MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2014

Luftmessbericht Wuppertal 2014

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:	09. Oktober 2015
Berichtsumfang:	63 Seiten, davon 48 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 2014	11
5.2	Windrichtung und Windgeschwindigkeit	15
6	**Ergebnisse der Messungen und Bewertung**	**21**
6.1	Stickstoffoxide	21
6.2	Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$	35
7	**Entwicklung des NO_2-Messnetzes in Wuppertal**	**41**
8	**Zusammenfassung und Fazit**	**44**
9	**Grundlagen und Literatur**	**46**

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 2014.

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 (NO_2) und Feinstaub (PM_{10}) im Fokus der Diskussion. Auf der Basis der in Wuppertal durchgeführten Luftschadstoffmessungen des LANUV NRW wurde zunächst im Jahr 2008 unter Federführung der Bezirksregierung Düsseldorf ein gesamtstädtischer Luftreinhalteplan für die Stadt Wuppertal erstellt. Dieser Luftreinhalteplan wurde aktuell fortgeschrieben und dient 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 (NO_2) mittels Passivsammlern an einer großen Anzahl von Messpunkten durchgeführt. Da die Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre neben den Emissionen maßgeblich für die Immissionssituation verantwortlich sind, werden neben den Spurenstoffmessungen auch meteorologischen Daten in Wuppertal erfasst.

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

Im vorliegenden Luftmessbericht Wuppertal 2014 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 2014 detailliert zusammengestellt. Abschließend erfolgt eine Darstellung der insgesamt im Wuppertaler Stadtgebiet erfassten Luftschadstoffdaten für Stickstoffdioxid (NO_2) und Partikel (PM_{10} und $PM_{2,5}$).

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

2 Untersuchungsgebiet

Geographische Lage und Topographie

Die Stadt Wuppertal im Bergischen Land zählt mit etwa 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 NO_2-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 NO_2-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 NO_2-Passivsammlermessungen im Jahr 2014 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 NO_2-Messungen in Wuppertal.

MP-Nr.	Messort / Adresse		Rechtswert	Hochwert
	Straße / Hausnummer	Stadtteil	m	m
MP 01	Nevigeser 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	Sonnbornerstraße 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 NO_2-Messprogramms in Wuppertal zurückzuführen. Um eine eindeutige Zuordnung der Messergebnisse auch in der langjährigen Entwicklung zu gewährleisten, wurden die Nummern der Messpunkte, die nicht mehr beprobt wurden, nicht wieder verwendet.

Mit Beginn des Messjahres 2014 wurde das Messnetz geringfügig modifiziert. Die im Jahr 2013 neu in Betrieb genommenen Messpunkte MP 41 (Sanderstraße) und MP 42 (Virchowstraße) wurden aufgrund der im Verhältnis niedrigen NO_2-Belastungen im Jahresmittel (30 bzw. 31 µg/m³) wieder außer Betrieb genommen. Neu ins Messprogramm aufgenommen wurden die Messpunkte MP 43 (Eugen-Langen-Straße) und MP 44 (Sonnbornerstraße), beide im Bereich des Sonnborner Kreuzes.

Die folgende Abbildung 2 zeigt die räumliche Verteilung der in Tabelle 1 aufgeführten Messorte im Jahr 2014 im Stadtgebiet von Wuppertal in der Übersicht.

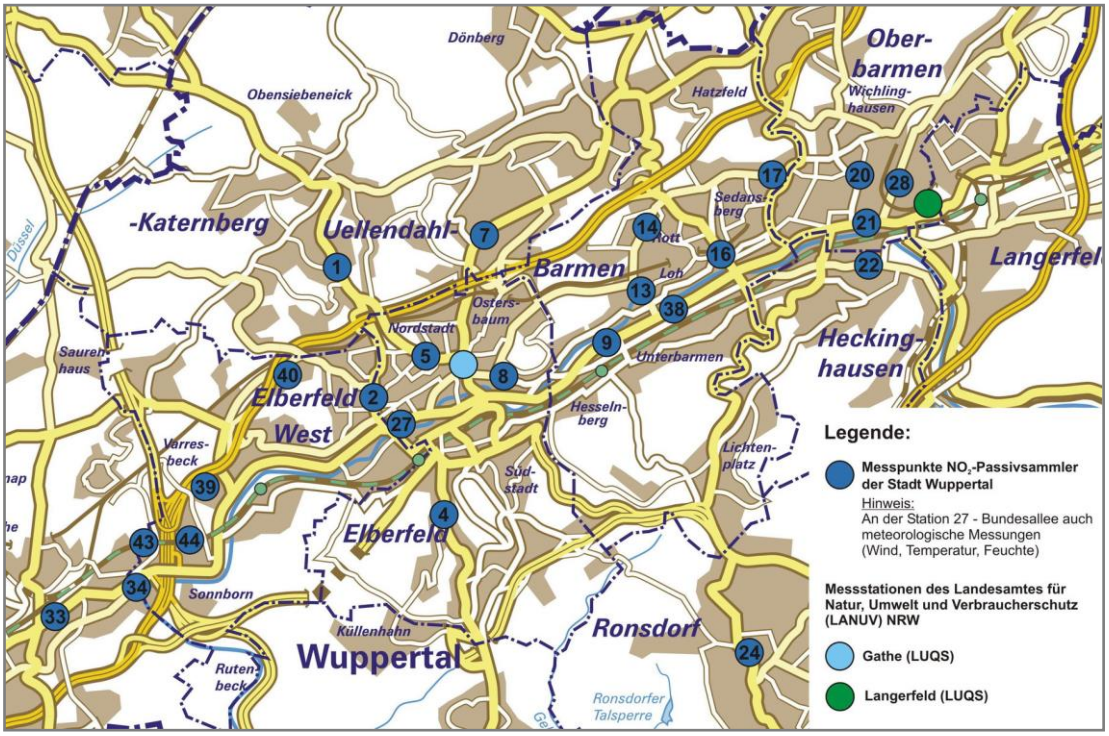


Abbildung 2 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 44 sowie der LANUV-NRW Messstandorte im Stadtgebiet von Wuppertal.

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 NO_2 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 NO_2-Messnetzes in Wuppertal seit 2006 dargestellt und beschrieben.

Messumfang

An den in Tabelle 1 aufgeführten Messorten MP 1 bis MP 42 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 42.

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 NO_2 in Wuppertal.

Messzeitraum

Die NO_2-Messungen und meteorologischen Messungen werden in Wuppertal kontinuierlich durchgeführt. Im Rahmen des vorliegenden Luftmessberichtes 2014 werden die Ergebnisse für das Jahr 2014 dargestellt und bewertet. Die konkreten Probenahmezeiträume der jeweiligen Einzelmonate können Tabelle 11 in Anhang B entnommen werden.

4 Mess- und Analysenverfahren

4.1 Stickstoffdioxid NO_2 (Passivsammler)

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

Die Funktionsweise der Passivsammler basiert auf der Anreicherung von Stickstoffdioxid (NO_2) an einem geeigneten Adsorbens ohne aktive Probenahme. Das Probenahmesystem besteht aus einem Kunststoffröhrchen, an dessen einem Ende sich ein mit Triethanolamin imprägniertes Edelstahl-Drahtsieb als Adsorbens befindet. Das in der Außenluft enthaltene Stickstoffdioxid (NO_2) 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 (NO_2) 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. MU, bezogen auf 40 µg/m³, bei einem VB 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 NO_2-Passivsammlern und eignungsgeprüften, kontinuierlichen NO_2-Messsystemen (Referenzverfahren Chemilumineszenz) durchgeführt.

5 Meteorologie im Messzeitraum

Zusätzlich zu den lufthygienischen Messkomponenten werden an der Station Wuppertal-Bundesallee die meteorologischen Größen Lufttemperatur, relative Luftfeuchte sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit kontinuierlich erfasst. Die Aufzeichnungen liegen für den Zeitraum vom 01. Januar bis zum 31. Dezember 2014 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 Talwindsysteme können entstehen. An vielbefahrenen Straßen kann es besonders abends zu einem Anstieg von Stickstoffdioxid NO_2 kommen.

5.1 Witterungsverlauf 2014

Das wärmste Jahr seit Beginn regelmäßiger Wetteraufzeichnungen

Ganz im Gegensatz zum Vorjahr herrschte im Winter 2013/2014 bis Ende Februar fast ausnahmslos die gleiche Großwetterlage. Augeprägte Tiefdrucktätigkeiten über dem Nordostatlantik beeinflussten dauerhaft das Wetter in ganz Mitteleuropa. Nach Deutschland transportierten sie unaufhörlich Südwestwetterlagen mit milder Meeresluft. Mit dem Ergebnis, dass es insgesamt sehr warm und erheblich zu trocken war, kaum Schnee aber viel Sonne gab. Von den Britischen Inseln wurden zeitglich massive Niederschlagsgebiete gemeldet.

Auch im Frühling setzten sich milde Temperaturen weiter fort. Regelmäßiger Hochdruckeinfluss sorgte erneut für viel Sonnenschein und mit im Landesmittel 160 Liter je m² für vergleichsweise wenig Niederschlag. Erst ab Mai wurde es zunehmend bedeckter und regenreicher.

Im Sommer war es zu Beginn trocken und warm, prägend waren jedoch insgesamt die ab Juli immer häufiger einsetzenden Tiefdruckgebiete, die zahlreiche Gewitter und häufig ungewöhnlich heftige Starkregenereignisse mit sich brachten. Die im Vorjahr beobachteten Hitzewellen blieben dafür bei insgesamt kühleren Temperaturen in ihrer Regelmäßigkeit im Jahr 2014 aus. Der Herbst verlief abwechslungsreich. Einzelne Großwetterlagen konnten sich jeweils nur wenige Tage halten.

Relativ ruhig und wenig winterlich begann im Dezember der Winter zunächst mit viel Nebel oder Hochnebel. Im Anschluss verliefen ostwärts mehrere Sturmtiefs, die häufig Regen und verbreitet milde Temperaturen zur Adventszeit brachten. Den ersten echten Wintereinbruch des Jahres 2014 gab es erst nach den Festtagen [7].

Lufttemperatur

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2014 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 11,7 °C und damit um 1,8 °C höher als im Vorjahr 2013. Der langjährige Mittelwert der Referenzperiode an der Station Wuppertal-Buchenhofen (10,1°C) wurde um 1,6 °C übertroffen. Deutschlandweit war 2014 das wärmste Jahr seit Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1881. Der bundesweit erkennbare Trend in 2014 spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wieder (siehe Tabelle 3).

Ein Vergleich der Monatsmitteltemperaturen in der Abbildung 3 zeigt die Temperaturtrends in 2014: Insgesondere der Jahreswechsel 2013/2014, sowie das Frühjahr und der Herbst fielen deutlich zu warm aus. Kühler als üblich war es nur im Mai und August.

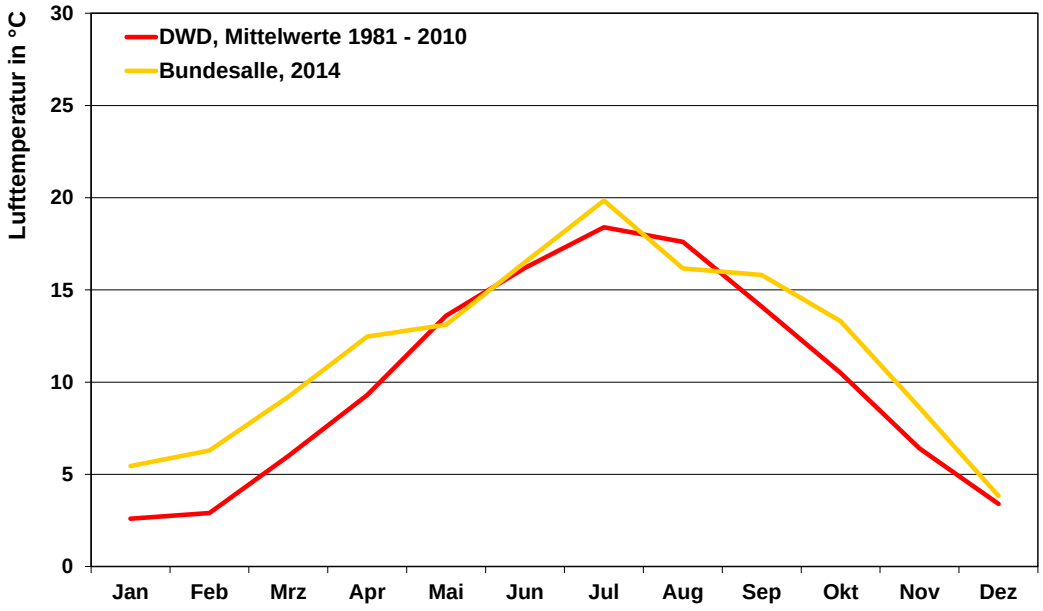


Abbildung 3 Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für den Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2014 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen

Mit dem historisch warmen Winter und Frühjahr geht auch eine ungewöhnlich niedrige Anzahl sog. „Frosttage“ (T_{min} < 0 °C) einher (vgl. Abbildung 4). Temperaturen unterhalb 0 °C wurden an der Bundesalle erstmals am 29.01.2014 registriert. Mit insgesamt nur 3 Frosttagen in den ersten 3 Kalendermonaten wurde die aus dem Vergleich mit dem langjährigen Mittel zu erwartende Anzahl deutlich unterschritten. Zum Vergleich: Im gleichen Zeitraum wurden im Vorjahr 55 Frosttage gezählt. Auch in der zweiten Jahreshälfte (Okt – Dez) blieben Minusgrade im Wesentlichen aus.

Der kälteste Tag des Jahres wurde in Wuppertal erst am 29.12. mit im Mittel -3,3°C erreicht. Dieser Tag war auch der einzige im Jahr, an dem das Thermometer dauerhaft unter der 0 °C-Marke blieb („Eistage“, vgl. Tabelle 3).

Bei der monatlichen Anzahl der Sommertage (T_{max} > 25 °C) sticht der Juli mit 17 Tagen positiv hervor. In allen anderen Kalendermonaten kommt es im langjährigen Mittel 1981 – 2010 häufiger zu Sommertagen (vgl. Abbildung 5). Mit 28,2°C im Tagesmittel war der 19.07. der heißeste Tag des Jahres. In den Nachmittagsstunden wurden Maximaltemeraturen von 32,5°C erreicht. Im Vorjahr wurde eine Höchsttemperatur von 34,8 °C gemessen. Sog. „heiße Tage“ mit Höchsttemperaturen über 30°C traten in diesem Jahr insgesamt nur 3-mal auf – langjährig sind 8 Tage üblich.

Die relative Luftfeuchte zeigt einen typischen Jahresgang mit höheren Werten in den kälteren Wintermonaten.

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 2014 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	2014	5,5	6,3	9,2	12,5	13,1	16,5	19,8	16,2	15,8	13,3	8,6	3,8	11,7
Sommertage (T_{max} > 25 °C)														
DWD	1981-2010	0	0	0	1	4	7	12	10	3	0	0	0	37
Bundesallee	2014	0	0	0	0	3	5	17	4	2	0	0	0	31
Heiße Tage (T_{max} > 30°C)														
DWD	1981-2010	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	8
Bundesallee	2014	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Frosttage (T_{min} < 0°C)														
DWD	1981-2010	14	13	8	3	0	0	0	0	0	1	5	11	55
Bundesallee	2014	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9
Eistage (T_{max} < 0°C)														
DWD	1981-2010	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
Bundesallee	2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2009 - 2013	90	84	73	66	68	70	70	71	79	81	86	89	77
Bundesallee	2014	84	78	68	70	74	70	75	79	83	85	86	92	79

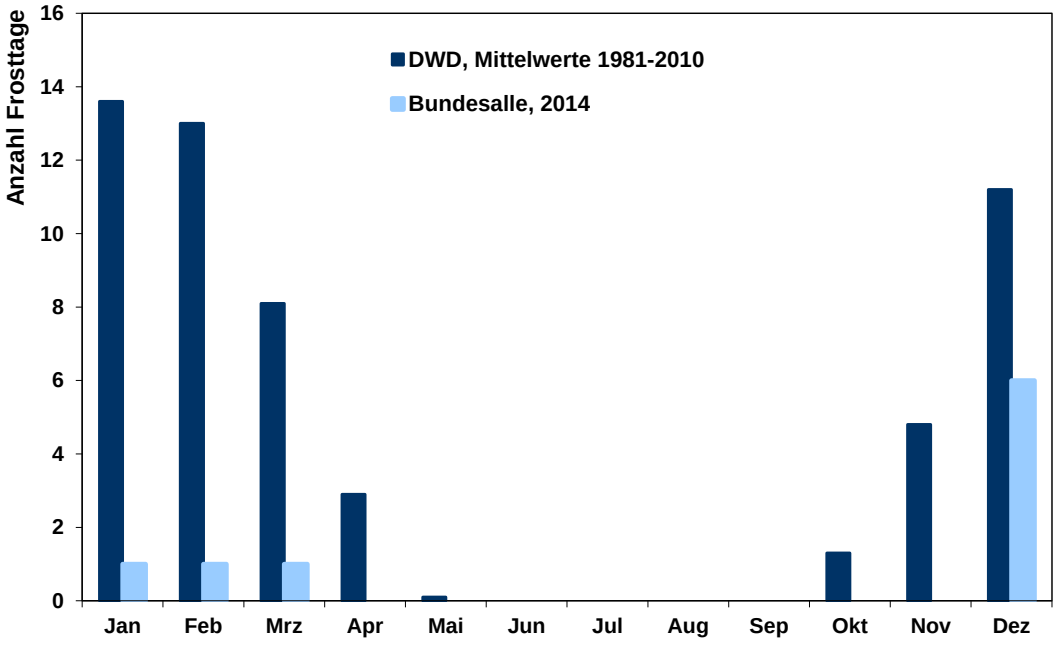


Abbildung 4 Monatliche Anzahl der Frosttage (T_{min} < 0 °C) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2014 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

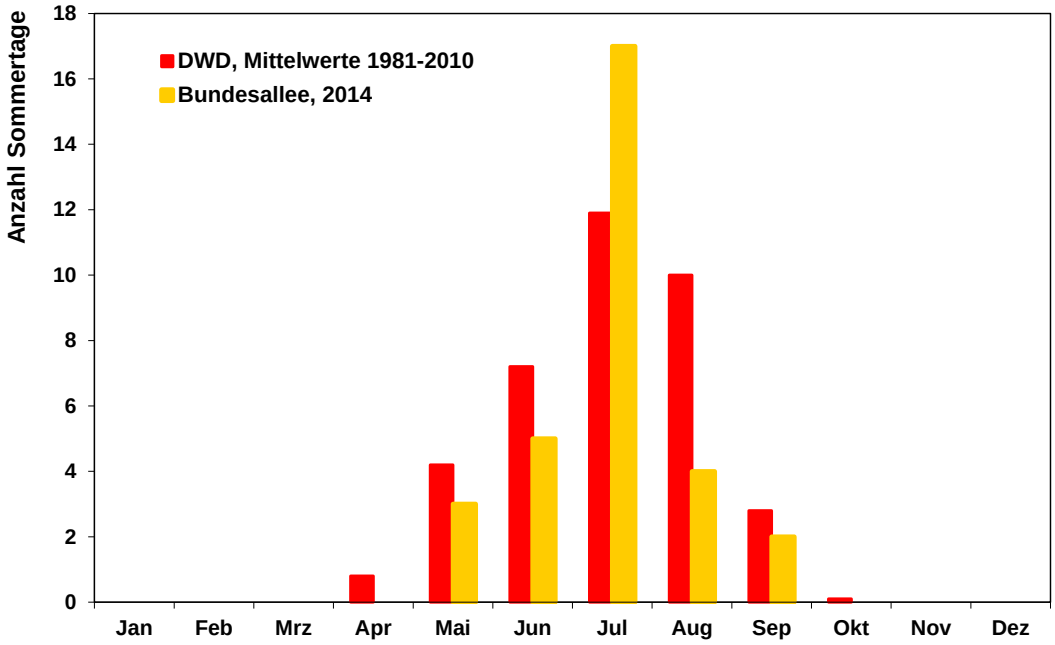


Abbildung 5 Monatliche Anzahl der Sommertage (T_{max} > 25 °C) an der Station Bundesallee in 2014 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1981-2010 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2014 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2014 dargestellt.

