

MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2015

Luftmessbericht Wuppertal 2015

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 Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein
Bericht-Nr.:	M78 750/6
Datum:	05. Januar 2017
Berichtsumfang:	65 Seiten, davon 50 Seiten Textteil und 15 Seiten Anhang.

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Untersuchungsgebiet	4
3	Messorte und Messumfang	5
4	Mess- und Analysenverfahren	7
4.1	Stickstoffdioxid NO ₂ (Passivsammler)	7
4.2	Meteorologische Größen	9
4.3	Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen	10
5	Meteorologie im Messzeitraum	11
5.1	Witterungsverlauf 2015	11
5.2	Windrichtung und Windgeschwindigkeit	15
6	Ergebnisse der Messungen und Bewertung	21
6.1	Stickstoffoxide	21
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	48

Anhang A	Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen
Anhang B	Einzelmessergebnisse
Anhang C	Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen Lufttemperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2015.

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 2013 als Instrument zur weiteren Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal. 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 Müller-BBM 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 2015 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 2015 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 350.000 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.

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 bis zu ca. 350 m, die durch tiefe Kerbtäler von Gewässer- und Bachläufen durchschnitten wird. Der nordwestliche Bereich des Stadtgebietes ist Teil des Niederbergischen Hügellandes, das Geländehöhen bis zu ca. 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 [21].

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 2015 erfolgte durch das Ressort Umweltschutz der Stadt Wuppertal in Abstimmung mit dem LANUV NRW und Müller-BBM. Die folgenden Messstandorte wurden festgelegt:

Tabelle 1 Messstandorte für NO₂-Messungen in Wuppertal.

MP-Nr.	Messort / Adresse		Rechtswert m	Hochwert m
	Straße / Hausnummer	Stadtteil		
MP 01	Nevigeseer Straße 98	42113 Wuppertal	25 78 552	56 82 417
MP 02	Briller Straße 28	42105 Wuppertal	25 79 011	56 80 700
MP 04	Steinbeck 92	42119 Wuppertal	25 79 875	56 79 586
MP 05	Hochstraße 63	42105 Wuppertal	25 79 680	56 81 311
MP 07	Uellendahler Straße 198	42109 Wuppertal	25 80 419	56 82 837
MP 08	Hofkamp 86	42103 Wuppertal	25 80 606	56 80 992
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	42285 Wuppertal	25 81 936	56 81 400
MP 13	Rudolfstraße 149	42285 Wuppertal	25 82 402	56 82 118
MP 14	Schönebecker Straße 81	42283 Wuppertal	25 82 428	56 82 953
MP 16	Steinweg 25	42275 Wuppertal	25 83 358	56 82 617
MP 17	Westkotter Straße 111	42277 Wuppertal	25 84 225	56 83 672
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	42277 Wuppertal	25 85 084	56 83 487
MP 21	Berliner Straße 159	42277 Wuppertal	25 85 123	56 82 988
MP 22	Heckinghauser Straße 159	42289 Wuppertal	25 85 196	56 82 547
MP 24	Staasstraße 51	42369 Wuppertal	25 83 808	56 77 532
MP 27	Bundesallee 30	42103 Wuppertal	25 79 293	56 80 403
MP 28	Schwarzbach 78	42277 Wuppertal	25 85 587	56 83 482
MP 33	Kaiserstraße 32	42329 Wuppertal	25 74 963	56 78 028
MP 34	Haeseler Strasse 94	42329 Wuppertal	25 76 023	56 78 403
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	42283 Wuppertal	25 82 670	56 81 806
MP 39	Sillerstraße 6	42327 Wuppertal	25 76 739	56 79 719
MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	42115 Wuppertal	25 77 816	56 81 111
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	42327 Wuppertal	25 76 225	56 78 643
MP 44	Sonnborner Straße 158	42327 Wuppertal	25 76 568	56 78 716

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.

Im Jahr 2015 wurde das Messnetz im Vergleich zum Vorjahr in unveränderter Weise fortgeführt. Die letzte Anpassung erfolgte zum Jahreswechsel 2013/2014 mit Inbetriebnahme der Messpunkte MP 43 (Eugen-Langen-Straße) und MP 44 (Sonnborner Straße), beide im Bereich des Sonnborner Kreuzes.

Die folgende Abbildung 2 zeigt die räumliche Verteilung der in Tabelle 1 aufgeführten Messorte im Jahr 2015 im Stadtgebiet von Wuppertal in der Übersicht.

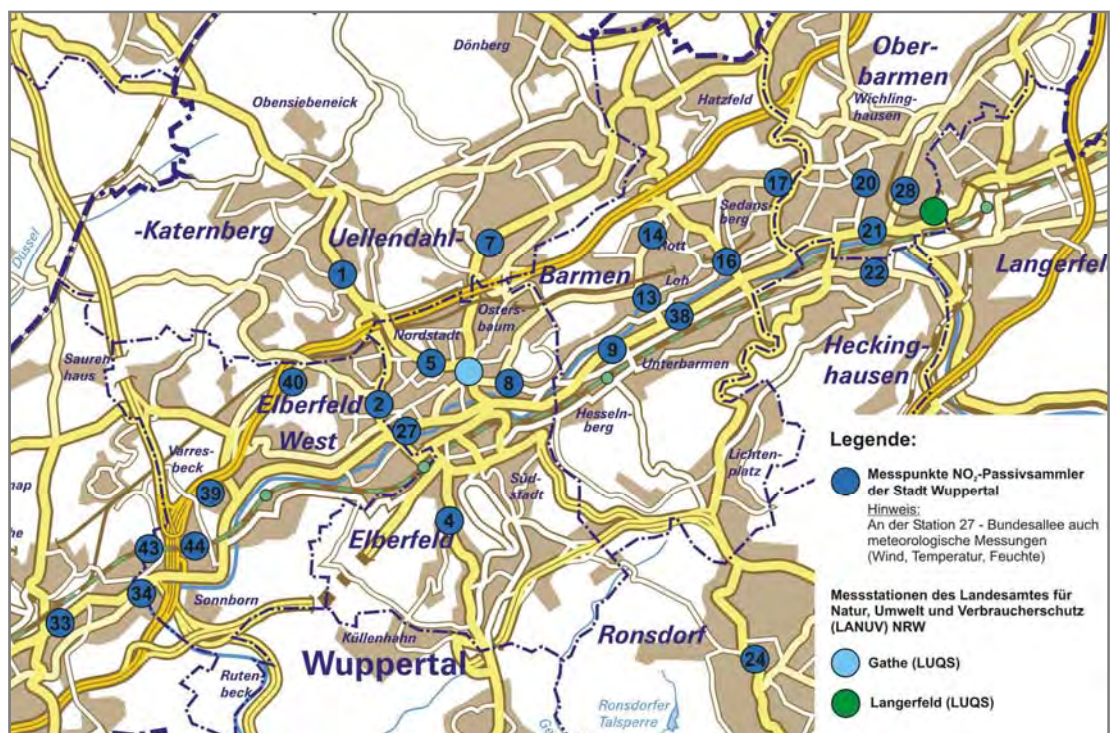


Abbildung 2 Räumliche Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 44 sowie der LANUV-NRW Messstandorte im Stadtgebiet von Wuppertal.

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 Messstellen MP 01 bis MP 44 im Stadtgebiet von Wuppertal. 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 44 in Wuppertal wurde, in Anlehnung an die Aufgabenstellung und Zielsetzung der Messungen, die folgende Komponente messtechnisch bestimmt:

Tabelle 2 Messumfang an Messpunkten MP 1 bis MP 44.

Nr.	Schadstoffe/Komponenten	Zeitliche Auflösung
1	Stickstoffdioxid NO ₂	Monatswerte

Zur Erfassung der meteorologischen Daten wird an der Bundesallee (MP 27) eine Überdachstation an der katholischen Hauptschule Wuppertal-West betrieben. Die Station repräsentiert den innerstädtischen Hintergrund für NO₂ in Wuppertal.

Messzeitraum

Die NO₂-Messungen und meteorologischen Messungen werden in Wuppertal kontinuierlich durchgeführt. Im Rahmen des vorliegenden Luftmessberichtes 2015 werden die Ergebnisse für das Jahr 2015 dargestellt und bewertet. Die konkreten Probenahmezeiträume der jeweiligen Einzelmonate können Tabelle 11 in Anhang B entnommen werden.

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 (NO₂) 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 Referenzverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid (NO₂) 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 [30], [31].

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

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 [32])
Absolute Nachweisgrenze:	0,05 µg/Probe
Relative Nachweisgrenze:	1,7 µg/m ³ bei 30tägiger Exposition
Messunsicherheit:	< 15% (erw. Messunsicherheit, bezogen auf 40 µg/m ³ , bei einem Vertrauensbereich von 95 % und 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 als Überdachstation 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 4.3519.00.200 / Serien-Nr. 0209081
Windrichtung:	Windfahne „compact“ Typ 4.3129.60.000 / Serien-Nr. 0209030
Lufttemperatur:	Hygro-Thermogeber „compact“ Typ 1.1005.54.000 / Serien-Nr. 75412 Messelement: Pt 100 Klasse B
Luftfeuchte:	Hygro-Thermogeber „compact“ Typ 1.1005.54.000 / Serien-Nr. 75412 Messelement: Kapazitiv

4.3 Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen

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

Müller-BBM ist gemäß § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung (41. BImSchV) als sachverständige Stelle bekannt gegeben. Die Bekanntgabe umfasst die Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen, Geräuschen und Erschütterungen, die Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie die Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmesseinrichtungen und die Überprüfung von Verbrennungsbedingungen. Detaillierte Informationen hinsichtlich der Stoff- und Tätigkeitsbereiche gemäß der Gruppeneinteilung der 41. BImSchV sind im [Recherche-system Messstellen und Sachverständige](#) 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 2015 als Halbstundenmittelwerte vor; für jedes Halbstundenintervall und jede Messgröße wurden ferner jeweils die höchsten und die niedrigsten Einzelmesswerte festgehalten (Extremwerte). 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 NO_2 kommen.

5.1 Witterungsverlauf 2015

Temperaturrekorde im Sommer und Winter

Häufige Westwindwetterlagen dominierten insgesamt das Wetter im Winter 2014/15. Ausgeprägte Sturmtiefs mit viel Regen und ungewöhnlich milden Luftmassen prägten den Januar bis zur Monatsmitte. Anfang Februar gewann dann zunehmend hoher Luftdruck Einfluss.

Im März setzten sich die vergleichsweise milden Temperaturen fort, wobei es nachts noch verbreitet kalt war. Ende März wurde das Stadtgebiet von Wuppertal von einem heftigen Sturmtief getroffen. In Bezug auf Niederschläge war das Frühjahr insgesamt sehr trocken.

Diese Trockenheit bestimmte auch die Sommermonate und verschärfte sich noch weiter. Der Juni brachte typisches Frühsommerwetter mit einem Wechsel von hochsommerlichen Abschnitten und wiederholt kühlen Phasen. Danach nahm der Sommer richtig Fahrt auf. Weite Teile der Republik erlebten im ersten Julidrittel und in der ersten Augustwoche die heißesten Tage seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Am 5. Juli wurde mit $40,3^\circ\text{C}$ ein neuer nationaler Temperaturrekord (bei Würzburg) gemeldet. Die Rekordhitze ging mit großer Dürre einher.

Etwa ab der Monatsmitte präsentierte sich der August dann oft wechselhaft mit teils kräftigen Regenfällen – die gelegentlich sogar unwetterartig ausfielen – sowie mit vorübergehendem ergiebigem Dauerregen. Dem heißen und trockenen Sommer folgte ein unauffälliger September. Der Oktober war eher kühl; er fiel in weiten Teilen des Landes auch sonnenscheinarm und trocken aus. Milde und meist feuchte vom Atlantik nach Mitteleuropa herangeführte Luftmassen kennzeichneten das Ende des Herbstes und den Winter. Bemerkenswert war vor allem der Dezember. Er war mit großem Abstand der wärmste seit dem Beginn regelmäßiger Messungen 1881 [7].

Lufttemperaturen in Wuppertal

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2015 sind in Tabelle 3 den langjährigen Mittelwerten der Referenzperiode 1981-2010 der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen gegenübergestellt [8].

Die an der Station Wuppertal-Bundesallee gemessenen Temperaturen lagen im Mittel bei 11 °C und damit um 0,7 °C niedriger als im Vorjahr 2014. Der langjährige Mittelwert der Referenzperiode an der Station Wuppertal-Buchenhofen (10,1°C) wurde allerdings um 0,9 °C übertroffen (Vorjahr: + 1,6 °C). Deutschlandweit war 2015 eines der wärmsten Jahre seit Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1881. Der bundesweit erkennbare Trend in 2015 spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wieder (siehe Tabelle 3).

Ein Vergleich der Monatsmitteltemperaturen in Abbildung 3 zeigt die Temperaturtrends in 2015: Insbesondere die im Mittel leicht überdurchschnittlich Sommermonate Juli und August und der extrem milde Jahresausklang weichen deutlich vom langjährigen Mittel ab. Die erste Jahreshälfte verlief hingegen vergleichsweise normal.

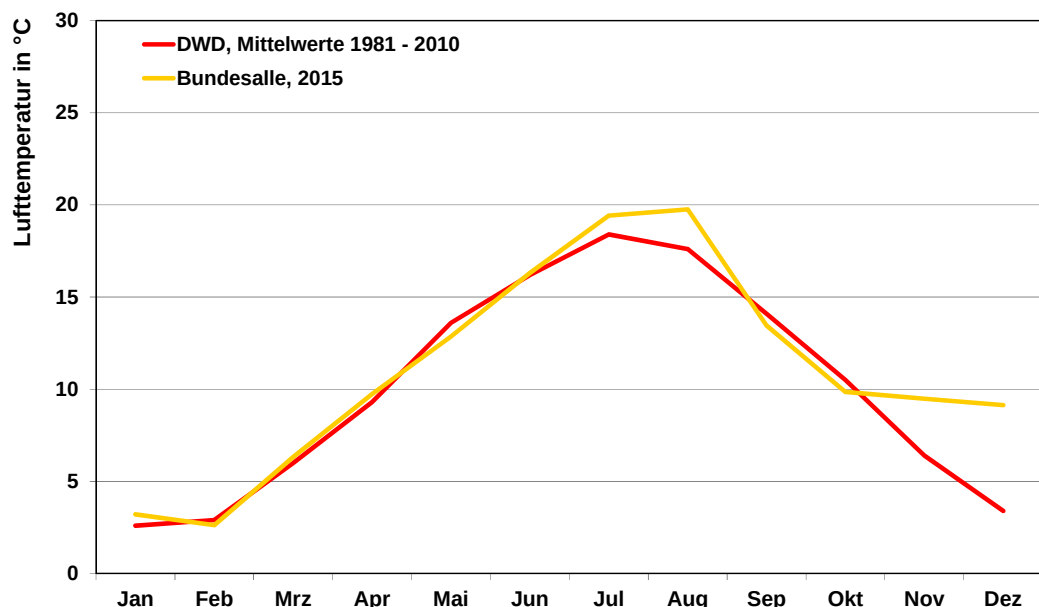


Abbildung 3 Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für den Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2015 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen

Mit dem insgesamt milden Temperaturverlauf geht auch eine ungewöhnlich niedrige Anzahl sog. „Frosttage“ ($T_{\min} < 0\text{ °C}$) einher (vgl. Abbildung 4). Zwischen Oktober und Dezember sind die Temperaturen auch im Tagesminimum nicht unter 0 °C gefallen. Üblich sind in diesem Zeitraum im langjährigen Mittel etwa 15 Frosttage. Auch zum Jahresbeginn war deren Anzahl unterdurchschnittlich.

Sogenannte „Eistage“, an denen auch das Tagesmaximum der Lufttemperatur $< 0\text{ °C}$ lag, wurden im Jahr 2015 nicht erfasst (auch im Vorjahr 2014 gab es nur einen einzigen Eistag). Der kälteste Tag 2015 war der 05. Februar mit $-1,6\text{ °C}$ im Tagesdurchschnitt.

