MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2017

Luftmessbericht Wuppertal 2017

Auftraggeber:	Stadt Wuppertal Ressort Umweltschutz
Bearbeitung:	Müller-BBM GmbH Am Bugapark 1 45899 Gelsenkirchen
	Dr. Alexander Ropertz Dipl.-Landsch.-ökol. Henning Beuck Dipl.-Ing. (FH) Marcus Paewinsky M. Sc. Christian Peitzmeier
Bericht-Nr.:	M78 750/9
Datum:	16. November 2018 *ersetzt die Versionen vom 26.04.2018 und 05.09.2018*
Berichtsumfang:	69 Seiten, davon 54 Seiten Textteil und 15 Seiten Anhang.

Inhaltsverzeichnis

1	**Situation und Aufgabenstellung**	**3**
2	**Untersuchungsgebiet**	**4**
3	**Messorte und Messumfang**	**5**
4	**Mess- und Analysenverfahren**	**8**
4.1	Stickstoffdioxid NO_2 (Passivsammler)	8
4.2	Meteorologische Größen	9
4.3	Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen	10
5	**Meteorologie im Messzeitraum**	**12**
5.1	Witterungsverlauf 2017	12
5.2	Windrichtung und Windgeschwindigkeit	17
6	**Ergebnisse der Messungen und Bewertung**	**23**
6.1	Stickstoffoxide	23
6.2	Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$	39
7	**Entwicklung des NO_2-Messnetzes in Wuppertal**	**44**
8	**Zusammenfassung und Fazit**	**47**
9	**Grundlagen und Literatur**	**50**

Anhang A	**Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen**
Anhang B	**Einzelmessergebnisse – Stickstoffdioxid**
Anhang C	**Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen Lufttemperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2017**

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Wuppertal führt seit vielen Jahren Messungen und Kartierungen durch, um Aufschlüsse über die Luftbelastungssituation im Wuppertaler Stadtgebiet zu erhalten und um diese Erkenntnisse für Maßnahmen zur Luftreinhaltung und die Stadtentwicklung zu nutzen. Ergänzt wird das kommunale Luftmessprogramm durch die Messungen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW.

Nach wie vor stehen insbesondere die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM_{10}) im Fokus der Diskussion. Auf der Basis der in Wuppertal durchgeführten Luftschadstoffmessungen des LANUV NRW wurde zunächst im Jahr 2008 unter Federführung der Bezirksregierung Düsseldorf ein gesamtstädtischer Luftreinhalteplan für die Stadt Wuppertal erstellt. Dieser Luftreinhalteplan wurde seitdem einmal fortgeschrieben und dient aktuell in der Fassung von 2013 als Instrument zur weiteren Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal. Vor dem Hintergrund des anhaltenden Handlungsdrucks steht eine zweite Fortschreibung des Luftreinhalteplans im Jahr 2018 bevor [53].

Um insgesamt auf räumlich differenzierte, aktuelle und belastbare Messdaten zur Luftqualität zurückgreifen zu können, werden im Stadtgebiet von Wuppertal neben den kontinuierlichen Messungen des LANUV NRW auch kommunale Messungen von Stickstoffdioxid (NO_2) mittels Passivsammlern an einer großen Anzahl von Messpunkten durchgeführt. Da die Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre neben den Emissionen maßgeblich für die Immissionssituation verantwortlich sind, werden neben den Spurenstoffmessungen auch meteorologischen Daten in Wuppertal erfasst.

Der rechtliche Rahmen der Immissionsmessungen wird durch die 39. BImSchV[1] als nationale Umsetzung verschiedener EU-Richtlinien zur Luftqualität vorgegeben [3]. Die NO_2-Messungen an über 20 Messorten sowie die meteorologischen Messungen werden seit dem Jahr 2009 von der Müller-BBM GmbH durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse sowohl der meteorologischen Messungen als auch der NO_2-Messungen werden nach einer Qualitätsprüfung und nach Abstimmung mit der Stadt Wuppertal unter www.no2-wuppertal.de veröffentlicht. Die Ergebnisse der NO_2-Messungen (Passivsammler) werden aufgrund des Messverfahrens dabei monatlich, die Ergebnisse der meteorologischen Messungen täglich aktualisiert.

Im vorliegenden Luftmessbericht Wuppertal 2017 werden die Beschreibung des Untersuchungsgebietes, die Darstellung der aktuellen Messumfänge und Messorte, die eingesetzten Messverfahren sowie die Messergebnisse und deren Bewertung für das Jahr 2017 detailliert zusammengestellt. Abschließend erfolgt eine Darstellung der insgesamt im Wuppertaler Stadtgebiet erfassten Luftschadstoffdaten für Stickstoffdioxid (NO_2) und Partikel (PM_{10} und $PM_{2,5}$).

[1] 39. BImSchV - Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen).

2 Untersuchungsgebiet

Geographische Lage und Topographie

Die Stadt Wuppertal im Bergischen Land zählt mit etwa 360.000 Einwohnern und einer flächenhaften Ausdehnung von 168 km² zum Regierungsbezirk Düsseldorf. Südlich des Ruhrgebietes befindet sich Wuppertal etwa in der geographischen Mitte der Metropolregion Rhein-Ruhr, etwa 30 Kilometer östlich von Düsseldorf, 40 Kilometer nordöstlich von Köln und etwa 23 Kilometer südöstlich von Essen (Abbildung 1).

Wuppertal liegt in einem Bogen der Wupper entlang der Grenze zum Niederbergischen im Norden und den oberbergischen Hochflächen im Süden. Der südöstliche Teil des Stadtgebietes gehört zur Bergischen Hochfläche mit Höhen von bis zu ca. 350 m, die durch tiefe Kerbtäler der Gewässer- und Bachläufe durchschnitten wird. Der nordwestliche Bereich des Stadtgebietes ist Teil des Niederbergischen Hügellandes, das Geländehöhen von bis zu 322 m aufweist. Die Höhe Wuppertals über dem Meeresspiegel beträgt zwischen 101 und 350 Metern.

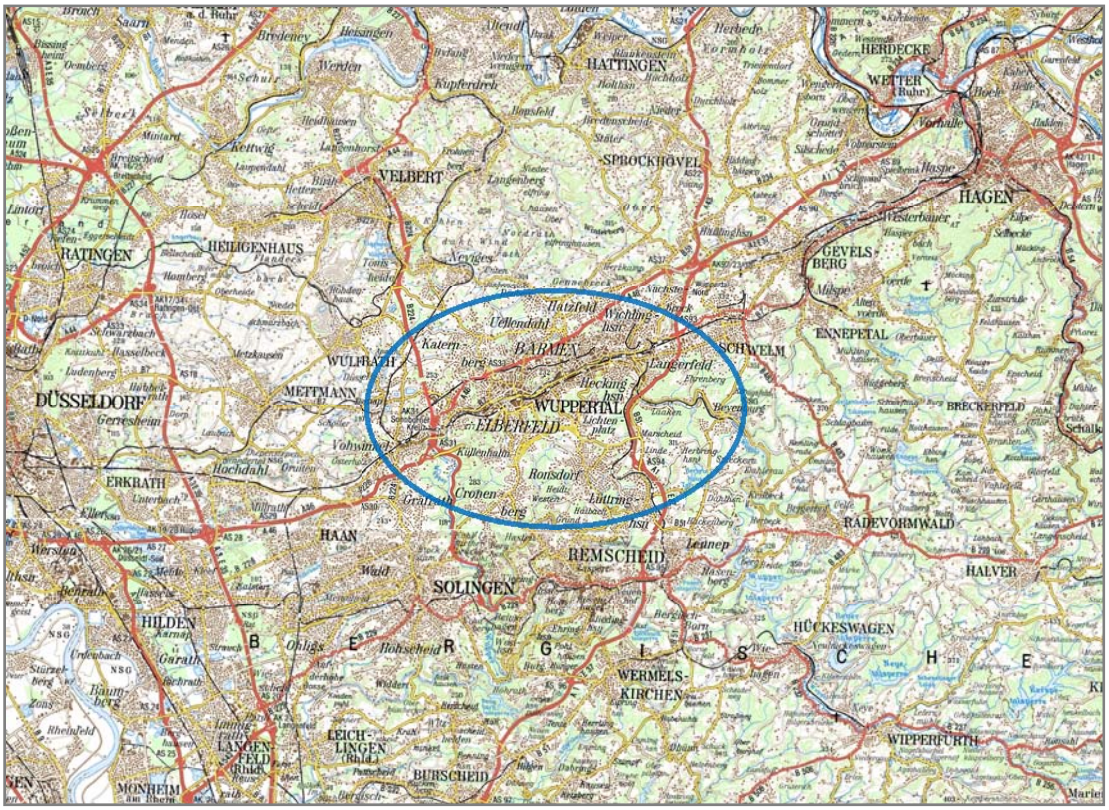


Abbildung 1 Räumliche Lage der Stadt Wuppertal im Bergischen Land [23].

Das Tal der Wupper erstreckt sich im Stadtgebiet mit einer Länge von 33,9 Kilometern überwiegend von Osten nach Westen und weist Aufweitungen mit Breiten von bis zu zwei Kilometern auf, in denen die Stadtzentren Barmen und Elberfeld liegen.

3 Messorte und Messumfang

Zielsetzung/Methodik

Die NO_2-Messungen mittels Passivsammlern werden in Wuppertal seit dem Jahr 1999 durchgeführt, wobei die Anzahl der Messpunkte je nach konkretem Messkonzept variierte (von 2009 bis 2012 an 23, seit 2013 an 24 Messorten). Die kommunalen NO_2-Messungen ermöglichen parallel und in Ergänzung zu den vom LANUV NRW im Wuppertaler Stadtgebiet durchgeführten Immissionsmessungen eine flächenhafte Bewertung der Luftschadstoffbelastung in Wuppertal sowie deren zeitliche Entwicklung. Als Messstandorte wurden bislang insbesondere emissionsseitige Belastungsschwerpunkte mit teilweise ungünstigen lokalen Austauschbedingungen ausgewählt. Die lufthygienischen Messungen im Stadtgebiet Wuppertal werden ergänzt durch die Erfassung der meteorologischen Grundgrößen Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

Festlegung der Messorte

Die Auswahl und Festlegung der 24 Messstandorte für die NO_2-Passivsammlermessungen im Jahr 2017 erfolgte durch das Ressort Umweltschutz der Stadt Wuppertal in Abstimmung mit dem LANUV NRW und Müller-BBM. Die aktuell beprobten Standorte der NO_2-Messungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1 Aktuell beprobte Standorte für NO_2-Messungen in Wuppertal.

MP-Nr.	Messort / Adresse		Höhe	Beginn	Rechtswert	Hochwert
	Straße / Hausnummer	Stadtteil	m über NN	Jahr	m	m
MP 01	Nevigeser Straße 98	Katernberg	214	2006	25 78 552	56 82 417
MP 02	Briller Straße 28	Elberfeld	147	2006	25 79 011	56 80 700
MP 04	Steinbeck 92	Elberfeld	181	2006	25 79 875	56 79 586
MP 05	Hochstraße 63	Elberfeld	171	2006	25 79 680	56 81 311
MP 07	Uellendahler Straße 198	Elberfeld	181	2006	25 80 419	56 82 837
MP 08	Hofkamp 86	Elberfeld	146	2006	25 80 606	56 80 992
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	Barmen	149	2006	25 81 936	56 81 400
MP 13	Rudolfstraße 149	Barmen	154	2006	25 82 402	56 82 118
MP 14	Schönebecker Straße 81	Barmen	188	2006	25 82 428	56 82 953
MP 16	Steinweg 25	Barmen	159	2006	25 83 358	56 82 617
MP 17	Westkotter Straße 111	Barmen	193	2006	25 84 225	56 83 672
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	Barmen	179	2006	25 85 084	56 83 487
MP 21	Berliner Straße 159	Barmen	160	2006	25 85 123	56 82 988
MP 22	Heckinghauser Straße 159	Barmen	166	2006	25 85 196	56 82 547
MP 24	Staasstraße 51	Ronsdorf	274	2006	25 83 808	56 77 532
MP 27	Bundesallee 30	Elberfeld	142	2007	25 79 293	56 80 403
MP 28	Schwarzbach 78	Barmen	171	2007	25 85 587	56 83 482
MP 33	Kaiserstraße 32	Vohwinkel	162	2007	25 74 963	56 78 028
MP 34	Haeseler Strasse 94	Vohwinkel	140	2007	25 76 023	56 78 403
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	Barmen	155	2008	25 82 670	56 81 806
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	Vohwinkel	137	2014	25 76 225	56 78 643
MP 45	Varresbeckerstraße 122	Elberfeld	154	2016	25 77 121	56 80 230
MP 46	Schützenstraße 74	Barmen	188	2016	25 83 157	56 83 417
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	Barmen	172	2016	25 83 981	56 82 201

Die nicht fortlaufende Nummerierung der derzeit realisierten Messstellen ist auf die seit mehreren Jahren kontinuierliche Fortschreibung des NO_2-Messprogramms in Wuppertal zurückzuführen. Um eine eindeutige Zuordnung der Messergebnisse auch in der langjährigen Entwicklung zu gewährleisten, wurden die Nummern der Messpunkte, die nicht mehr beprobt wurden, nicht wieder verwendet.

Gegenüber dem Messjahr 2016 wurde das Messnetz in 2017 nicht verändert. Die im Jahr 2016 neu in Betrieb genommenen Messpunkte MP 45 (Varresbeckerstraße 122), MP 46 (Schützenstraße 74) und MP 47 (Gewerbeschulstraße 54) waren auch in 2017 weiterhin Bestandteil des Messnetzes.

Die folgende Abbildung 2 zeigt die räumliche Verteilung der in Tabelle 1 aufgeführten Messorte im Jahr 2017 im Stadtgebiet von Wuppertal in der Übersicht.

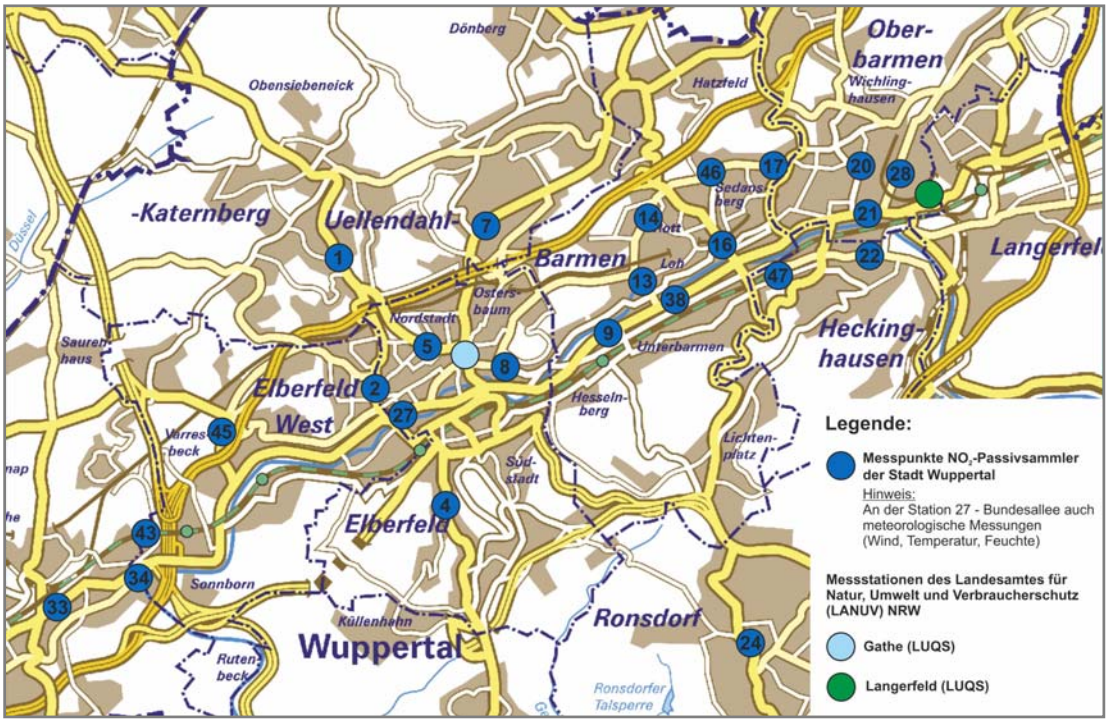


Abbildung 2 Räumliche Verteilung der kommunalen Messorte MP 1 bis MP 47 sowie der LANUV NRW Messstandorte (LUQS) im Stadtgebiet von Wuppertal.

Die Messstation an der Bundesallee (MP 27) nimmt in dem in Tabelle 1 dargestellten Messprogramm eine gewisse Sonderrolle ein. Während alle anderen 23 Messorte mehr oder weniger stark ausgeprägte Belastungsschwerpunkte repräsentieren, handelt es sich bei der Station Bundesallee um eine Überdachstation in 30 m Höhe zur Erfassung des innerstädtischen Hintergrundes für NO_2 in Wuppertal.

Ergänzend enthält der Anhang A die Beschreibung und fotografische Dokumentation der aktuell in Betrieb befindlichen Messorte MP 01 bis MP 47 im Stadtgebiet. Zudem ist in Abschnitt 7 die gesamte Entwicklung des NO_2-Messnetzes in Wuppertal seit dem Jahr 2006 dargestellt und beschrieben.

Messumfang

An den in Tabelle 1 aufgeführten Messorten MP 1 bis MP 47 in Wuppertal wurde, in Anlehnung an die Aufgabenstellung und Zielsetzung der Messungen, die folgende Komponente messtechnisch bestimmt:

Tabelle 2 Messumfang an den Messpunkten MP 1 bis MP 47.

Nr.	Schadstoffe/Komponenten	Zeitliche Auflösung
1	Stickstoffdioxid NO_2	Monatswerte

Zur Erfassung der meteorologischen Daten in einer zeitlichen Auflösung von Halbstundenmittelwerten wird an der Bundesallee (MP 27) eine Überdachstation an der katholischen Hauptschule Wuppertal-West betrieben. Zudem wird dort auch NO_2 erfasst. Die Station repräsentiert den innerstädtischen Hintergrund für NO_2 in Wuppertal.

Messzeitraum

Die NO_2-Messungen und die meteorologischen Messungen werden in Wuppertal kontinuierlich durchgeführt. Im Rahmen des vorliegenden Luftmessberichtes 2017 werden die Ergebnisse für das Messjahr 2017 dargestellt und bewertet. Die konkreten Probenahmezeiträume für die NO_2-Messungen der jeweiligen Einzelmonate können Tabelle 10 in Anhang B entnommen werden. In Anhang C befindet sich der Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen (Tabelle 11 bis Tabelle 13).

4 Mess- und Analysenverfahren

4.1 Stickstoffdioxid NO_2 (Passivsammler)

Die Messungen von Stickstoffdioxid (NO_2) werden an den aktuell 24 Messorten in Wuppertal mit sogenannten Passivsammlern durchgeführt. Der Einsatz von Passivsammlern erlaubt aufgrund des Messverfahrens eine einfache und kostengünstige, aber dennoch belastbare Erfassung der NO_2-Konzentrationen zeitgleich an einer großen Anzahl von Messstellen bei vergleichsweise geringem Aufwand.

Die Funktionsweise der Passivsammler basiert auf der Anreicherung von Stickstoffdioxid (NO_2) an einem geeigneten Adsorbens ohne aktive Probenahme. Das Probenahmesystem besteht aus einem Kunststoffröhrchen, an dessen einen Ende sich ein mit Triethanolamin imprägniertes Edelstahl-Drahtsieb als Adsorbens befindet. Das in der Außenluft enthaltene Stickstoffdioxid wird durch Diffusion zu diesem Adsorbens transportiert und dort adsorbiert. Anschließend wird die Stickstoffdioxidmenge im Labor als Nitrit, z. B. mittels Fotometrie, analysiert. Aus der Analytmenge, dem Expositionszeitraum und der Sammelrate wird die mittlere Konzentration im Expositionszeitraum berechnet. Typische Expositionszeiträume liegen im Bereich von zwei bis sechs Wochen. Für die in Wuppertal durchgeführten Messungen wurden Messzeiträume von etwa vier Wochen realisiert, um eine Auswertung auf Monatsmittelwertbasis zu ermöglichen. Zur Verringerung von wind- und turbulenzbedingten Einflüssen befindet sich an der offenen Seite des Probenahmeröhrchens eine Glasfritte. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen werden die Sammler in einem nach unten geöffneten Gehäuse eingehängt und exponiert.

Gegenüber dem Referenzverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid weisen die Ergebnisse der Passivsammlermessungen eine erhöhte Unsicherheit auf. Nach Untersuchungen des LANUV-NRW sowie auf der Basis eigener Untersuchungen von Müller-BBM können für Jahresmittelwerte die Anforderungen der EU an die Datenqualität für ortsfeste, kontinuierliche Messungen jedoch eingehalten werden [32], [33].

Richtlinien:

DIN EN 16339 (2013-11): Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler

DIN EN 13528 1-3 (2002-12): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen - Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 1 - 3

Probenahme

Adsorptionseinrichtungen:	Sammelröhrchen NO_2 (passam ag) - Komplexierung mit Triethanolamin - Diffusionsbarriere (gesintertes Glas, Typ Vitrapor, ROBU, Porositätsklasse 0, Porenweite 160 – 250 µm)
Expositionsdauer:	etwa 30 Tage
Expositionshöhe:	2 – 4 m über Grund

Probentransfer:	verschlossene Sammelröhrchen
Zeitraum zwischen Ende der Probenahme und Probenaufarbeitung:	max. 2 Wochen
Probenlagerung:	lichtgeschützt, Temperatur < 20 °C

Analysenverfahren

Die Analyse erfolgt nach wässriger Extraktion und Umsetzung mit Farbreagenz nach VDI 2453 mittels Fotometrie (Saltzman).

UV-VIS-Fotometer:	Shimadzu/UV-Mini-1240 SN: A109346 37817 CS Prüfmittel-Nr. 7059
Wellenlänge:	550 nm
Standards:	Nitritlösungen als externe Standards

Verfahrenskenngrößen

Querempfindlichkeiten:	keine
Sammelrate:	0,734 ml/min (gemäß [34])
Absolute Nachweisgrenze:	0,05 µg/Probe
Relative Nachweisgrenze:	1,7 µg/m^3 bei 30-tägiger Exposition
Messunsicherheit:	< 15% (erw. Messunsicherheit, bezogen auf 40 µg/m³, bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k=2)

4.2 Meteorologische Größen

Die meteorologischen Größen Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit wurden mit einer automatischen Messstation an der Messstelle Bundesallee 30 (MP 27) erfasst und gespeichert. Die Überdachstation befindet sich in einer Höhe von 30 m über Grund sowie 6 m über Firstniveau.

Die Messdaten werden mit einem automatischen Datenlogger erfasst, zu Halbstundenmittelwerten verdichtet und täglich mittels GSM-Modem in einer Messnetzzentrale dokumentiert und gesichert. Einmal täglich erfolgt zudem eine Aktualisierung der meteorologischen Daten unter www.no2-wuppertal.de.

Innerstädtische meteorologische Messungen sind im Hinblick auf Messstandorte, die Zielsetzung der Messung sowie die Anwendbarkeit der Messdaten differenziert zu betrachten. Bodennahe Messungen von Windrichtung und Windgeschwindigkeit innerhalb der Bebauungsstruktur (z. B. innerhalb einer Straßenschlucht) sind immer nur für eine sehr eingeschränkte räumliche Ausdehnung repräsentativ. Die an der Bundesallee erfassten meteorologischen Größen (insbesondere Windrichtung und -geschwindigkeit) in 30 m Höhe über Grund sind demgegenüber für eine deutlich größere Fläche repräsentativ.

Richtlinien:

VDI 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen

VDI 3786, Blatt 2 (2018-05): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind

VDI 3786, Blatt 3 (2012-10): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Lufttemperatur

VDI 3786, Blatt 4 (2013-06): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Luftfeuchte

Messsystem:	Datalogger MeteoLOG TDL 14 Typ 9.1740.10.000 Adolf Thies GmbH & Co. KG Serien-Nr. 0209312 / PMV 7254
Windgeschwindigkeit:	Schalensternanemometer „compact“ Typ 4.3519.00.700 / Serien-Nr. 0612 0900
Windrichtung:	Windfahne „compact“ Typ 4.3129.60.700 / Serien-Nr. 0612 0179
Lufttemperatur:	Hygro-Thermogeber „compact“ Typ 1.1005.54.000 / Serien-Nr. 83175 Messelement: Pt 100 Klasse B
Luftfeuchte:	Hygro-Thermogeber „compact“ Typ 1.1005.54.000 / Serien-Nr. 83175 Messelement: Kapazitiv

4.3 Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen

Die Müller-BBM GmbH betreibt ein Qualitätsmanagementsystem und ein nach BS OHSAS 18001 zertifiziertes Arbeits- und Gesundheitsschutz-Managementsystem. Weitere Informationen finden Sie unter www.MuellerBBM.de.

Müller-BBM ist gemäß § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung (41. BImSchV) als sachverständige Stelle bekannt gegeben. Die Bekanntgabe umfasst die Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen, Geräuschen und Erschütterungen, die Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie die Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmesseinrichtungen und die Überprüfung von Verbrennungsbedingungen. Detaillierte Informationen hinsichtlich der Stoff- und Tätigkeitsbereiche gemäß der Gruppeneinteilung der 41. BImSchV sind im Recherchesystem Messstellen und Sachverständige unter www.resymesa.de veröffentlicht.

Die Prüflaboratorien für Schall, Schwingungen, elektromagnetische Felder und Licht, für Immissionsschutz, Gefahrstoffmessungen und chemische Analytik und das akustische Prüflaboratorium für Materialien, Bauteile und Geräte sowie das Kalibrierlaboratorium für Beschleunigung und akustische Messgrößen sind nach DIN EN ISO/ IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierungsurkunden können unter www.MuellerBBM.de heruntergeladen werden.

Neben den allgemeinen, im Qualitätsmanagement der Firma Müller-BBM beschriebenen Maßnahmen, werden folgende spezifische Vorgehensweisen berücksichtigt:

Für alle Messparameter wurden über den Messzeitraum hinweg wiederholt Leerwerte (Blindproben) mitanalysiert, aus deren Ergebnissen die Nachweisgrenze des jeweiligen Verfahrens ermittelt werden kann. Alle Messungen mittels Passivsammlern erfolgen grundsätzlich als Doppelbeprobung. Im Rahmen der Qualitätssicherung der Passivsammlermessungen werden zusätzlich kontinuierliche Vergleichsmessungen zwischen NO_2-Passivsammlern und eignungsgeprüften, kontinuierlichen NO_2-Messsystemen (Referenzverfahren Chemilumineszenz) durchgeführt.

