

MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2013

Luftmessbericht Wuppertal 2013

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 750/5
Datum:	02. Juli 2014
Berichtsumfang:	61 Seiten, davon 46 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 2013	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}	33
7	Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal seit 2006	39
8	Zusammenfassung und Fazit	42
9	Grundlagen und Literatur	44
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 2013.	

1 Situation und Aufgabenstellung

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

Nach wie vor stehen insbesondere die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀) im Fokus der Diskussion. Auf der Basis der in Wuppertal durchgeführten Luftschadstoffmessungen des LANUV NRW wurde zunächst im Jahr 2008 unter Federführung der Bezirksregierung Düsseldorf ein gesamtstädtischer Luftreinhalteplan für die Stadt Wuppertal erstellt. Dieser Luftreinhalteplan wurde 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 (NO₂) mittels Passivsammlern an einer großen Anzahl von Messpunkten durchgeführt. Da die Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre neben den Emissionen maßgeblich für die Immissionssituation verantwortlich sind, werden neben den Spurenstoffmessungen auch meteorologischen Daten in Wuppertal erfasst.

Der rechtliche Rahmen der Immissionsmessungen wird durch die 39. BImSchV¹ als nationale Umsetzung verschiedener EU-Richtlinien zur Luftqualität vorgegeben [3]. Die NO₂-Messungen an über 20 Messorten sowie die meteorologischen Messungen werden seit dem Jahr 2009 von Müller-BBM durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse sowohl der meteorologischen Messungen als auch der NO₂-Messungen werden nach einer Qualitätsprüfung und nach Abstimmung mit der Stadt Wuppertal unter www.no2-wuppertal.de veröffentlicht. Die Ergebnisse der NO₂-Messungen (Passivsammler) werden aufgrund des Messverfahrens dabei monatlich, die Ergebnisse der meteorologischen Messungen täglich aktualisiert.

Im vorliegenden Luftmessbericht Wuppertal 2013 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 2013 detailliert zusammengestellt. Abschließend erfolgt eine Darstellung der insgesamt im Wuppertaler Stadtgebiet erfassten Luftschadstoffdaten für Stickstoffdioxid (NO₂) und Partikel (PM₁₀ und PM_{2,5}).

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

2 Untersuchungsgebiet

Geographische Lage und Topographie

Die Stadt Wuppertal im Bergischen Land zählt mit etwa 350.000 Einwohnern und einer flächenhaften Ausdehnung von 168 km² zum Regierungsbezirk Düsseldorf. Südlich des Ruhrgebietes befindet sich Wuppertal etwa in der geographischen Mitte der Metropolregion Rhein-Ruhr, etwa 30 Kilometer östlich von Düsseldorf, 40 Kilometer nordöstlich von Köln und etwa 23 Kilometer südöstlich von Essen.

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

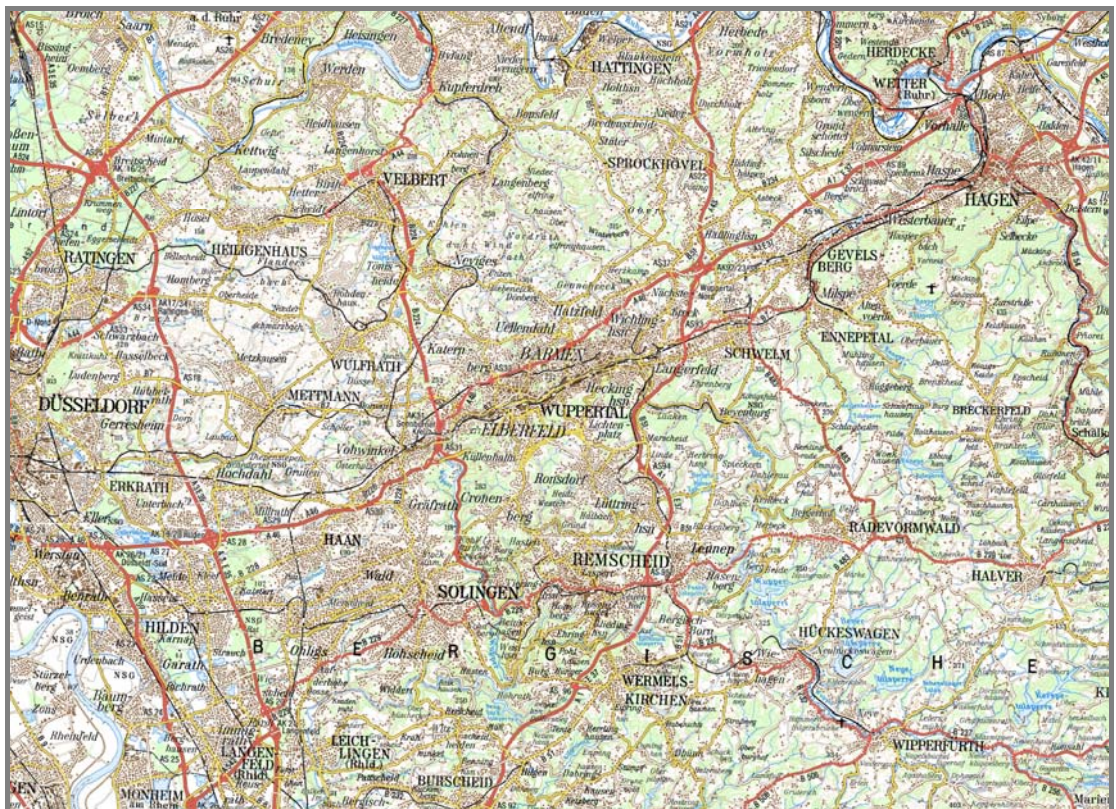


Abbildung 1 Räumliche Lage der Stadt Wuppertal im Bergischen Land [20].

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

3 Messorte und Messumfang

Zielsetzung / Methodik

Die NO₂-Messungen mittels Passivsammlern werden in Wuppertal seit dem Jahr 1999 durchgeführt, wobei die Anzahl der Messpunkte je nach konkretem Messkonzept in diesem Zeitraum variierte (von 2009 bis 2012 an 23, seit 2013 an 24 Messorten). Die NO₂-Messungen ermöglichen parallel und in Ergänzung zu den vom LANUV NRW in Wuppertal durchgeführten Immissionsmessungen eine flächenhafte Bewertung der Luftschadstoffbelastung in Wuppertal sowie deren zeitliche Entwicklung. Als Messstandorte wurden bislang insbesondere emissionsseitige Belastungsschwerpunkte mit teilweise ungünstigen lokalen Austauschbedingungen ausgewählt. Die lufthygienischen Messungen im Stadtgebiet Wuppertal werden ergänzt durch die Erfassung der meteorologischen Grundgrößen Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

Festlegung der Messorte

Die Auswahl und Festlegung der 24 Messstandorte für die NO₂-Passivsammlermessungen im Jahr 2013 erfolgte durch das Ressort Umweltschutz der Stadt Wuppertal in Abstimmung mit dem LANUV NRW. Die folgenden Messstandorte wurden festgelegt:

Tabelle 1 Messstandorte für NO₂-Messungen in Wuppertal.

MP-Nr.	Messort / Adresse		Rechtswert m	Hochwert m
	Straße / Hausnummer	Stadtteil		
MP 01	Navigeser 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 41	Sanderstraße 144	42283 Wuppertal	25 81 629	56 82 642
MP 42	Virchowstraße 45	42284 Wuppertal	25 82 054	56 83 061

Die nicht fortlaufende Nummerierung der derzeit realisierten Messstellen ist auf die seit mehreren Jahren kontinuierliche Fortschreibung des NO₂-Messprogramms in Wuppertal zurückzuführen. Um eine eindeutige Zuordnung der Messergebnisse auch in der langjährigen Entwicklung zu gewährleisten, wurden die Nummern der Messpunkte, die nicht mehr beprobt wurden, nicht wieder verwendet.

Die Messstation an der Bundesallee (MP 27) nimmt in dem in Tabelle 1 dargestellten Messprogramm eine gewisse Sonderrolle ein. Während alle anderen 23 Messorte mehr oder weniger stark ausgeprägte Belastungsschwerpunkte repräsentieren, handelt es sich bei der Station Bundesallee um eine Überdachstation in 30 m Höhe zur Erfassung des innerstädtischen Hintergrundes für NO₂ in Wuppertal.

Die folgende Abbildung 2 zeigt die räumliche Verteilung der in Tabelle 1 aufgeführten Messorte im Jahr 2013 im Stadtgebiet von Wuppertal in der Übersicht.

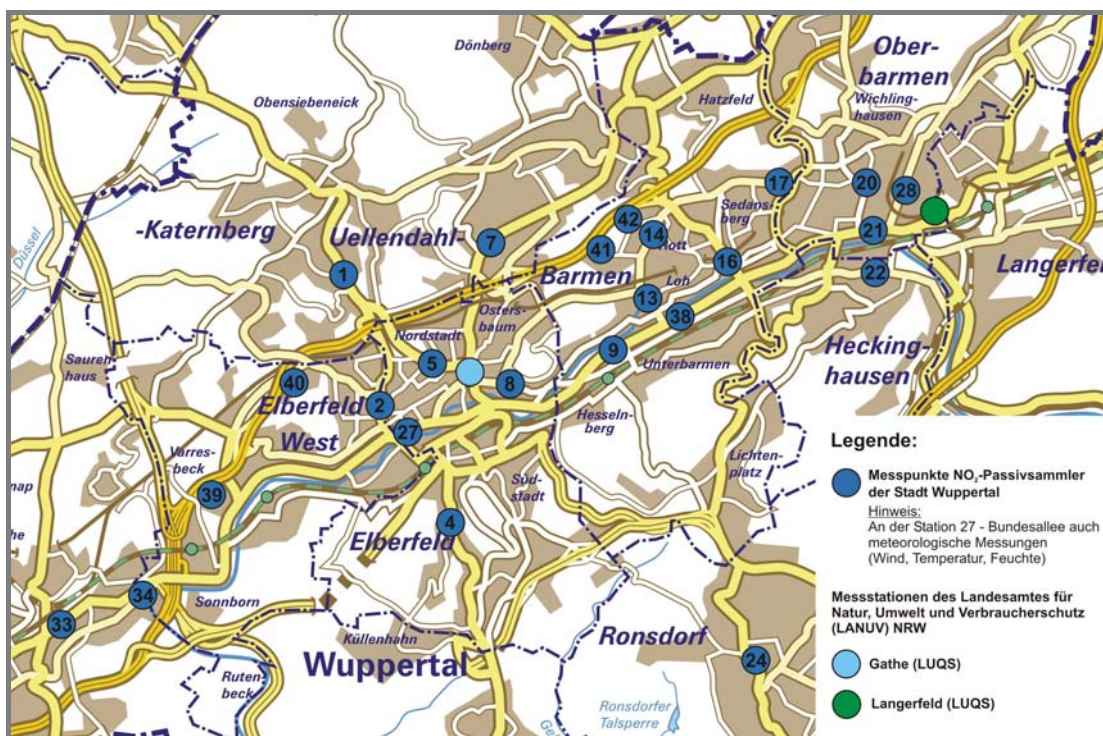


Abbildung 2 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 42 sowie der LANUV-NRW Messstandorte im Stadtgebiet von Wuppertal.

Ergänzend enthält der Anhang A die Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen MP 01 bis MP 42 im Stadtgebiet von Wuppertal. Zudem ist in Abschnitt 7 die gesamte Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal seit 2006 dargestellt und beschrieben.

Messumfang

An den in Tabelle 1 aufgeführten Messorten MP 1 bis MP 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 NO₂ in Wuppertal.

Messzeitraum

Die NO₂-Messungen und meteorologischen Messungen werden in Wuppertal kontinuierlich durchgeführt. Im Rahmen des vorliegenden Luftmessberichtes 2013 werden die Ergebnisse für das Jahr 2013 dargestellt und bewertet. Die konkreten Probenahmezeiträume der jeweiligen Einzelmonate können Tabelle 11 in Anhang B entnommen werden.

4 Mess- und Analysenverfahren

4.1 Stickstoffdioxid NO₂ (Passivsammler)

Die Messungen von Stickstoffdioxid (NO₂) werden an den aktuell 24 Messorten in Wuppertal mit sogenannten Passivsammlern durchgeführt. Der Einsatz von Passivsammlern erlaubt aufgrund des Messverfahrens eine einfache und kostengünstige, aber dennoch belastbare Erfassung der NO₂-Konzentrationen zeitgleich an einer großen Anzahl von Messstellen bei vergleichsweise geringem Aufwand.

Die Funktionsweise der Passivsammler basiert auf der Anreicherung von Stickstoffdioxid (NO₂) an einem geeigneten Adsorbens ohne aktive Probenahme. Das Probenahmesystem besteht aus einem Kunststoffröhrchen, an dessen einem Ende sich ein mit Triethanolamin imprägniertes Edelstahl-Drahtsieb als Adsorbens befindet. Das in der Außenluft enthaltene Stickstoffdioxid (NO₂) wird durch Diffusion zu diesem Adsorbens transportiert und dort adsorbiert. Anschließend wird die Stickstoffdioxidmenge im Labor als Nitrit, z.B. mittels Fotometrie, analysiert. Aus der Analytmenge, dem Expositionszeitraum und der Sammelrate wird die mittlere Konzentration im Expositionszeitraum berechnet. Typische Expositionszeiträume liegen im Bereich von 2 bis 6 Wochen. Für die in Wuppertal durchgeführten Messungen wurden Messzeiträume von etwa 4 Wochen realisiert, um eine Auswertung auf Monatsmittelwertbasis zu ermöglichen. Zur Verringerung von wind- und turbulenzbedingten Einflüssen befindet sich an der offenen Seite des Probenahmeröhrchens eine Glasfritte. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen werden die Sammler in einem nach unten geöffneten Gehäuse eingehängt und exponiert.

