

MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2016

Luftmessbericht Wuppertal 2016

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 750/8
Datum:	26. April 2018 <i>Ersetzt mit aktualisierten Tabellen 11 und 12 (Anhang C – meteorologische Messgrößen) die letzte Version vom 06. Februar 2018 und erklärt diese für ungültig</i>
Berichtsumfang:	67 Seiten, davon 52 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 2016	13
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}	37
7	Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal	43
8	Zusammenfassung und Fazit	46
9	Grundlagen und Literatur	49
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 2016	

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Wuppertal führt seit vielen Jahren Messungen und Kartierungen durch, um Aufschlüsse über die Luftbelastungssituation in Wuppertal 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 (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀) 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 soll er – wie alle Luftreinhaltepläne im Regierungsbezirk Düsseldorf – im Sinne einer Planfortschreibung erneut aktualisiert werden [51].

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 (NO₂) 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. BImSchV¹ als nationale Umsetzung verschiedener EU-Richtlinien zur Luftqualität vorgegeben [3]. Die NO₂-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 NO₂-Messungen werden nach einer Qualitätsprüfung und nach Abstimmung mit der Stadt Wuppertal unter www.no2-wuppertal.de veröffentlicht. Die Ergebnisse der NO₂-Messungen (Passivsammler) werden aufgrund des Messverfahrens dabei monatlich, die Ergebnisse der meteorologischen Messungen täglich aktualisiert.

Im vorliegenden Luftmessbericht Wuppertal 2016 werden die Beschreibung des Untersuchungsgebietes, die Darstellung der aktuellen Messumfänge und Messorte, die eingesetzten Messverfahren sowie die Messergebnisse dieser Messungen und deren Bewertung für das Jahr 2016 detailliert zusammengestellt. Abschließend erfolgt eine Darstellung der insgesamt im Wuppertaler Stadtgebiet erfassten Luftschadstoffdaten für Stickstoffdioxid (NO₂) und Partikel (PM₁₀ 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.

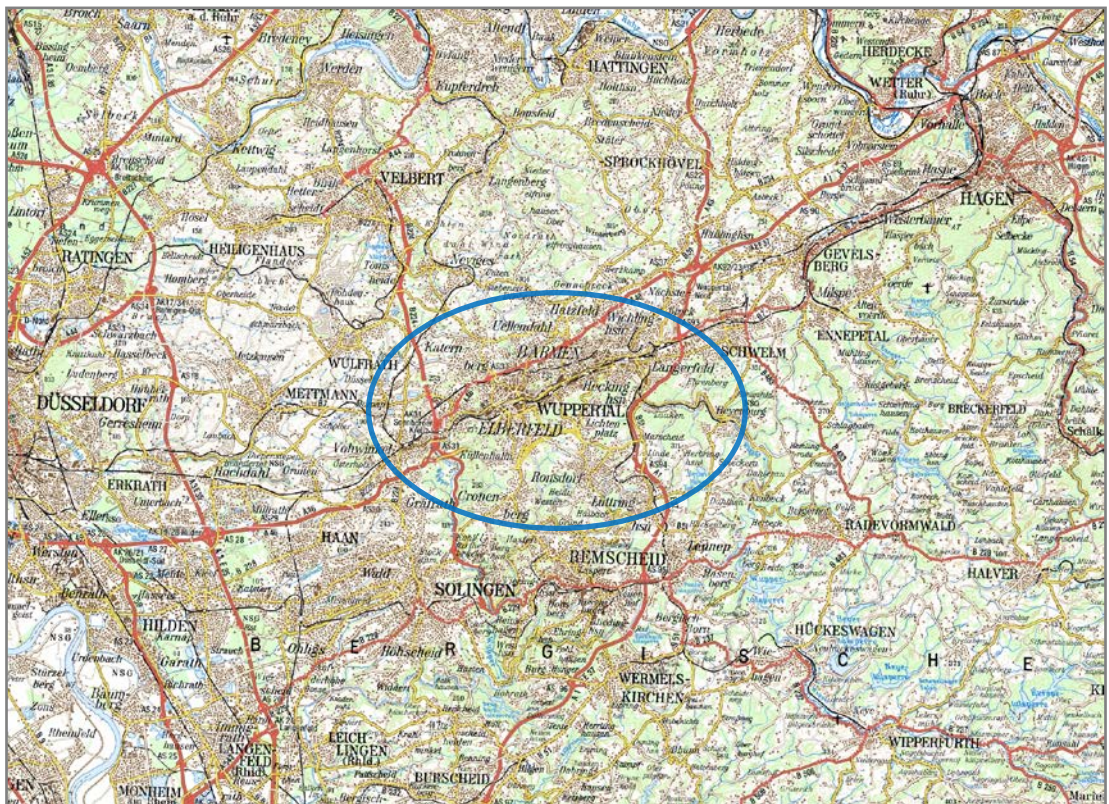


Abbildung 1 Räumliche Lage der Stadt Wuppertal im Bergischen Land [22].

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 NO₂-Messungen mittels Passivsammlern werden in Wuppertal seit dem Jahr 1999 durchgeführt, wobei die Anzahl der Messpunkte je nach konkretem Messkonzept in diesem Zeitraum variierte (von 2009 bis 2012 an 23, seit 2013 an 24 Messorten). Die NO₂-Messungen ermöglichen parallel und in Ergänzung zu den vom LANUV NRW in Wuppertal 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 NO₂-Passivsammlermessungen im Jahr 2016 erfolgte durch das Ressort Umweltschutz der Stadt Wuppertal in Abstimmung mit dem LANUV NRW und Müller-BBM. Die folgenden Messstandorte wurden festgelegt:

Tabelle 1 Aktuell beprobte Standorte für NO₂-Messungen in Wuppertal.

MP-Nr.	Messort / Adresse		Höhe m über NN	Beginn Jahr	Rechtswert m	Hochwert m
	Straße / Hausnummer	Stadtteil				
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 NO₂-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.

Mit Beginn des Messjahres 2016 wurde das Messnetz an drei Messpunkten (MP) modifiziert. Die im Jahr 2013 neu in Betrieb genommenen MP 39 (Sillerstraße 6) und MP 40 (Am Dorpweiher 22 / 24) sowie der in 2014 in Betrieb genommene Messpunkt MP 44 (Sonnbornerstr. 158) wurden aufgrund der im Verhältnis niedrigen NO₂-Belastungen im Jahresmittel wieder deinstalliert. Der Grenzwert von 40 µg/m³ wurde an diesen Messpunkten in jedem Jahr eingehalten. Neu in das Messprogramm aufgenommen wurden dafür die Messpunkte MP 45 (Varresbeckerstraße 122), MP 46 (Schützenstraße 74) und der MP 47 (Gewerbeschulstraße 54).

Die folgende Abbildung 2 zeigt die räumliche Verteilung der in Tabelle 1 aufgeführten Messorte im Jahr 2016 im Stadtgebiet von Wuppertal in der Übersicht.

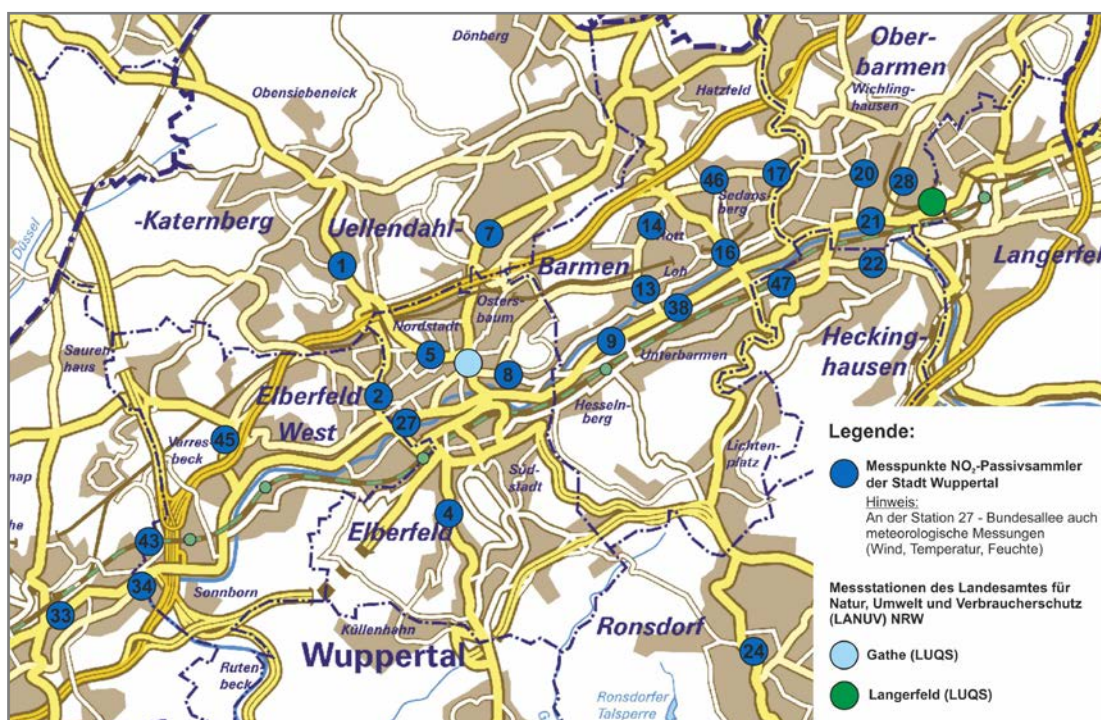


Abbildung 2 Räumliche Verteilung der kommunalen Messorte MP 1 bis MP 47 sowie der LANUV NRW Messstandorte (LUQS) im Stadtgebiet von Wuppertal.

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 NO₂ 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 NO₂-Messnetzes in Wuppertal seit 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 NO₂ erfasst. Die Station repräsentiert den innerstädtischen Hintergrund für NO₂ in Wuppertal.

Messzeitraum

Die NO₂-Messungen und die meteorologischen Messungen werden in Wuppertal kontinuierlich durchgeführt. Im Rahmen des vorliegenden Luftmessberichtes 2016 werden die Ergebnisse für das Messjahr 2016 dargestellt und bewertet. Die konkreten Probenahmezeiträume für die NO₂-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 NO₂ (Passivsammler)

Die Messungen von Stickstoffdioxid (NO₂) 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 NO₂-Konzentrationen zeitgleich an einer großen Anzahl von Messstellen bei vergleichsweise geringem Aufwand.

Die Funktionsweise der Passivsammler basiert auf der Anreicherung von Stickstoffdioxid (NO₂) 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 2 bis 6 Wochen. Für die in Wuppertal durchgeführten Messungen wurden Messzeiträume von etwa 4 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 [31], [32].

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 [33])
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/m ³ , 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 1/2h-Mittelwerten 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 (2000-12): 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 Emissionsmeseinrichtungen 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 NO₂-Passivsammlern und eignungsgeprüften, kontinuierlichen NO₂-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 2016 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 Talwindssysteme, können entstehen. An vielbefahrenen Straßen kann es besonders abends zu einem Anstieg von Stickstoffdioxid kommen.

5.1 Witterungsverlauf 2016

Sehr warmes Jahr mit ausgeprägter Trockenheit im letzten Jahresdrittel

Ausgeprägte Westwindwetterlagen dominierten insgesamt das Wetter im Winter 2015/2016. Kam es im Januar noch vereinzelt zu Frosttagen, war der Winter insgesamt eher mild und gleichzeitig äußerst niederschlagsreich.

Im Frühjahr setzten sich die milden Temperaturen fort, wobei es teils zu Kaltluftvorstößen kam, die noch bis in den Mai zu Temperaturen um 0 °C führten. In Bezug auf Niederschläge war das Frühjahr in NRW etwas trockener als der langjährige Durchschnitt.

Zu Beginn des Sommers entluden sich bei schwülwarmem Wetter immer wieder Gewitter, die örtlich zu heftigen Niederschlägen führten. Zum Ende des Junis kam es zu einer ersten sehr intensiven, aber nur eintägigen Hitzewelle des Jahres mit bis zu 33,7 °C in Wuppertal. Diese wurde zum Ende des meteorologischen Sommers noch übertroffen. Am 26. August wurden in Wuppertal Jahreshöchsttemperaturen von 35,2 °C verzeichnet. Der August war insgesamt nicht nur warm sondern auch sehr trocken.

Die Trockenheit setzte sich im Herbst fort: Auch der September konnte noch einmal mit hochsommerlichen Temperaturen von bis zu 32 °C aufwarten. Im Oktober kühlte es sich dann verhältnismäßig rasch ab und so waren ab November bereits Frosttage und winterliche Temperaturen zu verzeichnen.

Der Dezember zeigte sich extrem sonnig und außergewöhnlich trocken. Ausgeprägte Südwestwinde führten Hochdruckgebiete heran, die für stabile und austauscharme Wetterlagen sorgten [7].

Somit fiel insbesondere aufgrund der ausgeprägten Trockenheit im letzten Jahresdrittel das Jahr 2016 mit einer Niederschlagsmenge von durchschnittlich 755 l/m² (bezogen auf NRW) insgesamt trockener aus, als im langjährigen Mittel üblich (875 l/m²).

Lufttemperaturen in Wuppertal

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für das Jahr 2016 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 11,1 °C und damit um 0,1 °C höher als im Vorjahr 2015. Der langjährige Mittelwert der Referenzperiode an der Station Wuppertal-Buchenhofen (10,1 °C) wurde um 1,0 °C übertroffen (Vorjahr: + 0,9 °C). Deutschlandweit war 2016 eines der wärmsten Jahre seit Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1881. Der bundesweit erkennbare Trend in 2016 spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wieder (siehe Tabelle 3).

Ein Vergleich der Monatsmitteltemperaturen in Abbildung 3 zeigt die Temperaturtrends in 2016: Besonders im Sommer war es insgesamt wärmer, als im langjährigen Mittel üblich. Am deutlichsten sticht der extrem warme September hervor.

Das Frühjahr und der Herbst verliefen in Bezug auf die mittleren Temperaturen vergleichsweise normal. Zum Jahresbeginn und zum Jahresende war es wärmer als in der Referenzperiode 1981–2010.

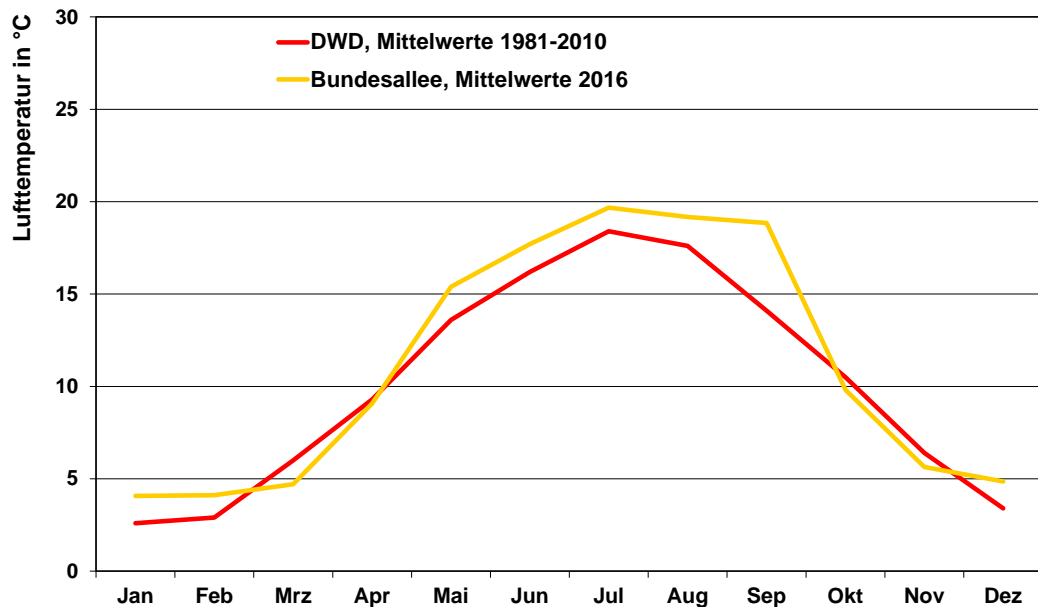


Abbildung 3 Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für den Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2016 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

Mit dem insgesamt milden Temperaturverlauf geht auch eine niedrige Anzahl sog. „Frosttage“ ($T_{\min} < 0\text{ °C}$) einher (vgl. Abbildung 4 und Tabelle 3). In den Wintermonaten Januar, Februar und Dezember gab es verhältnismäßig wenige Frosttage in Wuppertal mit einem Tagesminimum unter 0 °C . Sogennante „Eistage“, an denen auch das Tagesmaximum der Lufttemperatur unter 0 °C lag, wurden im Jahr 2016 nur an einem Tag erfasst (in 2015 gab es keinen einzigen Eistag). Der kälteste Tag 2016 war in Wuppertal der 19. Januar mit $-3,4\text{ °C}$ im Tagesdurchschnitt.

In Bezug auf die monatliche Anzahl der Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$) wurden im August und September jeweils 12 Tage registriert. Damit stach insbesondere der September im Vergleich zum langjährigen Mittel als besonders warm hervor. Im Juni und Juli wurden dafür etwas seltener als üblich die o.g. Definitionswerte für Sommertage erreicht. Insgesamt gab es mit 46 Sommertagen 9 Tage mehr als im langjährigen Mittel 1981–2010 (vgl. Abbildung 5 und Tabelle 3).