5 Meteorologie im Messzeitraum

Zusätzlich zu den lufthygienischen Messkomponenten werden an der Station Wuppertal-Bundesallee die meteorologischen Größen Lufttemperatur, relative Luftfeuchte sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit kontinuierlich erfasst. Die Aufzeichnungen liegen für den Zeitraum vom 01. Januar bis zum 31. Dezember 2017 als Halbstundenmittelwerte vor; für jedes Halbstundenintervall und jede Messgröße wurden ferner jeweils die höchsten und die niedrigsten Einzelmesswerte festgehalten (Extremwerte; siehe Anhang C). Die Datenverfügbarkeit für den Messzeitraum beträgt 100 %. Die meteorologischen Größen dienen u. a. der Beurteilung der Immissionssituation.

Im Jahresverlauf kann es in Abhängigkeit der Witterungs- und Ausbreitungsbedingungen zu einer Akkumulation von Luftschadstoffen in der bodennahen Atmosphäre kommen. Insbesondere stabile Hochdruckwetterlagen sind oftmals mit geringen horizontalen Windgeschwindigkeiten und somit einer eingeschränkten Durchmischung der Grenzschicht verbunden. Bei niedrigen Tagesmittelwerten der Windgeschwindigkeit ist die Austauschfähigkeit der Atmosphäre eingeschränkt. In den Wintermonaten können sich unter Hochdruckeinfluss über Tage andauernde stabile Ausbreitungsbedingungen in Verbindung mit Inversionen ausprägen. Dies führt im Allgemeinen zu einer Anreicherung von Luftschadstoffen und damit unter anderem zu einem starken Anstieg der Konzentration von Stickstoffdioxid NO_2 und Feinstaub PM_{10}. In den Sommermonaten sind stabile Hochdruckwetterlagen mit sonniger heißer Witterung verbunden. Hier können sich nächtliche Inversionen mit eingeschränkten Austauschbedingungen ausbilden; tagesperiodische Lokalwinde, wie Talwindsysteme, können entstehen. An vielbefahrenen Straßen kann es besonders abends zu einem Anstieg von Stickstoffdioxid kommen.

5.1 Witterungsverlauf 2017

Ein warmes Jahr mit unbeständigen und oft extremen Wetterlagen

Auf einen verhältnismäßig milden Dezember 2016 folgte ein winterlicher Januar 2017. Ausgeprägter Hochdruckeinfluss führte zu vielen sonnigen und kalten Tagen in NRW. Die kalte Witterung dauerte noch bis Anfang Februar an, wurde dann aber durch eine kräftige westliche Strömung abgelöst, die zum einen höhere Temperaturen und Niederschlag mit sich brachte sowie zum anderen teils kräftige Sturmböen. Besonders das Tief „Thomas“ sorgte Ende Februar NRW-weit für Schäden. Insgesamt war der Winter 2016/2017 etwas zu mild, sehr sonnig und deutlich zu trocken.

Das Frühjahr begann äußerst mild. Der März 2017 war dem Deutschen Wetterdienst zufolge der wärmste März in NRW seit Beginn der Wetteraufzeichnung 1881 mit durchschnittlich 8,3 °C. Das milde Frühlingswetter setzte sich im ersten Drittel des Aprils noch fort, wurde dann aber durch Kaltluftvorstöße abgelöst, die zu empfindlichen Spätfrösten führten. Rund um Ostern 2017 kam es bis ins Flachland noch zu Schneefällen. Ab Mitte Mai verabschiedeten sich die niedrigen Temperaturen endgültig. Zum Ende des Monats kam es zu einer ersten dreitägigen Hitzewelle mit rekordverdächtigen 34,3 °C in Wuppertal. Die Niederschläge fielen im Frühjahr 2017 landesweit betrachtet um gut ein Drittel niedriger aus als im langjährigen Vergleich. Auf den trockenen Winter folgte damit ein ebenso trockenes Frühjahr.

Der Hochdruckeinfluss Ende Mai setzte sich auch im Juni fort. Der Juni 2017 war in Wuppertal mit einer Durchschnittstemperatur von 19,8 °C gegenüber dem langjährigen Mittel (16,2 °C) besonders warm. In den Nachmittagsstunden des 22.06.2017 wurde die Jahreshöchsttemperatur von 35,0 °C an der Bundesallee gemessen. Insbesondere im Juli und August kam es wegen der anhaltenden Hitze örtlich immer wieder zu kräftigen Gewittern mit Starkregen und Hagel. Neben diesen Hitzeperioden war die zweite Sommerhälfte in NRW häufig von aus Westen heranziehenden Tiefdruckgebieten geprägt.

Mit Beginn des Septembers stellte sich sogleich herbstliches Wetter ein. Die spätsommerlichen Temperaturen des Septembers 2016 wiederholten sich in 2017 nicht. Sowohl die Durchschnittstemperatur von 14,3 °C in Wuppertal sowie eine Niederschlagsmenge von 65 l/m² in NRW lagen im Bereich der langjährigen Mittel. Die Temperaturen kühlten sich zum Oktober nicht merklich ab, sodass der Oktober 2017 einer der wärmsten seit Beginn der Wetteraufzeichnung war. Es dominierten vor allem atlantische Tiefdruckausläufer, die z. B. am 5. Oktober das Sturmtief „Xavier“ mit sich brachten, welches den gesamten Bahnverkehr in Nordwestdeutschland lahmlegte. Ab November kam es stellenweise zu den ersten Nachtfrösten bei dominierenden westlichen Strömungen. Der Herbst 2017 war landesweit insgesamt niederschlagsreich (245 l/m²) und sonnenscheinarm (245 h).

Die westliche Strömung setzt sich zum Winteranfang fort. Insbesondere der Silvestertag war mit Temperaturen über 13 °C in Wuppertal besonders warm.

Die Niederschlagsmenge des langjährigen Mittels von 875 l/m² in NRW wurde im Jahr 2017 trotz einer sehr trockenen ersten Jahreshälfte insgesamt erreicht [7].

Lufttemperaturen in Wuppertal

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für das Jahr 2017 sind in Abbildung 3 sowie in Tabelle 3 den langjährigen Mittelwerten der Referenzperiode 1981-2010 der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.) gegenübergestellt [8].

Die an der Station Wuppertal-Bundesallee gemessenen Temperaturen lagen im Mittel bei 11,4 °C und damit um 0,3 °C höher als im Vorjahr 2016. Der langjährige Mittelwert der Referenzperiode an der Station Wuppertal-Buchenhofen (10,1 °C) wurde um 1,3 °C übertroffen (Vorjahr: + 1,0 °C). Deutschlandweit war 2017 eines der 10 wärmsten Jahre seit Beginn regelmäßiger Temperaturmessungen im Jahr 1881 [7]. Der bundesweit erkennbare Trend in 2017 spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wieder (siehe Tabelle 3).

Der Jahresverlauf der Monatsmitteltemperaturen ist in Abbildung 3 dargestellt und verdeutlicht die Temperaturtrends in 2017: Besonders im Februar und März sowie im Mai, Juni und Oktober gab es Abweichungen von mehr als +2 °C gegenüber dem langjährigen Mittel. Nur im Januar stellten sich die Temperaturen deutlich kälter dar, als im langjährigen Mittel üblich. Mit 0,6 °C im Monatsmittel lag die Temperatur 2,0 °C unterhalb der Vergleichsperiode. Die Temperaturen zum Jahresende 2017 (November und Dezember) waren unauffällig und bewegen sich nah am langjährigen Trend.

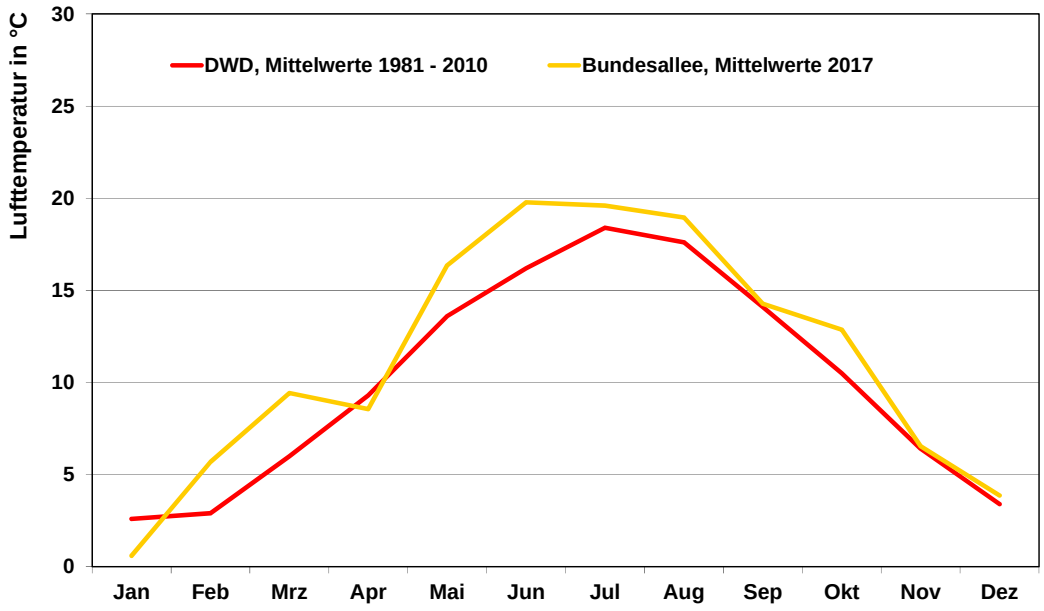


Abbildung 3 Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für den Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2017 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

Mit dem insgesamt milden Temperaturverlauf geht auch eine niedrige Anzahl sog. „Frosttage“ (T_{min} < 0 °C) einher (vgl. Abbildung 4 und Tabelle 3). Insbesondere im Februar und März sowie im November und Dezember gab es verhältnismäßig wenige Tage mit einem Tagesminimum unter 0 °C in Wuppertal. Allerdings war es im Januar 2017 mit insgesamt 20 Frosttagen besonders häufig kalt. Sogenannte „Eistage“, an denen auch das Tagesmaximum der Lufttemperatur unter 0 °C lag, wurden in den beiden Vorjahren 2015 und 2016 insgesamt nur an einem Tag erfasst. Im Jahr 2017 sorgte der Januar für vier Eistage. Der kälteste Tag 2017 war in Wuppertal der 06. Januar mit -4,5 °C im Tagesdurchschnitt.

Die größte monatliche Anzahl von Sommertagen (T_{max} > 25 °C) wurde 2017 im Juli erreicht (16 Tage). Auch im Juni und August gab es viele Sommertage. Neben dem Juni weicht in diesem Zusammenhang vor allem der Mai am deutlichsten vom langjährigen Mittel ab. Insgesamt gab es mit 48 Sommertagen im Jahr 2017 elf Tage mehr als im langjährigen Mittel 1981–2010 (vgl. Abbildung 5 und Tabelle 3).

Der heißeste Tag des Jahres in Wuppertal war der 22. Juni 2017 mit 27,3 °C im Tagesmittel. In den Nachmittagsstunden wurden Maximaltemperaturen von 35,0 °C erreicht. Sog. „Heiße Tage“ mit Höchsttemperaturen über 30 °C traten in diesem Jahr insgesamt elf Mal auf, langjährig sind acht Tage üblich. In sieben sog. „Tropischen Nächten“ fiel die niedrigste Lufttemperatur nicht unter 20 °C. Hierzu wird im langjährigen Vergleich keine Statistik geführt.

Tabelle 3 Monats- und Jahresmittelwerte der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchte sowie monatliche Häufigkeiten von Sommertagen, Heißen Tagen, Frosttagen und Eistagen an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) im Jahr 2017 im Vergleich mit den langjährigen Mittelwerten an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur (°C)														
DWD	1981-2010	2,6	2,9	6,0	9,3	13,6	16,2	18,4	17,6	14,1	10,5	6,4	3,4	10,1
Bundesallee	2017	0,6	5,7	9,4	8,6	16,4	19,8	19,6	19,0	14,3	12,9	6,5	3,9	11,4
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2012-2016	87	82	74	69	70	72	72	72	78	84	86	87	78
Bundesallee	2017	83	81	69	68	66	63	70	74	81	83	89	93	77
Sommertage (T_{max} > 25 °C)														
DWD	1981-2010	0	0	0	1	4	7	12	10	3	0	0	0	37
Bundesallee	2017	0	0	0	0	8	13	16	10	0	1	0	0	48
Heiße Tage (T_{max} > 30°C)														
DWD	1981-2010	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	8
Bundesallee	2017	0	0	0	0	3	5	2	1	0	0	0	0	11
Frosttage (T_{min} < 0°C)														
DWD	1981-2010	14	13	8	3	0	0	0	0	0	1	5	11	55
Bundesallee	2017	20	5	0	2	0	0	0	0	0	0	2	7	36
Eistage (T_{max} < 0°C)														
DWD	1981-2010	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
Bundesallee	2017	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

* Für einen unmittelbaren Vergleich erfolgt die Darstellung der Monatskennwerte aus den mehrjährigen Statistiken des DWD hier auf "ganze Tage" gerundet. Daraus ergeben sich im Einzelfall rundungsbedingte Differenzen zum Mittelwert.

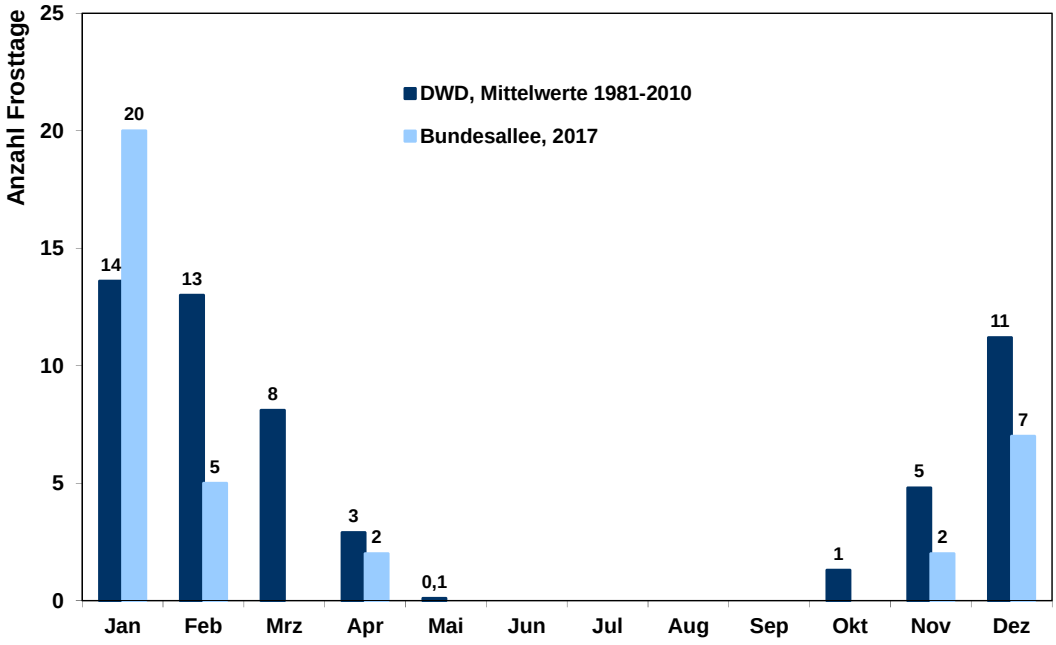


Abbildung 4 Monatliche Anzahl der Frosttage (T_{min} < 0 °C) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2017 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

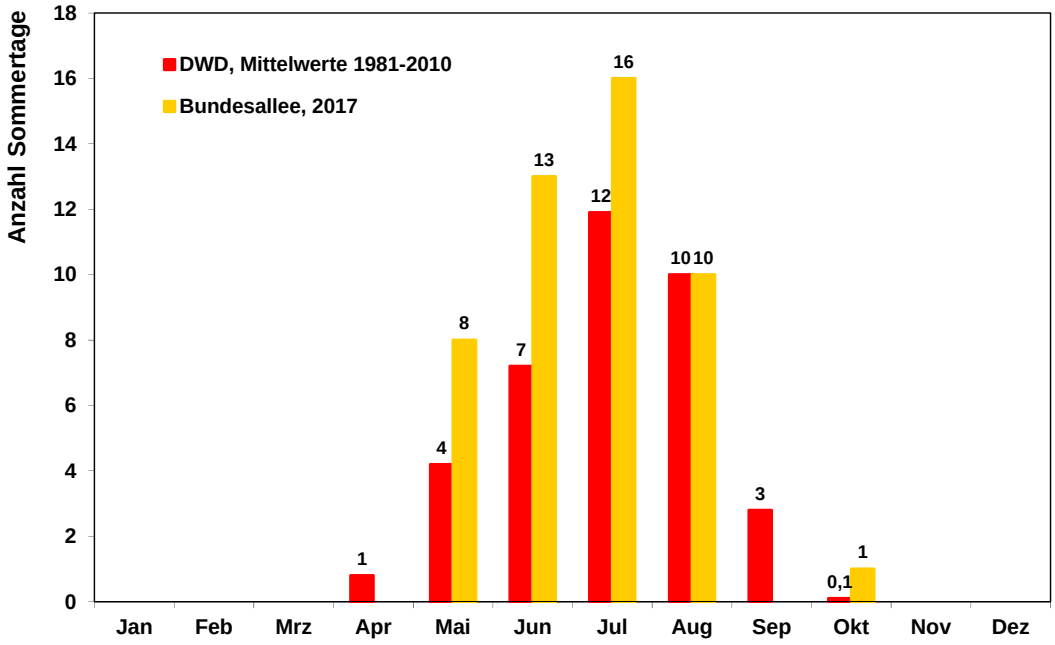


Abbildung 5 Monatliche Anzahl der Sommertage (T_{max} > 25 °C) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) in 2017 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2017 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2017 dargestellt.

Tabelle 4 Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2017 (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Vergleich zum Zeitraum 2012-2016.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	2012-2016	2,8	3,0	2,4	2,5	2,3	2,3	2,2	2,1	1,9	2,2	2,5	2,9	2,4
Bundesallee	2017	2,0	2,5	2,6	1,8	2,0	2,4	2,0	1,7	1,9	2,5	2,2	2,9	2,2

Die Monats- und Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten zeigen im Jahr 2017 lediglich eine schwach ausgeprägte jahreszeitliche Dynamik von niedrigen Windgeschwindigkeiten in den Sommermonaten und höheren Windgeschwindigkeiten im Winter. Bedingt durch einen hohen Anteil stabiler Hochdruckwetterlagen war insbesondere der Januar 2017 durch eine, im Vergleich zum mehrjährigen Mittel, geringe mittlere Windgeschwindigkeit geprägt. Auch im Februar und April wurden deutlich niedrigere Windgeschwindigkeiten als üblich registriert. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten wurden im Monatsmittel im August gemessen (1,7 m/s). Der windigste Monat war der Dezember mit 2,9 m/s.

Die in Abbildung 6 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit im Jahr 2017 weist ein primäres Maximum aus südwestlichen bis südsüdwestlichen Richtungen auf. Ein sekundäres Maximum besteht in den nordöstlichen Anströmungen, welches im Vergleich zum Primärmaximum nur eine sehr geringe Ausprägung hat. Die Spitzenwerte der Windgeschwindigkeiten sind an das Primärmaximum gebunden. Schwachwinde mit < 1,4 m/s verteilen sich in etwa gleichermaßen auf das Primär- und Sekundärmaximum. Die für das Jahr 2017 ermittelte Windrichtungsverteilung ist typisch für den Messstandort und weicht nur geringfügig von den langjährig erfassten Daten ab.

Abbildung 7 gibt die Häufigkeitsverteilung der zu Klassen zusammengefassten Windgeschwindigkeiten wieder. Auch diese Verteilung entspricht im Wesentlichen den langjährigen Mittelwerten, wobei insbesondere die Witterungssituationen mit geringen Windgeschwindigkeiten (WG < 1,4 m/s) sowie die Windgeschwindigkeitsklasse 4 (gemäß TA Luft: WG 2,4 bis 3,8 m/s) mit 21 % bzw. 28 % besonders häufig auftraten. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 01.01.2017 bis 31.12.2017 etwa 2,2 m/s (siehe Tabelle 4).

Für eine detaillierte Beurteilung der monatsbezogenen Immissionskenngrößen sind in den Abbildungen 9 und 10, analog zum gesamten Messzeitraum, die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und -geschwindigkeiten in den einzelnen Messmonaten dargestellt. Abgesehen vom Mai war in jedem Einzelmonat das Primärmaximum dominant. Insbesondere von Oktober bis Dezember gab es fast ausschließlich südwestliche Winde.

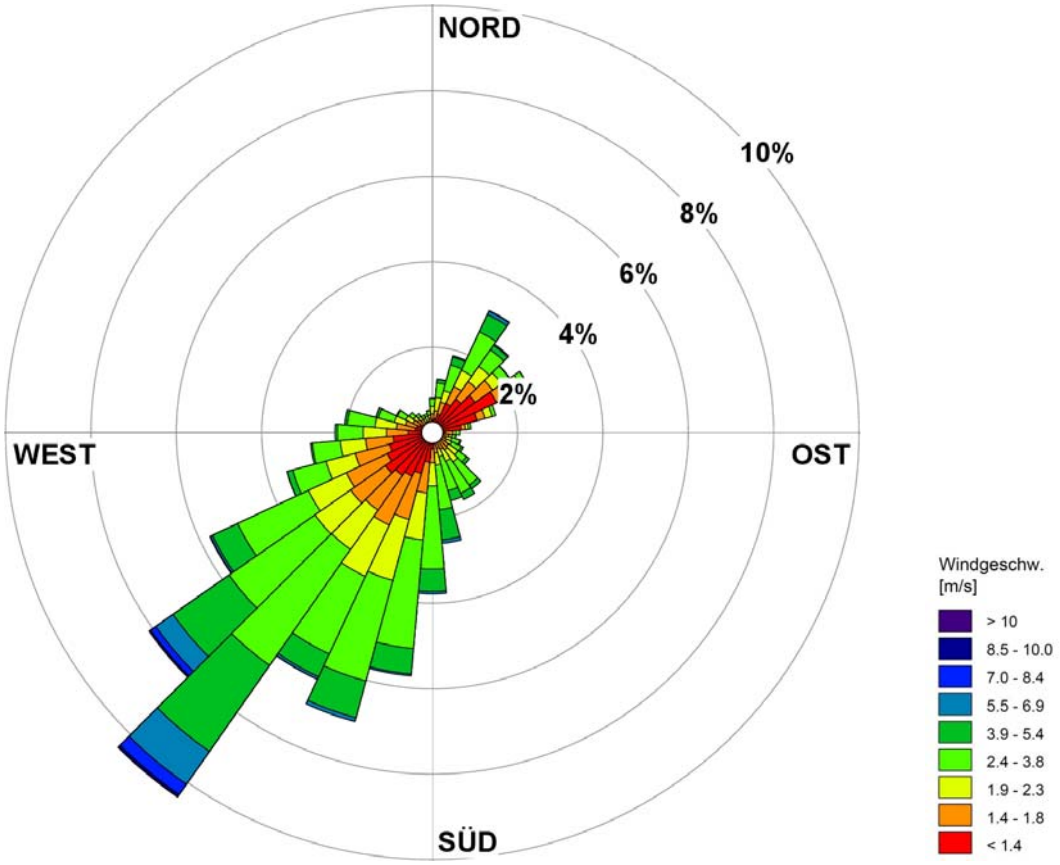


Abbildung 6 Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2017.

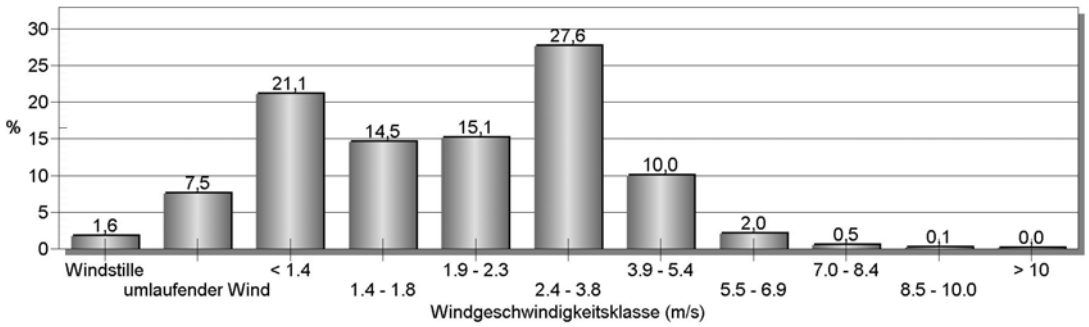


Abbildung 7 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen (30-min-Mittelwerte) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2017.

Die in Abbildung 8 dargestellte Zeitreihe der Windgeschwindigkeit dokumentiert die typische, deutlich stärkere Streuung der täglichen Maximalwerte der Windgeschwindigkeit gegenüber den Tagesmittelwerten. Die stärksten Windböen wurden an der Station Bundesallee mit 16,5 m/s (59 km/h) am 23.02.2017 erreicht.