Gegenüber Referenzverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid (NO₂) weisen die Ergebnisse der Passivsammlermessungen eine erhöhte Unsicherheit auf. Nach Untersuchungen des LANUV-NRW können für Jahresmittelwerte die Anforderungen der EU an die Datenqualität für ortsfeste, kontinuierliche Messungen jedoch eingehalten werden [30].

Richtlinien:

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

VDI-Richtlinie 2453, Blatt 1 (1990-10): Messen gasförmiger Immissionen, Messen der Stickstoffdioxid-Konzentration - Manuelles photometrisches Basis-Verfahren (Saltzman)

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 [31])
Absolute Nachweisgrenze:	0,05 µg/Probe
Relative Nachweisgrenze:	1,7 µg/m ³ bei 30tägiger Exposition
Messunsicherheit:	< 15% (erw. MU, bezogen auf 40 µg/m ³ , 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 betreibt ein Managementsystem, das Qualität, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz umfasst. Es ist auf Grundlage der Normen DIN EN ISO 9001 und BS OHSAS 18001 zertifiziert. Die Zertifikate können unter www.MuellerBBM.de heruntergeladen werden.

Müller-BBM ist eine von der zuständigen Landesbehörde bekanntgegebene Messstelle zur Ermittlung von Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen, Geräuschen und Erschütterungen nach den §§ 26², 28 Bundes-Immissionsschutzgesetz sowie zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus, der Funktion und Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Messgeräte nach § 14 der 13. BImSchV, Nr. 5.3 der TA Luft, § 12 Abs. 7 der 2. BImSchV sowie § 10 der 17. BImSchV.

Die Bereiche Schall und Schwingungen, Immissionsschutz, Gefahrstoffmessungen und Elektromagnetische Umweltverträglichkeit sind akkreditierte Prüflaboratorien gemäß DIN EN ISO/IEC 17025. Die Akkreditierungsurkunden können unter www.MuellerBBM.de heruntergeladen werden.

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

Für alle Messparameter wurden über den Messzeitraum hinweg wiederholt Leerwerte (Blindproben) mitanalysiert, aus deren Ergebnissen die Nachweisgrenze des jeweiligen Verfahrens ermittelt werden kann. Alle Messungen mittels Passivsammlern erfolgen grundsätzlich als Doppelbeprobung. Im Rahmen der Qualitätssicherung der Passivsammlermessungen werden zusätzlich kontinuierliche Vergleichsmessungen zwischen NO₂-Passivsammlern und eignungsgeprüften, kontinuierlichen NO₂-Messsystemen (Referenzverfahren Chemilumineszenz) durchgeführt.

² Mit der letzten Änderung des BImSchG vom 02.05.2013 erfolgt die Bekanntgabe auf der Grundlage von §29 b

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 2013 als Halbstundenmittelwerte vor; für jedes Halbstundenintervall und jede Messgröße wurden ferner jeweils die höchsten und die niedrigsten Einzelmesswerte festgehalten (Extremwerte). Die Datenverfügbarkeit für den Messzeitraum beträgt 100 %. Die meteorologischen Größen dienen u. a. der Beurteilung der Immissionssituation.

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

5.1 Witterungsverlauf 2013

Bei Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein insgesamt im Durchschnitt

Der Winter 2012/2013 zeigte sich mal mild, mal winterlich, gelegentlich feucht – aber fast immer grau und trüb. Ein Blick in die Historie bestätigt: Dieser Winter war der sonnenscheinärmste seit Beginn der flächendeckenden Aufzeichnungen 1951. Wurden in NRW landesweit noch etwa 90 Sonnenstunden registriert, so musste man bspw. am Kahlen Asten im Sauerland mit nur 43 Stunden bundesweit am häufigsten auf die Sonne verzichten. Dieser Wert entspricht 28 % des langjährigen Mittelwertes.

Mit Ausnahme einer kurzen milden Witterungsperiode Anfang März dominierte im Frühjahr 2013 bis in den April hinein verbreitet winterliche Witterung. Niedrige Temperaturen und wenig Sonnenschein führten zu einem deutlich späteren Vegetationsbeginn als in den vergangenen Jahren. Erst ab Mitte April hielt dann sonniges und warmes Wetter Einzug.

Überwiegender Hochdruckeinfluss brachte auch einen insgesamt sehr warmen und sonnigen Sommer 2013. Mitte Juni, Ende Juli und Anfang August traten dabei drei intensive Hitzewellen auf. Nach heißem Start Anfang September folgte ein vergleichsweise warmer Herbst, der aber auch nass und wenig sonnig war. Ein klassischer „Altweibersommer“ blieb mehr oder weniger aus.

Der Winter brachte Anfang Dezember zunächst das mächtige Orkantief Xaver mit sich. Das Jahresende gestaltete sich im weiteren Verlauf sehr sonnig und zu Weihnachten sogar frühlingshaft warm [7].

Lufttemperatur

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2013 sind in Tabelle 3 den langjährigen Mittelwerten (1961-1990) der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen gegenübergestellt [8].

Die an der Station Wuppertal-Bundesallee gemessenen Temperaturen lagen im Mittel bei 9,9°C und damit geringfügig höher als der langjährige Mittelwert an der Station Wuppertal-Buchenhofen (9,5°C). Auch deutschlandweit fiel das Jahr 2013 etwa 0,5°C wärmer aus als im Mittel der Klimareferenzperiode 1961 bis 1990. Der bundesweit erkennbare Trend in 2013 spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wieder (siehe Tabelle 3).

Ein Vergleich der Monatsmitteltemperaturen in der Abbildung 3 zeigt die Temperaturtrends in 2013: Während die Monate Februar und März deutlich zu kühl ausfielen, war es im Juli, August und Dezember im Vergleich zur langjährigen Klimareferenzperiode von 1961 bis 1990 überdurchschnittlich warm.

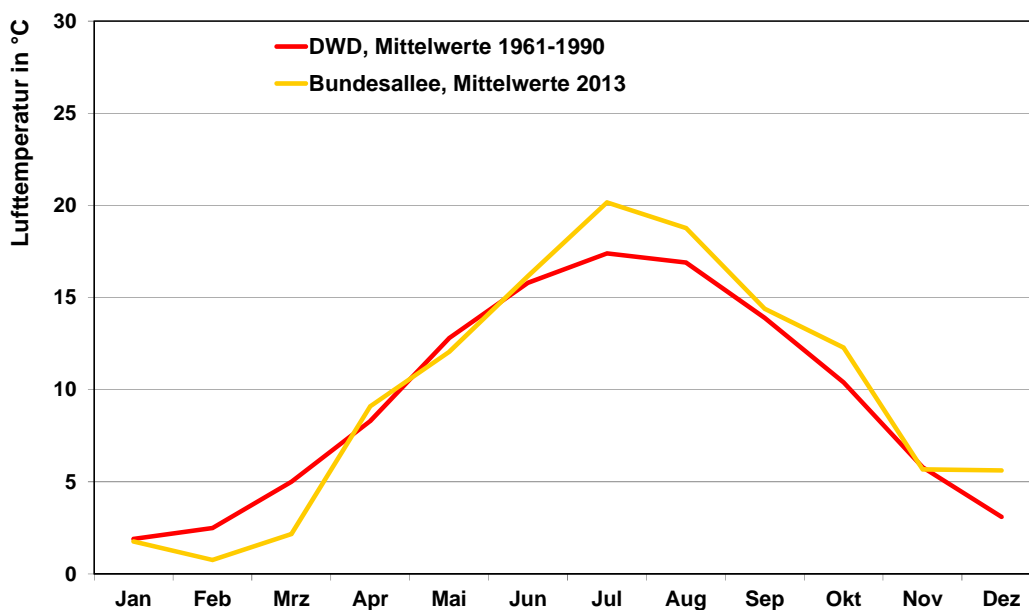


Abbildung 3 Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für den Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2013 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen

Mit dem insgesamt kalten Winter und Frühjahr geht auch eine deutlich höhere Anzahl sog. „Frosttage“ ($T_{\min} < 0\text{ °C}$) einher (vgl. Abbildung 4). Von Januar bis April 2013 wurde in jedem Monat häufiger die Null-Grad-Grenze erreicht, als im langjährigen Mittel. Mit 20 im Vergleich zu 10 üblichen Frosttagen hebt sich der März am deutlichsten hervor. Der kälteste Tag des Jahres wurde in Wuppertal jedoch bereits am 20.01. mit im Mittel $-4,4\text{ °C}$ erreicht. Im Januar wurde an 11 von 17 Tagen mit Minusgraden auch tagsüber die Null-Grad-Grenze nicht überschritten („Eistage“, vgl. Tabelle 3).

Die monatliche Anzahl der Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$) war im Jahr 2013 in den Monaten April, Juli, August und September höher als im langjährigen Mittel 1961-1990 (vgl. Abbildung 5). Im Mai wurde dafür kein einziger Sommertag registriert. Mit $28,8\text{ °C}$ im Tagesmittel war der 02.08. der heißeste Tag des Jahres. In den Nachmittagsstunden wurden Maximaltemperaturen von $34,8\text{ °C}$ erreicht. Sog. „heiße Tage“ mit Höchsttemperaturen über 30 °C traten in diesem Jahr sogar bis Anfang September auf.

Die relative Luftfeuchte zeigt einen typischen Jahresgang mit den niedrigsten Werten in den warmen Sommermonaten.

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 2013 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	1961-1990	1,9	2,5	5,0	8,3	12,8	15,8	17,4	16,9	13,9	10,4	5,8	3,1	9,5
Bundesallee	2013	1,8	0,8	2,2	9,1	12,0	16,2	20,2	18,8	14,4	12,3	5,7	5,6	9,9
Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$)														
DWD	1961-1990	0,0	0,0	0,0	0,2	2,6	5,7	8,2	7,3	1,9	0,1	0,0	0,0	26
Bundesallee	2013	0	0	0	1	0	5	17	10	3	0	0	0	36
Heiße Tage ($T_{\max} > 30\text{ °C}$)														
Bundesallee	2009 - 2012	0	0	0	0	0	1	4	2	0	0	0	0	6
Bundesallee	2013	0	0	0	0	0	2	4	2	2	0	0	0	10
Frosttage ($T_{\min} < 0\text{ °C}$)														
DWD	1961-1990	14	13,8	9,9	0,3	0	0	0	0	0	1,2	6,4	11,9	58
Bundesallee	2013	17	18	20	4	0	0	0	0	0	0	2	0	61
Eistage ($T_{\max} < 0\text{ °C}$)														
Bundesallee	2009 - 2012	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	13
Bundesallee	2013	11	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2009 - 2012	90	83	74	65	66	70	70	72	79	81	85	90	77
Bundesallee	2013	90	85	71	66	76	71	70	69	81	81	91	85	78

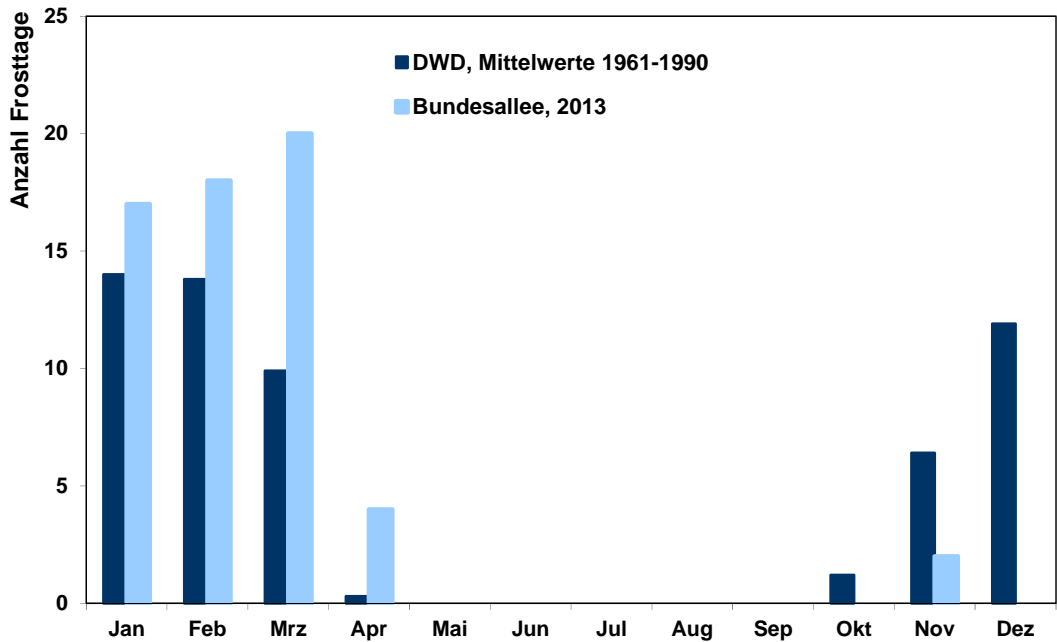


Abbildung 4 Monatliche Anzahl der Frosttage ($T_{\min} < 0 \text{ }^\circ\text{C}$) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2013 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