Der heißeste Tag des Jahres in Wuppertal war der 26. August mit 27,9 °C im Tagesmittel. In den Nachmittagsstunden wurden Maximaltemperaturen von 35,2 °C erreicht. Sog. „Heiße Tage“ mit Höchsttemperaturen über 30 °C traten in diesem Jahr insgesamt 14-mal auf, langjährig sind nur 8 Tage üblich. In vier 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 2016 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	2016	4,1	4,1	4,7	9,1	15,4	17,7	19,7	19,2	18,8	9,8	5,6	4,9	11,1
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2011-2015	88	82	72	68	68	71	73	73	81	82	85	88	78
Bundesallee	2016	87	84	82	71	66	80	70	72	68	86	85	86	78
Sommertage ($T_{\max} > 25 \text{ °C}$)														
DWD	1981-2010	0	0	0	1	4	7	12	10	3	0	0	0	37
Bundesallee	2016	0	0	0	0	6	6	10	12	12	0	0	0	46
Heiße Tage ($T_{\max} > 30 \text{ °C}$)														
DWD	1981-2010	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	8
Bundesallee	2016	0	0	0	0	0	1	7	6	0	0	0	0	14
Frosttage ($T_{\min} < 0 \text{ °C}$)														
DWD	1981-2010	14	13	8	3	0	0	0	0	0	1	5	11	55
Bundesallee	2016	6	9	8	0	0	0	0	0	0	0	5	6	34
Eistage ($T_{\max} < 0 \text{ °C}$)														
DWD	1981-2010	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8 *
Bundesallee	2016	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

* 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

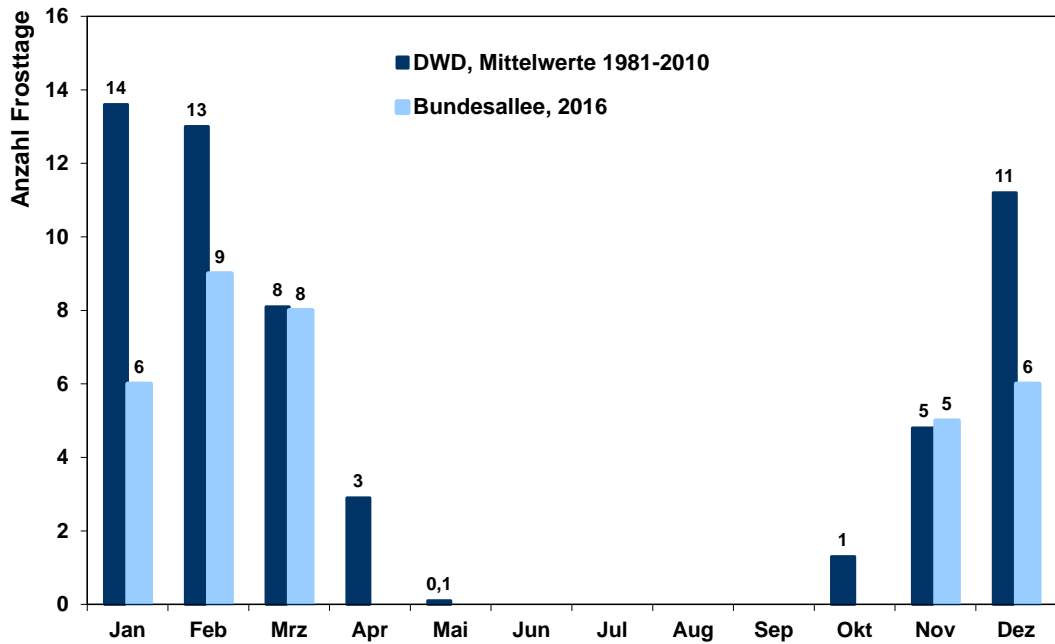


Abbildung 4 Monatliche Anzahl der Frosttage ($T_{\min} < 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2016 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

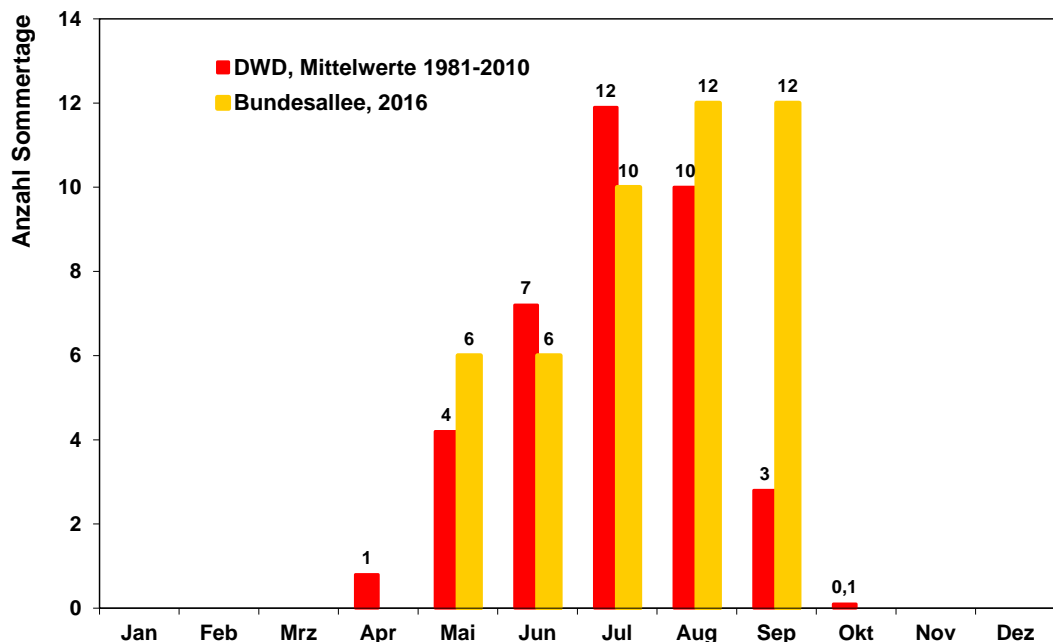


Abbildung 5 Monatliche Anzahl der Sommertage ($T_{\max} > 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) in 2016 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2016 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2016 dargestellt.

Tabelle 4 Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2016 (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Vergleich zum Zeitraum 2011-2015.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	2011-2015	2,8	2,9	2,5	2,4	2,3	2,4	2,3	2,1	2,1	2,3	2,5	3,2	2,5
Bundesallee	2016	2,8	3,5	2,5	2,6	2,5	2,0	1,9	2,0	1,6	1,8	2,2	1,9	2,3

Die Monats- und Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten zeigen lediglich eine schwach ausgeprägte jahreszeitliche Dynamik. In Übereinstimmung mit dem langjährigen Mittel traten geringere Windgeschwindigkeiten in den Sommermonaten von Juni bis Oktober auf. Bedingt durch einen hohen Anteil stabiler und austauscharmer Wetterlagen war auch der Dezember 2016 durch eine geringe mittlere Windgeschwindigkeit geprägt (vgl. Abschnitt 5.1). Zum Jahresbeginn und in den Frühlingmonaten gab es durchschnittlich die höchsten Windgeschwindigkeiten.

Die in Abbildung 6 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit im Jahr 2016 weist ein primäres Maximum aus südwestlichen bis südsüdwestlichen Richtungen auf. Ein sekundäres Maximum besteht in den nordöstlichen Anströmungen. Die Spitzenwerte der Windgeschwindigkeiten sind etwa gleichermaßen an das Primär- und Sekundärmaximum gebunden, was sich ebenso für schwächere Windgeschwindigkeiten festhalten lässt. Die für das Jahr 2016 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 20 % bzw. 28 % besonders häufig auftraten. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 01.01.2016 bis 31.12.2016 etwa 2,3 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 12 Messmonaten dargestellt. Im Januar, Februar und April dominierten von atlantischen Tiefausläufern geprägte Westwindwetterlagen (vgl. Abschnitt 5.1). Auch im Juni, August, November und Dezember kam der Wind überwiegend aus südwestlichen Anströmungsrichtungen. In den übrigen Monaten konnte sich bei insgesamt schwachen Winden keine vergleichbar dominanten Hauptwindrichtungen ausprägen (vgl. Tabelle 4).

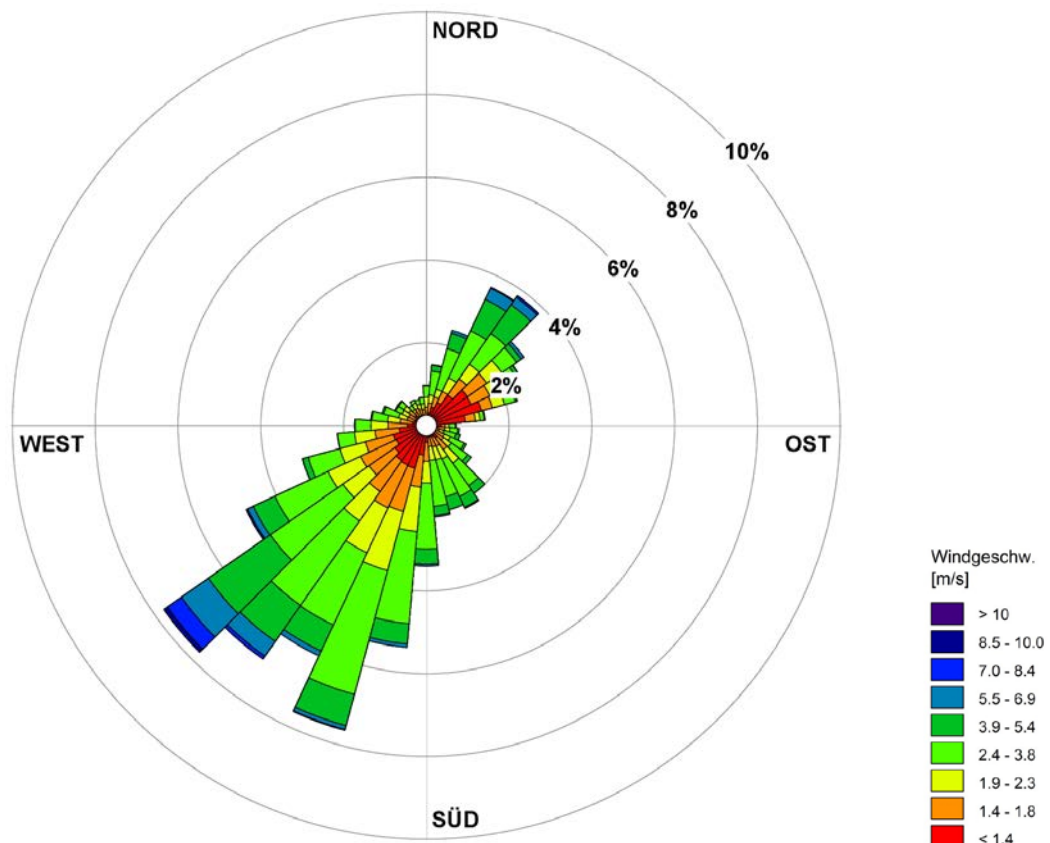


Abbildung 6 Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2016.

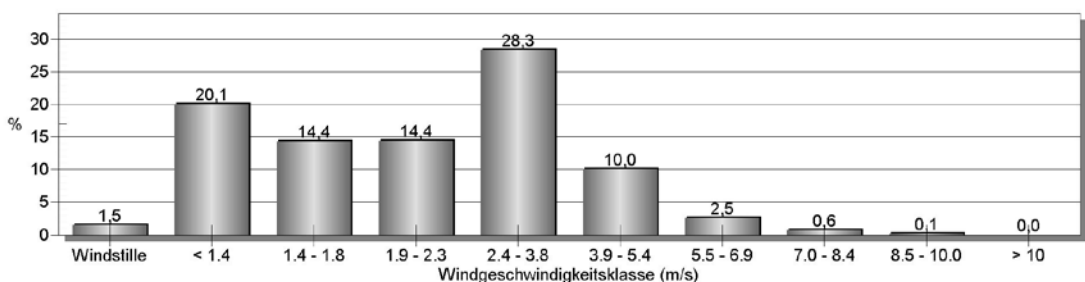


Abbildung 7 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen (30-min-Mittelwerte) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2016.

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 20,2 m/s (73 km/h) am 01.02.2016 erreicht. Ähnlich stürmisch war es noch einmal in der Nacht zum 07.03.2016.

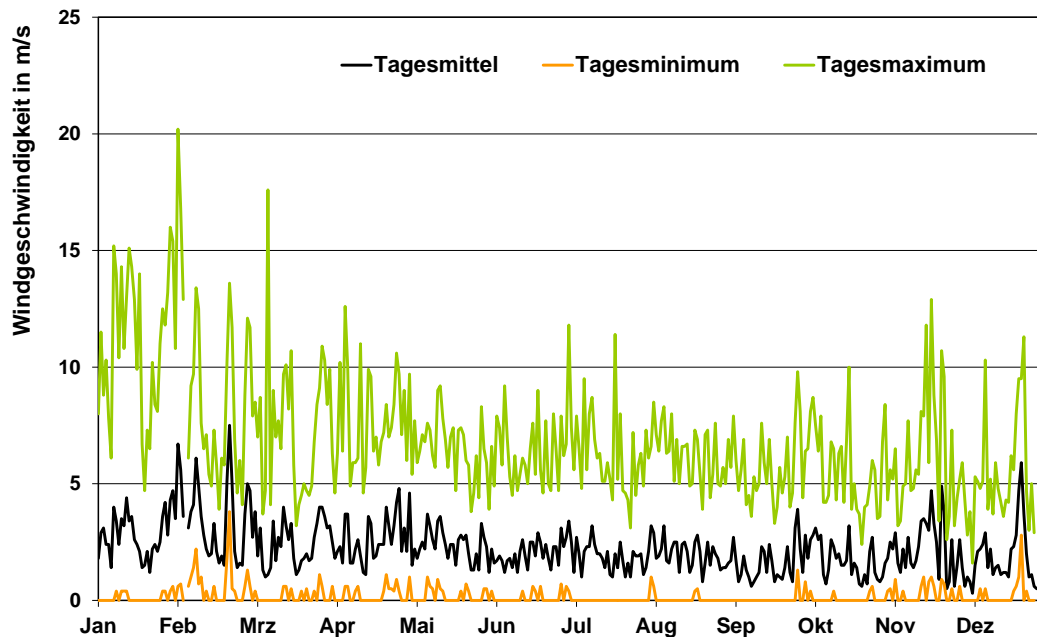


Abbildung 8 Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2016.

Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (orangefarbene Kurve in Abbildung 8) weist Werte zwischen 0 und 3,7 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.

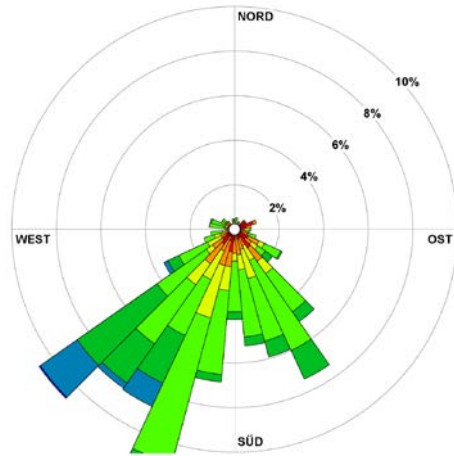
Eine abschließende Bewertung der lokalen Austauschbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal ist zusätzlich von weiteren Kriterien abhängig. Neben der Stärke der Windgeschwindigkeit hat auch der zeitliche Verlauf der Windgeschwindigkeit in Verbindung mit der vertikalen Stabilität der bodennahen 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 einer differenzierteren Bewertung der meteorologischen Bedingungen im Jahr 2016. Die Belastung durch Stickstoffdioxid war demnach ähnlich hoch wie in den Vorjahren, wobei es bei städtisch verkehrsnahen Standorten zu moderaten Abnahmen kam. Die mittleren

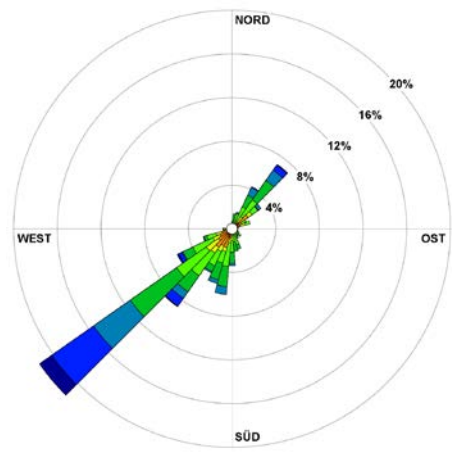
PM₁₀-Konzentrationen lagen deutlich unter dem Vorjahr und auch verglichen mit dem Zeitraum 2005 bis 2015 war 2016 das am wenigsten belastete Jahr.

In Bezug auf die Anzahl von PM₁₀-Überschreitungstagen (Tagesmittelwerte > 50 µg/m³) stellte sich das Jahr ebenfalls günstiger als der Vergleichszeitraum dar, insbesondere auch gegenüber dem aufgrund des häufigen Auftretens kalter, stabiler Hochdruckwetterlagen hochbelasteten Jahr 2011. In 2016 wurden deutschlandweit PM₁₀-Überschreitungstage hauptsächlich im Januar beobachtet. Zu mehr als den zulässigen 35 PM₁₀-Überschreitungstagen kam es in Deutschland nur an einer Station.

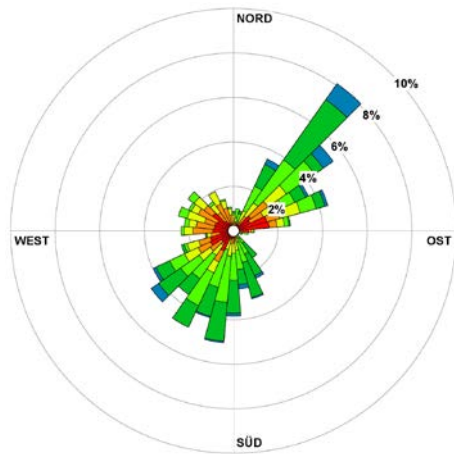
Die Ozonbelastung war, verglichen mit dem Vorjahr 2015 niedrig. Die Hitzewellen Ende August und Anfang September waren immer nur von kurzer Dauer, sodass sich keine größeren Belastungen aufbauen konnten. Die Alarmschwelle von 240 µg/m³ wurde bundesweit an nur einer Station während einer Stunde überschritten [36].



