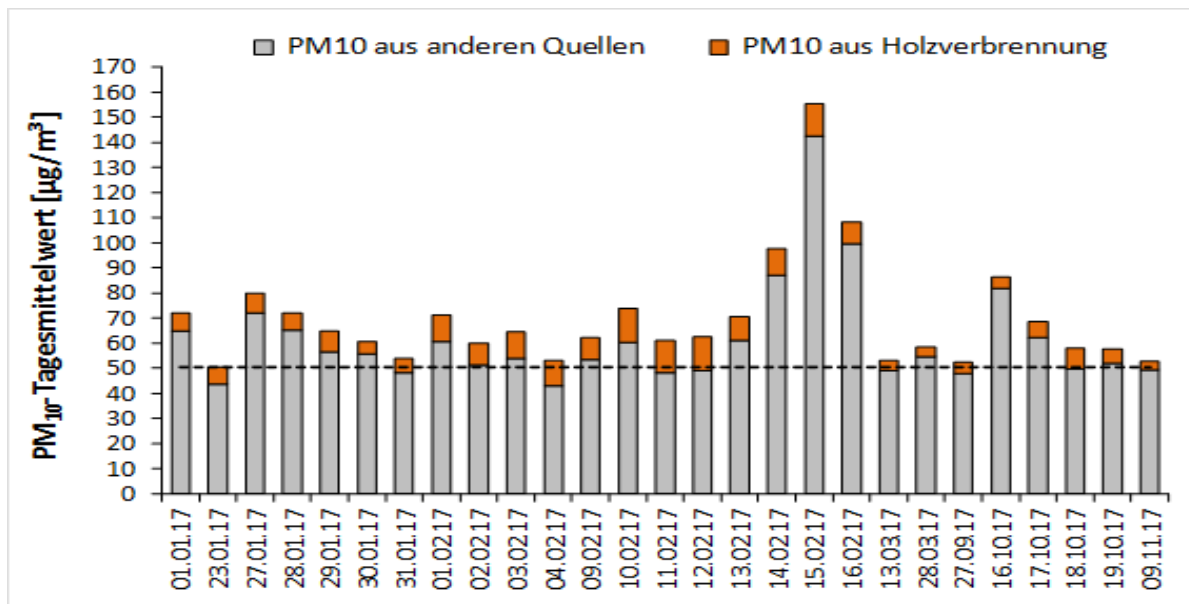
In den Spätherbst- und Wintermonaten gehen die schwachwindigen Hochdruckwetterlagen mit südlichen bis östlichen Winden normalerweise mit hoher Luftbelastung durch Partikel einher. Darauf basierend hätte man erwartet, dass das seltenere Auftreten dieser Wetterlagen im Januar bis März und Oktober bis Dezember 2017 gegenüber 2016 auch eine geringere Überschreitungshäufigkeit des Grenzwerts für PM<sub>10</sub> im Vergleich zu 2016 zur Folge gehabt hätte.

Tatsächlich wurde aber im Jahr 2017, wie schon oben erwähnt, gerade an den Straßenstationen eine deutlich höhere Anzahl von  $PM_{10}$ -Überschreitungen als 2016 festgestellt. Das dürfte darin begründet sein, dass von den vertikalen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen her das Jahr 2017 ein eher ungünstiges Jahr war. Außerdem war das Jahr 2017 gekennzeichnet durch eine etwa dreiwöchige Episode von Ende Januar bis Mitte Februar, die durch ausgeprägte Inversionen und später auch Transport vorbelasteter Luftmassen aus den östlich und südöstlich angrenzenden Nachbarstaaten charakterisiert war.

An der Station Mariendorfer Damm wurden im Jahr 2017 mit 19 Überschreitungen deutlich mehr Überschreitungen des Tagesmittels von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt als im Jahr 2016 (8). Der Grund hierfür dürfte die Nord-Süd-Ausrichtung des Mariendorfer Damms gewesen sein. Bei keiner der beiden Hauptwindrichtungen können die Schadstoffe gut aus dieser so verlaufenden Hauptverkehrsstraße abtransportiert und verdünnt werden. Hinzu kommt, dass an dieser Station wegen einer nahegelegenen Kreuzung gerade bei nordwestlichen und nördlichen Winden die höchsten Werte gemessen werden. Im Jahr 2017 waren die südwestlichen bis nordwestlichen Windrichtungen auch bei den austauscharmen Wetterlagen häufiger vertreten als in anderen Jahren. Aufgrund der bei diesen Windrichtungen sich hier ausbildenden Windwalze ist an dieser Station der Wind in Bodennähe von der Fahrbahn zur Messstelle gerichtet (siehe auch Abb. 1).

Im Laufe der letzten Jahre wurde für Partikel  $PM_{10}$  ein zunehmender Beitrag der Quellgruppe Hausbrand beobachtet. Grund ist ein Anstieg des Anteils von Holzheizungen und auch die steigende Zahl von Kaminöfen. Um den Beitrag dieser Quellgruppe zu den  $PM_{10}$ -Konzentrationen in der Außenluft abzuschätzen, fand in den Jahren 2012 bis 2014 ein Forschungsprojekt zur Analyse des Einflusses der Holzverbrennung auf die Partikelkonzentration in Berlin und Brandenburg anhand des Tracers Levoglucosan statt. Die Ergebnisse zeigen, dass Holzverbrennung länderübergreifend im Winter stark zu erhöhten  $PM_{10}$ -Konzentrationen beiträgt (Abschlussbericht Berlin-Brandenburg, 2014) und daher angemessen im Rahmen der Luftreinhalteplanung berücksichtigt werden muss. Auch wenn Holzheizungen aus Klimaschutzgründen unter bestimmten Bedingungen sogar gefördert werden, ist der Einsatz von Holz als Brennstoff in Kleinf Feuerungsanlagen aus Sicht der Luftreinhaltung problematisch, weil dabei vergleichsweise große Mengen partikelförmiger Emissionen entstehen. Viele Gebäudeheizungen v.a. in den Außenbezirken wurden auf die Verbrennung von Holz umgestellt, insgesamt ist auch ein hoher Zuwachs an so genannten Wohlfühlkaminen stadtwweit, auch in der Innenstadt, zu verzeichnen.

Um den spezifischen Einfluss der Quelle Holzverbrennung im Jahr 2017 abschätzen zu können, wurde an der Messstation Frankfurter Allee (MC174) ein automatisches Messgerät zur Erfassung der quellspezifischen Lichtabsorption (Aethalometer® Typ AE33) installiert. Im August 2017 wurde auch die Neuköllner Station (MC042) im innerstädtischen Hintergrund mit einem solchen Gerät ausgestattet. Durch die Kombination mit den Kohlenstoff-Labormessungen (EC und OC) kann der Beitrag zu den beobachteten 27  $PM_{10}$ -Überschreitungen abgeschätzt werden (s. Abb. 7). Die Auswertungen ergaben einen prozentualen Anteil der Holzverbrennung an  $PM_{10}$ -Überschreitungstagen von 5,2 % - 21,3 % bei einem mittleren prozentualen Anteil von 12 %. Ohne Holzverbrennung wäre an der Station Frankfurter Allee der Grenzwert für das  $PM_{10}$ -Tagesmittel im Jahr 2017 statt an 27 nur an 18 Tagen überschritten worden (Quelle: Holzverbrennungsquantifizierung in Berlin, 2018). Diese Beobachtung gewinnt zusätzliches Gewicht dadurch, dass die  $PM_{10}$ -Konzentrationen in zahlreichen Fällen nur knapp über dem Tagesgrenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lagen und somit bereits geringere Holzverbrennungsimmissionen zu dessen Einhaltung geführt hätten.