Tabelle 4 Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2014.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	2008 - 2013	2,9	2,9	2,6	2,5	2,4	2,4	2,2	2,1	2,2	2,4	2,7	2,8	2,5
Bundesallee	2014	2,9	3,4	2,3	2,0	2,4	2,0	2,0	2,3	1,6	2,2	2,1	3,4	2,4

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 September auf.

Die in Abbildung 6 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit weist ein primäres Maximum aus südwestlichen bis südsüdwestlichen Richtungen auf. Ein sekundäres Maximum besteht in den nordöstlichen Anströmungen. Die Spitzenwerte der Windgeschwindigkeiten sind tendenziell an das Primärmaximum gebunden, schwächere Windgeschwindigkeiten sind häufiger an das Sekundärmaximum gekoppelt. Die für das Jahr 2014 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 22 % bzw. 32 % besonders häufig auftraten. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 01.01.2014 bis 31.12.2014 etwa 2,4 m/s (siehe Tabelle 4).

Für eine detailierte 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 und Februar dominierten atlantische Tiefausläufer (vgl. Abschnitt 5.1), die sich in Wuppertal konkret in südlicher Anströmung ausprägten. Im Gegensatz dazu konnten sich im Frühjahr, insbesondere im März und April, durch häufige Hochdruckwetterlagen keine vergleichbar dominanten Hauptwindrichtungen ausprägen. Der Semptember 2014 war der Monat mit dem größten Anteil an windschwachen Wetterlagen, also ungünstigen innerstädtischen Durchläuftungssituationen. Die Windgeschwindigkeiten betrugen hier im Mittel nur 1,6 m/s (vgl. Tabelle 4).

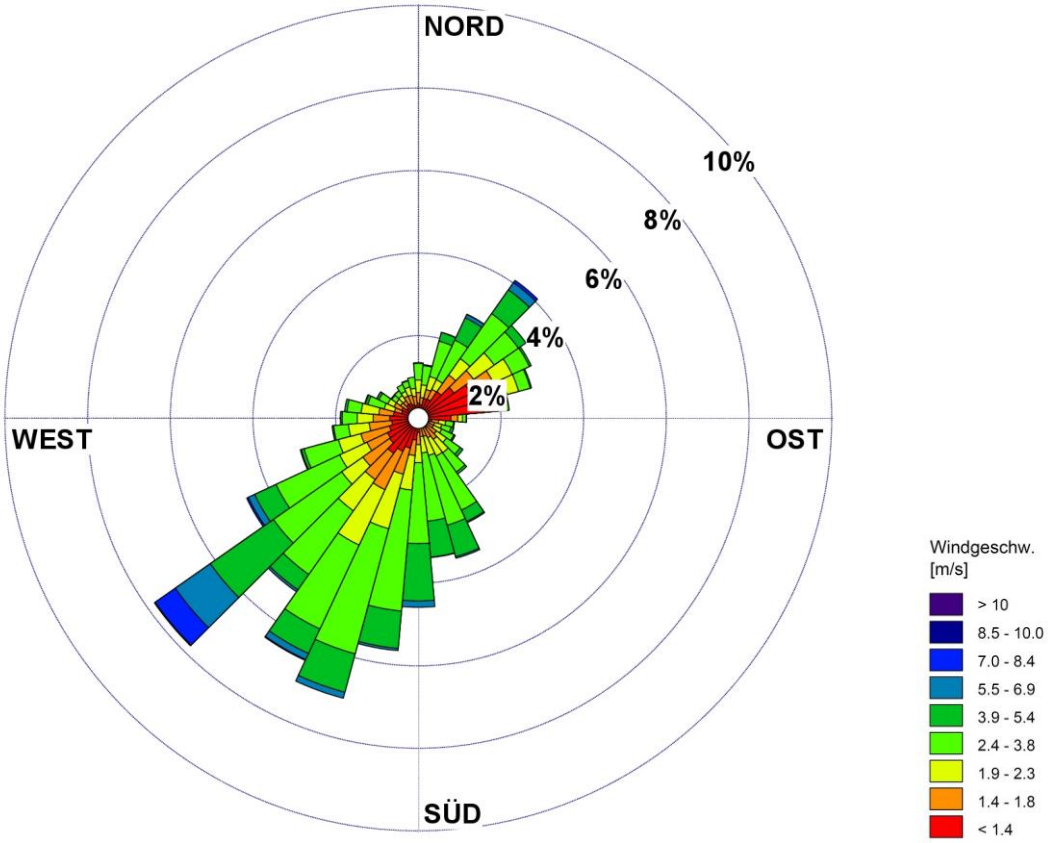


Abbildung 6 Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit) an der Messstation Wuppertal-Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2014.

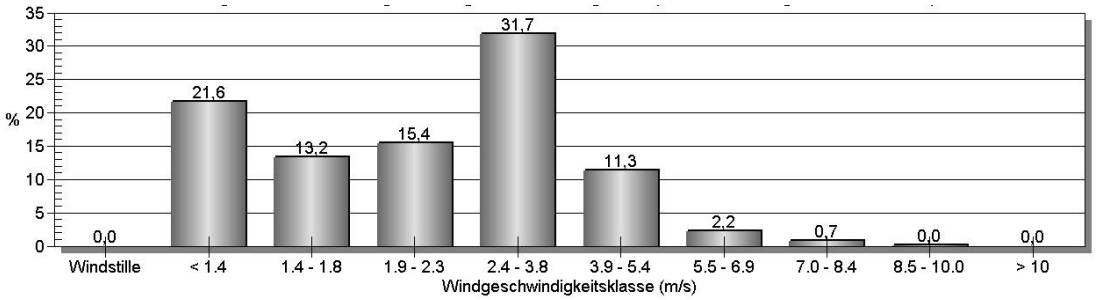


Abbildung 7 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen (30-min-Mittelwerte) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2014.

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 21,8 m/s (78 km/h) am 09.05. erreicht. Zum Jahresende 2014 am 22.12. lagen die Spitzengeschwindigkeiten zwar etwas niederiger, aber mit 6,9 m/s (25 km/h) im Tagesmittel hingegen sogar noch etwas höher.

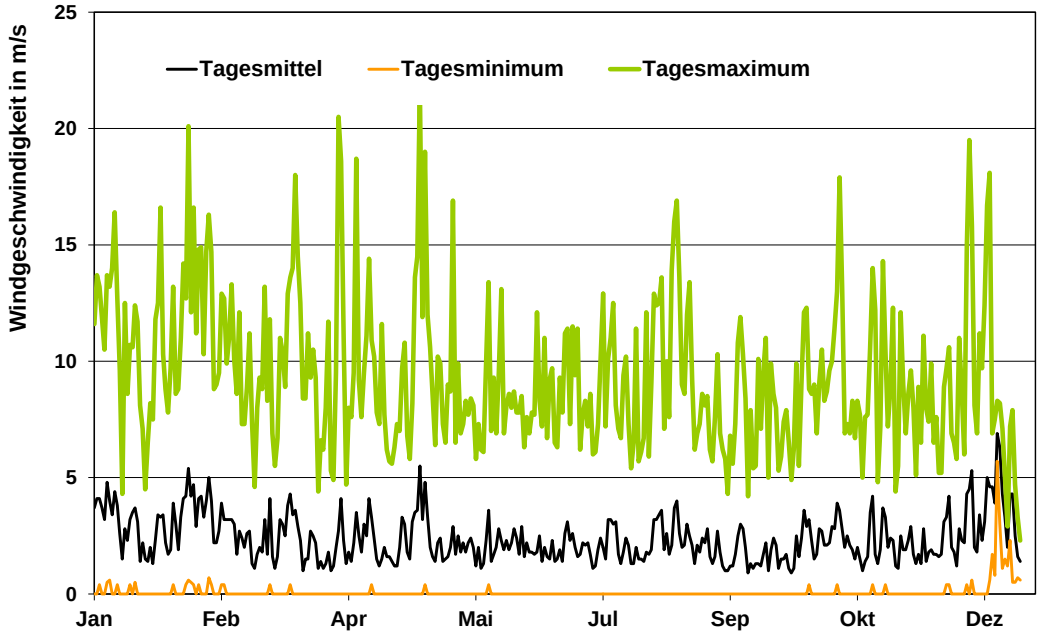


Abbildung 8 Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2014 (Mittelwerte).

Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (unterste Kurve in Abbildung 8) weist Werte zwischen 0 und 5,7 m/s auf. Die Verteilung entspricht insgesamt einem durchaus typischen Jahresgang mit tendenziell häufigeren Windstillen in den Sommermonaten. Das Tagesminimum von 5,7 m/s (21 km/h) deutet im langjähren Vergleich (nicht dargestellt) jedoch auf einen außergewöhnlichen Starkwindtag hin.

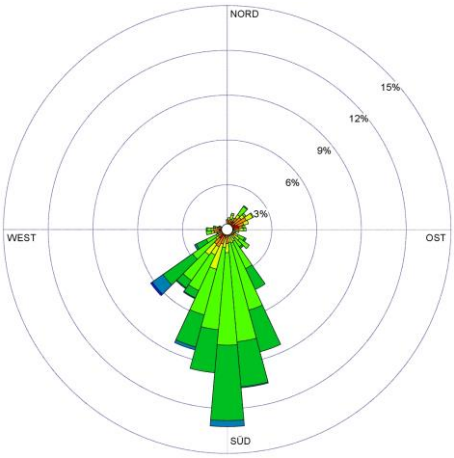
Die Tagesmaxima traten im Allgemeinen während der Tagstunden sowie die Minima während der Nachtsstunden auf. Diese Verteilung der Extremwerte der Windgeschwindigkeit im Tagesgang ist typisch und dokumentiert u. a. die eher labileren, das heißt austauschreichen Verhältnisse der bodennahen Atmosphäre während 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 PM_{10}, wird außerdem durch die Menge und räumliche Verteilung von Niederschlägen beeinflusst.

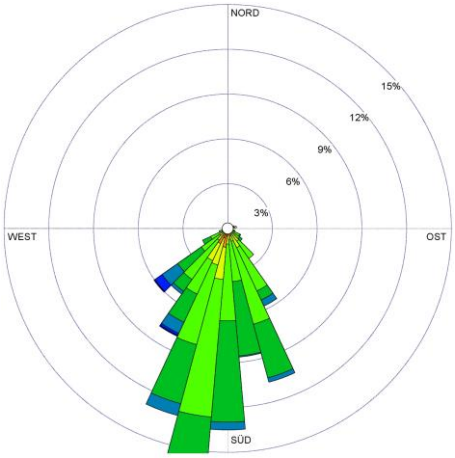
Das Umweltbundesamt (UBA) kommt aus lufthygienischer Sicht zu einer differenzierten Bewertung der meteorologischen Bedinungenen in 2014. Die Belastung durch Stickstoffdioxid NO_2 war demnach ähnlich hoch wie in den Vorjahren. Die mittleren PM_{10}-Konzentrationen lagen zwar leicht über dem Vorjahr, verglichen mit dem Zeit-

raum 2005 bis 2013 war 2014 jedoch eines der am wenigsten belasteten Jahre. Auch in Bezug auf die Anzahl von PM_{10}-Überschreitungstagen (Tagesmittelwerte > 50 µg/m³) stellte sich das Jahr günstiger als der Vergleichszeitraum dar, insbesondere auch gegenüber dem aufgrund des häufigen Auftretens kalter, stabiler Hochdruckwetterlagen hochbelasteten Jahr 2011. In 2014 wurden deutschlandweit Überschreitungstage hauptsächlich im Zeitraum Januar bis April beobachtet.

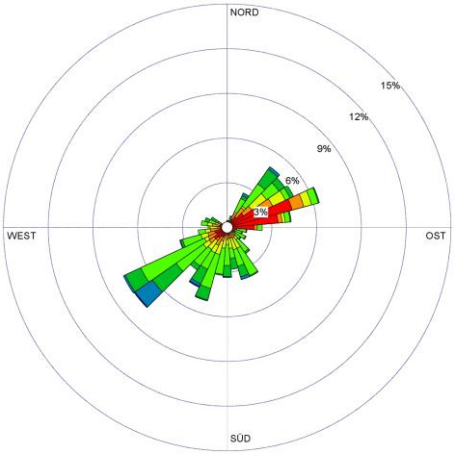
Die Ozonbelastung war, verglichen mit den letzten 10 Jahren, leicht unterdurchschnittlich. Es gab im Sommer erneut keine ausgeprägten Episoden mit hohen Ozonspitzenbelastungen, die noch in der ersten Hälfte der 1990er-Jahre häufig auftraten[9].



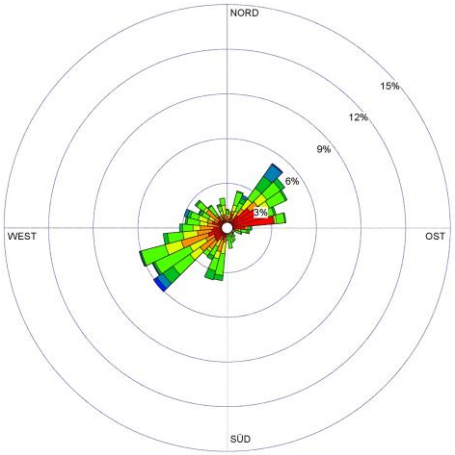
Januar 2014



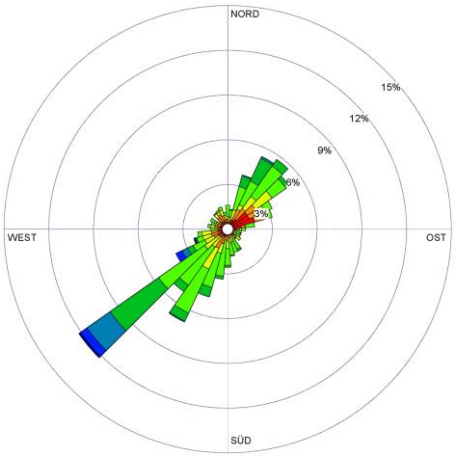
Februar 2014



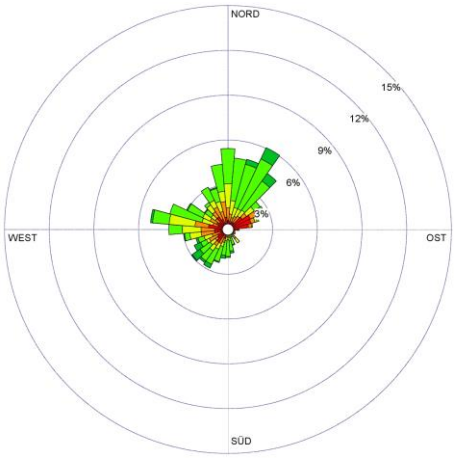
März 2014



April 2014

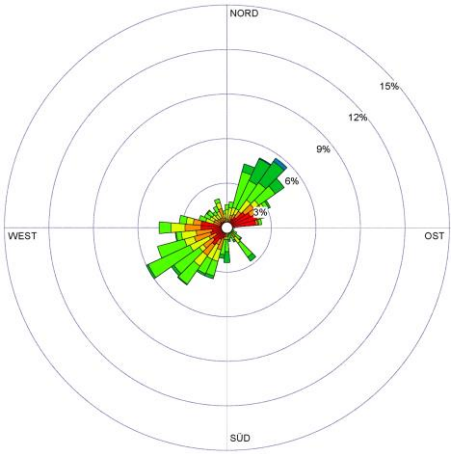


Mai 2014

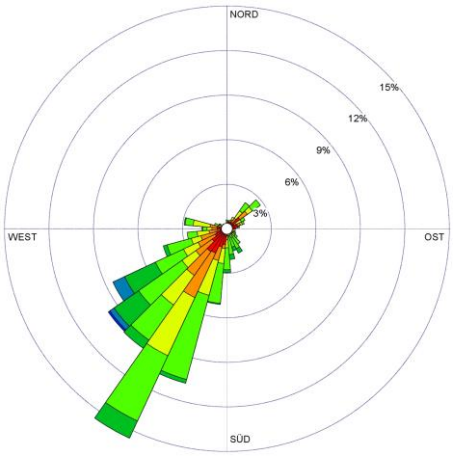


Juni 2014

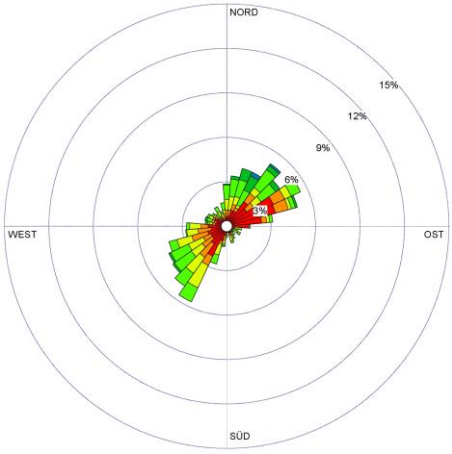
Abbildung 9 Stärkewindrosen für die Monate Januar 2014 bis Juni 2014 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee.