Bei der monatlichen Anzahl der Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$) stach der August mit 17 Tagen positiv hervor. Auch im Juli wurden häufiger als üblich Sommertage registriert. Im Mai und Juni waren sie seltener als im langjährigen Mittel 1981 – 2010, im September 2015 wurde kein Sommertag registriert. 2015 wurden insgesamt ähnlich häufig Sommertage registriert, wie in der Referenzperiode (vgl. Abbildung 5). Mit $30,2\text{ °C}$ im Tagesmittel war der 02. Juli der heißeste Tag des Jahres in Wuppertal. In den Nachmittagsstunden wurden Maximaltemperaturen von $35,2\text{ °C}$ 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 im Jahr 2015 im Vergleich mit den langjährigen Mittelwerten an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

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	2015	3,2	2,6	6,3	9,7	12,9	16,3	19,4	19,8	13,5	9,9	9,5	9,1	11,0
Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$)														
DWD	1981-2010	0	0	0	1	4	7	12	10	3	0	0	0	37
Bundesallee	2015	0	0	0	0	1	3	14	17	0	0	0	0	35
Heiße Tage ($T_{\max} > 30\text{ °C}$)														
DWD	1981-2010	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	8
Bundesallee	2015	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	2015	8	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
Eistage ($T_{\max} < 0\text{ °C}$)														
DWD	1981-2010	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
Bundesallee	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2010 - 2014	89	83	71	66	70	70	71	74	80	81	86	90	78
Bundesallee	2015	88	87	78	66	67	67	70	72	83	86	85	84	78

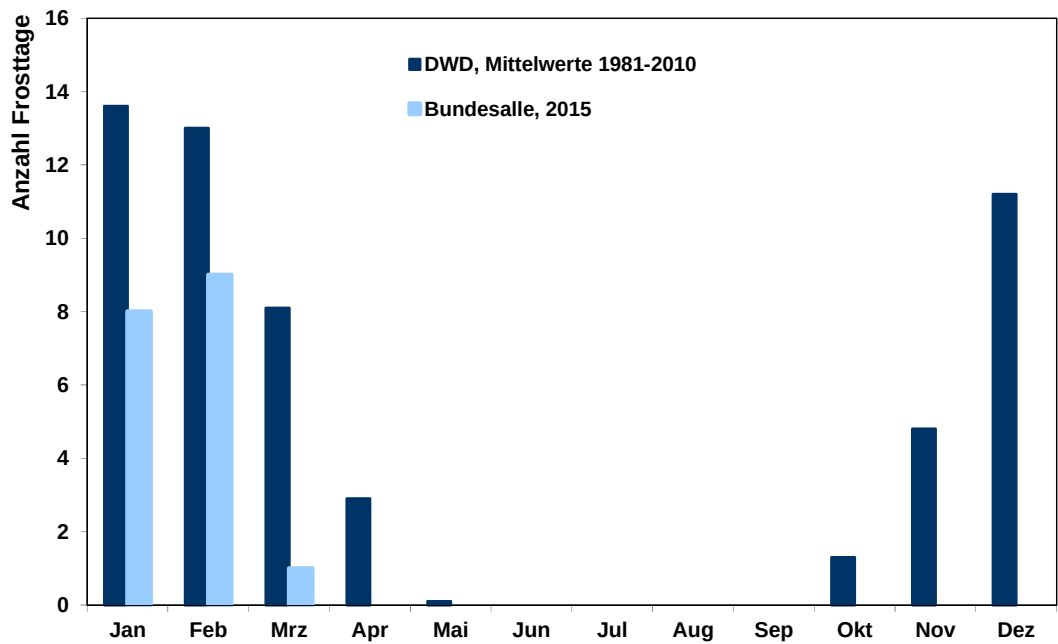


Abbildung 4 Monatliche Anzahl der Frosttage ($T_{\min} < 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2015 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

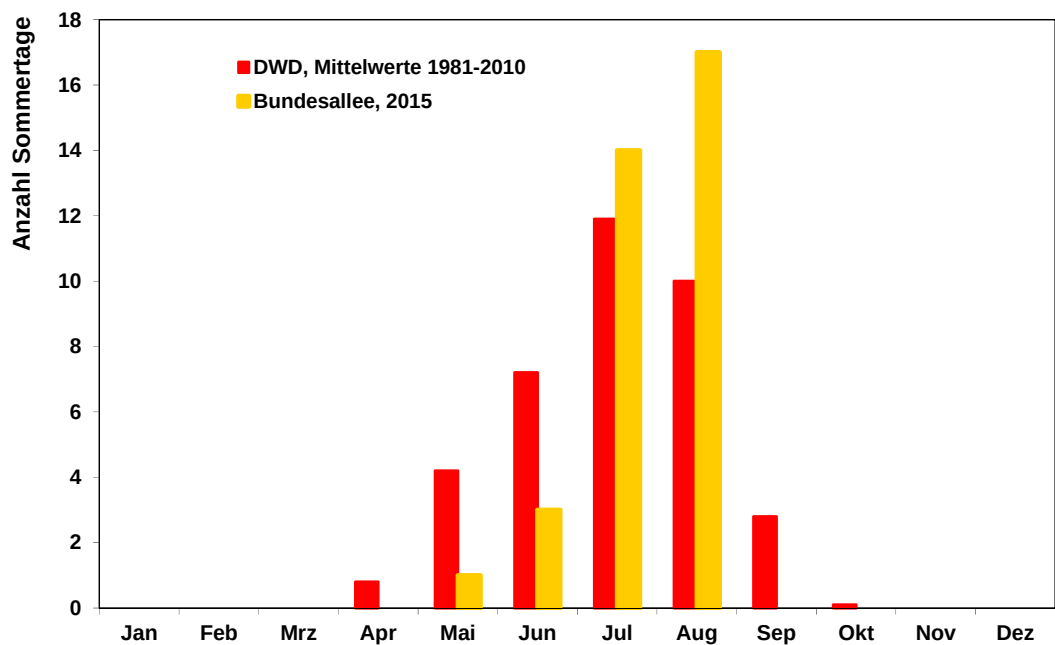


Abbildung 5 Monatliche Anzahl der Sommertage ($T_{\max} > 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$) an der Station Bundesallee in 2015 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2015 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2015 dargestellt.

Tabelle 4 Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2015.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	2010 - 2014	2,7	3,0	2,5	2,5	2,4	2,4	2,1	2,1	2,0	2,4	2,4	3,0	2,5
Bundesallee	2015	3,0	2,5	2,6	2,4	2,0	2,5	2,6	2,2	2,4	1,9	3,4	3,1	2,6

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 Mai bis Oktober auf.

Die in Abbildung 6 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit im Jahr 2015 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 2015 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 19 % bzw. 32 % besonders häufig auftraten. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 01.01.2015 bis 31.12.2015 etwa 2,6 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, Juli sowie im November und Dezember dominierten von atlantischen Tiefausläufern geprägte Westwindwetterlagen (vgl. Abschnitt 5.1). Im Gegensatz dazu konnten sich im Frühjahr und im Sommer (insbesondere im August) durch häufigere Hochdruckwetterlagen keine vergleichbar dominanten Hauptwindrichtungen ausprägen. Der Oktober 2015 war der Monat mit dem größten Anteil an windschwachen Wetterlagen, also ungünstigen innerstädtischen Durchlüftungssituationen. Die Windgeschwindigkeiten betrugen während dieser Episoden hier im Mittel nur 1,9 m/s (vgl. Tabelle 4).

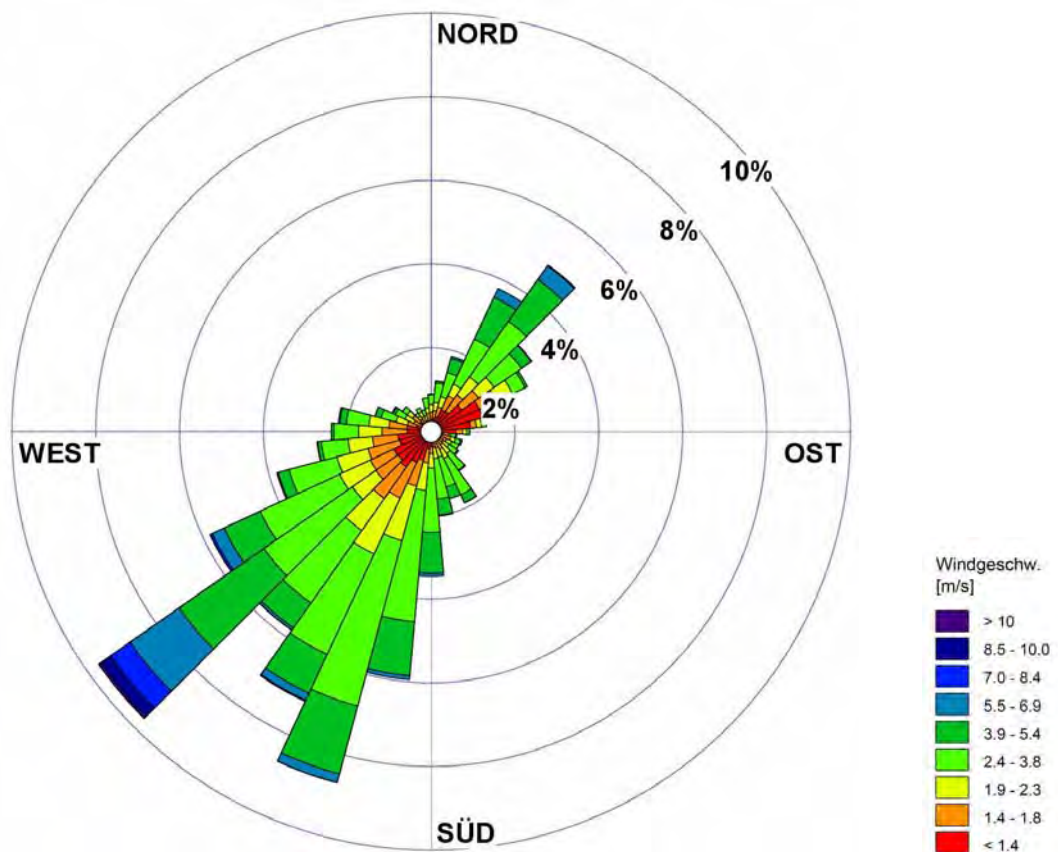


Abbildung 6 Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit) an der Messstation Wuppertal-Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2015.

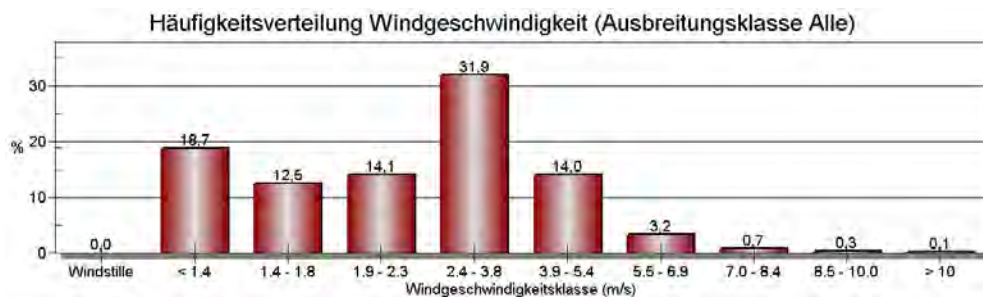


Abbildung 7 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen (30-min-Mittelwerte) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2015.

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 24,1 m/s (87 km/h) am 31.03.2015 erreicht. Ähnlich stürmisch war es noch einmal in der Nacht zum 18.11.2015.

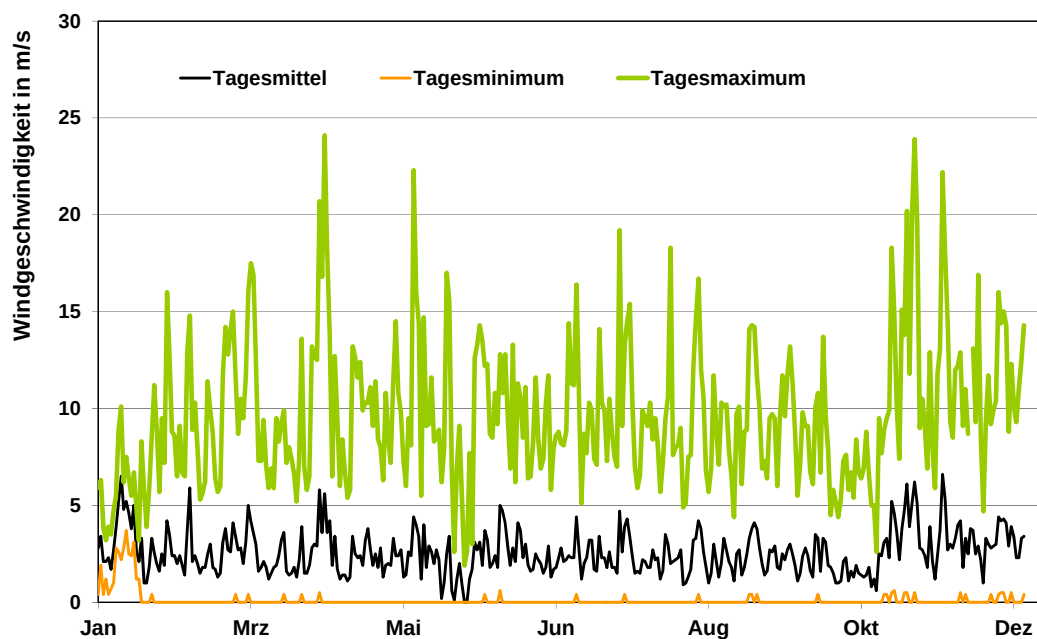


Abbildung 8 Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2015 (Mittelwerte).

Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (unterste 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.

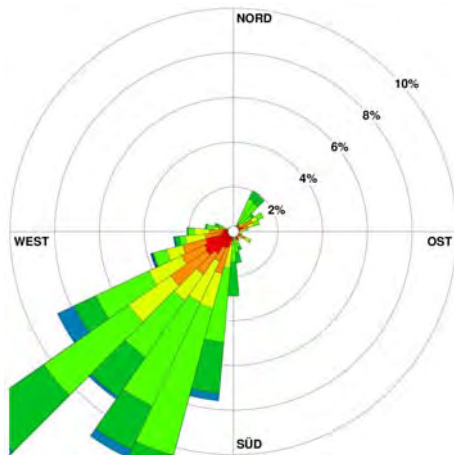
Die Tagesmaxima traten im Allgemeinen während der Tagstunden sowie die Minima während der Nachtstunden auf. Diese Verteilung der Extremwerte der Windgeschwindigkeit im Tagesgang ist typisch und dokumentiert u. a. die eher labileren, das heißt austauschreichen Verhältnisse der bodennahen Atmosphäre während 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 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 PM₁₀, wird außerdem durch die Menge und räumliche Verteilung von Niederschlägen beeinflusst.

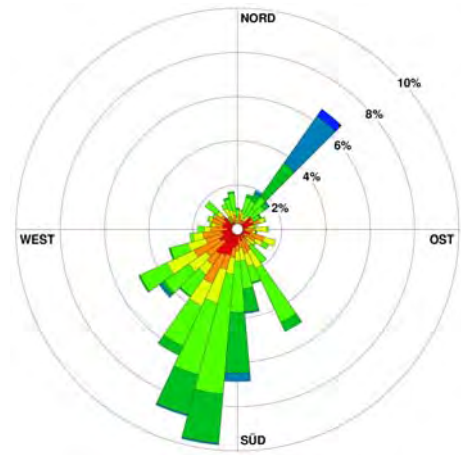
Das Umweltbundesamt (UBA) kommt aus lufthygienischer Sicht zu einer differenziererten Bewertung der meteorologischen Bedingungen im Jahr 2015. Die Belastung durch Stickstoffdioxid NO₂ war demnach ähnlich hoch wie in den Vorjahren. Die mittleren PM₁₀-Konzentrationen lagen deutlich unter dem Vorjahr und auch verglichen mit dem Zeitraum 2005 bis 2014 war 2015 eines der am wenigsten belasteten Jahre.

Auch in Bezug auf die Anzahl von PM₁₀-Überschreitungstagen (Tagesmittelwerte > 50 µg/m³) stellte sich das Jahr 2015 günstiger als der Vergleichszeitraum dar, insbesondere auch gegenüber dem aufgrund des häufigen Auftretens kalter, stabiler Hochdruckwetterlagen hochbelasteten Jahr 2011. In 2015 wurden deutschlandweit PM₁₀-Überschreitungstage hauptsächlich im Zeitraum Februar und März beobachtet.

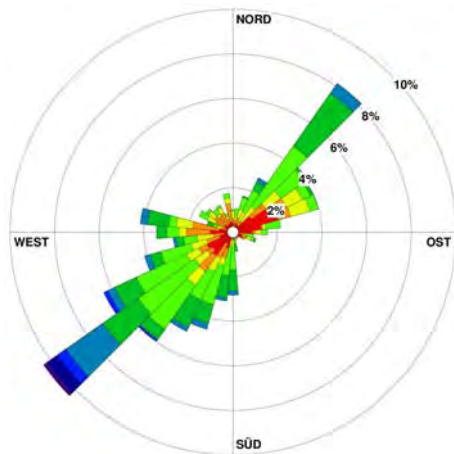
Die Ozonbelastung war, verglichen mit den letzten 10 Jahren überdurchschnittlich hoch. Dies ist vor allem auf die ausgeprägten Hitzewellen im Juli und Anfang August zurückzuführen. Erstmals seit dem Hitzesommer 2003 wurden wieder Spitzenkonzentrationen von fast 300 µg/m³ im Stundenmittel erreicht [35].