**Abb. 7: Beitrag der Holzverbrennung zu PM<sub>10</sub>-Konzentrationen an Tagen mit Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> an der Messstation Frankfurter Allee 86 b (MC174)**

Zur zielgerichteten Ermittlung geeigneter Maßnahmen zur Luftreinhaltung müssen die Verursachergruppen und ihre Beiträge ermittelt werden. Neben den lokalen Verursachern tragen auch Transporte von außerhalb wesentlich zu PM<sub>10</sub>-Grenzwertüberschreitungen bei. Aus diesem Grund wurde ein gemeinsames Projekt der Bundesländer Berlin (zwei Messstationen), Brandenburg (drei Messstationen), Sachsen (zwei Messstationen) und Mecklenburg-Vorpommern (eine Messstation) sowie dem Umweltbundesamt (eine Messstation) initiiert. Das Projekt wurde 2017 abgeschlossen. Die Besonderheit dieses Projektvorhabens lag darin, dass Daten für PM<sub>10</sub> und ausgewählte Inhaltsstoffe (EC, OC, Ionen, PAK und Levoglucosan) für ein bundesländerübergreifendes Teilgebiet der Bundesrepublik mit abgestimmten Verfahren ermittelt und nach einheitlichen Kriterien ausgewertet wurden. Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass bei meteorologischen Randbedingungen, die zu einer PM<sub>10</sub>-Belastung von mehr als 30 µg/m<sup>3</sup> führen, der grenzüberschreitende Eintrag grob 50 % beiträgt. Bei günstigeren meteorologischen Ausbreitungsbedingungen ist der grenzüberschreitende Eintrag deutlich geringer (Quelle: PM-Ost-Abschlussbericht, 2017). Die Quellen des importierten PM<sub>10</sub>-Anteils lagen in primären Emissionen der Holz- und Kohleverbrennung sowie sekundär gebildetem Ammoniumsulfat und organischem Material, das sich während des Transportes der Luftmassen vermutlich aus Vorgängersubstanzen gebildet hatte. Aufgrund der Zunahme des grenzüberschreitenden Beitrages mit abnehmender Temperatur sind Emissionen aus Hausbrand bzw. Anlagen zur Gebäudeheizung eine wahrscheinlichere Quelle als Emissionen des Industrie- oder Energiesektors.

**Tab. 10: Benzo(a)pyren**

Lage	Station	Jahresmittel (ng/m <sup>3</sup> )	
Stadtrand	Buch (MC077)	0,26	<div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> unter Zielwert <div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> über Zielwert für 2013 (1 ng/m <sup>3</sup> )
innerstädt.Hintergrund	Neukölln (MC042)	0,27	
Straße	Schildhornstr. (MC117) Frankfurter Allee (MC174)	0,26 0,31	

Die Benzo(a)pyren-Jahresmittelwerte 2017 (s. Tabelle 10) betragen 0,26-0,31 ng/m<sup>3</sup> und lagen damit an allen Messstationen bei nur etwa 65 % der Jahresmittelwerte von 2016. Der Zielwert von 1 ng/m<sup>3</sup> wurde damit deutlich unterschritten. An der höchstbelasteten Messstelle (Frankfurter Allee) lag damit das Jahresmittel erstmals unterhalb der unteren Beurteilungsschwelle. Da aber in den zurückliegenden fünf Jahren drei Jahresmittelwerte zwischen der oberen und unteren Beurteilungsschwelle (also zwischen 0,4 und 0,6 µg/m<sup>3</sup>) lagen, besteht weiterhin eine Messverpflichtung.

**Tab. 11: Schwermetalle im PM<sub>10</sub>**

Lage	Standort	Jahresmittel (ng/m <sup>3</sup> )			
		Arsen	Cadmium	Nickel	Blei
innerstädt. Hintergrund	Neukölln (MC042)	0,7	0,1	0,6	5,1
Straße	Frankfurter Allee (MC174)	0,7	0,1	1,6	5,7

über Zielwert (Arsen: 6 ng/m<sup>3</sup>, Cadmium: 5 ng/m<sup>3</sup>, Nickel: 20 ng/m<sup>3</sup>)  
bzw. über Grenzwert für Blei (500 ng/m<sup>3</sup>)

unter Zielwert bzw. Grenzwert

Die Jahresmittelwerte der zu überwachenden Schwermetallkonzentrationen im PM<sub>10</sub> (s. Tabelle 11) lagen weit unterhalb der jeweiligen Zielwerte für Arsen, Cadmium und Nickel bzw. dem Grenzwert für Blei. Die Jahresmittelwerte lagen für Arsen bei 0,7 ng/m<sup>3</sup>, für Cadmium bei 0,1 ng/m<sup>3</sup>, für Nickel bei 0,6-1,6 ng/m<sup>3</sup> und für Blei zwischen 5,1 und 5,7 ng/m<sup>3</sup>. Bei Blei, Cadmium und Nickel lagen die Werte im Jahr 2017 unter denen der beiden Vorjahre, während die Arsen-Jahresmittel im Jahr 2017 unter denen von 2016 und etwa auf dem Niveau von 2015 lagen. Unabhängig davon liegen die Schwermetallkonzentrationen seit Beginn der Messungen im Jahr 2004 weit unter der unteren Beurteilungsschwelle (Arsen: 2,4 ng/m<sup>3</sup>, Cadmium: 2 ng/m<sup>3</sup>, Nickel: 10 ng/m<sup>3</sup> und Blei: 250 ng/m<sup>3</sup>). Dennoch wird Messungen, die in vergleichsweise geringem Umfang durchgeführt werden, auch weiterhin der Vorzug vor den gesetzlich ebenfalls erlaubten objektiven Schätzungen gegeben.

Die PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittel der Jahre 2014 bis 2017 sind in Tabelle 12 aufgeführt. Sie lagen durchgehend unterhalb des seit 2015 einzuhaltenden Grenzwertes von 25 µg/m<sup>3</sup>. Die PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittelwerte weisen von Jahr zu Jahr erkennbare Schwankungen aufgrund der jeweiligen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen und der Emissionssituation auf, wobei insgesamt ein abnehmender Trend sichtbar ist. Im Jahr 2017 haben sie den bisher niedrigsten Stand erreicht. Im Jahr 2008 und 2009 betrug das PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittel im innerstädtischen Hintergrund noch bis zu 19,2 µg/m<sup>3</sup>. Die Luftbelastung in Berlin mit PM<sub>2,5</sub> ist noch in weit höherem Maße als diejenige mit PM<sub>10</sub> durch den Eintrag vorbelasteter Luftmassen ins Stadtgebiet aufgrund von Ferntransport geprägt. Dies ist auf die langen atmosphärischen Verweilzeiten der Partikelfraktion mit aerodynamischen Durchmessern von ca. 0,2 – 2 µm zurückzuführen, die den größten Teil der Masse von PM<sub>2,5</sub> ausmachen. Die seit 2011 zu beobachtende ständige Abnahme der PM<sub>2,5</sub>-Belastung könnte ihre Ursache in den Fortschritten der emissionsmindernden Maßnahmen in den osteuropäischen Mitgliedstaaten der EU haben. So sind im Jahr 2017 die letzten Übergangsfristen für die Sanierung von Großfeuerungsanlagen abgelaufen.

In der 39. BImSchV ist der gleitende Dreijahresmittelwert von PM<sub>2,5</sub> (Average Exposure Indicator = AEI) als ein Indikator für die durchschnittliche Belastung der Bevölkerung im städtischen Hintergrund definiert. Dieser AEI wird für jeden EU-Mitgliedstaat gesondert aus den Werten der entsprechenden PM<sub>2,5</sub>-Messstellen ermittelt. In Deutschland gibt es 30 AEI-Messstellen. In Berlin werden diese Messungen, entsprechend dem Anteil an der bundesdeutschen Bevölkerung, die in Großstädten lebt, seit dem 01.01.2008 an drei Stationen (Neukölln (MC042), Mitte (MC171),

Wedding (MC010)) durchgeführt. 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 2017 als Mittel der Jahre 2015 bis 2017. Wie der ununterbrochene Rückgang der Jahresmittelwerte der Berliner AEI-Stationen seit 2011 von 19,9 µg/m³ auf 15,7 µg/m³ im Jahr 2017 (siehe Tabelle 12, unterer Teil) zeigt, haben offensichtlich hier emissionsmindernde Maßnahmen der osteuropäischen Mitgliedstaaten der EU, daneben aber auch Maßnahmen zur Luftreinhaltung, die im Luftreinhalteplan 2011-2017 (SenStadtUm, 2013) beschrieben werden, gegriffen.