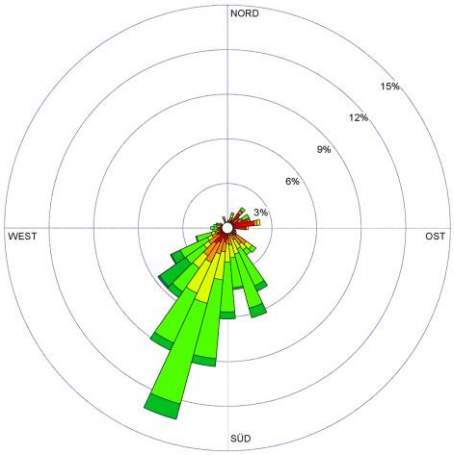
Juli 2014



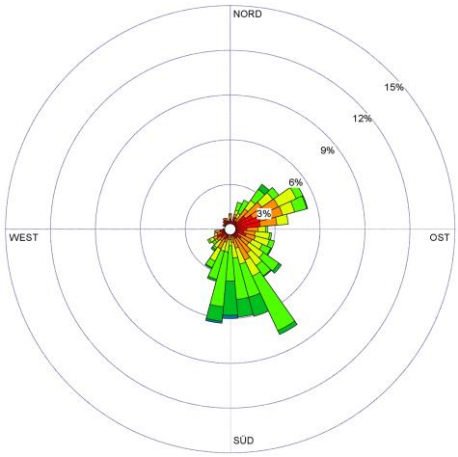
August 2014



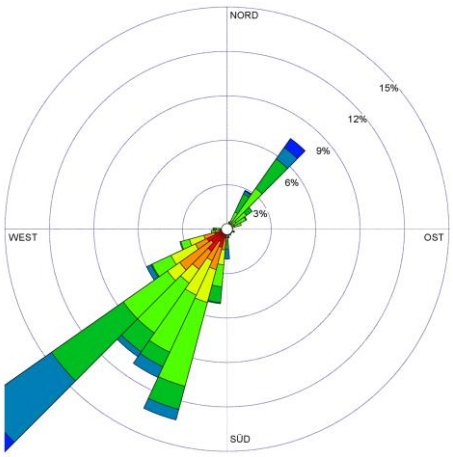
September 2014



Oktober 2014



November 2014



Dezember 2014

Abbildung 10 Stärkewindrosen für die Monate Juli 2014 bis Dezember 2014 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee

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, der u.a. durch die Reaktion mit Ozon (O_3) in Stickstoffdioxid (NO_2) aufoxidiert wird.

Durch Stickstoffverbindungen wird zusätzlich Stickstoff in die Ökosysteme eingetragen, welches 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. Verordnung zum BImSchG (39. BImSchV) in deutsches Recht umgesetzt.

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Stickstoffdioxid (NO_2) seit dem 01.01.2010 ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (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 µg/m³ 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.

6.1.1 Passivsammlermessungen von NO_2 an 24 Messorten in Wuppertal

Im Folgenden werden die Messergebnisse der NO_2-Messungen an den Messpunkten MP 1 bis MP 44 für den Messzeitraum von Januar bis Dezember 2014 zusammenfassend dargestellt und bewertet. Die Bezeichnung der Messzeiträume in den Tabellen resultiert dabei aus den jeweiligen Expositions- bzw. Messzeiträumen. Die 4-wöchigen Zeiträume sind beispielsweise mit Jan 14 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 11 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO_2-Messdaten für das Jahr 2014 betrug 100 % an 23 Messpunkten. Am MP 4 wurden die Proben für Mai 2014 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 NO_2-Messungen (Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte) für die Messpunkte MP 1 bis MP 44 und das Jahr 2014 zusammenfassend dargestellt. Alle einzelnen Monatswerte sowie die Einzelergebnisse der Doppelbeprobung sind in Tabelle 11 im Anhang B enthalten. Abbildung 9 zeigt zudem die räumliche Verteilung der Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal sowie eine Klassifizierung der NO_2-Jahresmittelwerte für 2014.

Die höchsten NO_2-Belastungen für das Jahr 2014 wurden, wie bereits in den Jahren zuvor, an der Briller Straße (MP 02) mit 62 µg/m³ gemessen. Ein hoher Jahresmittelwert von > 50 µg/m³ wurde zudem am Steinweg (MP 16) mit 51 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 zweiten Messjahr nach wie vor im Mittel Konzentrationen deutlich < 40 µg/m³ gemessen. Mit 31 µg/m³ am MP 39 und 35 µg/m³ am MP 40 lag an diesen Messorten trotz der räumlichen Nähe von Emission und Immission keine Überschreitung des Immissionswertes von 40 µg/m³ gemäß 39. BImSchV vor.

Mit Ausnahme der Überdachstation an der Bundesallee wurden an allen weiteren Messorten NO_2-Konzentrationen zwischen 29 und 49 µg/m³ im Jahresmittel 2014 erfasst. Die geringsten NO_2-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 Sonnborner Straße (MP 44, 29 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 NO_2 charakterisiert werden. Dies bezieht sich sowohl auf die Emissionssituation an den jeweiligen Messorten als auch auf die lokalen Austauschbedingungen (z. B. eingeschränkte Belüftung innerhalb einer Straßenschlucht).

Tabelle 5 Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO_2 an den Messpunkten MP 1 bis MP 42 in Wuppertal für den Messzeitraum Januar bis Dezember 2014.

Stickstoffdioxid NO_2 in µg/m³														
MP-Nr.	**Messort**	**Jan 14**	**Feb 14**	**Mrz 14**	**Apr 14**	**Mai 14**	**Jun 14**	**Jul 14**	**Aug 14**	**Sep 14**	**Okt 14**	**Nov 14**	**Dez 14**	**Mittel 2014**
MP 01	Nevigeser Straße 98	32	33	46	42	37	33	36	32	40	39	41	40	38
MP 02	Briller Straße 28	55	56	69	61	62	57	74	57	66	60	59	63	62
MP 04	Steinbeck 92	44	51	57	53	n.a.	43	57	46	49	44	44	49	49
MP 05	Hochstraße 63	30	29	54	56	44	48	47	38	56	41	46	45	45
MP 07	Uellendahler Straße 198	38	40	49	44	40	33	39	31	40	43	46	47	41
MP 08	Hofkamp 86	27	27	45	42	34	35	36	28	39	32	31	41	35
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	42	44	54	53	45	39	47	33	47	42	40	49	45
MP 13	Rudolfstraße 149	33	33	53	54	43	42	49	39	49	40	42	44	44
MP 14	Schönebecker Straße 81	29	32	43	46	36	37	37	32	43	37	34	36	37
MP 16	Steinweg 25	43	49	57	58	50	46	53	48	55	49	47	55	51
MP 17	Westkotter Straße 111	47	50	56	56	46	45	52	45	50	49	45	51	49
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	30	32	46	46	39	37	34	30	43	39	35	36	37
MP 21	Berliner Straße 159	30	29	50	57	45	47	54	37	46	38	32	41	42
MP 22	Heckinghauser Straße 159	31	32	44	49	36	39	37	28	43	33	37	35	37
MP 24	Staasstraße 51	30	32	44	46	36	37	44	29	40	35	33	35	37
MP 27	Bundesallee 30	21	21	35	31	23	22	25	22	27	25	26	30	26
MP 28	Schwarzbach 78	40	43	48	49	47	40	58	45	45	42	41	46	45
MP 33	Kaiserstraße 32	38	42	42	40	32	31	38	39	44	40	33	44	38
MP 34	Haeseler Strasse 94	40	44	52	56	46	42	49	44	50	45	46	46	47
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	35	39	45	47	41	39	36	36	41	39	37	41	40
MP 39	Sillerstraße 6	24	26	37	41	28	34	29	28	39	29	29	32	31
MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	29	33	39	40	28	30	29	38	38	39	30	44	35
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	37	41	48	49	46	42	47	43	44	44	41	41	44
MP 44	Sonnbornerstraße 158	24	26	34	37	29	28	29	27	31	27	26	27	29
VWEL [1)]	Wuppertal Gathe	44	46	61	58	54	50	52	50	55	50	42	49	51
WULA [1)]	Wuppertal Langerfeld	24	24	33	29	23	18	21	22	23	24	24	28	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)

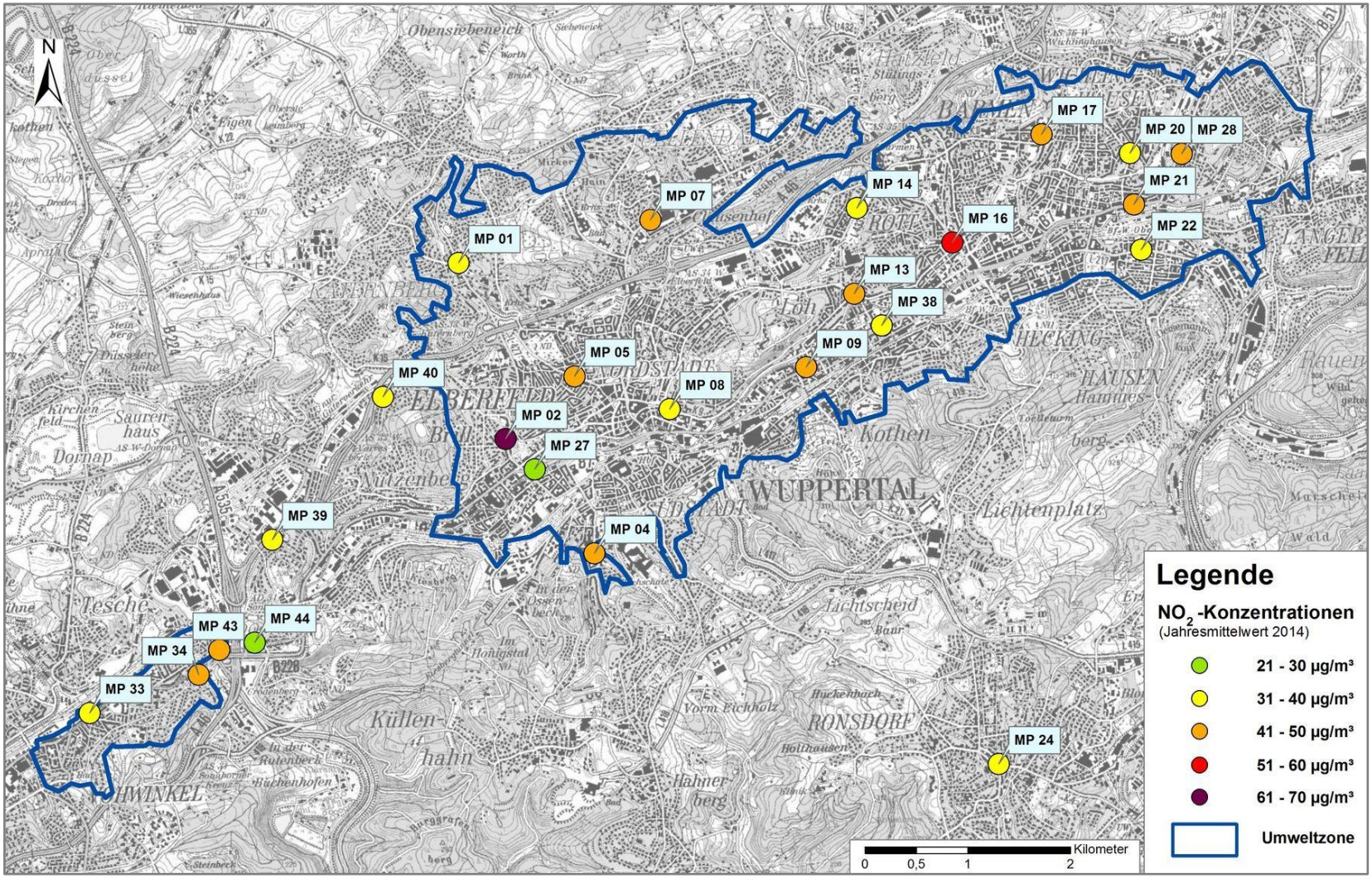


Abbildung 11 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 42 sowie Klassifizierung der NO_2-Jahresmittelwerte 2014

Interessante Ergebnisse zeigen die Messungen an den vergleichsweise autobahnnahen 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 NO_2-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 42 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. Daüber 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 augehenden 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 bislang NO_2-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 NO_2-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 NO_2-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 NO_2-Jahresmittelwerte erfasst, während an den etwas niedriger gelegenen Messpunkten an der Sillerstraße (MP 39) und Am Dorpweiher (MP 40) höhere NO_2-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.

Die Ergebnisse der NO_2-Messungen an diesen Messpunkten sind besonders interessant: Während an der Sonnborner Straße (MP 44, Lee zur A46) ein besonders niedriger NO_2-Jahresmittelwert von 29 µg/m³, nur geringfügig höher als an der Hintergrundstation an der Bundesallee mit 26 µg/m³, ermittelt wurde, lag die NO_2-Konzentration 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 NO_2-Belastung hat sich auf der Grundlage der durchgeführten Messungen demnach bislang nicht bestätigt.

Vielmehr bestätigt dieser Vergleich 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. 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). Zurzeit werden verwaltungsintern Maßnahmen zur Reduktion der lufthygienischen Belastung an der Eugen-Langen-Straße geprüft.

Besonders positiv sind die Ergebnisse an den Messpunkten MP 20 (Wichlinghauser Straße) MP 22 (Heckinghauser Straße), MP 33 (Kaiserstraße) und MP 38 (Friedrich-Engels-Allee 308) zu bewerten. Nach den Messpunkten MP 14 (Schönebecker Straße) und MP 24 (Staasstraße) im Vorjahr 2013 wurde an diesen Messpunkten der Grenzwert für NO_2 von 40 µg/m³ im Jahresmittel erstmals seit Messbeginn nicht überschritten. Die Einhaltung des Grenzwertes an den Messpunkten MP 14 und MP 24 hat sich zudem im Jahr 2014 bestätigt.

Gleichwohl ist die räumliche Verteilung der NO_2-Belastung innerhalb des Wuppertaler Stadtgebietes differenziert zu bewerten. Während an den emissionsseitig hoch belasteten Messorten in Verbindung mit ungünstigen Austauschbedingungen hohe NO_2-Belastungen im Jahresmittel erreicht werden, 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 nochmals um 1 µg/m³ abnehmender NO_2-Jahresmittelwert von 26 µg/m³ ermittelt.

Die Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates „über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ (2008/50/EG) vom 21. Mai 2008 regelt in Artikel 22 die Möglichkeit einer „Verlängerung der Fristen für die Erfüllung der Vorschriften und Ausnahmen von der vorgeschriebenen Anwendung bestimmter Grenzwerte“ [4]. Diese Regelungen sind seit 2010 auch national in der 39. BImSchV in § 21 umgesetzt [3]. Danach können die Fristen für die Einhaltung des NO_2-Grenzwertes unter bestimmten Voraussetzungen um fünf Jahre verlängert werden. Während der Fristverlängerung muss jedoch u. a. sichergestellt werden, dass der Jahresmittelwert von NO_2 den Grenzwert um nicht mehr als die gesamte Toleranzmarge (20 µg/m³) überschreitet; d.h. der Jahresmittelwert darf während der Übergangsfrist nicht über 60 µg/m³ liegen.

Seit 2010 wurden Konzentrationen oberhalb dieses Schwellenwertes in Wuppertal nach wie vor nur noch an maximal einem Messort, an der Briller Straße (MP 02) festgestellt. Mit 62 µg/m³ liegt dort der Jahresmittelwert für 2014 wieder unter dem Niveau des Vorjahres von 63 µg/m³ und bestätigt somit nach wie vor den Trend abnehmender NO_2-Immissionen insbesondere auch an Belastungsschwerpunkten. Unabhängig von einem mittleren Trend stellen die Messorte mit den höchsten NO_2-Konzentrationen (NO_2 > 50 µg/m³, MP 02 und MP 16) aber nach wie vor lokale Belastungsschwerpunkte dar, die durch hohe Emissionen in Verbindung mit besonders ungünstigen lokalen Austauschbedingungen gekennzeichnet sind.

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2014 zusätzlich die Monatsextreme (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2014) dargestellt. Im Jahr 2014 wurden die niedrigsten NO_2-Konzentrationen im Allgemeinen im Januar, Juni und August erfasst. Die höchsten Belastungen wurden in den Zeiträumen März und April ermittelt. Die Messergebnisse variierten im Jahresverlauf je nach Messpunkt um den Faktor 1,3 bis 2,0. Die Ergebnisse aller Einzelmonate sind in Tabelle 11 im Anhang B dokumentiert.

Die Verteilung der Monatsextreme verhält sich plausibel unter Berücksichtigung der jeweils vorherrschenden meteorologischen Rahmenbedingungen. So waren die Monate Januar und Februar sowie August und Oktober 2014 von ausgeprägten Süd- bis Südwestanströmungen atlantischer Herkunft geprägt (vgl. Monatswindrosen in Abbildung 10). Diese austauschreichen, häufig mit Niederschlägen verbundenen Wetterlagen führen zu einer guten Durchmischung der bodennahen Atmosphäre. Die höchsten Belastungen im Jahr 2014 waren hingegen mit eher austauscharmen Witterungsbedingungen mit im Verhältnis höheren Anteilen östlicher Anströmrichtungen verbunden. Die horizontalen Windgeschwindigkeiten liegen während solcher Episoden zumeist verhältnismäßig niedrig verbunden mit größeren zeitlichen Anteilen stabiler Schichtungen der bodennahen Atmosphäre.

Tabelle 6 NO_2-Jahresmittelwerte sowie NO_2-Monatsextreme für das Jahr 2014.