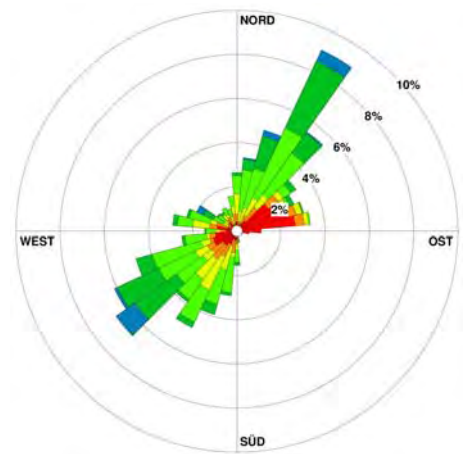
Januar 2015



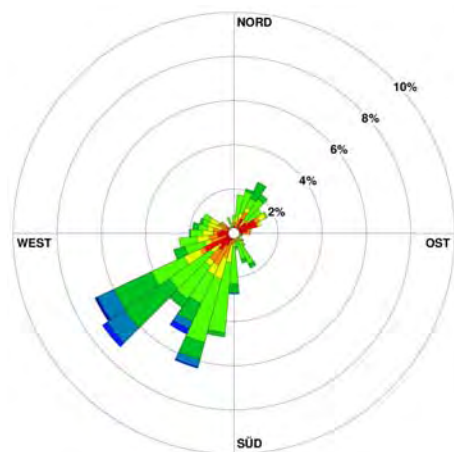
Februar 2015



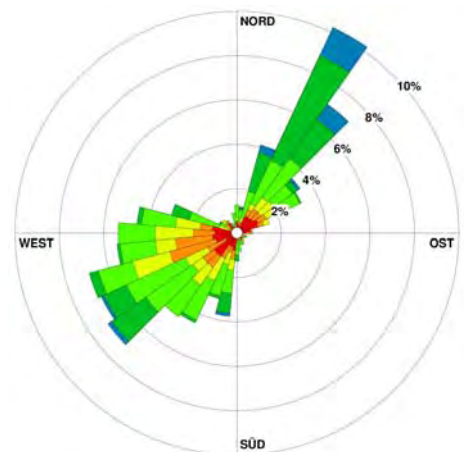
März 2015



April 2015

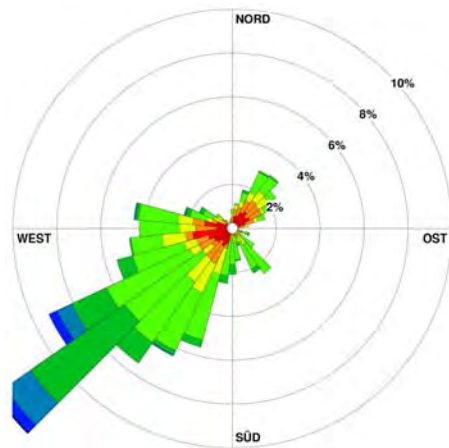


Mai 2015

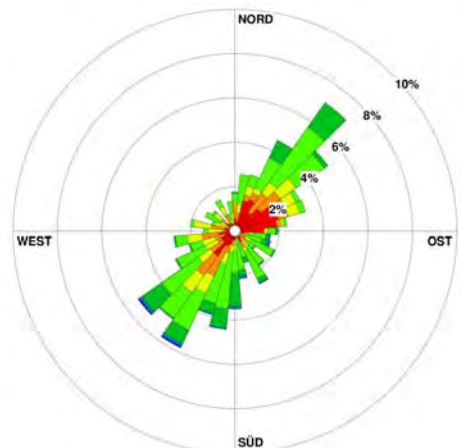


Juni 2015

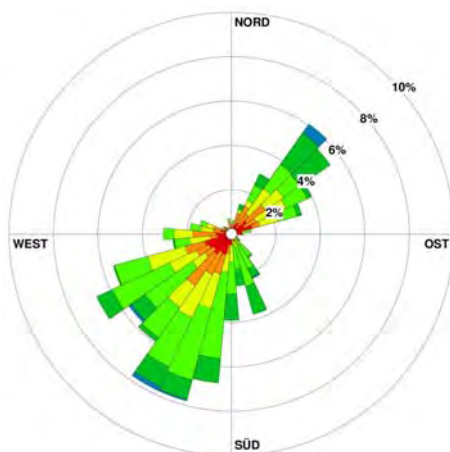
Abbildung 9 Stärkewindrosen für die Monate Januar 2015 bis Juni 2015 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (Legende siehe Abbildung 6).



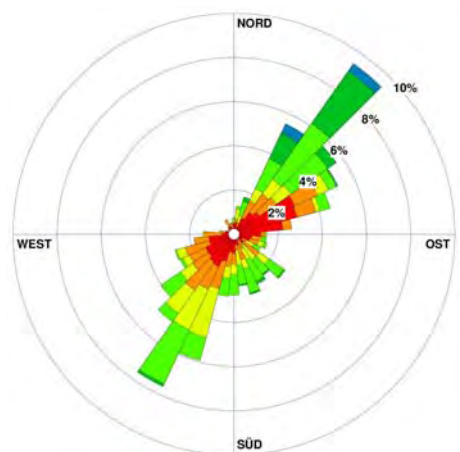
Juli 2015



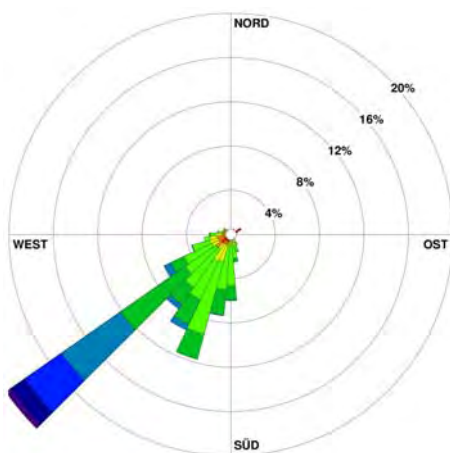
August 2015



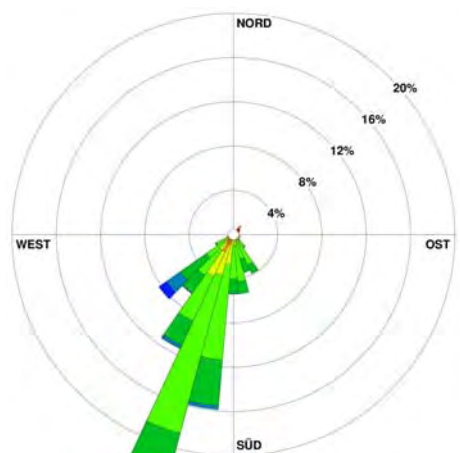
September 2015



Oktober 2015



November 2015 (Skalierung 20 %)



Dezember 2015 (Skalierung 20 %)

Abbildung 10 Stärkewindrosen für die Monate Juli 2015 bis Dezember 2015 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (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 Stickstoffdioxid (NO_2) aufoxidiert wird.

Durch Stickstoffverbindungen wird zusätzlich Stickstoff in die Ökosysteme eingetragen, welcher das Pflanzenwachstum fördert und 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 Ökosysteme wirkt Stickstoffdioxid (NO_2) auch in relevantem Umfang bei photochemischen Prozessen mit, die zur Bildung von Ozon (O_3) 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. BImSchV in deutsches Recht umgesetzt [1], [3].

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Stickstoffdioxid (NO_2) seit dem 01.01.2010 ein Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemittelt über das Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV [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. 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 44 für den Messzeitraum von Januar bis Dezember 2015 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 15 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 11 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO₂-Messdaten für das Jahr 2015 betrug 100 % an 23 Messpunkten. Am MP 34 wurden die Proben für April 2015 entwendet, woraus eine Verfügbarkeit an diesem Messpunkt von 92 % resultiert. 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 44 und das Jahr 2015 zusammenfassend dargestellt. Alle einzelnen Monatswerte sowie die Einzelergebnisse der Doppelbeprobung sind in Tabelle 11 im Anhang B enthalten. Abbildung 11 zeigt zudem die räumliche Verteilung der Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal sowie eine Klassifizierung der NO₂-Jahresmittelwerte für 2015.

Die höchsten NO₂-Belastungen für das Jahr 2015 wurden, wie bereits in den Jahren zuvor, an der Briller Straße (MP 02) mit 66 µg/m³ gemessen. Hohe Jahresmittelwerte von > 50 µg/m³ wurden zudem am Steinweg (MP 16) mit 53 µg/m³ sowie an der Westkotter Straße (52 µg/m³) ermittelt. An den 2013 entlang der Autobahn A 46 neu in Betrieb genommenen Messpunkten MP 39 (Sillerstraße) und MP 40 (Am Dorpweiher) wurden auch im jetzt dritten Messjahr nach wie vor im Mittel Konzentrationen deutlich < 40 µg/m³ gemessen. Mit 33 µg/m³ am MP 39 und 36 µg/m³ am MP 40 lag an diesen Messorten trotz der räumlichen Nähe von Emission und Immission (Abstand zur A 46 jeweils etwa 50 m) keine Überschreitung des Immissionswertes von 40 µg/m³ gemäß 39. BImSchV vor. Dieser ausgeprägte Gradient wird sicher auch durch die lokale Topographie in Verbindung mit den vorhandenen Lärmschutzwänden begünstigt.

Mit Ausnahme der Überdachstation an der Bundesallee wurden an allen weiteren Messorten NO₂-Konzentrationen zwischen 32 und 49 µg/m³ im Jahresmittel 2015 erfasst. Die geringsten NO₂-Belastungen wurden an den Stationen Wuppertal-Bundesallee (MP 27, 26 µg/m³) sowie an dem im Jahr 2014 neu in Betrieb gegangenen Messpunkt an der Sonnenborner Straße (MP 44, 32 µg/m³) ermittelt. Im Gegensatz zum Messpunkt MP 27 an der Bundesallee (Überdachstation, innerstädtische Hintergrundmessung) können alle weiteren Messorte mehr oder weniger stark ausgeprägt 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 44 in Wuppertal für den Messzeitraum Januar bis Dezember 2015.

Stickstoffdioxid NO ₂ in µg/m ³		Jan 15	Feb 15	März 15	Apr 15	Mai 15	Jun 15	Jul 15	Aug 15	Sep 15	Okt 15	Nov 15	Dez 15	Mittel 2015
MP-Nr.	Messort	Jan 15	Feb 15	März 15	Apr 15	Mai 15	Jun 15	Jul 15	Aug 15	Sep 15	Okt 15	Nov 15	Dez 15	Mittel 2015
MP 01	Neuwerker Straße 98	41	42	42	39	37	33	30	43	35	44	35	38	38
MP 02	Briller Straße 28	65	66	66	76	65	69	64	81	58	62	57	59	66
MP 04	Steinbeck 92	52	49	48	52	48	45	46	56	45	48	46	49	49
MP 05	Hochstraße 63	46	48	57	56	47	48	45	57	44	56	40	36	48
MP 07	Uellendahler Straße 198	46	43	44	39	36	33	30	42	34	44	39	44	39
MP 08	Hofkamp 86	41	38	41	39	31	33	30	42	31	37	36	30	36
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	48	47	49	46	42	41	42	54	41	46	44	44	45
MP 13	Rudolfstraße 149	46	45	55	53	47	49	41	56	35	51	43	39	47
MP 14	Schönebecker Straße 81	40	37	43	41	38	36	31	44	33	41	37	33	38
MP 16	Steinweg 25	55	53	54	53	56	53	51	59	46	50	53	51	53
MP 17	Westkötter Straße 111	57	50	57	51	55	52	47	55	48	50	50	50	52
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	40	43	47	44	38	33	32	45	31	41	37	35	39
MP 21	Berliner Straße 159	46	45	50	48	41	43	42	51	41	44	39	31	43
MP 22	Heckinghauser Straße 159	41	43	48	43	35	33	30	41	32	45	36	31	38
MP 24	Staasstraße 51	40	41	46	30	22	23	26	39	30	36	34	32	33
MP 27	Bundesallee 30	29	28	33	30	23	23	20	28	22	30	25	24	26
MP 28	Schwarzbach 78	50	47	47	49	43	45	43	52	44	50	45	46	47
MP 33	Kaiserstraße 32	46	42	49	42	38	36	31	46	35	47	43	44	41
MP 34	Haeseler Strasse 94	49	46	55	n.a.	47	48	41	60	44	48	42	43	48
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	43	43	49	41	39	33	31	40	34	44	40	34	39
MP 39	Sillerstraße 6	36	32	41	43	35	32	26	31	27	33	35	28	33
MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	48	40	46	37	36	30	30	29	28	34	42	38	36
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	47	42	48	45	41	46	41	54	40	44	38	36	43
MP 44	Sonnborner Straße 158	34	33	39	40	29	30	26	31	29	33	35	27	32
VWEL ¹⁾	Wuppertal Gathe	53	52	54	58	53	52	49	51	49	47	53	48	51
WULA ¹⁾	Wuppertal Langerfeld	30	30	30	26	20	19	18	20	21	27	25	24	24
		Beurteilungswert 39. BImSchV / TA Luft (Jahresmittelwert)												
		40												

n.a. - nicht auswertbar bzw. Daten liegen noch nicht vor

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

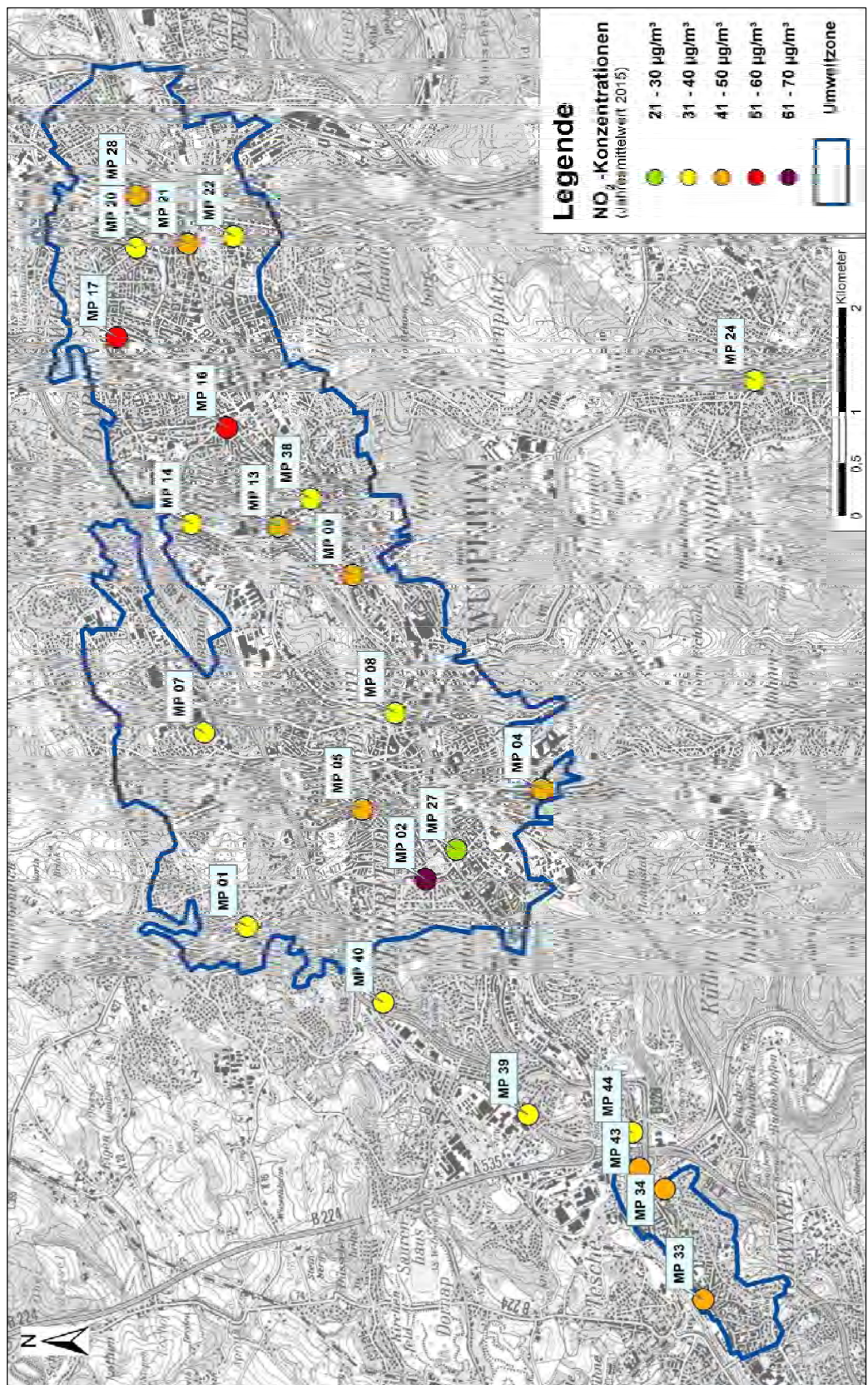


Abbildung 11 Räumliche Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 42 sowie Klassifizierung der NO₂-Jahresmittelwerte 2015

Interessante Ergebnisse zeigen erneut die Messungen an den vergleichsweise autobahnnahe Messstandorten, die in den letzten Messjahren bis aktuell realisiert wurden. Um den immissionsseitigen Einfluss der A 46 auf die angrenzenden Wohngebiete zu untersuchen, wurden seit 2013 in verschiedenen Stadtteilen NO₂-Messungen im Nahbereich der Autobahn durchgeführt, hierbei wurden horizontale Abstände zwischen A 46 und Messort von 50 m an den Messpunkten MP 39 und MP 40 und 120 m an den Messpunkten MP 43 und MP 44 realisiert.

Mit diesen Messungen sollte der Einfluss der Autobahn mit einer Verkehrsbelastung von bis zu DTV 89.000 Kfz/24h (2014) insbesondere auf sensible, autobahnnahe Nutzungen wie Wohnen, Krankenhäuser und Schulen etc. untersucht werden. Darüber hinaus war beabsichtigt, anhand der Messdaten eine fundierte Diskussionsgrundlage für Abstimmungsgespräche mit den übergeordneten Behörden zu schaffen, um entsprechende Maßnahmen zur Reduktion der von der Autobahn ausgehenden Luftschadstoffbelastung zu erreichen und somit direkt positiv einen Beitrag zum Gesundheitsschutz der Wuppertaler Bevölkerung zu leisten.