Im gesamten Bundesgebiet betrug für das Jahr 2010 der AEI 16,4 µg/m³ (LAI-Ausschuss, 2012). Entsprechend den Regelungen in der 39. BImSchV ergibt sich damit 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 für die Jahre 2018-2020 nur noch etwa 13,9 µg/m³ betragen darf. Für das Jahr 2016 lag der bundesweite AEI-Wert bei etwa 13,4 µg/m³ (Quelle: Umweltbundesamt, mündliche Mitteilung), was einer Minderung seit 2010 um rund 18 % entspricht. Für das Jahr 2017 wurde vom Umweltbundesamt ein vorläufiger bundesweiter AEI von nur noch 12,6 µg/m³ abgeschätzt (Umweltbundesamt, 2018). Hiernach hat es seit 2010 eine Abnahme um etwa 23 % gegeben. Damit hat Deutschland das nationale Reduktionsziel vorfristig erreicht. In Berlin hat der Mittelwert an den drei AEI-Messstellen in diesem Zeitraum um etwa 18 % abgenommen.

**Tab. 12: PM<sub>2,5</sub>**

		JM	JM	JM	JM
		2014	2015	2016	2017
	Standort	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Stadtrand	Buch (MC077)	19	14	14	12
innerstädtischer Hintergrund	Neukölln (MC042)	21	17	16	<b>16</b>
	Mitte (MC171)	20	16	16	<b>15</b>
	Wedding (MC010)	19	15	15	<b>15</b>
Straße	Frankfurter Allee (MC174)	22	19	19	17

kursiv = AEI-Stationen  
 = Jahresmittelwerte der Stationen, die keine AEI-Stationen sind  
 fett = Jahresmittelwerte der AEI-Stationen 2017

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Mittelwerte der Berliner AEI-Stationen	19,2	19,9	19,6	18,2	18,0	17,5	17,2	15,7

Ein besonders guter Indikator für die Abgase aus Verbrennungsprozessen, insbesondere von Kfz-Motoren, und hier vor allem von Dieselmotoren, ist Ruß, der über die elementaren Kohlenstoffverbindungen als EC (elementarer Kohlenstoff) quantifiziert wird. Die Jahresmittelwerte 2017 an den RUBIS-Probenahmestellen, die im thermisch-optischen Verfahren mit dem EUSAAR2-Protokoll und der optischen Korrekturvariante per Reflexion erhoben wurden, sind in Tabelle 13 aufgeführt. Neben den EC-Werten erhält man mit diesem Analyseverfahren auch Werte für OC (organischer Kohlenstoff). Die EC-Werte lagen an dem Standort am Stadtrand in Buch bei 0,9 µg/m³; an dem Standort im innerstädtischen Hintergrund



in Neukölln bei  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; an den Messpunkten an Hauptverkehrsstraßen ergaben sich Jahresmittel zwischen  $1,3$  und  $3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dabei ist die Höhe der EC-Werte nicht ausschließlich vom Verkehrsaufkommen abhängig, da auch unvollständige Verbrennungsvorgänge aus anderen Quellen wie Kohle, Holz und Biomasse zur EC-Belastung beitragen.

Die OC-Werte lagen fast überall über den EC-Werten - am Stadtrand im Jahresmittel  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; im innerstädtischen Hintergrund  $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und an den Hauptverkehrsstraßen zwischen  $4,6$  und  $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Diese Schwankungen sind auch Ausdruck der unterschiedlichen (natürlichen und anthropogenen) Quellen organischer Kohlenstoffverbindungen (z.B. Rückstände von Treibstoffen, Pflanzen, industriellen Produkten). Sowohl die EC- als auch fast alle OC-Werte lagen an allen Verkehrsstandorten unter denen im Jahr 2016 (EC zwischen  $1,6$  und  $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , OC zwischen  $4,6$  und  $7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Am Messstandort am Stadtrand waren die EC- und OC-Werte 2016 und 2017 vergleichbar.

Tab. 13: EC und OC<sup>4</sup>

Lage	Station	EC abgeschätztes Jahresmittel µg/m <sup>3</sup>	OC abgeschätztes Jahresmittel µg/m <sup>3</sup>
Stadtrand	Buch (MC077)	0,9	3,5
innerstädtischer Hintergrund	Neukölln, Nansenstraße (MC042)	1,1	5,1
Straße	Berliner Allee 118 (MS501)	2,1	5,3
	Beusselstr. 66 (MS504)	1,7	5,3
	Potsdamer Str. 102 (MS505)	1,8	5,0
	Michael Brückner Str. 5 (MS507)	2,6	5,3
	Alt Friedrichsfelde 8a (MS514)	2,6	5,1
	Leipziger Str. 32 (MS525)	2,6	5,5
	Frankfurter Allee 86 b (MC174)	1,9	5,4
	Schildhornstr. 76 (MC117)	1,5	4,9
	Silbersteinstr. 1 (MC143)	2,5	5,6
	Karl-Marx-Str. 76 (MC220)	2,5	6,1
	Kantstr. 117 (MS528)	1,6	5,0
	Hauptstr. 54 (MS530)	2,2	5,1
	Spandauer Damm 103 (MS531)	2,8	5,2
	Hermannstr. 120 (MS533)	2,9	7,3
	Alt Moabit 63 (MS537)	2,2	4,8
	Schloßstr. 29 (MS539)	1,5	5,4
	Tempelhofer Damm 148 (MS542)	2,2	5,0
	Sonnenallee 68 (MS545)	2,8	7,0
	Landsberger Allee 6-8 (MS547)	2,5	4,9
	Hermannplatz, Laterne 21 (MS555)	2,7	6,3
	Buschkrugallee 8 (MS559)	3,3	5,2
	Friedrichstr. 172 (MS562)	1,3	4,7
	Badstr. 67 (MS573)	2,8	5,7
	Spandau, Klosterstr. 12 (MS576)	2,2	4,8
	Eichborndamm 23-25 (MS579)	1,5	4,6
	Markgrafendamm 6 (MS581)	2,2	5,3
Invalidenstraße 30 (MS582)	1,7	5,0	

<sup>4</sup>Informativ: Die Kohlenstoffmessungen erfolgten von 2008 bis einschließlich 2012 im thermografischen Verfahren gemäß VDI 2465 Blatt 2. Das Analyseverfahren wurde im Jahr 2013 auf das thermisch-optische Verfahren (EUSAAR2, Reflexion) umgestellt, wobei zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit die Anbindung der Messreihen über Vergleichsmessungen sichergestellt wurde.

## Messungen im Hinblick auf Grenzwerte zum Schutz von Ökosystemen und Vegetation

Der über die letzten fünf Jahre gemittelte AOT40-Wert für Ozon (summiert über die Monate Mai bis Juli) lag zwischen 10000 und etwa 16000  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$  und blieb damit an allen Stationen unter dem seit 2010 geltenden Zielwert zum Schutz der Vegetation (vgl. Tabelle 7, letzte drei Spalten des unteren Teils). Sogar in Friedrichshagen, wo der AOT40-Wert in den letzten Jahren meistens über dem Zielwert lag, wurde er in diesem Jahr mit einem über fünf Jahre gemittelten AOT40-Wert von 16017  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$  eingehalten. Der AOT40-Wert zum Schutz von Waldökosystemen (summiert über April bis September) betrug etwa 7700-16400  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$  und überschritt damit an keiner Messstelle den kritischen Belastungswert von 20000  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ .

Die Ozon-Jahresmittelwerte waren 2017 nahezu in der gleichen Höhe wie 2016, während die Anzahl der Tage mit Überschreitung des maximalen Achtstundenwerts im Jahr 2017 auffallend niedriger lag als 2016. Die AOT40-Werte waren im Jahr 2017 deutlich niedriger als im Vorjahr. Die Informationsschwelle wurde im Jahr 2017 sogar überhaupt nicht überschritten. Diese günstige Einschätzung wird allerdings dadurch relativiert, dass im Jahr 2017 sehr ungünstige Bedingungen für die Ozonbildung herrschten. Aber auch jetzt noch kann es bei für die Ozonbildung günstigen meteorologischen Bedingungen zu erhöhten Ozonbelastungen kommen, wie beispielsweise das Jahr 2015 zeigt.