MP-Nr.	**Messort / Adresse**	**NO_2 (2014)**	**NO_2 - Minimum**		**NO_2 - Maximum**		**Max/Min**
	Straße / Hausnummer	µg/m³	µg/m³	Monat	µg/m³	Monat	Faktor
MP 01	Nevigeser Straße 98	38	32	Aug 14	46	Mrz 14	1,4
MP 02	Briller Straße 28	62	55	Jan 14	74	Jul 14	1,3
MP 04	Steinbeck 92	49	43	Jun 14	57	Jul 14	1,3
MP 05	Hochstraße 63	45	29	Feb 14	56	Apr 14	1,9
MP 07	Uellendahler Straße 198	41	31	Aug 14	49	Mrz 14	1,6
MP 08	Hofkamp 86	35	27	Feb 14	45	Mrz 14	1,7
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	45	33	Aug 14	54	Mrz 14	1,6
MP 13	Rudolfstraße 149	44	33	Jan 14	54	Apr 14	1,6
MP 14	Schönebecker Straße 81	37	29	Jan 14	46	Apr 14	1,6
MP 16	Steinweg 25	51	43	Jan 14	58	Apr 14	1,3
MP 17	Westkotter Straße 111	49	45	Jun 14	56	Apr 14	1,3
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	37	30	Aug 14	46	Mrz 14	1,5
MP 21	Berliner Straße 159	42	29	Feb 14	57	Apr 14	2,0
MP 22	Heckinghauser Straße 159	37	28	Aug 14	49	Apr 14	1,7
MP 24	Staasstraße 51	37	29	Aug 14	46	Apr 14	1,6
MP 27	Bundesallee 30	26	21	Feb 14	35	Mrz 14	1,7
MP 28	Schwarzbach 78	45	40	Jun 14	58	Jul 14	1,5
MP 33	Kaiserstraße 32	38	31	Jun 14	44	Dez 14	1,4
MP 34	Haeseler Strasse 94	47	40	Jan 14	56	Apr 14	1,4
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	40	35	Jan 14	47	Apr 14	1,4
MP 39	Sillerstraße 6	31	24	Jan 14	41	Apr 14	1,7
MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	35	28	Mai 14	44	Dez 14	1,6
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	44	37	Jan 14	49	Apr 14	1,3
MP 44	Sonnbornerstraße 158	29	24	Jan 14	37	Apr 14	1,6

Insgesamt dokumentieren die Ergebnisse der NO_2-Messungen in Wuppertal ein nach wie vor im Vergleich hohes innerstädtisches Belastungsniveau, das gut mit den Ergebnissen der NO_2-Messungen in Wuppertal aus den Jahren 2007 bis 2013 korrespondiert. Der in den Vorjahren gemessene abnehmende Trend der NO_2-Belastung hat sich nach einer Stagnation in 2012 nach 2013 auch im Jahr 2014 fortgesetzt. In 2014 wurden an 21 Messorten niedrigere Konzentrationen ermittelt als im Vorjahr (gegenüber 15 Messorten im Vorjahr). Im Mittel über alle Messpunkte ergibt sich ein nochmals um 3 µg/m³ niedrigeres Belastungsniveau als in 2013.

Von den hier ausgewerteten 24 Messstandorten im Wuppertaler Stadtgebiet wurde im Jahr 2014 an 12 Messstandorten der Wert von 40 µg/m³ überschritten. Dies sind 3 Stationen weniger als im Vorjahr 2013. Bundesweit stagniert die Belastung durch Stickstoffdioxid im Jahr 2014 nach einer Auswertung des Umweltbundesamtes (UBA) nach wie vor, ähnlich wie in den Vorjahren [9].

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 NO_2 in Wuppertal

Von der Stadt Wuppertal wurden von 1997 bis Ende 2006 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee kontinuierliche und zeitlich hochaufgelöste NO_2-Messungen durchgeführt. Nach Beendigung der kontinuierlichen Messungen wurden die NO_2-Messungen an der Bundesallee seit 2007 mit Passivsammlern fortgeführt. Seit 1999 werden von der Stadt Wuppertal zusätzlich an einer variierenden Anzahl von Messorten NO_2-Messungen mit Passivsammlern durchgeführt (von 2009 bis 2012 an 23, seit 2013 an 24 Messorten), die eine flächenhafte Erfassung der NO_2-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 NO_2-Messungen mittels Passivsammler durch die Stadt Wuppertal realisiert. In den Jahren 2005 und 2006 wurden zeitlich befristete, kontinuierliche NO_2-Messungen an der Messstelle Wuppertal-Steinweg (LUQS-Stationskürzel: VWBA) durchgeführt. Auch diese Station ist als Verkehrsmessstation bzw. „Hot-Spot“-Messung charakterisiert. Die NO_2-Messungen werden seit dem Jahr 2007 auch an dieser Messstelle von der Stadt Wuppertal mit Passivsammlern fortgeführt.

Seit dem Jahr 2006 wird vom LANUV NRW die Messstation Wuppertal-Gathe (LUQS-Stationskürzel: VWEL) betrieben, die ebenfalls als städtische Verkehrsmessstation eingestuft ist. Ergänzend hierzu wurden in den Jahren 2008 und 2009 durch das LANUV NRW auch NO_2-Passivsammlermessungen an der Messstation Wuppertal-Langerfeld (LUQS-Stationskürzel: WULA) durchgeführt, die als Hintergrundmess-

station für das Bergische Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) charakterisiert ist. Kontinuierliche Messungen der Stickstoffoxide erfolgen an dieser Station (WULA) erst seit dem Jahr 2013 (bis 2012 wurden an dieser Station nur Schwefeldioxid SO_2, Ozon O_3 und Schwebstaub PM_{10} erfasst).

In Tabelle 7 sind zunächst die Jahresmittelwerte an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA) für NO_2 und das Jahr 2014 aufgeführt und dem entsprechenden Beurteilungswert gegenübergestellt. Zusätzlich zu den Ergebnissen dieser kontinuierlichen NO_2-Messungen sind in Tabelle 7 vergleichend auch die NO_2-Jahresmittelwerte der Stationen Steinweg, Friedrich-Engels-Allee 308 sowie Bundesallee dargestellt, für die mehrjährige Messreihen für NO_2 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 NO_2–Jahresmittelwerte (2014) 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/m³	**Anzahl Überschreitungen 1h-Mittelwert 200 µg/m³**
Gathe [2)]	aktiv	51	0
Langerfeld [2)]	aktiv	24	0
Steinweg	passiv	51	---
Friedrich-Engels-Allee 308	passiv	40	---
Bundesallee	passiv	26	---
Beurteilungswert		**40 [1)]**	**18**

[1)] Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV (Jahresmittel)

[2)] Quelle: Tabelle zu EU-Jahreskenngrößen 2014 des LANUV NRW, Stand vom 23.02.2015

Die kontinuierliche Messstation Wuppertal Gathe zeigte mit 51 µg/m³ im Jahresmittel 2014 nach wie vor eine deutliche Überschreitung des Jahres-Immissionsgrenzwertes für NO_2. Diese hohe Belastung korrespondiert gut mit den Ergebnissen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten NO_2-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 2014 nicht überschritten.

Im Vergleich zu den NO_2-Messungen an den Belastungsschwerpunkten lagen die NO_2-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 NO_2-Belastung seit dem Jahr 2000 dargestellt. Nach einem leicht rückläufigen Trend an der Messstelle Bundesallee bis zum Jahr 2004 stagnierte das NO_2-Konzentrationsniveau von 2005 bis 2009 bei etwa 33 µg/m³. In den letzten Jahren ging die NO_2-Belastung an der Station Bundesallee zunächst auf 31 µg/m³ (2010), von 2011 bis 2013 auf 27 µg/m³ und in 2014 schließlich auf 26 µg/m³ zurück.

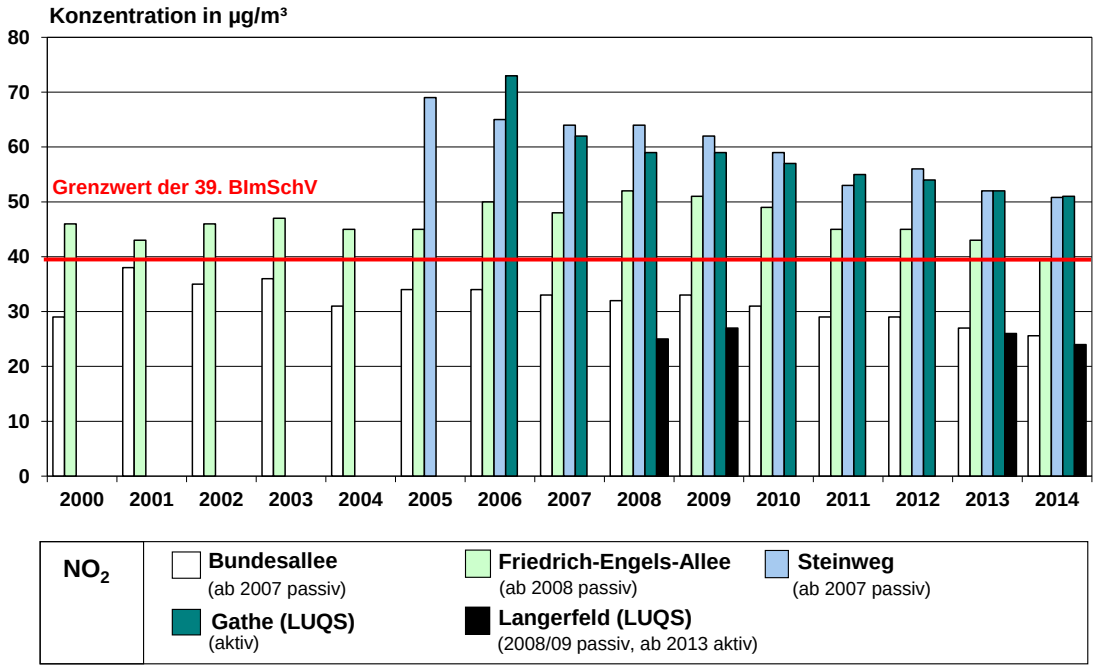


Abbildung 12 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO_2 an ausgewählten Messstellen in Wuppertal von 2000 bis 2014.

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

Die Station Wuppertal-Langerfeld (WULA) lag 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 NO_2-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 2014 nochmals um 2 µg/m³ niedriger. Nach einer Stagnation des regionalen NO_2-Hintergrundniveaus im Bergischen Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) ohne den unmittelbaren Einfluss lokaler Emissionen zeigt sich auch hier wieder ein leicht abnehmender Trend.

An der Friedrich-Engels-Allee 308 liegt das NO_2-Konzentrationsniveau um rund 10 - 15 µg/m³ höher als an den o. g. Hintergrundstationen. Der seit dem 01.01.2010 gemäß 39. BImSchV geltende Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ wurde im Jahr 2014 erstmals seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 nicht überschritten. 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 NO_2-Jahresmittelwerte von zunächst etwa 60 – 70 µg/m³ mit abnehmender Tendenz in den letzten Jahren. In 2014 lag das NO_2-Konzentrationsniveau bei 51 µg/m³ an beiden Belastungsschwerpunkten („Hot-Spots“). Die Werte korrespondieren somit gut mit den Ergebnissen der weiteren NO_2-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 NO_2-Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen von 2008 bis 2014 zusammengefasst. Die nicht fortlaufende Nummerierung der aktuell realisierten Messstellen in Tabelle 8 ist auf die unterschiedlichen NO_2-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 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 NO_2-Messungen um 2 weitere Messorte im direkten Einwirkungsbereich der A 46 im Bereich des Sonnborner Kreuzes ergänzt.

An den Messstellen gemäß Tabelle 8 ist seit 2008 bis einschließlich 2014 ein deutlich rückläufiger Trend der NO_2-Belastungen beobachten. Für den hier dargestellten Zeitraum von 2008 bis einschließlich 2014 gilt dieser abnehmende Trend sowohl für das Gesamtmittel über alle Messstellen als auch für jeden einzelnen Messort.

Tabelle 8 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO_2 für die Jahre 2008 bis 2014.

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

In 2014 wurden an insgesamt 21 Messorten niedrigere Konzentrationen ermittelt als im Vorjahr. Im Mittel über alle Messpunkte ergibt sich ein um 3 µg/m³ niedrigeres Belastungsniveau als im Jahr 2013. Lediglich am Messort Steinbeck MP 04 wurde eine Stagnation der NO_2-Konzentration erfasst. Eine steigende Belastung trat an keinem der Messorte auf.

In Abbildung 13 ist die Entwicklung der NO_2-Konzentrationen von 2008 bis 2014 an den in Tabelle 8 genannten Passivsammlermessstellen in Wuppertal sowie an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL) zusätzlich auch grafisch dargestellt.

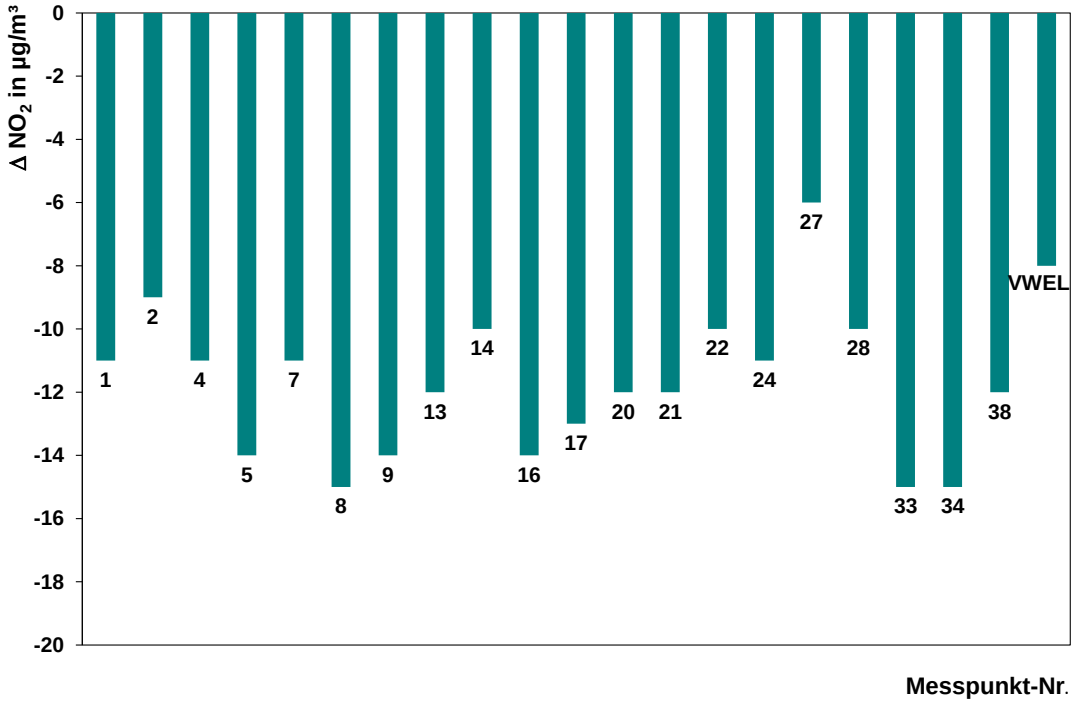


Abbildung 13 Rückgang der NO_2-Konzentrationen im Zeitraum von 2008 bis 2014 an 20 Passivsammlermessstellen in Wuppertal sowie an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL) des LANUV NRW in µg/m³.

Die Gesamtreduktion der NO_2-Belastung von 2008 bis einschließlich 2014 reicht dabei von mindestens 6 µg/m³ (am Messpunkten MP 27) bis hin zu Reduktionen von ≥ 10 µg/m³ an allen weiteren kommunalen Passivsammlermessstellen. Im Vergleich zum Vorjahr 2013 wurden die höchsten Reduktionen an den Messpunkten MP 5, MP 21, MP 22 und MP 33 mit einer Differenz von 5 µg/m³ erzielt (siehe Tabelle 8).

Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den längeren Zeitraum von 2008 bis 2014 ein Rückgang der NO_2-Immissionen von mittlerweile 12 µg/m³ registriert. Eine Zunahme der NO_2-Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum 2008 bis 2014 an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet.

Nach einer Stagnation der NO_2-Belastung abseits der lokalen Belastungsschwerpunkte in den letzten Jahren wurde im Jahr 2014 auch an der vom LANUV NRW betriebenen Hintergrundmessstelle Wuppertal-Langerfeld (WULA) um 2 µg/m³ geringere NO_2-Konzentrationen erfasst.

Besonders positiv sind die Ergebnisse an den vier Messpunkten MP 20 (Wichlinghauser Straße), MP 22 (Heckinghauser Straße), MP 33 (Kaiserstraße) und MP 38 (Friedrich-Engels-Allee 308) zu bewerten. Nach den Messpunkten MP 14 (Schönebecker Straße) und MP 24 (Staasstraße) im Vorjahr wurde an diesen Messpunkten im Jahr 2014 der Grenzwert für NO_2 von 40 µg/m³ erstmals seit Messbeginn nicht überschritten. Die Einhaltung des Grenzwertes an den Messpunkten MP 14 und MP 24 hat sich zudem im Jahr 2014 bestätigt.

Die lokalen Messergebnisse für NO_2 in Wuppertal sind darüber hinaus auch plausibel im Vergleich zur großräumigen Entwicklung der NO_2-Belastung in Nordrhein-Westfalen. Insgesamt ist der Trend der landesweiten NO_2-Belastung mit einem Rückgang von ca. 1-2 µg/m³ pro Jahr moderat rückläufig. In NRW konnte dennoch im Jahr 2014 an 58 von 127 Messstationen der Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel nicht eingehalten werden. Im Jahr 2013 waren es noch 63 von 129 Stationen. Die Anzahl der besonders hoch belasteten Messstationen (Jahresmittelwert > 60 µg/m³) lag mit 2 im Jahr 2014 gegenüber 2013 um eine Station niedriger, jedoch wurde an zwei weiteren Messstationen der Wert von 60 µg/m³ exakt erreicht [34], [36]. Neben den Ergebnissen an der Briller Straße in Wuppertal wurden solche Spitzenbelastungen vom LANUV NRW auch in Düren, Düsseldorf und Köln festgestellt. Analog zur Situation in Wuppertal wurden Überschreitungen insbesondere an dicht bebauten Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen beobachtet.