An den Messpunkten MP 39 (Sillerstraße), MP 40 (Am Dorpweiher), MP 41 (Sanderstraße) und MP 42 (Virchowstraße) wurden hierbei NO₂-Immissionen ermittelt, die unterhalb des Beurteilungswertes gemäß 39. BImSchV lagen. Der aufgrund der hohen Verkehrs- und Emissionsbelastung der A 46 in deren Nahbereich zu vermutende Einfluss auf die NO₂-Immissionsbelastung wurde somit nicht bestätigt. Gezeigt hat sich bei den Messungen an diesen Messpunkten in 2013, dass die Höhenlage der Autobahn über dem Talgrund der Wupper einen Einfluss auf die Höhe der NO₂-Immissionsbelastung hat. Mit zunehmender Höhe über dem Talgrund verändern sich die mittleren Austauschbedingungen hin zu einer besseren Durchlüftung aufgrund höherer mittlerer Windgeschwindigkeiten und weniger stark ausgeprägten stabilen Schichtungszuständen der bodennahen Atmosphäre.

An den im Vergleich am höchsten gelegenen Messpunkten an der Sanderstraße (MP 41) und Virchowstraße (MP 42) wurden in 2013 besonders niedrige NO₂-Jahresmittelwerte erfasst, während an den etwas niedriger gelegenen Messpunkten an der Sillerstraße (MP 39) und Am Dorpweiher (MP 40) höhere NO₂-Belastungen ermittelt wurden. Um diesem Effekt weiter nachzugehen, wurden im Jahr 2014 die Messpunkte MP 43 (Eugen-Langen-Straße) und MP 44 (Sonnborner Straße) in Betrieb genommen. Diese Messpunkte liegen im Vergleich etwa 40 – 70 m niedriger als die zuvor genannten Messpunkte MP 39 bis MP 42, direkt am Sonnborner Kreuz. Zudem wurden diese Messpunkte in Luv (MP 43) und Lee (MP 44) zur A 46 in Bezug auf die Hauptwindrichtung positioniert, beidseitig der A 46 existieren in diesen Bereichen Lärmschutzwände.

Die Ergebnisse der NO₂-Messungen an diesen Messpunkten waren nach Abschluss des ersten Messjahres besonders interessant: Während in 2014 an der Sonnborner Straße (MP 44, Lee zur A46) ein besonders niedriger NO₂-Jahresmittelwert von 29 µg/m³, nur geringfügig höher als an der Hintergrundstation an der Bundesallee mit 26 µg/m³, ermittelt wurde, lag die NO₂-Konzentration im Vorjahr mit 43 µg/m³ am MP 43 an der Eugen-Langen-Straße deutlich höher und zudem oberhalb des Beurteilungswertes gemäß 39. BImSchV.

Ein ausgeprägter und alleiniger Einfluss sowohl der Höhenlage als auch der räumlichen Nähe zur A 46 auf die resultierende NO₂-Belastung hatte sich auf der Grundlage der dort in 2014 erstmals durchgeführten Messungen demnach nicht bestätigt.

Die Messungen wurden an beiden Messpunkten im aktuellen Messjahr 2015 fortgeführt und die Ergebnisse des Vorjahres konnten wiederholt festgestellt werden: Während an der Eugen-Langen-Straße mit 43 µg/m³ erneut vergleichsweise hohe Belastungen oberhalb des Immissionswertes gemäß 39. BImSchV gemessen wurden, lagen die Messwerte an der Sonnborner Straße (MP 44) mit 32 µg/m³ deutlich niedriger.

Somit unterstreicht dieser Vergleich erneut den verhältnismäßig großen Einfluss der räumlich unmittelbar angrenzenden lokalen Emissionen, die an der Eugen-Langen-Straße durch den lokalen Kfz-Verkehr höher sind als an der Sonnborner Straße. Neben den direkt lokalen Emissionen wird die lufthygienische Situation an der Eugen-Langen-Straße zusätzlich durch die Verkehrsemissionen des stark befahrenen Sonnborner Ufers beeinflusst. Verstärkt wird dieser emissionsseitige Einfluss durch die im Vergleich ungünstigen lokalen Austausch- und Durchlüftungsbedingungen an der Eugen-Langen-Straße, da die Eugen-Langen-Straße gegenüber der Umgebung um einige Meter tiefer liegt und zudem eine höhere Bebauung aufweist als an der Messstelle Sonnborner Straße (MP 44). Daraufhin wurden verwaltungsintern Maßnahmen zur Reduktion der lufthygienischen Belastung an der Eugen-Langen-Straße geprüft.

Besonders positiv sind die Ergebnisse am Messpunkt MP 7 (Uellendahler Straße) zu bewerten. Nach den Messpunkten MP 20 (Wichlinghauser Straße), MP 22 (Heckinghauser Straße), MP 33 (Kaiserstraße) und MP 38 (Friedrich-Engels-Allee 308) im Vorjahr 2014 wurde an diesem Messpunkt der Grenzwert für NO₂ von 40 µg/m³ im Jahresmittel erstmals seit Messbeginn nicht überschritten. Mit Ausnahme des MP 33 (Kaiserstraße), an dem aktuell wieder 41 µg/m³ registriert wurden, hat sich Einhaltung des Grenzwertes an allen anderen o. g. Messpunkten zudem im Jahr 2015 bestätigt.

Gleichwohl ist die räumliche Verteilung der NO₂-Belastung innerhalb des Wuppertaler Stadtgebietes differenziert zu bewerten. Während an den emissionsseitig hoch belasteten Messorten in Verbindung mit ungünstigen Austauschbedingungen hohe NO₂-Belastungen im Jahresmittel erreicht werden (NO₂ > 50 µg/m³, MP 02, MP 16 und MP 17), liegen die entsprechenden Mittelwerte abseits dieser Belastungsschwerpunkte z. T. deutlich niedriger. An der Überdachmessstation an der Bundesallee (MP 27), die aufgrund der Messhöhe den innerstädtischen Hintergrund charakterisiert, wurde ein im Vergleich zum Vorjahr identischer NO₂-Jahresmittelwert von 26 µg/m³ ermittelt.

NO₂-Immissionen im Jahresverlauf 2015

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2015 zusätzlich die Monatsextreme (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2015) dargestellt. Im Jahr 2015 wurden die höchsten Belastungen im Allgemeinen in den Zeiträumen März und August ermittelt. Die Messergebnisse variierten im Jahresverlauf je nach Messpunkt um den Faktor 1,2 bis 2,1. Die Ergebnisse aller Einzelmonate sind in Tabelle 11 im Anhang B dokumentiert.

Typische Jahresgänge der NO₂-Immissionen mit deutlich höheren Belastungen in den Wintermonaten wurden im Jahr 2015 (und auch bereits im Vorjahr 2014) in Wuppertal nur noch eingeschränkt in dieser typischen Ausprägung beobachtet. Dies ist insbesondere auf die über längere Episoden sehr milden Winter in den letzten Jahren zurückzuführen (vgl. Abschnitt 5.1, *Witterungsverlauf 2015*).

Tabelle 6 NO₂-Jahresmittelwerte sowie NO₂-Monatsextreme für das Jahr 2015.

MP-Nr.	Messort / Adresse	NO ₂ (2015)	NO ₂ - Minimum	NO ₂ - Maximum	Max/Min
	Straße / Hausnummer	µg/m ³	µg/m ³ Monat	µg/m ³ Monat	Faktor
MP 01	Nevigeser Straße 98	38	30	Jul 15 44	Okt 15 1,5
MP 02	Briller Straße 28	66	57	Nov 15 81	Aug 15 1,4
MP 04	Steinbeck 92	49	45	Jun 15 56	Aug 15 1,2
MP 05	Hochstraße 63	48	36	Dez 15 57	Aug 15 1,6
MP 07	Uellendahler Straße 198	39	30	Jul 15 46	Jan 15 1,5
MP 08	Hofkamp 86	36	30	Jul 15 42	Aug 15 1,4
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	45	41	Sep 15 54	Aug 15 1,3
MP 13	Rudolfstraße 149	47	35	Sep 15 56	Aug 15 1,6
MP 14	Schönebecker Straße 81	38	31	Jul 15 44	Aug 15 1,4
MP 16	Steinweg 25	53	46	Sep 15 59	Aug 15 1,3
MP 17	Westkotter Straße 111	52	47	Jul 15 57	Mrz 15 1,2
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	39	31	Sep 15 47	Mrz 15 1,5
MP 21	Berliner Straße 159	43	31	Dez 15 51	Aug 15 1,6
MP 22	Heckinghauser Straße 159	38	30	Jul 15 48	Mrz 15 1,6
MP 24	Staasstraße 51	33	22	Mai 15 46	Mrz 15 2,1
MP 27	Bundesallee 30	26	20	Jul 15 33	Mrz 15 1,7
MP 28	Schwarzbach 78	47	43	Mai 15 52	Aug 15 1,2
MP 33	Kaiserstraße 32	41	31	Jul 15 49	Mrz 15 1,6
MP 34	Haeseler Strasse 94	48	41	Jul 15 60	Aug 15 1,5
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	39	31	Jul 15 49	Mrz 15 1,6
MP 39	Sillerstraße 6	33	26	Jul 15 43	Apr 15 1,6
MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	36	28	Sep 15 48	Jan 15 1,7
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	43	36	Dez 15 54	Aug 15 1,5
MP 44	Sonnborner Straße 158	32	26	Jul 15 40	Apr 15 1,5

Qualitativ ist der Verlauf der NO₂-Belastung auf eine Überlagerung von Emissionssituation und Witterungsverlauf zurückzuführen. Insofern sind die Verläufe plausibel, die in der Tendenz eher höher belasteten Monate März und August waren im Mittel durch einen höheren Anteil austauscharmer Witterungsbedingungen gekennzeichnet. Im Januar, Juli sowie im November und Dezember dominierten von atlantischen Tiefausläufern geprägte Westwindwetterlagen (vgl. Monatswindrosen in Abbildung 10). Diese austauschreichen Wetterlagen führen zu einer guten Durchmischung der bodennahen Atmosphäre, was wiederum zu vergleichsweise unauffälligen Belastungen in diesen Monaten führte. Entsprechende Verläufe wurden NRW-weit auch an anderen Messstationen erfasst, so dass der Verlauf insgesamt plausibel erscheint. Gleichwohl wird sich 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.

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 Jahren 2007 bis 2014 korrespondiert. Der im Vorjahr 2014 gemessene abnehmende Trend der NO₂-Belastung hat sich im Jahr 2015 nicht in gleicher Weise fortgesetzt. So wurden in 2015 nur an 3 Messorten niedrigere Konzentrationen ermittelt, als im Vorjahr (MP 07, MP 24 und MP 38). In 2014 konnte dieser Sachverhalt noch an 21 Messorten dokumentiert werden. Relevante Anstiege wurden hingegen an den Messpunkten MP 02, MP 05, MP13, MP 17, MP 33 und MP 44 beobachtet (jeweils +3 bis +5 µg/m³). Die verbleibenden Messpunkte waren in der Tendenz eher unauffällig. Im Mittel über alle Messpunkte ergibt sich ein um 1 µg/m³ höheres Belastungsniveau in Wuppertal als in 2014. Das entspricht einem leichten Anstieg von 2 %. In NRW wurde landesweit hingegen ein geringfügiger Rückgang von 1-2 µg/m³ registriert [40].

Von den hier ausgewerteten 24 Messstandorten im Wuppertaler Stadtgebiet wurde im Jahr 2015 an 12 Messstandorten der Beurteilungswert von 40 µg/m³ überschritten. Diese Anzahl ist identisch mit dem Vorjahr. In dieser Statistik spiegelt sich demnach in Wuppertal derzeit auch die bundesweite Situation wieder. Denn nach Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) war die Belastung durch Stickstoffdioxid 2015 ähnlich hoch wie in den Vorjahren [35], [36].

Unter Berücksichtigung eines regionalen Hintergrundniveaus von etwa 21 µg/m³ (gemäß aktuellem Luftreinhalteplan Wuppertal 2013 [6]) wird insbesondere an verkehrsbelasteten Standorten in Abhängigkeit der konkreten lokalen Emissionssituation und Luftaustauschbedingungen der Beurteilungswert von 40 µg/m³ als Jahresmittelwert (Beurteilungswert seit dem 01.01.2010) überschritten.

6.1.2 Langjährige Messungen von Stickstoffdioxid NO₂ 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), die eine flächenhafte Erfassung der NO₂-Belastung ermöglicht (siehe auch Tabelle 8).

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 Wuppertal Friedrich-EngelsAllee 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 Passivsammler 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 Tabelle 7 sind zunächst die Jahresmittelwerte an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA) für NO₂ und das Jahr 2015 aufgeführt und dem entsprechenden Beurteilungswert gegenübergestellt. Zusätzlich zu den Ergebnissen dieser kontinuierlichen NO₂-Messungen sind in Tabelle 7 vergleichend auch die NO₂-Jahresmittelwerte der Stationen Steinweg, Friedrich-Engels-Allee 308 sowie Bundesallee dargestellt, für die mehrjährige Messreihen für NO₂ vorliegen (siehe auch Abbildung 12).

Während an allen Messorten (aktive und passive Messverfahren) der Jahres-Immissionsgrenzwert gemäß der 39. BImSchV beurteilt werden kann, ist eine Beurteilung des Kurzzeit-Immissionsgrenzwertes gemäß 39. BImSchV (Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittelwertes) nur an den Stationen Wuppertal-Gathe und Wuppertal-Langerfeld möglich.

Tabelle 7 NO₂-Jahresmittelwerte (2015) an den Stationen Gathe (VWEL) sowie zum Vergleich an den Messorten Steinweg, Friedrich-Engels-Allee 308 und Bundesallee.

Messstation	Messverfahren	NO ₂ -Jahresmittel in µg/m ³	Anzahl Überschreitungen 1h-Mittelwert 200 µg/m ³
Gathe ²⁾	aktiv	51	0
Langerfeld ²⁾	aktiv	24	0
Steinweg	passiv	53	---
Friedrich-Engels-Allee 308	passiv	39	---
Bundesallee	passiv	26	---
Beurteilungswert		40 ¹⁾	18

¹⁾ Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV (Jahresmittel)

²⁾ Quelle: Tabelle zu EU-Jahreskenngrößen des LANUV NRW, Stand vom 29.03.2016

Die kontinuierliche Messstation Wuppertal Gathe zeigte mit 51 µg/m³ im Jahresmittel 2015 nach wie vor eine deutliche Überschreitung des Jahres-Immissionsgrenzwertes für NO₂. Diese hohe Belastung korrespondiert gut mit den Ergebnissen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten NO₂-Messungen an entsprechenden Belastungsschwerpunkten (siehe auch Tabelle 5 und Abbildung 11).

Der Kurzzeit-Immissionsgrenzwert von 200 µg/m³ als Stundenmittel wurde an der Station Wuppertal-Gathe im Jahr 2015 nicht überschritten. Im Vergleich zu den NO₂-Messungen an den Belastungsschwerpunkten lagen die NO₂-Jahresmittelwerte an den städtischen Hintergrundmessstationen Wuppertal-Langerfeld und Bundesallee mit 24 µg/m³ bzw. 26 µg/m³ erwartungsgemäß deutlich niedriger.

In Abbildung 12 ist die Entwicklung NO₂-Belastung seit dem Jahr 2000 dargestellt. 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 und 2015 schließlich auf 26 µg/m³ zurück.

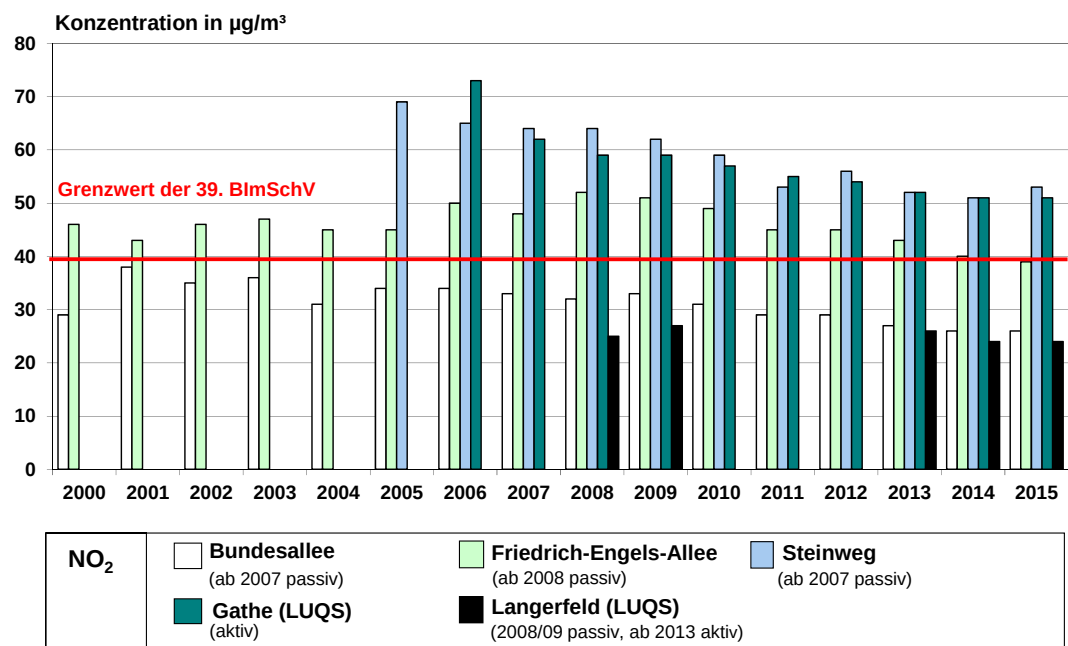


Abbildung 12 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO₂ an ausgewählten Messstellen in Wuppertal von 2000 bis 2015.