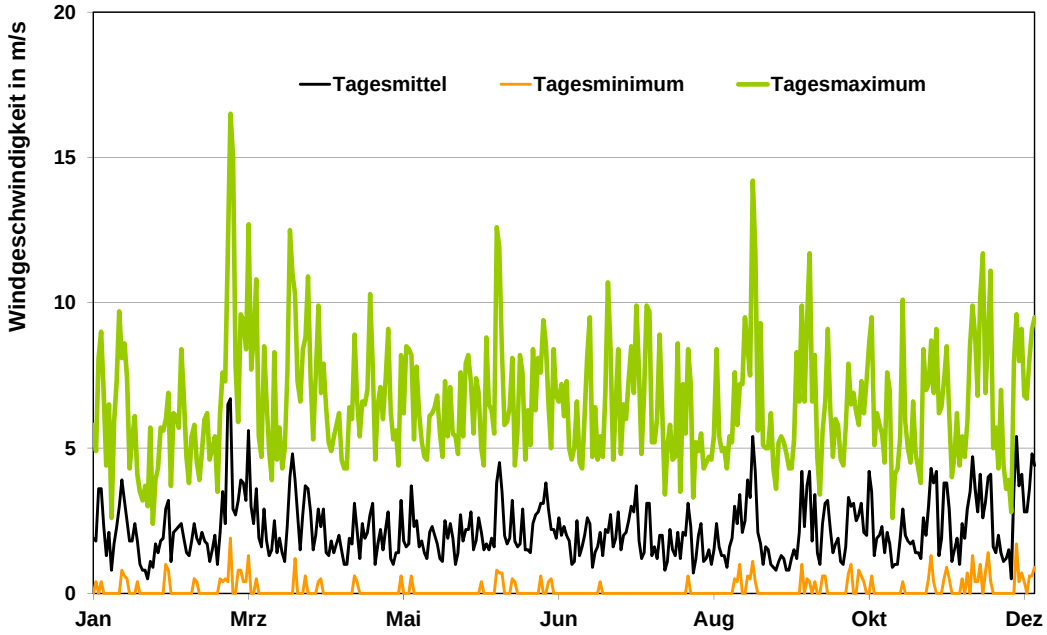


Abbildung 8 Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2017.

Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (orangefarbene Kurve in Abbildung 8) weist Werte zwischen 0 und 1,9 m/s auf. Die Verteilung entspricht insgesamt einem durchaus typischen Jahresgang mit tendenziell häufigeren Windstillen in den Sommermonaten.

Die Tagesmaxima (grüne Kurve in Abbildung 8) traten im Allgemeinen während der Tagstunden sowie die Minima während der Nachtstunden auf. Diese Verteilung der Extremwerte der Windgeschwindigkeit im Tagesgang ist typisch und dokumentiert u. a. die eher labileren, das heißt austauschreichen Verhältnisse der bodennahen Atmosphäre während der Tagstunden gegenüber den meist deutlich stabileren und somit austauschärmeren Zuständen während der Nachtstunden ohne solare Einstrahlung.

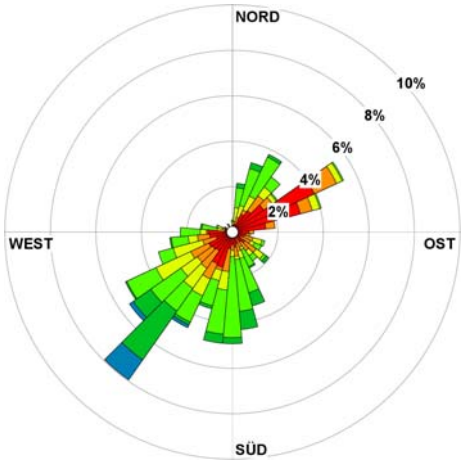
Eine abschließende Bewertung der lokalen Austauschbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal ist zusätzlich von weiteren Kriterien abhängig. Neben der Stärke der Windgeschwindigkeit hat auch der zeitliche Verlauf der Windgeschwindigkeit in Verbindung mit der vertikalen Stabilität der bodennahen Atmosphäre einen wesentlichen Einfluss auf die Austauschbedingungen insgesamt. Die resultierende Luftschadstoffbelastung, insbesondere Partikel PM_{10}, wird außerdem durch die Menge und räumliche Verteilung von Niederschlägen beeinflusst.

Das Umweltbundesamt (UBA) kommt aus lufthygienischer Sicht zu folgender Bewertung der meteorologischen Bedingungen im Jahr 2017: Die Belastung durch Stickstoffdioxid NO_2 war demnach etwas niedriger als in den Vorjahren. Erstmalig halten mehr als die Hälfte der verkehrsnahen Stationen den Grenzwert von 40 µg/m³ ein.

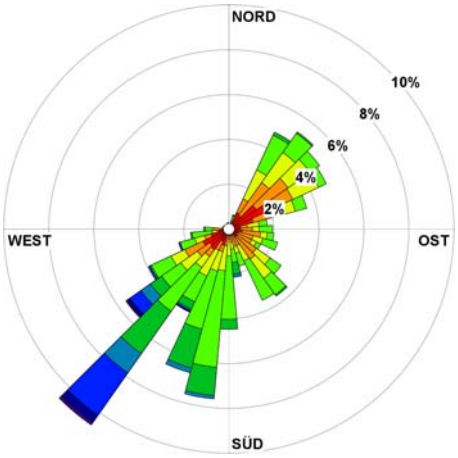
Die mittleren PM_{10}-Konzentrationen lagen in etwa auf dem niedrigen Niveau des Vorjahres. Verglichen mit dem Zeitraum 2005 bis 2015 waren 2016 und 2017 die am wenigsten belasteten Jahre.

In Bezug auf die Anzahl von PM_{10}-Überschreitungstagen (Tagesmittelwerte > 50 µg/m³) stellte sich das Jahr 2017 ebenfalls günstiger als der langjährige Vergleichszeitraum dar, insbesondere auch gegenüber dem aufgrund des häufigen Auftretens kalter, stabiler Hochdruckwetterlagen hochbelasteten Jahr 2011. Diese Witterungssituationen traten in 2017 vor allem im Januar und im Februar auf, so dass beide Monate in Bezug auf die Feinstaubbelastung prägend waren. Zu mehr als den zulässigen 35 PM_{10}-Überschreitungstagen kam es in Deutschland wie im Vorjahr nur an einer Station (Station Stuttgart Am Neckartor).

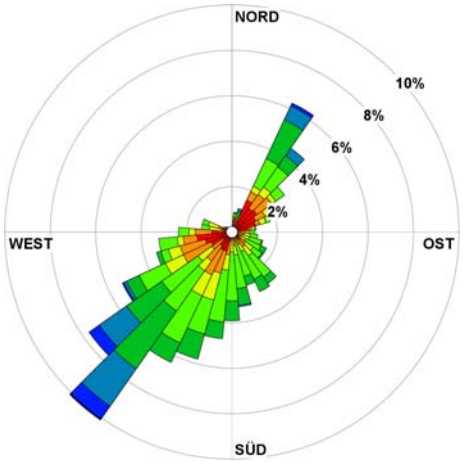
Die Ozonbelastung war, im Vergleich zum Vorjahr, ähnlich niedrig. Sommerliche Hochdruckwetterlagen waren zwar häufig, aber meist nur von kurzer Dauer, sodass sich keine größeren Belastungen aufbauen konnten. Die Alarmschwelle von 240 µg/m^3 im Stundenmittel wurde bundesweit an keiner Station überschritten [37].



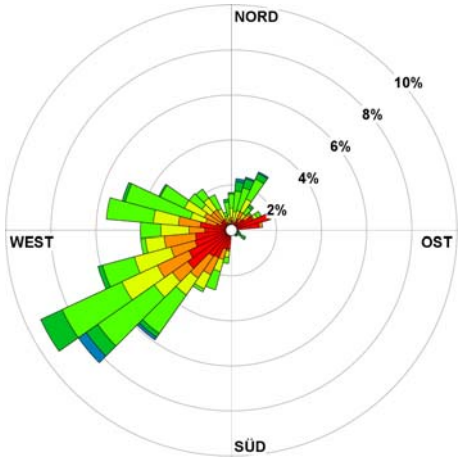
Januar 2017



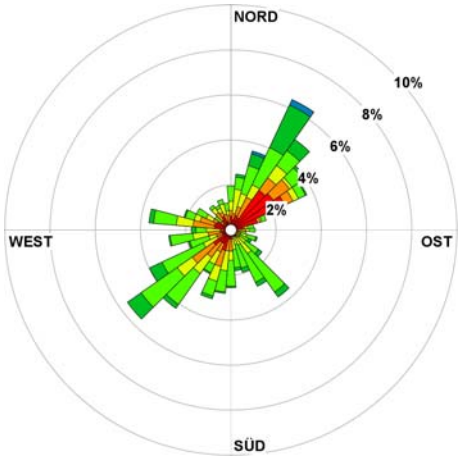
Februar 2017



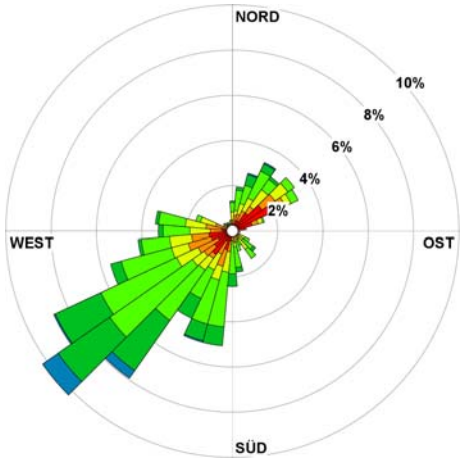
März 2017



April 2017

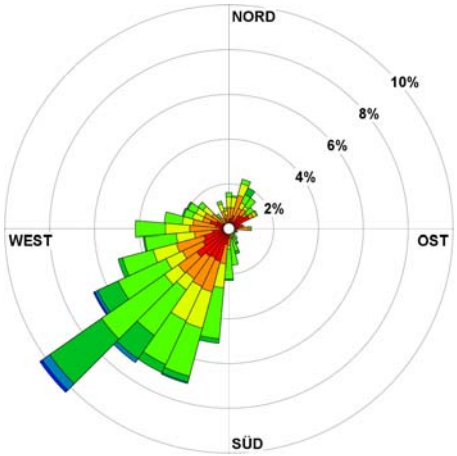


Mai 2017

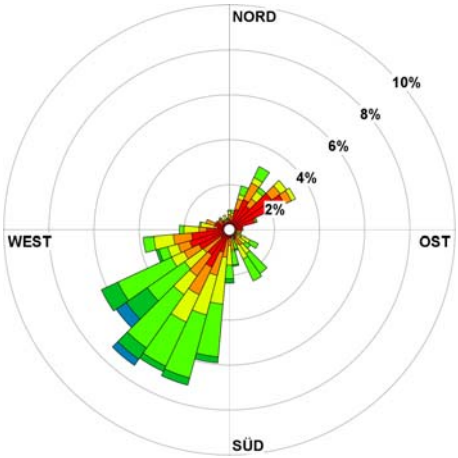


Juni 2017

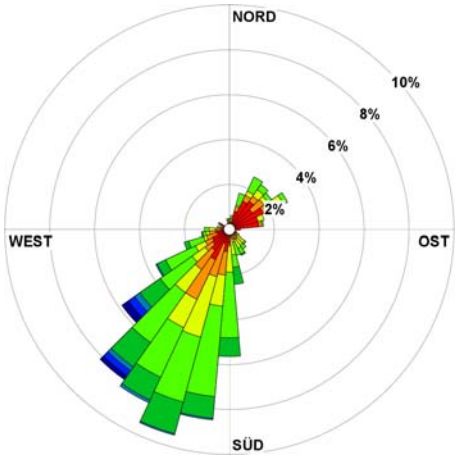
Abbildung 9 Stärkewindrosen für die Monate Januar 2017 bis Juni 2017 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee in 30 m ü.Gr. (Legende siehe Abbildung 6).



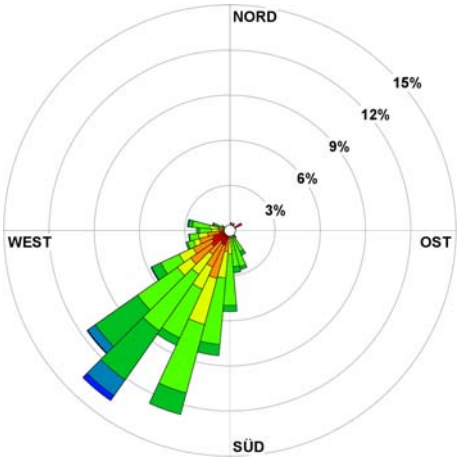
Juli 2017



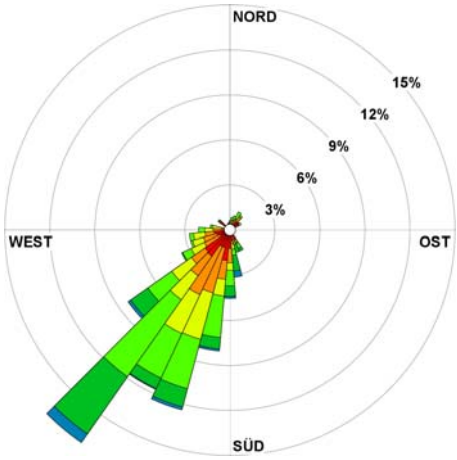
August 2017



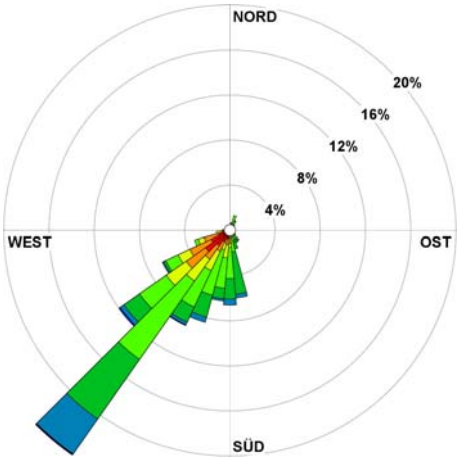
September 2017



Oktober 2017 (Skalierung 15 %)



November 2017 (Skalierung 20 %)



Dezember 2017 (Skalierung 20 %)

Abbildung 10 Stärkewindrosen für die Monate Juli 2017 bis Dezember 2017 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee in 30 m ü.Gr. (Legende siehe Abbildung 6).

6 Ergebnisse der Messungen und Bewertung

6.1 Stickstoffoxide

Entstehung und Wirkung von Stickstoffoxiden

Stickstoffoxide entstehen u. a. durch Verbrennungsprozesse bei hohen Temperaturen, durch Oxidation des Luftstickstoffs und des im Brennstoff gebundenen Stickstoffs. Die Menge an Stickstoffoxiden, die bei der Verbrennung entsteht, hängt nicht nur von der im Brennstoff vorhandenen Menge an Stickstoffverbindungen, sondern auch von den Verbrennungsbedingungen ab. Der Hauptverursacher für NO_X-Emissionen ($NO + NO_2$) ¡st der Verkehr. Primär wird überwiegend Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, das u. a. durch die Reaktion mit Ozon (O_3) in der Atmosphäre zu Stickstoffdioxid (NO_2) aufoxidiert wird.

Durch Stickstoffverbindungen wird zusätzlich Stickstoff in die Ökosysteme eingetragen, welcher das Pflanzenwachstum fördert, jedoch gemeinsam mit Schwefelverbindungen zur Versauerung von Böden und Gewässern beiträgt.

Für den Menschen ist insbesondere Stickstoffdioxid (NO_2) von Bedeutung. NO_2 wird als Reizgas mit stechend-stickigem Geruch bereits in geringen Konzentrationen wahrgenommen. Die Inhalation ist für den Menschen der einzig relevante Aufnahmeweg. Die relativ geringe Wasserlöslichkeit des NO_2 bedingt, dass der Schadstoff nicht in den oberen Atemwegen gebunden wird, sondern auch in tiefere Bereiche des Atemtrakts (Bronchialen, Alveolen) eindringt. Bei längerer Einwirkung relevanter Konzentrationen an NO_2 kann es vermehrt zu Atemwegserkrankungen kommen, wobei besonders empfindliche Personengruppen, vor allem Asthmatiker und Kinder, bereits auf niedrige NO_2-Konzentrationen reagieren. Für NO_2 kann nach aktuellem Kenntnisstand kein Schwellenwert benannt werden, bei dessen Unterschreiten langfristige Wirkungen auf den Menschen ausgeschlossen werden können.

Neben den direkten Wirkungen auf den Menschen sowie auf Ökosysteme wirkt Stickstoffdioxid auch in relevantem Umfang bei photochemischen Prozessen mit, die zur Bildung von Ozon und weiteren sogenannten Photooxidantien führen. Diese Photooxidantien stellen ihrerseits zum Teil Reizstoffe dar, die sowohl auf den Menschen als auch auf die Vegetation einwirken. Speziell im verkehrsnahen Bereich kommt es durch einen komplizierten Rückkopplungsmechanismus zwischen den beteiligten Luftschadstoffen teilweise auch wieder zu einem Abbau von Reaktionspartnern (u.a. für Ozon; hohe Ozonwerte werden häufiger auf dem Land registriert, wo eher Nachschub an Ozon abbauenden Partnern fehlt).

Beurteilungsmaßstäbe für Stickstoffdioxid (NO_2)

Die Europäische Union hat für ihre Mitgliedsstaaten mit mehreren Luftqualitätsrichtlinien verbindliche Luftqualitätsziele zur Vermeidung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt festgelegt. Danach wird die Luftqualität in den Staaten der EU nach einheitlichen Methoden und Kriterien beurteilt. In der Bundesrepublik Deutschland wurden diese Richtlinien durch die Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sowie durch die Einführung der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) in deutsches Recht umgesetzt [1], [3].

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Stickstoffdioxid seit dem 01.01.2010 ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (gemittelt über das Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV (Langzeitbelastung) [3]. Darüber hinaus gilt gemäß 39. BImSchV seit dem 01.01.2010 für NO_2 ein maximaler Stundenmittelwert von 200 µg/m³ bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr (Kurzzeitbelastung). Diese Beurteilungsmaßstäbe sind neben der flächenhaften Beurteilung der Luftqualität über die 39. BImSchV auch im Rahmen der Anlagengenehmigung gemäß TA Luft festgeschrieben [2].

6.1.1 Passivsammlermessungen von NO_2 an 24 Messorten in Wuppertal

Im Folgenden werden die Messergebnisse der NO_2-Messungen an den Messpunkten MP 1 bis MP 47 für den Messzeitraum von Januar bis Dezember 2017 zusammenfassend dargestellt und bewertet. Die Bezeichnung der Messzeiträume in den Tabellen resultiert dabei aus den jeweiligen Expositions- bzw. Messzeiträumen. Die vierwöchigen Zeiträume sind beispielsweise mit Jan 17 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 10 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO_2-Messdaten für das Jahr 2017 betrug 100 % an allen 24 Messpunkten, womit die Mindestdatenerfassung gemäß Anlage 1 A der 39. BImSchV (Datenverfügbarkeit von > 90 %) an allen Messpunkten eingehalten wurde.

In Tabelle 5 sind zunächst die Ergebnisse der NO_2-Messungen (Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte) für die Messpunkte MP 1 bis MP 47 und das Jahr 2017 zusammenfassend dargestellt. Alle einzelnen Monatswerte sowie die Einzelergebnisse der Doppelbeprobung sind in Tabelle 10 im Anhang B enthalten. Abbildung 11 zeigt zudem die räumliche Verteilung der Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal sowie eine Klassifizierung der NO_2-Jahresmittelwerte für 2017.

Die höchsten NO_2-Belastungen für das Jahr 2017 wurden, wie bereits in den Jahren zuvor, an der Briller Straße (MP 02) mit 57 µg/m³ gemessen. Sehr hohe Jahresmittelwerte von > 50 µg/m³ wurden zudem mit 53 µg/m³ bzw. 51 µg/m³ am Steinweg (MP 16) und an der Westkotter Straße (MP 17) ermittelt. An neun weiteren Messpunkten wurden Jahresmittelwerte zwischen 41 µg/m³ und 46 µg/m³ registriert. Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid beträgt 40 µg/m³ [3]. Der im Jahr 2016 neu in Betrieb genommenen Messpunkt an der Varresbeckerstraße 122 (MP 45) überschreitet mit 44 µg/m³ diesen Immissionsgrenzwert damit wiederholt. Die Messpunkte MP 46 in der Schützenstraße und MP 47 in der Gewerbeschulstraße, die ebenfalls 2016 ins Messnetz aufgenommen wurden, lagen wie im Vorjahr auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Die niedrigsten Messwerte wurden mit einem Jahresmittelwert von 26 µg/m³ an der Überdachmessstation an der Bundesallee (MP 27) gemessen. Sie repräsentiert aufgrund der Messhöhe sowie im Vergleich mit der LUQS-Station Wuppertal-Langerfeld (WULA) den innerstädtischen Hintergrund. Mit dieser Ausnahme wurden an allen weiteren Messorten NO_2-Konzentrationen zwischen 34 und 40 µg/m³ im Jahresmittel 2017 erfasst.

Das LANUV betreibt darüber hinaus im Rahmen der flächendeckenden Überwachung der Luftqualität in NRW mit der Verkehrsmessstation Gathe und der Hintergrundmessstation Langerfeld aktuell zwei kontinuierliche Messstationen im Stadtgebiet von Wuppertal (vgl. auch 6.1.2). Hier ist zusätzlich zu den Jahresmittelwerten auch eine Beurteilung der Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittelwertes von 200 µg/m³ möglich. Solche Immissionssituationen wurden 2017 nicht registriert [36].

Tabelle 5 Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO_2) an den Messpunkten MP 1 bis MP 47 in Wuppertal für den Messzeitraum Januar bis Dezember 2017.

Stickstoffdioxid NO_2 in µg/m³														
MP-Nr.	**Messort**	**Jan 17**	**Feb 17**	**Mrz 17**	**Apr 17**	**Mai 17**	**Jun 17**	**Jul 17**	**Aug 17**	**Sep 17**	**Okt 17**	**Nov 17**	**Dez 17**	**Mittel 2017**
MP 01	Nevigeser Straße 98	50	42	35	34	35	30	23	33	30	29	34	34	34
MP 02	Briller Straße 28	70	62	65	59	69	65	49	51	47	46	50	52	57
MP 04	Steinbeck 92	54	49	46	49	49	47	36	44	41	40	43	49	46
MP 05	Hochstraße 63	60	45	49	56	53	45	36	45	39	32	41	43	45
MP 07	Uellendahler Straße 198	52	45	41	37	41	34	26	39	35	29	42	41	38
MP 08	Hofkamp 86	47	38	35	40	36	32	28	31	29	28	39	35	35
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	51	48	46	42	43	40	36	51	40	38	45	47	44
MP 13	Rudolfstraße 149	57	49	48	53	50	48	35	47	40	37	45	43	46
MP 14	Schönebecker Straße 81	47	39	35	41	37	35	32	35	35	32	39	35	37
MP 16	Steinweg 25	56	54	54	58	56	56	43	54	48	51	53	51	53
MP 17	Westkotter Straße 111	63	54	50	56	53	53	42	50	46	46	52	51	51
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	48	43	40	42	39	34	29	40	33	32	40	38	38
MP 21	Berliner Straße 159	50	42	43	46	44	44	35	44	36	32	42	40	41
MP 22	Heckinghauser Straße 159	48	42	40	45	40	33	28	40	29	29	39	39	38
MP 24	Staasstraße 51	46	34	35	41	35	33	26	32	29	26	33	35	34
MP 27	Bundesallee 30	40	29	25	28	25	22	17	25	24	23	29	29	26
MP 28	Schwarzbach 78	51	43	45	43	45	45	33	40	39	35	42	45	42
MP 33	Kaiserstraße 32	50	40	43	43	42	36	28	41	37	39	40	42	40
MP 34	Haeseler Strasse 94	53	47	50	48	51	49	39	53	42	41	43	43	46
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	51	41	40	42	37	36	28	40	37	35	41	40	39
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	51	44	44	46	50	45	37	44	40	36	43	41	43
MP 45	Varresbeckerstraße 122	57	49	45	45	47	40	37	43	41	35	44	43	44
MP 46	Schützenstraße 74	47	40	33	35	31	32	26	30	31	31	38	40	34
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	45	35	34	35	33	31	25	32	31	29	34	40	34
VWEL [1)]	Wuppertal Gathe	55	49	54	55	48	47	45	48	45	46	51	48	49
WULA [1)]	Wuppertal Langerfeld	34	28	25	24	19	18	18	21	21	23	29	28	24
													Beurteilungswert 39. BImSchV / TA Luft (Jahresmittelwert)	**40**

[1)] Quelle: Monatsberichte des LANUV-NRW für die LUQS-Station Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA)

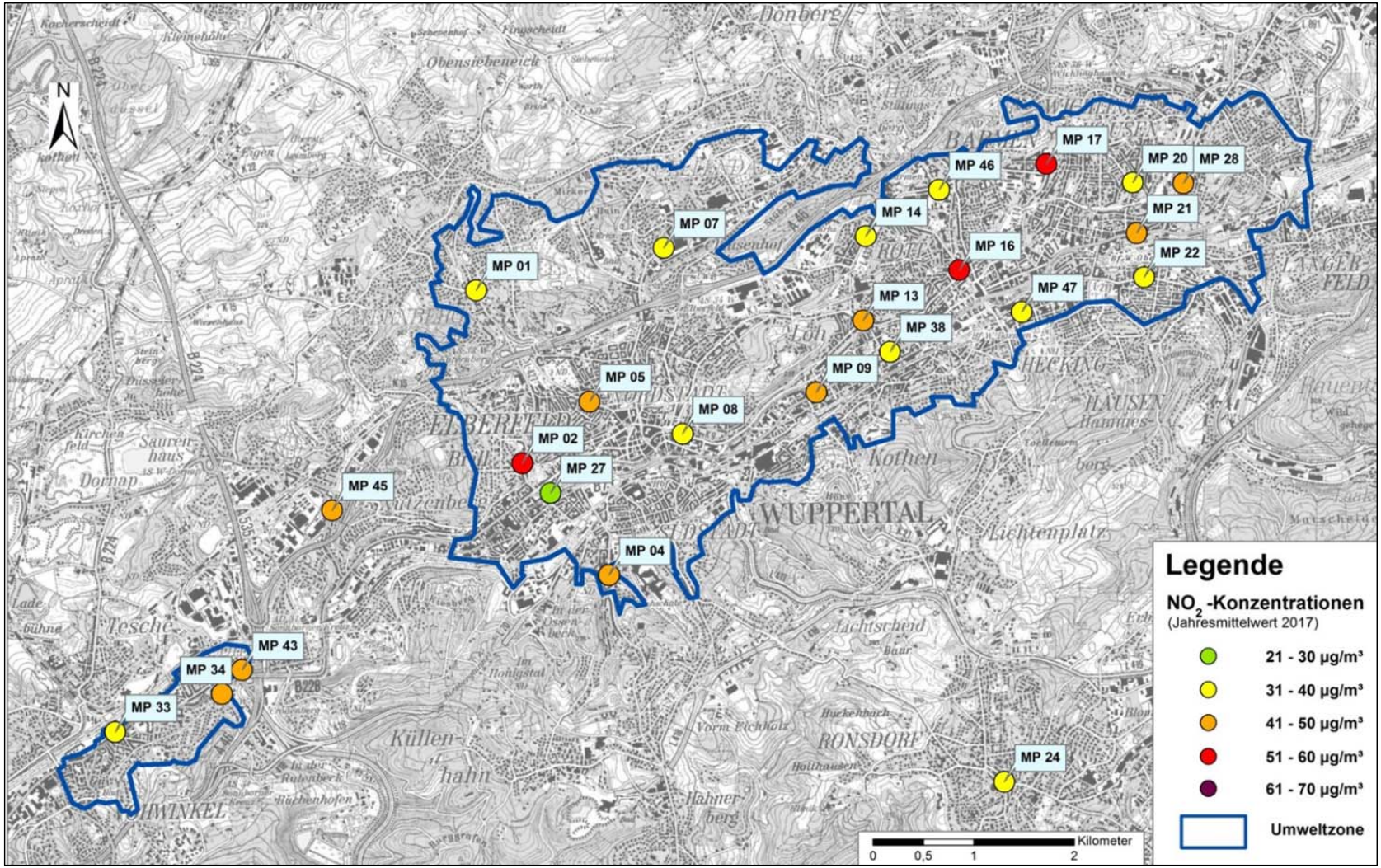


Abbildung 11 Räumliche Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 47 sowie Klassifizierung der NO_2-Jahresmittelwerte 2017.