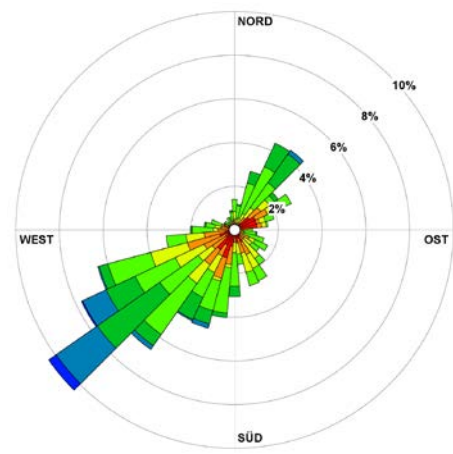
Januar 2016



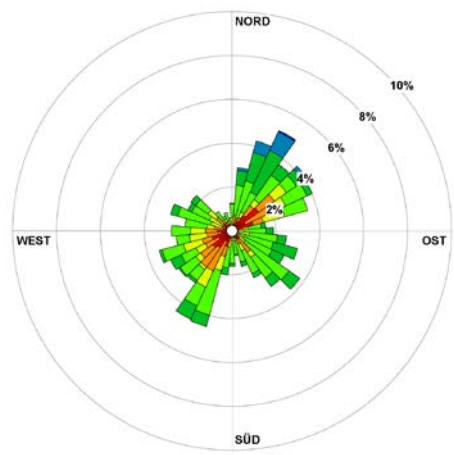
Februar 2016 (Skalierung 20 %)



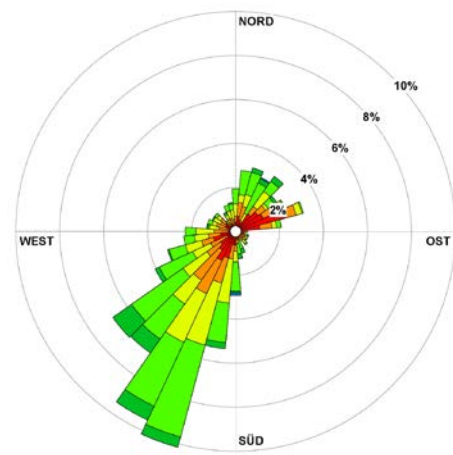
März 2016



April 2016

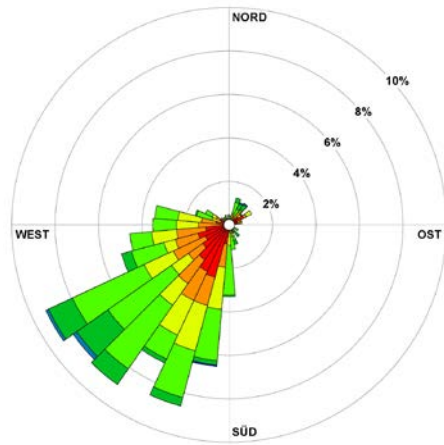


Mai 2016

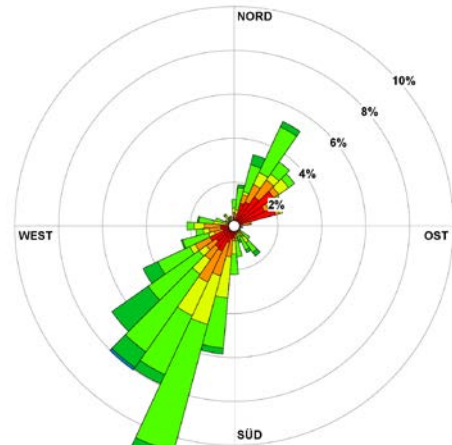


Juni 2016

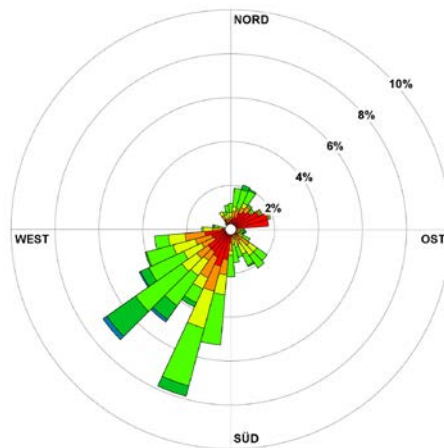
Abbildung 9 Stärkewindrosen für die Monate Januar 2016 bis Juni 2016 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee in 30 m ü.Gr. (Legende siehe Abbildung 6).



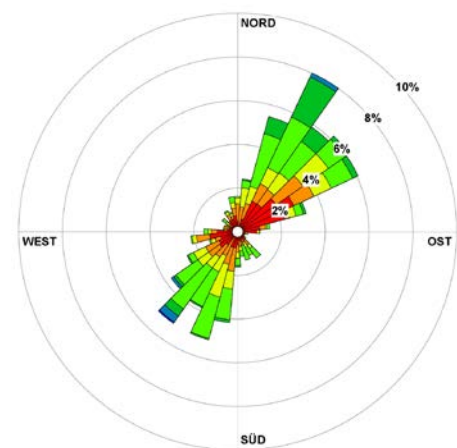
Juli 2016



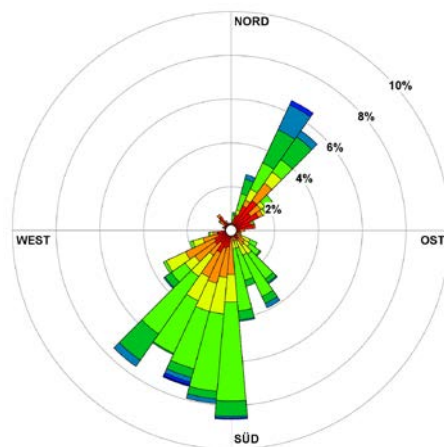
August 2016



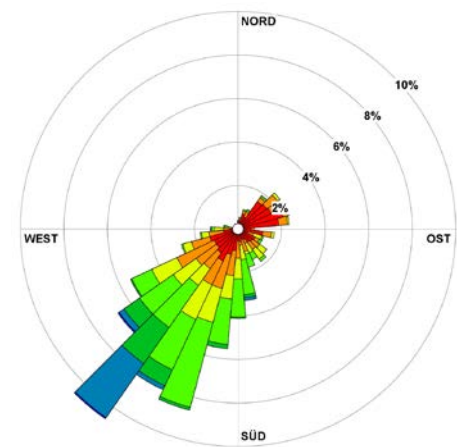
September 2016



Oktober 2016



November 2016



Dezember 2016

Abbildung 10 Stärkewindrosen für die Monate Juli 2016 bis Dezember 2016 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 ist 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.

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 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr (Kurzzeitbelas-

tung). 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 NO₂ an 24 Messorten in Wuppertal

Im Folgenden werden die Messergebnisse der NO₂-Messungen an den Messpunkten MP 1 bis MP 47 für den Messzeitraum von Januar bis Dezember 2016 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 16 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 10 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO₂-Messdaten für das Jahr 2016 betrug 100 % an 22 Messpunkten. An den MP 45 und MP 28 wurden die Proben für März bzw. April 2016 entwendet. Daraus ergibt sich eine Verfügbarkeit an diesen Messpunkten von 92 %. An allen Messpunkten wurde somit eine Datenverfügbarkeit von > 90 % erreicht, so dass die Mindestdatenerfassung gemäß Anlage 1 A der 39. BImSchV für alle Messpunkte eingehalten wurde.

In Tabelle 5 sind zunächst die Ergebnisse der NO₂-Messungen (Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte) für die Messpunkte MP 1 bis MP 47 und das Jahr 2016 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 NO₂-Jahresmittelwerte für 2016.

Die höchsten NO₂-Belastungen für das Jahr 2016 wurden, wie bereits in den Jahren zuvor, an der Briller Straße (MP 02) mit 64 µg/m³ gemessen. Sehr hohe Jahresmittelwerte von > 50 µg/m³ wurden zudem mit 55 µg/m³ bzw. 52 µg/m³ am Steinweg (MP 16) und an der Westkotter Straße (MP 17) ermittelt. An 12 weiteren Messpunkten wurden Jahresmittelwerte zwischen 41 µg/m³ und 50 µg/m³ registriert, darunter auch der in 2016 erstmals beprobte MP 45 an der Varresbeckerstraße 122. Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid beträgt 40 µg/m³ [3]. An den in 2016 ebenfalls neu in Betrieb genommenen Messpunkten MP 46 in der Schützenstraße und MP 47 in der Gewerbeschulstraße lagen die Jahresmittelwerte mit 32 µg/m³ bzw. 35 µg/m³ erfreulicherweise 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 den innerstädtischen Hintergrund. Mit dieser Ausnahme wurden an allen weiteren Messorten NO₂-Konzentrationen zwischen 35 und 40 µg/m³ im Jahresmittel 2016 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 2016 nicht registriert [35].

Zusammenfassend können die über das Wuppertaler Stadtgebiet verteilten Messorte mehrheitlich als potenzielle Belastungsschwerpunkte für die Komponente NO₂ 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).

Tabelle 5 Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) an den Messpunkten MP 1 bis MP 47 in Wuppertal für den Messzeitraum Januar bis Dezember 2016.

Stickstoffdioxid NO ₂ in µg/m ³														
MP-Nr.	Messort	Jan 16	Feb 16	Mrz 16	Apr 16	Mai 16	Jun 16	Jul 16	Aug 16	Sep 16	Okt 16	Nov 16	Dez 16	Mittel 2016
MP 01	Nevigser Straße 98	39	38	47	34	36	34	30	34	43	36	41	46	38
MP 02	Briller Straße 28	57	65	74	65	71	60	59	64	72	53	63	62	64
MP 04	Steinbeck 92	48	50	56	49	46	43	41	51	52	42	45	48	48
MP 05	Hochstraße 63	42	50	64	49	53	47	43	45	59	47	44	51	50
MP 07	Uellendahler Straße 198	41	42	48,8	40	37	37	32	37	47	37	41	49,2	41
MP 08	Hofkamp 86	36	38	46	37	36	32	29	34	42	31	34	43	36
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	45	51	54	45	45	40	33	41	50	39	42	49	44
MP 13	Rudolfstraße 149	42	49	58	47	50	46	40	46	53	45	46	53	48
MP 14	Schönebecker Straße 81	36	37	43	34	32	37	38	39	47	36	36	43	38
MP 16	Steinweg 25	54	57	61	54	54	56	51	56	65	42	51	55	55
MP 17	Westkötter Straße 111	51	53	61	50	51	47	49	51	60	44	51	52	52
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	39	45	52	36	41	40	32	36	49	40	36	47	41
MP 21	Berliner Straße 159	37	46	57	42	46	44	39	45	47	41	36	41	43
MP 22	Hekinghauser Straße 159	37	41	52	41	38	36	28	33	41	36	36	43	38
MP 24	Staasstraße 51	32	36	46	34	32	34	28	33	39	31	33	39	35
MP 27	Bundesallee 30	25	28	33	23	21	21	21	23	30	27	28	33	26
MP 28	Schwarzbach 78	45	47	53	n.a.	40	42	39	44	46	37	44	49	44
MP 33	Kaiserstraße 32	44	46	51	40	37	40	32	35	45	35	44	44	41
MP 34	Haeseler Strasse 94	44	52	54	49	48	43	40	46	58	41	46	50	48
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	40	43	49	40	37	40	32	35	41	37	42	48	40
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	41	44	49	43	43	43	39	44	52	37	44	46	44
MP 45	Varresbeckerstraße 122	43	45	n.a.	42	44	45	41	41	51	37	48	50	44
MP 46	Schützenstraße 74	31	36	39	31	27	29	26	25	34	25	33	45	32
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	32	37	43	32	30	30	30	30	40	31	36	46	35
VWEL ¹⁾	Wuppertal Gathe	48	50	49	53	44	49	50	47	56	42	49	54	49
WULA ¹⁾	Wuppertal Langerfeld	26	27	28	23	18	21	19	21	26	25	29	32	25
Beurteilungswert 39. BImSchV / TA Luft (Jahresmittelwert)														
40														

n.a. - nicht auswertbar

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

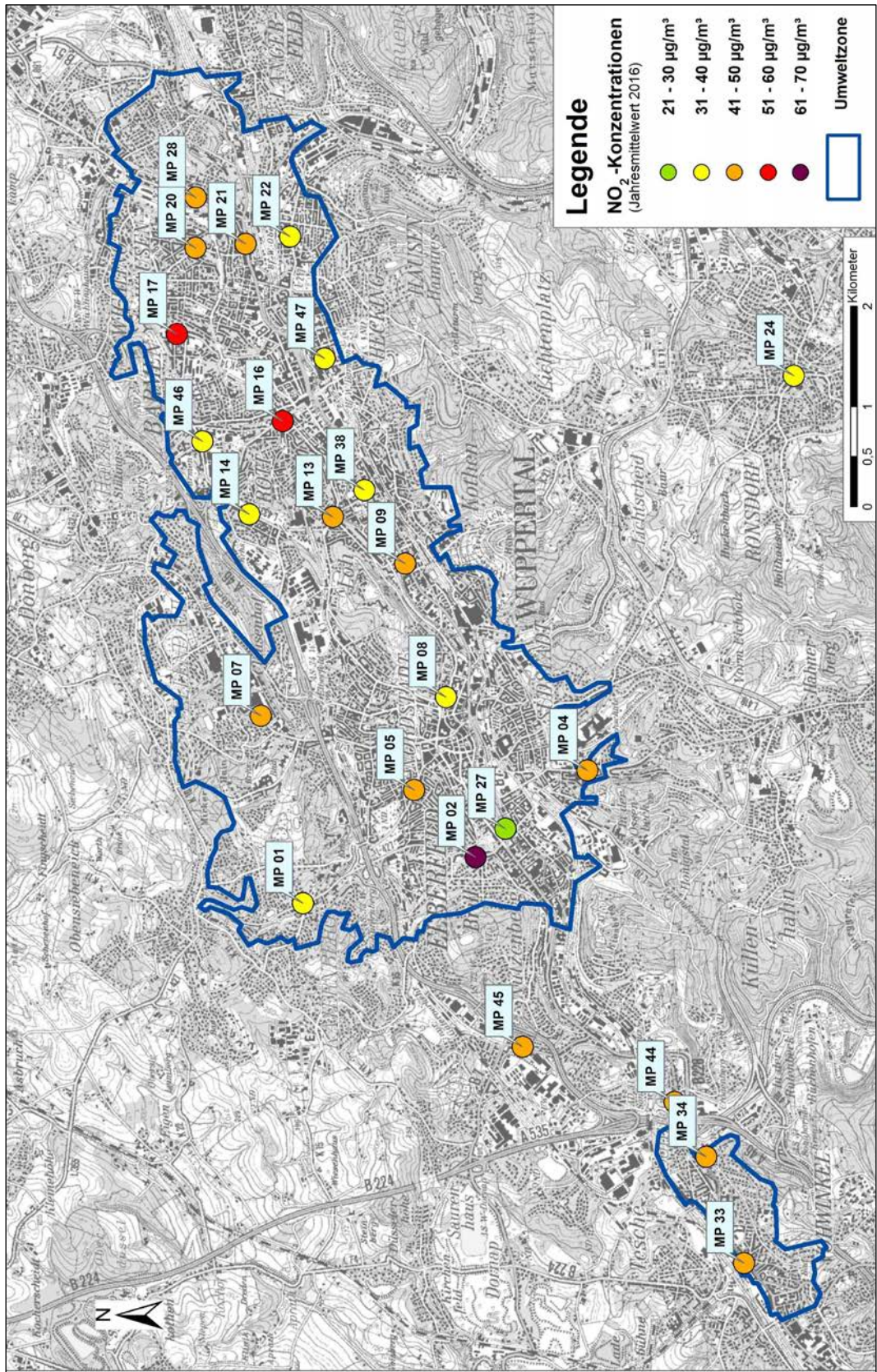


Abbildung 11 Räumliche Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 47 sowie Klassifizierung der NO₂-Jahresmittelwerte 2016.

NO₂-Immissionen im Jahresverlauf 2016

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2016 zusätzlich die Monatsextreme (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2016) dargestellt. Im Jahr 2016 wurden die höchsten Belastungen überwiegend im März ermittelt, vereinzelt auch im September und Dezember. Die Messergebnisse variierten im Jahresverlauf je nach Messpunkt um den Faktor 1,4 bis 1,9. Die Ergebnisse aller Einzelmonate sind in Tabelle 10 im Anhang B dokumentiert.

Typische Jahresgänge der NO₂-Immissionen mit deutlich höheren Belastungen in den Wintermonaten wurden im Jahr 2016 in Wuppertal nur noch eingeschränkt in dieser Ausprägung beobachtet. Dies ist insbesondere auch auf die über längere Episoden sehr milden Winter in den letzten Jahren zurückzuführen: In 2016 war es sowohl im Januar und Februar als auch im Dezember erneut wärmer als üblich (vgl. Abschnitt 5.1, *Witterungsverlauf*).

Tabelle 6 NO₂-Jahresmittelwerte sowie NO₂-Monatsextreme für das Jahr 2016.

MP-Nr.	Messort / Adresse Straße / Hausnummer	NO ₂ (2016)	NO ₂ - Minimum		NO ₂ - Maximum		Max/Min Faktor
		µg/m ³	µg/m ³	Monat	µg/m ³	Monat	
MP 01	Nevigeser Straße 98	38	30,3	Jul 16	46,9	Mrz 16	1,5
MP 02	Briller Straße 28	64	53,0	Okt 16	74,0	Mrz 16	1,4
MP 04	Steinbeck 92	48	41,1	Jul 16	56,3	Mrz 16	1,4
MP 05	Hochstraße 63	50	42,3	Jan 16	64,3	Mrz 16	1,5
MP 07	Uellendahler Straße 198	41	32,3	Jul 16	49,2	Dez 16	1,5
MP 08	Hofkamp 86	36	29,2	Jul 16	45,7	Mrz 16	1,6
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	44	33,2	Jul 16	54,1	Mrz 16	1,6
MP 13	Rudolfstraße 149	48	40,4	Jul 16	58,0	Mrz 16	1,4
MP 14	Schönebecker Straße 81	38	32,3	Mai 16	47,0	Sep 16	1,5
MP 16	Steinweg 25	55	42,3	Okt 16	65,2	Sep 16	1,5
MP 17	Westkotter Straße 111	52	43,9	Okt 16	61,0	Mrz 16	1,4
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	41	32,5	Jul 16	51,9	Mrz 16	1,6
MP 21	Berliner Straße 159	43	36,3	Nov 16	56,7	Mrz 16	1,6
MP 22	Heckinghauser Straße 159	38	27,6	Jul 16	51,7	Mrz 16	1,9
MP 24	Staasstraße 51	35	27,7	Jul 16	45,6	Mrz 16	1,6
MP 27	Bundesallee 30	26	20,8	Jun 16	33,3	Mrz 16	1,6
MP 28	Schwarzbach 78	44	36,7	Okt 16	52,9	Mrz 16	1,4
MP 33	Kaiserstraße 32	41	31,5	Jul 16	50,8	Mrz 16	1,6
MP 34	Haeseler Strasse 94	48	39,9	Jul 16	58,4	Sep 16	1,5
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	40	32,1	Jul 16	49,4	Mrz 16	1,5
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	44	37,2	Okt 16	51,7	Sep 16	1,4
MP 45	Varresbeckerstraße 122	44	37,4	Okt 16	51,4	Sep 16	1,4
MP 46	Schützenstraße 74	32	24,8	Aug 16	45,3	Dez 16	1,8
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	35	29,7	Mai 16	45,8	Dez 16	1,5

Qualitativ ist der Verlauf der NO₂-Belastung auf eine Überlagerung von Emissionssituation und Witterungsverlauf zurückzuführen. Insofern sind die Verläufe plausibel, die höher belasteten Monate März und September waren im Mittel durch einen hohen Anteil austauscharmer Witterungsbedingungen gekennzeichnet. Die austauschreichen Wetterlagen im Juli führten hingegen zu einer guten Durchmischung der bodennahen Atmosphäre, was wiederum zu vergleichsweise unauffälligen Belastungen in diesem Monat führte.