Der kritische Wert für den Vegetationsschutz für  $\text{NO}_x$  ist streng genommen für Stadtgebiete nicht gültig. Dennoch wird er hier herangezogen, um auch der Bedeutung der Vegetation in innerstädtischen Grünanlagen oder in Straßenzügen für die Erholungswirkung und damit für die menschliche Gesundheit Rechnung zu tragen. Das Jahresmittel der Summe der Stickoxide (s. Tab. 14) lag am Stadtrand bei 14-18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , im innerstädtischen Hintergrund bei 28-41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und an den Straßen-Messstellen bei 86-125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der entsprechende kritische Wert wäre also nur am Stadtrand und an einer innerstädtischen Hintergrundmessstelle eingehalten worden.

**Tab. 14: Summe der Stickoxide**

Lage	Station	Jahresmittel (µg/m³)
Stadttrand	<b>Marienfelde (MC027)</b>	<b>16</b>
	<b>Grunewald (MC032)</b>	<b>14</b>
	<b>Buch (MC077)</b>	<b>18</b>
	<b>Friedrichshagen (MC085)</b>	<b>15</b>
	<b>Frohnau (MC145)</b>	<b>14</b>
innerstädtischer Hintergrund	<b>Wedding (MC010)</b>	<b>41</b>
	<b>Schöneberg (MC018)</b>	<b>33</b>
	<b>Neukölln (MC042)</b>	<b>36</b>
	<b>Karlshorst (MC282)</b>	<b>28</b>
	<b>Mitte (MC171)</b>	<b>37</b>
Straße	* <i>Berliner Allee 118 (MS501)</i>	122
	* <i>Beusselstr. 66 (MS504)</i>	97
	* <i>Potsdamer Str. 102 (MS505)</i>	121
	* <i>Michael Brückner Str. 5 (MS507)</i>	138
	* <i>Alt Friedrichsfelde 8a (MS514)</i>	132
	<b>Frankfurter Allee 86 b (MC174)</b>	<b>86</b>
	<b>Schildhornstr. 76 (MC117)</b>	<b>98</b>
	<b>Silbersteinstr. 1 (MC143)</b>	<b>125</b>
	<b>Karl-Marx-Str. 76 (MC220)</b>	<b>121</b>
	* <i>Leipziger Str. 32 (MS525)</i>	163
	* <i>Kantstr. 117 (MS528)</i>	88
	* <i>Hauptstr. 30 (MS530)</i>	128
	* <i>Spandauer Damm 103 (MS531)</i>	139
	* <i>Hermannstr. 120 (MS533)</i>	144
	* <i>Alt Moabit 63 (MS537)</i>	128
	* <i>Schloßstr. 29 (MS539)</i>	97
	* <i>Tempelhofer Damm 148 (MS542)</i>	121
	* <i>Sonnenallee 68 (MS545)</i>	131
	* <i>Landsberger Allee 6-8 (MS547)</i>	132
	* <i>Hermannplatz, Laterne 21 (MS555)</i>	134
	* <i>Buschkrugallee 8 (MS559)</i>	175
	* <i>Friedrichstr. 172 (MS562)</i>	80
	<b>Hardenbergplatz (MC115)</b>	<b>95</b>
	* <i>Badstr.67 (MS573)</i>	130
	* <i>Spandau, Klosterstr. 12 (MS576)</i>	126
	* <i>Eichborndamm 23-25 (MS579)</i>	78
	* <i>Markgrafendamm 6 (MS581)</i>	100
	* <i>Invalidenstraße 30 (MS582)</i>	100
<b>Mariendorfer Damm (MC124)</b>	<b>120</b>	

Der kritische Wert der 39. BImSchV für den Vegetationsschutz für das Jahresmittel (30 µg/m³) wurde eingehalten.

Der kritische Wert der 39. BImSchV für den Vegetationsschutz für das Jahresmittel (30 µg/m³) wurde überschritten.

Fett automatische Station (Referenzverfahren)  
 \* Station kursiv : mit Passivsammler gemessene NOx-Belastung (RUBIS-Station)

## Langzeittrends

Exemplarisch sollen nun einige Langzeittrends betrachtet werden:

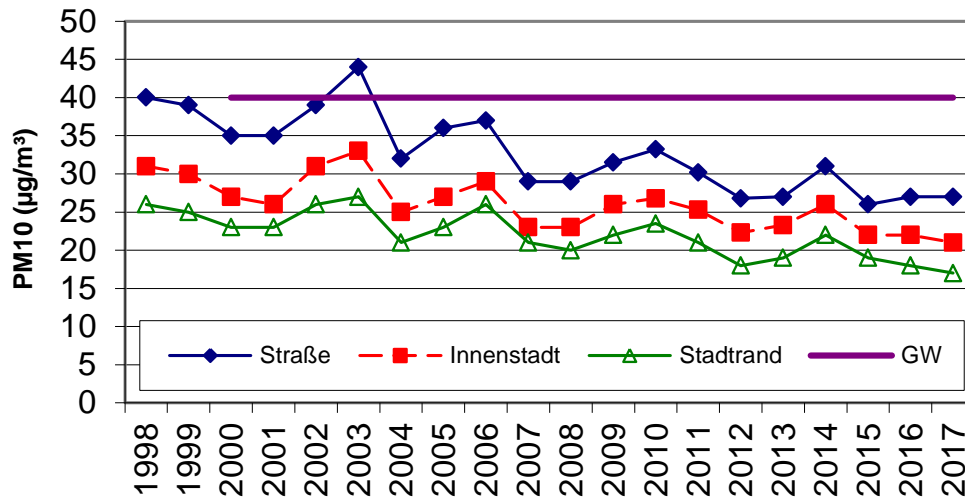


Abb. 8: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte seit 1998 an den automatischen Stationen

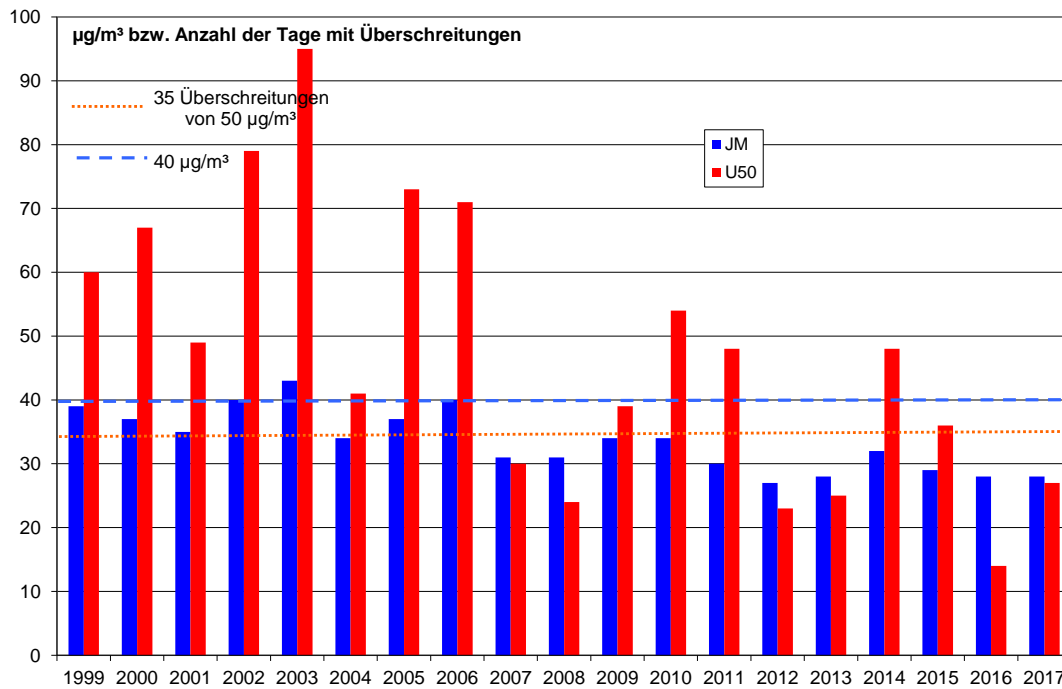


Abb. 9: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Jahresmittel (JM) und der Anzahl der Überschreitungen (U50) des PM<sub>10</sub>-Tagesmittels von 50 µg/m<sup>3</sup> an der Station Frankfurter Allee

Die PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte seit 1998 (Abbildung 8) zeigen insgesamt eine Abnahme um rund 35 % am Stadtrand bzw. um rund 33 % an den Straßenstationen.