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 mit im Mittel 26 µg/m³ in den Jahren 2008 und 2009 nochmals um etwa 3 bis 5 µg/m³ niedriger. Die NO₂-Messungen an der Station Wuppertal-Langerfeld (WULA) wurden ab dem Jahr 2010 durch das LANUV NRW unterbrochen und mit Messbeginn im Dezember 2012 wieder fortgeführt.

Der Jahresmittelwert an der Station Wuppertal-Langerfeld (WULA) lag im Vergleich zur Bundesallee mit im Mittel 24 µg/m³ im Jahr 2015 nochmals um 2 µg/m³ niedriger. Nach einem 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 Belastungshöhe.

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 im Vorjahr 2014 erstmals seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 nicht überschritten. Dieses positive Ergebnis wurde im Jahr 2015 wieder erreicht. Ausgehend von den Spitzenbelastungen im Jahr 2008 (52 µg/m³) wurden an dieser Messstelle seit 2009 kontinuierlich rückläufige Belastungen erfasst.

Die Messungen an den Belastungsschwerpunkten Steinweg und Wuppertal-Gathe ergaben seit Messbeginn an diesen Messstellen NO₂-Jahresmittelwerte von zunächst etwa 60 – 70 µg/m³ mit abnehmender Tendenz bis 2013. Seitdem stagniert das Niveau an beiden Belastungsschwerpunkten („Hot-Spots“) bei Werten knapp oberhalb von 50 µg/m³. Die Werte korrespondieren somit gut mit den Ergebnissen der weiteren NO₂-Messungen im Wuppertaler Stadtgebiet an vergleichbaren Messstandorten (siehe auch Tabelle 5, Abbildung 11 und Tabelle 8).

In Tabelle 8 ist ergänzend zu Abbildung 12 die zeitliche Entwicklung der NO₂-Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen von 2008 bis 2015 zusammengefasst. Die nicht fortlaufende Nummerierung der aktuell realisierten Messstellen in Tabelle 8 ist auf die unterschiedlichen NO₂-Messprogramme der Stadt Wuppertal in den letzten Jahren (insbesondere vor 2007) zurückzuführen – neue Messstellen wurden fortlaufend nummeriert und die Nummern nicht mehr beprobter Messstellen wurden nicht erneut verwendet, um die Messdaten eindeutig einer konkreten Messstelle zuordnen zu können.

Nach den Messpunkten MP 03, MP 19 und MP 30 in 2013 wurden zuletzt im Jahr 2014 die Messpunkte MP 41 und MP 42 außer Betrieb genommen, da an diesen Messstellen an der Sanderstraße und Virchowstraße nach dem einen Messjahr in 2013 der Immissionswert von 40 µg/m³ deutlich unterschritten und somit sicher eingehalten wurde. Das Ziel dieser Messpunkte war es, zusammen mit den Messpunkten MP 39 und MP 40, an ausgewählten Messorten entlang der Autobahn A 46 den immissionsseitigen Einfluss der A 46 auf die relevanten Nutzungen (Wohnen, Klinik) zu untersuchen. Im Ergebnis hat sich gezeigt, dass insbesondere in der orographisch gegliederten Struktur des Wuppertaler Stadtgebietes der Einfluss der „Höhenlage“ einen signifikanten Einfluss auf die resultierende Immissionssituation hat. Aus diesem Grund wurden die emissionsnahen NO₂-Messungen bereits im Jahr 2014 um 2 weitere Messorte im direkten Einwirkungsbereich der A 46 im Bereich des Sonnenborner Kreuzes ergänzt (MP 43 und MP 44).

An den Messstellen gemäß Tabelle 8 ist seit 2008 bis einschließlich 2015 ein deutlich rückläufiger Trend der NO₂-Belastungen zu beobachten. Für den hier dargestellten Zeitraum von 2008 bis einschließlich 2015 gilt dieser abnehmende Trend sowohl für das Gesamtmittel über alle Messstellen als auch für jeden einzelnen Messort.

Tabelle 8 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO₂ für die Jahre 2008 bis 2015.

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

Dieser langjährige Trend hat sich in 2015 in Wuppertal jedoch nicht in gewohnter Weise fortgesetzt. In 2014 wurden noch an 21 Messorten niedrigere Konzentrationen ermittelt als im Vorjahr (in 2013 waren es 15 Messorte). Im Jahr 2015 wurden aktuell nur an 3 Messorten niedrigere Belastungen erfasst, als im Vorjahr. Vielmehr waren (zumeist nur leichte) Konzentrationsanstiege und Stagnationen die Regel, die im Mittel über alle Messpunkte zu einem um 1 µg/m³ höheren Belastungsniveau als in 2014 geführt haben. Das entspricht einem leichten Anstieg von 2 %.

Auch bundesweit war die Stickstoffdioxidbelastung im Jahr 2015 ähnlich hoch wie in den Vorjahren [35], [36].

In Abbildung 13 ist die Entwicklung der NO₂-Konzentrationen von 2008 bis 2015 an den in Tabelle 8 genannten Passivsammlermessstellen in Wuppertal sowie an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL) zusätzlich auch grafisch dargestellt.

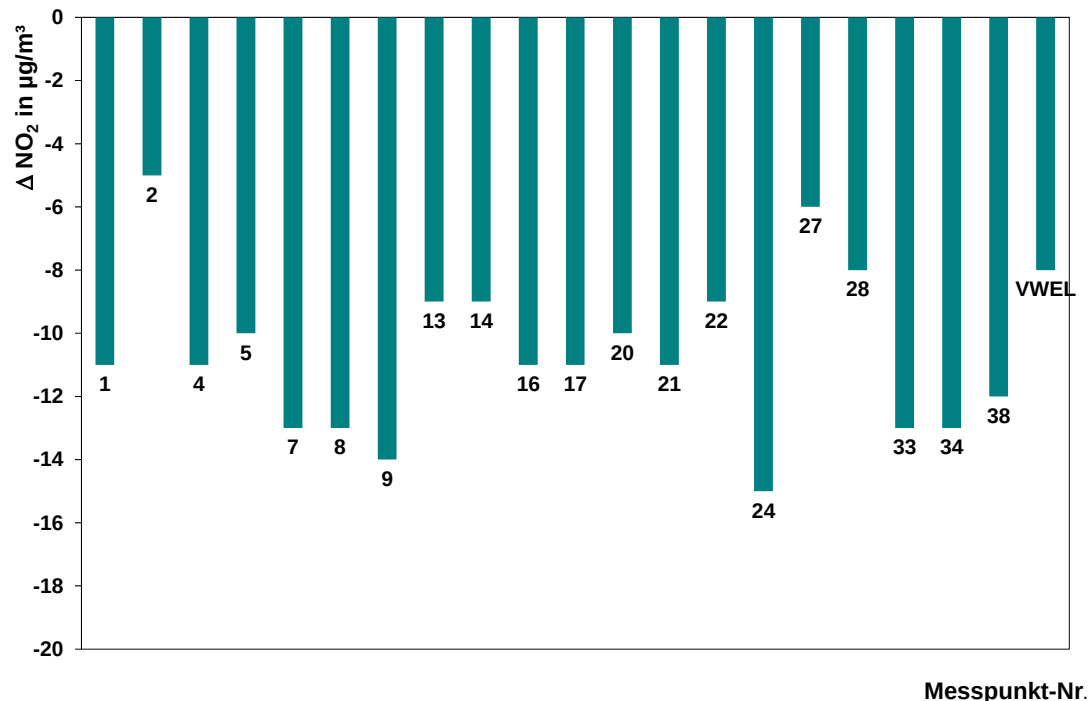


Abbildung 13 Rückgang der NO₂-Konzentrationen im Zeitraum von 2008 bis 2015 an 20 Passivsammlermessstellen in Wuppertal sowie an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL) des LANUV NRW in µg/m³.

Die Gesamtreduktion der NO₂-Belastung von 2008 bis einschließlich 2015 reicht dabei von 5 bis 6 µg/m³ (an den Messpunkten MP 02 und MP 27) bis hin zu Reduktionen von ≥ 13 µg/m³ an den MP 09 und MP 24. Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den Zeitraum von 2008 bis 2015 ein Rückgang der NO₂-Immissionen von mittlerweile 11 µg/m³ registriert. Eine Zunahme der NO₂-Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum 2008 bis 2015 an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet.

Besonders positiv sind die Ergebnisse am Messpunkt MP 07 (Uellendahler Straße) zu bewerten. An diesem Messpunkt wurde der Grenzwert für NO₂ von 40 µg/m³ im Jahresmittel erstmals seit Messbeginn nicht überschritten. Darüber hinaus hat sich mit einer Ausnahme (MP 33, Kaiserstraße) auch die in 2014 erstmals erreichte Einhaltung des Grenzwertes an mehreren Messpunkten bestätigt.

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

Bundesweit war die Belastung durch Stickstoffdioxid nach Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) im Jahr 2015 ähnlich hoch wie in den Vorjahren [35], [36]. In Deutschland wurden an etwa 60 % der verkehrsnahen Messstationen Überschreitungen des Jahresmittelwertes für NO₂ registriert. Im Durchschnitt lag die Belastung an diesen Standorten bei 42 µg/m³ im Jahresmittel. Spitzenbelastungen wurden mit Jahresmittelwerten von 87 µg/m³ und 84 µg/m³ in Stuttgart am Neckartor und in München an der Landshuter Allee gemessen.

Für Nordrhein-Westfalen wurde in 2015 vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) hingegen ein leicht rückläufiger Trend der NO₂-Belastung mit einem Rückgang von ca. 1 – 2 µg/m³ pro Jahr gemeldet. Die Abnahme war an verkehrsbelasteten Stationen etwas größer als an städtischen Hintergrundmessstellen [40]. In NRW konnte im Jahr 2015 an 56 von 127 Messstationen der Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel nicht eingehalten werden. Im Jahr 2014 waren es noch 58 von 127 Stationen. Hier lagen die Messwerte an Verkehrsmessstellen in 2015 durchschnittlich bei 44 µg/m³.

Die Anzahl der besonders hoch belasteten (Jahresmittelwert > 60 µg/m³) Messstationen aus dem NRW-Landesmessnetz war mit 2 Stationen im Jahr 2015 gegenüber 2014 genauso hoch [35], [36], [40]. Neben den Ergebnissen an der Briller Straße in Wuppertal wurden solche Spitzenbelastungen 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.

Entgegen dem landesweit tendenziell leicht abnehmenden Belastungstrend wurde 2015 in Wuppertal eine stagnierende Anzahl an Stationen mit Überschreitung des Jahresmittelwertes und eine im Mittel um 1 µg/m³ bzw. 2 % leicht zunehmende Belastung registriert [40]. Ursächlich wird sich voraussichtlich die ungünstige verkehrliche Situation durch die Baumaßnahmen im Umfeld des Döppersberges sowie die Baumaßnahmen an der A 46 negativ auf die Immissionssituation ausgewirkt haben, da hohe Stauanteile in Verbindung mit potentiell austauscharmen Wetterlagen zu höheren Belastungen führen.

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.

Die Verringerung dieses Anteils in den letzten beiden Jahren ist neben dem kontinuierlichen Rückgang der NO₂-Immissionen in Wuppertal insgesamt auf die eher geringen NO₂-Belastungen an den vermuteten Belastungsschwerpunkten im Nahbereich der A 46 zurückzuführen.

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

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 [40]. 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 [37].

Für 37 Städte in Nordrhein-Westfalen, u. a. auch für die Stadt Wuppertal, wurde eine solche Fristverlängerung im Februar 2013 an die EU weitergeleitet [38]. 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 [38]. 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 Jahresmittelwert von 40 µg/m³ für NO₂ 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 [38].

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 im Juni 2015 ein Aufforderungsschreiben, womit ein formelles Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland eingeleitet wurde [44]².

In einer Stellungnahme vom 18.08.2015 reagierte die Regierung der Bundesrepublik auf die Vorwürfe mangelnder Maßnahmenkonsequenz. 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 [45]. Das Versagen der europäischen Abgasgesetzgebung für Dieselfahrzeuge führt nach Schlussfolgerungen des LANUV NRW im realen Fahrbetrieb der Städte etwa zu vierfach höheren Emissionen, als aufgrund der Abgasgesetzgebung zu erwarten war [42].

Vertragsverletzungsverfahren laufen in mehreren Stufen ab. Die nächste Stufe wäre eine mit Gründen versehene Stellungnahme seitens der EU. Ob und wann die Kommission diese abgibt, liegt in ihrem Ermessen.

Derweil haben sich deutsche und europäische Gerichte zunehmend mit Klagen auseinanderzusetzen, seitdem höchstrichterlich entschieden wurde, dass Einzelne und Umweltverbände einen Rechtsanspruch auf Einhaltung von Immissionsgrenzwerten geltend machen können. Demnach sind die zuständigen Behörden verpflichtet, erforderliche Maßnahmen zu deren schnellstmöglicher Einhaltung zu treffen [46].

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

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), Kleinf Feuerungsanlagen (z. B. Hausbrand), dem Straßenverkehr und der Landwirtschaft.

Feinstäube der Fraktion PM₁₀⁽³⁾ 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 [39]. 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 wichtigsten [39].

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 [39].

Insgesamt ist davon auszugehen, dass PM₁₀ oder 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.

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

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 Luftqualitätsrichtlinien der europäischen Union zurück, die durch die Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sowie durch die Einführung der 39. BImSchV zum BImSchG in deutsches Recht umgesetzt worden sind.

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Partikel 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 2015 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 9 sind die statistischen Kenngrößen für die PM₁₀- und PM_{2,5}-Messungen an diesen Messstellen für das Jahr 2015 dargestellt und dem Beurteilungswert gem. 39 BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 9 Statistische Kenngrößen für Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} im Jahr 2015 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	25	18	---
Langerfeld	19	7	12
Beurteilungswert	40¹⁾	35¹⁾	25¹⁾

¹⁾ Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV

²⁾ Zielwert gemäß 39. BImSchV

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.

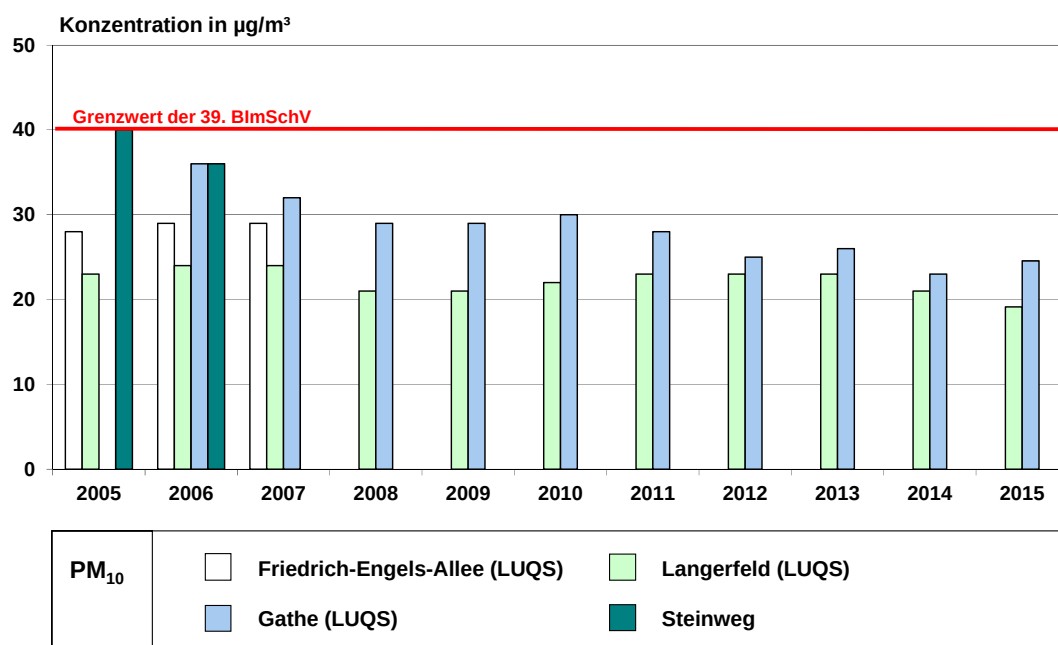


Abbildung 14 Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 bis 2015.