Entsprechende Verläufe wurden NRW-weit auch an anderen Messstationen erfasst, so dass der Verlauf insgesamt plausibel erscheint.

Gleichwohl wird sich auch die ungünstige verkehrliche Situation durch die Baumaßnahmen im Umfeld des Döppersberges sowie durch die Baumaßnahmen an der A 46 voraussichtlich negativ auf die Immissionssituation ausgewirkt haben, da hohe Stauanteile in Verbindung mit potentiell austauscharmen Wetterlagen zu höheren Belastungen führen.

NO₂-Immissionen im Vergleich zum Vorjahr 2015

Für einen Vergleich der Immissionssituation mit dem Vorjahr 2015 stehen aufgrund der Messnetzanpassung zum Jahreswechsel 2015/2016 (vgl. Abschnitt 3) Ergebnisse von 21 Messpunkten zur Verfügung.

An 9 Messpunkten stagnierten die NO₂-Belastungen im Vergleich zum Vorjahr 2015 auf einem identischen Niveau. Acht Messpunkten mit höheren Konzentrationen (um 1 bis 2 µg/m³, je nach MP) standen vier Messpunkte mit niedrigeren Ergebnissen (um -1 bis -3 µg/m³, je nach MP) gegenüber. Die Schwankungsbreite war damit im mehrjährigen Vergleich relativ gering: In 2015 war es gegenüber 2014 noch zu Erhöhungen um bis zu 5 µg/m³ gekommen. Im Mittel über alle Messpunkte resultiert insgesamt ein konstantes Konzentrationsniveau im Vergleich 2015/2016.

Eine Auswertung mit Fokus auf die Anzahl von Messpunkten mit Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von 40 µg/m³ ergibt ein differenziertes Bild. Im Jahr 2016 wurde der Beurteilungswert an 15 Messstandorten überschritten. In 2015 waren es mit 12 Standorten drei Messpunkte weniger als im aktuellen Berichtsjahr. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass zum Jahreswechsel drei weniger belastete Messpunkte außer Betrieb genommen wurden. Mit den Ergebnissen am MP 45 (Varresbeckerstraße, 44 µg/m³) wurde gleichzeitig ein neuer Belastungsschwerpunkt identifiziert. An den Messpunkten MP 7 (Uellendahler Straße) und MP 20 (Wichlinghauser Straße) wurde mit jeweils 41 µg/m³ der NO₂-Grenzwert jedoch wieder überschritten, nachdem er im Vorjahr mit jeweils 39 µg/m³ knapp eingehalten werden konnte.

Insgesamt dokumentieren die Ergebnisse der NO₂-Messungen in Wuppertal ein nach wie vor im Vergleich hohes innerstädtisches Belastungsniveau, das gut mit den Ergebnissen der NO₂-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 NO₂-Messungen durchgeführt. Nach Beendigung der kontinuierlichen Messungen wurden die NO₂-Messungen an der Bundesallee seit 2007 mit Passivsammlern fortgeführt. Seit 1999 werden von der Stadt Wuppertal zusätzlich an einer variierenden Anzahl von Messorten NO₂-Messungen mit Passivsammlern durchgeführt (von 2009 bis 2012 an 23, seit 2013 an 24 Messorten). Sie ermöglichen eine flächenhafte Erfassung der NO₂-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 NO₂-Messungen mittels Passivsammlern durch die Stadt Wuppertal realisiert.

In den Jahren 2005 und 2006 wurden zeitlich befristete, kontinuierliche NO₂-Messungen an der Messstelle Wuppertal-Steinweg (LUQS-Stationskürzel: VWBA) durchgeführt. Auch diese Station ist als Verkehrsmessstation bzw. „Hot-Spot“-Messung charakterisiert. Die NO₂-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 NO₂-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 SO₂, Ozon O₃ und Schwebstaub PM₁₀ erfasst).

In Abbildung 12 ist die Entwicklung der NO₂-Belastung an den o.g. Messstationen seit dem Jahr 2000 dargestellt.

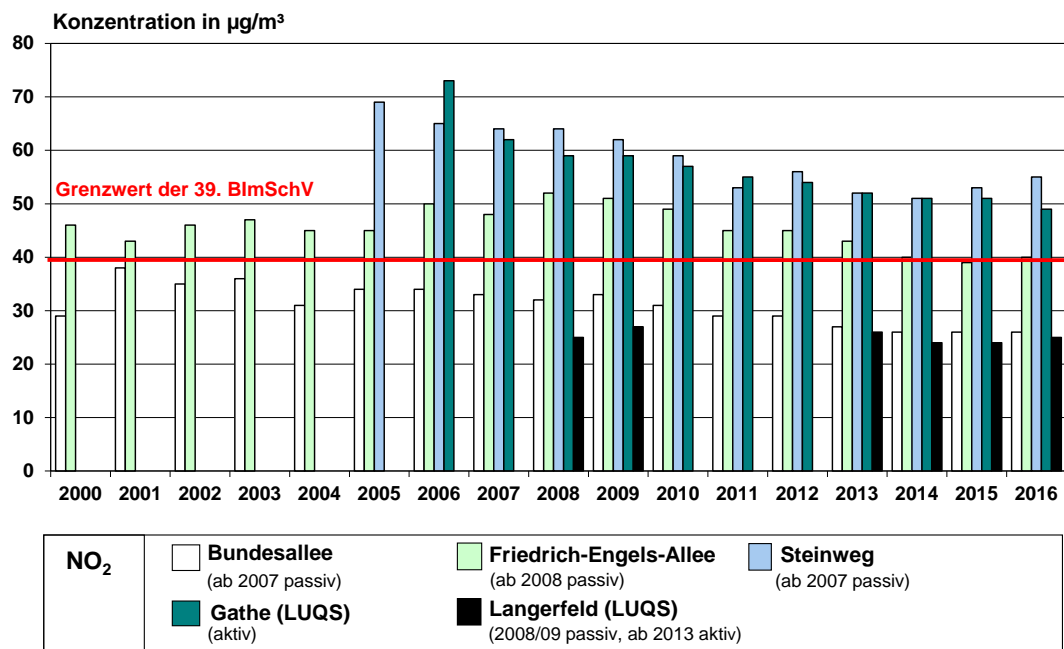


Abbildung 12 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) an ausgewählten Messstellen in Wuppertal von 2000 bis 2016 sowie Darstellung des Grenzwertes (gültig seit 01.01.2010).

Nach einem leicht rückläufigen Trend an der Messstelle Bundesallee bis zum Jahr 2004 stagnierte das NO₂-Konzentrationsniveau von 2005 bis 2009 bei etwa 33 µg/m³. In den letzten Jahren ging die NO₂-Belastung an der Station Bundesallee zunächst auf 31 µg/m³ (2010), von 2011 bis 2013 auf 27 µg/m³ und in 2014 bis 2016 schließlich auf 26 µg/m³ zurück.

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 NO₂-Konzentrationen. Der langjährige Vergleich der NO₂-Immissionen an dieser Station mit den Ergebnissen an Hintergrundmessstellen zeigt, dass die NO₂-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 NO₂-Gradienten in Verbindung mit der Messhöhe von 30 m 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 NO₂-Messungen dort wurden ab dem Jahr 2010 durch das LANUV NRW unterbrochen und mit Messbeginn im Dezember 2012 wieder fortgeführt. In 2016 lag der Jahresmittelwert für NO₂ bei 25 µg/m³. Die Immissionssituation zeigte sich dort somit zum einen ähnlich wie an der Bundesallee und zum anderen auf einem vergleichbaren Niveau wie im Vorjahr. Nach einem über einige Jahre insgesamt leicht abnehmenden Trend des regionalen NO₂-Hintergrundniveaus im Bergischen Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) ohne den unmittelbaren Einfluss lokaler Emissionen, zeigt sich auch in diesen Messdaten eine Stagnation der Immissionsbelastung. Dieses Phänomen wird akutell landesweit beobachtet (vgl. Abschnitt 6.1.3).

An der Friedrich-Engels-Allee 308 liegt das NO₂-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 in den Jahren 2014 und 2015 erstmals seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 nicht überschritten. Dieses positive Ergebnis wurde auch im Jahr 2016 mit 40 µg/m³ wieder knapp erreicht. Ausgehend von den Spitzenbelastungen im Jahr 2008 (52 µg/m³) haben sich die Belastungen an dieser Messstelle zunächst kontinuierlich verringert. Seit 2014 ist jedoch auch hier eine Stagnation zu beobachten.

Die Messungen an den Belastungsschwerpunkten Steinweg und Wuppertal-Gathe ergaben seit Messbeginn NO₂-Jahresmittelwerte von zunächst etwa 60–70 µg/m³ („Hot-Spots“) mit abnehmender Tendenz bis 2013. Während sich der Trend moderater Abnahmen an der Station Gathe auch in den folgenden Jahren weiter fortsetzte (in 2016: 49 µg/m³), weisen die Ergebnisse am Steinweg im gleichen Zeitraum mit leicht ansteigenden Belastungen eine gegenläufige Entwicklung auf. Dort wurden in 2016 mit einem Jahresmittelwert von 55 µg/m³ NO₂ wieder Konzentrationen wie zuletzt etwa 2010/2011 ermittelt.

In Tabelle 7 ist ergänzend zu Abbildung 12 die zeitliche Entwicklung der NO₂-Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen von 2008 bis 2016 zusammengefasst. Die nicht fortlaufende Nummerierung der aktuell realisierten Messstellen in Tabelle 7 ist auf die unterschiedlichen NO₂-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 zuzuordnen zu können (vgl. auch Abschnitt 7, Entwicklung des NO₂-Messnetzes).

An den Messstellen gemäß Tabelle 7 ist seit 2008 bis einschließlich 2016 ein deutlich rückläufiger Trend der NO₂-Belastungen zu beobachten. Für den hier dargestellten Zeitraum von 2008 bis einschließlich 2016 gilt dieser insgesamt abnehmende Trend sowohl für das Gesamtmittel über alle Messstellen als auch für jeden einzelnen Messort. Trotz dieses übergeordneten Trends stagnierten die Belastungen gleichwohl in einzelnen Jahren, ab 2015 sind sie insgesamt leicht angestiegen.

Tabelle 7 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid für die Jahre 2008 bis 2016.

MP-Nr.	NO ₂ (2008) µg/m ³	NO ₂ (2009) µg/m ³	NO ₂ (2010) µg/m ³	NO ₂ (2011) µg/m ³	NO ₂ (2012) µg/m ³	NO ₂ (2013) µg/m ³	NO ₂ (2014) µg/m ³	NO ₂ (2015) µg/m ³	NO ₂ (2016) µg/m ³
MP 01	49	47	46	41	40	39	38	38	38
MP 02	71	69	67	59	64	63	61	66	64
MP 03	46	45	44	41	38	-	-	-	-
MP 04	60	58	56	49	51	49	49	49	48
MP 05	58	56	55	48	49	50	44	48	50
MP 07	51	52	48	45	46	42	41	39	41
MP 08	49	43	40	38	39	38	35	36	36
MP 09	58	63	60	50	51	48	45	45	44
MP 13	56	50	52	47	48	46	44	47	48
MP 14	47	47	43	41	42	39	37	38	38
MP 16	64	62	59	53	56	52	51	53	55
MP 17	63	63	59	54	53	51	49	52	52
MP 19	46	47	44	41	39	-	-	-	-
MP 20	49	47	45	43	42	41	37	39	41
MP 21	54	52	51	46	45	47	42	43	43
MP 22	47	47	44	39	41	42	37	38	38
MP 24	47	47	45	41	41	40	37	33	35
MP 27	32	33	31	29	29	27	26	26	26
MP 28	55	53	55	49	48	48	45	47	44
MP 30	51	50	48	34	32	-	-	-	-
MP 33	53	51	51	45	47	43	38	41	41
MP 34	61	56	53	48	50	49	47	48	48
MP 38	52	51	49	45	45	43	40	39	40
MP 39	-	-	-	-	-	35	31	33	-
MP 40	-	-	-	-	-	39	35	36	-
MP 41	-	-	-	-	-	30	-	-	-
MP 42	-	-	-	-	-	31	-	-	-
MP 43	-	-	-	-	-	-	44	43	44
MP 44	-	-	-	-	-	-	29	32	-
MP 45	-	-	-	-	-	-	-	-	44
MP 46	-	-	-	-	-	-	-	-	32
MP 47	-	-	-	-	-	-	-	-	35

In Abbildung 13 ist die Entwicklung der NO₂-Konzentrationen von 2008 bis 2016 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 NO₂-Rückgangs kann über die Achsenbeschriftung links abgelesen werden.

Die Gesamtreduktion der NO₂-Belastung von 2008 bis einschließlich 2016 reicht dabei von 6 bis 7 µg/m³ (an den Messpunkten MP 02 und MP 27) bis hin zu Reduktionen von 14 µg/m³ am MP 09. Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den Zeitraum von 2008 bis 2016 ein Rückgang der NO₂-Immissionen von mittlerweile 10 µg/m³ registriert.

Eine Zunahme der NO₂-Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum 2008 bis 2016 an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet. Maßgeblichen Einfluss auf dieses Ergebnis hatte vor allem die über lange Jahre positive Entwicklung bis 2014, in der sich die Situation jährlich um durchschnittlich etwa 2 µg/m³ verbessert hat. Seitdem stagnieren die Belastungen (siehe S. 29, NO₂-Immissionen im Vergleich zum Vorjahr); im Jahr 2015 waren sie sogar leicht angestiegen [15].

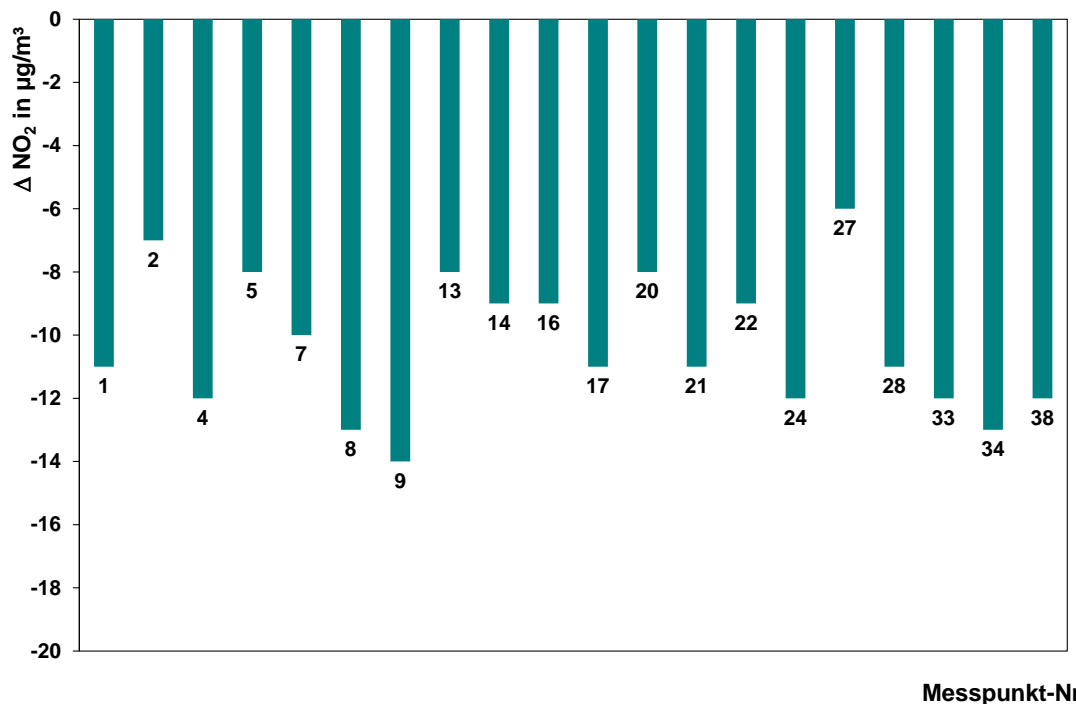


Abbildung 13 Rückgang der NO₂-Konzentrationen im Zeitraum von 2008 bis 2016 an 20 Passivsammlermessstellen in Wuppertal. Angaben in µg/m³.

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

Bundesweit war die Belastung durch Stickstoffdioxid nach Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) im Jahr 2016 ähnlich hoch wie in den Vorjahren [36], [37]. In Deutschland wurden an etwa 57 % der verkehrsnahen Messstationen Überschreitungen des Jahresmittelwertes für NO₂ registriert. Spitzenbelastungen wurden mit Jahresmittelwerten von 82 µg/m³ und 80 µg/m³ in Stuttgart am Neckartor und in München an der Landshuter Allee gemessen.