Zusammenfassend können die über das Wuppertaler Stadtgebiet verteilten Messorte mehrheitlich als potenzielle Belastungsschwerpunkte für die Komponente NO_2 charakterisiert werden. Dies bezieht sich sowohl auf die Emissionssituation an den jeweiligen Messorten als auch auf die lokalen Austauschbedingungen (z. B. eingeschränkte Belüftung innerhalb einer Straßenschlucht).

NO_2-Immissionen im Jahresverlauf 2017

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2017 zusätzlich die Monatsextreme (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2017) dargestellt. Im Jahr 2017 wurden die höchsten Belastungen fast ausschließlich im Januar ermittelt. Nur am Steinweg (MP 16) wurden im April etwas höhere Werte gemessen als im Januar. Die Messergebnisse variierten im Jahresverlauf je nach Messpunkt um den Faktor 1,3 bis 2,4. Die Ergebnisse aller Einzelmonate sind in Tabelle 10 im Anhang B dokumentiert.

Typische Jahresgänge der NO_2-Immissionen mit deutlich höheren Belastungen in den Wintermonaten wurden in Wuppertal in den letzten Jahren nur noch eingeschränkt beobachtet. Dies wurde insbesondere auch auf die über längere Episoden sehr milden Winter in den letzten Jahren zurückgeführt [14]-[16]. In 2017 war es im Januar wieder kälter als im langjährigen Mittel üblich (vgl. Abschnitt 5.1). Ausgeprägter Hochdruckeinfluss führte zu vielen sonnigen und kalten Tagen in NRW.

Tabelle 6 NO_2-Jahresmittelwerte sowie NO_2-Monatsextreme für das Jahr 2017.

MP-Nr.	Messort / Adresse	NO_2 (2017)	NO_2 - Minimum		NO_2 - Maximum		Max/Min
	Straße / Hausnummer	µg/m³	µg/m³	Monat	µg/m³	Monat	Faktor
MP 01	Nevigeser Straße 98	34	23	Jul 17	50	Jan 17	2,2
MP 02	Briller Straße 28	57	46	Okt 17	70	Jan 17	1,5
MP 04	Steinbeck 92	46	36	Jul 17	54	Jan 17	1,5
MP 05	Hochstraße 63	45	32	Okt 17	60	Jan 17	1,9
MP 07	Uellendahler Straße 198	38	26	Jul 17	52	Jan 17	2,0
MP 08	Hofkamp 86	35	28	Jul 17	47	Jan 17	1,7
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	44	36	Jul 17	51	Jan 17	1,4
MP 13	Rudolfstraße 149	46	35	Jul 17	57	Jan 17	1,6
MP 14	Schönebecker Straße 81	37	32	Okt 17	47	Jan 17	1,5
MP 16	Steinweg 25	53	43	Jul 17	58	Apr 17	1,3
MP 17	Westkotter Straße 111	51	42	Jul 17	63	Jan 17	1,5
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	38	29	Jul 17	48	Jan 17	1,7
MP 21	Berliner Straße 159	41	32	Okt 17	50	Jan 17	1,6
MP 22	Heckinghauser Straße 159	38	28	Jul 17	48	Jan 17	1,7
MP 24	Staasstraße 51	34	26	Jul 17	46	Jan 17	1,8
MP 27	Bundesallee 30	26	17	Jul 17	40	Jan 17	2,4
MP 28	Schwarzbach 78	42	33	Jul 17	51	Jan 17	1,5
MP 33	Kaiserstraße 32	40	28	Jul 17	50	Jan 17	1,8
MP 34	Haeseler Strasse 94	46	39	Jul 17	53	Jan 17	1,4
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	39	28	Jul 17	51	Jan 17	1,8
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	43	36	Okt 17	51	Jan 17	1,4
MP 45	Varresbeckerstraße 122	44	35	Okt 17	57	Jan 17	1,7
MP 46	Schützenstraße 74	34	26	Jul 17	47	Jan 17	1,8
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	34	25	Jul 17	45	Jan 17	1,8

Qualitativ ist der Verlauf der NO_2-Belastung auf eine Überlagerung von Emissionssituation und Witterungsverlauf zurückzuführen. Insofern sind die Verläufe mit höheren Belastungen im Januar plausibel. Die austauschreichen Wetterlagen im Juli und Oktober führten hingegen zu einer guten Durchmischung der bodennahen Atmosphäre, was wiederum zu vergleichsweise unauffälligen Belastungen in diesen Monaten führte.

Entsprechende Verläufe wurden NRW-weit auch an anderen Messstationen erfasst, so dass der Verlauf insgesamt plausibel erscheint. Gleichwohl wird sich insbesondere in der ersten Jahreshälfte die ungünstige verkehrliche Situation durch die Baumaßnahmen im Umfeld des Döppersberges ausgewirkt haben, da hohe Stauanteile in Verbindung mit potentiell austauscharmen Wetterlagen zu höheren Belastungen führen.

NO_2-Immissionen im Vergleich zum Vorjahr 2016

Da das Messnetz zum Jahr 2017 nicht verändert wurde, stehen für einen Vergleich der Immissionssituation mit dem Vorjahr 2016 alle 24 Messpunkte zur Verfügung.

Im Vergleich zum Vorjahr 2016 stagnierten die NO_2-Belastungen an vier Messpunkten auf einem identischen Niveau (MP 09 - Friedrich-Engels-Allee 184, MP 22 - Heckinghauser Straße 159, MP 27 - Bundesallee 30 und MP 45 - Varresbeckerstraße 122).

An insgesamt 19 von 24 Messpunkten wurden in 2017 erfreulicherweise niedrigere NO_2-Konzentratonen als im Vorjahr registriert. Der Belastungsrückgang beträgt an der überwiegenden Mehrheit der Messpunkte 1-2 µg/m³. Deutlichere Abnahmen sind an den Messpunkten MP 01, MP 02, MP 05, MP 07 und MP 20 zu verzeichnen (in gleicher Reihenfolge: Nevigeser Straße, Briller Straße, Hochstraße, Uellendahler Straße, Wichlinghauser Straße). Der Belastungsrückgang beträgt an diesen Messpunkten 3-7 µg/m³ im Vergleich zum Vorjahr 2016. Die höchste Abnahme von 7 µg/m³ wurde dabei am Belastungsschwerpunkt Briller Straße (MP 02) gemessen. Der Jahresmittelwert ist dort mit 57 µg/m³ jedoch immer noch sehr hoch.

Eine Zunahme der NO_2-Konzentration im Vergleich zu den Ergebnissen aus 2016 gab es nur an einem Messpunkt: In der Schützenstraße (MP 46) beträgt der Jahresmittelwert in 2017 34 µg/m³, in 2016 wurden dort 32 µg/m³ gemessen.

Im Mittel über alle Messpunkte resultiert eine Abnahme der NO_2-Belastung von durchschnittlich 2 µg/m³ im Vergleich 2016/2017.

Eine Auswertung mit Fokus auf die Anzahl von Messpunkten mit Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von 40 µg/m³ ergibt ebenfalls ein positives Bild. Im Jahr 2017 wurde der Beurteilungswert an 12 Messstandorten überschritten. In 2016 waren es mit 15 Standorten drei Messpunkte mehr als im aktuellen Berichtsjahr. Es handelt sich dabei um die Messpunkte MP 07 (Uellendahler Straße) und MP 20 (Wichlinghauser Straße), an denen der Belastungsrückgang besonders hoch war (siehe oben), sowie dem MP 33 (Kaiserstraße). An Letzterem wurde der Immssionsgrenzwert von 40 µg/m³ in 2017 genau erreicht und damit gerade noch eingehalten.

An allen drei Messpunkten finden NO_2-Messungen schon seit mehreren Jahren statt (vgl. Abschnitt 6.1.2 bzw. 7). Der Beurteilungswert wurde dort nach Überschreitungen

in 2016 auch in der jüngeren Vergangenheit (in 2014 und/oder 2015) bereits vereinzelt eingehalten.

Insgesamt dokumentieren die Ergebnisse der NO_2-Messungen in Wuppertal ein nach wie vor im Vergleich hohes innerstädtisches Belastungsniveau, das gut mit den Ergebnissen der NO_2-Messungen in Wuppertal aus den Vorjahren korrespondiert.

6.1.2 Langjährige Messungen von Stickstoffdioxid in Wuppertal

Von der Stadt Wuppertal wurden von 1997 bis Ende 2006 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee kontinuierliche und zeitlich hochaufgelöste NO_2-Messungen durchgeführt. Nach Beendigung der kontinuierlichen Messungen wurden die NO_2-Messungen an der Bundesallee seit 2007 mit Passivsammlern fortgeführt. Seit 1999 werden von der Stadt Wuppertal zusätzlich an einer variierenden Anzahl von Messorten NO_2-Messungen mit Passivsammlern durchgeführt (von 2009 bis 2012 an 23, seit 2013 an 24 Messorten). Sie ermöglichen eine flächenhafte Erfassung der NO_2-Belastung.

Vom LANUV NRW wurde vom Jahr 2000 bis einschließlich 2007 im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) eine Messstation an der Friedrich-Engels-Allee 308 (LUQS-Stationskürzel: VWUP) betrieben. Diese Station ist als Verkehrsmessstation eingestuft. Seit dem Jahr 2008 wird diese Messstelle von der Bergischen Universität Wuppertal betrieben. Ergänzend werden an dieser Messstelle seit dem Jahr 2008 NO_2-Messungen mittels Passivsammlern durch die Stadt Wuppertal realisiert.

In den Jahren 2005 und 2006 wurden zeitlich befristete, kontinuierliche NO_2-Messungen an der Messstelle Wuppertal-Steinweg (LUQS-Stationskürzel: VWBA) durchgeführt. Auch diese Station ist als Verkehrsmessstation bzw. „Hot-Spot"-Messung charakterisiert. Die NO_2-Messungen werden seit dem Jahr 2007 auch an dieser Messstelle von der Stadt Wuppertal mit Passivsammlern fortgeführt.

Seit dem Jahr 2006 wird vom LANUV NRW die Messstation Wuppertal-Gathe (LUQS-Stationskürzel: VWEL) betrieben, die ebenfalls als städtische Verkehrsmessstation eingestuft ist. Ergänzend hierzu wurden in den Jahren 2008 und 2009 durch das LANUV NRW auch NO_2-Passivsammlermessungen an der Messstation Wuppertal-Langerfeld (LUQS-Stationskürzel: WULA) durchgeführt, die als Hintergrundmessstation für das Bergische Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) charakterisiert ist. Kontinuierliche Messungen der Stickstoffoxide erfolgen an dieser Station (WULA) erst seit dem Jahr 2013 (bis 2012 wurden an dieser Station nur Schwefeldioxid SO_2, Ozon O_3 und Schwebstaub PM_{10} erfasst).

In Abbildung 12 ist die Entwicklung der NO_2-Belastung an den o.g. Messstationen seit dem Jahr 2000 dargestellt.

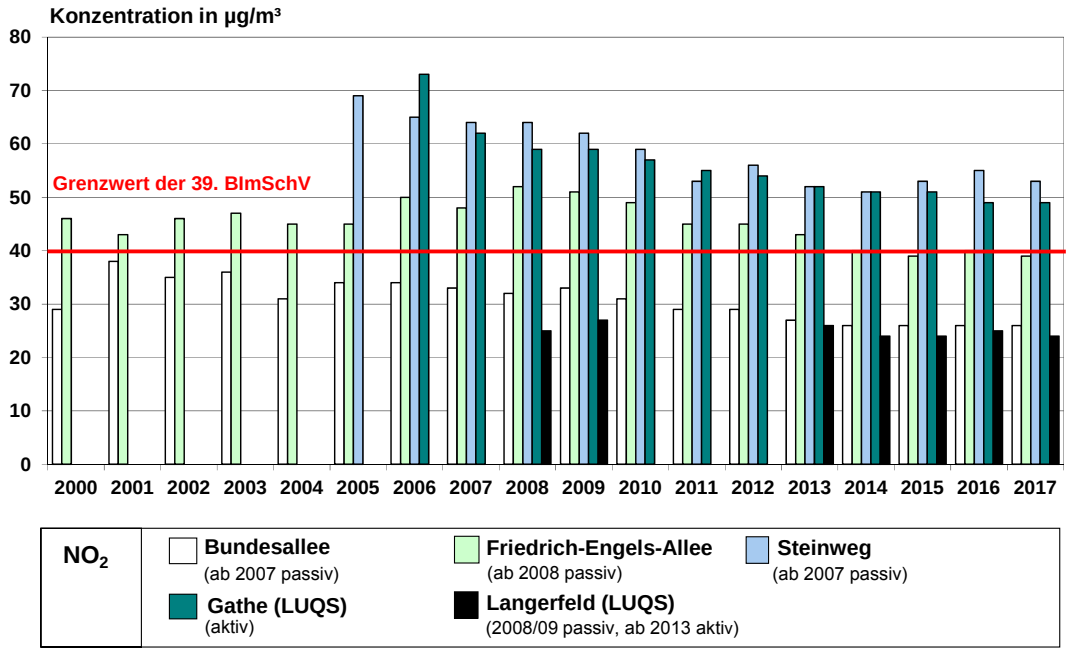


Abbildung 12 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO_2) an ausgewählten Messstellen in Wuppertal von 2000 bis 2017 sowie Darstellung des Grenzwertes (gültig seit 01.01.2010).

Nach einem leicht rückläufigen Trend an der Messstelle Bundesallee bis zum Jahr 2004 stagnierte das NO_2-Konzentrationsniveau von 2005 bis 2009 bei etwa 33 µg/m³. In den darauf folgenden Jahren ging die NO_2-Belastung an der Station Bundesallee kontinuierlich zurück: Zunächst auf 31 µg/m³ (2010), dann auf 27 µg/m³ (von 2011 bis 2013). Seit 2014 stagniert das Niveau konstant bei 26 µg/m³.

Die Messstelle Bundesallee nimmt aufgrund der Messhöhe von 30 m über Grund bei gleichzeitiger Lage im stark verdichteten und verkehrsbeeinflussten Innenstadtbereich eine Sonderrolle ein, insbesondere im Hinblick auf die Bewertung der dort ermittelten NO_2-Konzentrationen. Der langjährige Vergleich der NO_2-Immissionen an dieser Station mit den Ergebnissen an Hintergrundmessstellen zeigt, dass die NO_2-Ergebnisse der Überdachstation an der Bundesallee mit denen aus dem städtischen Hintergrund vergleichbar sind. Die potentiell höheren Immissionen aufgrund der räumlichen Lage im Bereich eines verkehrsbedingten Belastungsschwerpunktes werden an der Messstelle Bundesallee durch den vertikalen NO_2-Gradienten in Verbindung mit der Messhöhe von 30 m weitestgehend kompensiert.

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Langerfeld (WULA) lagen im Vergleich zur Bundesallee in den Jahren 2008 und 2009 mit im Mittel 26 µg/m³ nochmals um etwa 3 bis 5 µg/m³ niedriger. Die NO_2-Messungen dort wurden ab dem Jahr 2010 durch das LANUV NRW unterbrochen und mit Messbeginn im Dezember 2012 wieder fortgeführt. In 2017 lag der Jahresmittelwert für NO_2 bei 24 µg/m³. Die Immissi-

onssituation zeigte sich dort somit zum einen ähnlich wie an der Bundesallee und zum anderen auf einem vergleichbaren Niveau wie in den Jahren 2014 bis 2016. Nach einem über einige Jahre insgesamt leicht abnehmenden Trend des regionalen NO_2-Hintergrundniveaus im Bergischen Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) ohne den unmittelbaren Einfluss lokaler Emissionen, zeigt sich auch in diesen Messdaten eine Stagnation der Immissionsbelastung.

An der Friedrich-Engels-Allee 308 liegt das NO_2-Konzentrationsniveau um rund 10 - 15 µg/m³ höher als an den o. g. Hintergrundstationen. Der seit dem 01.01.2010 gemäß 39. BImSchV geltende Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ wurde seit dem Jahr 2014 nicht mehr überschritten. Dieses positive Ergebnis wurde auch im Jahr 2017 mit 39 µg/m^3 wieder knapp erreicht. Ausgehend von den Spitzenbelastungen im Jahr 2008 (52 µg/m³) haben sich die Belastungen an dieser Messstelle zunächst kontinuierlich verringert. Auch hier ist die ab dem Jahr 2014 registrierte Stangation der Belastungshöhe zu beobachten.

Die Messungen an den Belastungsschwerpunkten Steinweg und Wuppertal-Gathe ergaben seit Messbeginn NO_2-Jahresmittelwerte von zunächst etwa 60 – 70 µg/m³ („Hot-Spots“) mit abnehmender Tendenz bis 2013. Der Trend moderater Abnahmen setzte sich an der Station Gathe auch in den folgenden Jahren weiter fort. Im Vergleich zum Vorjahr 2016 stagniert auch hier die NO_2-Konzentrazion bei 49 µg/m³. Am Steinweg weisen die Jahresmittelwerte mit einer Spannweite von 51 bis 55 µg/m³ schon seit 2013 keinen eindeutigen Trend mehr auf. Im Vergleich zum Vorjahr hat die Konzentration in 2017 dort um 2 µg/m³ auf 53 µg/m³ abgenommen.

In Tabelle 7 ist ergänzend zu Abbildung 12 die zeitliche Entwicklung der NO_2-Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen von 2008 bis 2017 zusammengefasst. Die nicht fortlaufende Nummerierung der aktuell realisierten Messstellen in Tabelle 7 ist auf die unterschiedlichen NO_2-Messprogramme der Stadt Wuppertal in den letzten Jahren zurückzuführen. Neue Messstellen wurden fortlaufend nummeriert und die Nummern nicht mehr beprobter Messstellen wurden nicht erneut verwendet, um die Messdaten eindeutig einer konkreten Messstelle zuordnen zu können (vgl. auch Abschnitt 7, Entwicklung des NO_2-Messnetzes).

An den Messstellen gemäß Tabelle 7 ist seit 2008 bis einschließlich 2017 ein deutlich rückläufiger Trend der NO_2-Belastungen zu beobachten. Für den hier dargestellten 10-jährigen Zeitraum von 2008 bis einschließlich 2017 gilt dieser insgesamt abnehmende Trend sowohl für das Gesamtmittel über alle Messstellen als auch für jeden einzelnen Messort. Trotz dieses langjährig betrachteten Trends stagnierten die Belastungen gleichwohl in den letzten Jahren: Nachdem die Belastungen in 2015 und 2016 im Vergleich zum jeweiligen Vorjahreszeitraum insgesamt etwas angestiegen waren oder stagnierten, kann für das Jahr 2017 wieder eine Abnahme von durchschnittlich 2 µg/m³ verzeichnet werden (vgl. Abschnitt 6.1.1).

In Abbildung 13 ist die Entwicklung der NO_2-Konzentrationen von 2008 bis 2017 an denjenigen Passivsammermessstellen aus Tabelle 7 zusätzlich auch graphisch dargestellt, an denen dieser mehrjährige Vergleich möglich ist. Dabei handelt es sich um 20 der seitdem insgesamt beprobten Messstellen. Die Bezeichnung der Messpunkte findet sich in Abbildung 13 jeweils unterhalb der Balkendiagramme wieder. Die Höhe des NO_2-Rückgangs kann über die Achsenbeschriftung links abgelesen werden.

Tabelle 7 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid für die Jahre 2008 bis 2017.

MP-Nr.	NO_2 (2008) µg/m³	NO_2 (2009) µg/m³	NO_2 (2010) µg/m³	NO_2 (2011) µg/m³	NO_2 (2012) µg/m³	NO_2 (2013) µg/m³	NO_2 (2014) µg/m³	NO_2 (2015) µg/m³	NO_2 (2016) µg/m³	NO_2 (2017) µg/m³
MP 01	49	47	46	41	40	39	38	38	38	34
MP 02	71	69	67	59	64	63	61	66	64	57
MP 03	46	45	44	41	38	-	-	-	-	-
MP 04	60	58	56	49	51	49	49	49	48	46
MP 05	58	56	55	48	49	50	44	48	50	45
MP 07	51	52	48	45	46	42	41	39	41	38
MP 08	49	43	40	38	39	38	35	36	36	35
MP 09	58	63	60	50	51	48	45	45	44	44
MP 13	56	50	52	47	48	46	44	47	48	46
MP 14	47	47	43	41	42	39	37	38	38	37
MP 16	64	62	59	53	56	52	51	53	55	53
MP 17	63	63	59	54	53	51	49	52	52	51
MP 19	46	47	44	41	39	-	-	-	-	-
MP 20	49	47	45	43	42	41	37	39	41	38
MP 21	54	52	51	46	45	47	42	43	43	41
MP 22	47	47	44	39	41	42	37	38	38	38
MP 24	47	47	45	41	41	40	37	33	35	34
MP 27	32	33	31	29	29	27	26	26	26	26
MP 28	55	53	55	49	48	48	45	47	44	42
MP 30	51	50	48	34	32	-	-	-	-	-
MP 33	53	51	51	45	47	43	38	41	41	40
MP 34	61	56	53	48	50	49	47	48	48	46
MP 38	52	51	49	45	45	43	40	39	40	39
MP 39	-	-	-	-	-	35	31	33	-	-
MP 40	-	-	-	-	-	39	35	36	-	-
MP 41	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-
MP 42	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-
MP 43	-	-	-	-	-	-	44	43	44	43
MP 44	-	-	-	-	-	-	29	32	-	-
MP 45	-	-	-	-	-	-	-	-	44	44
MP 46	-	-	-	-	-	-	-	-	32	34
MP 47	-	-	-	-	-	-	-	-	35	34

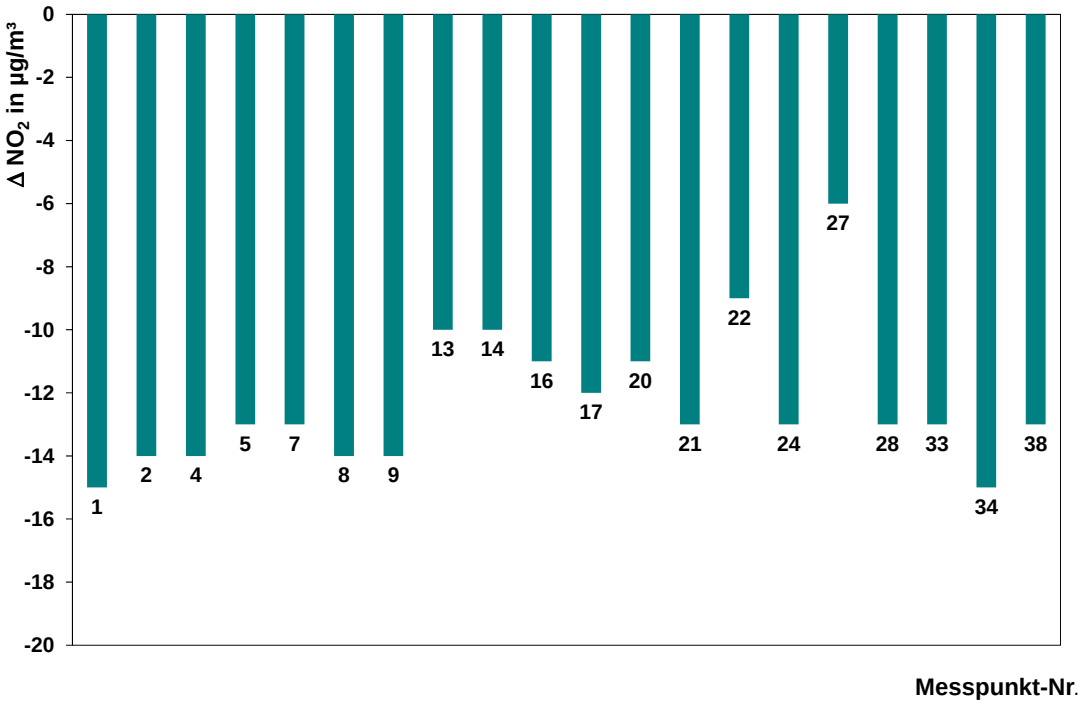


Abbildung 13 Rückgang der NO_2-Konzentrationen im Zeitraum von 2008 bis 2017 an 20 Passivsammlermessstellen in Wuppertal (Angaben in µg/m³).

Die Gesamtreduktion der NO_2-Belastung von 2008 bis einschließlich 2017 reicht dabei von 6 µg/m³ (am Messpunkt MP 27) bis hin zu Reduktionen von 15 µg/m³ an den Messpunkten MP 01 und MP 34. Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den Zeitraum von 2008 bis 2017 ein Rückgang der NO_2-Immissionen von mittlerweile 12 µg/m³ registriert.