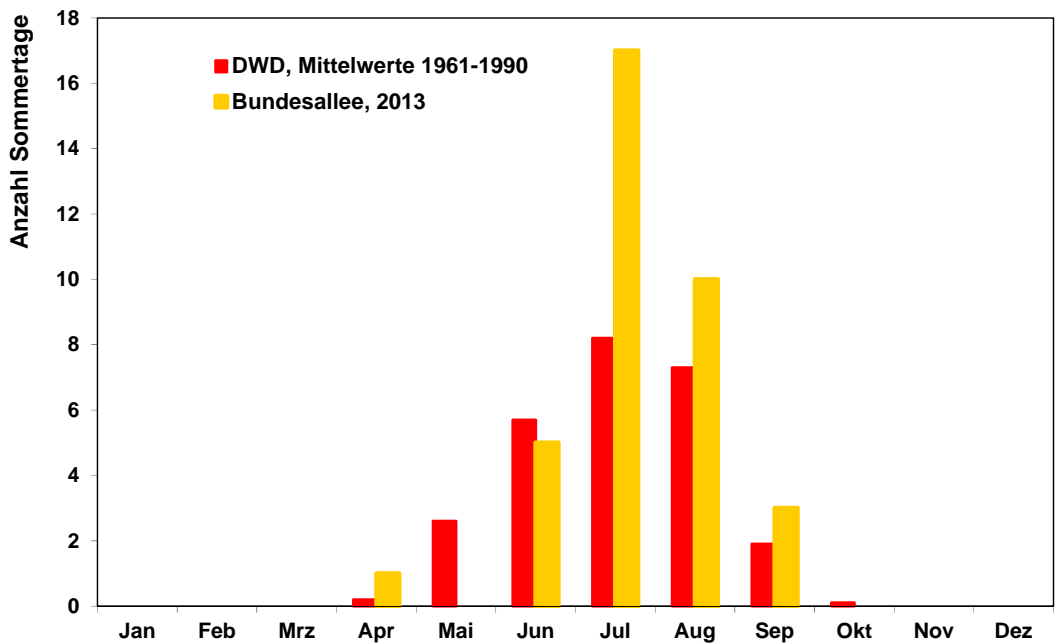


Abbildung 5 Monatliche Anzahl der Sommertage ($T_{\max} > 25 \text{ }^\circ\text{C}$) an der Station Bundesallee in 2013 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2013 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2013 dargestellt.

Tabelle 4 Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2013.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	1997 - 2012	3,3	3,3	3,0	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,4	2,7	3,0	3,3	2,8
Bundesallee	2013	2,8	2,9	2,8	2,9	2,4	2,6	2,2	1,8	2,1	2,6	2,5	2,9	2,5

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 etwa gleichermaßen an das Primär- und Sekundärmaximum gebunden, was sich ebenso für schwächere Windgeschwindigkeiten festhalten lässt. Die für das Jahr 2013 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 inkl. Windstillen) sowie die Windgeschwindigkeitsklasse 4 (gemäß TA Luft: WG 2,4 bis 3,8 m/s) mit 20 % bzw. 32 % besonders häufig auftraten. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 01.01.2013 bis 31.12.2013 etwa 2,5 m/s (siehe Tabelle 4).

Für eine detaillierte Beurteilung der monatsbezogenen Immissionskenngrößen sind in den Abbildungen 9 und 10 analog zum gesamten Messzeitraum die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und -geschwindigkeiten in den einzelnen 12 Messmonaten dargestellt. Im Februar und insbesondere im März dominierten nordöstliche Windrichtungen, die in Verbindung mit vergleichsweise hohen Windgeschwindigkeiten extrem kalte Luftmassen aus Russland nach Mitteleuropa transportierten. Diese Luftmassen führten auch zu den rekordverdächtig niedrigen Monatsmitteltemperaturen (vgl. Abbildung 3). Im Gegensatz dazu standen in Wuppertal vor allem die Monate Oktober und Dezember unter dem Einfluss von ausgeprägten Südwestanströmungen.

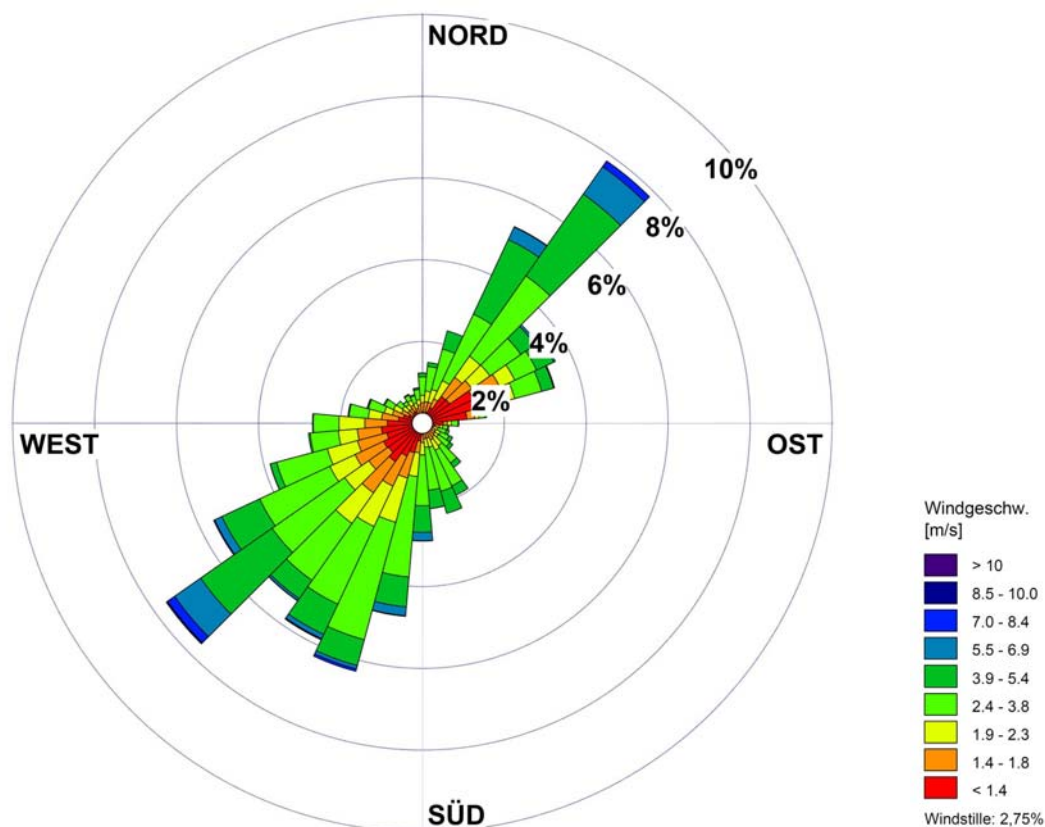


Abbildung 6 Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit) an der Messstation Wuppertal-Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2013.

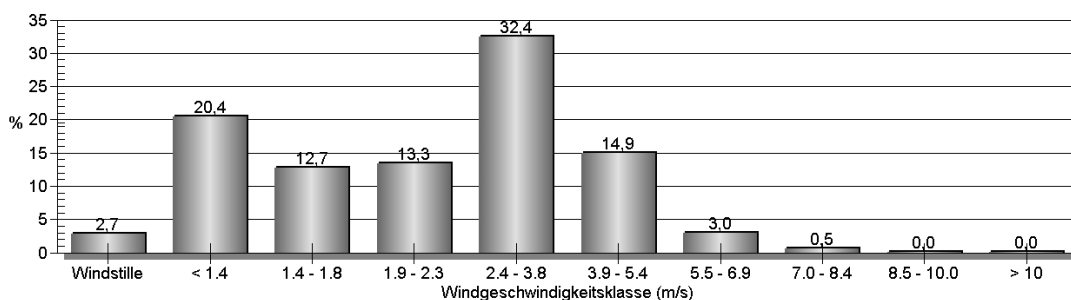


Abbildung 7 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen (30-min-Mittelwerte) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2013.

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 22,2 m/s (80 km/h) gleichermaßen am 28.10. und am 05.12.2013 erreicht. Das Orkantief Xaver führte Anfang Dezember zur Freude von Schulkindern sogar zu „sturmfrei“ in zahlreichen Schulen.

An Heiligabend wehte der Wind zwar in Spitzen weniger extrem, aber mit 6,4 m/s (23 km/h) im Tagesmittel sogar noch heftiger.

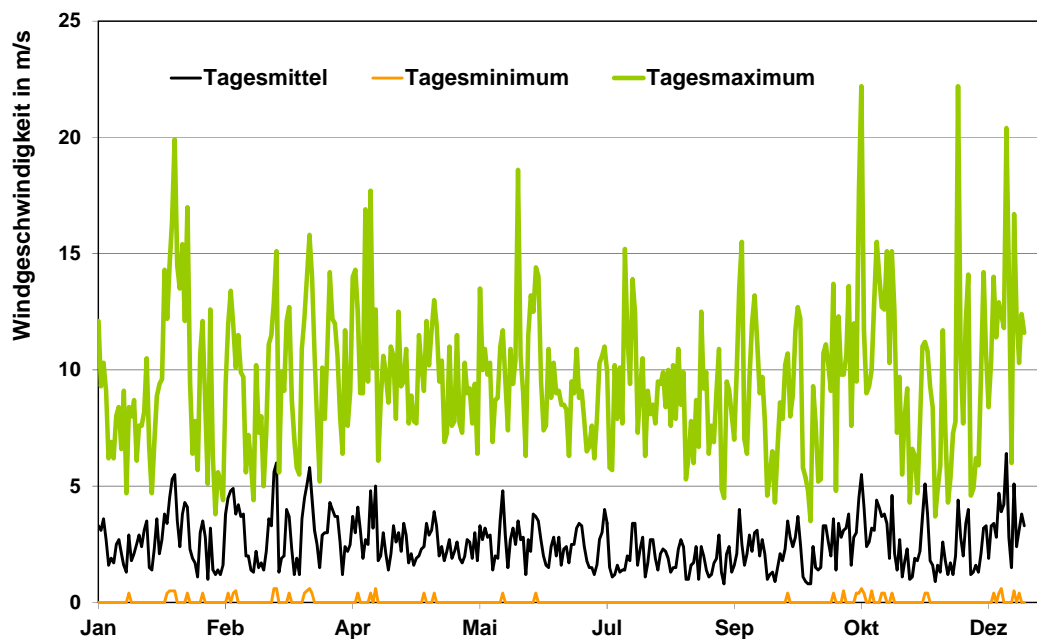


Abbildung 8 Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2013 (Mittelwerte).

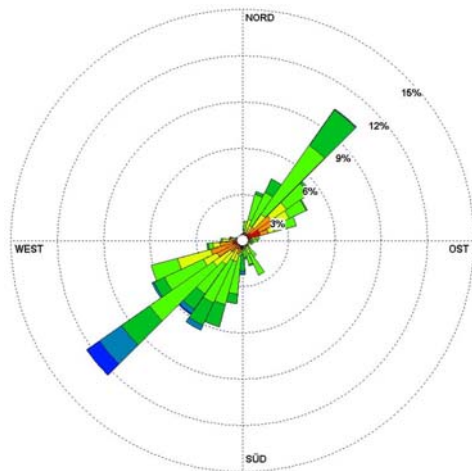
Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (unterste Kurve in Abbildung 8) weist lediglich Werte zwischen 0 und 0,6 m/s auf. Die Verteilung entspricht einem durchaus typischen Jahresgang mit tendenziell häufigeren Windstillen in den Sommermonaten.

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

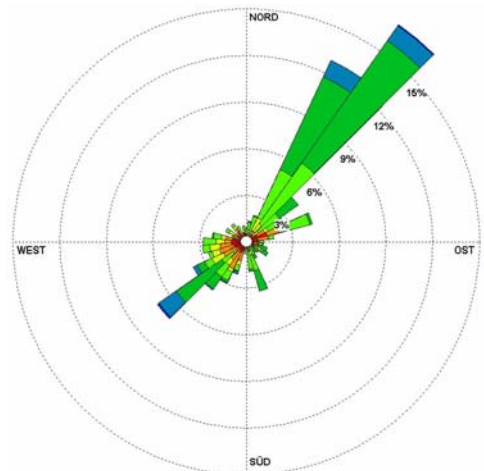
Wie bereits in den zurückliegenden Jahren lag die mittlere Windgeschwindigkeit auch im Jahr 2013 geringfügig niedriger als im langjährigen Vergleich. Auf der Basis der horizontalen Windgeschwindigkeit als einziges Kriterium für die lokale Durchlüftungssituation wäre demnach in Wuppertal in 2013 von eher ungünstigen Bedingungen auszugehen.

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.