Auch in Nordrhein-Westfalen ist im Vergleich mit der NO₂-Belastung des Vorjahres im Jahr 2016 keine weitere Abnahme der Immissionsbelastung erkennbar [41], [42]. An den städtischen und vorstädtischen Hintergrundmessstellen wurde wie auch in Wuppertal eine Stagnation oder ein geringer Anstieg der Immissionsbelastung beobachtet. Ob diese jüngste Entwicklung „nur“ ein durch die meteorologische Variabilität gesteuertes Phänomen darstellt, oder ob sich daraus ggfs. bereits eine Ausschöpfung der bislang getroffenen Maßnahmen zur Emissionsminderung abzeichnet, lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht abschließend bewerten. 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.

In NRW konnte im Jahr 2016 an 60 von 127 Messstationen der Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel nicht eingehalten werden. Insgesamt kam es allein in NRW in 32 Städten zu Grenzwertüberschreitungen. Spitzenbelastungen (Jahresmittelwert > 60 µg/m³) wie an der Briller Straße in Wuppertal wurden vom LANUV NRW auch in Düren und Köln festgestellt. Analog zur Situation in Wuppertal wurden Überschreitungen insbesondere an dicht bebauten Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen beobachtet.

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 NO₂ eingehalten wird, zugunsten von Messungen an weiteren potentiellen Belastungsschwerpunkten, eingestellt (siehe auch Abschnitt 7 zur langfristigen Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal). Aus diesem Grund lag der Anteil der Messstandorte mit Überschreitungen des NO₂-Jahresmittelwertes in Wuppertal gegenüber dem NRW-Landesdurchschnitt vergleichsweise hoch.

Der kontinuierliche Rückgang der NO₂-Immissionen in Wuppertal insgesamt ist auf die eher geringen NO₂-Belastungen an den vermuteten Belastungsschwerpunkten im Nahbereich der A 46 zurückzuführen. Insgesamt weisen nach wie vor die aktuellen NO₂-Messergebnisse mit den zahlreichen Grenzwertüberschreitungen auf den großen Handlungsbedarf hin, den Schadstoffausstoß der Stickstoffoxide insbesondere des Verkehrs als maßgeblicher lokaler Emittent weiter zu vermindern [42]. Zur Senkung der hohen Hintergrundbelastung sind zusätzlich aber auch weitere Emissionsminderungsmaßnahmen in anderen Bereichen wie beispielsweise Industrie, Hausbrand und Baumaschinen erforderlich.

6.1.4 Luftreinhalteplanung, NO₂-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 NO₂-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 [38].

Für 37 Städte in Nordrhein-Westfalen, u. a. auch für die Stadt Wuppertal, wurde eine solche Fristverlängerung im Februar 2013 an die EU weitergeleitet [39]. 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 [39]. Als ein maßgeblicher Grund hierfür wurde genannt, dass trotz der in den entsprechenden Luftreinhalteplänen aufgeführten Maßnahmen der NO₂-Jahresmittelwert in diesen Gebieten voraussichtlich auch im Jahr 2015 weiterhin über dem zulässigen NO₂-Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m³ liegen würden. 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 [39].

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 [46]².

² Neben Deutschland waren zu diesem Zeitpunkt in der EU auch Italien, Spanien, Portugal, Österreich, Frankreich, Polen und Großbritannien in ein Vertragsverletzungsverfahren bzgl. zu hoher NO₂-Belastungen involviert.

Auf die Vorwürfe mangelnder Maßnahmenkonsequenz reagierte die Regierung der Bundesrepublik zunächst mit einer Stellungnahme. Sie spielte den Ball an die EU zurück, indem sie argumentiert, 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 [47]. 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 [44].

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 NO₂-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“* [50].

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 Rechtsanspruch auf die Erstellung von Luftreinhaltepläne 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 [48] [49].

Verwaltungsgerichte schlossen dabei in erster Instanz nicht aus, dass Fahrverbote für Dieselfahrzeuge aufgrund bereits bestehender Rechtsgrundlagen angeordnet werden können. Diese Auffassung wird durch das Land Nordrhein-Westfalen nicht geteilt. Gegen das Urteil wurde beim Bundesverwaltungsgericht in Leipzig Berufung eingereicht. Mit einem Urteil wird nicht vor Februar 2018 gerechnet. Wegen der grundsätzlichen rechtlichen Bedeutung sind die Klageverfahren gegen alle anderen Luftreinhaltepläne bis zum Vorliegen einer Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts bis auf weiteres ausgesetzt [51].

Unabhängig von dem erwarteten Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes haben die Arbeiten zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung bereits begonnen. Für den Luftreinhalteplan Wuppertal existiert ein Katalog mit über 70 Maßnahmen, von denen der Großteil bereits umgesetzt wurde oder sich in Umsetzung befindet [52].

6.2 Feinstaub PM₁₀ 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 PM₁₀³ 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 PM₁₀ daher auch Schwebstaub genannt.

Luftgetragene Partikel der Fraktion PM₁₀ können durch Nase und Mund in die Lunge gelangen, wo sie je nach Größe bis in die Hauptbronchien oder Lungenbläschen transportiert werden können [40]. Ultrafeine Partikel (PM_{0,1}) als Bestandteil von PM₁₀ 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 PM₁₀-Exposition und Auswirkungen auf die Sterblichkeit (Mortalität) und Erkrankungsrate (Morbidität) vor. PM₁₀ oder eine oder mehrere der PM₁₀-Komponenten leisten nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand einen Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen. Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sind dabei am häufigsten [40].

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 PM₁₀-Konzentration mit einem Anstieg der Gesamtsterblichkeit und der Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Sterblichkeit verbunden. Darüber hinaus gibt es Hinweise für eine erhöhte Lungenkrebssterblichkeit [40].

Insgesamt ist davon auszugehen, dass PM₁₀ 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 PM₁₀ nach aktuellem Kenntnisstand nicht angegeben werden.

Beurteilungsmaßstäbe für Feinstäube PM₁₀ und PM_{2,5}

Analog zu den Immissionsgrenzwerten für Stickstoffdioxid (NO₂) gehen auch die derzeit in Deutschland geltenden Beurteilungswerte für Feinstaub auf Luftqualitätsrichtli-

³ Definition Partikel PM₁₀ gemäß 39. BImSchV: Partikel, die einen gröÑenselektierenden Luftreinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidungsgrad von 50 % aufweist.

nien 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 PM₁₀ ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV [3]. Darüber hinaus gilt für Partikel PM₁₀ 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 PM₁₀-Messreihen über mehrere Jahre kann abgeleitet werden, dass 35 Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ mit Jahresmittelwerten von etwa 27 bis 33 µg/m³ für PM₁₀ 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. Ab dem 01.01.2015 ist dieser Wert von 25 µg/m³ als Immissionsgrenzwert verbindlich einzuhalten [4].

Ergebnisse der Feinstaubmessungen in Wuppertal

In Wuppertal wurden im Jahr 2016 vom LANUV NRW im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) PM₁₀-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 PM₁₀- und PM_{2,5}-Messungen an diesen Messstellen für das Jahr 2016 dargestellt und dem Beurteilungswert gem. 39 BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 8 Statistische Kenngrößen für Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} im Jahr 2016 an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA).

Messstation	Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}
	Jahresmittel	Anzahl Tage > 50 µg/m ³	Jahresmittel
Gathe	22	10	---
Langerfeld	15	0	11
Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV	40	35	25

In den Abbildungen 14 und 15 ist die Entwicklung der PM₁₀-Immissionssituation an den PM₁₀-Messstationen Friedrich-Engels-Allee (LUQS), Steinweg, Langerfeld (LUQS) und Gathe (LUQS) dargestellt.

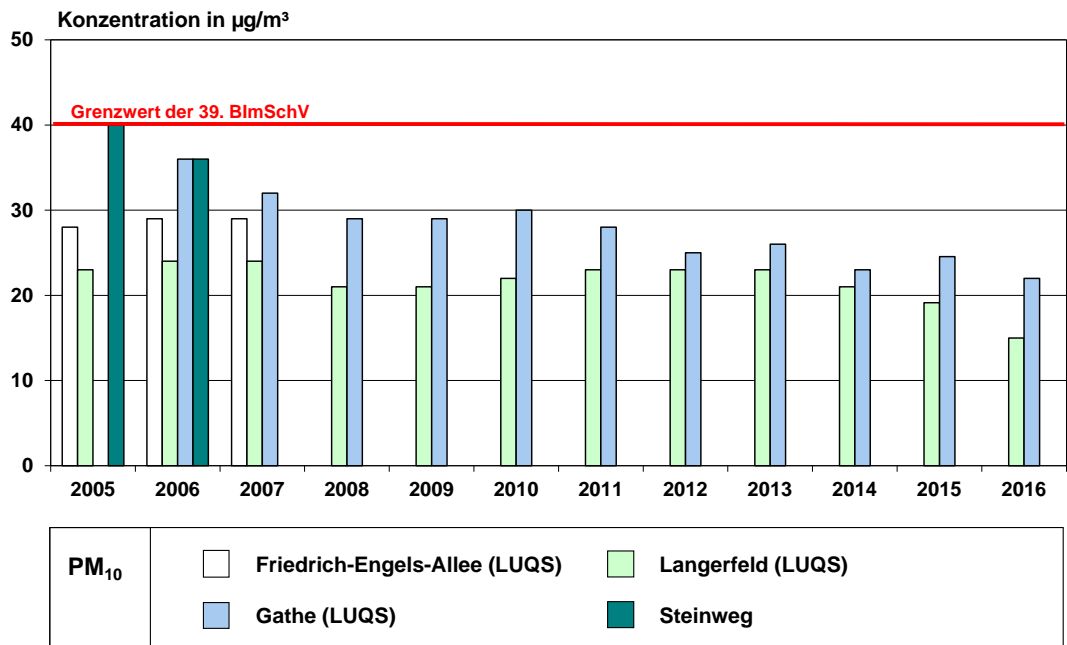


Abbildung 14 Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 bis 2016.

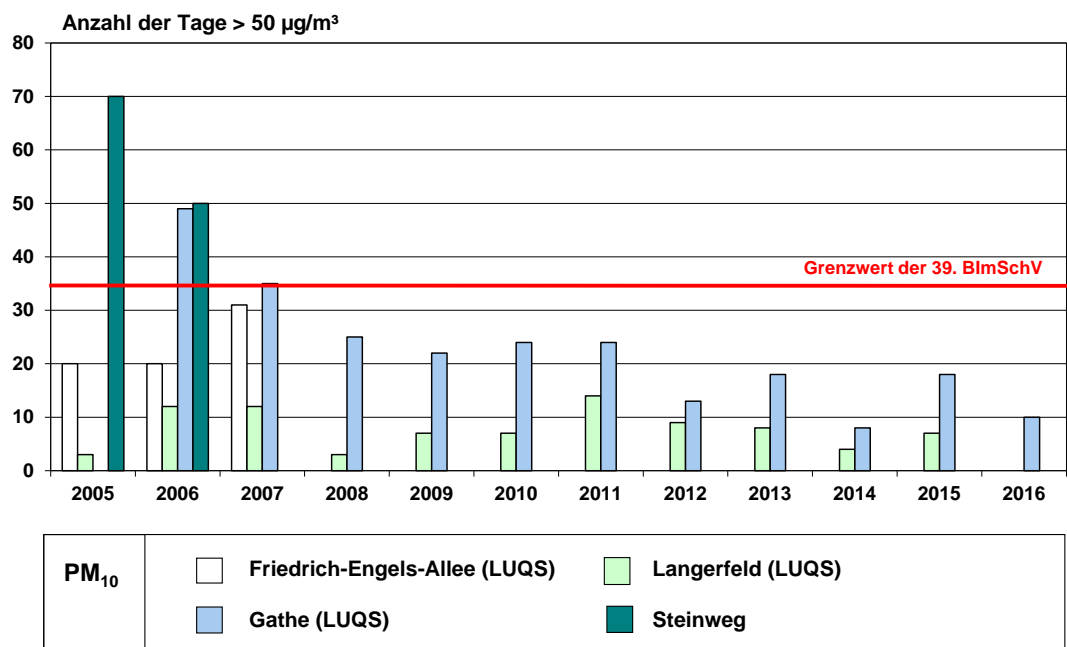


Abbildung 15 Anzahl der Tage mit PM₁₀-Mittelwerten > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 bis 2016.

Im Jahresmittel 2016 lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld sowohl die PM₁₀- 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 PM₁₀-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 10 Tagen in 2016 entsprechend höher als an der Messstelle Langerfeld mit 0 Tagen.

Gegenüber den Vorjahren sticht das Jahr 2016 mit historisch niedrigen Belastungen hervor. 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 PM₁₀-Belastung in den Jahren 2006 und 2007 und einer darauf folgenden Stagnation der mittleren PM₁₀-Konzentrationen konnte seit 2011 eine stetige Verbesserung für diesen Luftschadstoff beobachtet werden. 2015 lagen die Ergebnisse noch geringfügig über dem Niveau des Vorjahres 2014. An der Station Langerfeld im städtischen Hintergrund zeichnet sich seit 2013 eine kontinuierliche Abnahme des Jahresmittelwertes ab, die sich auch in 2016 weiter fortgesetzt hat. Die verbleibenden, geringfügigen Änderungen der mittleren PM₁₀-Belastung von Jahr zu Jahr können aber nur z. T. durch den Einfluss der jährlichen Variation der Witterungsbedingungen auf die lokalen Austauschverhältnisse erklärt werden.

Die witterungsbedingte Variation der PM₁₀-Belastung wird vom LANUV NRW u.a. durch Auswertungen der Stationen EIFE und ROTH quantifiziert (s. u.). Beide Stationen sind als repräsentativ für den ländlichen Hintergrund klassifiziert und können in NRW zur Abschätzung der überregionalen Hintergrundbelastung herangezogen werden. Im Zeitraum von 2006 bis 2016 weisen diese Stationen auf einem Niveau von etwa 10-15 µg/m³ im Mittel eine leicht rückläufige Tendenz von 3-6 µg/m³ auf.

Der Beitrag des beschriebenen städtischen und überregionalen Hintergrundes zur PM₁₀-Belastung an der LUQS-Station Gathe kann mit Hilfe einer Quellenzuordnung nach dem Ansatz von Lenschow et al. (2001) abgeschätzt werden [43]. In diesem Ansatz geht man von dem Beitrag unterschiedlicher Quellregionen zur PM₁₀-Immissionssituation an einem bestimmten "Hot Spot" aus. Die Ergebnisse einer solchen Quellenanalyse zeigt Abbildung 16. Durch Einbezug der überregionalen Hintergrundbelastung ist die jährliche Variation der Witterungsbedingungen in dieser Darstellung bereits berücksichtigt. Für die überregionale Hintergrundbelastung wurden die Messdaten der LUQS-Stationen Netphen Rothaargebirge (ROTH) und Simmerath Eifel (EIFE) sowie für die regionale Hintergrundbelastung die LUQS-Stationen Borken-Gemen (BORG) und Soest-Ost (SOES) herangezogen.

Die Darstellungform nach dem Lenschow-Ansatz in Abbildung 16 soll im Folgenden am Beispiel des Jahres 2006 erläutert werden: Die PM₁₀-Konzentration von 36 µg/m³ (100 %) der Station Wuppertal Gathe (VWEL) im Jahr 2006 setzt sich zusammen aus einem überregionalen Hintergrund von 14 µg/m³ (39 %, grün-schraffiert), einem regionalen Hintergrundbeitrag von 8 µg/m³ (24 %, grün), einem städtischen Hintergrundbeitrag von 2 µg/m³ (4 %, blau) sowie einer lokalen Zusatzbelastung an der Station Gathe (VWEL) von 12 µg/m³ (33 %, rot).

Diese Werte entsprechen einer überregionalen Hintergrundbelastung von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, einem regionalen Hintergrund von $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, einer städtischen Hintergrundbelastung von $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie einer PM_{10} -Konzentration von $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Verkehrsmesspunkt Wuppertal Gathe (VWEL) im Jahr 2006.

Ersichtlich sind in Abbildung 16 die „fehlenden Beiträge“ für den städtischen Hintergrund in den Jahren 2009 und 2010 sowie im zurückliegenden Jahr 2016. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die PM_{10} -Konzentrationen in diesen Jahren für den städtischen sowie den regionalen Hintergrund auf einem identischen Niveau lagen.

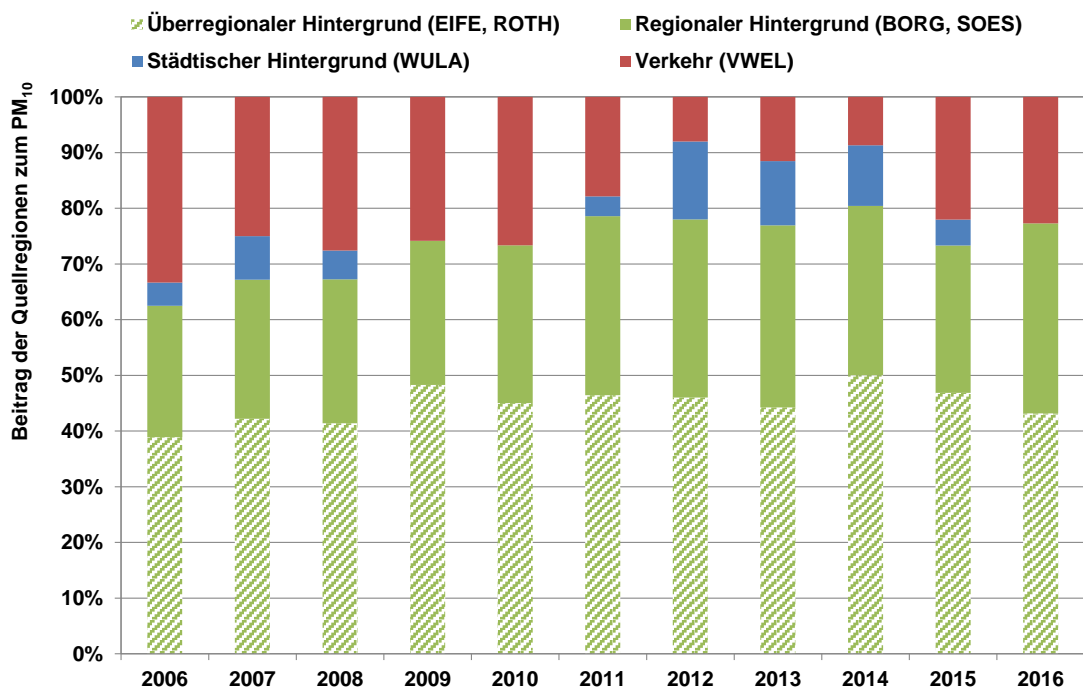


Abbildung 16 Beiträge der Quellregionen „Überregionaler Hintergrund“, „Regionaler Hintergrund“, „Städtischer Hintergrund“ und „Verkehr“ an der LUQS-Station Wuppertal Gathe (VWEL) nach dem Ansatz von Lenschow et. al [43].