Eine Zunahme der NO_2-Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum von 2008 bis 2017 an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet. Maßgeblichen Einfluss auf dieses Ergebnis hatte zunächst vor allem die über lange Jahre positive Entwicklung bis 2014, in der sich die Situation jährlich um durchschnittlich etwa 2 µg/m³ verbessert hat. In den beiden Folgejahren kam es zu einer Stagnation der Belastungen; im Jahr 2015 waren sie sogar leicht angestiegen [15]. Mit den Ergebnissen für das Jahr 2017, in dem wieder eine Abnahme um durchschnittlich 2 µg/m³ verzeichnet wurde (vgl. Abschnitt 6.1.1), scheint sich der langjährige Trend möglicherweise wieder wie gewohnt fortzusetzen.

6.1.3 Vergleich der Ergebnisse in Wuppertal mit der landes- und bundesweiten Immissionssituation

Bundesweit war die Belastung durch Stickstoffdioxid nach Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) im Jahr 2017 etwas niedriger als in den Vorjahren. In Deutschland wurden an etwa 45 % der verkehrsnahen Messstationen Überschreitungen des Jahresmittelwertes für NO_2 registriert. Spitzenbelastungen wurden mit Jahresmittelwerten von 78 µg/m³ und 73 µg/m³ in München an der Landshuter Allee und in Stuttgart am Neckartor gemessen [37], [38].

In Nordrhein-Westfalen konnte im Jahr 2017 an 49 von 127 Messstationen der Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel nicht eingehalten werden [36]. Insgesamt kam es in 27 Kommunen zu Grenzwertüberschreitungen. Spitzenbelastungen (Jahresmittelwert > 55 µg/m³) wie an der Briller Straße in Wuppertal wurden vom LANUV NRW auch in Düren, Köln und Düsseldorf festgestellt. Analog zur Situation in Wuppertal wurden Überschreitungen insbesondere an dicht bebauten Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen beobachtet. Im Vergleich zum Vorjahr konnte auch NRW-weit insgesamt eine Abnahme der NO_2-Belastung verzeichnet werden. Die Reduktion betrug nach Angaben des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz analog zur Situation in Wuppertal an verkehrsnahen Messstellen durchschnittlich 2 µg/m³ [43][2]. Im städtischen und vorstädtischen Hintergrund war die Abnahme mit ≤ 1 µg/m³ im Allgemeinen geringer, im ländlichen Hintergrund stagnierten die NO_2-Konzentrationen [39].

Die Entwicklung im landesweiten Messnetz liegt somit zuletzt in einer vergleichbaren Größenordnung wie die in Wuppertal erzielten Ergebnisse. Die Beobachtung, dass sich in Wuppertal (und darüber hinaus auch in NRW) Abnahmen insbesondere an verkehrsnahen Messpunkten abzeichnen und gleichzeitig die Belastungen im städtischen Hintergund stagnieren, lässt den Schluss zu, dass über die meteorologische

[2] Pressemitteilung des LANUV NRW vom 20.03.2018. Der offizielle Bericht zur Luftqualität 2017 lag zum Zeitpunkt der Berichstellung noch nicht vor.

Variabilität hinaus mittlerweile wohl die verschiedenen Minderungsmaßnahmen zumindest in Teilen wirken. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt lässt sich jedoch nicht abschließend bewerten, ob sich dieser Trend fortsetzt und in welchem Zeitraum er im Falle eines Fortbestehens zu einer hinreichenden Entlastung führt.Nicht zuletzt aufgrund der derzeitigen politischen Aktualität (vgl. Abschnitt 6.1.4 zur Luftreinhalteplanung) und dem damit verbundenen Handlungsdruck darf hier in den nächsten Jahren mit entsprechendem Erkenntnisgewinn gerechnet werden.

Eine belastbare Gegenüberstellung des Anteils der Stationen mit Grenzwertüberschreitungen im Verhältnis zu landes- und bundesweiten Ergebnissen ist ohne eine vergleichbare Grundlage in der Messplanung jedoch nur eingeschränkt möglich. Dies gilt nicht zuletzt auch aufgrund der relativ ungünstigen Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal aufgrund der ausgeprägten Tallage im Vergleich zu landesweiten Verhältnissen.

Der Anteil der Messstandorte mit Überschreitungen des Jahresmittelwertes an der Gesamtanzahl der Messpunkte ist in erster Linie von der Messplanung und somit von der konkreten räumlichen Lage der Messorte abhängig. Der Fokus des Messprogramms in Wuppertal zielt darauf ab, potentielle Belastungsschwerpunkte im Einflussbereich hoher Emissionen bzw. Verkehrsbelastungen zu identifizieren und die Maßnahmen zur Reduktion der Belastung an diesen Standorten zu untersuchen. In diesem Kontext werden diejenigen Messstellen, an denen der Beurteilungswert für NO_2 eingehalten wird, zugunsten von Messungen an weiteren potentiellen Belastungsschwerpunkten, eingestellt (siehe auch Abschnitt 7 zur langfristigen Entwicklung des NO_2-Messnetzes in Wuppertal). Aus diesem Grund lag der Anteil der Messstandorte mit Überschreitungen des NO_2-Jahresmittelwertes in Wuppertal gegenüber dem NRW-Landesdurchschnitt vergleichsweise hoch.

Insgesamt weisen nach wie vor die aktuellen NO_2-Messergebnisse mit den zahlreichen Grenzwertüberschreitungen auf den großen Handlungsbedarf hin, den Schadstoffausstoß der Stickstoffoxide insbesondere des Verkehrs als maßgeblicher lokaler Emittent weiter zu vermindern. Zur Senkung der hohen Hintergrundbelastung sind zusätzlich aber auch weitere Emissionsminderungsmaßnahmen in anderen Bereichen wie beispielsweise Industrie, Hausbrand und Baumaschinen erforderlich [44].

6.1.4 Luftreinhalteplanung, NO_2-Überschreitungen, Stand Notifizierungsverfahren

Die Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates „über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ (2008/50/EG) vom 21. Mai 2008 regelt in Artikel 22 die Möglichkeit einer „Verlängerung der Fristen für die Erfüllung der Vorschriften und Ausnahmen von der vorgeschriebenen Anwendung bestimmter Grenzwerte“ [4]. Diese Regelungen sind seit 2010 auch national in der 39. BImSchV in § 21 umgesetzt [3].

Danach können die Fristen für die Einhaltung des NO_2-Grenzwertes unter bestimmten Voraussetzungen um fünf Jahre verlängert werden (sog. „Notifizierung“). Der Mitteilung der Fristverlängerung sind umfangreiche Unterlagen beizufügen, warum die Grenzwerte trotz Maßnahmen der Luftreinhalte- und Aktionspläne nicht eingehalten werden konnten und wie und mit welchen zusätzlichen Maßnahmen die Grenzwerte bis zum neuen Stichtag potentiell eingehalten werden können [40].

Für 37 Städte in Nordrhein-Westfalen, u. a. auch für die Stadt Wuppertal, wurde eine solche Fristverlängerung im Februar 2013 an die EU weitergeleitet [41]. Nach Prüfung dieser Anträge hat die Europäische Kommission verschiedene Einwände in Bezug auf die Anträge nahezu aller nordrhein-westfälischen Städte zu Fristverlängerungen erhoben und formuliert [41]. Als ein maßgeblicher Grund hierfür wurde genannt, dass trotz der in den entsprechenden Luftreinhalteplänen aufgeführten Maßnahmen der NO_2-Jahresmittelwert in diesen Gebieten voraussichtlich auch im Jahr 2015 weiterhin über dem zulässigen NO_2-Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m³ liegen würde. Diese Prognose hat sich inzwischen bestätigt.Die Kommission hielt es deshalb für erforderlich, zunächst strengere Minderungsmaßnahmen in die Luftqualitätspläne aufzunehmen, um die Einhaltung der Grenzwerte potentiell erreichen zu können [41].

Nach Ansicht der EU-Kommission sind die bislang geplanten oder umgesetzten Maßnahmen jedoch nach wie vor nicht ausreichend. Sie schloss daher im Mai 2015 die einleitenden Verhandlungen ab und formulierte ein Aufforderungsschreiben, womit ein formelles Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland eingeleitet wurde [48][3].Auf die Vorwürfe mangelnder Maßnahmenkonsequenz reagierte die Regierung der Bundesrepublik zunächst mit einer Stellungnahme. Sie spielte den Ball an die EU zurück, indem sie argumentierte, dass der wesentliche Grund für die lediglich eingeschränkte Wirkung der ergriffenen Maßnahmen darin liege, dass die tatsächlichen NO_X-Emissionen von Diesel-Fahrzeugen nicht in dem Maße abgenommen haben, wie es durch die stufenweise verschärften Abgasgrenzwerte auf Ebene der Europäischen Union zu erwarten gewesen wäre. Maßgeblich hierfür sei die Tatsache, dass es auf europäischer Ebene nicht zu einer frühzeitigen Begrenzung der Schadstoffemissionen im realen Fahrbetrieb gekommen sei. Hierdurch werde die Wirksamkeit der von den zuständigen Behörden ergriffenen Maßnahmen stark eingeschränkt [49]. Die Entwicklung der europäischen Abgasgesetzgebung für Dieselfahrzeuge führt nach Schlussfolgerungen des LANUV NRW im realen städtischen Fahrbetrieb (im Gegensatz zu Prüfstandsmessungen) etwa zu vierfach höheren Emissionen, als aufgrund der Abgasgesetzgebung zu erwarten war [46].

Vertragsverletzungsverfahren laufen in mehreren Stufen ab. Die zweite Stufe – eine mit Gründen versehene Stellungnahme – wurde im Februar 2017 seitens der Kommission eingeleitet. Auch Frankreich, Spanien, Italien und das Vereinigte Königreich wurden gleichzeitig mit einem letzten Mahnschreiben adressiert. Für Deutschland wird die nicht öffentliche Stellungnahme in einer Pressemitteilung mit anhaltendem Verstoß gegen die NO_2-Grenzwerte in insgesamt 28 Luftqualitätsgebieten begründet. Demnach seien „*auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene deutlich mehr Anstrengungen erforderlich, um die EU-Vorschriften einzuhalten und die menschliche Gesundheit zu schützen*“ [52].

Derweil haben sich deutsche und europäische Gerichte zunehmend mit Klagen auseinanderzusetzen, seitdem höchstrichterlich entschieden wurde, dass Einzelne und Umweltverbände im Fall einer Überschreitung der Grenzwerte für Stickstoffdioxid ei-

[3] Neben Deutschland waren zu diesem Zeitpunkt in der EU auch Italien, Spanien, Portugal, Österreich, Frankreich, Polen und Großbritannien in ein Vertragsverletzungsverfahren bzgl. zu hoher NO_2-Belastungen involviert.

nen Rechtsanspruch auf die sachgerechte Erstellung von Luftreinhalteplänen geltend machen können. Diese Pläne müssen geeignete Maßnahmen enthalten, damit der Zeitraum der Nichteinhaltung so kurz wie möglich gehalten werden kann. Demnach können die zuständigen Behörden gegebenenfalls verpflichtet werden, z. B. durch eine Anordnung, erforderliche Maßnahmen zu deren schnellstmöglicher Einhaltung zu treffen [50] [51].

Verwaltungsgerichte schlossen dabei in erster Instanz nicht aus, dass Fahrverbote für Dieselfahrzeuge aufgrund bereits bestehender Rechtsgrundlagen angeordnet werden können. Diese Auffassung wurde durch das Land Nordrhein-Westfalen nicht geteilt. Gegen das Urteil wurde beim Bundesverwaltungsgericht in Leipzig Berufung eingelegt. Wegen der grundsätzlichen rechtlichen Bedeutung waren die Klageverfahren gegen alle anderen Luftreinhaltepläne bis zum Vorliegen der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts bis auf weiteres ausgesetzt [53].

Das von großem medialem Interesse erwartete Urteil fällte das Bundesverwaltungsgericht am 27.02.2018. Die schriftlichen Urteilsgründe sowie eine zusammenfassende Pressemitteilung des Bundesverwaltungsgerichts liegen mittlerweile vor [57] [58] [59]. Im Ergebnis wird die Berufung überwiegend zurückgewiesen. Demnach seien beschränkte Fahrverbote für bestimmte Dieselfahrzeuge rechtlich und tatsächlich nicht ausgeschlossen. Das Verwaltungsgericht hat am Beispiel des Luftreinhalteplans Düsseldorf festgestellt, dass Maßnahmen zur Begrenzung der von Dieselfahrzeugen ausgehenden Emissionen nicht ernsthaft in den Blick genommen worden seien. Das habe das Land Nordrhein-Westfalen nachzuholen bzw. zu ändern. Ergebe sich bei der Prüfung, dass sich Verkehrsverbote für Diesel-Kraftfahrzeuge als die einzig geeigneten Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung bislang überschrittener NO_2-Grenzwerte darstellen, seien diese – unter Wahrung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit – in Betracht zu ziehen [57] [58].

Das Gericht sieht insbesondere für zonale Fahrverbote, die mehr als nur bestimmte Streckenabschnitte betreffen, eine phasenweise Einführung vor. Bei älteren Dieselfahrzeuge der Abgasnorm Euro 4 und darunter bedarf es - zumindest theoretisch - keiner Übergangsfristen. Für Fahrzeuge der Abgasnorm Euro 5 könnten Fahrverbote frühestens im September 2019 in Kraft treten. Ausnahmen für Handwerker und bestimmte Anwohnergruppen können zur Wahrung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit gewährt werden [57] [58] [59].

Ein fortgeschriebener Luftreinhalteplan für die oben genannte Stadt Düsseldorf liegt seit dem 21.08.2018 in der Entwurfsfassung öffentlich aus. Darin werden über 60 neue und überarbeitete Maßnahmen zur Senkung der Stickstoffdioxid-Immissionen aufgeführt. Fahrverbote wurden im Rahmen der Erstellung des Luftreinhalteplans zwar untersucht, aber wegen ihrer Unverhältnismäßigkeit nicht in den Maßnahmenkatalog aufgenommen [60] [61]. Ob die Stadt Düsseldorf damit den Vorgaben des oben genannten Urteils des Bundesverwaltungsgerichtes nachgekommen ist, wird aktuell vor dem Verwaltungsgericht Düsseldorf verhandelt [62].

Die Bezirksregierung Düsseldorf befindet sich aktuell auch mit der Stadt Wuppertal, (ebenso Neuss, Solingen, Oberhausen, Mülheim an der Ruhr und Duisburg) in Bezug auf eine Fortschreibung des derzeitigen Luftreinhalteplans im Gespräch [56].

Unabhängig davon, ob mögliche Fahrverbote auch Bestandteil des fortgeschriebenen Luftreinhalteplans in Wuppertal sein werden, haben die Arbeiten zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung bereits begonnen. Für den Luftreinhalteplan Wuppertal 2013 existiert ein Katalog mit über 70 Maßnahmen, von denen der Großteil bereits umgesetzt wurde oder sich in Umsetzung befindet [53].

6.2 Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$

Entstehung und Wirkung von Feinstäuben

Stäube stammen sowohl aus natürlichen als auch aus anthropogenen Quellen. Natürliche Quellen von Feinstaub sind überwiegend Verwehungen und Aufwirbelungen von Erosionen, Pollen und Sporen, Vulkanausbrüche, Seesalz und in Abhängigkeit der Wetterlagen auch Saharastaub. Stäube anthropogenen Ursprungs stammen aus industriellen Quellen (z. B. Feuerungsanlagen, Hütten- und Metallwerke, Energieerzeugung, Zementherstellung und -verarbeitung), Kleinfeuerungsanlagen (z. B. Hausbrand), dem Straßenverkehr und der Landwirtschaft.

Feinstäube der Fraktion PM_{10}[4] und kleiner sind luftgetragen und besitzen im Allgemeinen keine relevante Sedimentationsgeschwindigkeit. Die typischerweise vorliegende Turbulenz der bodennahen Atmosphäre reicht in Verbindung mit der mittleren Partikelgröße aus, um ein gravitationsbedingtes Absinken der Partikel zu verhindern. In der TA Luft wird die Partikelfraktion PM_{10} daher auch Schwebstaub genannt.

Luftgetragene Partikel der Fraktion PM_{10} können durch Nase und Mund in die Lunge gelangen, wo sie je nach Größe bis in die Hauptbronchien oder Lungenbläschen transportiert werden können [42]. Ultrafeine Partikel ($PM_{0,1}$) als Bestandteil von PM_{10} können von den Lungenbläschen (Alveolen) in die Blutbahn übertreten und so im Körper verteilt werden und andere Organe erreichen.

Aus epidemiologischen Untersuchungen liegen deutliche Hinweise für den Zusammenhang zwischen kurzen Episoden mit hoher PM_{10}-Exposition und Auswirkungen auf die Sterblichkeit (Mortalität) und Erkrankungsrate (Morbidität) vor. PM_{10} oder eine oder mehrere der PM_{10}-Komponenten leisten nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand einen Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen. Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sind dabei am häufigsten [42].

Eine Langzeit-Exposition über Jahrzehnte kann ebenso mit ernsten gesundheitlichen Auswirkungen verbunden sein. So wurde insbesondere eine erhöhte Rate von Atemwegserkrankungen und Störungen des Lungenwachstums bei Kindern festgestellt. Auch ist eine Erhöhung der PM_{10}-Konzentration mit einem Anstieg der Gesamtsterblichkeit und der Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Sterblichkeit verbunden. Darüber hinaus gibt es Hinweise für eine erhöhte Lungenkrebssterblichkeit [42].

Insgesamt ist davon auszugehen, dass PM_{10} bzw. seine Bestandteile einen relevanten Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen leisten. Ein Schwellenwert, unterhalb dessen nicht mehr mit gesundheitsschädlichen Wirkungen zu rechnen ist, kann für PM_{10} nach aktuellem Kenntnisstand nicht angegeben werden.

[4] Definition Partikel PM_{10} gemäß 39. BImSchV: Partikel, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

Beurteilungsmaßstäbe für Feinstäube PM_{10} und $PM_{2,5}$

Analog zu den Immissionsgrenzwerten für Stickstoffdioxid (NO_2) gehen auch die derzeit in Deutschland geltenden Beurteilungswerte für Feinstaub auf Luftqualitätsrichtlinien der Europäischen Union zurück, die durch die Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sowie durch die Einführung der 39. BImSchV zum BImSchG in deutsches Recht umgesetzt worden sind.

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Partikel PM_{10} ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV [3]. Darüber hinaus gilt für Partikel PM_{10} ein maximaler Tagesmittelwert von 50 µg/m³ bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Gegenüber dem Jahresmittelwert von 40 µg/m³ ist der Kurzzeit-Beurteilungswert (50 µg/m³ als Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr) als der strengere Beurteilungswert anzusehen. Aus einer statistischen Auswertung einer Vielzahl von PM_{10}-Messreihen über mehrere Jahre kann abgeleitet werden, dass 35 Überschreitungen des PM_{10}-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ mit Jahresmittelwerten von etwa 27 bis 33 µg/m³ für PM_{10} korrespondieren.

Für Partikel $PM_{2,5}$ galt gemäß EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa sowie gemäß 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit zunächst ein Zielwert von 25 µg/m³ für den Jahresmittelwert. Seit dem 01.01.2015 ist dieser Wert als Immissionsgrenzwert verbindlich einzuhalten [4].

Ergebnisse der Feinstaubmessungen in Wuppertal

In Wuppertal wurden im Jahr 2017 vom LANUV NRW im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) PM_{10}-Messungen an den Stationen Wuppertal-Langerfeld (WULA) und Wuppertal-Gathe (VWEL) durchgeführt. Wie in Abschnitt 6.1 bereits dargestellt, handelt es sich bei der Station Langerfeld um eine städtische Hintergrundstation und bei der Messstelle Gathe um einen Belastungsschwerpunkt („Hot-Spot“). Seit dem Jahr 2009 werden an der städtischen Hintergrund-Messstation Langerfeld zusätzlich Messungen von Feinstaub $PM_{2,5}$ durchgeführt. In Tabelle 8 sind die statistischen Kenngrößen für die PM_{10}- und $PM_{2,5}$-Messungen an diesen Messstellen für das Jahr 2017 dargestellt und dem Beurteilungswert gem. 39 BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 8 Statistische Kenngrößen für Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$ im Jahr 2017 an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA).

Messstation	**Partikel PM_{10}**		**Partikel $PM_{2,5}$**
	Jahresmittel	Anzahl Tage > 50 µg/m³	Jahresmittel
Gathe	22	7	---
Langerfeld	15	1	11
Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV	**40**	**35**	**25**

In den Abbildungen 14 und 15 ist die Entwicklung der PM_{10}-Immissionssituation an den PM_{10}-Messstationen Friedrich-Engels-Allee (LUQS), Steinweg, Langerfeld (LUQS) und Gathe (LUQS) dargestellt.

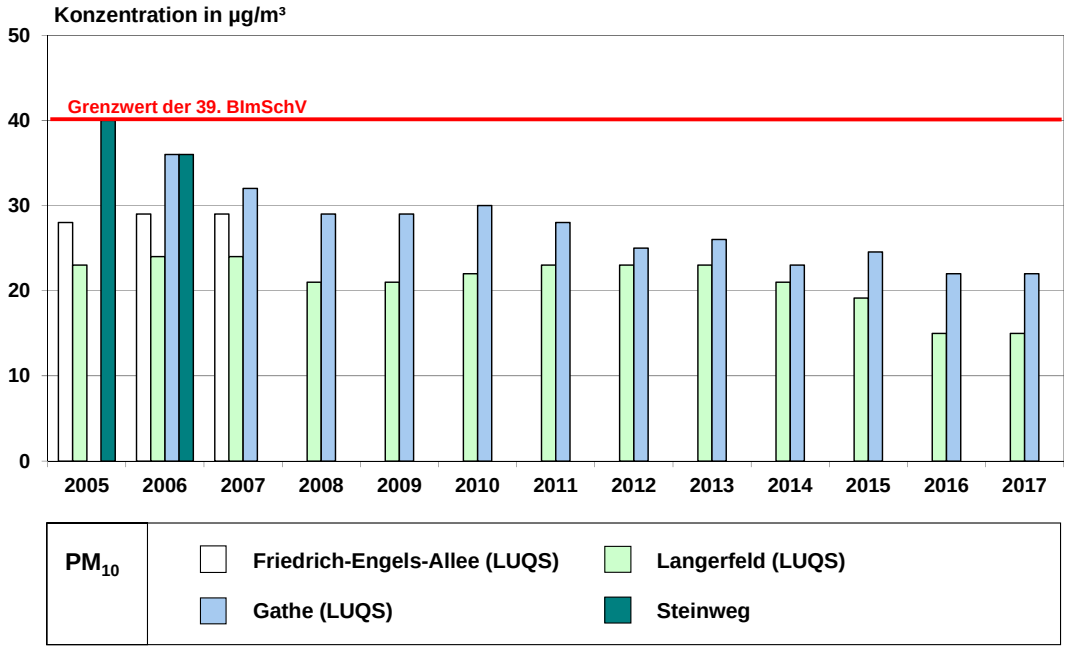


Abbildung 14 Entwicklung der PM_{10}-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 bis 2017.

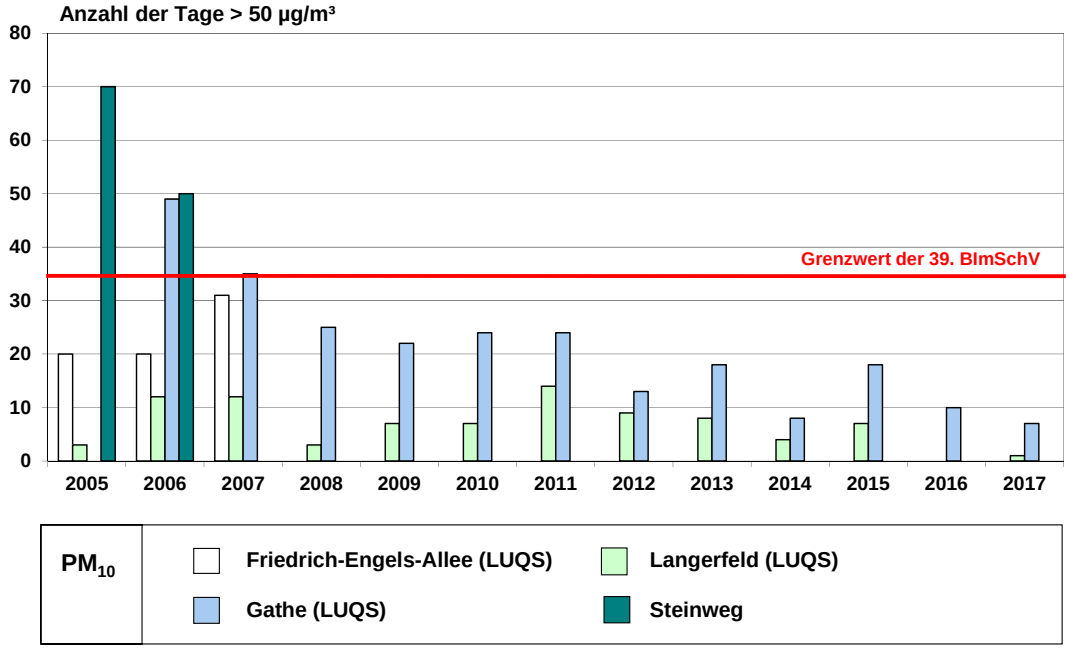


Abbildung 15 Anzahl der Tage mit PM_{10}-Mittelwerten > 50 µg/m³ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 bis 2017.

Im Jahresmittel 2017 lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld sowohl die PM_{10}- als auch die $PM_{2,5}$-Konzentrationen deutlich unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte. An der Station Gathe wurde hierbei, wie schon in den letzten Jahren, aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit 22 µg/m³ eine höhere PM_{10}-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit 15 µg/m³. Auch die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ lag an der Station Gathe mit 7 Tagen in 2017 entsprechend höher als an der Messstelle Langerfeld mit einem Tag.

Die Abbildung 14 verdeutlicht insbesondere für den innerstädtischen Belastungsschwerpunkt Gathe im 10-jährigen Vergleich einen positiven Trend mit kontinuierlich abnehmenden Jahresmittelwerten. Nach einem Rückgang der PM_{10}-Belastung in den Jahren 2006 und 2007 und einer darauf folgenden Stagnation der mittleren PM_{10}-Konzentrationen konnte seit 2011 eine stetige Verbesserung für diesen Luftschadstoff beobachtet werden. Im Vergleich zum Vorjahr lagen die Belastungen im Jahr 2017 erfreulicherweise erneut auf dem historisch niedrigen Niveau von 22 µg/m³. An der Station Langerfeld im städtischen Hintergrund zeichnet sich von 2013 bis 2016 eine kontinuierliche Abnahme des Jahresmittelwerts ab. Auch an dieser Station stagnierte der Jahresmittelwert im Jahr 2017 auf dem niedrigen Vorjahresniveau.