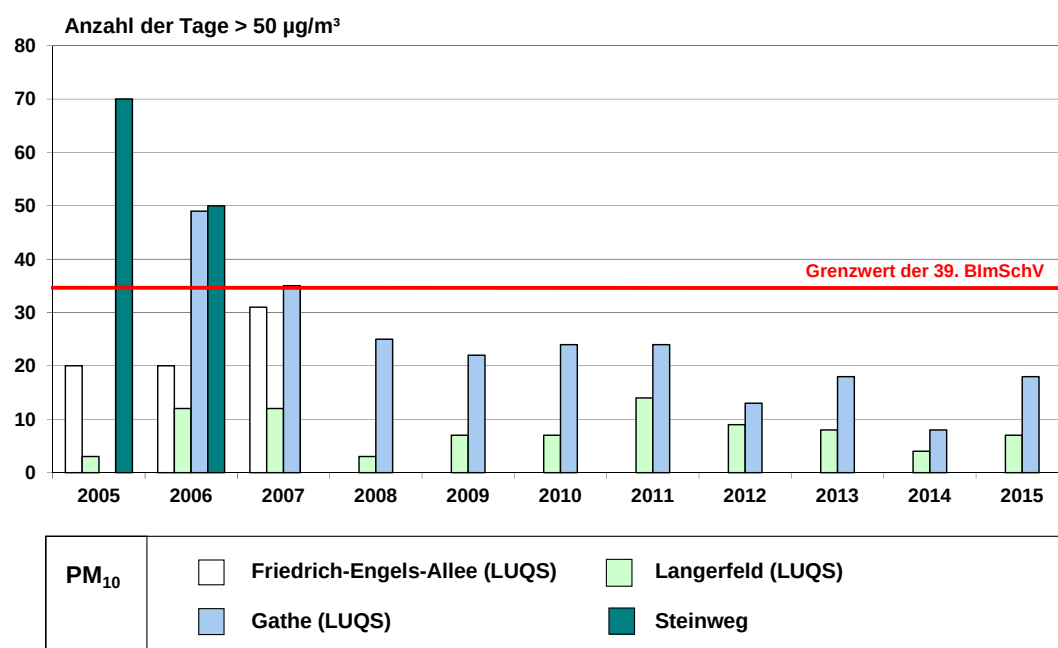


Abbildung 15 Anzahl der Tage mit PM₁₀-Mittelwerten > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 bis 2015.

Im Jahresmittel 2015 lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld sowohl die PM_{10} - als auch die $PM_{2,5}$ -Konzentrationen deutlich unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte. An der Station Gathe wurde hierbei, wie schon in den letzten Jahren, aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine höhere PM_{10} -Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Auch die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag an der Station Gathe mit 18 Tagen in 2015 entsprechend höher als an der Messstelle Langerfeld mit 7 Tagen.

Die Abbildung 14 verdeutlicht insbesondere für den innerstädtischen Belastungsschwerpunkt Gathe im mehrjährigen Vergleich einen positiven Trend mit insgesamt abnehmenden Jahresmittelwerten. Nach einem Rückgang der PM_{10} -Belastung in den Jahren 2006 und 2007 und einer darauf folgenden Stagnation der mittleren PM_{10} -Konzentrationen konnte seit 2011 eine stetige Verbesserung für diesen Luftschadstoff beobachtet werden. 2015 lagen die Ergebnisse geringfügig über dem Niveau des Vorjahres 2014 und korrespondieren somit mit dem Trend für NO_2 .

Die Jahresmittelwerte der Friedrich-Engels-Allee (Messzeitraum 2000 bis 2007) und der Station Langerfeld im städtischen Hintergrund (Messzeitraum 2003 bis 2015 und aktuell) weisen hingegen eine geringere Variation in den jeweiligen Messzeiträumen von Jahr zu Jahr auf. Die verbleibenden, geringfügigen Änderungen der mittleren PM_{10} -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 PM_{10} -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 2015 weisen diese Stationen auf einem Niveau von etwa $11\text{--}15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Mittel eine leicht rückläufige Tendenz von $2\text{--}3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Der Beitrag des beschriebenen städtischen und überregionalen Hintergrundes zur PM_{10} -Belastung an der LUQS-Station Gathe kann mit Hilfe einer Quellenzuordnung nach dem Ansatz Lenschow et al. (2001) abgeschätzt werden [41]. In diesem Ansatz geht man von dem Beitrag unterschiedlicher Quellregionen zur PM_{10} -Immissions-situation an einem bestimmten "Hot Spot" aus. Die Ergebnisse einer solchen Quellenanalyse zeigt die 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 PM_{10} -Konzentration von $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 %) der Station Wuppertal Gathe (VWEL) im Jahr 2006 setzt sich zusammen aus einem überregionalen Hintergrund von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (39 %, grün-schraffiert), einem regionalen Hintergrundbeitrag von $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 %, grün), einem städtischen Hintergrundbeitrag von $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (4 %, blau) sowie einer lokalen Zusatzbelastung an der Station Gathe (VWEL) von $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die PM_{10} -Konzentrationen in diesen Jahren für den städtischen sowie den regionalen Hintergrund auf einem identischen Niveau lagen.

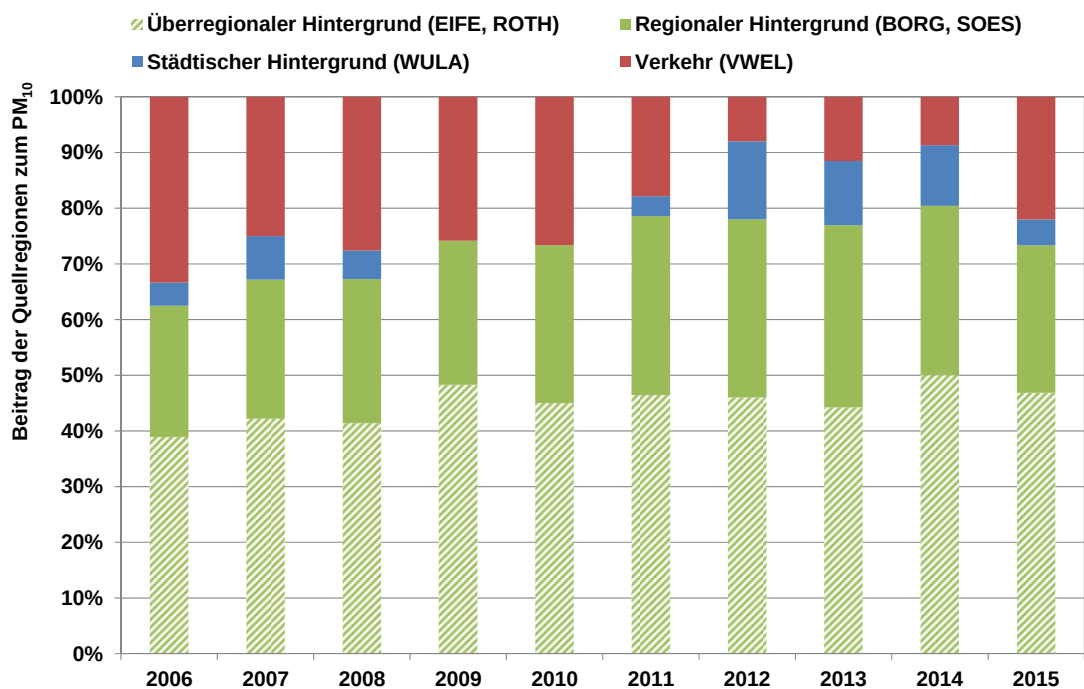


Abbildung 16 Beiträge der Quellregionen „Überregionaler Hintergrund“, „Regionaler Hintergrund“, „Städtischer Hintergrund“ und „Verkehr“ an der LUQS-Station Wuppertal Gathe (VWEL) nach Ansatz von Lenschow et. al [41].

Im Ergebnis zeigt sich, dass die verkehrsbedingte Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM_{10} an der Messstation Gathe (in rot) in den letzten Jahren signifikant abgenommen hat, während der Anteil des städtischen Hintergrundes (v.a. Hausbrand, Industrie, großräumige Belastung durch Straßenverkehr) eher zunimmt. In 2015 wurde dieser mehrjährige Trend zuletzt allerdings unterbrochen; der verkehrsbedingte Anteil lag seit mehreren Jahren wieder bei $> 20\%$.

Der Einfluss der regionalen und überregionalen Hintergrundbelastung gewann am innerstädtischen Belastungsschwerpunkt zunächst (bis etwa 2011) immer mehr an Bedeutung. Seit 2012 sind diese Quellgruppenbeiträge etwa konstant.

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 ab-

zielt. Gleichzeitig erlebt im Umland der Einsatz von Brennholz zum Heizen in Haushalten 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 seit dem Jahr 2009 durchgeführten PM_{2,5}-Messungen lagen bislang zwischen 19 µg/m³ in 2009 und 13 µg/m³ in 2015 und damit deutlich und sicher unterhalb des Beurteilungswertes von 25 µg/m³ im Jahresmittel gemäß 39. BImSchV.

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 Trend mit einer abnehmenden Anzahl an Überschreitungstagen bis 2008 zu erkennen. Von 2008 bis einschließlich 2011 stagnierte die Anzahl der Überschreitungstage an der Station Gathe bei etwa 24 pro Jahr. Seit 2012 pendelt sich dort die Anzahl bei < 20 Tagen ein. Für das Berichtsjahr 2014 wurden an dieser Stelle zuletzt 8 Überschreitungstage gemeldet. Mit nur 15 Tagen stellte sich in 2015 die Situation etwas ungünstiger dar.

An der Station Langerfeld ist die Anzahl der Überschreitungstage seit dem Jahr 2012 nicht mehr über 10 gestiegen. Im aktuellen Berichtsjahr wurden hier an 7 Tagen Konzentrationen > 50 µg/m³ gemessen.

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} in Bezug auf die aktuellen Beurteilungswerte als unkritisch bezeichnet werden. Sowohl die Langzeit- als auch die Kurzzeitwerte liegen seit dem Jahr 2007 sicher unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte. Die Entwicklung der Feinstaubsituation in den letzten Jahren bis einschließlich 2015 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 2015 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 2015 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 sich 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 2015 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 Messpunkten des aktuellen NO₂-Messnetzes markiert, die nicht mehr beprobten Messpunkte sind grün dargestellt.

Im Jahr 2015 wurde das Messnetz im Vergleich zum Vorjahr in unveränderter Weise fortgeführt. Die letzte Anpassung erfolgte zum Jahreswechsel 2013/2014 mit Inbetriebnahme der Messpunkte MP 43 (Eugen-Langen-Straße) und MP 44 (Sonnborner Straße), beide im Bereich des Sonnenborner Kreuzes.

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 17 Messorten durchgeführt, die aktuell (2015) nicht mehr Bestandteil des Wuppertaler Messnetzes sind. In Tabelle 10 sind ergänzend zu Abbildung 17 diese „historischen“ Messpunkte inkl. Messpunkt-Nr., Adresse und GK-Koordinaten, Höhe über NN sowie der Angabe des letzten Messjahres ausgewiesen.

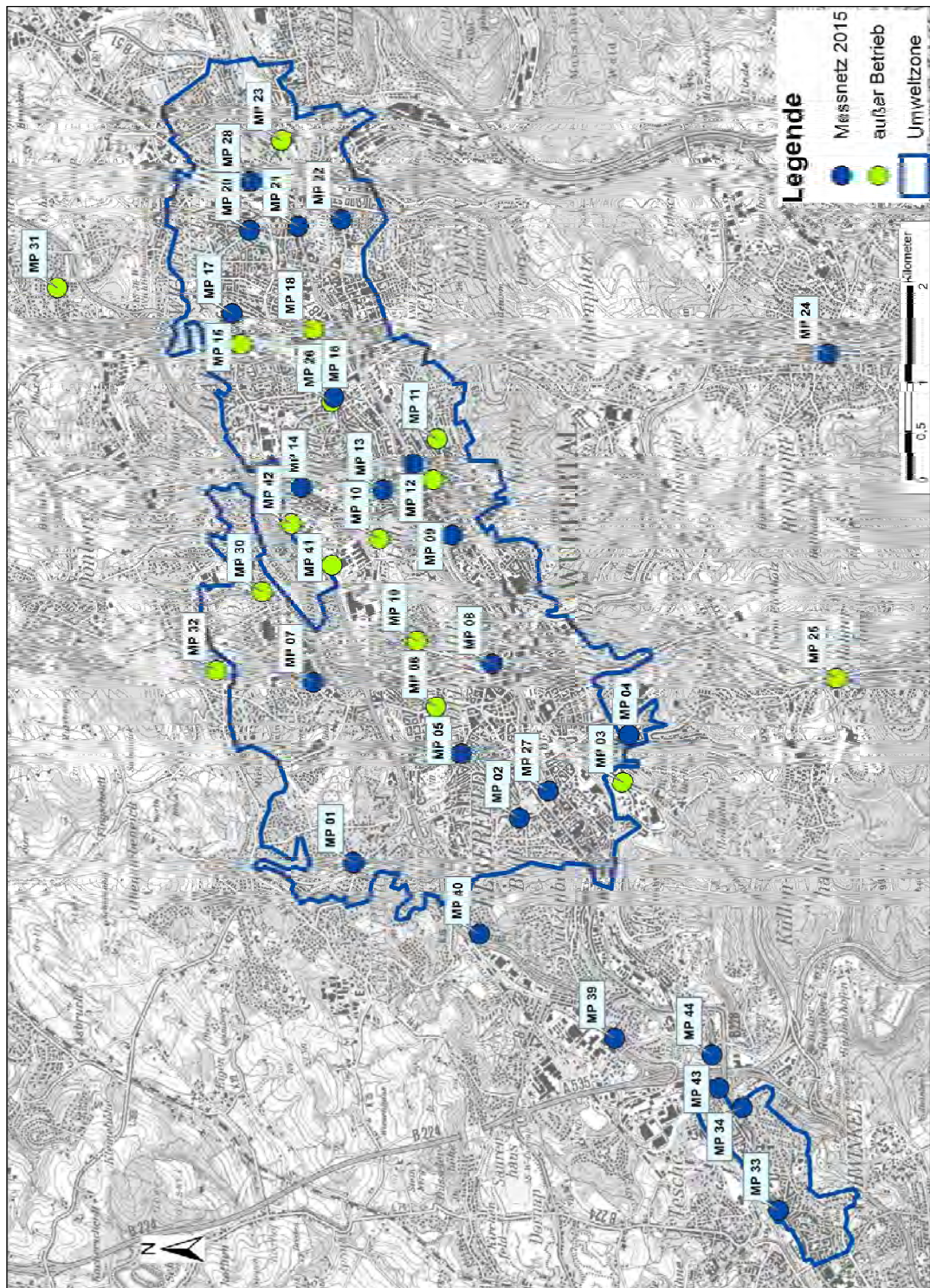


Abbildung 17 Räumliche Verteilung der bis 2015 aktiven sowie der nicht mehr beprobten NO_2 -Messorte in Wuppertal.

Tabelle 10 Messorte aus dem NO₂-Messnetz in Wuppertal, die nicht mehr beprobt werden.

MP-Nr.	Messort / Adresse Straße / Hausnummer	Rechtswert m	Hochwert m	Höhe m über NN	Messung bis
MP 03	Neviantstraße 44	25 79 383	56 79 643	176	2012
MP 06	Gathe 35	25 80 166	56 81 561	151	2006
MP 10	Rudolfstraße 109	25 81 898	56 82 159	181	2006
MP 11	Meckelstraße 60	25 82 928	56 81 549	188	2006
MP 12	Wittensteinstraße	25 82 508	56 81 600	160	2006
MP 15	Klingelholl 96	25 83 907	56 83 580	197	2006
MP 18	Bachstraße 26	25 84 064	56 82 837	156	2006
MP 19	Ostersbaum 72	25 80 846	56 81 767	164	2012
MP 23	Am Buchenloh	25 86 017	56 83 158	170	2006
MP 25	Hahnerberger Straße 51	25 80 462	56 77 449	330	2006
MP 26	Steinweg 25 (Garten)	25 83 310	56 82 640	182	2008
MP 29	Schwelmer Straße 104b	25 87 574	56 83 095	208	2008
MP 30	Uellendahler Straße 428	25 81 354	56 83 360	200	2012
MP 31	Schraberg 10	25 84 493	56 85 471	268	2008
MP 32	Hans-Böckler-Straße 171	25 80 540	56 83 833	277	2008
MP 41	Sanderstraße 144	25 81 629	56 82 642	205	2013
MP 42	Virchowstraße 45	25 82 054	56 83 061	205	2013

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 2013 als ein Instrument zur weiteren Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal. Der Luftreinhalteplan wird voraussichtlich auch zukünftig fortgeschrieben werden, da nach aktuellem Wissensstand z.T. nicht vor 2030 mit einer Einhaltung der Grenzwerte gerechnet wird [46]. Die Messdaten aus dem Luftmessnetz der Stadt Wuppertal sollen hierzu eine zusätzliche und belastbare Grundlage schaffen.

Ergebnisse 2015

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

Der im Vorjahr besonders positive, auch langfristig nachgewiesene, abnehmende Trend der NO_2 -Belastung hat sich analog zur Stagnation in 2012 nach 2013 im Jahr 2015 nicht in gleicher Weise fortgesetzt. So wurden in 2015 nur an 3 Messorten niedrigere Konzentrationen ermittelt als im Vorjahr (MP 07, MP 24 und MP 38). In 2014 konnte dieser Sachverhalt noch an 21 Messorten dokumentiert werden. Die NO_2 -Immissionsbelastung lag im Jahr 2015 im Mittel über alle Messpunkte etwa 2 % höher als im Vorjahr 2014, das entspricht im Mittel $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über alle Messpunkte. In NRW wurde landesweit hingegen ein geringfügiger Rückgang von $1\text{-}2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert [40].

Von den hier ausgewerteten 24 Messstandorten im Wuppertaler Stadtgebiet wurde im Jahr 2015 an 12 Messstandorten der Beurteilungswert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten. Diese Anzahl ist identisch mit dem Vorjahr. In dieser Statistik spiegelt sich demnach in Wuppertal derzeit auch die bundesweite Situation wieder. Denn nach Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) war die Belastung durch Stickstoffdioxid 2015

ähnlich hoch wie in den Vorjahren [35], [36]. In Deutschland konnte 2015 nach wie vor an etwa 60 % der verkehrsnahen Messstationen der Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel nicht eingehalten werden.