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Höhe der verkehrsbedingten Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM_{10} an der Messstation Gathe (in rot) seit 2011 in einer Größenordnung von etwa 10 bis 20% schwankt ($\bar{\varnothing}$ 15 %). Im Zeitraum 2006 bis 2010 waren es durchschnittlich noch fast 30 %. Gleichzeitig fällt auf, dass der Anteil des regionalen und überregionalen Hintergrundes (v.a. Hausbrand, Industrie, großräumige Belastung durch Straßenverkehr, Landwirtschaft – Abbildung 16 in grün), konstant bereits ca. 80 % der Ergebnisse an der Messstation Gathe ausmacht. In den letzten 2 Jahren (2015 und 2016) war im städtischen Hintergrund in Wuppertal (WULA) quasi kein Unterschied zum regionalen Hintergrund festzustellen.

Eine mögliche Ursache für die sich – bei langjähriger Betrachtung – verschiebenden Beiträge kann in ersten Erfolgen der Luftreinhalteplanung in Wuppertal gesehen werden, die insbesondere auf die Reduzierung der Belastung durch Schwebstaub abzielt. Gleichzeitig erlebt im Umland der Einsatz von Brennholz zum Heizen in Haus-

halten eine Renaissance. Tatsächlich übersteigen seit dem Jahr 2008 die PM₁₀-Emissionen aus der Holzverbrennung privater Haushalte die direkten, verbrennungsbedingten Emissionen aus dem Straßenverkehr.

Im Gegensatz zu NO₂ liegt im Stadtgebiet von Wuppertal für PM₁₀ jedoch kein flächendeckendes Messnetz vor, so dass die hier vorgestellten Ergebnisse aufgrund der eingeschränkten räumlichen Repräsentativität eher orientierenden Charakter aufweisen.

Ohnehin wurde seit Beginn der Feinstaubmessungen in Wuppertal der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV für den Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (gültig seit 2005) noch an keiner Messstelle überschritten. Die Anzahl der Überschreitungstage für Feinstaub PM₁₀ (Abbildung 15) ist deutlich variabler als der Jahresmittelwert für PM₁₀, 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 2016 stellt sich die Situation mit 10 Überschreitungstagen in diesem Zusammenhang 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 wurden sogar erstmalig an gar keinem Tag Konzentrationen > 50 µg/m³ gemessen.

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf Feinstaub PM₁₀ 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 2016 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 2016 erneut ein Jahr mit vergleichsweise geringer Feinstaubbelastung war. Extreme, feinstaubbegünstigende Wetterlagen blieben weitgehend aus. Gleichwohl kann die Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) von 20 µg/m³ als Jahresmittelwert noch nicht flächendeckend eingehalten werden.

7 Entwicklung des NO₂-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 2016 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 NO₂-Messungen durchgeführt wurden. In den zurückliegenden Jahren wurde das NO₂-Messnetz stetig weiterentwickelt und den jeweils aktuellen Anforderungen angepasst. Insbesondere seit 2008 wurden diejenigen Messpunkte, an denen der Beurteilungswert für NO₂ eingehalten wurde, aus dem Messprogramm herausgenommen, um Untersuchungen an neuen Messorten bzw. potentiellen Belastungsschwerpunkten zu ermöglichen.

Ein Gesamtüberblick über die bislang im NO₂-Messnetz in Wuppertal realisierten Messorte für NO₂ wurde erstmalig im Luftmessbericht für das Jahr 2013 aufgegriffen.

Im vorliegenden Luftmessbericht für das Jahr 2016 soll neben der Darstellung der aktuellen Messergebnisse auch die Entwicklung des NO₂-Messnetzes und das damit verbundene Engagement der Stadt Wuppertal zum Thema Luftreinhaltung und Immissionsschutz dokumentiert werden.

In Abbildung 17 ist hierzu, analog zur Darstellungsmethodik 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 Messpunkte des aktuellen NO₂-Messnetzes markiert, die nicht mehr beprobten Messpunkte sind grün dargestellt.

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 NO₂-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 17 zu einer deutlich homogeneren Verteilung über das Wuppertaler Stadtgebiet. Insgesamt wurden demnach seit 2006 NO₂-Messungen an 20 Messorten durchgeführt, die aktuell (2016) 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 NO₂-Jahresmittelwertes ausgewiesen.

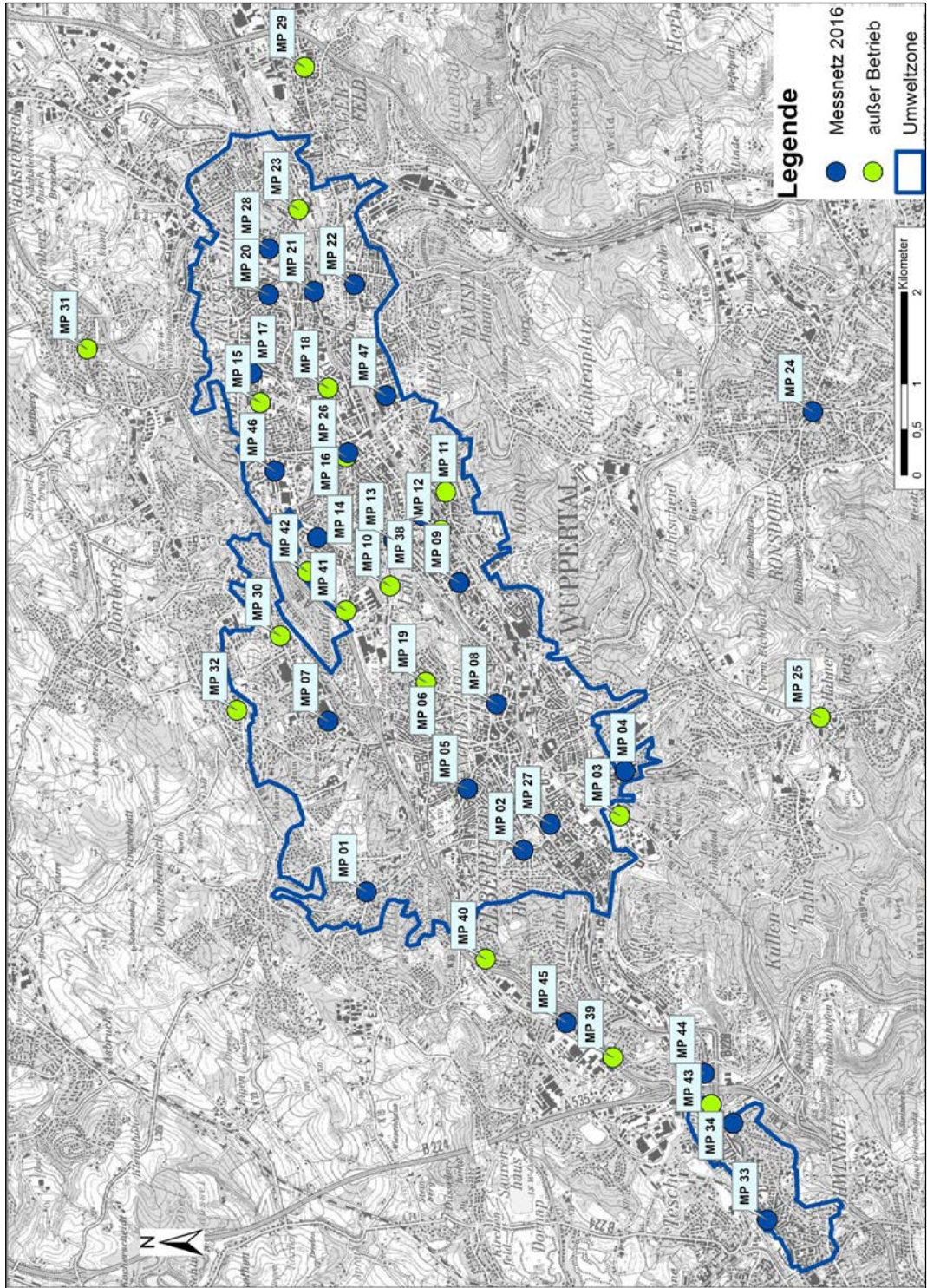


Abbildung 17 Räumliche Verteilung der bis 2016 aktiven sowie der nicht mehr beprobten NO₂-Messorte in Wuppertal.

Tabelle 9 Messorte aus dem NO₂-Messnetz in Wuppertal, die nicht mehr beprobt werden.

Lfd.-Nr.	MP-Nr.	Messort / Adresse		Höhe m über NN	Messung		JMW NO ₂ in µg/m ³
		Straße / Hausnummer	Stadtteil		ab	bis	
3	MP 03	Neviantstraße 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, so dass auch für diese Messorte eine kontinuierliche Erfassung mehrerer Spurenstoffe einschließlich NO₂ 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 NO₂-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 soll er – wie alle Luftreinhaltepläne im Regierungsbezirk Düsseldorf – im Sinne einer Planfortschreibung erneut aktualisiert werden [51]. Nach aktuellem Wissensstand ist für den Ballungsraum Wuppertal erst nach 2020 mit einer Einhaltung der Grenzwerte zu rechnen⁴ [49]. 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. Mit Beginn des Messjahres 2016 wurde das Messnetz an drei Messpunkten (MP) modifiziert. Neu in das Messprogramm aufgenommen wurden die Messpunkte MP 45 (Varresbeckerstraße 122), MP 46 (Schützenstraße 74) und MP 47 (Gewerbeschulstraße 54).

Ergebnisse 2016

Im Fokus der Messungen in Wuppertal stehen unverändert die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) sowie meteorologische Messungen.

⁴ 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 wurde im Jahr 2016 an 15 Messstandorten der Beurteilungswert für Stickstoffdioxid von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert überschritten. In 2015 waren es mit 12 Standorten drei Messpunkte weniger als im aktuellen Berichtsjahr. Mit den Ergebnissen am MP 45 (Varresbeckerstraße, $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde ein neuer Belastungsschwerpunkt identifiziert.

An den Messpunkten MP 7 (Uellendahler Straße) und MP 20 (Wichlinghauser Straße) wurde mit jeweils $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der NO_2 -Grenzwert in 2016 wieder überschritten, nachdem er im Vorjahr mit jeweils $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ knapp eingehalten werden konnte. Die höchsten NO_2 -Belastungen für das Jahr 2016 wurden an der Briller Straße (MP 02) mit $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Sehr hohe Jahresmittelwerte von $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden zudem mit $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Steinweg (MP 16) und an der Westkotter Straße (MP 17) ermittelt.

An 9 Messpunkten stagnierten die NO_2 -Belastungen im Vergleich zum Vorjahr auf einem identischen Niveau. Acht Messpunkten mit höheren Konzentrationen standen vier Messpunkte mit niedrigeren Ergebnissen gegenüber. Im Mittel über alle Messpunkte resultiert insgesamt ein konstantes Konzentrationsniveau im Vergleich 2015/2016. Bundesweit war die Belastung durch Stickstoffdioxid nach Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) im Jahr 2016 ebenfalls ähnlich hoch wie in den Vorjahren. In Deutschland wurden an etwa 57 % der verkehrsnahen Messstationen Überschreitungen des Jahresmittelwertes für NO_2 registriert. Auch landesweit ist keine weitere Abnahme der Immissionsbelastung erkennbar.

In Bezug auf Feinstaub lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld im Jahresmittel 2016 sowohl die PM_{10} - als auch die $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen deutlich unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte (die Messung von Feinstaub PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ erfolgt durch das LANUV NRW). An der Station Gathe wurde hierbei, wie schon in den letzten Jahren, aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine höhere PM_{10} -Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Gegensatz zu den Stickoxiden, stellte sich das Jahr 2016 aus lufthygienischer Sicht im Hinblick auf Feinstaub als äußerst günstig dar.

Langjähriger Trend der Luftqualität in Wuppertal

Trotz der aktuellen Stagnation der NO_2 -Konzentrationen kann insgesamt ein beträchtlicher Rückgang der NO_2 -Belastung in Wuppertal 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 2016 ein Rückgang der NO_2 -Immissionen von mittlerweile $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert (Differenz der Mittelwerte jeweils über 20 Messstationen, an denen sowohl im Jahr 2008 als auch im Jahr 2016 NO_2 -Messungen realisiert wurden). Eine Zunahme der NO_2 -Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet.

Maßgeblichen Einfluss auf dieses Ergebnis hatte vor allem die über lange Jahre positive Entwicklung bis 2014, in der sich die Situation jährlich um durchschnittlich etwa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verbessert hat. Seitdem stagnieren die Belastungen; in 2015 waren sie sogar leicht angestiegen. Auch landesweit ist aktuell keine weitere Abnahme der Immissionsbelastung erkennbar. Ob diese jüngste Entwicklung „nur“ ein durch die meteorolo-

logische Variabilität gesteuertes Phänomen darstellt, oder ob sich daraus ggfs. bereits eine Ausschöpfung der bislang getroffenen Maßnahmen zur Emissionsminderung abzeichnet, lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht abschließend bewerten.

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 einen 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. Im Zeitraum bis 2010 waren es durchschnittlich noch fast 30 %. Gleichzeitig fällt auf, dass der Anteil des regionalen und überregionalen Hintergrundes (v.a. Hausbrand, Industrie, großräumige Belastung durch Straßenverkehr, Landwirtschaft) konstant bereits ca. 80 % der Ergebnisse an der Messstation Gathe ausmacht. In den letzten 2 Jahren war im städtischen Hintergrund in Wuppertal (Station WULA) quasi kein Unterschied zum regionalen Hintergrund festzustellen.

Insgesamt muss in Bezug auf die Feinstaubbelastung (PM_{10} und $PM_{2,5}$) in Wuppertal betont werden, dass seit 2007 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 (2017): Pressemitteilungen zum Deutschlandwetter im Jahr 2016; 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] LUBW (2009): Luftmessbericht Wuppertal 2008; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [17] LUBW (2008): Luftmessbericht Wuppertal 2007; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

- [18] LUBW (2007): Luftmessbericht Wuppertal 2006; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [19] LUBW (2006): Luftmessbericht Wuppertal 2005; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [20] GEObasis NRW: Topographische Karte Nordrhein Westfalen, M 1 : 25 000 (DTK25), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW
- [21] GEObasis NRW: Topographische Karte Nordrhein Westfalen, M 1 : 50 000 (DTK50), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW
- [22] GEObasis NRW: Übersichtskarte Nordrhein Westfalen, M 1 : 200 000 (TÜK200), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW
- [23] DIN EN 13528-1 (2002-12): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [24] 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
- [25] 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
- [26] DIN EN 16339 (2013-11): Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler
- [27] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen
- [28] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 2 (2000-12): Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind
- [29] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 3 (2012-10): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen - Lufttemperatur
- [30] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 4 (2013-06): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Luftfeuchte
- [31] Müller-BBM (2014): Gleichwertigkeitsnachweis NO₂-Passivsammler zum Referenzverfahren (DIN EN 14211 – Chemilumineszenz); Notiz Nr. M94843/N05 vom 17.10.2014
- [32] 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
- [33] LANUV-NRW (2010): Kalibrierung von Passivsammlern zur Messung von Stickstoffdioxid (NO₂), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2010
- [34] Pfeffer, U., Zang, T., Breuer, L., Rumpf, E., Beier, R. (2009): Long-term validation and robustness of uptake rates of diffusive samplers for NO₂ and benzene, International Conference 'Measuring Air Pollutants by Diffusive Sampling and Other Low Cost Monitoring Techniques, Krakow, 15th – 17th September 2009

- [35] LANUV NRW (2017): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); Monatsberichte 2016 und EU-Jahreskenngößen 2016 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2017
- [36] UBA (2017): Luftqualität 2016 Vorläufige Auswertung; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität“, Dessau
- [37] UBA (2017): Stickstoffdioxid NO₂ im Jahr 2016. Stand 19.05.2017; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität“, Dessau
- [38] UBA (2016): Regelungen und Strategien / Luftreinhaltung in der EU, Umweltbundesamt, Dessau
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/luftreinhaltung-in-der-eu>
- [39] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (2012): Gesundheitsschutz im Mittelpunkt. Die Luftreinhaltepläne in Nordrhein-Westfalen, Januar 2012
- [40] 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
- [41] LANUV NRW (2017): Bericht über die Luftqualität im Jahr 2016. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2017
- [42] MKULNV (2017): Bilanz der Luftqualität 2016. Pressemitteilung vom 11.04.2017. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW), Düsseldorf
- [43] Lenschow, P., H.-J. Abraham, K. Kutzner, M. Lutz, J.D. Preuß, W. Reichenbacher (2001): Some ideas about the sources of PM10, Atmos. Env. 35/1001, pp23-33, 2001.
- [44] LANUV NRW (2013): Fristverlängerungen bis 2015 zur Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid (Notifizierung). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, März 2013
- [45] Müller-BBM (2015): Flächenhafte NO₂-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).
- [46] Europäische Kommission (2015) Aufforderungsschreiben -Vertragsverletzung Nr. 2015/2073 vom 18.06.2015. Commission européenne, B-1049 Bruxelles.
- [47] 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.
- [48] Gerichtshof der Europäischen Union (2014): Pressemitteilung Nr. 153/14.