Seit Beginn der Feinstaubmessungen in Wuppertal wurde der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV für den Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (gültig seit 2005) noch an keiner Messstelle überschritten.

In den Luftmessberichten der zurückliegenden Jahre wurde an dieser Stelle der Beitrag des städtischen und überregionalen Hintergrundes zur PM_{10}-Belastung an der LUQS-Station Gathe mit Hilfe einer Quellenzuordnung nach dem Ansatz von Lenschow et al. (2001) abgeschätzt. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Höhe der verkehrsbedingten Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM_{10} an der Messstation Gathe seit 2011 in einer Größenordnung von etwa 10 bis 20 % schwankt (Ø 15 %). Der Anteil des regionalen und überregionalen Hintergrundes (v.a. Hausbrand, Industrie, großräumige Belastung durch Straßenverkehr, Landwirtschaft) macht konstant bereits ca. 80 % der Ergebnisse an der Messstation Gathe aus. In den letzten Jahren war im städtischen Hintergrund in Wuppertal (WULA) quasi kein Unterschied zum regionalen Hintergrund festzustellen. Da sich mit den zum Vorjahresniveau identischen Jahresmittelwerten für 2017 keine davon abweichenden Schlussfolgerungen ergeben, wird an dieser Stelle auf die entsprechende Literatur verwiesen [14] – [16].

Die Anzahl der Überschreitungstage für Feinstaub PM_{10} (Abbildung 15) ist deutlich variabler als der Jahresmittelwert für PM_{10}, da sie maßgeblich vom Verlauf der Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren geprägt wird (vgl. Abschnitt 5.2). An den zwei Messstationen Wuppertal-Gathe und Wuppertal-Langerfeld ist ein langfristiger Trend mit einer abnehmenden Anzahl an Überschreitungstagen zu erkennen. Seit 2012 pendelt die Anzahl der Überschreitungstage in einem Bereich von 8 – 18 Tagen. Für 2017 stellt sich die Situation mit insgesamt 8 Überschreitungstagen an der Station Wuppertal Gathe in diesem Zusammenhang ebenfalls als positiv dar. An der Station Langerfeld ist die Anzahl der Überschreitungstage seit dem Jahr 2012 nicht mehr über 10 Tage gestiegen. Im aktuellen Berichtsjahr wurde lediglich ein Tag mit Konzentrationen > 50 µg/m³ gemessen.

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$ und in Bezug auf die aktuellen Beurteilungswerte als unkritisch bezeichnet werden. Sowohl die Langzeit- als auch die Kurzzeitwerte liegen seit dem Jahr 2008 sicher unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte. Die Entwicklung der Feinstaubsituation in den letzten Jahren bis einschließlich 2017 in Wuppertal entspricht grundsätzlich auch dem großräumigen Trend. Der langjährige Vergleich in Wuppertal, ergänzt durch eine Auswertung der deutschlandweiten Situation und unter Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen zeigt, dass 2017 in Wuppertal erneut ein Jahr mit vergleichsweise geringer Feinstaubbelastung war. Im bundesweiten Durchschnitt kam es vielerorts hingegen zu einem erkennbaren Anstieg der Überschreitung gegenüber dem Vorjahr, vor allem bedingt durch feinstaubbegünstigenden Wetterlagen im Januar und auch Februar (vgl. Abschnitt 5.2 und [37]).

Trotz der insgesamt geringen Belastungssituation in Bezug auf Feinstaub kann die Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) von 20 µg/m³ als Jahresmittelwert noch nicht flächendeckend eingehalten werden.

7 Entwicklung des NO_2-Messnetzes in Wuppertal

Die Stadt Wuppertal führt bereits seit den 1990er Jahren umfangreiche lufthygienische und meteorologische Messungen durch. Auf die Ergebnisse dieser Messungen wurde sowohl in dem hier vorliegenden Luftmessbericht für das Jahr 2017 als auch in den Messberichten der letzten Jahre regelmäßig hingewiesen. Die aus diesen langjährigen Messungen resultierenden Ergebnisse sind unter anderem in den Abschnitten 6.1.2 und 6.1.3 sowie den zurückliegenden Messberichten dokumentiert. Im jeweils aktuellen Luftmessbericht werden dabei aber im Allgemeinen nur diejenigen Messpunkte aufgenommen, für die in dem jeweiligen Berichtsjahr auch NO_2-Messungen durchgeführt wurden. In den zurückliegenden Jahren wurde das NO_2-Messnetz stetig weiterentwickelt und den jeweils aktuellen Anforderungen angepasst. Insbesondere seit 2008 wurden diejenigen Messpunkte, an denen der Beurteilungswert für NO_2 eingehalten wurde, aus dem Messprogramm herausgenommen, um Untersuchungen an neuen Messorten bzw. potentiellen Belastungsschwerpunkten zu ermöglichen.

Ein Gesamtüberblick über die bislang im NO_2-Messnetz in Wuppertal realisierten Messorte für NO_2 wurde erstmalig im Luftmessbericht für das Jahr 2013 aufgegriffen.

Im vorliegenden Luftmessbericht für das Jahr 2017 soll neben der Darstellung der aktuellen Messergebnisse auch die Entwicklung des NO_2-Messnetzes und das damit verbundene Engagement der Stadt Wuppertal zum Thema Luftreinhaltung und Immissionsschutz dokumentiert werden.

In Abbildung 16 ist hierzu, analog zur Darstellunsgmethodik in Abbildung 11, die räumliche Verteilung sowohl der aktuellen als auch der mittlerweile nicht mehr beprobten Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal dargestellt. In blau sind hierbei die aktiven Messpunkten des aktuellen NO_2-Messnetzes markiert, die nicht mehr beprobten Messpunkte sind grün dargestellt.

Zum Jahr 2017 gab es keine Veränderungen des Messentzes gegenüber dem Vorjahr. Zum Jahr 2016 wurden im Messnetz die Messpunkte MP 39 (Sillerstraße 6), MP 40 (Am Dorpweiher 22/24) und MP 44 aufgrund der im Verhältnis niedrigen NO_2-Belastungen im Jahresmittel wieder außer Betrieb genommen. Neu ins Messprogramm aufgenommen wurden die Messpunkte MP 45 (Varresbeckerstraße 122), MP 46 (Schützenstraße 74) und MP 47 (Gewerbeschulstraße 54).

Während die graphische Darstellung des aktuellen Messnetzes in Abbildung 11 noch eine zum Teil heterogene räumliche Verteilung der Messpunkte zeigt, führt die Überlagerung aller bislang untersuchten Messorte in Abbildung 16 zu einer deutlich homogeneren Verteilung über das Wuppertaler Stadtgebiet, wobei jedoch immer potenzielle NO_2-Belastungsschwerpunkte beprobt wurden. Insgesamt wurden demnach seit 2006 NO_2-Messungen an 20 Messorten durchgeführt, die aktuell (2017) nicht mehr Bestandteil des Wuppertaler Messnetzes sind. In Tabelle 9 sind ergänzend zu Abbildung 17 diese „historischen“ Messpunkte inkl. Messpunkt-Nr., Adresse und Höhe über NN sowie der Angabe des Messzeitraumes und des letzten NO_2-Jahresmittelwertes ausgewiesen.

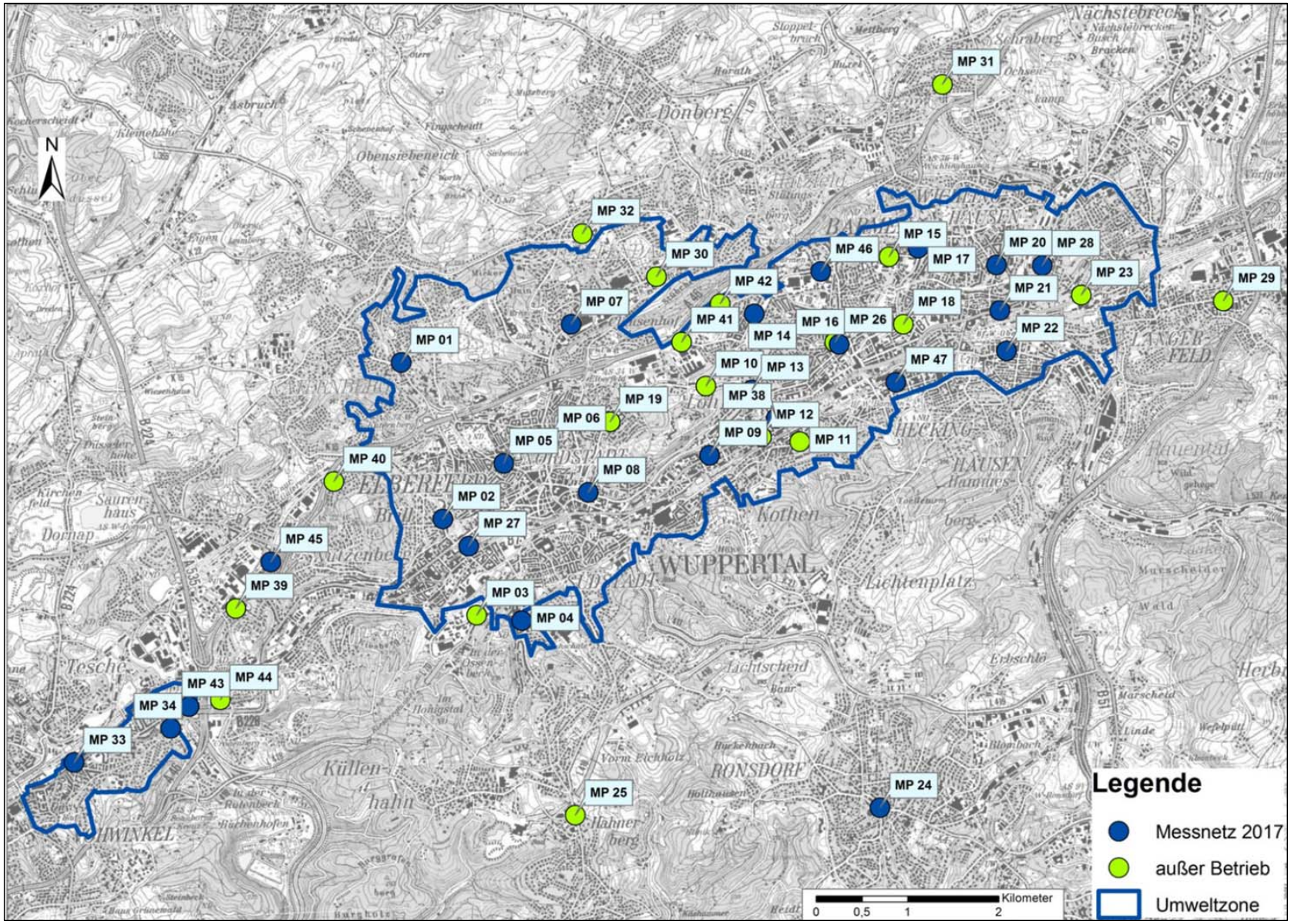


Abbildung 16 Räumliche Verteilung der bis 2017 aktiven sowie der nicht mehr beprobten NO_2-Messorte in Wuppertal.

Tabelle 9 Messorte aus dem NO_2-Messnetz in Wuppertal, die nicht mehr beprobt werden.

Lfd.-Nr.	MP-Nr.	Messort / Adresse		Höhe	Messung		JMW
		Straße / Hausnummer	Stadtteil	m über NN	ab	bis	NO_2 in µg/m³
3	MP 03	Neviandtstraße 44	Elberfeld	176	2006	2012	38
6	MP 06	Gathe 35	Elberfeld	151	2006	2006	70
10	MP 10	Rudolfstraße 109	Barmen	181	2006	2006	45
11	MP 11	Meckelstraße 60	Barmen	188	2006	2006	43
12	MP 12	Wittensteinstraße	Barmen	160	2006	2006	44
15	MP 15	Klingelholl 96	Barmen	197	2006	2006	42
18	MP 18	Bachstraße 26	Barmen	156	2006	2006	47
19	MP 19	Ostersbaum 72	Elberfeld	164	2006	2012	39
23	MP 23	Am Buchenloh	Langerfeld	170	2006	2006	32
25	MP 25	Hahnerberger Straße 51	Cronenberg	330	2006	2006	43
26	MP 26	Steinweg 25 (Garten)	Barmen	182	2006	2008	34
29	MP 29	Schwelmer Straße 104b	Langerfeld	208	2007	2008	46
30	MP 30	Uellendahler Straße 428	Elberfeld	200	2007	2012	32
31	MP 31	Schraberg 10	Oberbarmen	268	2007	2008	35
32	MP 32	Hans-Böckler-Straße 171	Elberfeld	277	2007	2008	27
39	MP 39	Sillerstraße 6	Vohwinkel	171	2013	2015	33
40	MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	Elberfeld	199	2013	2015	36
44	MP 44	Sonnbornerstraße 158	Vohwinkel	133	2014	2015	32

JMW: Letzter Jahresmittelwert

Die ehemaligen Messpunkte MP 06 Gathe sowie MP 23 Am Buchenloh nehmen in dieser Übersicht eine Sonderrolle ein, da an diesen Messstandorten seit 2005 (Gathe) und seit 2002 (Am Buchenloh) Messstationen aus dem LUQS-Messnetz des LANUV NRW betrieben werden, sodass auch für diese Messorte eine kontinuierliche Erfassung mehrerer Spurenstoffe einschließlich NO_2 sichergestellt ist.

Insgesamt dokumentiert diese Entwicklung das Engagement sowie die aktive Rolle der Stadt Wuppertal im Bereich der flächenhaften Erfassung und Bewertung der Luftqualität im Wuppertaler Stadtgebiet. Die langjährige Erfassung und Bewertung der NO_2-Immissionen bildet eine gute Sachebene und Entscheidungsgrundlage, auf deren Basis wirksame Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden können. Ziel dieser Aktivitäten ist die kontinuierliche Verbesserung der Luftqualität und somit direkt des Gesundheitsschutzes und der Lebensqualität der Wuppertaler Bevölkerung.

8 Zusammenfassung und Fazit

Die Stadt Wuppertal führt seit vielen Jahren Immissionsmessungen von Luftschadstoffen durch, um die aktuelle Belastung in Wuppertal zu ermitteln und zu bewerten. Die flächenhaft erfassten Messdaten dienen dazu, verschiedenste Planungsprozesse nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ begleiten zu können. Darüber hinaus ermöglicht diese Datenbasis eine Versachlichung der Diskussion zu den Themen Luftreinhaltung und Gesundheitsschutz und bietet eine fundierte Grundlage für Abstimmungsgespräche mit übergeordneten und beteiligten Behörden.

Auf der Basis der Messergebnisse können Maßnahmen zur Reduzierung der Luftschadstoffbelastungen abgeleitet sowie deren Wirksamkeit bewertet werden. Hierbei ist es das vorrangige Ziel, die Luftqualität zu verbessern und somit langfristig den Gesundheitsschutz für die Wuppertaler Bevölkerung sicherzustellen.

Aufgrund des bereits seit vielen Jahren kontinuierlich durchgeführten Messprogramms kann neben der aktuellen Luftgüte auch der langjährige Trend beschrieben und bewertet werden. Ergänzt wird das kommunale Luftmessprogramm durch die Messungen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW. Auf der Basis der in Wuppertal durchgeführten Luftschadstoffmessungen des LANUV NRW wurde zunächst im Jahr 2008 unter Federführung der Bezirksregierung Düsseldorf ein gesamtstädtischer Luftreinhalteplan für die Stadt Wuppertal erstellt. Dieser Luftreinhalteplan wurde, auch unter Berücksichtigung der kommunalen Luftschadstoffmessungen, fortgeschrieben und dient in der Fassung von 2013 als ein Instrument zur weiteren Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal. Vor dem Hintergrund des anhaltenden Handlungsdrucks wird der Luftreinhalteplan im Sinne einer Planfortschreibung im Jahr 2018 aktualisiert (vgl. Abschnitt 6.1.4). Nach aktuellem Wissensstand ist für den Ballungsraum Wuppertal erst nach 2020 mit einer Einhaltung der Grenzwerte zur rechnen[5] [51]. Die Messdaten aus dem Luftmessnetz der Stadt Wuppertal sollen hierzu eine zusätzliche und belastbare Grundlage schaffen.

Messorte und Messumfang

Messungen erfolgten zeitgleich an 24 Messpunkten im Stadtgebiet. Das Messnetz wurde gegenüber dem Vorjahr 2016 nicht verändert.

Ergebnisse 2017

Im Fokus der Messungen in Wuppertal stehen unverändert die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$) sowie meteorologische Messungen.

[5] Ähnliche Prognosen gelten für Köln, Hagen, Essen, Dortmund, Düsseldorf, Aachen, Grevenbroich und die Region Duisburg/Oberhausen/Mülheim). In besonders hoch belasteten Gebieten wie Stuttgart und München wird eine Einhaltung der Grenzwerte nicht vor dem Jahr 2030 erwartet.

Von den hier ausgewerteten 24 Messstandorten im Wuppertaler Stadtgebiet, die sich größtenteils an innerstädtischen Standorten mit potenziell hoher Belastung befinden, wurde im Jahr 2017 an 12 Messstandorten der Beurteilungswert für Stickstoffdioxid von 40 µg/m³ als Jahresmittelwert überschritten. In 2016 waren es mit 15 Standorten drei Messpunkte mehr als im aktuellen Berichtsjahr. Es handelt sich dabei um die Messpunkte MP 07 (Uellendahler Straße), MP 20 (Wichlinghauser Straße) und MP 33 (Kaiserstraße).

Die höchsten NO_2-Belastungen für das Jahr 2017 wurden an der Briller Straße (MP 02) mit 57 µg/m³ gemessen. Sehr hohe Jahresmittelwerte von > 50 µg/m³ wurden zudem mit 53 µg/m³ am Steinweg (MP 16) und mit 51 µg/m³ an der Westkotter Straße (MP 17) ermittelt.

An insgesamt 19 von 24 Messpunkten wurden erfreulicherweise niedrigere NO_2-Konzentratonen als im Vorjahr registriert. Der Belastungsrückgang beträgt an der überwiegenden Mehrheit der Messpunkte 1 – 2 µg/m³. Die höchste Abnahme von 7 µg/m³ wurde am Belastungsschwerpunkt Briller Straße (MP 02) gemessen. Eine Zunahme der NO_2-Konzentration im Vergleich zu den Ergebnissen aus 2016 gab es nur an einem Messpunkt (MP 46).

Im Mittel über alle Messpunkte resultiert eine Abnahme der NO_2-Belastung von durchschnittlich 2 µg/m³ im Vergleich 2016/2017.

Bundesweit war die Belastung durch Stickstoffdioxid nach vorläufigen Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) im Jahr 2017 ebenfalls etwas geringer als im Vorjahr. In Deutschland wurden an etwa 45 % der verkehrsnahen Messstationen Überschreitungen des Jahresmittelwertes für NO_2 registriert. In Nordrhein-Westfalen kam es in 27 Kommunen zu Grenzwertüberschreitungen. Analog zur Situation in Wuppertal wurden Überschreitungen insbesondere an dicht bebauten Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen beobachtet. Im Vergleich zum Vorjahr betrug die Reduktion nach Angaben des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz analog zur Situation in Wuppertal an verkehrsnahen Messstellen durchschnittlich 2 µg/m³.

In Bezug auf Feinstaub lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld im Jahresmittel 2017 sowohl die PM_{10}- als auch die $PM_{2,5}$-Konzentrationen deutlich unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte (die Messung von Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$ erfolgt durch das LANUV NRW). An der Station Gathe wurde hierbei, wie schon in den letzten Jahren, aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit 22 µg/m³ eine höhere PM_{10}-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit 15 µg/m³. An beiden Stationen war die Höhe der Belastung identisch zum Vorjahresniveau.

Langjähriger Trend der Luftqualität in Wuppertal

Insgesamt kann in Wuppertal ein beträchtlicher Rückgang der NO_2-Belastung festgestellt werden. Die Verbesserung der lufthygienischen Situation wird insbesondere im langjährigen Vergleich deutlich: Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den Zeitraum von 2008 bis 2017 ein Rückgang der NO_2-Immissionen von mittlerweile 12 µg/m³ registriert (Differenz der Mittelwerte jeweils über 20 Messstationen, an denen sowohl im Jahr 2008 als auch im Jahr 2017 NO_2-Messungen realisiert wur-

den). Eine Zunahme der NO_2-Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet.

Maßgeblichen Einfluss auf dieses Ergebnis hatte zunächst vor allem die über lange Jahre positive Entwicklung bis 2014, in der sich die Situation jährlich um durchschnittlich etwa 2 µg/m³ verbessert hat. In den beiden Folgejahren kam es zu einer Stagnation der Belastungen; im Jahr 2015 waren sie sogar leicht angestiegen. Mit den Ergebnissen für das Jahr 2017, in dem wieder eine Abnahme um durchschnittlich 2 µg/m³ verzeichnet wurde, scheint sich der langjährige Trend möglicherweise wieder fortzusetzen.

Der Trend der Feinstaubbelastung für PM_{10} in Wuppertal muss aufgrund der im Vergleich zum NO_2 geringeren Messstellendichte differenziert betrachtet werden. Insbesondere für den innerstädtischen Belastungsschwerpunkt Gathe zeigt sich im mehrjährigen Vergleich ein positiver Trend mit kontinuierlich abnehmenden Jahresmittelwerten. Der Anteil der verkehrsbedingte Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM_{10} hat sich an der Messstation Gathe seit 2011 in einer Größenordnung von etwa 15 % eingependelt. Der Anteil des regionalen und überregionalen Hintergrundes (v. a. Hausbrand, Industrie, großräumige Belastung durch Straßenverkehr, Landwirtschaft) macht konstant bereits ca. 80 % der Ergebnisse an der Messstation Gathe aus. In den letzten Jahren war im städtischen Hintergrund in Wuppertal (Station WULA) quasi kein Unterschied zum regionalen Hintergrundniveau festzustellen.

Insgesamt muss in Bezug auf die Feinstaubbelastung (PM_{10} und $PM_{2,5}$) in Wuppertal betont werden, dass seit 2008 an den Wuppertaler Messstellen alle relevanten Beurteilungswerte kontinuierlich und sicher eingehalten werden. Mit Bezug auf den allgemeinen Trend in NRW und bundesweit ist davon auszugehen, dass aller Voraussicht nach auch in Wuppertal die Beurteilungsmaßstäbe für Partikel nicht nur aktuell, sondern auch zukünftig eingehalten werden.

Abschließend lässt sich für Wuppertal, sowohl in Bezug auf Stickstoffdioxid NO_2 als auch für Partikel PM_{10}, insgesamt ein nach wie vor langfristig abnehmender Trend der Luftschadstoffbelastung erkennen. Hierzu werden auch die bislang ergriffenen Maßnahmen aus der Luftreinhalteplanung einen Beitrag leisten.

9 Grundlagen und Literatur

[1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist

[2] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBl. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511)

[3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065)

[4] RL 2008/50/EG: Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa; Amtsblatt der europäischen Union vom 11.06.2008; L152

[5] Bezirksregierung Düsseldorf (2008): Luftreinhalteplan Wuppertal, Bezirksregierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf

[6] Bezirksregierung Düsseldorf (2013): Luftreinhalteplan Wuppertal 2013 (in der Fassung der Bekanntmachung vom 18.04.2013), Bezirksregierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf

[7] DWD (2018): Pressemitteilungen zum Deutschlandwetter im Jahr 2017; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach

[8] DWD (2015): Mittelwerte der Lufttemperatur für den Zeitraum 1981-2010; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach

[9] Müller-BBM (2010): Luftmessbericht Wuppertal 2009; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen

[10] Müller-BBM (2011): Luftmessbericht Wuppertal 2010; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen

[11] Müller-BBM (2012): Luftmessbericht Wuppertal 2011; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen

[12] Müller-BBM (2013): Luftmessbericht Wuppertal 2012; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen

[13] Müller-BBM (2014): Luftmessbericht Wuppertal 2013; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen

[14] Müller-BBM (2015): Luftmessbericht Wuppertal 2014; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen

[15] Müller-BBM (2016): Luftmessbericht Wuppertal 2015; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen

[16] Müller-BBM (2017): Luftmessbericht Wuppertal 2016; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen

[17] LUBW (2009): Luftmessbericht Wuppertal 2008; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

[18] LUBW (2008): Luftmessbericht Wuppertal 2007; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

[19] LUBW (2007): Luftmessbericht Wuppertal 2006; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

[20] LUBW (2006): Luftmessbericht Wuppertal 2005; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

[21] GEObasis NRW: Topographische Karte Nordrhein Westfalen, M 1 : 25 000 DTK25), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW

[22] GEObasis NRW: Topographische Karte Nordrhein Westfalen, M 1 : 50 000 (DTK50), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW

[23] GEObasis NRW: Übersichtskarte Nordrhein Westfalen, M 1 : 200 000 (TÜK200), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW

[24] DIN EN 13528-1 (2002-12): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 1: Allgemeine Anforderungen

[25] DIN EN 13528-2 (2002-12): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 2: Spezifische Anforderungen und Prüfverfahren

[26] DIN EN 13528-3 (2004-04): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 3: Anleitung zur Auswahl, Anwendung und Handhabung

[27] DIN EN 16339 (2013-11): Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsamler

[28] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen

[29] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 2 (2018-05): Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind

[30] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 3 (2012-10): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen - Lufttemperatur

[31] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 4 (2013-06): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Luftfeuchte

[32] Müller-BBM (2014): Gleichwertigkeitsnachweis NO_2-Passivsammler zum Referenzverfahren (DIN EN 14211 – Chemilumineszenz); Notiz Nr. M94843/N05 vom 17.10.2014

[33] Pfeffer, U., Beier, R., Zang, T. (2006): Measurements of nitrogen dioxide with diffusive samplers at traffic-related sites in North-Rhine Westphalia (Germany); Gefahrstoffe, Reinhaltung der Luft, Vol. 66 (2006), Nr. 1/2; S. 38-44

[34] LANUV-NRW (2010): Kalibrierung von Passivsammlern zur Messung von Stickstoffdioxid (NO_2), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2010

[35] Pfeffer, U., Zang, T., Breuer, L., Rumpf, E., Beier, R. (2009): Long-term validation and robustness of uptake rates of diffusive samplers for NO_2 and benzene, International Conference 'Measuring Air Pollutants by Diffusive Sampling and Other Low Cost Monitoring Techniques, Krakow, 15th – 17th September 2009

[36] LANUV NRW (2018): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); Monatsberichte 2017 und EU-Jahreskenngrößen 2017 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2018

[37] UBA (2018): Luftqualität 2017 Vorläufige Auswertung; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität", Dessau

[38] UBA (2018): Stickstoffdioxid NO_2 im Jahr 2017. Stand 30.05.2018; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität", Dessau

[39] UBA (2018): Stickstoffdioxid NO_2 im Jahr 2017. Jährliche Auswertung NO2 - 2017 (Excel-Version, Stand 30.05.2017). zuletzt aktualisiert am 30.05.2018

[40] UBA (2016): Regelungen und Strategien / Luftreinhaltung in der EU, Umweltbundesamt, Dessau https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/luftreinhaltung-in-der-eu

[41] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (2012): Gesundheitsschutz im Mittelpunkt. Die Luftreinhaltepläne in Nordrhein-Westfalen, Januar 2012

[42] LANUV NRW (2012): Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid im Zusammenhang mit der Luftreinhalteplanung, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, Januar 2012

[43] LANUV NRW (2018): Pressemitteilung - Luftqualität hat sich im vergangenen Jahr 2017 weiter verbessert (Stand 20.04.2018): https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/pressemitteilungen/

[44] MKULNV (2017): Bilanz der Luftqualität 2016. Pressemitteilung vom 11.04.2017. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Ver-braucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW), Düsseldorf

[45] Lenschow, P., H.-J- Abraham, K. Kutzner, M. Lutz, J.D. Preuß, W. Reichenbächer (2001): Some ideas about the sources of PM10, Atmos. Env. 35/1001, pp23-33, 2001.