Abbildung 9 enthält als Säulengrafik die PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte und die Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittels von 50 µg/m<sup>3</sup> von 1999 bis 2017 an der Station Frankfurter Allee. Es fällt auf, dass die Jahresmittelwerte lediglich um 35 % streuen, die Anzahl der Überschreitungen jedoch um mehr als den Faktor 6 variiert. Dies illustriert eindrucksvoll, dass die Anzahl der Überschreitungen des Grenzwerts für das Tagesmittel noch sehr viel stärker von den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen und der Häufigkeit von austauscharmen Hochdruckwetterlagen mit südlichen bis östlichen Winden abhängt als die Mittelwerte für die einzelnen Kalenderjahre.

Insgesamt ist seit 1998 insbesondere bei den Straßenstationen ein abnehmender Trend sowohl der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte als auch der Anzahl der Überschreitungen des Grenzwertes für das Tagesmittel zu beobachten. Die Langzeitbetrachtung zeigt, dass die Belastung mit PM<sub>10</sub> zwar sensibel auf Emissionsminderungsmaßnahmen reagiert, aber die Abhängigkeit insbesondere von der Herkunft der Luftmassen immer noch erheblich ist. So geht aus dem Luftreinhalteplan 2011 bis 2017 für Berlin auch hervor, dass ein großer Teil der Überschreitungstage des Tagesgrenzwerts auf Ferntransport aus östlichen und südöstlichen Richtungen zurückzuführen ist. Gleichzeitig hat der Anteil an Überschreitungstagen aufgrund von regionalen und lokalen Emissionen abgenommen, offensichtlich auch durch die emissionsmindernden Maßnahmen der vergangenen Jahre. Auffällig ist im Jahr 2017 gegenüber 2016 bei fast gleichem Jahresmittelwert die viel höhere Anzahl von Überschreitungstagen. Das liegt daran, dass zwischen dem 27.01. und dem 16.02.17. während einer sehr austauscharmen Hochdruckwetterlage bei östlichen bis südöstlichen Windrichtungen allein an der Messstelle Frankfurter Allee 16 Überschreitungen auftraten.

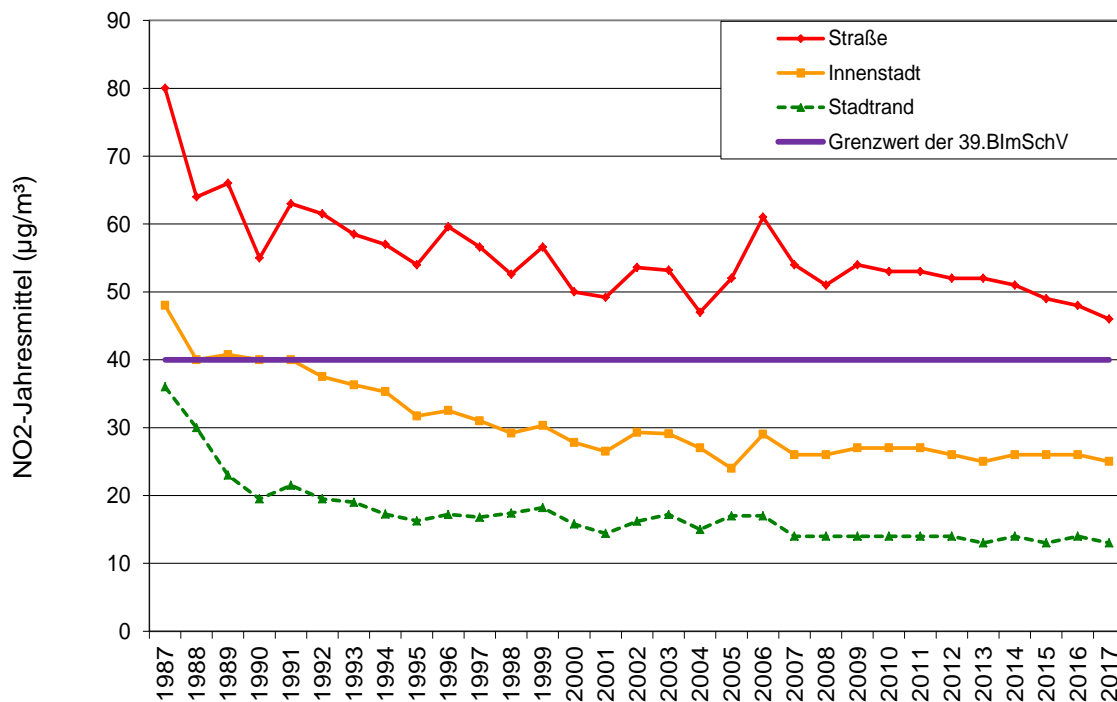
Beim Stickstoffdioxid (Abbildung 10) war bis 1990 ein deutlicher Rückgang der Jahresmittel zu beobachten, der vor allem auf den vermehrten Einsatz geregelter Dreiwege-Katalysatoren bei den Ottomotoren zurückzuführen war. Bis zum Jahr 2004 wurde diese Emissionsminderung durch eine zunehmende Anzahl von Fahrzeugen aber teilweise wieder aufgehoben, was sich in einer nur noch langsamen Abnahme des Jahresmittelwerts widerspiegelte. Auffällig ist, dass in Straßen die Jahresmittelwerte von 2005 nach 2006 sogar wieder zunahm. Dies ist hauptsächlich mit der ungünstigen meteorologischen Situation (erhöhte Anzahl windschwacher Hochdruckwetterlagen) zu erklären.

Die emissionsmindernden Maßnahmen der letzten Jahre führten hinsichtlich des Stickstoffdioxids wegen des sogenannten Dieselskandals noch nicht zum Erfolg: Diesel-PKW stoßen durch Software-Manipulation im realen Betrieb sehr viel mehr NO<sub>2</sub> aus, als von den Herstellern behauptet bzw. als sich auf dem Prüfstand ergibt. Folglich zeigen die NO<sub>2</sub>-Messungen an Straßenmessstellen zwischen 2007 und 2013 trotz teils günstiger meteorologischer Ausbreitungsbedingungen nahezu gleichbleibende Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte, welche zum Teil noch deutlich über dem seit 01.01.2010 geltenden Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m<sup>3</sup> liegen. Selbst an der am geringsten mit Stickstoffdioxid belasteten Straßenmessstelle (Frankfurter Allee) lag auch im Jahr 2017 das Jahresmittel mit 41 µg/m<sup>3</sup> immer noch knapp über dem Grenzwert.

Immerhin haben seit 2013 im Mittel über die Straßenstandorte die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte um knapp 10 % abgenommen. Auffällig ist am Hardenbergplatz eine Abnahme des NO<sub>2</sub>-Jahresmittels von 2014 (62 µg/m<sup>3</sup>) nach 2015 (53 µg/m<sup>3</sup>), die sich weiter nach 2016 (51 µg/m<sup>3</sup>) und nach 2017 (45 µg/m<sup>3</sup>) fortsetzt. Dies könnte damit zusammenhängen, dass bei den BVG-Bussen, die dort einen erheblichen Anteil des Verkehrs ausmachen, in den letzten Jahren über 200 Doppeldeckerbusse mit Stickstoffdioxidminderungskatalysatoren nachgerüstet wurden und bei weiteren 150 Bussen die Abgasreinigung nachträglich optimiert wurde. Außerdem wurden

291 Busse mit dem neuesten Abgasstandard Euro VI angeschafft. So konnte insgesamt der Ausstoß von Stickstoffoxiden durch die ca. 1300 BVG-Busse um etwa 35 % gesenkt werden.