- [49] LAI (2016): Handlungsbedarf und –empfehlungen zur Einhaltung der NO₂-Grenzwerte. erarbeitet durch den LAI-Ausschuss „Luftqualität / Wirkungsfragen / Verkehr“, 16. Februar 2016
- [50] 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
- [51] Bezirksregierung Düsseldorf (2017): Zum aktuellen Stand der Luftreinhalteplanung im Regierungsbezirk Düsseldorf, Pressemitteilung vom 02.11.2017
- [52] Bezirksregierung Düsseldorf (2016): Luftreinhalteplan Wuppertal, Maßnahmenumsetzung (Stand: 31.12.2016) https://www.brd.nrw.de/umweltschutz/umweltzone_luftreinhaltung/pdf/Massnahmenkatalog-Wuppertal.pdf

Anhang A

Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen

Messpunkt 01

Navigeser 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 44 für den Messzeitraum 30.12.2015 bis 30.12.2016.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 01 / 1	MP 01 / 2	MP 01	MP 02 / 1	MP 02 / 2	MP 02	MP 04 / 1	MP 04 / 2	MP 04	MP 05 / 1	MP 05 / 2	MP 05
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2016	30.12.15 - 01.02.16	33	39	38	39	60	55	57	50	47	48	40	45	42
Feb 2016	01.02.16 - 01.03.16	29	38	38	38	65	66	65	51	49	50	49	52	50
Mrz 2016	01.03.16 - 31.03.16	30	47	47	47	70	78	74	56	56	56	65	64	64
Apr 2016	31.03.16 - 28.04.16	28	34	33	34	65	66	65	48	50	49	50	48	49
Mai 2016	28.04.16 - 30.05.16	32	36	37	36	73	70	71	46	46	46	55	52	53
Jun 2016	30.05.16 - 29.06.16	30	32	36	34	63	56	60	42	44	43	47	47	47
Jul 2016	29.06.16 - 29.07.16	30	29	31	30	61	57	59	42	40	41	43	42	43
Aug 2016	29.07.16 - 30.08.16	32	34	34	34	65	62	64	52	50	51	46	43	45
Sep 2016	30.08.16 - 29.09.16	30	44	42	43	72	72	72	51	53	52	58	60	59
Okt 2016	29.09.16 - 31.10.16	32	36	36	36	50	56	53	42	41	42	47	46	47
Nov 2016	31.10.16 - 29.11.16	29	41	40	41	63	63	63	46	45	45	44	44	44
Dez 2016	29.11.16 - 30.12.16	31	45	46	46	63	61	62	50	46	48	54	49	51
Mittelwert	30.12.15 - 30.12.16	366	38	38	38	64	64	64	48	47	48	50	49	50

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 07 / 1	MP 07 / 2	MP 07	MP 08 / 1	MP 08 / 2	MP 08	MP 09 / 1	MP 09 / 2	MP 09	MP 13 / 1	MP 13 / 2	MP 13
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2016	30.12.15 - 01.02.16	33	42	40	41	37	35	36	46	43	45	42	43	42
Feb 2016	01.02.16 - 01.03.16	29	43	40	42	37	38	38	51	50	51	47	51	49
Mrz 2016	01.03.16 - 31.03.16	30	48	50	49	44	47	46	57	51	54	57	59	58
Apr 2016	31.03.16 - 28.04.16	28	41	40	40	37	36	37	44	46	45	47	47	47
Mai 2016	28.04.16 - 30.05.16	32	36	37	37	37	35	36	42	47	45	49	50	50
Jun 2016	30.05.16 - 29.06.16	30	38	37	37	33	31	32	40	41	40	49	44	46
Jul 2016	29.06.16 - 29.07.16	30	32	33	32	30	28	29	34	32	33	40	41	40
Aug 2016	29.07.16 - 30.08.16	32	37	37	37	35	34	34	41	42	41	47	45	46
Sep 2016	30.08.16 - 29.09.16	30	47	46	47	43	40	42	51	48	50	54	53	53
Okt 2016	29.09.16 - 31.10.16	32	38	37	37	29	32	31	36	41	39	45	46	45
Nov 2016	31.10.16 - 29.11.16	29	39	43	41	33	34	34	41	39	40	45	47	46
Dez 2016	29.11.16 - 30.12.16	31	49	50	49	44	43	43	48	50	49	57	49	53
Mittelwert	30.12.15 - 30.12.16	366	41	41	41	37	36	36	44	44	44	48	48	48

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 44 für den Messzeitraum 30.12.2015 bis 30.12.2016 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 14 / 1	MP 14 / 2	MP 14	MP 16 / 1	MP 16 / 2	MP 16	MP 17 / 1	MP 17 / 2	MP 17	MP 20 / 1	MP 20 / 2	MP 20
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2016	30.12.15 - 01.02.16	33	36	37	36	56	53	55	51	51	51	38	41	39
Feb 2016	01.02.16 - 01.03.16	29	36	38	37	58	56	57	55	51	53	46	44	45
Mrz 2016	01.03.16 - 31.03.16	30	44	42	43	62	61	61	60	62	61	54	50	52
Apr 2016	31.03.16 - 28.04.16	28	33	34	34	53	56	54	49	52	50	35	37	36
Mai 2016	28.04.16 - 30.05.16	32	32	33	32	54	55	54	53	50	51	41	41	41
Jun 2016	30.05.16 - 29.06.16	30	37	37	37	56	55	56	46	48	47	40	41	40
Jul 2016	29.06.16 - 29.07.16	30	36	39	38	51	51	51	51	47	49	33	32	33
Aug 2016	29.07.16 - 30.08.16	32	39	40	39	53	58	56	52	50	51	36	37	36
Sep 2016	30.08.16 - 29.09.16	30	45	49	47	70	60	65	58	62	60	47	51	49
Okt 2016	29.09.16 - 31.10.16	32	35	36	36	43	42	42	44	44	44	40	39	40
Nov 2016	31.10.16 - 29.11.16	29	36	37	36	51	51	51	53	49	51	37	36	36
Dez 2016	29.11.16 - 30.12.16	31	43	42	43	55	56	55	53	51	52	47	48	47
Mittelwert	30.12.15 - 30.12.16	366	38	39	38	55	54	55	52	51	52	41	41	41

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 21 / 1	MP 21 / 2	MP 21	MP 22 / 1	MP 22 / 2	MP 22	MP 24 / 1	MP 24 / 2	MP 24	MP 27 / 1	MP 27 / 2	MP 27
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2016	30.12.15 - 01.02.16	33	36	39	38	37	37	37	32	32	32	24	26	25
Feb 2016	01.02.16 - 01.03.16	29	46	47	46	38	43	41	36	35	36	28	28	28
Mrz 2016	01.03.16 - 31.03.16	30	58	55	57	51	52	52	42	49	46	33	34	33
Apr 2016	31.03.16 - 28.04.16	28	42	42	42	41	40	41	35	33	34	23	23	23
Mai 2016	28.04.16 - 30.05.16	32	45	48	46	39	37	38	32	31	32	21	21	21
Jun 2016	30.05.16 - 29.06.16	30	43	44	44	37	34	36	37	30	34	20	21	21
Jul 2016	29.06.16 - 29.07.16	30	39	39	39	28	28	28	28	n.a.	28	20	21	21
Aug 2016	29.07.16 - 30.08.16	32	46	44	45	32	34	33	33	33	33	24	23	23
Sep 2016	30.08.16 - 29.09.16	30	49	45	47	43	39	41	40	39	39	30	31	30
Okt 2016	29.09.16 - 31.10.16	32	42	40	41	36	36	36	30	32	31	26	27	27
Nov 2016	31.10.16 - 29.11.16	29	36	37	36	36	37	36	34	32	33	28	29	28
Dez 2016	29.11.16 - 30.12.16	31	43	39	41	45	41	43	41	38	39	33	34	33
Mittelwert	30.12.15 - 30.12.16	366	44	43	43	39	38	38	35	35	35	26	26	26

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 44 für den Messzeitraum 30.12.2015 bis 30.12.2016 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 28 / 1	MP 28 / 2	MP 28	MP 33 / 1	MP 33 / 2	MP 33	MP 34 / 1	MP 34 / 2	MP 34	MP 38 / 1	MP 38 / 2	MP 38
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2016	30.12.15 - 01.02.16	33	44	46	45	44	43	44	43	45	44	39	41	40
Feb 2016	01.02.16 - 01.03.16	29	46	47	47	47	44	46	50	55	52	45	41	43
Mrz 2016	01.03.16 - 31.03.16	30	51	55	53	52	50	51	57	52	54	51	48	49
Apr 2016	31.03.16 - 28.04.16	28	n.a.	n.a.	n.a.	41	39	40	47	50	49	41	39	40
Mai 2016	28.04.16 - 30.05.16	32	40	41	40	35	39	37	46	51	48	35	40	38
Jun 2016	30.05.16 - 29.06.16	30	40	44	42	39	41	40	45	41	43	40	40	40
Jul 2016	29.06.16 - 29.07.16	30	40	39	39	31	32	32	41	39	40	32	32	32
Aug 2016	29.07.16 - 30.08.16	32	44	44	44	36	34	35	47	46	46	34	37	35
Sep 2016	30.08.16 - 29.09.16	30	48	44	46	42	48	45	57	60	58	41	42	42
Okt 2016	29.09.16 - 31.10.16	32	36	37	37	35	35	35	43	38	41	36	39	37
Nov 2016	31.10.16 - 29.11.16	29	45	43	44	39	48	44	46	46	46	42	42	42
Dez 2016	29.11.16 - 30.12.16	31	50	49	49	44	43	44	47	53	50	48	47	48
Mittelwert	30.12.15 - 30.12.16	366	44	44	44	41	41	41	47	48	48	40	41	40

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 43 / 1	MP 43 / 2	MP 43	MP 45 / 1	MP 45 / 2	MP 45	MP 46 / 1	MP 46 / 2	MP 46	MP 47 / 1	MP 47 / 2	MP 47
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2016	30.12.15 - 01.02.16	33	39	43	41	41	45	43	32	30	31	32	31	32
Feb 2016	01.02.16 - 01.03.16	29	46	43	44	46	44	45	35	36	36	38	36	37
Mrz 2016	01.03.16 - 31.03.16	30	50	48	49	n.a.	n.a.	n.a.	39	39	39	44	43	43
Apr 2016	31.03.16 - 28.04.16	28	43	42	43	42	42	42	30	31	31	32	32	32
Mai 2016	28.04.16 - 30.05.16	32	45	42	43	44	44	44	28	26	27	30	29	30
Jun 2016	30.05.16 - 29.06.16	30	44	42	43	45	46	45	29	30	29	30	30	30
Jul 2016	29.06.16 - 29.07.16	30	36	42	39	42	39	41	26	26	26	30	30	30
Aug 2016	29.07.16 - 30.08.16	32	42	46	44	41	40	41	26	24	25	32	29	30
Sep 2016	30.08.16 - 29.09.16	30	54	50	52	52	51	51	36	32	34	42	39	40
Okt 2016	29.09.16 - 31.10.16	32	36	39	37	35	40	37	26	25	25	32	31	31
Nov 2016	31.10.16 - 29.11.16	29	43	45	44	48	48	48	35	31	33	35	37	36
Dez 2016	29.11.16 - 30.12.16	31	44	48	46	49	50	50	45	46	45	48	44	46
Mittelwert	30.12.15 - 30.12.16	366	43	44	44	44	44	44	32	31	32	35	34	35

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 2016.

	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	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	
	5,7	4,1	5,1	4,1	6,0	5,9	5,2	4,8	4,7	6,4	4,9	5,3	4,1	1,7	1,2	0,8	-0,9	-3,3	-3,4	-0,8	0,3	-0,4	4,8	5,7	10,6	9,8	9,8	6,6	6,1	6,3	5,0	
	4,8	3,4	3,8	1,5	5,2	5,1	3,6	2,6	2,5	5,3	3,6	4,6	2,1	0,5	0,2	0,1	-3,8	-5,9	-5,9	-3,3	-1,3	-2,6	1,1	3,6	8,9	8,0	8,2	4,7	3,0	4,1	3,0	
	7,8	5,3	6,4	6,2	7,3	7,1	6,5	8,4	8,3	9,0	5,9	6,6	5,4	3,0	2,5	2,2	0,2	-0,1	0,7	1,4	2,3	2,1	6,5	7,4	14,1	11,6	11,5	9,3	8,9	9,1	10,7	
Feb	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	Do
	10,6	7,9	4,2	-	7,7	9,0	8,6	7,4	5,5	3,1	3,9	2,8	1,7	2,1	0,1	0,3	1,1	2,0	1,1	5,7	10,3	6,7	2,5	2,1	0,9	2,0	2,8	1,5	1,6			
	9,6	6,4	2,1	--	5,3	6,9	6,0	5,9	0,6	1,7	2,6	1,3	-1,5	1,0	-0,8	-2,8	-3,8	0,2	-0,1	2,1	9,5	1,0	0,9	-0,4	-2,0	0,2	0,3	-1,5	-1,3			
	11,2	10,5	6,8	--	8,8	11,2	11,1	9,5	9,4	4,6	6,4	5,7	4,4	3,3	0,8	4,0	6,8	4,8	3,5	9,7	11,8	10,9	6,2	6,6	5,1	5,4	6,2	4,7	5,3			
Mrz	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	
	0,4	4,7	2,9	1,6	3,0	2,0	1,0	0,6	3,0	4,0	4,1	2,8	3,8	3,6	3,7	4,6	5,8	2,5	4,5	5,5	6,3	6,6	6,5	6,1	6,2	9,8	9,9	8,1	6,7	9,0	6,6	
	-3,8	2,4	0,9	0,6	1,7	-0,1	-0,3	-2,6	-0,4	-1,4	0,3	-0,8	0,6	-1,5	0,2	1,6	0,0	0,1	3,5	3,5	4,7	4,2	4,8	4,3	5,4	5,0	6,8	6,3	4,4	7,0	4,9	
	4,2	7,8	7,2	2,6	5,1	6,0	4,8	4,9	7,6	10,1	9,4	7,6	8,9	9,4	6,5	8,1	12,1	4,4	5,7	8,3	8,6	9,8	9,5	8,0	7,1	15,2	12,4	10,3	10,6	11,6	7,9	
Apr	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	
	8,4	11,1	15,3	14,0	10,4	9,8	7,3	6,8	9,5	12,6	13,6	13,4	9,6	12,2	12,3	10,4	6,9	7,6	9,8	9,1	12,5	10,6	6,5	3,5	3,5	2,9	3,7	4,8	7,4	7,0		
	4,5	5,9	12,6	10,5	8,3	7,1	5,2	3,9	1,8	8,8	7,9	8,8	6,1	6,2	9,0	6,8	4,4	1,6	7,4	3,3	4,2	6,3	3,6	1,8	1,4	1,4	1,8	0,4	3,6	4,3		
	13,6	16,2	20,0	16,8	11,9	13,9	11,2	12,1	16,2	16,8	19,8	19,6	12,4	18,0	16,0	14,3	10,8	12,2	13,7	15,0	19,6	14,3	9,5	7,7	7,2	6,3	7,0	9,9	11,8	9,7		
Mai	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	
	9,5	13,7	11,5	10,3	13,9	17,7	20,4	21,4	20,7	20,5	20,6	20,0	18,2	8,9	7,7	8,6	12,2	14,8	13,4	14,0	17,9	18,6	12,2	10,2	12,5	16,6	18,0	19,6	18,4	17,5	17,7	
	5,0	5,5	8,4	3,9	6,7	9,3	11,7	17,8	15,2	18,5	15,2	13,9	13,3	7,1	4,9	5,7	8,1	12,1	10,6	12,5	15,3	9,9	8,7	9,0	9,2	14,4	13,4	15,5	15,4	15,1		
	15,1	20,3	14,2	15,9	20,5	25,1	26,9	25,6	25,7	24,1	25,7	25,2	23,1	13,2	11,8	12,6	16,6	18,6	19,3	18,1	23,6	22,0	15,5	12,6	17,2	23,4	22,7	24,7	21,8	22,2	20,7	
Jun	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		
	17,0	19,0	18,9	20,3	22,1	19,7	18,5	15,8	17,2	18,0	16,8	15,6	15,7	14,6	15,5	14,7	14,2	14,3	15,4	17,8	20,8	22,5	16,6	14,9	14,8	17,8	17,4	17,2				
	15,0	16,6	15,4	15,5	15,2	16,9	14,8	13,6	11,7	12,1	15,0	15,4	14,7	13,3	12,9	10,2	13,0	12,5	11,2	9,4	15,3	16,7	17,8	20,4	14,2	12,1	11,9	13,1	14,1	14,3		
	21,0	23,7	23,6	25,0	28,5	26,6	28,2	23,3	20,1	23,2	23,5	20,6	19,5	19,4	18,7	21,8	19,1	17,9	19,3	21,2	22,7	25,8	33,7	25,4	20,7	19,9	17,0	23,5	21,6	20,0		
Jul	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	
	18,5	15,2	15,1	17,4	17,1	15,8	17,8	20,3	20,3	24,6	20,9	18,6	15,4	14,9	16,1	18,0	21,0	22,2	25,1	25,8	24,2	23,6	22,1	23,4	22,8	20,7	19,3	18,8	18,5	19,4	17,1	
	16,5	12,6	11,7	12,1	13,2	10,9	10,3	15,9	17,1	18,4	18,9	15,4	13,1	10,5	11,4	14,5	18,4	14,3	17,0	18,7	20,1	20,4	19,8	17,6	19,5	17,9	15,3	16,9	15,1	16,8	13,8	
	20,9	19,0	19,0	22,2	19,8	20,8	22,7	24,0	25,1	30,0	24,6	22,5	19,1	19,4	21,1	23,1	23,5	29,0	32,0	34,6	31,0	27,3	25,2	29,0	26,5	23,7	23,4	21,8	22,9	23,6	20,2	
Aug	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	
	16,6	15,7	18,0	17,2	16,3	17,9	19,7	18,5	15,1	12,9	11,6	17,0	19,4	18,8	18,2	18,3	19,5	20,5	20,1	19,2	16,1	16,5	21,2	24,4	27,7	27,9	26,4	25,4	18,8	19,0	20,3	
	11,3	14,3	17,0	16,2	13,5	13,1	11,2	14,9	12,3	10,4	7,7	13,1	16,8	14,4	14,2	12,3	13,1	12,8	13,2	16,2	13,9	14,3	12,5	16,9	21,7	20,9	19,8	19,8	16,7	12,8	13,0	
	23,0	17,2	18,9	18,7	21,6	23,0	26,1	22,6	19,2	16,6	16,3	21,0	23,0	23,6	22,9	23,9	25,7	28,4	26,9	23,3	19,0	22,1	29,8	32,0	33,9	35,2	34,6	32,8	21,4	25,3	27,3	
Sep	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	Sa	
	19,5	19,5	19,7	18,6	17,2	19,1	21,1	22,1	19,1	20,5	20,1	23,1	24,7	25,1	24,5	18,6	17,5	16,6	15,5	15,3	16,7	15,1	15,8	17,3	19,6	16,1	16,2	17,5	18,8	14,7		
	14,8	13,7	15,3	15,6	14,9	12,5	14,4	16,0	14,6	13,4	15,1	17,4	18,7	17,7	16,6	14,7	14,7	13,8	13,2	13,7	9,1	11,4	10,6	14,9	12,1	10,5	13,6	15,6	12,0			
	24,5	24,9	25,3	22,6	22,1	26,8	29,5	28,4	25,6	28,6	27,2	31,6	32,5	33,2	30,9	21,6	21,6	20,1	19,3	18,9	21,8	21,8	21,3	24,1	26,7	21,9	22,2	22,7	17,9			
Okt	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	
	13,7	11,6	13,2	12,3	9,5	7,6	10,8	10,1	8,6	8,8	7,8	8,0	8,0	9,4	11,6	12,8	13,3	10,7	7,7	7,2	6,6	7,4	6,6	9,3	9,2	9,3	10,5	11,5	11,1	9,5	10,5	
	11,8	10,0	11,5	9,0	5,9	4,3	9,5	6,7	4,6	7,4	2,7	7,2	5,0	5,7	8,8	6,3	9,2	7,5	6,8	6,3	5,9	6,0	1,5	6,4	8,1	8,2	9,1	10,9	6,9	5,4	6,7	
	17,6	13,2	17,6	17,3	13,7	9,9	13,5	13,5	14,3	12,1	12,6	9,1	11,2	14,0	16,2	20,2	15,1	15,0	9,8	8,4	7,5	9,2	13,5	11,5	11,1	11,6	12,7	12,4	14,6	15,8	17,5	
Nov	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	
	9,6	7,1	6,6	6,6	6,9	5,2	4,1	1,8	2,1	3,5	3,2	1,4	2,8	2,1	5,1	10,7	9,7	7,4	5,7	8,8	13,1	11,5	11,5	10,5	8,1	4,8	5,4	4,2	1,0	-0,3	0,5	
	5,9	6,3	5,4	4,9	6,2	4,3	2,8	0,3	0,9	0,6	0,9	-0,6	1,3	-0,3	2,3	8,9	8,2	4,6	4,7	4,8	11,5	9,9	8,1	5,0	2,1	1,9	2,1	-1,4	-3,3	-2,9		
	14,2	9,4	8,6	10,0	8,8	6,5	4,7	4,2	3,5	6,2	5,3	4,4	5,4	4,9	8,3	11,9	11,0	11,3	6,9	13,1	14,4	13,1	14,5	9,6	8,6	9,9	6,9	3,7	5,9	3,8		
Dez	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	Sa	
	3,8	5,4	1,1	0,4	2,6	1,5	4,9	7,3	8,3	8,1	7,5	6,9	5,8	7,5	7,0	4,0	3,9	5,6	4,8	2,5	2,2	3,8	4,6	6,3	7,7	7,2	4,3	4,5	3,3	0,0		
	2,5	0,9	-1,9	-4,5	0,1	-2,0	0,3	6,1	5,6	7,1	6,7	6,3	5,0	6,3	5,8	2,2	1,4	4,9	1,8	-1,3	0,4	2,4	3,1	3,9	6,7	4,3	2,6	4,2	-0,1	-1,1	-3,5	
	5,1	7,4	7,0	8,3	8,6	9,8	8,7	10,9	11,0	10,2	9,0	7,8	6,8	9,2	10,2	6,6	7,1	6,6	8,													