[46] LANUV NRW (2013): Fristverlängerungen bis 2015 zur Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid (Notifizierung). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, März 2013

[47] Müller-BBM (2015): Flächenhafte NO_2-Messungen mit Hilfe von Passivsammlern. A. Ropertz, Beuck, H., Bücker, U., Bornkessel, H. Tagungsband zum Kolloquium "Luftqualität an Straßen" 2015. Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (Hrsg).

[48] Europäische Kommission (2015) Aufforderungsschreiben -Vertragsverletzung Nr. 2015/2073 vom 18.06.2015. Commission européenne, B-1049 Bruxelles.

[49] BR (2015): Mitteilung der Regierung der Bundesrepublik Deutschland an die Europäische Kommission vom 18.08.2015 - Verfahren Nr. 2015/2073. Vertragsverletzungsverfahren der Europäischen Kommission zur Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG.

[50] Gerichtshof der Europäischen Union (2014): Pressemitteilung Nr. 153/14.

[51] LAI (2016): Handlungsbedarf und –empfehlungen zur Einhaltung der NO_2-Grenzwerte. erarbeitet durch den LAI-Ausschuss „Luftqualität / Wirkungsfragen / Verkehr“, 16. Februar 2016

[52] Europäische Kommission (2017): Kommission droht Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien und dem Vereinigten Königreich mit Klage wegen anhaltender übermäßiger Luftverschmutzung. Europäische Kommission – Pressemitteilung vom 15. Februar 2017 http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-238_de.htm

[53] Stadt Wuppertal (2018): Luftreinhalteplan - Am 19. April 2013 ist der fortgeschriebene Luftreinhalteplan Wuppertal in Kraft getreten. Eine Fortschreibung steht im Jahr 2018 bevor (Stand 16.04.2018): https://www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/umweltschutz/immission/102370100000187579.php

[54] Stadt Wuppertal (2018): Luftreinhalteplan Wuppertal 2013 – Sachstandsbericht 2017 Maßnahmen-Umsetzung; Stand: 31.12.2017: https://www.wuppertal.de/rathaus/onlinedienste/ris/getfile.php?id=218895&type=do&

[55] Bezirksregierung Düsseldorf (2016): Luftreinhalteplan Wuppertal, Maßnahmenumsetzung (Stand: 31.12.2016) https://www.brd.nrw.de/umweltschutz/umweltzone_luftreinhaltung/pdf/Massnahmenkatalog-Wuppertal.pdf

[56] Bezirksregierung Düsseldorf (2018): Luftreinhaltepläne im Regierungsbezirk Düsseldorf (Stand: 20.03.2018) https://www.brd.nrw.de/umweltschutz/umweltzone_luftreinhaltung/Luftreinhaltung_FAQ.html#Zwei

[57] Bundesverwaltungsgericht (2018): Pressemitteilung - Luftreinhaltepläne Düsseldorf und Stuttgart: Diesel-Verkehrsverbote ausnahmsweise möglich (Stand: 27.02.2018) http://www.bverwg.de/pm/2018/9

[58] Bundesverwaltungsgericht (2018): (Beschränkte) Verkehrsverbote für (bestimmte) Dieselfahrzeuge - Luftreinhalteplan Düsseldorf - Urteil vom 27.02.2018, schriftliche Begründung vom 22.05.2018 https://www.bverwg.de/de/270218U7C26.16.0

[59] Bundesverwaltungsgericht (2018): Verkehrsverbot (u.a.) für Dieselfahrzeuge in der Umweltzone Stuttgart - Urteil vom 27.02.2018, schriftliche Begründung vom 22.05.2018 https://www.bverwg.de/de/270218U7C30.17.0

[60] Bezirksregierung Düsseldorf (2018): Bezirksregierung legt den Luftreinhalteplan Düsseldorf vor – Pressemitteilung vom 23.08.2018 http://www.bezreg-duesseldorf.nrw.de/presse/pressemitteilungen/2018/08August/062_2018.html

[61] Bezirksregierung Düsseldorf (2018): Luftreinhalteplan Düsseldorf 2018 - In der Fassung des Offenlageentwurfs vom 21.08.2018 http://www.bezreg-duessel-

dorf.nrw.de/umweltschutz/umweltzone_luftreinhaltung/180821_LRP_Duesseldorf.pdf

[62] Justizportal Nordrhein-Westfalen (2018): Verwaltungsgericht Düsseldorf: Erörterungstermin in dem Vollstreckungsverfahren zur Fortschreibung des Luftreinhalteplans Düsseldorf – Pressemitteilung vom 21.08.2018 https://www.justiz.nrw/JM/Presse/presse_weitere/PresseOVG/21_08_2018_/index.php

Anhang A

Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen

Messpunkt 01

Nevigeser Straße 98
42113 Wuppertal

Rechtswert	25 78 552 m
Hochwert	56 82 417 m
Höhe	214 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 02

Briller Straße 28
42105 Wuppertal

Rechtswert	25 79 011 m
Hochwert	56 80 700 m
Höhe	147 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 04

Steinbeck 92
42119 Wuppertal

Rechtswert	25 79 875 m
Hochwert	56 79 586 m
Höhe	181 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 05

Hochstraße 63
42105 Wuppertal

Rechtswert	25 79 680 m
Hochwert	56 81 311 m
Höhe	171 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 07

Uellendahler Straße 198
42109 Wuppertal

Rechtswert	25 80 419 m
Hochwert	56 82 837 m
Höhe	181 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 08

Hofkamp 86
42103 Wuppertal

Rechtswert	25 80 606 m
Hochwert	56 80 992 m
Höhe	146 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 09

Friedrich-Engels-Allee 184
42285 Wuppertal

Rechtswert	25 81 936 m
Hochwert	56 81 400 m
Höhe	149 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 13

Rudolfstraße 149
42285 Wuppertal

Rechtswert	25 82 402 m
Hochwert	56 82 118 m
Höhe	154 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 14

Schönebecker Straße 81
42283 Wuppertal

Rechtswert	25 82 428 m
Hochwert	56 82 953 m
Höhe	188 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 16

Steinweg 25
42275 Wuppertal

Rechtswert	25 83 358 m
Hochwert	56 82 617 m
Höhe	159 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 17

Westkotter Straße 111
42277 Wuppertal

Rechtswert	25 84 225 m
Hochwert	56 83 672 m
Höhe	193 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 20

Wichlinghauser Straße 70
42277 Wuppertal

Rechtswert	25 85 084 m
Hochwert	56 83 487 m
Höhe	179 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 21

Berliner Straße 159
42277 Wuppertal

Rechtswert	25 85 123 m
Hochwert	56 82 988 m
Höhe	160 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 22

Heckinghauser Straße 159
42289 Wuppertal

Rechtswert	25 85 196 m
Hochwert	56 82 547 m
Höhe	166 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 24

Staasstraße 51
42369 Wuppertal

Rechtswert	25 83 808 m
Hochwert	56 77 532 m
Höhe	274 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 27

Bundesallee 30
42103 Wuppertal

Rechtswert	25 79 293 m
Hochwert	56 80 403 m
Höhe	142 m ü. NN
Messzeitraum	seit 1997

Messpunkt 28

Schwarzbach 78
42277 Wuppertal

Rechtswert	25 85 587 m
Hochwert	56 83 482 m
Höhe	171 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2007

Messpunkt 33

Kaiserstraße 32
42329 Wuppertal

Rechtswert	25 74 963 m
Hochwert	56 78 028 m
Höhe	162 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2007

Messpunkt 34

Haeseler Strasse 94
42329 Wuppertal

Rechtswert	25 76 023 m
Hochwert	56 78 403 m
Höhe	140 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2007

Messpunkt 38

Friedrich-Engels-Allee 308
42283 Wuppertal

Rechtswert	25 82 670 m
Hochwert	56 81 806 m
Höhe	155 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2008

Messpunkt 43

Eugen-Langen-Straße 23
42327 Wuppertal

Rechtswert	25 76 225 m
Hochwert	56 78 643 m
Höhe	137 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2014

Messpunkt 45

Varresbeckerstraße 122
42115 Wuppertal

Rechtswert	25 77 121 m
Hochwert	56 80 230 m
Höhe	154 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2016

Messpunkt 46

Schützenstraße 74
42281 Wuppertal

Rechtswert	25 83 157 m
Hochwert	56 83 417 m
Höhe	188 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2016

Messpunkt 47

Gewerbeschulstraße 54
42289 Wuppertal

Rechtswert	25 83 981 m
Hochwert	56 82 201 m
Höhe	172 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2016

Anhang B

Einzelmessergebnisse

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 47 für den Messzeitraum 30.12.2016 bis 29.12.2017.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 01 /1 µg/m³	MP 01 / 2 µg/m³	MP 01 µg/m³	MP 02 / 1 µg/m³	MP 02 / 2 µg/m³	MP 02 µg/m³	MP 04 / 1 µg/m³	MP 04 / 2 µg/m³	MP 04 µg/m³	MP 05 / 1 µg/m³	MP 05 / 2 µg/m³	MP 05 µg/m³
Jan 2017	30.12.16 - 31.01.17	32	50	51	50	69	71	70	53	56	54	60	59	60
Feb 2017	31.01.17 - 02.03.17	30	42	41	42	62	63	62	51	47	49	47	44	45
Mrz 2017	02.03.17 - 30.03.17	28	35	35	35	69	61	65	48	45	46	50	49	49
Apr 2017	30.03.17 - 02.05.17	33	35	34	34	59	58	59	49	49	49	56	56	56
Mai 2017	02.05.17 - 01.06.17	30	37	33	35	69	70	69	48	50	49	55	51	53
Jun 2017	01.06.17 - 29.06.17	28	31	30	30	63	66	65	47	47	47	45	46	45
Jul 2017	29.06.17 - 31.07.17	32	23	23	23	50	47	49	37	34	36	36	36	36
Aug 2017	31.07.17 - 30.08.17	30	34	33	33	54	47	51	42	46	44	44	45	45
Sep 2017	30.08.17 - 29.09.17	30	30	30	30	47	48	47	39	44	41	38	39	39
Okt 2017	29.09.17 - 30.10.17	31	31	28	29	47	46	46	40	39	40	31	32	32
Nov 2017	30.10.17 - 29.11.17	30	33	34	34	52	48	50	43	43	43	43	39	41
Dez 2017	29.11.17 - 29.12.17	30	33	36	34	53	52	52	49	48	49	42	44	43
Mittelwert	**30.12.16 - 29.12.17**	**364**	**34**	**34**	**34**	**58**	**56**	**57**	**45**	**46**	**46**	**46**	**45**	**45**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 07 / 1 µg/m³	MP 07 / 2 µg/m³	MP 07 µg/m³	MP 08 / 1 µg/m³	MP 08 / 2 µg/m³	MP 08 µg/m³	MP 09 / 1 µg/m³	MP 09 / 2 µg/m³	MP 09 µg/m³	MP 13 / 1 µg/m³	MP 13 / 2 µg/m³	MP 13 µg/m³
Jan 2017	30.12.16 - 31.01.17	32	52	51	52	47	47	47	49	52	51	58	57	57
Feb 2017	31.01.17 - 02.03.17	30	46	45	45	39	38	38	50	47	48	50	48	49
Mrz 2017	02.03.17 - 30.03.17	28	41	41	41	35	36	35	44	47	46	48	49	48
Apr 2017	30.03.17 - 02.05.17	33	37	38	37	39	40	40	42	42	42	53	53	53
Mai 2017	02.05.17 - 01.06.17	30	42	41	41	35	37	36	44	42	43	53	48	50
Jun 2017	01.06.17 - 29.06.17	28	34	34	34	30	33	32	40	40	40	49	48	48
Jul 2017	29.06.17 - 31.07.17	32	26	25	26	28	27	28	38	35	36	36	35	35
Aug 2017	31.07.17 - 30.08.17	30	39	39	39	32	30	31	50	51	51	48	45	47
Sep 2017	30.08.17 - 29.09.17	30	34	35	35	30	28	29	41	38	40	42	38	40
Okt 2017	29.09.17 - 30.10.17	31	29	30	29	27	30	28	38	38	38	40	33	37
Nov 2017	30.10.17 - 29.11.17	30	42	42	42	37	40	39	45	46	45	43	47	45
Dez 2017	29.11.17 - 29.12.17	30	42	40	41	34	36	35	46	49	47	44	43	43
Mittelwert	**30.12.16 - 29.12.17**	**364**	**39**	**38**	**38**	**34**	**35**	**35**	**44**	**44**	**44**	**47**	**45**	**46**

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 47 für den Messzeitraum 30.12.2016 bis 29.12.2017 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 14 / 1 µg/m³	MP 14 / 2 µg/m³	MP 14 µg/m³	MP 16 / 1 µg/m³	MP 16 / 2 µg/m³	MP 16 µg/m³	MP 17 / 1 µg/m³	MP 17 / 2 µg/m³	MP 17 µg/m³	MP 20 / 1 µg/m³	MP 20 / 2 µg/m³	MP 20 µg/m³
Jan 2017	30.12.16 - 31.01.17	32	44	49	47	54	58	56	65	60	63	50	47	48
Feb 2017	31.01.17 - 02.03.17	30	39	39	39	55	53	54	56	52	54	43	43	43
Mrz 2017	02.03.17 - 30.03.17	28	36	33	35	53	55	54	49	52	50	44	36	40
Apr 2017	30.03.17 - 02.05.17	33	41	41	41	59	58	58	56	56	56	41	43	42
Mai 2017	02.05.17 - 01.06.17	30	36	37	37	55	58	56	53	52	53	40	37	39
Jun 2017	01.06.17 - 29.06.17	28	35	36	35	56	57	56	53	54	53	32	35	34
Jul 2017	29.06.17 - 31.07.17	32	32	33	32	44	43	43	40	45	42	30	27	29
Aug 2017	31.07.17 - 30.08.17	30	36	35	35	54	53	54	51	50	50	41	39	40
Sep 2017	30.08.17 - 29.09.17	30	36	35	35	49	47	48	48	43	46	33	33	33
Okt 2017	29.09.17 - 30.10.17	31	33	31	32	50	51	51	47	45	46	33	31	32
Nov 2017	30.10.17 - 29.11.17	30	38	39	39	52	54	53	50	54	52	41	39	40
Dez 2017	29.11.17 - 29.12.17	30	35	36	35	48	53	51	52	50	51	39	38	38
Mittelwert	**30.12.16 - 29.12.17**	**364**	**37**	**37**	**37**	**53**	**53**	**53**	**52**	**51**	**51**	**39**	**37**	**38**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 21 / 1 µg/m³	MP 21 / 2 µg/m³	MP 21 µg/m³	MP 22 / 1 µg/m³	MP 22 / 2 µg/m³	MP 22 µg/m³	MP 24 / 1 µg/m³	MP 24 / 2 µg/m³	MP 24 µg/m³	MP 27 / 1 µg/m³	MP 27 / 2 µg/m³	MP 27 µg/m³
Jan 2017	30.12.16 - 31.01.17	32	51	50	50	49	46	48	43	50	46	41	39	40
Feb 2017	31.01.17 - 02.03.17	30	41	43	42	42	42	42	34	33	34	28	30	29
Mrz 2017	02.03.17 - 30.03.17	28	44	41	43	39	41	40	34	35	35	25	26	25
Apr 2017	30.03.17 - 02.05.17	33	46	45	46	44	47	45	40	41	41	28	29	28
Mai 2017	02.05.17 - 01.06.17	30	47	42	44	41	39	40	34	35	35	24	25	25
Jun 2017	01.06.17 - 29.06.17	28	43	44	44	32	34	33	32	33	33	22	22	22
Jul 2017	29.06.17 - 31.07.17	32	35	34	35	28	28	28	26	25	26	17	17	17
Aug 2017	31.07.17 - 30.08.17	30	43	46	44	42	39	40	32	31	32	25	24	25
Sep 2017	30.08.17 - 29.09.17	30	37	35	36	30	29	29	29	29	29	24	23	24
Okt 2017	29.09.17 - 30.10.17	31	32	31	32	27	30	29	26	27	26	24	23	23
Nov 2017	30.10.17 - 29.11.17	30	42	42	42	40	38	39	35	32	33	29	30	29
Dez 2017	29.11.17 - 29.12.17	30	39	40	40	39	40	39	34	36	35	30	28	29
Mittelwert	**30.12.16 - 29.12.17**	**364**	**42**	**41**	**41**	**38**	**38**	**38**	**33**	**34**	**34**	**26**	**26**	**26**

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 47 für den Messzeitraum 30.12.2016 bis 29.12.2017 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 28 / 1 µg/m³	MP 28 / 2 µg/m³	MP 28 µg/m³	MP 33 / 1 µg/m³	MP 33 / 2 µg/m³	MP 33 µg/m³	MP 34 / 1 µg/m³	MP 34 / 2 µg/m³	MP 34 µg/m³	MP 38 / 1 µg/m³	MP 38 / 2 µg/m³	MP 38 µg/m³
Jan 2017	30.12.16 - 31.01.17	32	51	51	51	49	50	50	50	56	53	52	50	51
Feb 2017	31.01.17 - 02.03.17	30	44	42	43	40	40	40	47	47	47	41	42	41
Mrz 2017	02.03.17 - 30.03.17	28	46	45	45	43	42	43	53	46	50	40	41	40
Apr 2017	30.03.17 - 02.05.17	33	44	42	43	43	44	43	50	46	48	42	41	42
Mai 2017	02.05.17 - 01.06.17	30	44	46	45	42	43	42	51	50	51	36	38	37
Jun 2017	01.06.17 - 29.06.17	28	46	44	45	35	37	36	51	48	49	38	34	36
Jul 2017	29.06.17 - 31.07.17	32	34	32	33	28	27	28	39	38	39	27	30	28
Aug 2017	31.07.17 - 30.08.17	30	42	38	40	41	41	41	51	56	53	40	40	40
Sep 2017	30.08.17 - 29.09.17	30	40	39	39	38	36	37	40	43	42	38	36	37
Okt 2017	29.09.17 - 30.10.17	31	34	37	35	38	40	39	40	41	41	34	36	35
Nov 2017	30.10.17 - 29.11.17	30	40	44	42	40	40	40	44	41	43	41	42	41
Dez 2017	29.11.17 - 29.12.17	30	45	45	45	42	42	42	46	40	43	42	39	40
Mittelwert	**30.12.16 - 29.12.17**	**364**	**42**	**42**	**42**	**40**	**40**	**40**	**47**	**46**	**46**	**39**	**39**	**39**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 39 / 1 µg/m³	MP 39 / 2 µg/m³	MP 43 µg/m³	MP 45 / 1 µg/m³	MP 45 / 2 µg/m³	MP 45 µg/m³	MP 43 / 1 µg/m³	MP 43 / 2 µg/m³	MP 43 µg/m³	MP 47 / 1 µg/m³	MP 47 / 2 µg/m³	MP 47 µg/m³
Jan 2017	30.12.16 - 31.01.17	32	51	51	51	58	57	57	46	47	47	45	45	45
Feb 2017	31.01.17 - 02.03.17	30	44	44	44	51	46	49	41	40	40	35	35	35
Mrz 2017	02.03.17 - 30.03.17	28	45	43	44	45	45	45	32	34	33	33	34	34
Apr 2017	30.03.17 - 02.05.17	33	46	46	46	44	46	45	33	36	35	36	35	35
Mai 2017	02.05.17 - 01.06.17	30	48	51	50	44	49	47	31	31	31	33	34	33
Jun 2017	01.06.17 - 29.06.17	28	46	44	45	40	40	40	30	33	32	31	31	31
Jul 2017	29.06.17 - 31.07.17	32	37	37	37	38	36	37	26	25	26	25	25	25
Aug 2017	31.07.17 - 30.08.17	30	44	45	44	43	43	43	29	31	30	32	32	32
Sep 2017	30.08.17 - 29.09.17	30	40	40	40	40	41	41	30	32	31	29	32	31
Okt 2017	29.09.17 - 30.10.17	31	35	37	36	35	34	35	31	31	31	28	31	29
Nov 2017	30.10.17 - 29.11.17	30	43	43	43	45	44	44	37	39	38	33	34	34
Dez 2017	29.11.17 - 29.12.17	30	42	40	41	43	42	43	40	40	40	40	39	40
Mittelwert	**30.12.16 - 29.12.17**	**364**	**43**	**44**	**43**	**44**	**44**	**44**	**34**	**35**	**34**	**33**	**34**	**34**

Anhang C

Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen an der Messstation Wuppertal Bundesallee