Zwar werden bei den NO<sub>2</sub>-Einstundenwerten bestimmte Schwellenwerte in den letzten Jahren immer seltener überschritten, aber das eigentliche Problem beim NO<sub>2</sub> bleibt nach wie vor die Überschreitung des Jahresmittelwerts. Wie schnell sich hier durch Hardware- und Software-Updates bei Dieselfahrzeugen Erfolge bei den Luftreinhaltemaßnahmen einstellen, werden die nächsten Jahre zeigen.



**Abb. 10: Verlauf der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte seit 1987 an den automatischen Stationen**

Der Dieselrußausstoß des Kfz-Verkehrs wurde von 2002 bis 2009 um 58 % gemindert (Luftreinhalteplan 2011 bis 2017). Die seit 1998 ununterbrochen durchgeführten Kohlenstoffmessungen bilden diese Entwicklung sehr gut ab und haben sich auch im Hinblick auf Maßnahmen zur Minderung von Verkehrsemissionen als außerordentlich wertvoll erwiesen. So gingen an Verkehrsstandorten die EC-Werte von 2007 nach 2008 vermutlich schon als Folge der Einführung der Umweltzone Anfang 2008 deutlich zurück. Aber auch diese Parameter sind stark von den meteorologischen Austauschbedingungen, ebenso von den Hausbrandemissionen und damit von den Wintertemperaturen abhängig. So waren die Wintermonate der Jahre 2009 und 2010 durch unterdurchschnittliche Temperaturen und die Herbst- und Wintermonate 2011 durch langanhaltende und ausgeprägte Inversionswetterlagen gekennzeichnet. Auffällig ist die starke Abnahme der EC-Belastung von 2011 nach 2012 (siehe Abb. 11). In den nachfolgenden Jahren gab es insgesamt einen leicht ansteigenden Trend. Die EC-Jahresmittelwerte für 2017 liegen zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vor. Die Ergebnisse der EC-Messungen an den RUBIS-Probenahmestellen lassen jedoch den Schluss zu, dass es von 2016 nach 2017 eine leichte Abnahme gegeben hat.

In Abbildung 11 ist zudem hinsichtlich der thermografischen bzw. thermo-optischen Kohlenstoffmessungen<sup>5</sup> ein deutlicher Rückgang der Differenz zwischen den Jahresmittelwerten an der Verkehrsstation Frankfurter Allee (MC174) und der Neuköllner Station im innerstädtischen Hintergrund (MC042) von 2011 nach 2012 erkennbar. Diese dargestellte Differenz wird primär durch die EC-Verkehrsemissionen bestimmt, da berlinspezifische Untersuchungen zur Hausfeuerung ergaben, dass der Quellbeitrag der Holzfeuerung an beiden Messstellen auf einem vergleichbaren Niveau liegt (siehe Sen UVK. Abschlussbericht zur Quantifizierung der Holzfeuerung anhand des Tracers Levoglucosan, 2015). Dies lässt den Schluss zu, dass die EC-Verkehrsemissionen in diesem Zeitraum stark zurückgegangen sind.

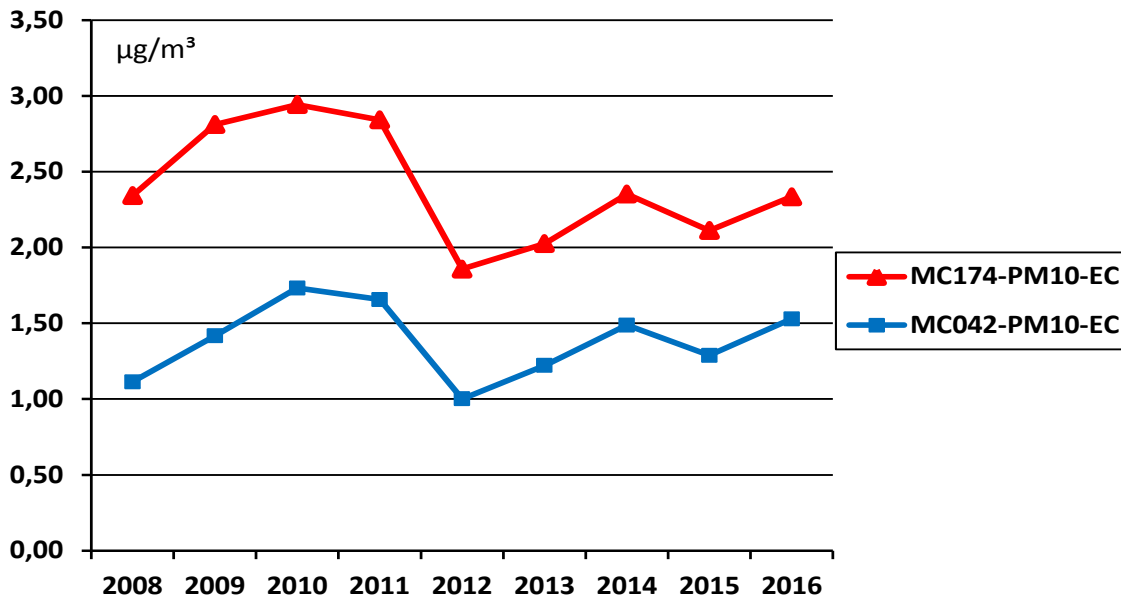


Abb. 11: Verlauf der EC-Jahresmittelwerte in unterschiedlichen Belastungsregimen (bis 2012: thermografische Werte umgerechnet auf thermisch-optische Werte, ab 2013: thermisch-optische Werte)

<sup>5</sup>Informativ: Die Kohlenstoffmessungen erfolgten von 2008 bis einschließlich 2012 im thermografischen Verfahren gemäß VDI 2465 Blatt 2. Das Analyseverfahren wurde im Jahr 2013 auf das thermisch-optische Verfahren (EUSAAR2, Reflexion) umgestellt, wobei zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit die Anbindung der Messreihen über Vergleichsmessungen sichergestellt wurde.



Die Trendgrafiken beim Benzol (Abbildung 12) zeigen an den Straßenstandorten bis 2004 eine deutliche Abnahme der Jahresmittel. Seitdem fallen die Benzol-Jahresmittelwerte nicht mehr erkennbar, sondern streuen in Abhängigkeit von den meteorologischen Randbedingungen. Immerhin liegen seit 2012 nun auch an den Straßenstationen die Benzol-Jahresmittelwerte ständig unterhalb der unteren Beurteilungsschwelle von 2 µg/m³ (siehe auch Tab. 16). Somit sind mittlerweile die Benzolwerte auch an den Straßenstationen so niedrig, dass keine Messverpflichtung mehr besteht. Etwa seit 2007 besteht nur noch ein geringer Unterschied zwischen den Benzol-Jahresmittelwerten an dem verkehrsnahen und dem im städtischen Hintergrund gelegenen Standort, der von Jahr zu Jahr streut und zwischen 0,4 und 1,0 µg/m³ liegt. Im Jahr 2017 betrug er 0,4 µg/m³.

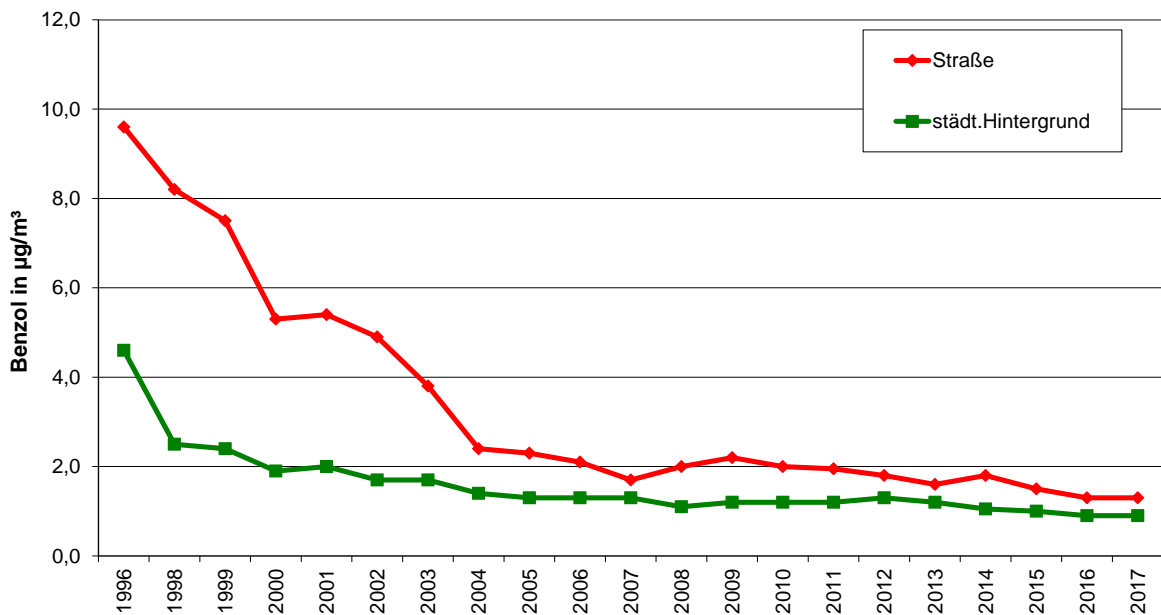


Abb. 12: Verlauf der Benzol-Jahresmittelwerte seit 1996 an den automatischen Stationen