Tabelle 12 Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2016.

	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	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	
	88	88	92	96	89	92	90	78	84	85	92	87	93	92	96	94	85	79	73	80	87	78	99	94	83	84	86	82	82	90	91	
	82	79	83	90	82	86	83	66	68	64	88	75	87	86	82	82	67	57	56	69	77	61	92	85	64	69	73	52	79	79	81	
	95	95	98	99	95	96	97	86	92	94	98	96	98	99	100	100	100	97	83	94	97	97	100	100	100	97	97	99	87	97	100	
Feb	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	Do
	90	93	85	--	97	79	72	76	83	94	87	81	87	98	93	73	74	75	87	94	95	93	97	90	89	77	63	68	67			
	76	80	57	--	92	66	61	60	63	87	65	62	68	95	77	49	52	51	80	83	86	78	78	61	61	49	47	52	50			
	100	99	94	--	100	91	93	96	100	99	98	96	97	100	100	92	90	98	97	100	100	100	100	100	100	97	75	83	84			
Mrz	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	
	84	87	86	91	94	93	95	94	71	72	81	78	75	66	81	66	66	93	88	85	86	86	85	85	95	75	71	78	80	73	80	
	51	56	64	76	82	66	69	76	51	47	55	59	60	41	66	46	42	78	75	61	63	63	65	70	86	49	51	66	49	51	62	
	98	99	97	98	98	100	100	100	90	92	95	95	86	90	92	93	87	99	98	100	99	99	99	96	100	99	96	90	96	94	96	
Apr	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	
	68	65	68	74	90	78	73	77	60	56	54	65	83	64	69	75	73	66	63	60	53	57	64	79	88	89	91	82	72	85		
	37	54	55	52	79	51	44	53	31	40	37	34	62	36	44	51	45	40	47	35	32	44	43	49	60	65	74	44	48	66		
	92	78	85	87	99	93	88	93	94	71	69	95	100	96	96	90	94	80	88	82	74	86	93	97	97	98	100	93	97			
Mai	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	
	73	61	66	58	49	53	44	37	45	51	57	52	56	66	73	71	66	64	76	76	68	72	97	89	79	67	73	73	79	91	73	
	53	33	40	28	35	31	27	24	28	43	37	30	28	50	46	43	41	41	46	61	46	54	88	72	55	39	54	51	63	66	57	
	93	94	97	93	67	83	76	54	61	69	80	74	78	82	92	87	91	89	98	91	90	98	100	99	97	90	97	92	100	85		
Jun	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		
	94	84	83	80	69	71	82	77	72	57	69	85	92	86	80	80	89	91	78	78	89	81	67	76	92	81	88	72	68	81		
	83	58	62	46	36	55	41	40	55	30	48	65	66	62	65	44	64	67	46	51	67	61	38	60	78	49	70	43	42	59		
	100	99	99	98	98	90	98	100	94	86	81	97	100	99	95	100	98	99	99	99	99	99	96	90	98	98	100	95	96			
Jul	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	
	83	75	68	73	78	67	60	65	69	59	62	63	77	69	67	75	77	67	57	58	70	70	78	66	71	71	71	85	82	70	86	
	65	47	45	55	61	39	34	50	46	39	42	43	56	43	44	65	65	41	30	30	34	49	64	40	52	49	45	68	64	53	69	
	96	97	83	92	91	95	93	83	85	82	83	83	81	92	95	89	84	86	97	87	80	88	87	91	89	90	94	96	98	87	98	
Aug	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	
	76	96	96	81	86	78	69	72	71	75	88	92	76	76	68	64	57	54	66	69	82	88	70	61	44	52	65	59	74	61	56	
	37	88	92	66	58	50	38	54	48	43	58	76	57	52	47	41	34	33	39	42	68	70	35	36	26	34	39	39	59	32	38	
	98	99	99	98	96	98	97	90	92	94	100	100	92	98	92	89	84	80	85	91	95	97	100	91	77	75	84	93	91	93	77	
Sep	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	Sa	
	71	68	68	77	83	72	63	65	70	63	69	63	62	56	52	73	79	83	67	72	55	65	73	64	57	69	68	65	69	79		
	50	41	46	55	61	41	34	39	39	34	42	38	33	29	25	52	60	63	41	55	35	40	51	38	32	41	39	52	50	52		
	89	94	86	99	95	98	90	90	89	91	88	88	89	84	85	91	95	97	83	83	73	86	89	93	84	88	91	83	83	92		
Okt	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	
	84	88	84	80	71	86	88	76	75	81	86	90	79	79	86	76	82	88	95	93	93	94	87	94	87	89	89	93	86	84	83	
	68	70	52	49	40	74	67	50	44	58	57	78	61	59	64	47	74	62	88	84	79	80	57	84	92	71	84	84	59	56	56	
	96	97	96	100	94	94	97	93	95	95	100	99	95	91	97	100	96	100	97	99	99	100	100	100	100	98	93	100	100	98	98	
Nov	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	
	88	93	93	80	89	92	97	93	93	98	93	80	74	67	96	97	89	86	79	75	72	75	89	90	76	80	95	86	74	66		
	66	74	82	57	79	78	94	72	87	93	81	65	65	49	75	89	83	75	69	62	59	61	74	86	52	65	84	63	38	47		
	99	100	100	93	97	99	99	100	97	100	100	98	78	82	100	100	98	98	84	84	90	95	99	94	93	95	100	100	92	81		
Dez	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	Sa	
	91	97	89	70	63	85	78	61	86	84	93	93	91	97	90	86	90	96	83	80	82	96	92	89	96	90	91	89	77	78	81	
	77	83	60	26	45	54	63	39	72	67	85	82	84	92	73	72	75	82	62	52	65	85	84	77	85	71	81	75	56	47	56	
	100	100	100	98	90	96	97	83	98	99	98	98	99	100	99	92	99	100	96	88	88	97	98	100	99	99	96	96	95	97	99	

Sa Wochentag
 84 Tagesmittelwert (%)
 68 niedrigster Einzelmesswert (%)
 96 höchster Einzelmesswert (%)

-- kein Wert vorhanden

Tabelle 13 Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2016.

	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	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	
	1,8	2,9	3,1	2,4	2,4	1,4	4,0	3,4	2,4	3,5	3,2	4,4	3,4	3,6	2,6	2,4	2,1	1,4	1,5	2,1	1,2	2,2	2,4	2,1	2,5	3,6	4,2	2,8	4,3	4,7	3,5	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,4	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	0,4	0,4	0,0	0,4	0,6	0,0	
	8,0	11,5	8,8	10,3	7,8	6,1	15,2	14,0	10,4	14,3	10,8	13,0	15,1	14,3	12,9	9,9	14,0	6,7	4,7	7,3	6,5	10,2	8,4	8,1	11,0	12,5	11,8	13,2	16,0	15,4	10,8	
Feb	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	Do
	6,7	5,6	3,6	-	3,1	3,8	4,1	6,1	4,9	3,6	2,8	2,2	1,9	2,0	3,3	2,1	1,6	1,9	1,5	5,1	7,5	5,0	2,1	1,4	1,6	1,5	3,7	5,0	4,7			
	0,6	0,7	0,0	-	0,6	1,0	1,4	2,2	0,7	1,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	3,8	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6	1,3	0,6			
	20,2	16,8	12,9	-	6,1	9,2	9,7	13,4	12,5	7,6	6,5	7,1	5,4	4,9	7,3	5,8	3,9	6,1	5,8	10,2	13,6	11,7	6,9	4,6	6,0	4,1	8,8	12,1	11,7			
Mrz	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	
	2,7	3,8	1,9	3,1	1,3	1,0	1,1	1,4	3,4	1,7	2,7	2,3	4,0	3,2	2,6	3,3	1,8	1,1	1,3	1,7	1,8	2,0	1,7	1,8	2,7	3,3	4,0	4,0	3,6	3,1	3,2	
	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,4	0,0	0,0	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	
	7,9	8,5	7,0	8,7	3,7	4,7	17,6	4,1	9,0	7,0	7,7	6,5	9,7	10,1	8,2	10,7	5,8	3,2	4,1	4,5	5,0	4,7	4,5	4,9	6,8	8,4	9,1	10,9	10,3	8,4	9,9	
Apr	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	
	2,5	1,8	2,1	2,3	1,6	3,7	3,7	1,6	1,6	2,2	2,6	1,9	1,2	1,1	3,6	3,3	1,8	1,9	2,4	2,4	2,4	4,0	3,2	2,4	3,2	4,2	4,8	2,1	3,1	2,1		
	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,1	0,5	0,5	0,4	0,9	0,4	0,0	0,0	0,0		
	6,3	4,6	6,3	10,2	6,4	12,6	10,0	4,9	5,9	5,9	6,1	11,0	4,6	5,7	9,9	9,6	6,4	7,0	5,8	6,8	7,2	8,4	7,0	7,4	8,4	10,6	9,7	7,1	9,0	6,0		
Mai	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	
	4,6	1,5	2,2	1,8	2,2	2,5	2,2	3,7	3,2	2,6	2,2	3,4	3,6	2,9	2,4	1,8	2,4	2,4	1,5	2,6	2,8	2,6	2,8	2,0	1,3	1,3	2,0	1,3	3,3	2,7	2,3	
	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,5	0,0	0,2	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,7	0,4	0,0	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	
	9,7	5,4	7,7	5,9	6,4	7,1	6,8	7,6	7,3	6,2	5,7	9,0	9,2	7,8	6,9	5,7	7,0	7,4	4,7	7,3	7,4	7,1	6,0	5,8	3,8	4,6	6,2	4,4	8,3	6,5	5,9	
Jun	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	2,2	1,6	1,7	1,9	1,7	1,2	1,7	1,8	1,4	2,0	1,2	2,1	2,6	1,9	1,3	2,5	2,5	1,9	2,9	2,5	1,8	2,4	1,8	1,3	2,3	2,3	1,5	3,1	2,3		
	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	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0		
	3,9	6,6	4,9	7,9	7,4	5,8	9,2	7,0	5,3	4,5	6,2	4,7	5,4	6,1	5,8	5,0	6,5	7,6	5,4	9,0	5,6	4,6	7,7	5,0	4,7	8,0	6,5	4,7	7,9	6,2		
Jul	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	
	2,7	3,4	2,5	1,2	2,7	2,0	1,0	2,1	2,3	2,3	3,2	2,4	2,0	2,0	1,8	1,4	2,1	1,1	1,0	2,0	1,4	2,5	1,7	1,0	1,6	1,0	2,1	1,9	1,9	2,0	1,1	
	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	6,7	11,8	7,4	5,6	7,9	6,5	4,8	9,5	5,6	8,0	8,7	6,9	6,1	6,3	5,1	5,1	5,9	5,2	4,3	11,4	5,2	8,0	4,7	4,6	4,3	3,1	7,2	4,5	5,8	6,3	4,9	
Aug	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	
	1,4	2,1	3,2	2,9	1,8	1,9	2,2	3,2	1,7	1,6	2,2	2,5	1,2	2,4	2,5	2,1	1,2	1,2	1,5	2,5	2,8	2,1	0,8	1,6	2,5	1,5	2,3	2,0	1,8	1,3	1,4	
	0,0	0,0	1,0	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	0,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	7,3	6,1	6,6	8,5	7,1	6,4	7,7	8,3	6,3	6,4	8,0	5,1	6,9	5,0	6,6	6,6	6,7	4,9	5,0	7,3	6,9	5,4	3,9	7,1	7,3	4,4	5,4	7,6	5,0	4,9	5,7	
Sep	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	Sa	
	1,4	1,6	1,7	2,7	1,7	0,8	1,1	1,9	1,3	1,0	0,6	0,8	1,0	1,2	2,3	2,1	1,2	2,4	1,7	0,8	1,1	1,0	0,9	1,4	2,3	1,2	0,8	3,1	3,9	2,2		
	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	0,0	0,0	1,3	0,0		
	5,0	6,9	5,7	7,9	6,0	4,7	5,6	6,9	4,1	4,5	3,6	5,3	4,7	5,0	7,6	5,9	5,0	6,9	5,0	3,3	4,0	5,7	4,6	5,3	7,0	4,0	4,6	7,6	9,8	8,1		
Okt	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	
	1,2	2,8	1,8	2,6	2,8	3,1	2,6	2,8	1,1	0,7	1,3	2,6	2,3	1,8	2,0	1,5	1,5	1,7	3,2	1,1	1,6	1,4	0,7	0,6	1,1	0,7	2,1	2,7	1,2	0,9	0,8	
	0,0	0,8	0,0	0,4	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	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	
	4,4	6,4	6,5	8,1	8,7	7,5	6,4	7,9	4,2	4,2	4,5	6,8	6,5	4,3	6,3	6,6	4,2	6,8	10,0	3,9	5,0	3,9	3,7	2,4	4,0	4,1	4,9	6,0	5,6	3,5	3,6	
Nov	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	
	1,0	1,6	1,8	2,5	2,2	2,9	1,6	1,2	2,2	1,4	2,7	1,6	1,4	1,7	2,3	3,4	3,5	3,3	3,0	4,7	3,3	2,5	0,9	4,9	3,8	0,5	0,8	2,6	0,6	1,5		
	0,0	0,0	0,4	0,5	0,0	0,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,0	0,6	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,9	0,7	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0		
	6,8	8,4	4,3	5,6	5,2	6,5	3,2	3,4	4,9	5,0	7,7	4,7	4,8	5,6	5,4	8,1	7,9	11,8	5,8	12,9	8,8	6,9	3,4	10,7	9,6	2,6	3,6	7,3	3,2	4,4		
Dez	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	Sa	
	2,6	1,4	0,6	1,0	0,8	0,3	1,5	2,1	2,2	2,4	2,9	1,4	2,2	1,1	1,4	1,5	1,1	1,2	1,2	1,0	2,2	2,3	2,8	4,7	5,9	3,7	2,0	1,0	1,1	0,6	0,5	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	1,0	2,8	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	
	5,2	5,9	4,3	2,8	3,8	1,6	5,3	5,1	4,8	5,1	10,3	3,9	5,2	3,7	5,9	4,8	4,2	3,6	4,3	4,2	6,2	5,6	8,0	9,5	9,5	11,3	4,7	3,0	5,0	2,9	3,0	

Mo
1,4
0,0
7,3

Wochentag
Tagesmittelwert (m/s)
niedrigster Einzelmesswert (m/s)
höchster Einzelmesswert (m/s)

- kein Wert vorhanden