Tabelle 11 Ergebniskalender der Messgröße Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2017.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.
Jan	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
	-0,4	**0,4**	**1,0**	**3,0**	**-0,6**	**-4,5**	**-3,7**	**1,2**	**2,5**	**2,3**	**4,0**	**3,8**	**1,0**	**1,1**	**0,0**	**-0,3**	**-3,2**	**-3,0**	**-1,1**	**0,1**	**0,6**	**-0,4**	**-3,6**	**-0,4**	**-1,5**	**-1,7**	**3,3**	**6,8**	**4,8**	**4,8**	**2,2**
	-2,2	-0,6	0,3	1,8	-3,2	-6,9	-5,8	-0,6	1,5	1,0	2,3	1,3	-0,3	0,1	-1,1	-3,3	-5,0	-5,8	-5,8	-4,5	-3,5	-4,8	-6,6	-2,0	-3,9	-5,9	-1,0	4,1	3,8	3,9	1,3
	2,1	2,8	2,0	4,6	1,8	-0,6	-1,1	2,9	4,3	3,7	7,0	5,6	3,9	2,6	0,9	2,1	-0,7	0,6	5,5	9,6	6,6	6,8	-1,9	1,5	0,7	3,1	9,5	10,3	6,6	6,6	3,3
Feb	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di			
	3,0	**7,4**	**8,6**	**6,1**	**5,6**	**3,4**	**4,0**	**3,2**	**0,6**	**-0,3**	**1,0**	**3,6**	**3,6**	**6,7**	**10,1**	**9,5**	**6,1**	**6,2**	**5,0**	**7,5**	**9,5**	**9,2**	**8,2**	**4,3**	**4,3**	**8,1**	**9,8**	**4,9**			
	1,3	5,1	7,1	4,7	3,2	-0,1	3,4	1,6	-0,4	-1,4	-0,9	0,5	-1,6	1,7	2,4	7,3	5,3	4,6	2,8	6,2	8,3	8,6	6,6	1,7	0,7	5,7	6,5	0,7			
	6,0	11,5	11,0	7,6	8,4	8,2	4,7	5,0	3,5	0,6	3,4	8,8	11,4	13,1	18,8	12,5	7,3	7,9	8,1	9,2	11,8	9,9	9,7	7,5	8,2	10,9	12,1	7,6			
Mrz	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr
	4,4	**6,6**	**7,3**	**11,4**	**6,9**	**5,0**	**5,2**	**4,9**	**7,7**	**7,4**	**9,9**	**10,5**	**9,9**	**9,4**	**10,4**	**10,3**	**9,3**	**8,2**	**10,4**	**10,0**	**8,5**	**6,1**	**9,7**	**9,4**	**9,2**	**9,5**	**12,5**	**14,3**	**13,1**	**16,8**	**18,1**
	0,4	4,8	3,5	7,1	4,6	4,2	4,0	3,5	4,4	4,5	6,0	7,2	5,3	5,5	6,9	2,6	7,4	4,9	8,8	8,1	3,3	0,3	5,3	4,7	3,7	3,7	7,1	6,5	10,3	12,4	14,9
	6,7	7,8	10,7	15,4	10,2	6,7	8,2	8,8	12,2	12,3	16,2	16,2	16,1	14,4	15,0	17,8	13,1	10,8	12,3	12,7	10,5	10,7	15,6	14,9	14,6	15,5	19,5	20,1	15,0	22,5	23,9
Apr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
	13,6	**12,9**	**10,8**	**10,6**	**8,8**	**7,7**	**9,0**	**11,9**	**13,9**	**10,9**	**8,7**	**10,0**	**9,5**	**7,4**	**8,4**	**7,0**	**5,4**	**4,7**	**3,6**	**6,0**	**8,3**	**7,6**	**6,0**	**8,6**	**6,9**	**5,0**	**6,1**	**6,8**	**8,1**	**12,4**	
	10,1	9,0	6,9	4,4	4,6	5,6	5,1	9,2	4,4	7,8	4,7	7,5	6,7	2,7	6,9	5,1	0,5	1,1	-0,1	-0,8	2,6	4,9	3,2	1,0	4,4	0,7	0,6	1,7	3,3	5,6	
	17,0	17,8	16,1	16,5	12,5	11,1	12,5	16,5	23,9	13,5	12,7	13,3	12,8	10,6	11,0	10,3	10,7	8,7	7,3	12,0	13,6	10,2	9,1	14,1	10,9	10,5	11,2	11,5	13,6	18,5	
Mai	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi
	10,4	**8,7**	**10,1**	**9,9**	**9,0**	**13,6**	**14,0**	**8,7**	**8,9**	**11,4**	**16,6**	**17,5**	**17,3**	**16,6**	**16,5**	**21,1**	**24,2**	**19,4**	**13,5**	**13,1**	**15,6**	**18,6**	**20,0**	**17,0**	**17,4**	**21,0**	**24,4**	**24,1**	**27,1**	**22,1**	**19,1**
	8,5	7,3	7,0	8,9	6,9	4,9	9,8	6,5	3,5	3,0	7,0	13,5	12,8	11,3	11,3	15,2	20,3	16,3	11,0	9,1	7,8	10,9	16,8	11,8	12,2	13,6	17,0	20,1	20,2	17,8	14,5
	13,8	11,6	15,2	11,8	12,1	20,7	18,4	11,9	13,3	19,1	23,6	23,3	22,7	21,0	22,2	27,6	29,1	23,7	17,9	18,0	22,0	25,1	23,7	21,7	23,0	26,9	31,0	30,3	34,3	25,3	24,5
Jun	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	
	20,9	**22,7**	**21,1**	**17,0**	**17,7**	**15,7**	**13,8**	**18,2**	**18,2**	**18,4**	**22,5**	**17,4**	**16,9**	**19,4**	**22,3**	**17,5**	**16,8**	**22,7**	**25,1**	**25,5**	**24,0**	**27,3**	**21,6**	**17,7**	**19,0**	**19,5**	**18,6**	**19,6**	**18,4**	**17,9**	
	14,2	17,4	17,1	14,3	11,9	11,9	11,3	12,5	14,8	11,5	16,3	14,9	14,3	11,5	15,7	14,2	12,1	15,5	16,9	18,1	16,2	19,5	18,8	14,9	16,1	16,3	14,3	16,7	15,8	15,1	
	26,8	30,4	26,2	20,1	23,8	18,4	17,2	24,5	21,2	25,3	28,7	20,4	19,8	27,1	30,0	20,0	21,5	28,7	32,2	31,1	30,7	35,0	25,6	20,5	21,8	24,4	22,1	22,1	22,6	22,4	
Jul	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo
	15,5	**16,2**	**17,3**	**19,8**	**22,2**	**22,9**	**23,8**	**22,9**	**22,6**	**21,5**	**19,0**	**16,0**	**16,0**	**16,1**	**16,9**	**18,9**	**20,2**	**21,8**	**24,0**	**21,6**	**20,5**	**22,7**	**17,6**	**15,6**	**14,8**	**18,2**	**18,8**	**17,7**	**21,1**	**23,8**	**21,5**
	13,7	13,7	9,9	15,8	15,5	16,2	18,8	17,6	17,6	18,1	15,8	12,7	9,3	11,7	12,4	16,0	16,8	12,8	18,5	18,1	13,5	18,0	14,9	13,4	13,4	15,0	16,9	14,2	15,8	19,9	16,1
	17,5	20,3	23,4	25,1	27,6	31,0	29,8	28,1	28,3	27,5	23,2	17,2	23,0	21,5	21,8	22,5	26,0	28,9	32,5	26,3	26,6	28,0	20,6	19,6	17,5	23,1	21,9	21,5	25,9	26,5	27,1
Aug	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do
	20,1	**19,5**	**21,3**	**19,7**	**16,4**	**16,9**	**19,3**	**18,0**	**18,0**	**15,9**	**15,0**	**15,0**	**18,4**	**20,3**	**21,3**	**21,2**	**20,0**	**17,9**	**14,9**	**15,4**	**16,7**	**18,1**	**21,1**	**19,6**	**19,5**	**21,4**	**20,5**	**21,5**	**24,3**	**24,4**	**15,9**
	17,6	15,5	18,2	17,8	15,0	12,4	11,4	15,6	14,1	14,7	14,0	13,2	15,0	12,5	17,4	17,5	17,2	14,7	12,1	12,9	10,7	11,7	14,4	16,4	13,8	18,2	16,9	14,3	17,9	19,8	13,8
	23,4	24,5	24,8	22,4	19,6	23,2	26,0	22,4	24,6	17,8	16,7	17,3	22,9	26,7	25,6	26,1	23,8	19,6	19,3	19,2	22,4	24,4	27,2	23,5	25,0	26,1	25,9	29,3	30,6	27,8	19,8
Sep	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	
	15,3	**15,0**	**15,5**	**17,2**	**19,8**	**16,9**	**15,1**	**14,7**	**13,5**	**13,4**	**14,3**	**13,6**	**14,3**	**11,4**	**11,4**	**11,2**	**11,3**	**10,4**	**11,6**	**11,5**	**13,2**	**14,1**	**14,6**	**14,1**	**14,2**	**13,9**	**15,4**	**17,5**	**19,0**	**14,7**	
	12,0	12,4	9,2	11,4	15,3	13,2	13,1	13,8	11,2	9,0	11,9	11,9	11,3	9,4	10,0	7,7	7,0	7,8	9,7	8,8	7,1	8,4	11,7	9,3	10,0	11,5	10,1	14,2	16,1	11,1	
	21,7	19,9	21,8	22,9	24,8	20,7	18,7	15,8	18,4	18,2	17,6	16,7	17,7	13,9	14,9	16,7	17,4	14,0	16,3	16,1	19,4	19,4	19,3	20,4	18,5	19,7	23,0	21,0	23,0	20,1	
Okt	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
	13,3	**15,3**	**12,5**	**11,8**	**11,7**	**9,7**	**9,5**	**11,1**	**10,0**	**13,1**	**13,9**	**14,0**	**15,1**	**17,1**	**17,7**	**19,7**	**16,5**	**15,3**	**16,3**	**15,2**	**12,9**	**9,9**	**10,4**	**13,0**	**15,0**	**14,4**	**11,3**	**9,3**	**9,9**	**6,7**	**7,4**
	8,4	12,7	11,2	9,9	9,2	8,2	8,8	8,1	6,8	11,6	13,0	11,4	11,6	12,7	12,0	15,1	13,1	10,5	10,9	12,0	11,4	8,5	8,1	10,9	13,8	13,1	9,5	8,2	6,1	4,3	3,9
	18,2	19,1	15,7	13,9	14,0	12,5	10,8	13,5	13,0	14,9	15,0	16,5	19,0	22,4	24,1	26,2	19,5	22,4	22,1	18,5	17,0	11,9	12,5	15,0	16,2	17,0	13,3	10,7	12,5	10,6	10,0
Nov	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	
	10,3	**10,4**	**10,1**	**10,4**	**8,7**	**5,1**	**5,4**	**6,5**	**7,1**	**7,0**	**5,4**	**4,4**	**5,6**	**4,9**	**7,3**	**7,2**	**7,0**	**4,0**	**4,7**	**4,4**	**9,4**	**10,2**	**11,6**	**7,9**	**4,5**	**3,2**	**4,5**	**4,9**	**2,8**	**1,2**	
	8,3	8,9	8,7	5,8	5,0	3,6	1,0	4,5	6,6	5,4	4,3	3,3	3,6	2,0	6,0	5,8	2,4	2,0	3,2	2,6	8,6	8,3	9,5	6,6	2,5	2,0	2,8	3,5	-0,4	-0,8	
	14,6	12,1	13,7	14,8	13,6	9,2	10,9	7,5	8,0	9,4	6,4	5,3	9,2	8,0	8,7	8,8	10,7	5,8	7,1	8,6	10,2	13,6	14,5	10,4	6,3	4,4	7,1	5,9	6,0	2,6	
Dez	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
	1,7	**0,2**	**0,1**	**4,4**	**5,1**	**6,2**	**4,3**	**2,2**	**-0,4**	**1,0**	**2,7**	**1,4**	**2,2**	**3,1**	**2,7**	**2,2**	**1,4**	**1,3**	**3,2**	**5,4**	**7,4**	**8,2**	**7,9**	**7,8**	**6,4**	**4,9**	**4,8**	**2,4**	**1,2**	**6,9**	**11,6**
	0,9	-0,8	-0,9	1,7	4,1	5,3	2,0	-0,1	-1,6	-1,3	0,0	-0,2	0,7	0,1	1,0	1,0	0,6	0,0	1,4	4,1	6,6	7,9	7,4	7,1	4,1	2,9	3,2	1,8	-0,1	2,7	9,1
	3,9	1,0	1,3	6,3	5,9	7,4	6,4	6,3	0,1	5,6	6,9	5,4	3,7	5,1	4,6	4,3	2,3	2,1	5,1	6,5	8,3	8,7	8,6	8,3	8,0	7,0	5,8	3,8	3,0	11,6	13,5

So	Wochentag
13,3	**Tagesmittelwert (°C)**
8,4	niedrigster Einzelmesswert (°C)
18,2	höchster Einzelmesswert (°C)

-- kein Wert vorhanden

Tabelle 12 Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2017.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.
Jan	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
	77	**98**	**96**	**91**	**75**	**73**	**83**	**100**	**93**	**96**	**93**	**83**	**96**	**90**	**97**	**87**	**87**	**83**	**70**	**67**	**75**	**65**	**93**	**91**	**76**	**74**	**57**	**48**	**83**	**95**	**94**
	59	88	88	72	59	52	64	100	78	91	81	74	86	78	93	65	74	59	33	36	44	36	86	75	62	53	44	28	75	82	82
	95	100	100	100	92	89	100	100	100	99	100	97	100	100	100	100	95	97	92	81	94	88	99	99	85	92	71	79	90	100	100
Feb	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di			
	83	**88**	**87**	**86**	**85**	**85**	**84**	**81**	**83**	**75**	**91**	**82**	**73**	**49**	**52**	**72**	**95**	**82**	**85**	**99**	**89**	**96**	**89**	**79**	**77**	**72**	**72**	**76**			
	65	73	76	75	66	55	75	68	68	67	78	62	40	34	32	50	86	62	69	95	58	86	62	55	51	66	55	51			
	88	97	97	95	99	100	92	87	91	80	100	96	97	73	80	86	100	99	98	100	100	99	100	96	97	88	96	99			
Mrz	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr
	91	**72**	**61**	**62**	**80**	**93**	**94**	**94**	**90**	**69**	**50**	**42**	**54**	**76**	**75**	**61**	**65**	**95**	**89**	**85**	**72**	**65**	**67**	**70**	**55**	**62**	**41**	**45**	**71**	**56**	**49**
	70	59	42	48	50	82	75	84	67	42	25	26	34	51	42	28	44	58	67	66	40	44	45	46	30	36	17	33	58	37	31
	100	99	76	96	97	97	100	100	100	88	69	55	77	95	95	91	94	99	100	99	94	91	87	95	85	94	64	60	82	75	61
Apr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
	74	**69**	**72**	**61**	**67**	**71**	**73**	**68**	**57**	**65**	**68**	**69**	**74**	**75**	**75**	**76**	**75**	**74**	**58**	**53**	**62**	**74**	**70**	**63**	**69**	**74**	**66**	**73**	**61**	**43**	
	54	35	39	34	51	49	60	47	18	43	45	52	48	56	50	59	39	51	37	30	48	49	50	42	42	35	32	54	35	30	
	93	93	100	88	79	86	87	85	91	78	91	86	95	95	99	84	99	97	81	85	78	98	89	96	95	94	97	92	90	60	
Mai	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi
	75	**92**	**84**	**87**	**87**	**68**	**74**	**81**	**56**	**53**	**52**	**67**	**70**	**68**	**59**	**51**	**43**	**77**	**91**	**71**	**58**	**53**	**51**	**63**	**67**	**60**	**47**	**59**	**56**	**68**	**62**
	43	76	54	73	71	37	55	72	37	25	37	39	41	47	21	38	31	48	79	44	30	31	40	55	45	39	27	45	27	49	41
	93	98	99	97	99	99	91	93	85	87	80	91	96	95	98	65	68	97	96	95	94	84	62	76	93	89	72	82	87	89	80
Jun	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	
	55	**59**	**74**	**71**	**50**	**65**	**65**	**57**	**65**	**60**	**56**	**61**	**65**	**58**	**61**	**64**	**74**	**63**	**51**	**53**	**56**	**53**	**62**	**73**	**73**	**61**	**70**	**84**	**77**	**69**	
	36	34	52	49	34	46	48	44	42	39	34	48	53	36	37	50	64	42	27	36	37	32	45	55	55	34	55	72	51	43	
	79	88	92	96	74	93	77	79	94	86	76	80	77	89	88	79	90	93	85	76	78	77	78	88	96	90	84	96	98	89	
Jul	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo
	94	**85**	**64**	**66**	**60**	**64**	**64**	**64**	**64**	**71**	**71**	**88**	**63**	**70**	**66**	**76**	**73**	**58**	**66**	**75**	**53**	**63**	**74**	**82**	**93**	**76**	**75**	**68**	**69**	**58**	**58**
	89	57	39	45	40	31	39	41	41	35	47	66	36	38	42	62	40	38	40	40	38	43	52	62	77	49	53	48	57	38	36
	98	97	97	84	89	88	89	91	88	95	94	97	96	88	89	91	97	87	93	98	82	89	97	97	97	97	97	90	92	73	89
Aug	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do
	77	**77**	**74**	**62**	**87**	**71**	**58**	**75**	**67**	**89**	**92**	**94**	**76**	**69**	**77**	**70**	**79**	**89**	**81**	**76**	**67**	**65**	**58**	**71**	**67**	**76**	**65**	**62**	**62**	**63**	**86**
	57	45	46	51	66	36	33	50	42	66	79	86	42	44	53	44	59	79	55	53	40	41	35	47	46	54	39	40	41	52	63
	92	95	97	71	98	98	89	89	90	97	98	98	99	95	92	92	89	95	92	92	95	91	80	87	90	94	89	84	87	86	100
Sep	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	
	78	**74**	**68**	**65**	**75**	**74**	**73**	**85**	**91**	**79**	**76**	**82**	**76**	**87**	**89**	**81**	**81**	**90**	**90**	**87**	**76**	**79**	**87**	**82**	**84**	**87**	**81**	**78**	**83**	**93**	
	51	46	40	39	56	42	55	74	65	56	52	65	55	64	65	51	50	75	66	56	46	55	63	53	62	59	49	63	64	75	
	95	93	95	89	91	96	82	98	98	100	95	95	95	98	98	95	100	97	99	99	99	97	98	99	98	97	100	96	98	98	
Okt	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
	79	**77**	**85**	**77**	**85**	**90**	**92**	**92**	**94**	**91**	**83**	**76**	**83**	**82**	**74**	**67**	**80**	**79**	**74**	**68**	**78**	**86**	**86**	**95**	**90**	**91**	**85**	**90**	**81**	**83**	**85**
	53	56	63	62	66	77	77	71	86	79	76	57	71	61	50	46	61	50	52	52	63	71	77	87	74	75	65	82	61	58	73
	100	95	98	89	97	95	98	100	99	100	90	91	91	97	97	83	96	98	95	93	94	96	95	98	97	98	95	99	99	95	96
Nov	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	
	82	**79**	**86**	**85**	**89**	**92**	**87**	**92**	**90**	**92**	**92**	**95**	**87**	**89**	**96**	**87**	**84**	**87**	**92**	**96**	**98**	**75**	**71**	**92**	**90**	**89**	**93**	**89**	**88**	**98**	
	64	66	67	69	71	69	57	86	80	77	82	88	69	69	90	77	49	74	80	90	85	59	59	76	80	83	86	78	64	95	
	96	95	99	95	97	98	100	96	97	99	99	99	97	99	100	94	99	98	98	100	100	88	92	99	98	96	97	97	97	100	
Dez	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
	93	**94**	**97**	**99**	**93**	**82**	**83**	**94**	**99**	**93**	**92**	**95**	**90**	**89**	**92**	**94**	**99**	**97**	**100**	**100**	**100**	**100**	**98**	**94**	**86**	**84**	**86**	**88**	**89**	**89**	**84**
	79	88	88	96	82	77	69	84	91	81	84	88	82	81	81	83	90	89	99	100	100	99	94	90	76	73	71	74	74	80	68
	99	99	100	100	99	87	98	100	100	100	100	100	96	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	98	97	94	93	98	100	99	99

So	Wochentag
79	**Tagesmittelwert (%)**
53	niedrigster Einzelmesswert (%)
100	höchster Einzelmesswert (%)

-- kein Wert vorhanden

Tabelle 13 Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2017.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.
Jan	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
	1,9	**1,8**	**3,6**	**3,6**	**2,3**	**1,3**	**2,1**	**0,8**	**1,7**	**2,3**	**3,0**	**3,9**	**3,2**	**2,5**	**1,8**	**1,8**	**2,4**	**1,8**	**1,0**	**0,8**	**0,8**	**0,5**	**1,1**	**0,9**	**1,7**	**1,4**	**1,8**	**1,9**	**2,9**	**3,2**	**1,1**
	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,0
	5,8	4,9	8,1	9,0	6,9	4,4	6,5	2,6	5,9	7,3	9,7	8,1	8,6	7,4	4,3	5,3	6,1	4,1	3,5	3,2	3,7	3,0	5,7	2,4	3,9	4,3	5,7	5,6	6,0	6,9	3,7
Feb	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di			
	2,1	**2,2**	**2,3**	**2,4**	**1,9**	**1,4**	**1,3**	**1,8**	**2,4**	**1,9**	**1,7**	**2,1**	**1,8**	**1,7**	**1,1**	**1,5**	**2,0**	**1,0**	**2,1**	**3,5**	**2,4**	**6,5**	**6,7**	**2,9**	**2,7**	**3,2**	**3,9**	**3,8**			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,5	0,4	1,9	0,0	0,0	0,8	0,8	0,4			
	6,2	6,1	5,7	8,4	6,7	4,7	3,8	5,4	5,8	4,5	3,9	4,9	6,0	6,2	4,6	5,0	5,4	3,5	6,2	7,6	7,3	11,6	16,5	15,0	7,8	5,9	9,6	9,4			
Mrz	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr
	3,2	**5,6**	**3,0**	**2,4**	**3,6**	**1,9**	**1,6**	**2,9**	**1,8**	**1,3**	**1,5**	**2,5**	**1,4**	**1,9**	**1,4**	**1,1**	**2,3**	**4,0**	**4,8**	**3,9**	**2,7**	**1,5**	**2,7**	**3,7**	**3,6**	**2,8**	**1,5**	**2,0**	**2,9**	**2,3**	**2,9**
	0,4	1,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	0,0
	8,4	12,7	7,7	8,8	10,8	5,4	4,7	8,5	6,5	4,8	3,9	8,3	4,6	5,7	4,3	5,0	7,6	12,5	11,0	10,3	7,3	6,6	8,4	8,8	10,9	7,4	5,3	7,6	9,9	6,9	7,9
Apr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
	1,4	**1,3**	**1,8**	**1,4**	**1,7**	**2,0**	**1,5**	**1,0**	**1,0**	**1,9**	**1,7**	**3,1**	**2,2**	**1,2**	**2,4**	**1,9**	**2,1**	**2,7**	**3,1**	**1,0**	**1,7**	**2,2**	**1,5**	**2,2**	**2,8**	**1,2**	**1,0**	**1,4**	**1,4**	**3,2**	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	
	6,4	5,2	4,9	5,4	5,8	6,2	4,6	4,3	4,3	6,4	6,0	8,9	6,6	5,4	6,6	6,5	7,0	10,3	7,9	4,6	6,5	7,1	6,0	7,4	9,1	6,2	5,3	5,6	4,4	8,2	
Mai	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi
	1,8	**1,6**	**1,7**	**3,7**	**2,3**	**2,5**	**1,6**	**1,8**	**1,4**	**1,2**	**2,1**	**2,3**	**2,0**	**1,7**	**1,2**	**1,1**	**2,5**	**1,9**	**2,4**	**1,9**	**1,0**	**1,4**	**2,7**	**1,8**	**2,2**	**2,2**	**2,8**	**1,5**	**1,8**	**2,6**	**2,1**
	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
	6,2	8,5	8,4	8,2	5,3	7,8	6,2	5,2	4,7	4,6	6,1	6,2	6,4	6,8	5,5	4,7	7,3	5,4	7,1	5,5	5,4	4,8	7,6	5,4	7,9	8,2	7,3	5,5	7,4	6,9	5,0
Jun	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	
	1,5	**1,7**	**1,5**	**1,9**	**1,6**	**3,8**	**4,5**	**3,5**	**2,0**	**1,7**	**1,9**	**3,2**	**1,8**	**1,6**	**1,7**	**2,9**	**1,5**	**1,5**	**1,4**	**2,4**	**2,7**	**2,8**	**3,1**	**3,1**	**3,8**	**2,9**	**2,2**	**2,2**	**1,9**	**2,6**	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4	0,5	0,0	0,0	0,0	
	4,4	8,8	6,5	6,3	5,5	12,6	11,9	8,4	5,8	5,9	6,4	8,1	4,4	5,5	8,2	7,6	4,6	6,3	5,1	8,4	6,3	8,1	7,6	9,4	8,5	6,5	5,0	8,4	6,8	6,6	
Jul	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo
	2,0	**2,3**	**2,0**	**1,8**	**1,0**	**1,1**	**2,5**	**1,3**	**1,6**	**2,0**	**2,6**	**2,4**	**0,9**	**1,4**	**1,6**	**2,1**	**1,3**	**2,2**	**2,1**	**2,7**	**1,6**	**1,9**	**2,8**	**1,5**	**2,0**	**2,1**	**2,5**	**3,0**	**2,8**	**3,7**	**1,8**
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7,2	6,1	7,3	5,0	4,6	5,0	6,6	4,5	4,3	6,2	8,2	9,5	4,7	6,4	4,6	5,4	4,7	6,9	10,7	8,4	4,6	6,5	8,4	4,8	6,5	6,0	7,3	8,5	6,9	9,9	7,6
Aug	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do
	1,2	**1,4**	**3,1**	**3,1**	**1,3**	**1,6**	**1,2**	**2,0**	**2,0**	**0,8**	**1,1**	**2,2**	**1,5**	**1,3**	**2,1**	**1,2**	**2,1**	**2,0**	**3,1**	**2,3**	**0,7**	**1,2**	**2,0**	**2,4**	**1,1**	**1,2**	**1,5**	**1,0**	**1,5**	**2,4**	**1,6**
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4,8	6,9	9,9	9,7	5,2	5,2	6,0	8,9	6,3	3,4	5,1	5,8	4,6	4,7	8,6	3,5	7,2	5,5	8,4	7,2	3,3	5,2	4,9	5,5	4,3	4,5	4,7	4,6	5,4	8,4	5,4
Sep	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	
	1,3	**1,3**	**0,9**	**1,6**	**1,9**	**3,0**	**2,4**	**3,4**	**2,1**	**2,5**	**3,9**	**3,3**	**5,4**	**4,2**	**2,1**	**1,7**	**1,0**	**1,6**	**1,5**	**1,0**	**0,9**	**0,8**	**1,1**	**1,3**	**1,2**	**0,8**	**0,8**	**1,2**	**1,5**	**1,2**	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	1,0	0,0	0,0	0,6	0,5	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	4,9	5,0	4,3	5,4	5,2	7,6	5,8	7,2	7,2	9,5	8,5	7,5	14,2	11,7	5,6	9,3	5,1	5,0	5,0	6,2	4,3	3,6	5,2	5,4	5,2	4,8	4,3	4,3	5,3	8,3	
Okt	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
	2,1	**4,2**	**2,3**	**3,7**	**4,2**	**1,8**	**3,4**	**1,4**	**1,0**	**2,4**	**3,1**	**3,2**	**2,2**	**1,4**	**1,7**	**1,9**	**1,1**	**1,0**	**1,6**	**3,3**	**3,0**	**3,1**	**2,5**	**2,7**	**3,1**	**2,1**	**2,0**	**4,2**	**3,5**	**1,3**	**1,9**
	0,0	1,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
	6,6	9,9	6,6	9,5	11,7	6,6	8,2	4,7	3,4	5,6	6,6	9,1	6,3	4,7	6,0	5,8	4,6	4,4	5,8	7,9	6,5	6,9	6,2	5,8	7,3	6,2	7,3	8,6	9,5	5,1	6,2
Nov	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	
	2,0	**2,3**	**1,4**	**2,1**	**1,7**	**0,9**	**1,0**	**1,0**	**1,9**	**2,9**	**2,0**	**1,8**	**1,7**	**1,8**	**1,4**	**1,4**	**1,2**	**2,6**	**2,0**	**3,0**	**4,3**	**3,8**	**4,2**	**1,3**	**1,9**	**3,8**	**3,8**	**2,9**	**1,1**	**1,5**	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,9	0,5	0,0	0,0	
	5,8	5,5	4,5	7,6	7,0	2,6	4,1	4,3	5,4	10,1	5,9	5,0	4,5	6,6	4,8	4,3	3,8	8,4	7,0	7,2	8,7	6,9	9,1	6,2	6,4	7,4	8,5	6,1	4,0	4,7	
Dez	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
	1,9	**1,0**	**2,4**	**1,9**	**2,9**	**3,5**	**4,7**	**3,6**	**2,8**	**4,1**	**2,6**	**3,1**	**4,0**	**4,1**	**1,6**	**1,4**	**2,0**	**1,4**	**1,1**	**1,2**	**1,5**	**0,5**	**3,6**	**5,4**	**3,7**	**4,1**	**2,8**	**2,8**	**3,6**	**4,8**	**4,4**
	0,0	0,0	0,5	0,0	0,7	0,0	1,3	0,4	0,4	1,0	0,0	0,7	1,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,4	0,7	0,4	0,0	0,6	0,6	0,9
	6,2	4,4	5,4	4,7	5,9	8,5	9,9	8,9	6,8	10,3	11,7	6,9	8,8	11,1	5,0	5,7	4,3	7,0	4,4	3,6	3,9	2,8	8,0	9,6	8,0	9,1	6,8	6,7	8,0	9,1	9,5

So	Wochentag
2,1	**Tagesmittelwert (m/s)**
0,0	niedrigster Einzelmesswert (m/s)
6,6	höchster Einzelmesswert (m/s)
--	kein Wert vorhanden