In Bezug auf Feinstaub lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld im Jahresmittel 2015 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 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine höhere PM_{10} -Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Analog zu den Ergebnissen für Stickstoffdioxid lagen die Ergebnisse 2015 geringfügig über dem Niveau des Vorjahres.

Langjähriger Trend der Luftqualität in Wuppertal

Der insgesamt beträchtliche Rückgang der NO_2 -Belastung in Wuppertal wird insbesondere im langjährigen Vergleich besonders deutlich: Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den Zeitraum von 2008 bis 2015 ein Rückgang der NO_2 -Immissionen von mittlerweile $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert (Differenz der Mittelwerte jeweils über 20 Messstationen, an denen sowohl im Jahr 2008 als auch im Jahr 2015 NO_2 -Messungen realisiert wurden). Eine Zunahme der NO_2 -Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet.

Die im Nahbereich der Bundesautobahn A 46 an mehreren Messstandorten in den letzten Jahren durchgeführten NO_2 -Messungen deuten trotz der besonders hohen Verkehrs- und Emissionsdichte nicht auf zusätzliche Belastungsschwerpunkte in diesen Bereichen hin.

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. Die Ergebnisse der Stationen im städtischen Hintergrund weisen hingegen eine geringe Variation in den jeweiligen Messzeiträumen von Jahr zu Jahr auf.

Es zeigt sich, dass die verkehrsbedingte Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM_{10} am innerstädtischen „Hot Spot“ in den letzten Jahren signifikant abgenommen hat, während der Einfluss der Hintergrundbelastung dort immer mehr an Bedeutung gewinnt. Insgesamt muss in Bezug auf die Feinstaubbelastung (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) 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 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1839) 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 (2016): Pressemitteilungen zum Deutschlandwetter im Jahr 2015; 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] LUBW (2009): Luftmessbericht Wuppertal 2008; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [16] LUBW (2008): Luftmessbericht Wuppertal 2007; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [17] LUBW (2007): Luftmessbericht Wuppertal 2006; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

- [18] LUBW (2006): Luftmessbericht Wuppertal 2005; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [19] GEObasis NRW: Topographische Karte Nordrhein Westfalen, M 1 : 25 000 (DTK25), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW
- [20] GEObasis NRW: Topographische Karte Nordrhein Westfalen, M 1 : 50 000 (DTK50), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW
- [21] GEObasis NRW: Übersichtskarte Nordrhein Westfalen, M 1 : 200 000 (TÜK200), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW
- [22] DIN EN 13528-1 (2002-12): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [23] 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
- [24] 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
- [25] DIN EN 16339 (2013-11): Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler
- [26] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen
- [27] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 2 (2000-12): Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind
- [28] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 3 (2012-10): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen - Lufttemperatur
- [29] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 4 (2013-06): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Luftfeuchte
- [30] Müller-BBM (2014): Gleichwertigkeitsnachweis NO₂-Passivsammler zum Referenzverfahren (DIN EN 14211 – Chemilumineszenz); Notiz Nr. M94843/N05 vom 17.10.2014
- [31] 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
- [32] LANUV-NRW (2010): Kalibrierung von Passivsammlern zur Messung von Stickstoffdioxid (NO₂), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2010
- [33] 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

- [34] LANUV-NRW (2016): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); Monatsberichte 2015 und EU-Jahreskenngößen 2015 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2016
- [35] UBA (2016): Luftqualität 2015 Vorläufige Auswertung; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität“, Dessau
- [36] UBA (2016): Stickstoffdioxid NO₂ im Jahr 2015. Stand 22.09.2016; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität“, Dessau
- [37] UBA (2016): Regelungen und Strategien / Luftreinhaltung in der EU, Umweltbundesamt, Dessau
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/luftreinhaltung-in-der-eu>
- [38] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (2012): Gesundheitsschutz im Mittelpunkt. Die Luftreinhaltepläne in Nordrhein-Westfalen, Januar 2012
- [39] 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
- [40] MKULNV (2016): Bilanz der Luftqualität 2015. Pressemitteilung vom 10.05.2016. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW), Düsseldorf
- [41] 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.
- [42] LANUV NRW (2013): Fristverlängerungen bis 2015 zur Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid (Notifizierung). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, März 2013
- [43] 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).
- [44] Europäische Kommission (2015) Aufforderungsschreiben -Vertragsverletzung Nr. 2015/2073 vom 18.06.2015. Commission européenne, B-1049 Bruxelles.
- [45] 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.
- [46] LAI (2016): Handlungsbedarf und –empfehlungen zur Einhaltung der NO₂-Grenzwerte. erarbeitet durch den LAI-Ausschuss „Luftqualität / Wirkungsfragen / Verkehr“, 16. Februar 2016

Anhang A

Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen

Messpunkt 01

Nevigeser Straße 98
42113 Wuppertal

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

**Messpunkt 02**

Briller Straße 28
42105 Wuppertal

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

**Messpunkt 04**

Steinbeck 92
42119 Wuppertal

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

**Messpunkt 05**

Hochstraße 63
42105 Wuppertal

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



Messpunkt 07

Uellendahler Straße 198
42109 Wuppertal

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

**Messpunkt 08**

Hofkamp 86
42103 Wuppertal

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

**Messpunkt 09**

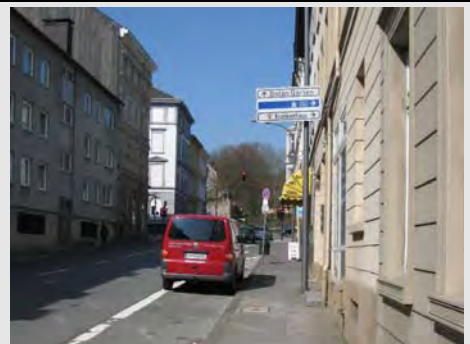
Friedrich-Engels-Allee 184
42285 Wuppertal

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

**Messpunkt 13**

Rudolfstraße 149
42285 Wuppertal

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



Messpunkt 14

Schönebecker Straße 81
42283 Wuppertal

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

**Messpunkt 16**

Steinweg 25
42275 Wuppertal

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

**Messpunkt 17**

Westkotter Straße 111
42277 Wuppertal

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

**Messpunkt 20**

Wichlinghauser Straße 70
42277 Wuppertal

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



Messpunkt 21

Berliner Straße 159
42277 Wuppertal

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

**Messpunkt 22**

Heckinghauser Straße 159
42289 Wuppertal

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

**Messpunkt 24**

Staasstraße 51
42369 Wuppertal

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

**Messpunkt 27**

Bundesallee 30
42103 Wuppertal

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



Messpunkt 28

Schwarzbach 78
42277 Wuppertal

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

**Messpunkt 33**

Kaiserstraße 32
42329 Wuppertal

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

**Messpunkt 34**

Haeseler Strasse 94
42329 Wuppertal

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

**Messpunkt 38**

Friedrich-Engels-Allee 308
42283 Wuppertal

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



Messpunkt 39

Sillerstraße 6
42327 Wuppertal

Rechtswert 25 76 739 m

Hochwert 56 79 719 m

Höhe 171 m ü. NN

Messzeitraum seit 2013

**Messpunkt 40**

Am Dorpweiher 22 / 24
42115 Wuppertal

Rechtswert 25 77 816 m

Hochwert 56 81 111 m

Höhe 199 m ü. NN

Messzeitraum seit 2013

**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 44**

Sonnborner Straße 158
42327 Wuppertal

Rechtswert 25 76 568 m

Hochwert 56 78 716 m

Höhe 133 m ü. NN

Messzeitraum seit 2014



Anhang B

Einzelmessergebnisse

Tabelle 11 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 44 für den Messzeitraum 30.12.2014 bis 30.12.2015.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 01 / 1 µg/m³	MP 01 / 2 µg/m³	MP 01 µg/m³	MP 02 / 1 µg/m³	MP 02 / 2 µg/m³	MP 02 µg/m³	MP 04 / 1 µg/m³	MP 04 / 2 µg/m³	MP 04 µg/m³	MP 05 / 1 µg/m³	MP 05 / 2 µg/m³	MP 05 µg/m³
Jan 2015	30.12.14 - 30.01.15	31	42	40	41	64	66	65	50	54	52	46	46	46
Feb 2015	30.01.15 - 02.03.15	31	40	43	42	65	67	66	51	48	49	48	48	48
Mrz 2015	02.03.15 - 31.03.15	29	41	42	42	66	67	66	48	48	48	56	57	57
Apr 2015	31.03.15 - 30.04.15	30	39	39	39	75	76	76	53	51	52	56	56	56
Mai 2015	30.04.15 - 01.06.15	32	36	38	37	63	66	64	45	51	48	43	50	47
Jun 2015	01.06.15 - 29.06.15	28	34	33	33	69	69	69	46	44	45	47	50	48
Jul 2015	29.06.15 - 31.07.15	32	30	29	30	64	63	64	45	48	46	42	47	45
Aug 2015	31.07.15 - 02.09.15	33	43	44	43	82	80	81	57	56	56	58	56	57
Sep 2015	02.09.15 - 30.09.15	28	34	36	35	59	57	58	46	44	45	44	43	44
Okt 2015	30.09.15 - 29.10.15	29	42	46	44	64	61	62	48	48	48	59	54	56
Nov 2015	29.10.15 - 02.12.15	34	34	36	35	55	58	57	46	46	46	38	41	40
Dez 2015	02.12.15 - 30.12.15	28	36	39	37	61	58	59	48	49	49	34	38	36
Mittelwert	30.12.14 - 30.12.15	365	38	39	38	66	66	66	49	49	49	47	49	48

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 07 / 1 µg/m³	MP 07 / 2 µg/m³	MP 07 µg/m³	MP 08 / 1 µg/m³	MP 08 / 2 µg/m³	MP 08 µg/m³	MP 09 / 1 µg/m³	MP 09 / 2 µg/m³	MP 09 µg/m³	MP 13 / 1 µg/m³	MP 13 / 2 µg/m³	MP 13 µg/m³
Jan 2015	30.12.14 - 30.01.15	31	47	44	45	39	43	41	46	50	48	44	47	45
Feb 2015	30.01.15 - 02.03.15	31	44	42	43	40	35	37	46	47	46	45	45	45
Mrz 2015	02.03.15 - 31.03.15	29	43	46	44	39	42	41	50	47	49	56	54	55
Apr 2015	31.03.15 - 30.04.15	30	39	40	39	39	38	39	45	47	46	50	55	53
Mai 2015	30.04.15 - 01.06.15	32	34	37	36	31	31	31	40	44	42	45	48	47
Jun 2015	01.06.15 - 29.06.15	28	31	34	33	33	32	32	41	41	41	49	49	49
Jul 2015	29.06.15 - 31.07.15	32	29	31	30	30	30	30	40	43	42	39	43	41
Aug 2015	31.07.15 - 02.09.15	33	42	41	42	42	42	42	51	56	54	56	57	56
Sep 2015	02.09.15 - 30.09.15	28	33	34	34	32	31	31	41	41	41	34	36	35
Okt 2015	30.09.15 - 29.10.15	29	44	44	44	37	37	37	47	45	46	50	52	51
Nov 2015	29.10.15 - 02.12.15	34	39	38	39	36	35	35	44	43	44	43	43	43
Dez 2015	02.12.15 - 30.12.15	28	45	44	44	31	30	30	43	44	44	38	39	39
Mittelwert	30.12.14 - 30.12.15	365	39	40	39	36	36	36	45	46	45	46	47	47

Tabelle 11 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 44 für den Messzeitraum 30.12.2014 bis 30.12.2015 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 14 / 1 µg/m³	MP 14 / 2 µg/m³	MP 14 µg/m³	MP 16 / 1 µg/m³	MP 16 / 2 µg/m³	MP 16 µg/m³	MP 17 / 1 µg/m³	MP 17 / 2 µg/m³	MP 17 µg/m³	MP 20 / 1 µg/m³	MP 20 / 2 µg/m³	MP 20 µg/m³
Jan 2015	30.12.14 - 30.01.15	31	40	40	40	56	55	55	57	56	57	40	40	40
Feb 2015	30.01.15 - 02.03.15	31	36	38	37	57	49	53	50	50	50	43	43	43
Mrz 2015	02.03.15 - 31.03.15	29	44	43	43	55	52	54	55	58	57	46	48	47
Apr 2015	31.03.15 - 30.04.15	30	41	41	41	50	56	53	52	50	51	45	44	44
Mai 2015	30.04.15 - 01.06.15	32	38	37	38	56	55	56	54	57	55	36	39	38
Jun 2015	01.06.15 - 29.06.15	28	37	35	36	53	54	53	49	54	52	33	33	33
Jul 2015	29.06.15 - 31.07.15	32	32	30	31	51	51	51	48	46	47	32	31	32
Aug 2015	31.07.15 - 02.09.15	33	44	44	44	55	63	59	53	57	55	44	45	45
Sep 2015	02.09.15 - 30.09.15	28	33	34	33	45	48	46	47	48	47	31	31	31
Okt 2015	30.09.15 - 29.10.15	29	42	40	41	49	51	50	50	50	50	43	40	41
Nov 2015	29.10.15 - 02.12.15	34	36	38	37	53	53	53	50	50	50	36	38	37
Dez 2015	02.12.15 - 30.12.15	28	34	32	33	49	52	51	52	48	50	36	34	35
Mittelwert	30.12.14 - 30.12.15	365	38	38	38	52	53	53	51	52	52	39	39	39

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 21 / 1 µg/m³	MP 21 / 2 µg/m³	MP 21 µg/m³	MP 22 / 1 µg/m³	MP 22 / 2 µg/m³	MP 22 µg/m³	MP 24 / 1 µg/m³	MP 24 / 2 µg/m³	MP 24 µg/m³	MP 27 / 1 µg/m³	MP 27 / 2 µg/m³	MP 27 µg/m³
Jan 2015	30.12.14 - 30.01.15	31	46	45	46	40	42	41	39	40	40	29	29	29
Feb 2015	30.01.15 - 02.03.15	31	45	45	45	44	41	43	41	40	41	26	29	28
Mrz 2015	02.03.15 - 31.03.15	29	47	52	50	46	50	48	49	43	46	34	32	33
Apr 2015	31.03.15 - 30.04.15	30	48	48	48	45	41	43	29	30	30	32	29	30
Mai 2015	30.04.15 - 01.06.15	32	41	41	41	34	36	35	22	21	22	23	23	23
Jun 2015	01.06.15 - 29.06.15	28	42	43	43	33	33	33	22	23	23	23	22	23
Jul 2015	29.06.15 - 31.07.15	32	41	43	42	30	30	30	26	n.a.	26	20	20	20
Aug 2015	31.07.15 - 02.09.15	33	51	50	51	41	41	41	40	39	39	27	28	28
Sep 2015	02.09.15 - 30.09.15	28	41	41	41	30	33	32	31	30	30	22	22	22
Okt 2015	30.09.15 - 29.10.15	29	44	45	44	44	45	45	35	36	36	29	30	29
Nov 2015	29.10.15 - 02.12.15	34	38	40	39	34	37	36	34	33	33	24	25	25
Dez 2015	02.12.15 - 30.12.15	28	32	31	31	31	31	31	32	31	32	24	24	24
Mittelwert	30.12.14 - 30.12.15	365	43	44	43	38	38	38	33	34	33	26	26	26

Tabelle 11 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 44 für den Messzeitraum 30.12.2014 bis 30.12.2015 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 28 / 1 µg/m³	MP 28 / 2 µg/m³	MP 28 µg/m³	MP 33 / 1 µg/m³	MP 33 / 2 µg/m³	MP 33 µg/m³	MP 34 / 1 µg/m³	MP 34 / 2 µg/m³	MP 34 µg/m³	MP 38 / 1 µg/m³	MP 38 / 2 µg/m³	MP 38 µg/m³
Jan 2015	30.12.14 - 30.01.15	31	50	50	50	45	47	46	48	51	49	43	44	43
Feb 2015	30.01.15 - 02.03.15	31	47	46	47	41	43	42	44	47	46	43	43	43
Mrz 2015	02.03.15 - 31.03.15	29	43	51	47	47	51	49	56	53	55	47	51	49
Apr 2015	31.03.15 - 30.04.15	30	48	51	49	38	46	42	n.a.	n.a.	n.a.	42	40	41
Mai 2015	30.04.15 - 01.06.15	32	41	44	43	36	40	38	47	46	47	39	39	39
Jun 2015	01.06.15 - 29.06.15	28	44	45	45	35	36	36	49	47	48	32	34	33
Jul 2015	29.06.15 - 31.07.15	32	44	42	43	31	30	31	39	43	41	31	31	31
Aug 2015	31.07.15 - 02.09.15	33	53	51	52	47	45	46	61	60	60	43	37	40
Sep 2015	02.09.15 - 30.09.15	28	44	44	44	36	34	35	40	47	44	32	35	34
Okt 2015	30.09.15 - 29.10.15	29	49	50	50	47	46	46	48	47	48	44	45	44
Nov 2015	29.10.15 - 02.12.15	34	45	45	45	42	43	43	42	43	42	41	39	40
Dez 2015	02.12.15 - 30.12.15	28	46	46	46	43	44	43	44	43	43	34	33	33
Mittelwert	30.12.14 - 30.12.15	365	46	47	47	41	42	41	47	48	48	39	39	39

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 39 / 1 µg/m³	MP 39 / 2 µg/m³	MP 39 µg/m³	MP 40 / 1 µg/m³	MP 40 / 2 µg/m³	MP 40 µg/m³	MP 41 / 1 µg/m³	MP 41 / 2 µg/m³	MP 43 µg/m³	MP 42 / 1 µg/m³	MP 42 / 2 µg/m³	MP 44 µg/m³
Jan 2015	30.12.14 - 30.01.15	31	35	36	36	46	49	48	47	47	47	35	33	34
Feb 2015	30.01.15 - 02.03.15	31	33	31	32	42	39	40	43	41	42	33	34	33
Mrz 2015	02.03.15 - 31.03.15	29	41	42	41	46	46	46	47	49	48	38	40	39
Apr 2015	31.03.15 - 30.04.15	30	42	45	43	37	37	37	46	44	45	39	40	40
Mai 2015	30.04.15 - 01.06.15	32	34	36	35	38	34	36	43	38	41	30	29	29
Jun 2015	01.06.15 - 29.06.15	28	32	32	32	32	28	30	46	47	46	31	29	30
Jul 2015	29.06.15 - 31.07.15	32	26	27	26	29	30	30	40	42	41	26	26	26
Aug 2015	31.07.15 - 02.09.15	33	31	31	31	28	30	29	53	55	54	30	32	31
Sep 2015	02.09.15 - 30.09.15	28	26	28	27	27	28	28	41	39	40	30	29	29
Okt 2015	30.09.15 - 29.10.15	29	32	35	33	36	32	34	43	44	44	33	32	33
Nov 2015	29.10.15 - 02.12.15	34	36	35	35	41	43	42	40	37	38	36	35	35
Dez 2015	02.12.15 - 30.12.15	28	29	27	28	37	39	38	36	36	36	28	26	27
Mittelwert	30.12.14 - 30.12.15	365	33	34	33	37	36	36	44	43	43	32	32	32

Anhang C

Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen an der Messstation Wuppertal Bundesallee

Tabelle 12 Ergebniskalender der Messgröße Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2015.