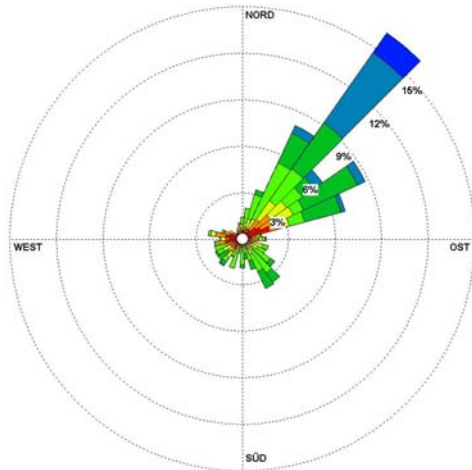
Aus lufthygienischer Sicht können die Bedingungen im Jahr 2013 wie bereits im Vorjahr als insgesamt eher durchschnittlich charakterisiert werden. Die Belastung durch Stickstoffdioxid war nach einer Auswertung des Umweltbundesamtes (UBA) im Jahr 2013 ähnlich wie in den Vorjahren. Die mittleren Feinstaubkonzentrationen lagen zwar leicht über dem Vorjahr, im Vergleich mit dem Zeitraum 2005 bis 2010 war 2013 jedoch eines der am wenigsten belasteten Jahre. Es gab auch keine ausgeprägten Episoden mit hohen Ozonspitzenbelastungen [9].



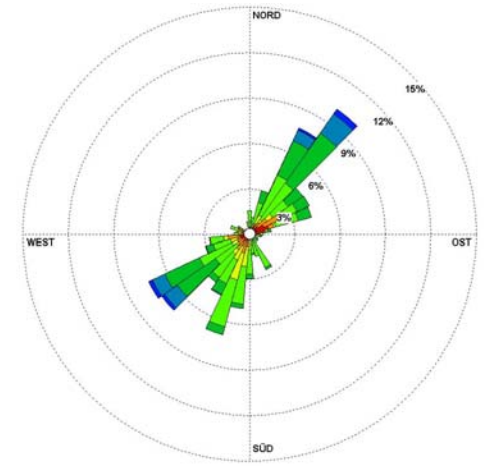
Januar 2013



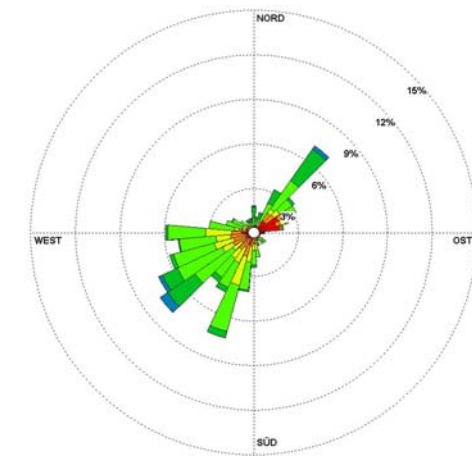
Februar 2013



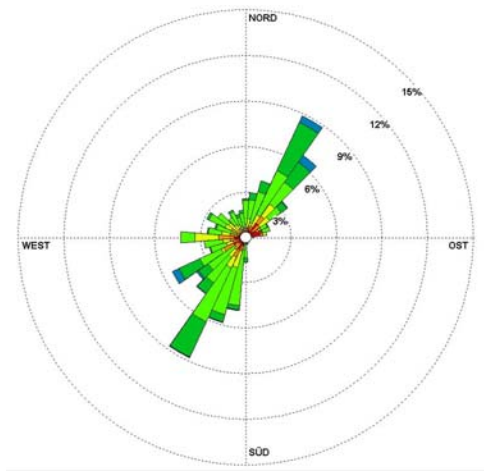
März 2013



April 2013

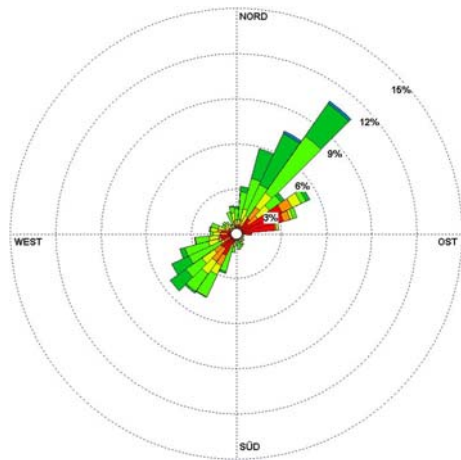


Mai 2013

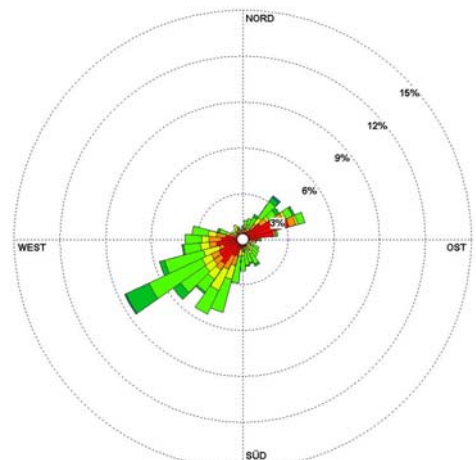


Juni 2013

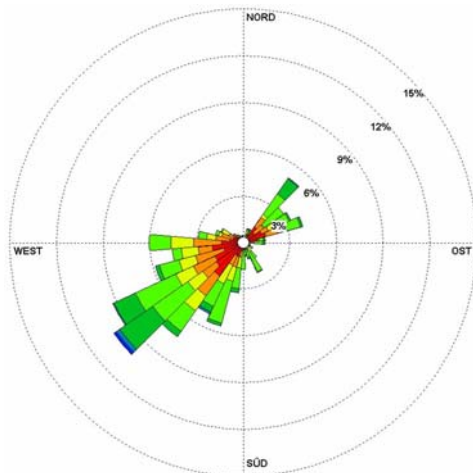
Abbildung 9 Stärkewindrosen für die Monate Januar 2013 bis Juni 2013 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee.



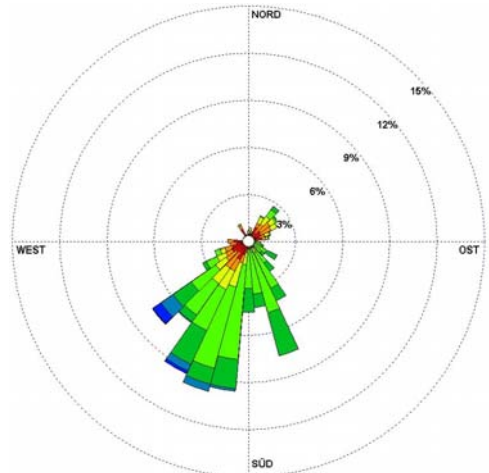
Juli 2013



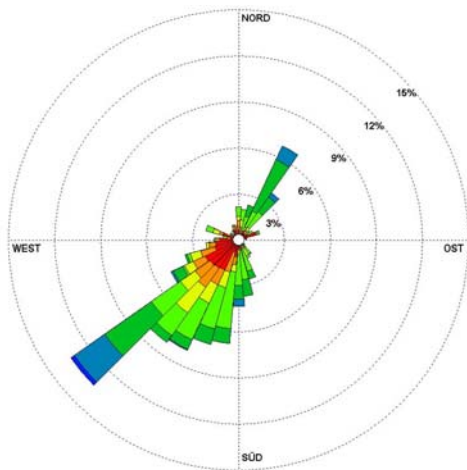
August 2013



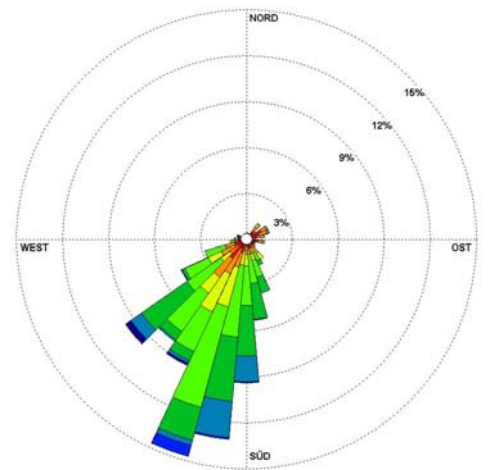
September 2013



Oktober 2013



November 2013



Dezember 2013

Abbildung 10 Stärkewindrosen für die Monate Juli 2013 bis Dezember 2013 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 (O₃) in Stickstoffdioxid (NO₂) 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 (NO₂) von Bedeutung. NO₂ 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 NO₂ 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 NO₂ kann es vermehrt zu Atemwegserkrankungen kommen, wobei besonders empfindliche Personengruppen, vor allem Asthmatiker und Kinder, bereits auf niedrige NO₂-Konzentrationen reagieren. Für NO₂ 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 (NO₂) auch in relevantem Umfang bei photochemischen Prozessen mit, die zur Bildung von Ozon (O₃) 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 (NO₂)

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 (NO₂) 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 NO₂ 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 NO₂ an 24 Messorten in Wuppertal

Im Folgenden werden die Messergebnisse der NO₂-Messungen an den Messpunkten MP 1 bis MP 42 für den Messzeitraum von Januar bis Dezember 2013 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 13 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 11 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO₂-Messdaten für das Jahr 2013 betrug 100 % an 23 Messpunkten. Am MP 24 wurden die Proben für September 2013 entwendet.

In Tabelle 5 sind zunächst die Ergebnisse der NO₂-Messungen (Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte) für die Messpunkte MP 1 bis MP 42 und das Jahr 2013 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 NO₂-Jahresmittelwerte für 2013.

Die höchsten NO₂-Belastungen für das Jahr 2013 wurden, wie bereits in den Jahren zuvor, an der Briller Straße (MP 02) mit 63 µg/m³ gemessen. Hohe Jahresmittelwerte > 50 µg/m³ wurden auch am Steinweg (MP 16, 52 µg/m³) und an der Westkotter Straße (MP 17, 51 µg/m³) ermittelt. An den 2013 entlang der Autobahn A 46 neu in Betrieb genommenen Messpunkten MP 39 bis MP 42 wurden im Mittel Konzentrationen zwischen 30 µg/m³ (MP 41) und 39 µg/m³ (MP 40) festgestellt. Mit den Messungen an diesen Messpunkten MP 39 bis MP 42 sollte gezielt der potentielle Einfluss der Autobahn A 46 auf die Immissionssituation in den direkt angrenzenden Wohnnutzungen untersucht werden. Entgegen einer ersten Einschätzung im Rahmen der Messplanung dieser Messorte wurde trotz der räumlichen Nähe von Emission und Immission an diesen Messorten keine Überschreitung des Immissionswertes von 40 µg/m³ gemäß 39. BImSchV festgestellt.

Mit Ausnahme der Überdachstation an der Bundesallee wurden an allen weiteren Messorten NO₂-Konzentrationen zwischen 38 und 50 µg/m³ im Jahresmittel 2013 erfasst. Die geringste NO₂-Belastung wurde an der Station Wuppertal-Bundesallee ermittelt. Im Gegensatz zum Messpunkt MP 27 an der Bundesallee (Überdachstation, innerstädtische Hintergrundmessung) können alle Messorte als potenzielle Belastungsschwerpunkte für die Komponente NO₂ charakterisiert werden. Dies bezieht sich sowohl auf die Emissionssituation an den jeweiligen Messorten als auch auf die lokalen Austauschbedingungen (z. B. eingeschränkte Belüftung innerhalb einer Straßenschlucht).

Positiv sind die Ergebnisse an den Messpunkten MP 14 (Schönebecker Straße) und MP 24 (Staasstraße) zu bewerten. Hier wurde der Grenzwert für NO₂ von 40 µg/m³ im Jahresmittel erstmals seit Messbeginn nicht überschritten.

Tabelle 5 Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO₂ an den Messpunkten MP 1 bis MP 42 in Wuppertal für den Messzeitraum Januar bis Dezember 2013.