Die Ozon-Jahresmittel (Abbildung 13) nahmen in den letzten 25 Jahren leicht zu. Zugrunde gelegt sind die Jahresmittelwerte, jeweils gemittelt über alle sieben Ozon-Messstationen. Hierbei lässt sich grob eine sehr leichte Zunahme von etwa 0,24 µg/m³ pro Jahr abschätzen. Auch deutschlandweit wurde im Gegensatz zur Abnahme der Ozon-Spitzenkonzentrationen seit 1990 eine Zunahme der Jahresmittelwerte beobachtet (Umweltbundesamt, 2016). Dabei nahmen deutschlandweit die Jahresmittelwerte an den innerstädtischen Hintergrundstationen näherungsweise um 0,3 µg/m³ pro Jahr zu, während sie an den Waldstationen fast überhaupt nicht zunahmen. Dieser Zunahme überlagert sind Schwankungen infolge der klimatischen Situation des jeweiligen Sommers (Temperaturen, Bewölkung), wie Abbildung 13 zeigt. Die Ozon-Jahresmittel liegen in der Regel zwischen 38 und 50 µg/m³ im Mittel über alle Stationen. Wie die Jahre 2006, 2010, 2013 und auch 2015 zeigen, kann es bei für die Ozonbildung günstigen meteorologischen Voraussetzungen (hohe Temperaturen, hohe Sonnenscheindauer) trotz erheblicher Minderung der Vorläufersubstanzen weiterhin zu hohen Ozonkonzentrationen kommen.

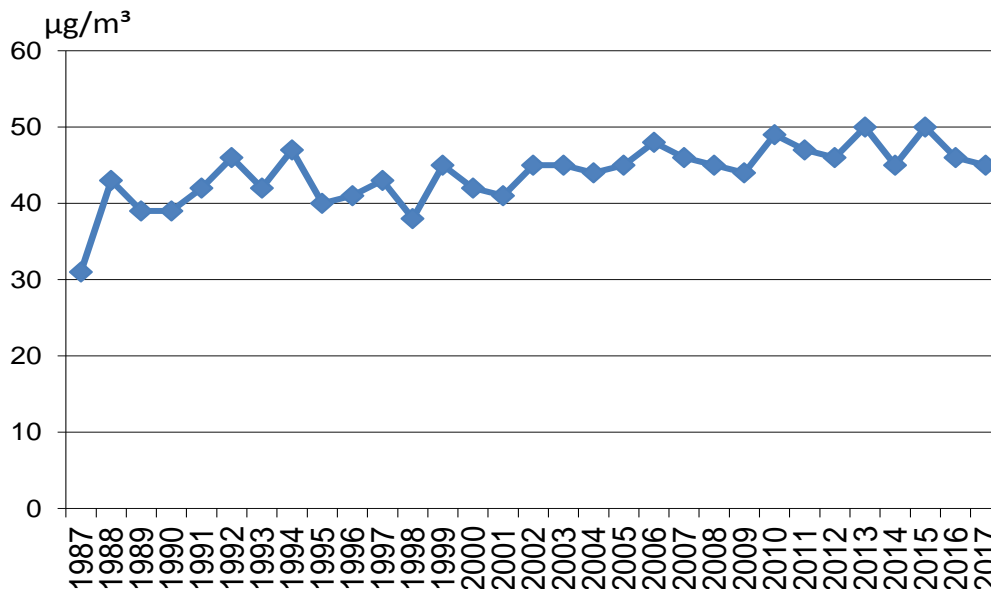


Abb. 13: Verlauf der Ozon-Jahresmittel von 1987–2017

## Auswertung im Hinblick auf Über- oder Unterschreitung der Beurteilungsschwellen

Die Beurteilungsschwellen sind gesetzlich festgelegte Werte, an denen Art und Umfang der Messverpflichtung für die einzelnen Luftschadstoffe festgemacht sind. Sie liegen bei 60-80 % (oBs) bzw. 40-60 % (uBs) der jeweiligen Grenzwerte (siehe Anlage 2 der 39. BImSchV). Auch im Berliner Luftgütemessnetz ist der Vergleich der ermittelten Konzentrationen mit den Beurteilungsschwellen ein Kriterium für die Entscheidung, welche Messungen in welchem Umfang weitergeführt werden müssen.

Nach der Richtlinie 2008/50/EG gilt eine Beurteilungsschwelle dann als über- bzw. unterschritten, wenn dies in den vorangegangenen fünf Jahren in mindestens drei einzelnen Jahren der Fall war.

**Tab. 15: Einordnung der Kennwerte von Luftschadstoffen für die Jahre 2006 bis 2017 im Hinblick auf die Beurteilungsschwellen**

Kennwerte von SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, Benzol in µg/m<sup>3</sup>, von CO in mg/m<sup>3</sup>, von Pb, Cd, Ni, As und B(a)P in ng/m<sup>3</sup>

Schwellenwert, Komponente und Art	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
SO <sub>2</sub> (24h)	< uBs	< uBs	< uBs	< uBs	< uBs	< uBs	< uBs	< uBs	< uBs	< uBs	< uBs	< uBs
NO <sub>2</sub> (1h) (Ü von 200 µg/m <sup>3</sup> )	49	6	0	8	6	4	5	8	3	1	3	2
NO <sub>2</sub> (1h) (Ü von 140 µg/m <sup>3</sup> )	355	113	63	148	151	245	135	150	93	60	41	16
NO <sub>2</sub> (JM)	69	60	59	62	63	66	66	63	61	53	52	49
PM <sub>10</sub> (24h)	71 Ü	30 Ü	24 Ü	73 Ü	56 Ü	54 Ü	31 Ü	28 Ü	48 Ü	36 Ü	18 Ü	28 Ü
PM <sub>10</sub> (JM)	40	31	31	38	38	33	29	29	32	29	29	28
PM <sub>2,5</sub> (JM)	---	---	22,1	21,6	23,5	22,9	20,1	18,5	22,0	19,0	18,0	17,4
CO (8h)	4,7	2,4	2,8	1,9	2,0	1,9	3,0	2,6	1,8	1,9	1,8	2,3
Pb (JM)	24,2	10,4	10,3	10,9	14,2	11,9	11,3	7,3	10,9	7,8	6,5	5,7
Cd (JM)	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1
Ni (JM)	2,3	2,5	2,3	1,3	1,3	1,7	3,2	1,4	2,0	2,8	4,5	1,6
As (JM)	1,5	0,9	1,1	1,2	0,7	1,4	1,8	0,7	1,4	1,0	0,9	0,7
B(a)P (JM)	1,32	0,70	0,76	0,97	1,32	0,73	0,51	0,40	0,54	0,41	0,49	0,31
Benzol (JM)	3,0	2,0	2,2	2,3	2,0	2,0	1,9	1,7	1,8	0,5	1,4	1,5

Zeichenerklärung:

oberhalb Grenzwert/Schwellenwert
> = oBs
< oBs und > = uBs
< uBs

JM = Jahresmittelwert

Ü = Anzahl von Überschreitungen

Die obere Beurteilungsschwelle (oBs) ist ein Wert, unterhalb dessen eine Kombination von ortsfesten Messungen und Modellrechnungen oder orientierende Messungen angewandt werden können, um die Luftqualität zu beurteilen. Die untere Beurteilungsschwelle (uBs) ist ein Wert, unterhalb dessen keine Messverpflichtung mehr besteht, sondern die Beurteilung der Luftqualität mit Modellrechnungen oder Schätzverfahren durchgeführt werden darf. Im Einzelfall können sich bei Unterschreitung von Beurteilungsschwellen niedrigschwellig angelegte Messungen als die wirtschaftlichere Alternative erweisen.