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

Aus diesem Grund lag der Anteil der Messstandorte mit Überschreitungen des NO_2-Jahresmittelwertes in Wuppertal gegenüber dem NRW-Landesdurchschnitt vergleichsweise hoch. Die Verringerung dieses Anteils in den letzten beiden Jahren ist neben dem kontinuierlichen Rückgang der NO_2-Immissionen in Wuppertal insgesamt, auf die eher geringen NO_2-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 Tallage im Vergleich zu landesweiten Verhältnissen.

Insgesamt weisen nach wie vor die aktuellen NO_2-Messergebnisse mit den zahlreichen Grenzwertüberschreitungen auf den großen Handlungsbedarf hin, den Schadstoffausstoß der Stickstoffoxide insbesondere des Verkehrs als maßgeblicher lokaler Emittent weiter zu vermindern [36]. Zur Senkung der hohen Hintergrundbelastung sind zusätzlich aber auch weitere Emissionsminderungsmaßnahmen in anderen Bereichen wie beispielsweise Industrie, Hausbrand und Baumaschinen erforderlich.

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

Entstehung und Wirkung von Feinstäuben

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

Feinstäube der Fraktion PM_{10}[(2)] und kleiner sind luftgetragen und besitzen im Allgemeinen keine relevante Sedimentationsgeschwindigkeit. Die typischerweise vorliegende Turbulenz der bodennahen Atmosphäre reicht in Verbindung mit der mittleren Partikelgröße aus, um ein gravitationsbedingtes Absinken der Partikel zu verhindern. In der TA Luft wird die Partikelfraktion PM_{10} daher auch Schwebstaub genannt.

Luftgetragene Partikel der Fraktion PM_{10} können durch Nase und Mund in die Lunge gelangen, wo sie je nach Größe bis in die Hauptbronchien oder Lungenbläschen transportiert werden können [35]. Ultrafeine Partikel ($PM_{0,1}$) als Bestandteil von PM_{10} können von den Lungenbläschen (Alveolen) in die Blutbahn übertreten und so im Körper verteilt werden und andere Organe erreichen.

Aus epidemiologischen Untersuchungen liegen deutliche Hinweise für den Zusammenhang zwischen kurzen Episoden mit hoher PM_{10}-Exposition und Auswirkungen auf die Sterblichkeit (Mortalität) und Erkrankungsrate (Morbidität) vor. PM_{10} oder eine oder mehrere der PM_{10}-Komponenten leisten nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand einen Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen. Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sind dabei am wichtigsten [35].

Eine Langzeit-Exposition über Jahrzehnte kann ebenso mit ernsten gesundheitlichen Auswirkungen verbunden sein. So wurden insbesondere eine erhöhte Rate von Atemwegserkrankungen und Störungen des Lungenwachstums bei Kindern festgestellt. Auch ist eine Erhöhung der PM_{10}-Konzentration mit einem Anstieg der Gesamtsterblichkeit und der Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Sterblichkeit verbunden. Darüber hinaus gibt es Hinweise für eine erhöhte Lungenkrebssterblichkeit [35].

Insgesamt ist davon auszugehen, dass PM_{10} 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 PM_{10} nach aktuellem Kenntnisstand nicht angegeben werden.

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

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

Analog zu den Immissionsgrenzwerten für Stickstoffdioxid NO_2 gehen auch die derzeit in Deutschland geltenden Beurteilungswerte für Feinstaub auf Luftqualitätsrichtlinien der europäischen Union zurück, die durch die Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sowie durch die Einführung der 39. BImSchV[3] zum BImSchG in deutsches Recht umgesetzt worden sind.

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

Für Partikel $PM_{2,5}$ gilt gemäß EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa sowie gemäß 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit 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 2014 vom LANUV NRW im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) PM_{10}-Messungen an den Stationen Wuppertal-Langerfeld (WULA) und Wuppertal-Gathe (VWEL) durchgeführt. Wie in Abschnitt 6.1 bereits dargestellt, handelt es sich bei der Station Langerfeld um eine städtische Hintergrundstation und bei der Messstelle Gathe um einen Belastungsschwerpunkt („Hot-Spot“). Seit dem Jahr 2009 werden an der städtischen Hintergrund-Messstation Langerfeld zusätzlich Messungen von Feinstaub $PM_{2,5}$ durchgeführt. In Tabelle 9 sind statistischen Kenngrößen für die PM_{10}- und $PM_{2,5}$-Messungen an diesen Messstellen für das Jahr 2014 dargestellt und den Beurteilungsmaßstäben gegenübergestellt.

Tabelle 9 Statistische Kenngrößen für Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$ im Jahr 2014 an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA).

Messstation	**Partikel PM_{10}**		**Partikel $PM_{2,5}$**
	Jahresmittel	Anzahl Tage > 50 µg/m³	Jahresmittel
Gathe	23	8	---
Langerfeld	21	4	13
Beurteilungswert	**40** [1)]	**35** [1)]	**25** [2)]

[1)] Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV

[2)] Zielwert gemäß 39. BImSchV

[(3)] Die 39. BImSchV ersetzt seit August 2010 die bis zu diesem Zeitpunkt gültige 22. BImschV.

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

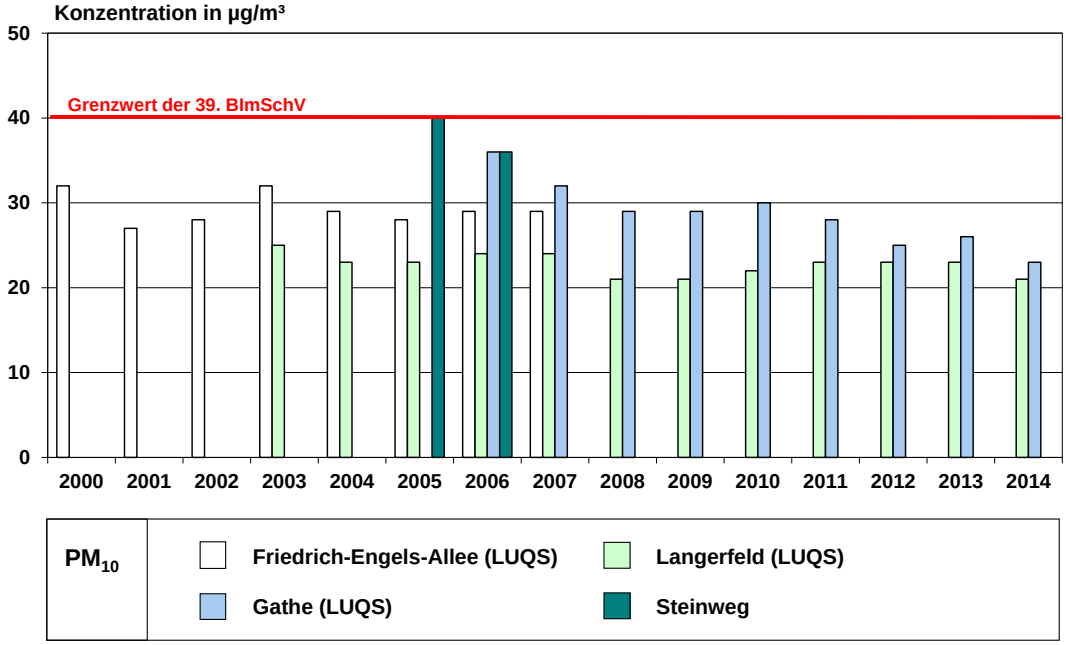


Abbildung 14 Entwicklung der PM_{10}-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2014.

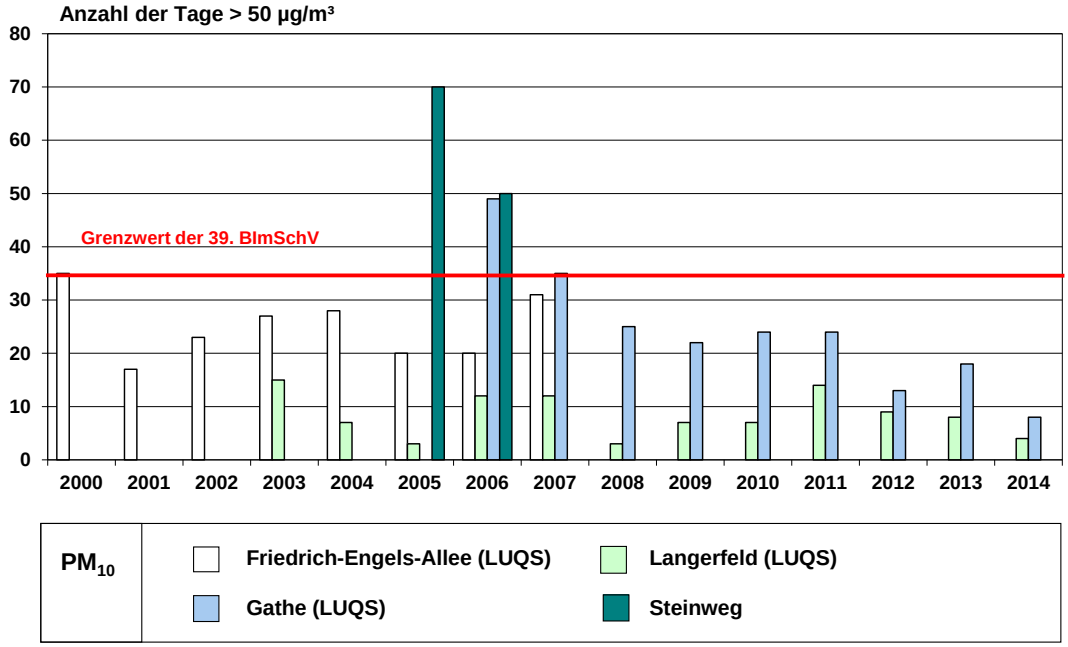


Abbildung 15 Anzahl der Tage mit PM_{10}-Mittelwerten > 50 µg/m³ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2014.

Im Jahresmittel 2014 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 23 µg/m³ eine geringfügig höhere PM_{10}-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit 21 µg/m³. Auch die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ lag an der Station Gathe mit 8 Tagen in 2014 entsprechend höher als an der Messstelle Langerfeld mit 4 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 kann seit 2011 eine weitere Verbesserung für diesen Luftschadstoff beobachtet werden.

Die Jahresmittelwerte der Friedrich-Engels-Allee (Messzeitraum 2000 bis 2007) und der Station Langerfeld im städtischen Hintergrund (Messzeitraum 2003 bis 2014 und aktuell) weisen hingegen nur eine geringe 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. 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 2014 weisen diese Stationen auf einem Niveau von etwa 12-14 µg/m³ im Mittel eine leicht rückläufige Tendenz von 2-3 µg/m³ 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 [37]. In diesem Ansatz geht man von dem Beitrag unterschiedlicher Quellregionen zur PM_{10}-Immissionssituation 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 µg/m³ (100 %) der Station Wuppertal Gathe (VWEL) im Jahr 2006 setzt sich zusammen aus einem überregionalen Hintergrund von 14 µg/m³ (39 %, grün-schraffiert), einem regionalen Hintergrundbeitrag von 8 µg/m³ (24 %, grün), einem städtischen Hintergrundbeitrag von 2 µg/m³ (4 %, blau) sowie einer lokalen Zusatzbelastung an der Station Gathe (VWEL) von 12 µg/m³ (33 %, rot).

Diese Werte entsprechen einer überregionalen Hintergrundbelastung von 14 µg/m³, einem regionalen Hintergrund von 22 µg/m³, einer städtischen Hintergrundbelastung von 24 µg/m³ sowie einer PM_{10}-Konzentration von 36 µg/m³ am Verkehrsmesspunkt Wuppertal Gathe (VWEL) im Jahr 2006.

Auffällig 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.

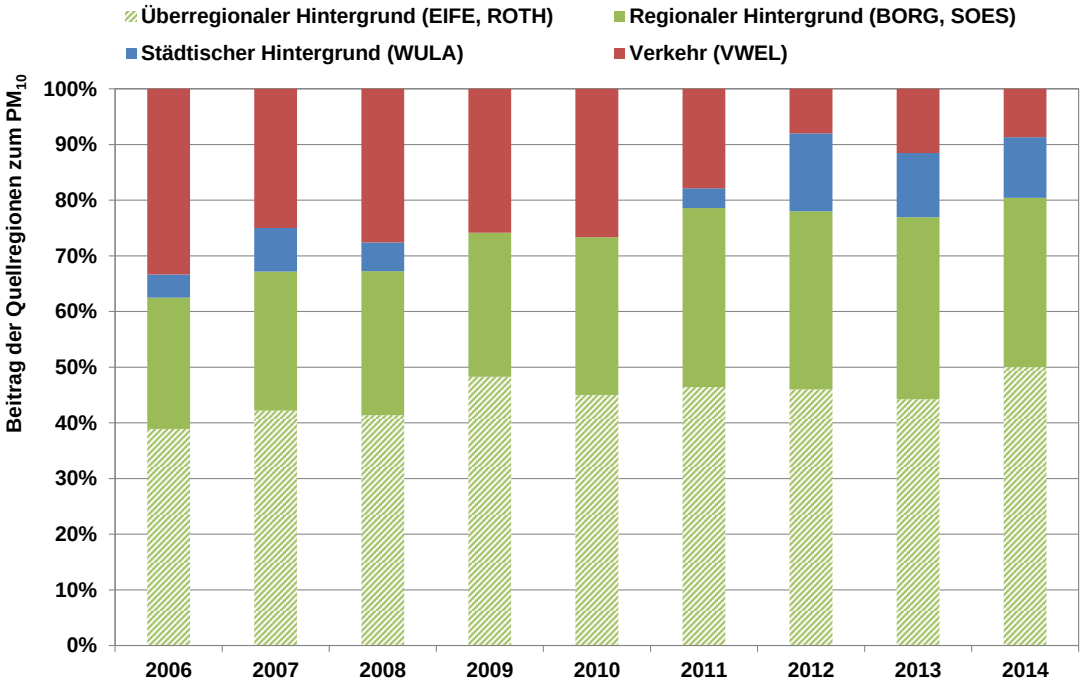


Abbildung 16 Beiträge der Quellregionen „Überregionaler Hintergrund“, „Regionaler Hintergrund“, „Städtischer Hintergrund“ und „Verkehr“ an der LUQS-Station Wuppertal Gathe (VWEL) nach Ansatz von Lenschow et. al [37].

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. Auch der Einfluss der regionalen und überregionalen Hintergrundbelastung gewinnt am innerstädtischen Belastungsschwerpunkt immer mehr an Bedeutung.

Eine mögliche Ursache für die sich verschiebenden Beiträge kann in ersten Erfolgen der Luftreinhalteplanung in Wuppertal gesehen werden, die insbesondere auf die Belastung durch Schwebstaub abzielt. Gleichzeitig erlebt im Umland der Einsatz von Brennholz zum Heizen in Haushalten eine Renaissance. Tatsächlich übersteigen seit dem Jahr 2008 die PM_{10}-Emissionen aus der Holzverbrennung privater Haushalte die direkte, verbrennungsbedingten Emissionen aus dem Straßenverkehr [9].

Im Gegensatz zu NO_2 liegt im Stadtgebiet von Wuppertal für PM_{10} 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 2012 und damit deutlich und sicher unterhalb des Beurteilungswertes von 25 µg/m³ im Jahresmittel als Zielwert gemäß 39. BImSchV. Im Verhältnis zu diesem Zielwert wurde in 2014 mit 13 µg/m³ erneut ein sehr niedriger Jahresmittelwert in Wuppertal verzeichet.

Die Anzahl der Überschreitungstage für Feinstaub PM_{10} (Abbildung 15) ist deutlich variabler als der Jahresmittelwert für PM_{10}, da sie maßgeblich vom Verlauf der Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren geprägt wird (vgl Abschnitt 5.2).

An den zwei Messstationen Wuppertal-Gathe und Wuppertal-Langerfeld ist ein 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. Für das Berichtsjahr 2013 wurden an dieser Stelle zuletzt 18 Überschreitungstage gemeldet. Mit nur 8 Tagen stellte sich in 2014 die Situation als äußerst günstig dar.

An der Station Langerfeld war die Anzahl der Überschreitungstage im Jahr 2011 auf 14 Tage gegenüber 7 Tagen in den Vorjahren 2009 und 2010 angestiegen. In 2012 wurden 9 Überschreitungstage registriert, in 2013 noch 8 Tage. Im aktuellen Berichtsjahr wurden hier nur an 4 Tagen Konzentrationen > 50 µg/m³ gemessen.

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$ sowie 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 2014 in Wuppertal entspricht grundsätzlich auch dem großräumigen Trend. Der langjährige Vergleich in Wuppertal, eränzt durch eine Auswertung der deutschlandweiten Situation und unter Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen zeigt, dass 2014 erneut ein Jahr mit vergleichsweise geringer Feinstaubbelastung war.

7 Entwicklung des NO_2-Messnetzes in Wuppertal

Die Stadt Wuppertal führt bereits seit den 1990er Jahren umfangreiche lufthygienische und meteorologische Messungen durch. Auf die Ergebnisse dieser Messungen wurde sowohl in dem hier vorliegenden Luftmessbericht für das Jahr 2014 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 6.2 sowie den zurückliegenden Messberichten dokumentiert. Im jeweils aktuellen Luftmessbericht werden dabei aber im Allgemeinen nur diejenigen Messpunkte aufgenommen, für die in dem jeweiligen Berichtsjahr auch NO_2-Messungen durchgeführt wurden. In den zurückliegenden Jahren wurde das NO_2-Messnetz stetig weiterentwickelt und den sich jeweils aktuellen Anforderungen angepasst. Insbesondere seit 2008 wurden diejenigen Messpunkte, an denen der Beurteilungswert für NO_2 eingehalten wurde, aus dem Messprogramm herausgenommen, um Untersuchungen an neuen Messorten bzw. potentiellen Belastungsschwerpunkten zu ermöglichen.

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

Im vorliegenden Luftmessbericht für das Jahr 2014 soll neben der Darstellung der aktuellen Messergebnisse die weiter fortgeschriebene Entwicklung des NO_2-Messnetzes und das damit verbundenen Engagement der Stadt Wuppertal zum Thema Luftreinhaltung und Immissionsschutz dokumentiert werden.