Stickstoffdioxid NO ₂ in µg/m ³														
MP-Nr.	Messort	Jan 13	Feb 13	Mrz 13	Apr 13	Mai 13	Jun 13	Jul 13	Aug 13	Sep 13	Oktober 13	Nov 13	Dez 13	Mittel 2013
MP 01	Nevigser Straße 98	41	44	44	34	35	38	44	39	38	35	43	37	39
MP 02	Briller Straße 28	61	64	76	57	58	67	78	67	59	55	62	52	63
MP 04	Steinbeck 92	47	54	53	46	46	47	53	50	48	46	51	45	49
MP 05	Hochstraße 63	46	57	65	49	46	50	60	52	47	39	48	36	50
MP 07	Uellendahler Straße 198	44	44	50	39	36	38	46	46	41	40	45	39	42
MP 08	Hofkamp 86	42	44	42	37	36	35	39	36	37	31	40	33	38
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	48	52	56	46	46	38	57	53	48	43	47	44	48
MP 13	Rudolfstraße 149	45	52	52	45	43	47	52	51	44	37	47	37	46
MP 14	Schönebecker Straße 81	41	44	37	35	35	38	46	43	41	36	40	36	39
MP 16	Steinweg 25	54	54	49	50	53	51	58	54	54	48	51	46	52
MP 17	Westkötter Straße 111	51	50	51	51	53	46	55	56	53	48	54	47	51
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	45	46	43	40	37	39	46	43	39	32	44	35	41
MP 21	Berliner Straße 159	45	55	54	46	45	50	56	54	44	36	46	35	47
MP 22	Heckinghauser Straße 159	43	52	51	42	38	40	45	45	39	31	43	34	42
MP 24	Staasstraße 51	39	46	50	39	37	38	43	41	n.a.	29	40	34	40
MP 27	Bundesallee 30	32	30	31	26	22	23	25	29	27	24	32	24	27
MP 28	Schwarzbach 78	48	51	50	46	45	46	53	58	46	41	49	41	48
MP 33	Kaiserstraße 32	46	47	49	44	41	38	46	42	40	41	46	39	43
MP 34	Haeseler Strasse 94	47	53	53	47	47	43	58	55	47	49	52	42	49
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	43	49	46	44	39	40	43	43	41	42	46	40	43
MP 39	Sillerstraße 6	39	37	37	34	35	34	37	39	34	29	34	29	35
MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	45	43	34	37	40	36	33	39	40	36	41	37	39
MP 41	Sanderstraße 144	34	35	29	27	26	26	31	34	28	26	31	25	30
MP 42	Virchowstraße 45	31	34	31	35	29	28	31	36	30	28	32	28	31
VWEL ¹⁾	Wuppertal Gathe	51	51	51	56	53	49	52	56	54	48	53	50	52
WULA ¹⁾	Wuppertal Langerfeld	34	29	28	27	22	20	23	24	25	24	31	29	26
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)

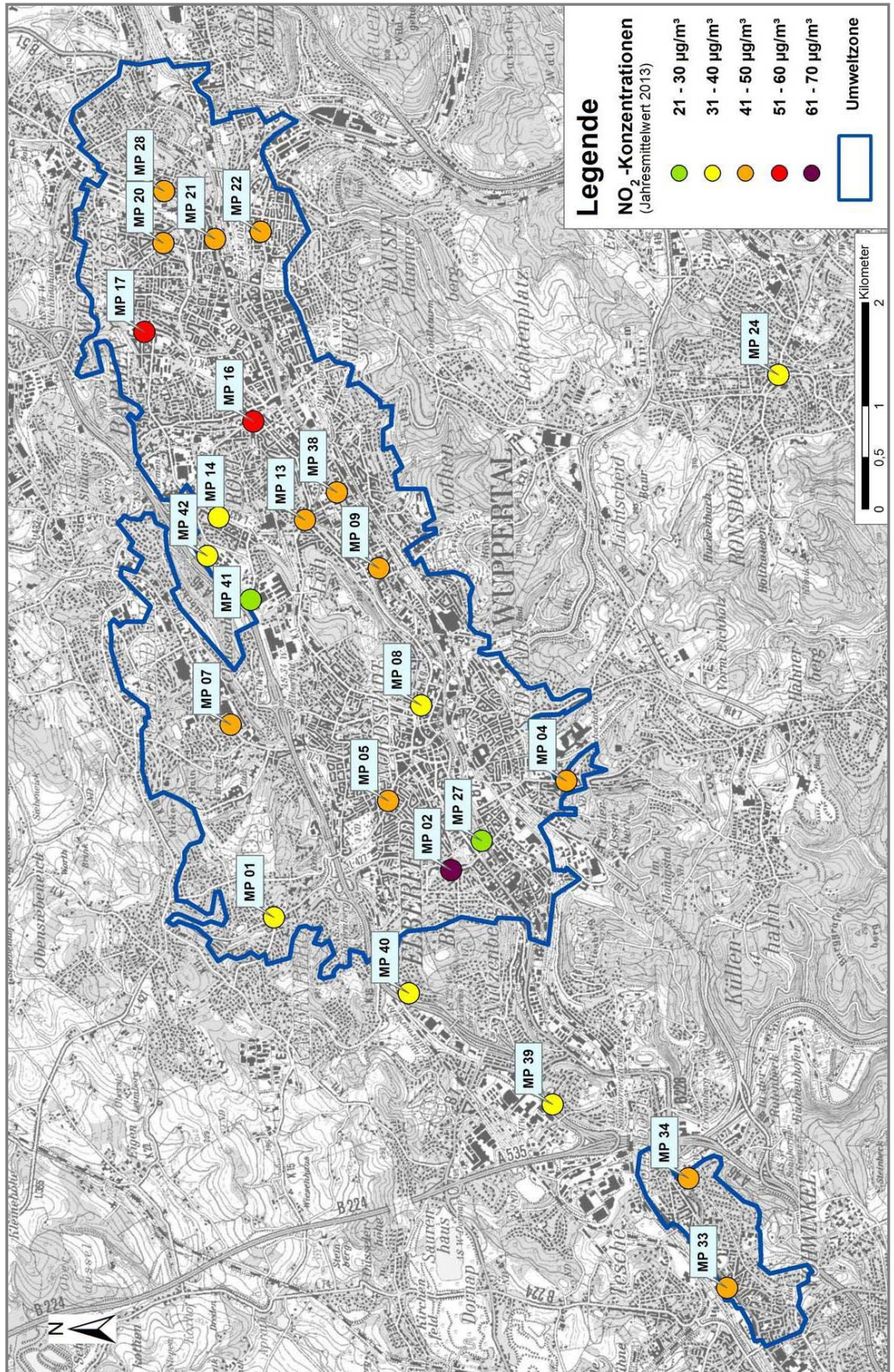


Abbildung 11 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 42 sowie Klassifizierung der NO₂-Jahresmittelwerte 2013

Gleichwohl ist die räumliche Verteilung der NO₂-Belastung innerhalb des Wuppertaler Stadtgebietes differenziert zu bewerten. Während an den emissionsseitig hoch belasteten Messorten in Verbindung mit ungünstigen Austauschbedingungen hohe NO₂-Belastungen im Jahresmittel erreicht werden, 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 um 2 µg/m³ abnehmender NO₂-Jahresmittelwert von 27 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 NO₂-Grenzwertes unter bestimmten Voraussetzungen um fünf Jahre verlängert werden. Während der Fristverlängerung muss jedoch u. a. sichergestellt werden, dass der Jahresmittelwert von NO₂ 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.

Im Jahr 2009 wurde der Jahresmittelwert von 60 µg/m³ noch an 4 Messorten überschritten. Seit 2010 wurden Konzentrationen oberhalb dieses Schwellenwertes in Wuppertal nur noch an maximal einem Messort, an der Briller Straße (MP 02) festgestellt. Mit 63 µg/m³ liegt dort der Jahresmittelwert für 2013 geringfügig unter dem Niveau des Vorjahres von 64 µg/m³ und bestätigt somit nach wie vor den Trend abnehmender NO₂-Immissionen insbesondere auch an Belastungsschwerpunkten. Unabhängig von einem mittleren Trend stellen die Messorte mit den höchsten NO₂-Konzentrationen (NO₂ > 50 µg/m³, MP 02, MP 16 und MP 17) 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 2013 zusätzlich die Monatsextreme (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2013) dargestellt. Im Jahr 2013 wurden die niedrigsten NO₂-Konzentrationen im Allgemeinen im Oktober und vor allem im Dezember erfasst. Die höchsten Belastungen wurden in den Zeiträumen Februar/März und im Juli/August ermittelt. Die Messergebnisse variierten im Jahresverlauf je nach Messpunkt um den Faktor 1,2 bis 1,8. 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 Oktober und Dezember 2013 von ausgeprägten 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 gingen mit der Hochwinterphase Februar/März und in 2013 insbesondere auch mit den Hitzeperioden im Juli und August einher. Bei sonniger heißer Witterung bilden sich häufig nächtliche Inversionen mit eingeschränkten Austauschbedingungen aus, die dann zu einer Anreicherung von Luftschadstoffen insbesondere in unmittelbarer Nähe von Emissionsquellen führen.

Tabelle 6 NO₂-Jahresmittelwerte sowie NO₂-Monatsextreme für das Jahr 2013.

MP-Nr.	Messort / Adresse Straße / Hausnummer	NO ₂ (2013)	NO ₂ - Minimum		NO ₂ - Maximum		Max/Min Faktor
		µg/m ³	µg/m ³	Monat	µg/m ³	Monat	
MP 01	Nevigeser Straße 98	39	34	Apr 13	44	Jul 13	1,3
MP 02	Briller Straße 28	63	52	Dez 13	78	Jul 13	1,5
MP 04	Steinbeck 92	49	45	Dez 13	54	Feb 13	1,2
MP 05	Hochstraße 63	50	36	Dez 13	65	Mrz 13	1,8
MP 07	Uellendahler Straße 198	42	36	Mai 13	50	Mrz 13	1,4
MP 08	Hofkamp 86	38	31	Okt 13	44	Feb 13	1,4
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	48	38	Jun 13	57	Jul 13	1,5
MP 13	Rudolfstraße 149	46	37	Dez 13	52	Feb 13	1,4
MP 14	Schönebecker Straße 81	39	35	Mai 13	46	Jul 13	1,3
MP 16	Steinweg 25	52	46	Dez 13	58	Jul 13	1,3
MP 17	Westkotter Straße 111	51	46	Jun 13	56	Aug 13	1,2
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	41	32	Okt 13	46	Jul 13	1,5
MP 21	Berliner Straße 159	47	35	Dez 13	56	Jul 13	1,6
MP 22	Heckinghauser Straße 159	42	31	Okt 13	52	Feb 13	1,7
MP 24	Staastraße 51	40	29	Okt 13	50	Mrz 13	1,7
MP 27	Bundesallee 30	27	22	Mai 13	32	Nov 13	1,5
MP 28	Schwarzbach 78	48	41	Okt 13	58	Aug 13	1,4
MP 33	Kaiserstraße 32	43	38	Jun 13	49	Mrz 13	1,3
MP 34	Haeseler Strasse 94	49	42	Dez 13	58	Jul 13	1,4
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	43	39	Mai 13	49	Feb 13	1,2
MP 39	Sillerstraße 6	35	29	Dez 13	39	Aug 13	1,4
MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	39	33	Jul 13	45	Jan 13	1,4
MP 41	Sanderstraße 144	30	25	Dez 13	35	Feb 13	1,4
MP 42	Virchowstraße 45	31	28	Jun 13	36	Aug 13	1,3

Insgesamt dokumentieren die Ergebnisse der NO₂-Messungen in Wuppertal ein nach wie vor im Vergleich hohes innerstädtisches Belastungsniveau, das gut mit den Ergebnissen der NO₂-Messungen in Wuppertal aus den Jahren 2007 bis 2012 korrespondiert. Der in den Vorjahren gemessene abnehmende Trend der NO₂-Belastung hat sich nach einer Stagnation in 2012 im Jahr 2013 wieder leicht fortgesetzt. In 2013 wurden an 15 Messorten niedrigere Konzentrationen ermittelt als im Vorjahr. Im Mittel über alle Messpunkte ergibt sich ein um 1 µg/m³ niedrigeres Belastungsniveau als in 2012. Bundesweit war die Belastung durch Stickstoffdioxid nach einer Auswertung des Umweltbundesamtes (UBA) im Jahr 2013 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. Von den hier ausgewerteten 24 Messstandorten im Wuppertaler Stadtgebiet wurde im Jahr 2013 an 15 Messstandorten der Wert von 40 µg/m³ überschritten. Dies sind 2 Stationen weniger als im Vorjahr 2012.

6.1.2 Langjährige Messungen von Stickstoffdioxid NO₂ in Wuppertal

Von der Stadt Wuppertal wurden von 1997 bis Ende 2006 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee kontinuierliche und zeitlich hochaufgelöste NO₂-Messungen durchgeführt. Nach Beendigung der kontinuierlichen Messungen wurden die NO₂-Messungen an der Bundesallee seit 2007 mit Passivsammlern fortgeführt. Seit 1999 werden von der Stadt Wuppertal zusätzlich an einer variierenden Anzahl von Messorten NO₂-Messungen mit Passivsammlern durchgeführt (von 2009 bis 2012 an 23, seit 2013 an 24 Messorten), die eine flächenhafte Erfassung der NO₂-Belastung ermöglichen (siehe auch Tabelle 8).

Vom LANUV NRW wurde vom Jahr 2000 bis einschließlich 2007 im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) eine Messstation an der Friedrich-Engels-Allee 308 (LUQS-Stationskürzel: VWUP) betrieben. Diese Station Wuppertal Friedrich-EngelsAllee ist als Verkehrsmessstation eingestuft. Seit dem Jahr 2008 wird diese Messstelle von der Bergischen Universität Wuppertal betrieben. Ergänzend werden an dieser Messstelle seit dem Jahr 2008 NO₂-Messungen mittels Passivsammler durch die Stadt Wuppertal realisiert. In den Jahren 2005 und 2006 wurden zeitlich befristete, kontinuierliche NO₂-Messungen an der Messstelle Wuppertal-Steinweg (LUQS-Stationskürzel: VWBA) durchgeführt. Auch diese Station ist als Verkehrsmessstation bzw. „Hot-Spot“-Messung charakterisiert. Die NO₂-Messungen werden seit dem Jahr 2007 auch an dieser Messstelle von der Stadt Wuppertal mit Passivsammlern fortgeführt.

Seit dem Jahr 2006 wird vom LANUV NRW die Messstation Wuppertal-Gathe (LUQS-Stationskürzel: VWEL) betrieben, die ebenfalls als städtische Verkehrsmessstation eingestuft ist. Ergänzend hierzu wurden in den Jahren 2008 und 2009 durch das LANUV NRW auch NO₂-Passivsammlermessungen an der Messstation Wuppertal-Langerfeld (LUQS-Stationskürzel: WULA) durchgeführt, die als Hintergrundmessstation für das Bergische Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) charakterisiert ist. Kontinuierliche Messungen der Stickstoffoxide erfolgen an dieser Station (WULA) erst seit dem Jahr 2013 (bis 2012 wurden an dieser Station nur Schwefeldioxid SO₂, Ozon O₃ und Schwebstaub PM₁₀ erfasst).