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

Mi	Wochentag
10,7	Tagesmittelwert (°C)
5,7	niedrigster Einzelmesswert (°C)
16,2	höchster Einzelmesswert (°C)

-- kein Wert vorhanden

Tabelle 13 Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2015.

	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	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	
	88,4	82,4	92,4	92,8	87,7	75,4	92,4	96,1	89,6	84,4	79,8	85,3	82,7	88,3	83,3	80,2	86,1	80,5	86,6	84,7	72,2	86,1	90,8	96,3	99,9	98,6	96,6	91,9	86,0	97,1	91,9	
	74,6	64,3	83,2	80,5	71,1	49,0	78,6	86,5	67,8	66,6	71,4	77,0	66,3	82,0	70,8	74,2	65,1	80,6	80,9	69,1	58,1	78,6	87,7	85,9	98,2	90,7	92,0	78,5	73,2	86,3	68,2	
	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	98,1	100,0	99,6	100,0	98,8	90,3	95,6	96,8	98,0	91,8	86,4	94,3	82,3	92,1	97,1	83,1	93,3	94,6	100,0	100,0	100,0	99,8	98,7	96,6	100,0	100,0	
Feb	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				
	95,6	99,0	98,2	88,4	79,4	76,5	82,7	81,0	98,3	94,7	87,0	88,6	75,9	73,3	76,4	80,3	96,8	91,2	86,3	84,4	91,5	84,8	92,8	86,3	89,0	87,1	85,4	71,7				
	90,4	96,6	90,9	73,4	65,3	62,6	42,5	55,3	90,0	86,0	70,9	69,3	56,7	60,5	50,5	63,7	88,2	75,0	71,6	77,5	75,1	63,4	69,0	80,3	69,4	70,3	60,6	44,6				
	99,7	100,0	100,0	99,6	92,4	84,9	100,0	98,1	100,0	100,0	96,0	97,2	90,6	82,4	95,7	89,2	100,0	90,0	93,7	94,2	97,8	99,3	100,0	94,6	98,0	97,4	99,5	99,7				
Mrz	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	
	78,2	74,6	82,4	86,8	82,6	78,8	65,5	43,2	86,3	84,4	68,9	69,2	64,5	84,2	85,9	69,8	65,9	71,2	95,4	90,1	96,0	80,0	69,2	70,5	88,3	81,6	79,6	83,9	90,4	71,2	78,3	
	57,0	50,6	57,1	68,8	63,4	60,0	41,2	16,1	64,9	50,6	34,1	43,0	44,9	64,7	72,6	31,4	36,2	42,4	85,9	68,0	78,4	62,6	50,6	52,0	75,9	45,3	57,6	50,1	79,3	74,7	43,0	
	98,5	99,0	96,8	96,0	98,1	95,4	95,9	71,3	100,0	100,0	97,3	94,3	84,8	93,7	93,4	97,8	89,8	95,5	100,0	99,6	100,0	96,1	84,7	83,2	96,8	98,4	98,4	99,4	99,2	95,0	100,0	
Apr	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	Mo		
	77,3	75,9	62,6	62,5	58,4	76,3	71,1	78,3	70,8	54,5	64,3	61,2	59,1	59,9	57,2	64,3	59,5	54,4	56,0	51,4	50,7	71,8	64,9	58,3	79,7	84,6	85,8	62,8	54,9	80,0		
	58,8	44,3	27,0	39,4	29,5	54,4	44,5	49,3	36,6	21,5	41,2	27,8	39,0	37,0	31,5	42,8	42,0	34,1	32,1	29,9	24,1	49,8	44,1	24,3	45,6	64,7	65,3	36,9	37,2	55,6		
	97,9	97,2	86,2	89,5	90,3	94,3	95,1	93,6	94,4	89,4	87,3	96,6	87,2	77,6	88,1	86,4	78,1	78,2	81,4	78,7	83,5	91,6	89,4	89,4	96,0	97,4	100,0	85,2	87,1	95,1		
Mai	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	
	70,1	54,9	80,7	74,8	71,1	63,9	68,0	58,5	63,6	62,3	50,4	61,2	58,6	58,6	62,6	85,9	68,8	61,8	72,7	70,9	66,6	58,4	69,3	65,5	75,6	67,9	64,2	--	74,6	83,8	74,8	
	35,8	30,8	50,8	45,3	48,3	42,5	44,8	30,7	43,6	37,9	34,2	40,0	33,1	37,9	40,5	68,3	44,6	39,0	42,2	44,0	40,1	35,6	33,2	43,3	53,4	48,9	43,8	--	46,2	50,9	51,7	
	100,0	86,9	97,9	96,4	89,4	82,3	80,8	87,4	84,3	90,2	64,2	79,1	83,4	85,3	80,8	98,8	99,3	87,8	92,1	88,2	94,6	89,8	88,6	85,3	98,1	83,7	83,4	--	98,9	96,3	95,5	
Jun	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		
	73,3	72,1	64,8	59,1	50,3	70,6	50,7	60,3	63,3	59,7	53,6	54,7	70,3	64,6	65,3	61,8	59,7	73,5	87,7	80,5	81,5	92,0	93,2	81,8	64,4	63,2	70,7	57,7	56,4	56,7		
	42,4	64,7	44,6	36,5	29,5	44,0	34,8	40,9	44,6	42,7	35,6	33,1	45,2	42,6	42,1	44,4	40,7	46,5	73,7	57,5	64,0	76,2	72,6	55,2	35,2	37,1	39,3	37,6	39,9	35,5		
	98,1	88,0	93,1	84,7	77,4	98,2	74,9	84,1	86,5	85,8	75,1	73,4	94,5	82,6	90,0	76,7	87,6	99,9	98,2	97,2	94,2	98,2	99,8	98,8	92,6	88,2	93,7	87,5	73,0	87,6		
Jul	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	
	44,3	43,7	67,3	54,2	68,9	63,2	59,2	81,6	73,1	58,3	46,8	79,7	93,3	95,6	87,6	75,2	51,9	61,5	81,0	88,1	82,7	70,3	64,5	60,5	87,3	70,1	87,6	73,3	72,4	75,5	63,8	
	23,8	33,9	49,6	29,1	42,8	35,6	35,9	60,8	39,8	36,3	26,3	58,4	79,6	78,2	60,5	51,8	28,7	38,6	62,8	67,6	64,4	46,9	45,7	41,6	75,3	40,4	65,6	64,7	46,6	50,7	37,0	
	67,7	64,5	92,2	80,2	94,8	90,2	80,4	91,0	95,2	90,5	73,7	90,5	99,3	100,0	100,0	98,7	80,1	86,2	99,3	98,1	95,1	96,2	81,6	94,3	95,2	93,8	97,6	92,3	88,8	88,4	95,6	
Aug	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	
	52,8	54,1	47,0	71,2	65,9	51,3	69,0	88,2	78,2	84,7	80,0	80,8	74,8	76,4	79,3	98,1	99,8	87,7	72,8	68,9	64,4	55,7	48,0	79,1	73,4	61,2	82,7	80,3	76,3	73,7	66,0	
	36,4	31,8	31,7	43,5	38,8	32,5	45,0	74,9	60,5	67,7	56,9	63,6	53,9	48,0	55,8	94,6	98,5	67,2	46,6	40,1	38,8	32,2	33,8	60,7	48,8	46,0	53,5	53,4	52,7	45,9	31,7	
	75,0	85,8	66,5	97,6	98,7	70,9	94,7	97,4	97,2	95,3	100,0	91,7	97,1	96,6	93,4	100,0	100,0	100,0	99,9	94,0	88,3	84,7	80,7	97,8	97,5	75,1	99,9	99,9	96,5	94,3	95,4	
Sep	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	Mo	
	90,3	85,2	79,7	79,5	93,4	84,6	94,0	90,7	79,1	69,7	68,5	78,7	88,9	83,0	73,0	89,2	84,5	80,2	87,1	86,1	76,4	90,0	93,7	83,6	85,6	83,4	78,0	76,9	72,8	69,5		
	79,1	58,8	45,4	62,5	82,0	63,4	83,2	75,6	52,9	46,5	33,9	56,3	77,1	59,1	49,1	75,0	71,9	55,8	75,6	72,0	56,4	73,5	66,7	60,9	60,7	53,8	47,4	53,1	46,6	41,0		
	97,6	100,0	98,5	95,3	100,0	96,4	100,0	99,0	100,0	88,8	92,5	100,0	97,1	96,1	92,5	96,2	91,9	96,7	95,4	99,3	96,2	97,5	100,0	98,0	97,6	100,0	97,2	96,2	94,4	92,5		
Okt	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	
	70,0	71,3	74,0	83,1	80,7	91,1	91,7	98,9	92,3	87,1	73,7	71,9	87,5	91,3	97,9	98,7	92,2	86,4	96,8	97,0	89,0	98,8	82,7	78,6	91,0	81,4	76,3	85,9	86,4	88,9	75,2	
	43,1	44,5	44,7	64,1	65,2	68,8	82,3	82,2	72,9	65,3	48,0	36,4	80,6	79,4	94,1	92,7	71,6	63,7	81,6	88,3	72,9	95,8	57,4	68,5	81,7	65,8	75,8	77,7	63,8	71,8	60,0	
	93,6	91,8	91,7	96,7	94,3	97,9	97,4	100,0	100,0	98,9	94,4	92,6	94,2	97,5	100,0	100,0	98,8	97,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	89,0	98,2	98,4	89,3	93,6	93,7	99,9	92,6
Nov	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		
	80,2	72,7	71,5	74,9	85,9	90,2	81,8	83,0	78,3	86,5	81,7	83,2	81,5	83,8	92,2	87,7	88,0	70,8	87,8	88,7	87,0	91,3	82,6	84,8	96,9	92,7	90,1	85,1	91,2	89,7		
	51,6	38,2	36,0	64,8	71,9	77,2	80,5	64,1	61,1	61,2	72,3	70,9	70,9	74,7	81,9	75,9	72,1	65,3	72,8	73,9	63,2	76,9	59,1	72,5	92,4	72,5	73,7	69,6	83,8	74,1		
	97,6	98,8	94,0	92,4	97,5	98,7	99,5	97,7	94,8	96,1	96,1	90,7	91,5	98,3	98,8	99,0	98,8	99,4	98,4	100,0	95,5	98,8	95,9	98,7	100,0	99,9	100,0	100,0	96,6	99,5		
Dez	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	
	98,2	79,1	73,6	85,6	77,4	79,7	85,5	77,4	89,7	81,9	93,6	92,7	92,9	91,0	85,5	95,5	89,8	83,5	85,0	79,4	80,9	88,3	82,1	83,5	91,5	73,0	76,8	65,8	68,2	84,9	81,5	
	92,6	70,7	60,8	73,0	61,3	70,4	71,4	62,6	70,0	66,6	80,6	87,7	81,2	80,5	66,3	83,9	78,5	72,6	79,6	75,7	65,9	71,6	69,8	72,8	81,8	59,4						

Mi	Wochentag
70	Tagesmittelwert (%)
43	niedrigster Einzelmesswert (%)
94	höchster Einzelmesswert (%)

-- kein Wert vorhanden

Tabelle 14 Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2015.

	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	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr
	2,8	3,4	2,1	2,1	2,3	1,7	2,7	3,9	5,3	6,5	4,8	5,2	4,6	3,8	5,0	2,6	2,1	3,3	1,0	1,0	1,8	3,3	2,6	2,0	1,6	2,5	1,9	4,2	3,5	2,4	2,4
	0,4	1,9	0,4	1,2	0,4	0,7	1,0	2,8	2,6	2,2	2,8	3,7	2,5	2,4	3,1	1,2	1,2	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
Feb	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			
	2,0	2,4	1,9	1,4	3,7	5,9	2,1	2,4	2,0	1,5	1,8	1,8	2,5	3,0	1,8	1,7	1,3	1,5	3,1	3,8	2,7	2,6	4,1	3,4	2,7	2,8	2,0	3,1			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Mrz	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
	5,0	4,2	3,6	3,0	1,6	1,8	2,1	1,8	1,2	1,5	1,8	1,9	2,4	3,2	3,6	1,6	1,4	1,5	1,8	1,3	2,2	3,9	1,5	1,5	1,9	2,8	3,0	2,9	5,8	3,6	5,6
	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	0,4	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	0,5	0,0	0,0
Apr	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	
	3,6	4,2	1,9	3,4	1,7	1,2	1,4	1,4	1,1	1,3	3,4	2,5	2,3	2,4	1,9	3,2	3,8	2,7	1,9	2,5	1,8	2,8	1,3	1,9	2,0	1,9	3,3	2,4	2,4	2,7	
	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	0,0	0,0
Mai	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
	1,3	1,4	2,6	2,4	4,4	4,0	3,4	1,2	4,0	1,8	2,9	2,6	2,0	2,7	2,2	0,2	1,0	2,5	3,4	0,6	0,1	1,2	2,0	0,9	0,0	0,0	1,2	--	3,1	2,7	3,1
	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	0,0
Jun	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	
	1,9	3,7	3,2	1,8	2,0	2,4	1,8	5,0	4,7	4,1	2,9	1,9	2,8	2,1	4,1	3,7	2,3	3,0	1,9	1,6	1,7	2,5	2,2	2,0	1,5	1,8	2,9	1,3	1,7	1,8	
	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	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
	2,3	2,8	2,1	2,2	2,4	2,3	2,3	4,4	2,7	1,2	2,0	2,3	3,2	3,2	1,7	1,6	3,4	2,3	2,3	1,8	2,6	1,8	1,8	1,5	4,7	2,6	3,9	4,3	3,4	2,4	1,5
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Aug	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
	1,6	1,5	2,2	2,1	1,8	1,8	2,7	2,2	2,3	1,2	1,6	3,5	3,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7	0,9	1,0	1,3	1,7	3,2	3,3	4,2	3,8	2,6	1,8	1,0	1,5	3,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sep	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
	2,1	1,3	2,0	3,3	2,7	2,1	1,8	1,1	2,5	2,7	1,4	1,8	2,5	3,3	3,8	4,1	3,8	2,8	2,0	1,4	1,6	2,7	2,6	2,9	1,8	1,7	2,5	2,2	2,7	3,0	
	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	0,4	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	0,0
Okt	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr
	2,5	1,9	1,1	1,5	2,4	2,8	2,4	1,6	1,3	3,5	3,3	1,6	3,3	3,1	1,9	1,8	1,5	1,0	1,0	1,1	2,1	2,3	1,1	1,6	1,3	1,9	1,5	1,4	1,3	1,4	1,8
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nov	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
	0,8	1,2	0,6	2,5	2,4	3,1	3,3	2,3	5,2	4,6	3,6	2,2	3,8	4,8	6,1	3,9	5,1	6,2	5,1	2,8	2,7	2,4	1,8	3,9	2,1	1,2	2,4	3,7	6,6	5,3	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dez	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
	2,7	3,0	2,8	3,3	4,0	4,2	1,8	3,3	2,5	3,8	3,7	2,5	2,9	2,2	1,0	3,3	3,0	2,8	2,9	3,0	4,4	4,2	4,3	4,1	2,9	3,9	3,4	2,3	2,3	3,3	3,4
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	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	0,4	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4

Mi	Wochentag
2,5	Tagesmittelwert (m/s)
0,0	niedrigster Einzelmesswert (m/s)
11,3	höchster Einzelmesswert (m/s)
--	kein Wert vorhanden