In Abbildung 17 ist hierzu, analog zur Darstellungmethodik in Abbildung 11, die räumliche Verteilung sowohl der aktuellen als auch der mittlerweile nicht mehr beprobten Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal dargestellt. In blau sind hierbei die aktiven Messpunkten des aktuellen NO_2-Messnetzes markiert, die nicht mehr beprobten Messpunkte sind grün dargestellt.

Im Vergleich zum Vorjahr 2013 wurden in 2014 die Messpunkte MP 41 (Sanderstraße) und MP 42 (Virchowstraße) aufgrund der im Verhältnis niedrigen NO_2-Belastungen außer Betrieb genommen. Dafür wurden im Bereich des Sonnborner Kreuzes zwei neue Messpunkte (MP 43 und MP 44) neu in das aktuelle Messnetz aufgenommen.

Während die graphische Darstellung des aktuellen Messnetzes in Abbildung 11 noch eine zum Teil heteorogene, 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 NO_2-Messungen an 17 Messorten durchgeführt, die aktuell (2014) 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.

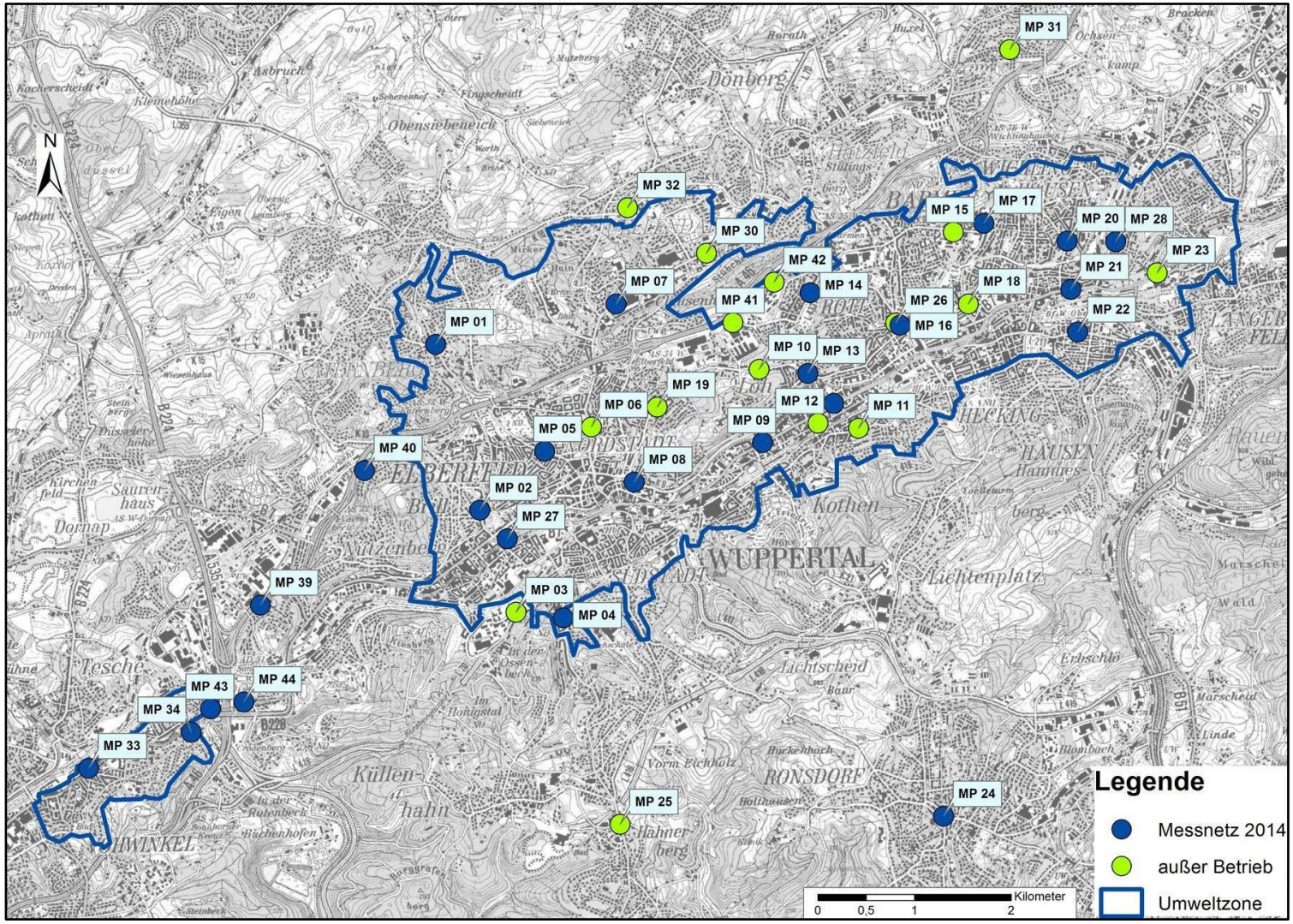


Abbildung 17 Räumlicher Verteilung der bis 2013 aktiven sowie der nicht mehr beprobten NO_2-Messorte in Wuppertal.

Tabelle 10 Messorte aus dem NO_2-Messnetz in Wuppertal, die nicht mehr beprobt werden.

MP-Nr.	Messort / Adresse	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Messung
	Straße / Hausnummer	m	m	m über NN	bis
MP 03	Neviandtstraße 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 NO_2 sichergestellt ist.

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

8 Zusammenfassung und Fazit

Die Stadt Wuppertal führt seit vielen Jahren Immissionsmessungen von Luftschadstoffen durch, um die aktuelle Belastung in Wuppertal zu ermitteln und zu bewerten. Die flächenhaft erfassten Messdaten dienen dazu, verschiedenste Planungsprozesse nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ begleiten zu können. Darüber hinaus ermöglicht diese Datenbasis eine Versachlichung der Diskussion zu den Themen Luftreinhaltung und Gesundheitsschutz und bietet eine fundierte Grundlage für Abstimmungsgespräche mit übergeordneten 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. Ab 2016 wird der Luftreinhalteplan voraussichtlich fortgeschrieben – die Messdaten aus dem Luftmessnetz der Stadt Wuppertal sollen hierzu eine zusätzliche und belastbare Grundlage schaffen.

Im Fokus der Messungen in Wuppertal stehen unverändert die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$) sowie meteorologische Messungen. Der in den Vorjahren nachgewiesene, abnehmende Trend der NO_2-Belastung hat sich nach einer Stagnation in 2012 nach 2013 auch im Jahr 2014 fortgesetzt. In 2014 wurden an 21 Messorten niedrigere Konzentrationen ermittelt als im Vorjahr (gegenüber 15 Messorten im Vorjahr). Im Mittel über alle Messpunkte ergibt sich ein nochmals um 3 µg/m³ niedrigeres Belastungsniveau als in 2013.

Besonders positiv sind die Ergebnisse an den vier Messpunkten MP 20 (Wichlinghauser Straße), MP 22 (Heckinghauser Straße), MP 33 (Kaiserstraße) und MP 38 (Friedrich-Engels-Allee 308) zu bewerten. Nach den Messpunkten MP 14 (Schönebecker Straße) und MP 24 (Staasstraße) im Vorjahr wurde an diesen Messpunkten im Jahr 2014 der Grenzwert für NO_2 von 40 µg/m³ erstmals seit Messbeginn eingehalten.

Diese Ergebnisse korrespondieren gut mit weiteren Ergebnissen zur NO_2-Entwicklung sowohl NRW- als auch bundesweit. Insgesamt ist der Trend der landesweiten NO_2-Belastung mit einem Rückgang von ca. 1-2 µg/m³ pro Jahr moderat rückläufig. In NRW konnte dennoch im Jahr 2014 an 58 von 127 Messstationen der Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel nicht eingehalten werden.

Der 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 2014 ein Rückgang der NO_2-Immissionen von mittlerweile 12 µg/m³ registriert. Eine Zunahme der NO_2-Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet.

Die im Nahbereich der 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 $PM_{2,5}$) 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) vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert am 2. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943)

[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 (2015): Pressemitteilungen zum Deutschlandwetter im Jahr 2014; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach

[8] DWD (2007): Mittelwerte der Lufttemperatur für den Zeitraum 1981-2010; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach

[9] UBA (2015): Luftqualität 2014 Vorläufige Auswertung; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität“, Dessau

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

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

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

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

[14] Müller-BBM (2014): Luftmessbericht Wuppertal 2013; 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 Passivsamler

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

[27] VDI-Richtline 3786, Blatt 2 (2000-12): Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind

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

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

[30] Müller-BBM (2014): Gleichwertigkeitsnachweis NO_2-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 (NO_2), 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 NO_2 and benzene, International Conference ‘Measuring Air Pollutants by Diffusive Sampling and Other Low Cost Monitoring Techniques, Krakow, 15th – 17th September 2009

[34] LANUV-NRW (2015): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); Monatsberichte 2014 und EU-Jahreskenngrößen 2014 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2015

[35] 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

[36] MKULNV (2015): Bilanz der Luftqualität 2014. Pressemitteilung vom 01.04.2015. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW), Düsseldorf

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

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
42277Wuppertal

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

Sonnbornerstraße 158
42327 Wupperta

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 31.12.2013 bis 30.12.2014.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 01 /1	MP 01 / 2	MP 01	MP 02 / 1	MP 02 / 2	MP 02	MP 04 / 1	MP 04 / 2	MP 04	MP 05 / 1	MP 05 / 2	MP 05
			µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 2014	31.12.13 - 30.01.14	30	31	34	32	55	55	55	45	43	44	30	31	30
Feb 2014	30.01.14 - 28.02.14	29	33	33	33	56	56	56	51	50	51	29	29	29
Mrz 2014	28.02.14 - 31.03.14	31	44	48	46	65	73	69	57	57	57	51	56	54
Apr 2014	31.03.14 - 01.05.14	31	42	41	42	57	65	61	54	53	53	55	57	56
Mai 2014	01.05.14 - 02.06.14	32	36	37	37	60	64	62	n.a.	n.a.	n.a.	44	43	43
Jun 2014	02.06.14 - 02.07.14	30	34	32	33	54	59	57	42	44	43	46	49	48
Jul 2014	02.07.14 - 31.07.14	29	34	37	36	75	72	74	55	59	57	47	48	47
Aug 2014	31.07.14 - 29.08.14	29	31	33	32	56	58	57	46	45	46	38	38	38
Sep 2014	29.08.14 - 30.09.14	32	40	40	40	64	67	66	48	49	49	56	56	56
Okt 2014	30.09.14 - 31.10.14	31	38	40	39	58	61	60	43	46	44	41	40	41
Nov 2014	31.10.14 - 28.11.14	28	42	40	41	60	58	59	43	45	44	45	46	45
Dez 2014	28.11.14 - 30.12.14	32	40	40	40	61	64	63	49	49	49	46	44	45
Mittelwert	**31.12.13 - 30.12.14**	**364**	**37**	**38**	**38**	**60**	**63**	**61**	**48**	**49**	**49**	**44**	**45**	**44**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 07 / 1	MP 07 / 2	MP 07	MP 08 / 1	MP 08 / 2	MP 08	MP 09 / 1	MP 09 / 2	MP 09	MP 13 / 1	MP 13 / 2	MP 13
			µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 2014	31.12.13 - 30.01.14	30	38	38	38	27	27	27	43	40	42	32	34	33
Feb 2014	30.01.14 - 28.02.14	29	41	40	40	28	26	27	43	45	44	33	33	33
Mrz 2014	28.02.14 - 31.03.14	31	49	50	49	46	43	45	58	51	54	55	52	53
Apr 2014	31.03.14 - 01.05.14	31	43	45	44	40	44	42	53	52	53	52	56	54
Mai 2014	01.05.14 - 02.06.14	32	39	41	40	34	33	34	44	46	45	44	42	43
Jun 2014	02.06.14 - 02.07.14	30	32	34	33	36	34	35	37	40	39	40	43	42
Jul 2014	02.07.14 - 31.07.14	29	38	40	39	35	37	36	46	48	47	51	48	49
Aug 2014	31.07.14 - 29.08.14	29	32	30	31	27	29	28	32	34	33	39	40	39
Sep 2014	29.08.14 - 30.09.14	32	38	41	40	38	40	39	45	49	47	48	51	49
Okt 2014	30.09.14 - 31.10.14	31	41	45	43	32	31	32	41	42	42	38	41	40
Nov 2014	31.10.14 - 28.11.14	28	44	47	46	31	31	31	41	39	40	42	42	42
Dez 2014	28.11.14 - 30.12.14	32	46	48	47	39	43	41	48	50	49	43	45	44
Mittelwert	**31.12.13 - 30.12.14**	**364**	**40**	**41**	**41**	**34**	**35**	**35**	**44**	**45**	**45**	**43**	**44**	**44**

Tabelle 11 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 44 für den Messzeitraum 31.12.2013 bis 30.12.2014 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 14 / 1	MP 14 / 2	MP 14	MP 16 / 1	MP 16 / 2	MP 16	MP 17 / 1	MP 17 / 2	MP 17	MP 20 / 1	MP 20 / 2	MP 20
			µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 2014	31.12.13 - 30.01.14	30	29	29	29	44	42	43	46	47	47	30	30	30
Feb 2014	30.01.14 - 28.02.14	29	30	33	32	49	48	48	51	50	50	31	33	32
Mrz 2014	28.02.14 - 31.03.14	31	44	43	43	58	56	57	55	58	56	46	46	46
Apr 2014	31.03.14 - 01.05.14	31	46	47	46	56	59	58	55	57	56	45	46	46
Mai 2014	01.05.14 - 02.06.14	32	36	37	36	49	51	50	46	46	46	40	38	39
Jun 2014	02.06.14 - 02.07.14	30	38	35	37	47	45	46	42	48	45	38	36	37
Jul 2014	02.07.14 - 31.07.14	29	38	36	37	53	54	53	50	53	52	34	33	34
Aug 2014	31.07.14 - 29.08.14	29	30	34	32	48	47	47	44	46	45	29	30	30
Sep 2014	29.08.14 - 30.09.14	32	42	44	43	54	55	55	50	51	50	41	44	43
Okt 2014	30.09.14 - 31.10.14	31	35	39	37	50	49	49	48	51	49	39	39	39
Nov 2014	31.10.14 - 28.11.14	28	33	35	34	47	48	47	43	47	45	35	34	34
Dez 2014	28.11.14 - 30.12.14	32	36	36	36	52	57	55	50	53	51	35	37	36
Mittelwert	**31.12.13 - 30.12.14**	**364**	**36**	**37**	**37**	**51**	**51**	**51**	**48**	**51**	**49**	**37**	**37**	**37**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 21 / 1	MP 21 / 2	MP 21	MP 22 / 1	MP 22 / 2	MP 22	MP 24 / 1	MP 24 / 2	MP 24	MP 27 / 1	MP 27 / 2	MP 27
			µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 2014	31.12.13 - 30.01.14	30	31	30	30	30	31	31	31	30	30	21	21	21
Feb 2014	30.01.14 - 28.02.14	29	29	29	29	32	32	32	31	32	31	20	21	21
Mrz 2014	28.02.14 - 31.03.14	31	49	50	50	45	43	44	44	44	44	36	35	35
Apr 2014	31.03.14 - 01.05.14	31	57	58	57	47	50	49	46	47	46	29	32	31
Mai 2014	01.05.14 - 02.06.14	32	46	45	45	37	35	36	36	35	36	23	22	23
Jun 2014	02.06.14 - 02.07.14	30	48	46	47	39	38	39	34	39	37	23	21	22
Jul 2014	02.07.14 - 31.07.14	29	53	54	54	37	38	37	44	n.a.	44	25	25	25
Aug 2014	31.07.14 - 29.08.14	29	38	35	37	29	28	28	28	31	29	22	22	22
Sep 2014	29.08.14 - 30.09.14	32	45	47	46	43	43	43	40	39	40	27	27	27
Okt 2014	30.09.14 - 31.10.14	31	37	39	38	32	33	32	36	33	35	24	25	25
Nov 2014	31.10.14 - 28.11.14	28	31	34	32	37	37	37	33	32	32	26	27	26
Dez 2014	28.11.14 - 30.12.14	32	42	39	41	35	36	35	33	36	35	30	29	30
Mittelwert	**31.12.13 - 30.12.14**	**364**	**42**	**42**	**42**	**37**	**37**	**37**	**36**	**36**	**37**	**26**	**26**	**26**

Tabelle 11 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 44 für den Messzeitraum 31.12.2013 bis 30.12.2014 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 28 / 1	MP 28 / 2	MP 28	MP 33 / 1	MP 33 / 2	MP 33	MP 34 / 1	MP 34 / 2	MP 34	MP 38 / 1	MP 38 / 2	MP 38
			µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 2014	31.12.13 - 30.01.14	30	39	42	40	38	38	38	42	38	40	34	36	35
Feb 2014	30.01.14 - 28.02.14	29	43	42	43	40	44	42	43	45	44	38	39	39
Mrz 2014	28.02.14 - 31.03.14	31	48	48	48	42	42	42	53	52	52	46	44	45
Apr 2014	31.03.14 - 01.05.14	31	47	52	49	39	40	40	55	56	56	47	48	47
Mai 2014	01.05.14 - 02.06.14	32	46	47	47	33	30	32	45	47	46	40	42	41
Jun 2014	02.06.14 - 02.07.14	30	42	38	40	32	29	31	44	41	42	39	38	39
Jul 2014	02.07.14 - 31.07.14	29	56	60	58	37	38	37	48	51	49	37	35	36
Aug 2014	31.07.14 - 29.08.14	29	45	46	45	38	39	39	46	42	44	37	36	36
Sep 2014	29.08.14 - 30.09.14	32	46	44	45	45	42	44	48	52	50	40	41	41
Okt 2014	30.09.14 - 31.10.14	31	44	40	42	42	37	40	45	46	45	40	38	39
Nov 2014	31.10.14 - 28.11.14	28	39	43	41	32	34	33	47	46	46	37	37	37
Dez 2014	28.11.14 - 30.12.14	32	45	47	46	44	45	44	45	48	46	41	40	41
Mittelwert	**31.12.13 - 30.12.14**	**364**	**45**	**46**	**45**	**38**	**38**	**38**	**47**	**47**	**47**	**40**	**39**	**40**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 39 / 1	MP 39 / 2	MP 39	MP 40 / 1	MP 40 / 2	MP 40	MP 43 / 1	MP 43 / 2	MP 43	MP 44 / 1	MP 44 / 2	MP 44
			µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 2014	31.12.13 - 30.01.14	30	24	24	24	29	28	29	39	35	37	23	24	23
Feb 2014	30.01.14 - 28.02.14	29	26	25	26	34	33	33	39	44	41	25	26	26
Mrz 2014	28.02.14 - 31.03.14	31	38	37	37	41	36	39	50	45	48	34	34	34
Apr 2014	31.03.14 - 01.05.14	31	41	40	41	41	39	40	51	47	49	37	36	37
Mai 2014	01.05.14 - 02.06.14	32	27	28	28	29	28	28	47	45	46	29	29	29
Jun 2014	02.06.14 - 02.07.14	30	32	34	33	31	30	30	41	43	42	28	28	28
Jul 2014	02.07.14 - 31.07.14	29	30	27	29	28	29	29	45	49	47	29	30	29
Aug 2014	31.07.14 - 29.08.14	29	28	29	28	39	37	38	44	42	43	28	26	27
Sep 2014	29.08.14 - 30.09.14	32	39	39	39	37	39	38	42	46	44	30	31	31
Okt 2014	30.09.14 - 31.10.14	31	28	30	29	39	39	39	44	43	43	26	28	27
Nov 2014	31.10.14 - 28.11.14	28	28	29	29	30	29	30	41	40	40	27	25	26
Dez 2014	28.11.14 - 30.12.14	32	31	32	32	44	44	44	43	40	41	27	27	27
Mittelwert	**31.12.13 - 30.12.14**	**364**	**31**	**31**	**31**	**35**	**34**	**35**	**44**	**43**	**43**	**29**	**29**	**29**

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 2014.