In Tabelle 7 sind zunächst die Jahresmittelwerte an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA) für NO₂ und das Jahr 2013 aufgeführt und dem entsprechenden Beurteilungswert gegenübergestellt. Zusätzlich zu den Ergebnissen dieser kontinuierlichen NO₂-Messungen sind in Tabelle 7 vergleichend auch die NO₂-Jahresmittelwerte der Stationen Steinweg, Friedrich-Engels-Allee 308 sowie Bundesallee dargestellt, für die mehrjährige Messreihen für NO₂ vorliegen (siehe auch Abbildung 12).

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

Tabelle 7 NO₂-Jahresmittelwerte (2013) an den Stationen Gathe (VWEL) sowie zum Vergleich an den Messorten Steinweg, Friedrich-Engels-Allee 308 und Bundesallee.

Messstation	Messverfahren	NO ₂ -Jahresmittel in µg/m ³	Anzahl Überschreitungen 1h-Mittelwert 200 µg/m ³
Gathe ²⁾	aktiv	52	0
Langerfeld ²⁾	aktiv	26	---
Steinweg	passiv	52	---
Friedrich-Engels-Allee 308	passiv	43	---
Bundesallee	passiv	27	---
Beurteilungswert		40 ¹⁾	18

¹⁾ Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV (Jahresmittel)

²⁾ Quelle: Tabelle zu EU-Jahreskenngößen des LANUV NRW, Stand vom 12.03.2014

Die kontinuierliche Messstation Wuppertal Gathe zeigte mit 52 µg/m³ im Jahresmittel 2013 nach wie vor eine deutliche Überschreitung des Jahres-Immissionsgrenzwertes für NO₂. Diese hohe Belastung korrespondiert gut mit den Ergebnissen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten NO₂-Messungen an entsprechenden Belastungsschwerpunkten (siehe auch Tabelle 5 und Abbildung 11). Der Kurzzeit-Immissionsgrenzwert von 200 µg/m³ als Stundenmittel wurde an der Station Wuppertal-Gathe im Jahr 2013 nicht überschritten.

Im Vergleich zu den NO₂-Messungen an den Belastungsschwerpunkten lagen die NO₂-Jahresmittelwerte an den städtischen Hintergrundmessstationen Wuppertal-Langerfeld und Bundesallee mit 26 µg/m³ bzw. 27 µg/m³ erwartungsgemäß deutlich niedriger.

In Abbildung 12 ist die Entwicklung NO₂-Belastung seit dem Jahr 2000 dargestellt. Nach einem leicht rückläufigen Trend an der Messstelle Bundesallee bis zum Jahr 2004 stagnierte das NO₂-Konzentrationsniveau von 2005 bis 2009 bei etwa 33 µg/m³. In den letzten Jahren ging die NO₂-Belastung an der Station Bundesallee zunächst auf 31 µg/m³ (2010), von 2011 bis 2012 auf 29 µg/m³ und in 2013 schließlich auf 27 µg/m³ zurück.

Die Messstelle Bundesallee nimmt aufgrund der Messhöhe von 30 m über Grund bei gleichzeitiger Lage im stark verdichteten und verkehrsbeeinflussten Innenstadtbereich eine Sonderrolle, insbesondere im Hinblick auf die Bewertung der dort ermittelten NO₂-Konzentrationen ein. Der langjährige Vergleich der NO₂-Immissionen an dieser Station mit den Ergebnissen an Hintergrundmessstellen zeigt, dass die NO₂-Ergebnisse der Überdachstation an der Bundesallee mit denen aus dem städtischen Hintergrund vergleichbar sind. Die potentiell höheren Immissionen aufgrund der räumlichen Lage im Bereich eines verkehrsbedingten Belastungsschwerpunktes werden an der Messstelle Bundesallee durch den vertikalen NO₂-Gradienten in Verbindung mit der Messhöhe von 30 m kompensiert.

Die 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 NO₂-Messungen an der Station Wuppertal-Langerfeld (WULA) wurden ab dem Jahr 2010 durch das LANUV NRW unterbrochen und mit Messbeginn im Dezember 2012 wieder fortgeführt. Der Jahresmittelwert betrug in 2013 ebenfalls 26 µg/m³. Diese Ergebnisse zeigen, dass sich das regionale NO₂-Hintergrundniveau im Bergischen Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) ohne den unmittelbaren Einfluss lokaler Emissionen nicht maßgeblich verändert hat.

Aus dieser Stagnation der NO₂-Konzentrationen im städtischen bzw. regionalen Hintergrund und den gleichzeitig weiter abnehmenden Konzentrationen an den Belastungsschwerpunkten kann zudem abgeleitet werden, dass dieser abnehmende Trend aller Voraussicht nach auf lokale Maßnahmen bzw. Veränderungen der Emissionssituation zurückgeführt werden kann.

An der Friedrich-Engels-Allee 308 liegt das NO₂-Konzentrationsniveau um rund 10 - 20 µg/m³ höher als an den o. g. Hintergrundstationen. Der seit dem 01.01.2010 gemäß 39. BImSchV geltende Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ wird seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 überschritten. Ausgehend von den Spitzenbelastungen im Jahr 2008 (52 µg/m³) werden seit 2009 jedoch kontinuierlich rückläufige Belastungen erfasst. Unter der Voraussetzung des weiter anhaltenden Trends erscheint die Einhaltung des Grenzwertes an dieser Messstelle in greifbarer Nähe.

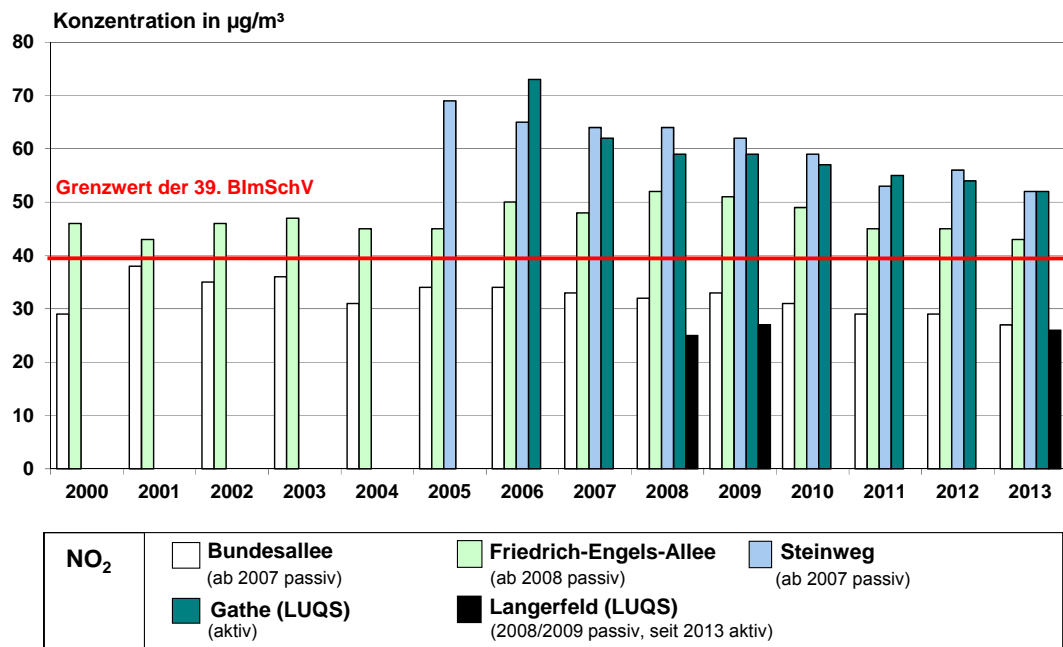


Abbildung 12 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO₂ an ausgewählten Messstellen in Wuppertal von 2000 bis 2013.

Die Messungen an den Belastungsschwerpunkten Steinweg und Wuppertal-Gathe ergaben seit Messbeginn an diesen Messstellen NO₂-Jahresmittelwerte von zunächst etwa 60 – 70 µg/m³ mit abnehmender Tendenz in den letzten Jahren. In 2013 lag das NO₂-Konzentrationsniveau bei 52 µg/m³ an beiden Belastungsschwerpunkten („Hot-Spots“). Die Werte korrespondieren somit gut mit den Ergebnissen der weiteren NO₂-Messungen im Wuppertaler Stadtgebiet an vergleichbaren Messstandorten (siehe auch Tabelle 5, Abbildung 11 und Tabelle 8).

In Tabelle 8 ist ergänzend zu Abbildung 12 die zeitliche Entwicklung der NO₂-Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen von 2008 bis 2013 zusammengefasst. Die nicht fortlaufende Nummerierung der aktuell realisierten Messstellen in Tabelle 8 ist auf die unterschiedlichen NO₂-Messprogramme der Stadt Wuppertal in den letzten Jahren (insbesondere vor 2007) zurückzuführen – neue Messstellen wurden fortlaufend nummeriert und die Nummern nicht mehr beprobter Messstellen wurden nicht erneut verwendet, um die Messdaten eindeutig einer konkreten Messstelle zuordnen zu können. In 2013 wurden zuletzt die MP 03, MP 19 und MP 30 außer Betrieb genommen, da an diesen Messstellen nach einem kontinuierlichen Rückgang der NO₂-Belastung der Beurteilungswert gemäß 39. BImSchV eingehalten wurde. Dafür wurden die MP 39 – MP 42 an ausgewählten Messorten entlang der Autobahn A 46 neu installiert, um den immissionsseitigen Einfluss der A 46 auf die relevanten Nutzungen (Wohnen, Klinik) im direkten Nahbereich der innerstädtisch verlaufenden Autobahn zu untersuchen (siehe Abbildung 11 auf S. 24).

Tabelle 8 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO₂ für die Jahre 2008 bis 2013.

MP-Nr.	Messort / Adresse	NO ₂ (2008)	NO ₂ (2009)	NO ₂ (2010)	NO ₂ (2011)	NO ₂ (2012)	NO ₂ (2013)
	Straße / Hausnummer	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
MP 01	Nevigeser Straße 98	49	47	46	41	40	39
MP 02	Briller Straße 28	71	69	67	59	64	63
MP 03	Neviantstraße 44	46	45	44	41	38	-
MP 04	Steinbeck 92	60	58	56	49	51	49
MP 05	Hochstraße 63	58	56	55	48	49	50
MP 07	Uellendahler Straße 198	52	52	48	45	46	42
MP 08	Hofkamp 86	49	43	40	38	39	38
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	59	63	60	50	51	48
MP 13	Rudolfstraße 149	56	50	52	47	48	46
MP 14	Schönebecker Straße 81	47	47	43	41	42	39
MP 16	Steinweg 25	64	62	59	53	56	52
MP 17	Westkotter Straße 111	63	63	59	54	53	51
MP 19	Ostersbaum 72	46	47	44	41	39	-
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	49	47	45	43	42	41
MP 21	Berliner Straße 159	54	52	51	46	45	47
MP 22	Heckinghauser Straße 159	47	47	44	39	41	42
MP 24	Staasstraße 51	48	47	45	41	41	40
MP 27	Bundesallee 30	32	33	31	29	29	27
MP 28	Schwarzbach 78	55	53	55	49	48	48
MP 30	Uellendahler Straße 428	51	50	48	34	32	-
MP 33	Kaiserstraße 32	54	51	51	45	47	43
MP 34	Haeseler Strasse 94	61	56	53	48	50	49
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	51	51	49	45	45	43
MP 39	Sillerstraße 6	-	-	-	-	-	35
MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	-	-	-	-	-	39
MP 41	Sanderstraße 144	-	-	-	-	-	30
MP 42	Virchowstraße 45	-	-	-	-	-	31

An den Messstellen gemäß Tabelle 8 ist seit 2008 bis einschließlich 2013 ein deutlich rückläufiger Trend der NO₂-Belastungen beobachten.

Für den hier dargestellten Zeitraum von 2008 bis einschließlich 2013 gilt dieser abnehmende Trend sowohl für das Gesamtmittel über alle Messstellen als auch für jeden einzelnen Messort. An einzelnen Messstellen und in einzelnen Bezugsjahren hingegen stagnierte die NO₂-Belastung zeitweise oder stieg sogar wieder leicht an (z. B. MP 02, MP 04, MP 05, MP 07 im Jahr 2012 gegenüber dem Vorjahr 2011).

In 2013 wurden an insgesamt 15 Messorten niedrigere Konzentrationen ermittelt als im Vorjahr. Im Mittel über alle Messpunkte ergibt sich ein um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedrigeres Belastungsniveau als im 2012. An nur 3 Messorten wurden geringfügig höhere Konzentrationen registriert als im Vorjahr (MP 05, MP 21 und MP 22). An den MP 28 und MP 34 stagnierten die Belastungen.

In Abbildung 13 ist die Entwicklung der NO_2 -Konzentrationen von 2008 bis 2013 an den in Tabelle 8 genannten Passivsammlermessstellen in Wuppertal sowie an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL) zusätzlich auch grafisch dargestellt. An den MP 03, MP 19 und MP 30 beziehen sich die Angaben auf den Zeitraum 2008 bis 2012, da diese Messstellen zum Jahreswechsel außer Betrieb genommen wurden.