Tabelle 15 enthält die Jahreskennwerte seit 2006 und ihr Verhältnis zu den jeweiligen Grenz- oder Zielwerten und den oberen und unteren Beurteilungsschwellen. Dargestellt ist immer die Station mit den höchsten, also ungünstigsten Werten.

Bei den Werten oberhalb der oBs wie NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie bei den Werten zwischen oBs und uBs wie Benzo(a)pyren besteht ohnehin noch eine Messverpflichtung.

Bei den Werten unterhalb der uBs wie SO<sub>2</sub>, CO, Benzol und den Schwermetallen ist es derzeit kostengünstiger, die Messungen fortzusetzen, als objektive Schätzungen durchzuführen. Dies kommt auch der Fürsorge für die Bevölkerung und der Überwachung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung zugute.

## Ausblick

Zur besseren Information der Bevölkerung über die Luftqualität wurde am 01.03.2018 vom Berliner Luftgütemessnetz eine neue Internetseite online-geschaltet, die der Öffentlichkeit ein eigenständiges Herunterladen von Einstunden-, Tages-, Monats- und Jahresmittelwerten ermöglicht, sofern die Komponenten mit automatischen Messverfahren ermittelt wurden. Ebenso wird dort auch täglich ein sogenannter Luftqualitätsindex für die einzelnen Messstationen veröffentlicht. Diese Internetseite ist online unter <https://luftdaten.berlin.de> erreichbar. Ein weiterer Ausbau des Internet-Angebots ist geplant.

Als Luftreinhaltemaßnahme hinsichtlich NO<sub>2</sub> ist seit April 2018 in einigen Hauptverkehrsstraßen Tempo 30 eingeführt worden. Eine dieser Hauptverkehrsstraßen, in denen Tempo 30 erprobt wird, ist die Leipziger Straße, die Straßenschlucht, in der mit den Passivsammlern seit Jahren die höchsten NO<sub>2</sub>-Werte ermittelt werden. Um die Auswirkung dieser Geschwindigkeitsbeschränkung abzuschätzen, wird seit Dezember 2017 in der Leipziger Straße (Südseite) vor der ehemaligen bulgarischen Botschaft der mobile Messwagen der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz eingesetzt. Er misst dort kontinuierlich die Luftschadstoffe NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>, CO, Ozon und PM<sub>10</sub>. Dabei wurden die automatischen Messungen schon einige Monate vor Einführung von Tempo 30 begonnen, um auch die Luftbelastung vor dem Inkrafttreten dieser administrativen Maßnahme zu erfassen. Durch die langjährigen Passivsammler-Messungen kann der Ausgangszustand auf Basis der grenzwertrelevanten Jahresmittelwerte sehr fundiert eingeschätzt werden. Erste Ergebnisse dieser Messungen werden im Jahresbericht 2018 vorgestellt. Die vom Messwagen erhobenen Luftschadstoffwerte stehen ebenfalls auf der oben genannten Internetseite zur Verfügung.

Auch wenn die Grenzwerte für die Partikelmassenkonzentrationen im Jahr 2017 eingehalten wurden, besteht zur Einhaltung auch in den Folgejahren weiterer Handlungsbedarf. Holzverbrennung wird zukünftig vermehrt zur PM-Belastung beitragen, wobei die Höhe dieses Beitrages ausschlaggebend für Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-Tagesgrenzwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> sein kann. Zur Quantifizierung dieser Beiträge und zur Darstellung der zeitlichen Entwicklung werden die Messverfahren und angewandten Auswertungsmethoden stetig optimiert und erweitert. Das Berliner Luftgütemessnetz wird bei diesem Thema auch zukünftig eng mit Forschungsinstituten zusammenarbeiten. Aufgrund der Tatsache, dass Emissionen aus Holzfeuerungsanlagen einen bedeutenden Beitrag zur PM-Belastung in Berlin liefern, muss deshalb die Frage einer über die bundesweiten Anforderungen hinausgehenden Begrenzung der Emissionen aus Festbrennstoffheizungen im Rahmen der zurzeit laufenden Fortschreibung des Berliner Luftreinhalteplans behandelt werden.

Das Berliner Luftgütemessnetz wird sich auch zukünftig neuen Entwicklungen anpassen und verlässliche Daten zur Einschätzung der Luftqualität Berlins erheben. Einen wichtigen Aspekt bildet dabei die messtechnische Begleitung von lokalen und stadtweiten Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität. Auch die dort erhobenen Messdaten sollen auf der neuen Internetseite zum aktuellen Abruf zur Verfügung gestellt werden.

## Quellenangaben

- Abschlussbericht Berlin-Brandenburg. Senatskanzlei Berlin, Staatskanzlei Brandenburg (Hrsg.).Berlin, Potsdam.2014.  
online verfügbar unter:  
[https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan\\_projekte/download/abschlussbericht\\_holzverbrennung.pdf](https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan_projekte/download/abschlussbericht_holzverbrennung.pdf)
- Berliner Wetterkarte e.V. (Hrsg.): Beiträge des Instituts für Meteorologie der FU Berlin zur Berliner Wetterkarte, KBD J/17. Berlin.2017
- Holzverbrennungsquantifizierung in Berlin, 2018  
online verfügbar unter:  
[https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luft/download/Holzverbrennung-Berlin\\_Gefahrstoffe\\_05\\_2018\\_X888-Clemen.pdf](https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luft/download/Holzverbrennung-Berlin_Gefahrstoffe_05_2018_X888-Clemen.pdf)
- LAI-Ausschuss, Beschlussvorschlag für die 102. Sitzung vom 24.-25.Januar 2012 in St.Wendel
- Meteorologisches Institut der FU Berlin: Winddaten von Berlin-Dahlem 2017, unveröffentlichte Halbstundenmittelwerte.
- PM-Ost-Abschlussbericht, 2017  
online verfügbar unter:  
[https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan\\_projekte/download/PM-OST%20Abschlussbericht.pdf](https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan_projekte/download/PM-OST%20Abschlussbericht.pdf)
- Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Hrsg.): Abschlussbericht zur Quantifizierung der Holzfeuerung anhand des Tracers Levoglucosan.2015  
[https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan\\_projekte/holzverbrennung.shtml](https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan_projekte/holzverbrennung.shtml)
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtUm), Hrsg.: Luftreinhalteplan 2011 bis 2017 in Berlin. (2013)  
[https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan/download/Luftreinhalteplan\\_Berlin\\_2011\\_korrigiert.pdf](https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan/download/Luftreinhalteplan_Berlin_2011_korrigiert.pdf)
- Umweltbundesamt: Angaben zur Ozon-Belastung im Internet. 2016.  
(<http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/ozon-belastung>)
- Umweltbundesamt: mündliche Mitteilung zum vorläufigen AEI-Wert für das Jahr 2016. 2017
- Umweltbundesamt (Hrsg.):Luftqualität 2017. Vorläufige Auswertung. Januar 2018.
- Weber,S., Kuttler, W., Weber, K.: Meteorologische Beeinflussung der Partikelanzahl- und Massenkonzentration (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>) in einer Straßenschlucht.-in: Gefahrstoffe-Reinhalteung der Luft 66 (2006) Nr.11/12. S.489-494. November/Dezember 2006.  
[https://www.uni-due.de/imperia/md/content/geographie/klimatologie/99\\_meteorologische\\_beeinflussung\\_von\\_partikelanzahl-und\\_massenkonzentrationen.pdf](https://www.uni-due.de/imperia/md/content/geographie/klimatologie/99_meteorologische_beeinflussung_von_partikelanzahl-und_massenkonzentrationen.pdf)