	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
	6,3	**8,6**	**8,4**	**7,4**	**6,3**	**8,4**	**10,7**	**9,7**	**9,4**	**5,8**	**4,6**	**3,9**	**5,7**	**6,2**	**3,8**	**6,5**	**8,0**	**8,1**	**6,7**	**3,0**	**1,7**	**3,6**	**2,4**	**2,7**	**2,8**	**3,7**	**3,1**	**3,9**	**1,4**	**2,5**	**3,7**
	4,1	7,0	6,3	6,2	4,7	4,6	9,0	8,4	7,3	4,3	2,6	2,5	3,1	4,7	2,8	4,3	6,9	5,8	4,4	1,2	0,6	2,5	0,5	1,8	1,0	1,5	2,1	2,8	-0,5	0,2	0,0
	8,6	9,7	11,5	9,7	8,3	11,6	12,7	11,6	11,6	7,6	8,2	7,6	8,0	9,1	5,1	7,6	9,5	10,4	11,1	5,3	3,0	6,9	5,4	3,6	4,2	5,4	5,1	6,0	5,0	6,5	7,6
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			
	5,0	**5,3**	**3,6**	**5,6**	**5,8**	**7,6**	**8,1**	**5,9**	**5,7**	**4,7**	**5,2**	**5,2**	**4,7**	**4,7**	**10,0**	**6,7**	**6,4**	**6,8**	**7,1**	**7,8**	**6,7**	**4,5**	**6,2**	**9,3**	**9,4**	**7,5**	**5,0**	**5,6**			
	3,7	3,0	-0,2	3,7	4,7	6,3	4,8	4,2	4,0	3,1	2,9	3,3	3,6	2,6	7,9	5,5	4,1	5,5	5,8	5,7	4,1	3,1	3,2	5,5	7,5	3,5	1,8	3,2			
	5,9	9,4	8,9	8,5	7,3	9,8	12,1	8,2	7,1	8,1	8,9	8,5	6,8	8,0	11,7	9,0	10,4	8,0	9,0	11,1	8,4	6,8	10,4	14,4	11,9	10,8	8,9	8,1			
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
	5,7	**5,3**	**5,8**	**6,5**	**5,1**	**6,7**	**9,4**	**11,8**	**14,8**	**13,8**	**8,9**	**10,6**	**10,9**	**10,0**	**8,4**	**9,6**	**9,4**	**8,5**	**10,9**	**14,8**	**10,7**	**6,9**	**4,7**	**3,6**	**4,9**	**4,9**	**8,9**	**11,9**	**13,5**	**14,0**	**14,7**
	3,3	3,6	4,2	0,9	2,0	0,1	5,2	5,6	10,6	6,0	4,7	2,8	3,5	3,0	5,8	7,3	7,5	8,2	7,4	6,8	6,5	3,9	1,6	0,6	-0,2	0,2	2,9	5,5	8,1	5,5	8,5
	7,7	9,4	9,1	12,1	8,7	13,1	13,5	17,8	22,3	21,6	14,9	19,3	19,1	16,3	9,9	12,5	11,4	9,2	15,7	20,8	16,1	11,0	8,6	9,0	11,1	10,3	14,6	18,1	19,8	22,0	22,9
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	
	16,0	**15,6**	**16,0**	**15,1**	**12,0**	**13,0**	**17,4**	**9,6**	**8,7**	**11,5**	**10,7**	**10,4**	**10,1**	**8,2**	**6,1**	**9,0**	**12,0**	**8,4**	**10,3**	**15,2**	**11,8**	**12,9**	**15,1**	**15,4**	**18,2**	**14,3**	**11,8**	**12,1**	**12,8**	**14,3**	
	11,5	8,3	10,5	12,9	9,0	6,7	13,8	6,3	4,7	8,6	7,7	4,0	7,3	5,3	2,8	1,4	7,2	5,5	4,7	9,8	8,7	7,6	9,1	9,9	11,6	11,5	9,5	9,0	12,1	11,4	
	21,7	22,6	21,8	18,6	14,8	17,9	21,5	13,8	12,7	15,1	13,7	15,6	13,7	11,8	9,8	15,8	17,8	12,2	16,1	20,6	15,0	18,8	23,2	22,6	24,9	18,7	14,9	14,9	14,9	19,1	
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
	14,0	**9,6**	**8,8**	**9,3**	**12,8**	**14,8**	**12,1**	**11,0**	**12,4**	**10,2**	**10,2**	**9,1**	**9,2**	**8,7**	**8,6**	**11,8**	**12,1**	**15,9**	**18,9**	**20,4**	**21,6**	**19,6**	**15,2**	**14,8**	**16,7**	**15,6**	**14,3**	**12,8**	**10,7**	**11,3**	**13,9**
	10,1	7,5	4,5	3,9	5,0	13,4	10,0	10,0	11,4	7,6	8,9	8,0	7,1	4,0	4,2	6,4	7,3	8,3	12,1	12,9	15,4	15,8	12,9	11,2	10,3	13,7	13,2	11,9	9,2	8,4	6,4
	19,8	11,2	13,4	14,2	20,5	18,1	15,4	12,8	15,5	12,3	13,8	11,9	13,1	13,5	12,2	17,3	17,4	23,0	25,4	27,2	25,6	24,9	20,3	18,6	23,0	18,4	15,2	13,8	12,8	15,4	20,4
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	
	14,0	**15,2**	**16,9**	**15,9**	**12,5**	**17,6**	**23,3**	**23,5**	**23,7**	**22,4**	**19,3**	**18,0**	**17,4**	**15,1**	**15,8**	**13,8**	**15,0**	**15,6**	**13,4**	**13,3**	**15,0**	**16,1**	**15,3**	**15,8**	**13,9**	**16,2**	**17,5**	**15,1**	**14,2**	**14,2**	
	10,2	8,1	9,4	11,4	8,2	7,7	14,4	18,4	18,3	16,2	15,5	13,3	12,4	12,7	11,8	10,6	11,0	11,3	11,8	10,8	11,0	12,8	10,1	11,0	10,3	10,5	13,1	13,2	13,2	11,4	
	18,4	21,5	23,1	19,6	17,3	26,0	29,7	27,5	30,2	29,9	23,5	22,6	21,2	18,4	20,3	17,1	19,2	19,5	15,6	17,4	20,8	20,9	20,0	21,6	18,4	22,4	22,6	18,9	17,6	18,3	
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
	14,9	**15,8**	**19,2**	**22,3**	**19,6**	**21,3**	**17,9**	**14,7**	**13,1**	**19,8**	**19,1**	**19,0**	**17,5**	**16,8**	**16,6**	**21,1**	**22,7**	**25,9**	**28,2**	**24,1**	**19,4**	**21,8**	**23,3**	**21,4**	**18,6**	**20,0**	**20,2**	**21,1**	**20,8**	**19,4**	**19,6**
	8,6	9,6	10,4	13,8	18,2	15,8	13,1	12,5	11,3	15,3	16,4	16,4	15,8	14,4	12,2	15,6	15,2	17,3	22,6	20,5	18,5	18,7	19,3	17,0	16,3	15,3	16,1	16,9	17,2	16,6	14,2
	20,5	20,9	26,4	28,9	22,7	26,9	23,0	18,0	15,4	26,6	23,5	23,0	21,4	21,1	19,6	27,4	29,2	32,2	32,5	29,4	21,1	25,9	28,2	26,3	22,1	25,7	25,9	28,2	25,6	23,7	26,0
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
	22,2	**22,1**	**20,6**	**19,0**	**19,0**	**18,4**	**18,8**	**20,4**	**19,4**	**19,4**	**15,8**	**15,4**	**15,8**	**14,7**	**13,7**	**14,3**	**14,4**	**13,7**	**12,2**	**12,9**	**13,2**	**14,2**	**13,3**	**12,4**	**13,7**	**13,2**	**15,6**	**17,4**	**16,5**	**15,5**	**14,0**
	15,7	18,1	17,6	15,7	15,4	13,3	15,3	15,8	17,1	17,1	13,5	13,0	13,1	12,7	12,4	12,4	12,1	11,7	9,7	8,9	8,8	11,1	11,1	8,9	9,5	12,4	11,4	12,0	15,2	14,4	12,5
	28,1	27,8	25,4	23,5	24,4	24,8	24,1	25,5	22,7	22,4	20,2	21,1	20,3	18,9	16,3	18,7	17,0	16,9	14,9	18,8	17,8	18,2	17,8	18,4	19,6	14,3	22,2	23,2	19,4	17,7	17,1
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	
	14,0	**15,0**	**15,8**	**18,4**	**19,5**	**18,7**	**17,8**	**16,3**	**14,0**	**14,1**	**14,9**	**14,2**	**15,4**	**15,6**	**16,4**	**19,0**	**18,6**	**18,0**	**18,5**	**18,0**	**15,1**	**12,3**	**11,2**	**11,1**	**13,0**	**13,9**	**15,6**	**16,3**	**17,2**	**16,3**	
	10,6	9,9	11,0	13,1	16,4	13,8	14,3	12,1	10,7	12,2	11,7	9,3	12,4	12,1	11,6	15,0	12,8	14,2	15,5	14,1	14,2	9,5	7,3	8,5	10,6	12,4	11,9	10,5	13,7	13,0	
	20,4	19,3	20,0	24,2	25,4	23,7	21,7	21,7	17,5	16,8	18,6	18,7	20,2	21,5	22,0	23,5	25,1	22,0	24,2	24,0	17,9	15,8	16,6	14,9	16,4	16,0	21,3	22,6	22,4	20,1	
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
	15,6	**15,9**	**16,4**	**16,9**	**13,1**	**13,5**	**13,7**	**13,0**	**15,2**	**14,5**	**14,0**	**13,2**	**16,1**	**13,9**	**12,9**	**13,7**	**14,3**	**16,4**	**18,4**	**14,0**	**10,6**	**7,7**	**10,2**	**11,2**	**11,0**	**11,5**	**11,9**	**7,4**	**8,3**	**12,5**	**15,3**
	12,3	10,9	10,3	13,5	11,8	10,6	12,3	10,1	13,0	12,6	9,3	8,6	14,8	11,4	11,1	11,3	13,1	12,8	15,0	12,3	6,3	6,3	7,5	10,3	9,5	8,0	8,6	5,2	6,1	9,9	12,5
	21,2	22,5	23,6	21,7	15,9	16,7	16,3	16,3	17,3	18,4	19,6	17,3	18,7	18,0	15,5	16,6	18,1	21,3	23,9	16,1	12,6	9,9	12,8	12,7	12,4	14,8	16,3	11,9	10,0	15,7	19,6
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	
	16,0	**14,5**	**13,7**	**9,4**	**9,0**	**7,0**	**6,4**	**10,5**	**10,2**	**9,7**	**10,2**	**10,7**	**9,7**	**10,8**	**10,0**	**8,3**	**9,4**	**7,8**	**7,1**	**5,5**	**5,2**	**8,6**	**12,4**	**8,2**	**4,7**	**4,8**	**6,3**	**7,2**	**3,0**	**2,2**	
	11,5	12,9	11,8	8,2	7,7	5,2	3,8	8,9	8,0	8,1	7,6	9,1	6,5	10,0	8,8	7,7	7,8	7,1	6,5	2,8	1,2	5,7	10,4	2,8	0,6	3,6	5,3	2,8	1,2	1,8	
	21,2	18,0	15,1	12,4	10,3	9,6	9,1	13,6	13,8	11,8	12,8	13,5	13,4	13,6	11,6	9,2	12,8	8,5	7,6	7,5	10,9	12,5	15,6	12,5	10,4	5,8	7,7	13,7	6,9	2,8	
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
	2,3	**1,1**	**-1,2**	**1,0**	**3,2**	**4,2**	**4,4**	**2,8**	**2,6**	**4,3**	**5,0**	**7,5**	**3,7**	**1,8**	**2,9**	**4,7**	**5,5**	**10,5**	**8,8**	**5,0**	**5,5**	**8,8**	**10,0**	**7,3**	**3,7**	**2,3**	**0,3**	**-3,3**	**-0,2**	**1,8**	**2,5**
	1,8	0,0	-2,0	-1,4	2,2	3,5	3,6	0,7	1,4	2,4	2,2	5,3	2,2	-0,5	0,4	3,7	3,4	9,4	10,2	4,2	3,9	7,4	9,0	4,8	2,1	1,6	-2,0	-5,4	-2,9	0,0	1,6
	4,0	4,0	0,3	2,6	4,4	5,1	6,2	5,1	3,7	7,2	7,1	9,9	5,5	4,5	4,6	6,1	9,4	11,9	11,4	6,6	7,4	10,9	10,9	9,0	4,9	3,9	2,2	-1,4	2,4	3,1	3,7

Mi	Wochentag
15,6	**Tagesmittelwert (°C)**
12,3	niedrigster Einzelmesswert (°C)
21,2	höchster Einzelmesswert (°C)

-- kein Wert vorhanden

Tabelle 13 Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2014.