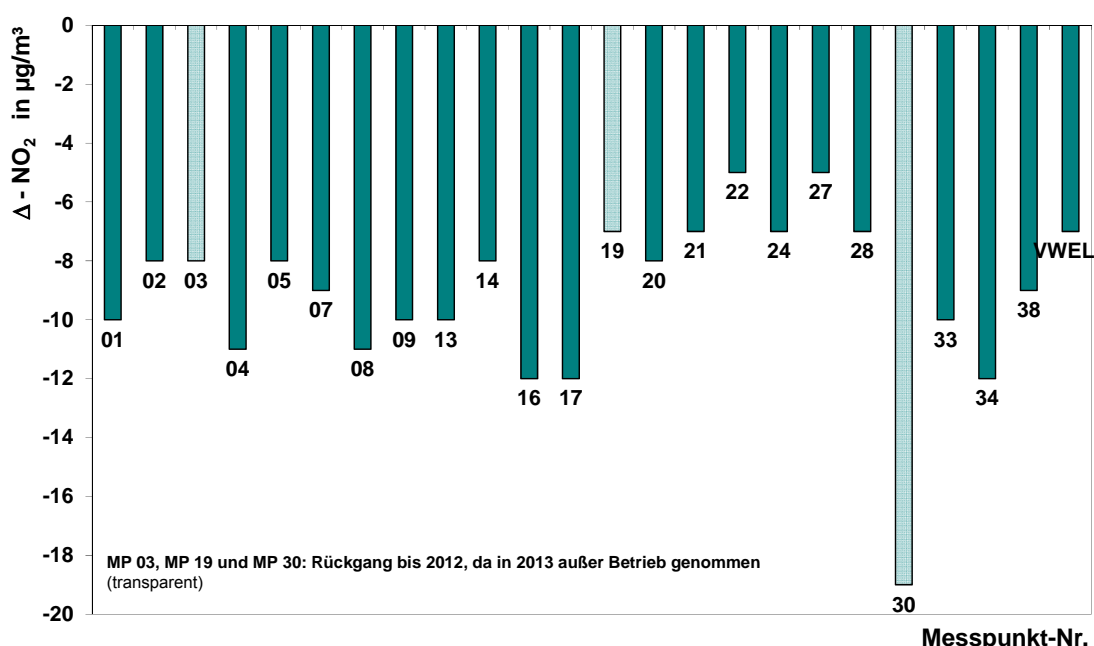


Abbildung 13 Rückgang der NO_2 -Konzentrationen im Zeitraum von 2008 bis 2013 an den 23 Passivsammlermessstellen in Wuppertal sowie an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL) des LANUV NRW in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Gesamtreduktion der NO_2 -Belastung von 2008 bis einschließlich 2013 reicht dabei von mindestens $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (an den Messpunkten MP 22 und MP 27) bis hin zu Reduktionen von $\geq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Messpunkten MP 01, MP 4, MP 08, MP 09, MP 13, MP 16, MP 17, MP 30, MP 33 und MP 34. Im Vergleich zum Vorjahr 2012 wurden die höchsten Reduktionen am MP 16 (Steinweg) und MP 33 (Kaiserstraße) erzielt (siehe Tabelle 8).

Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den längeren Zeitraum von 2008 bis 2013 ein Rückgang der NO_2 -Immissionen von $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert. Eine Zunahme der NO_2 -Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum 2008 bis 2013 an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet. Im Gegensatz dazu scheinen die Konzentrationen abseits der lokalen Belastungsschwerpunkte zu stagnieren. So liegen die Ergebnisse an der vom LANUV NRW betriebenen Hintergrundmessstelle Wuppertal-Langerfeld (WULA) auf einem identischen Niveau wie 2008/2009.

Besonders positiv ist die Entwicklung an den Messpunkten MP 14 (Schönebecker Straße) und MP 24 (Staasstraße) zu bewerten. An diesen Standorten wurde der Grenzwert für NO₂ von 40 µg/m³ im Jahresmittel erstmals seit Messbeginn eingehalten.

Die lokalen Messergebnisse für NO₂ in Wuppertal sind darüber hinaus auch plausibel im Vergleich zur großräumigen Entwicklung der NO₂-Belastung in Nordrhein-Westfalen. Insgesamt ist der Trend der landesweiten NO₂-Belastung mit einem Rückgang von ca. 1-2 µg/m³ pro Jahr moderat rückläufig. In NRW konnte dennoch im Jahr 2013 an 63 von 129 Messstationen der Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel nicht eingehalten werden. Im Jahr 2012 waren es noch 67 von 117 Stationen. Die Anzahl der besonders hoch belasteten Messstationen (Jahresmittelwert > 60 µg/m³) ist mit 3 im Jahr 2013 gegenüber 2012 konstant geblieben [35]. 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 besonders hohe Anteil der Messstandorte mit Überschreitungen des Jahresmittelwertes in Wuppertal (15 von 24 Messstationen, siehe auch Abschnitt 6.1.1) ist dabei insbesondere auf zwei Ursachen zurückzuführen. Zunächst betreibt die Stadt Wuppertal, im Gegensatz zum LUQS-Messnetz des LANUV NRW, mit Ausnahme der Überdachstation an der Bundesallee keine Hintergrundmessstellen, sondern ausschließlich verkehrsbezogene Messstandorte und damit Belastungsschwerpunkte. Bei einer nachhaltigen Unterschreitung des Immissionswertes werden diese Messstellen nicht fortgeführt. Darüber hinaus sind die Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal aufgrund der ausgeprägten Tallage insgesamt relativ ungünstig. Eine belastbare Gegenüberstellung des Anteils der Stationen mit Grenzwertüberschreitungen im Verhältnis zu landes- und bundesweiten Ergebnissen ist daher nur eingeschränkt möglich.

Mit dem Ziel, insbesondere potentielle Belastungsschwerpunkte entlang der A 46 in Wuppertal zu identifizieren, wurden mit dem Jahreswechsel 2012/2013 vier neue Messpunkte in der Siller Straße (MP 39), am Dorpweiher (MP 40), in der Sanderstraße (MP 41) und in der Virchowstraße (MP 42) erstmalig in Betrieb genommen. Erfreulicherweise wurde der zulässige Jahresmittelwert für NO₂ von 40 µg/m³ an allen neuen Messorten eingehalten.

Insgesamt weisen nach wie vor die aktuellen NO₂-Messergebnisse mit den zahlreichen Grenzwertüberschreitungen auf den großen Handlungsbedarf hin, den Schadstoffausstoß der Stickstoffoxide insbesondere des Verkehrs als maßgeblicher lokaler Emittent weiter zu vermindern [35]. Zur Senkung der hohen Hintergrundbelastung sind zusätzlich aber auch weitere Emissionsminderungsmaßnahmen in anderen Bereichen wie beispielsweise Industrie, Hausbrand und Baumaschinen erforderlich.

6.2 Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

Entstehung und Wirkung von Feinstäuben

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

Feinstäube der Fraktion PM₁₀⁽³⁾ und kleiner sind luftgetragen und besitzen im Allgemeinen keine relevante Sedimentationsgeschwindigkeit. Die typischerweise vorliegende Turbulenz der bodennahen Atmosphäre reicht in Verbindung mit der mittleren Partikelgröße aus, um ein gravitationsbedingtes Absinken der Partikel zu verhindern. In der TA Luft wird die Partikelfraktion PM₁₀ daher auch Schwebstaub genannt.

Luftgetragene Partikel der Fraktion PM₁₀ können durch Nase und Mund in die Lunge gelangen, wo sie je nach Größe bis in die Hauptbronchien oder Lungenbläschen transportiert werden können [34]. Ultrafeine Partikel (PM_{0,1}) als Bestandteil von PM₁₀ können von den Lungenbläschen (Alveolen) in die Blutbahn übertreten und so im Körper verteilt werden und andere Organe erreichen.

Aus epidemiologischen Untersuchungen liegen deutliche Hinweise für den Zusammenhang zwischen kurzen Episoden mit hoher PM₁₀-Exposition und Auswirkungen auf die Sterblichkeit (Mortalität) und Erkrankungsrate (Morbidität) vor. PM₁₀ oder eine oder mehrere der PM₁₀-Komponenten leisten nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand einen Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen. Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sind dabei am wichtigsten [34].

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 PM₁₀-Konzentration mit einem Anstieg der Gesamtsterblichkeit und der Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Sterblichkeit verbunden. Darüber hinaus gibt es Hinweise für eine erhöhte Lungenkrebssterblichkeit [34].

Insgesamt ist davon auszugehen, dass PM₁₀ oder seine Bestandteile einen relevanten Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen leisten. Ein Schwellenwert, unterhalb dessen nicht mehr mit gesundheitsschädlichen Wirkungen zu rechnen ist, kann für PM₁₀ nach aktuellem Kenntnisstand nicht angegeben werden.

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

Beurteilungsmaßstäbe für Feinstäube PM₁₀ und PM_{2,5}

Analog zu den Immissionsgrenzwerten für Stickstoffdioxid NO₂ gehen auch die derzeit in Deutschland geltenden Beurteilungswerte für Feinstaub auf Luftqualitätsrichtlinien der europäischen Union zurück, die durch die Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sowie durch die Einführung der 39. BImSchV⁴ zum BImSchG in deutsches Recht umgesetzt worden sind.

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Partikel PM₁₀ ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV [3]. Darüber hinaus gilt für Partikel PM₁₀ ein maximaler Tagesmittelwert von 50 µg/m³ bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Gegenüber dem Jahresmittelwert von 40 µg/m³ ist der Kurzzeit-Beurteilungswert (50 µg/m³ als Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr) als der strengere Beurteilungswert anzusehen. Aus einer statistischen Auswertung einer Vielzahl von PM₁₀-Messreihen über mehrere Jahre kann abgeleitet werden, dass 35 Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ mit Jahresmittelwerten von etwa 27 bis 33 µg/m³ für PM₁₀ korrespondieren. Ebenso wie für NO₂ sind diese Beurteilungsmaßstäbe neben der flächenhaften Beurteilung der Luftqualität über die 39. BImSchV auch im Rahmen der Anlageneignung gemäß TA Luft festgeschrieben.

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 2013 vom LANUV NRW im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) PM₁₀-Messungen an den Stationen Wuppertal-Langerfeld (WULA) und Wuppertal-Gathe (VWEL) durchgeführt. Wie in Abschnitt 6.1 bereits dargestellt, handelt es sich bei der Station Langerfeld um eine städtische Hintergrundstation und bei der Messstelle Gathe um einen Belastungsschwerpunkt („Hot-Spot“). Seit dem Jahr 2009 werden an der städtischen Hintergrund-Messstation Langerfeld zusätzlich Messungen von Feinstaub PM_{2,5} durchgeführt. In Tabelle 9 sind statistischen Kenngrößen für die PM₁₀- und PM_{2,5}-Messungen an diesen Messstellen für das Jahr 2013 dargestellt und den Beurteilungsmaßstäben gegenübergestellt.

Tabelle 9 Statistische Kenngrößen für Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} im Jahr 2013 an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA).

Messstation	Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}
	Jahresmittel	Anzahl Tage > 50 µg/m ³	Jahresmittel
Gathe	26	18	---
Langerfeld	23	8	15
Beurteilungswert	40 ¹⁾	35 ¹⁾	25 ²⁾

¹⁾ Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV

²⁾ Zielwert gemäß 39. BImSchV

⁽⁴⁾ 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 PM₁₀-Immissionssituation an den PM₁₀-Messstationen Friedrich-Engels-Allee (LUQS), Steinweg, Langerfeld (LUQS) und Gathe (LUQS) dargestellt.

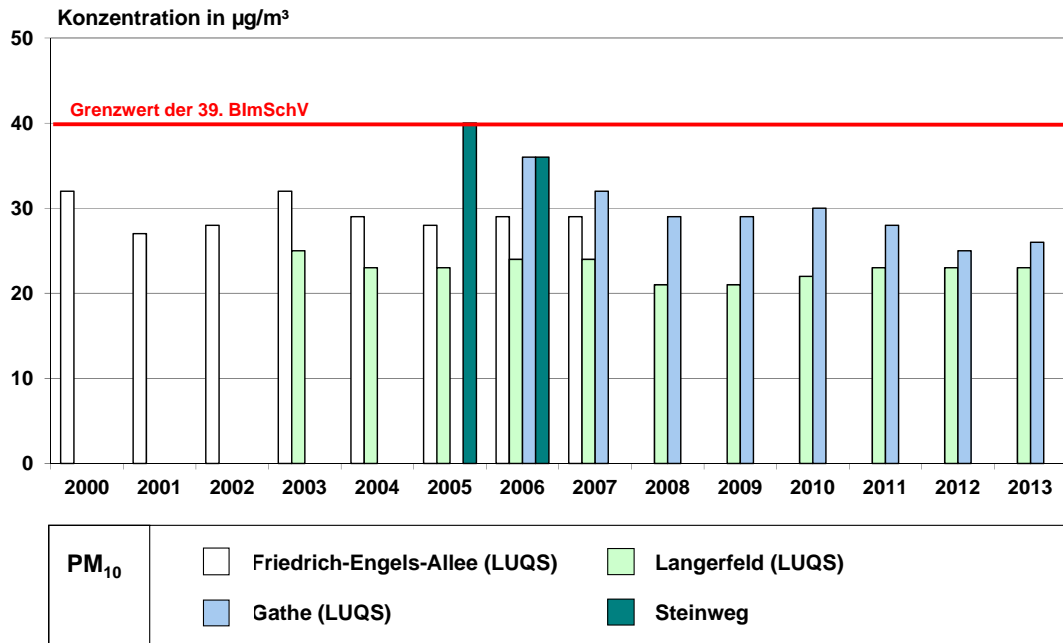


Abbildung 14 Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2013.