	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
	78,1	**83,4**	**83,7**	**80,9**	**85,4**	**87,3**	**77,7**	**82,5**	**85,7**	**84,5**	**88,4**	**84,8**	**82,9**	**85,5**	**90,1**	**90,0**	**75,7**	**67,3**	**75,7**	**93,0**	**98,8**	**89,7**	**91,1**	**97,6**	**91,2**	**89,0**	**89,6**	**78,0**	**77,1**	**70,7**	**71,7**
	55,2	75,4	73,0	69,3	70,5	81,1	66,1	71,1	63,7	72,8	74,8	64,9	63,9	66,9	78,5	82,4	66,0	54,8	61,5	87,4	95,6	71,0	73,8	94,4	80,0	74,1	74,9	61,7	59,2	56,7	62,0
	91,4	92,8	93,8	90,9	97,8	95,1	88,3	92,1	97,4	91,7	96,4	96,5	89,2	93,5	96,9	95,8	83,7	75,9	91,9	99,9	100,0	100,0	96,9	100,0	99,7	98,9	99,0	92,1	90,3	78,0	83,7
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			
	84,7	**77,3**	**81,2**	**75,9**	**76,9**	**72,3**	**76,1**	**82,3**	**67,2**	**72,5**	**79,5**	**77,6**	**87,1**	**83,6**	**66,2**	**78,4**	**78,3**	**70,8**	**87,3**	**84,7**	**85,8**	**85,0**	**74,1**	**59,0**	**65,9**	**83,2**	**85,4**	**82,1**			
	72,7	54,1	56,4	63,8	64,5	58,4	61,0	68,9	52,8	43,6	48,8	49,6	75,9	69,2	50,4	59,9	62,9	63,1	74,8	63,9	71,9	77,0	59,1	42,0	55,7	64,5	59,8	65,3			
	94,7	89,9	96,6	82,2	84,3	87,1	94,3	91,5	79,5	91,8	97,5	95,9	97,8	93,0	82,9	93,7	87,8	81,9	96,4	95,0	96,7	95,3	87,3	75,1	72,7	96,8	98,4	95,0			
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
	78,7	**76,7**	**76,3**	**73,3**	**88,3**	**69,4**	**60,9**	**64,5**	**34,9**	**38,9**	**77,8**	**65,1**	**57,5**	**62,3**	**75,3**	**81,6**	**75,9**	**82,4**	**73,7**	**48,4**	**69,5**	**82,5**	**83,0**	**87,0**	**72,9**	**73,5**	**62,4**	**52,3**	**49,8**	**53,2**	**51,6**
	66,0	50,4	64,1	47,8	69,1	40,1	42,3	42,0	18,3	14,7	53,0	25,7	24,3	38,2	53,6	71,1	63,3	70,1	49,2	28,5	45,1	55,4	55,0	57,6	35,9	45,1	33,5	30,6	28,2	26,1	25,3
	91,4	95,0	84,3	94,0	100,0	96,9	76,8	94,3	54,4	67,3	98,8	95,1	84,5	86,5	97,0	90,8	90,8	96,5	97,0	81,8	90,3	96,8	92,7	98,6	98,9	91,6	90,9	76,8	69,3	82,7	75,7
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	
	51,4	**58,1**	**57,5**	**71,7**	**85,4**	**74,6**	**64,9**	**78,3**	**73,5**	**69,7**	**77,5**	**67,2**	**70,5**	**70,0**	**68,9**	**56,2**	**42,1**	**71,2**	**70,5**	**62,2**	**74,1**	**72,4**	**68,4**	**71,9**	**59,6**	**75,0**	**87,7**	**81,2**	**95,0**	**85,2**	
	35,8	31,4	36,1	57,8	67,7	55,8	46,1	47,5	52,9	56,0	60,5	36,7	48,4	47,9	46,7	31,6	26,3	43,9	50,5	34,6	58,8	45,5	34,3	40,2	31,9	45,4	65,7	55,8	87,1	60,7	
	69,3	86,7	77,9	89,2	95,4	96,6	88,8	94,5	96,9	85,5	91,4	94,4	86,6	82,9	90,8	88,6	55,2	95,5	92,4	90,9	88,1	95,8	93,2	95,7	86,8	89,0	99,2	95,3	100,0	100,0	
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
	77,3	**90,5**	**59,3**	**61,3**	**53,8**	**64,9**	**81,8**	**81,1**	**80,9**	**91,2**	**75,1**	**86,5**	**89,5**	**81,3**	**78,1**	**72,4**	**76,4**	**64,4**	**55,4**	**55,8**	**52,7**	**60,1**	**80,6**	**70,1**	**56,1**	**80,4**	**98,3**	**94,6**	**97,1**	**73,7**	**65,3**
	42,7	78,2	33,1	38,9	24,1	46,5	58,9	64,3	52,3	75,0	48,7	71,3	74,9	53,5	62,1	45,0	54,3	35,7	32,0	28,4	37,5	37,9	47,2	44,4	33,6	60,5	95,6	88,2	93,7	54,9	37,6
	98,9	98,8	86,3	87,9	83,3	86,3	96,9	98,5	97,5	97,7	91,4	96,8	98,5	99,9	94,6	97,4	97,0	94,2	81,0	82,9	81,4	82,5	94,7	96,0	81,0	98,8	100,0	99,4	100,0	96,2	96,5
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	
	63,3	**60,2**	**59,2**	**75,8**	**74,2**	**56,9**	**53,0**	**65,9**	**71,6**	**70,5**	**70,6**	**61,8**	**65,2**	**68,8**	**67,4**	**76,0**	**78,0**	**73,1**	**83,0**	**80,6**	**70,9**	**66,0**	**65,3**	**72,5**	**68,8**	**58,6**	**63,5**	**88,8**	**88,4**	**78,5**	
	40,9	37,0	33,7	54,8	49,3	29,8	31,9	55,1	46,7	42,8	42,7	40,5	45,2	50,7	44,4	59,9	67,3	49,7	68,4	54,1	46,8	45,0	47,9	45,9	43,4	33,6	41,8	68,0	66,2	50,5	
	83,3	87,9	89,4	92,7	96,9	96,3	81,4	81,6	93,2	93,6	98,6	84,4	86,9	85,4	92,6	89,3	87,7	92,6	93,1	97,2	92,7	88,2	88,2	89,1	90,7	84,9	99,2	97,8	98,5	96,6	
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
	65,3	**62,9**	**56,5**	**54,5**	**80,2**	**76,8**	**65,8**	**90,0**	**99,3**	**84,5**	**87,2**	**82,4**	**88,9**	**90,5**	**84,9**	**69,2**	**63,6**	**53,5**	**42,0**	**65,1**	**93,7**	**80,2**	**67,6**	**62,1**	**77,8**	**76,5**	**79,0**	**79,0**	**83,8**	**77,4**	**69,8**
	37,1	42,8	33,5	32,8	53,3	49,3	37,8	62,4	96,1	58,8	59,9	43,7	66,2	62,9	69,7	39,2	41,8	32,4	29,3	47,3	84,8	60,3	45,8	37,0	65,9	48,2	52,2	45,4	55,5	47,2	34,6
	96,5	90,0	89,0	84,8	94,1	96,9	95,9	99,2	100,0	100,0	98,4	98,5	96,7	98,5	99,9	97,9	91,4	87,2	56,9	89,9	99,1	100,0	89,4	84,6	87,6	99,5	100,0	98,5	99,3	98,5	96,8
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
	60,4	**64,9**	**77,6**	**77,2**	**71,3**	**73,6**	**81,7**	**75,6**	**74,5**	**78,5**	**73,8**	**76,6**	**82,9**	**86,2**	**92,7**	**87,5**	**79,3**	**83,1**	**86,1**	**73,0**	**76,7**	**74,7**	**80,7**	**77,2**	**81,1**	**96,4**	**74,6**	**77,5**	**85,3**	**87,3**	**94,6**
	40,2	38,7	53,1	52,0	42,7	39,2	54,3	49,5	48,4	65,3	51,0	43,5	59,5	63,0	79,9	57,8	63,3	53,0	62,1	39,0	46,0	51,9	52,3	47,2	49,2	89,7	42,0	57,3	58,4	79,3	77,6
	83,3	94,4	96,5	98,6	97,5	97,8	98,0	94,2	94,8	94,5	89,4	91,9	93,8	92,9	99,3	99,7	97,1	97,9	94,8	89,3	98,4	93,7	96,2	91,5	95,6	99,4	100,0	91,9	97,9	96,0	98,8
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	
	89,0	**86,8**	**82,3**	**77,4**	**78,3**	**82,8**	**83,2**	**80,1**	**81,1**	**80,7**	**78,9**	**80,9**	**83,0**	**83,8**	**84,7**	**78,5**	**76,1**	**84,7**	**90,3**	**89,1**	**88,7**	**80,0**	**79,5**	**85,4**	**85,0**	**89,8**	**83,5**	**80,1**	**82,8**	**88,5**	
	55,5	62,6	62,6	57,1	48,7	61,7	60,7	54,0	61,7	62,5	52,1	61,0	56,1	54,6	64,3	55,5	47,5	68,4	64,2	62,4	58,5	55,4	50,2	69,7	61,3	78,4	50,2	58,5	59,9	65,5	
	100,0	100,0	100,0	94,1	94,0	97,6	97,4	98,2	93,5	93,6	98,4	96,7	98,4	99,5	97,6	97,8	96,8	97,0	100,0	100,0	100,0	96,0	99,2	98,4	100,0	99,2	100,0	97,9	99,4	99,6	
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
	86,2	**84,2**	**78,4**	**66,7**	**92,5**	**87,7**	**83,1**	**89,3**	**91,7**	**82,1**	**88,8**	**87,0**	**82,2**	**73,9**	**78,9**	**89,9**	**91,1**	**80,1**	**78,9**	**84,2**	**90,4**	**90,7**	**88,6**	**82,3**	**95,6**	**85,1**	**84,7**	**85,1**	**94,4**	**94,4**	**80,6**
	59,4	58,8	50,9	44,4	70,8	74,7	58,5	77,0	66,5	55,1	64,9	62,9	64,7	46,1	65,9	78,4	72,1	65,2	61,1	71,6	80,9	80,7	76,5	72,4	80,0	68,2	70,4	65,4	89,1	83,9	62,8
	99,8	99,0	98,9	81,2	99,1	98,1	98,6	99,9	100,0	95,6	100,0	100,0	93,3	93,1	91,7	98,8	98,5	92,4	92,0	89,3	96,8	97,0	97,0	90,3	100,0	100,0	93,5	93,8	98,1	100,0	91,6
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	
	72,1	**82,2**	**82,4**	**95,9**	**92,9**	**88,2**	**85,5**	**76,9**	**76,2**	**90,5**	**86,1**	**86,4**	**91,7**	**80,4**	**88,9**	**97,4**	**86,3**	**93,9**	**91,2**	**94,2**	**83,0**	**81,8**	**76,2**	**84,8**	**82,7**	**79,1**	**83,6**	**82,3**	**90,1**	**95,5**	
	50,7	63,6	68,9	84,3	82,3	72,8	69,9	60,4	58,9	82,0	76,3	72,2	76,6	66,4	80,0	92,5	67,2	86,8	87,9	85,6	58,7	67,3	66,4	56,1	57,3	73,0	76,7	53,1	73,7	93,5	
	91,8	87,9	95,6	100,0	99,9	96,8	93,4	87,2	87,2	96,4	95,2	93,4	100,0	87,9	98,0	100,0	96,1	98,7	97,6	100,0	99,5	85,9	85,2	98,2	97,9	87,8	90,9	92,1	96,7	97,4	
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
	88,3	**85,8**	**93,9**	**91,4**	**88,3**	**96,0**	**91,7**	**92,1**	**95,4**	**88,2**	**86,5**	**87,9**	**92,8**	**94,0**	**91,7**	**94,8**	**96,7**	**98,5**	**92,1**	**88,5**	**94,1**	**91,6**	**86,1**	**88,9**	**91,5**	**96,8**	**92,8**	**79,8**	**91,7**	**95,1**	**99,8**
	82,2	72,1	85,9	69,0	85,2	88,3	68,0	76,0	86,6	76,1	78,1	79,9	78,0	83,2	78,9	85,5	86,4	90,2	91,6	81,4	84,4	83,7	79,7	76,9	83,0	87,4	71,8	64,3	75,3	87,4	96,9
	96,7	90,4	99,3	95,3	92,3	100,0	98,5	99,9	100,0	99,2	98,0	96,3	96,9	100,0	99,2	100,0	100,0	100,0	98,5	93,2	98,2	95,9	93,7	99,7	99,1	100,0	100,0	93,1	100,0	100,0	100,0

Mi	Wochentag
86	**Tagesmittelwert (%)**
59	niedrigster Einzelmesswert (%)
100	höchster Einzelmesswert (%)

-- kein Wert vorhanden

Tabelle 14 Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2014.

	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
	3,7	**4,1**	**4,1**	**3,7**	**3,2**	**4,8**	**4,0**	**3,4**	**4,4**	**3,8**	**2,6**	**1,5**	**2,8**	**2,3**	**3,2**	**3,5**	**3,7**	**3,1**	**1,4**	**2,2**	**1,5**	**1,4**	**2,0**	**1,3**	**2,3**	**3,4**	**3,3**	**3,4**	**2,2**	**1,7**	**1,9**
	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	11,6	13,7	13,2	11,8	10,5	13,7	13,2	14,0	16,4	12,8	9,6	4,3	12,5	8,6	10,7	10,6	12,4	11,7	8,1	7,1	4,5	6,5	8,2	7,5	11,8	12,5	16,6	10,3	8,8	7,8	9,7
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			
	3,9	**3,0**	**1,9**	**3,3**	**4,1**	**4,2**	**5,4**	**4,2**	**4,7**	**2,9**	**4,1**	**4,2**	**3,3**	**4,0**	**5,0**	**4,0**	**2,2**	**2,2**	**2,7**	**3,9**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**3,0**	**1,7**	**2,7**	**2,4**			
	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	0,5	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
	13,2	8,6	8,8	11,0	14,2	12,7	20,1	12,1	16,6	11,2	14,8	14,9	10,3	14,7	16,3	14,7	8,8	9,0	9,5	12,9	12,7	9,9	11,0	13,3	10,1	8,6	12,1	7,3			
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
	2,0	**2,6**	**2,7**	**1,3**	**1,1**	**1,7**	**2,0**	**1,8**	**3,2**	**1,7**	**4,1**	**1,6**	**1,1**	**1,6**	**3,2**	**3,0**	**2,5**	**3,8**	**4,3**	**3,4**	**3,6**	**2,9**	**2,3**	**1,0**	**1,5**	**1,5**	**2,7**	**2,5**	**2,2**	**1,1**	**1,4**
	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	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7,3	8,9	11,2	7,3	4,6	8,0	9,3	8,8	13,2	8,3	11,8	6,9	5,5	6,7	11,0	10,4	8,9	12,9	13,6	14,0	18,0	14,5	12,5	8,4	8,4	11,2	9,3	10,5	9,3	4,4	6,6
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	
	1,1	**1,3**	**1,8**	**1,0**	**1,2**	**2,0**	**2,7**	**4,1**	**2,3**	**1,3**	**1,8**	**1,4**	**2,2**	**3,5**	**2,5**	**1,8**	**3,0**	**2,5**	**4,1**	**3,3**	**2,4**	**1,5**	**1,2**	**1,5**	**2,0**	**1,6**	**1,6**	**1,4**	**1,2**	**1,2**	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	6,2	8,0	11,7	5,3	4,9	9,5	20,5	18,6	11,0	4,7	8,0	7,6	9,5	18,7	9,2	7,6	9,5	11,1	14,4	10,9	10,2	7,8	7,3	11,6	7,7	6,2	5,7	5,6	6,3	7,3	
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
	2,0	**3,3**	**3,0**	**1,8**	**1,5**	**3,1**	**3,5**	**3,6**	**5,5**	**3,2**	**4,8**	**3,3**	**2,0**	**1,6**	**1,4**	**2,2**	**2,4**	**1,4**	**1,5**	**1,6**	**2,0**	**2,9**	**1,7**	**2,5**	**1,8**	**2,2**	**1,8**	**2,2**	**2,4**	**2,0**	**1,2**
	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
	7,0	9,7	10,8	6,8	5,8	8,2	13,6	14,5	21,8	11,9	19,0	12,0	10,6	8,5	6,4	10,2	9,9	7,3	6,5	9,0	8,7	16,9	6,5	9,9	6,9	7,3	8,3	7,7	8,4	8,1	5,8
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	
	2,0	**1,1**	**1,3**	**2,3**	**3,6**	**1,4**	**1,7**	**2,0**	**2,8**	**2,3**	**1,9**	**2,3**	**1,9**	**2,2**	**2,8**	**2,4**	**1,7**	**2,9**	**1,6**	**2,2**	**1,8**	**1,8**	**1,7**	**1,8**	**2,5**	**1,4**	**2,0**	**1,6**	**1,5**	**2,3**	
	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	7,3	6,2	6,1	9,8	13,4	7,0	9,3	6,9	9,5	13,1	6,9	8,1	8,6	8,0	8,7	7,8	7,8	8,5	6,3	7,6	6,9	7,8	7,7	12,1	8,3	7,2	11,0	6,7	9,2	9,7	
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
	1,4	**1,5**	**1,9**	**1,4**	**2,6**	**3,1**	**2,3**	**2,6**	**2,0**	**1,6**	**1,7**	**2,2**	**2,1**	**2,2**	**1,7**	**1,1**	**1,2**	**1,9**	**2,4**	**2,0**	**1,5**	**3,2**	**3,2**	**3,0**	**3,1**	**1,7**	**1,3**	**1,8**	**2,4**	**2,1**	**1,3**
	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,5	6,3	9,3	7,8	11,2	11,4	7,3	11,5	9,4	11,4	6,2	7,7	8,3	7,2	8,6	6,0	6,1	7,3	10,1	12,9	7,2	10,1	11,0	12,5	8,1	7,1	6,7	9,4	10,2	7,3	5,4
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
	1,3	**2,0**	**1,5**	**1,5**	**1,4**	**1,8**	**1,7**	**1,9**	**3,2**	**3,2**	**3,4**	**3,6**	**1,9**	**2,6**	**1,7**	**2,1**	**3,7**	**4,0**	**2,6**	**2,0**	**2,1**	**3,0**	**2,5**	**2,1**	**1,3**	**2,1**	**1,8**	**2,4**	**2,2**	**2,8**	**1,6**
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,5	11,4	5,7	6,1	6,7	12,1	5,9	9,1	12,9	12,4	12,5	13,6	7,1	10,0	7,6	13,9	16,0	16,9	13,6	9,0	8,6	12,0	13,4	9,2	6,2	6,9	7,3	8,6	8,1	8,5	6,2
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	
	1,3	**1,6**	**2,7**	**1,8**	**1,2**	**1,0**	**1,0**	**1,2**	**1,2**	**1,7**	**2,5**	**3,0**	**2,8**	**2,0**	**0,9**	**1,3**	**1,1**	**1,3**	**1,3**	**1,2**	**1,7**	**2,2**	**1,0**	**1,9**	**2,4**	**2,1**	**1,1**	**1,5**	**1,5**	**1,7**	
	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	
	5,7	7,6	10,3	6,9	6,2	5,8	4,3	6,8	5,6	7,3	10,8	11,9	10,3	8,4	4,2	7,9	5,4	5,5	10,1	7,1	9,5	11,0	5,0	9,9	8,6	8,0	5,3	5,9	7,4	7,9	
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
	1,1	**0,9**	**1,1**	**2,5**	**1,6**	**2,4**	**3,6**	**2,9**	**3,2**	**2,3**	**1,5**	**1,7**	**2,8**	**2,7**	**2,1**	**2,1**	**2,2**	**2,9**	**2,8**	**3,9**	**3,6**	**2,8**	**2,0**	**2,5**	**2,1**	**1,9**	**1,5**	**2,0**	**1,5**	**1,0**	**1,4**
	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	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,5	4,9	6,2	9,9	5,5	9,0	12,1	12,3	8,8	8,6	9,0	6,9	9,1	10,5	8,3	8,7	9,6	10,0	11,4	13,0	17,9	13,1	6,9	7,3	6,9	8,3	6,7	8,3	7,7	5,0	7,6
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	
	1,6	**3,5**	**4,2**	**1,7**	**1,3**	**1,9**	**3,7**	**3,3**	**2,0**	**2,4**	**2,3**	**1,2**	**1,1**	**2,5**	**1,9**	**1,9**	**2,3**	**2,9**	**1,7**	**1,3**	**1,7**	**1,3**	**2,8**	**1,4**	**1,8**	**1,9**	**1,7**	**1,7**	**1,6**	**1,7**	
	0,0	0,0	0,4	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	0,0	0,0	
	7,7	10,6	14,0	12,2	4,8	7,2	14,3	10,4	7,2	8,9	12,3	4,4	5,5	12,1	9,0	6,9	8,6	9,6	8,0	5,1	8,9	6,5	11,1	8,0	7,4	9,9	6,5	7,6	5,2	5,2	
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
	3,1	**3,3**	**4,2**	**2,0**	**1,8**	**1,2**	**2,8**	**2,3**	**2,2**	**4,3**	**4,5**	**5,3**	**2,0**	**1,8**	**3,4**	**2,3**	**3,1**	**5,0**	**4,6**	**4,6**	**3,9**	**6,9**	**6,3**	**4,3**	**3,3**	**2,0**	**4,3**	**4,3**	**2,5**	**1,6**	**1,4**
	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,7	0,8	5,7	3,0	1,1	1,5	1,2	2,3	0,5	0,5	0,7	0,6
	8,9	9,7	10,6	6,9	6,5	5,8	11,0	8,8	6,0	14,9	19,5	15,8	8,1	6,9	11,2	9,7	12,4	16,7	18,1	6,9	7,5	8,3	8,2	7,1	5,0	2,9	7,2	7,9	4,7	3,3	2,3

Mi	Wochentag
1,1	**Tagesmittelwert (m/s)**
0,0	niedrigster Einzelmesswert (m/s)
6,5	höchster Einzelmesswert (m/s)

-- kein Wert vorhanden