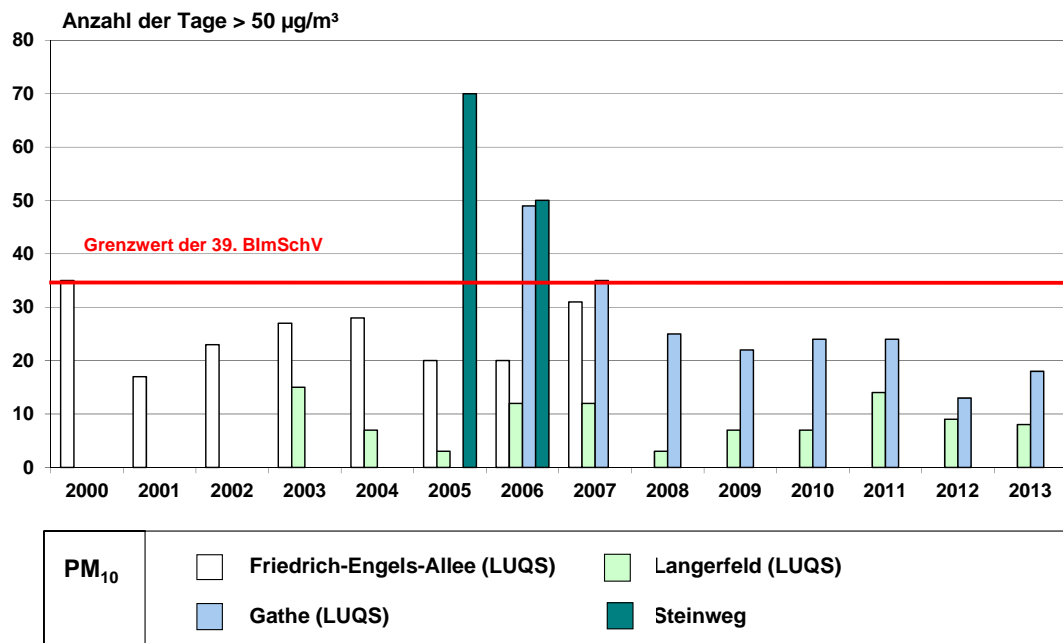


Abbildung 15 Anzahl der Tage mit PM₁₀-Mittelwerten > 50 µg/m³ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2013.

Im Jahresmittel 2013 lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld sowohl die PM₁₀- als auch die PM_{2,5}-Konzentrationen deutlich unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte. An der Station Gathe wurde hierbei, wie bereits in den letzten Jahren, aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit 26 µg/m³ eine höhere PM₁₀-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit 23 µg/m³. Auch die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ lag an der Station Gathe mit 18 Tagen in 2013 entsprechend höher als an der Messstelle Langerfeld mit 8 Tagen.

Die Jahresmittelwerte für PM₁₀ an der Friedrich-Engels-Allee (Messzeitraum 2000 bis 2007) und der Station Langerfeld im städtischen Hintergrund (Messzeitraum 2003 bis 2013, aktuell) weisen nur eine geringe Variation in den jeweiligen Messzeiträumen von Jahr zu Jahr auf. Die verbleibenden, geringfügigen Änderungen der mittleren PM₁₀-Belastung von Jahr zu Jahr können aber nur z. T. durch den Einfluss der jährlichen Variation der Witterungsbedingungen auf die lokalen Austauschverhältnisse erklärt werden.

Die witterungsbedingte Variation der PM₁₀-Belastung wird vom LANUV NRW u.a. durch Auswertungen der Stationen EIFE und ROTH quantifiziert. 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 2013 weisen diese Stationen auf einem Niveau von etwa 12-14 µg/m³ im Mittel eine leicht rückläufige Tendenz von 2-3 µg/m³ auf.

An der Verkehrsstation Wuppertal Gathe (VWEL) konnte nach einem Rückgang der PM₁₀-Belastung in den Jahren 2006 und 2007 und einer darauf folgenden Stagnation der mittleren PM₁₀-Konzentrationen seit 2011 eine erneute Verbesserung für diesen Luftschadstoff beobachtet werden. In 2013 lagen die Konzentrationen wieder etwa auf dem Niveau des Vorjahres.

Der Beitrag des beschriebenen städtischen und überregionalen Hintergrundes zur PM₁₀-Belastung an der LUQS-Station Gathe kann mit Hilfe einer Quellenzuordnung nach dem Ansatz Lenschow et al. (2001) abgeschätzt werden [36]. In diesem Ansatz geht man von dem Beitrag unterschiedlicher Quellregionen zur PM₁₀-Immissions-situation an einem bestimmten "Hot Spot" aus. Die Ergebnisse einer solchen Quellenanalyse zeigt die Abbildung 16. Durch Einbezug der überregionalen Hintergrundbelastung ist die jährliche Variation der Witterungsbedingungen in dieser Darstellung bereits berücksichtigt. Für die überregionale Hintergrundbelastung wurden die Messdaten der LUQS-Stationen Netphen Rothaargebirge (ROTH) und Simmerath Eifel (EIFE) sowie für die regionale Hintergrundbelastung die LUQS-Stationen Borken-Gemen (BORG) und Soest-Ost (SOES) herangezogen.

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

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

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.

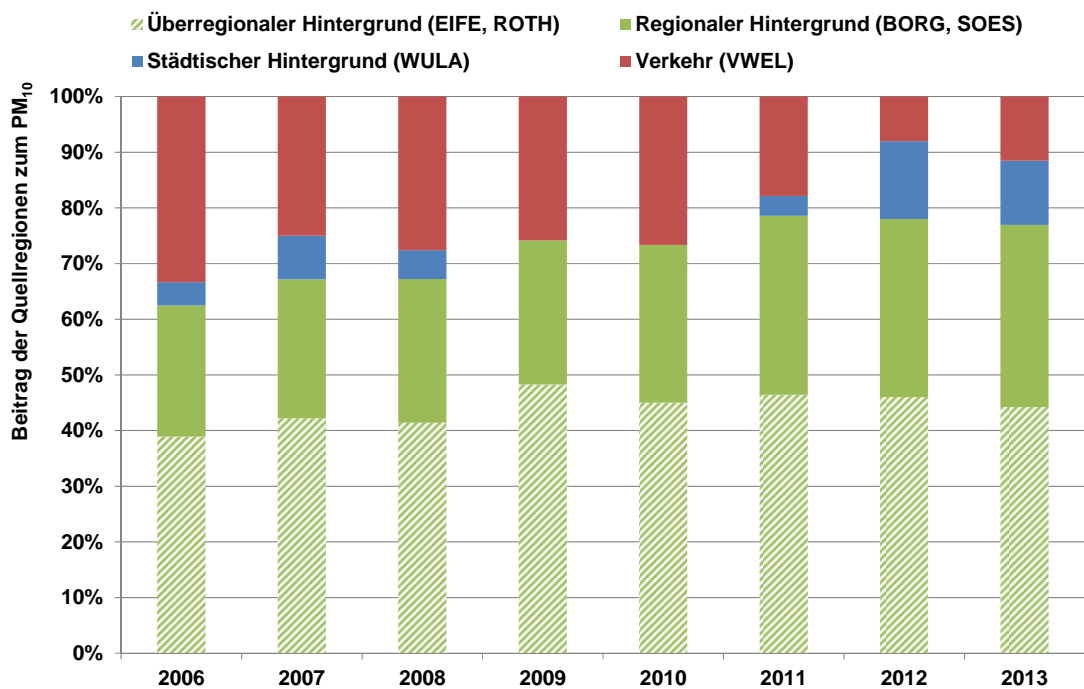


Abbildung 16 Beiträge der Quellregionen „Überregionaler Hintergrund“, „Regionaler Hintergrund“, „Städtischer Hintergrund“ und „Verkehr“ an der LUQS-Station Wuppertal Gathe (VWEL) nach Ansatz von Lenschow et. al [36].

Im Ergebnis zeigt sich, dass die verkehrsbedingte Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM_{10} an der Messstation Gathe (in rot) insbesondere in den Jahren 2011 und 2012 signifikant abgenommen hat, während der Anteil des städtischen Hintergrundes (v.a. Hausbrand, Industrie, großräumige Belastung durch Straßenverkehr) zunimmt. Der Anteil der überregionalen Hintergrundbelastung ist seit 2006 hingegen in etwa konstant. In 2013 ergaben sich nur geringfügige Änderungen im Vergleich zum Vorjahr 2012.

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. 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 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gültig seit 2005) noch an keiner Messstelle überschritten.

Die seit dem Jahr 2009 durchgeführten $\text{PM}_{2,5}$ -Messungen liegen mit $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2009, $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den Jahren 2010 und 2011, $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2012 und $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2013 deutlich und sicher unterhalb des Beurteilungswertes von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel als Zielwert gemäß 39. BImSchV.

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.

An den zwei Messstationen Wuppertal-Gathe und Wuppertal-Langerfeld ist ein Trend mit einer abnehmenden Anzahl an Überschreitungstagen bis 2008 zu erkennen. Seit dem Jahr 2008 bis einschließlich 2011 stagnierte die Anzahl der Überschreitungstage an der Station Gathe bei etwa 24 pro Jahr. In 2012 wurde der allgemeine Trend mit 13 Überschreitungstagen weiter fortgesetzt. Im Berichtsjahr 2013 wurden wieder 18 Überschreitungstage registriert.

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.

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf Feinstaub PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ 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 2013 in Wuppertal entspricht grundsätzlich auch dem großräumigen Trend einer tendenziell abnehmenden PM_{10} -Belastung in Nordrhein-Westfalen, auch wenn die Messwerte in einzelnen Jahren von diesem Trend abweichen [35].

7 Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal seit 2006

Auf die lange Historie der von der Stadt Wuppertal bislang durchgeführten lufthygienischen und meteorologischen Messungen wurde sowohl in dem hier vorliegenden Luftmessbericht für das Jahr 2013 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 NO₂-Messungen durchgeführt wurden. Seit 2006 wurde das NO₂-Messnetz jedoch stetig weiterentwickelt und den sich jeweils aktuellen Anforderungen angepasst. Insbesondere seit 2008 wurden diejenigen Messpunkte, an denen der Beurteilungswert für NO₂ eingehalten wurde, aus dem Messprogramm herausgenommen, um Untersuchungen an neuen Messorten bzw. potentiellen Belastungsschwerpunkten zu ermöglichen. Ein Gesamtüberblick über die bislang im NO₂-Messnetz in Wuppertal realisierten Messorte für NO₂ liegt bislang nicht vor.

Der vorliegende Luftmessbericht für das Jahr 2013 soll neben der Darstellung der aktuellen Messergebnisse dazu genutzt werden, diese Entwicklung des NO₂-Messnetzes sowie das damit verbundenen Engagement der Stadt Wuppertal zum Thema Luftreinhaltung und Immissionsschutz zu dokumentieren.

In Abbildung 17 ist hierzu, analog zur Darstellungsmethodik in Abbildung 11, die räumliche Verteilung sowohl der aktuellen als auch der mittlerweile nicht mehr beprobten Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal dargestellt. In blau sind hierbei die aktiven Messpunkte des aktuellen NO₂-Messnetzes markiert, die nicht mehr beprobten Messpunkte sind grün dargestellt.

Während die graphische Darstellung des aktuellen Messnetzes in Abbildung 11 noch eine zum Teil heterogene, räumliche Verteilung der Messpunkte zeigt, führt die Überlagerung aller bislang untersuchten Messorte in Abbildung 17 zu einer deutlich homogeneren Verteilung über das Wuppertaler Stadtgebiet. Insgesamt wurden demnach seit 2006 NO₂-Messungen an 17 Messorten durchgeführt, die aktuell (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.

Die ehemaligen Messpunkte MP 06 Gathe sowie MP 23 Am Buchenloh nehmen in dieser Übersicht eine Sonderrolle ein, da an diesen Messstandorten seit 2005 (Gathe) und seit 2002 (Am Buchenloh) Messstationen aus dem LUQS-Messnetz des LANUV NRW betrieben werden, so dass auch für diese Messorte eine kontinuierliche Erfassung mehrerer Spurenstoffe einschließlich NO₂ sichergestellt ist.

Insgesamt dokumentiert diese Entwicklung das Engagement sowie die aktive Rolle der Stadt Wuppertal im Bereich der flächenhaften Erfassung und Bewertung der Luftqualität im Wuppertaler Stadtgebiet. Die langjährige Erfassung und Bewertung der NO₂-Immissionen bildet eine gute Sachebene und Entscheidungsgrundlage, auf deren Basis wirksame Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden können. Ziel dieser Aktivitäten ist die kontinuierliche Verbesserung der Luftqualität und somit direkt des Gesundheitsschutzes und der Lebensqualität der Wuppertaler Bevölkerung.

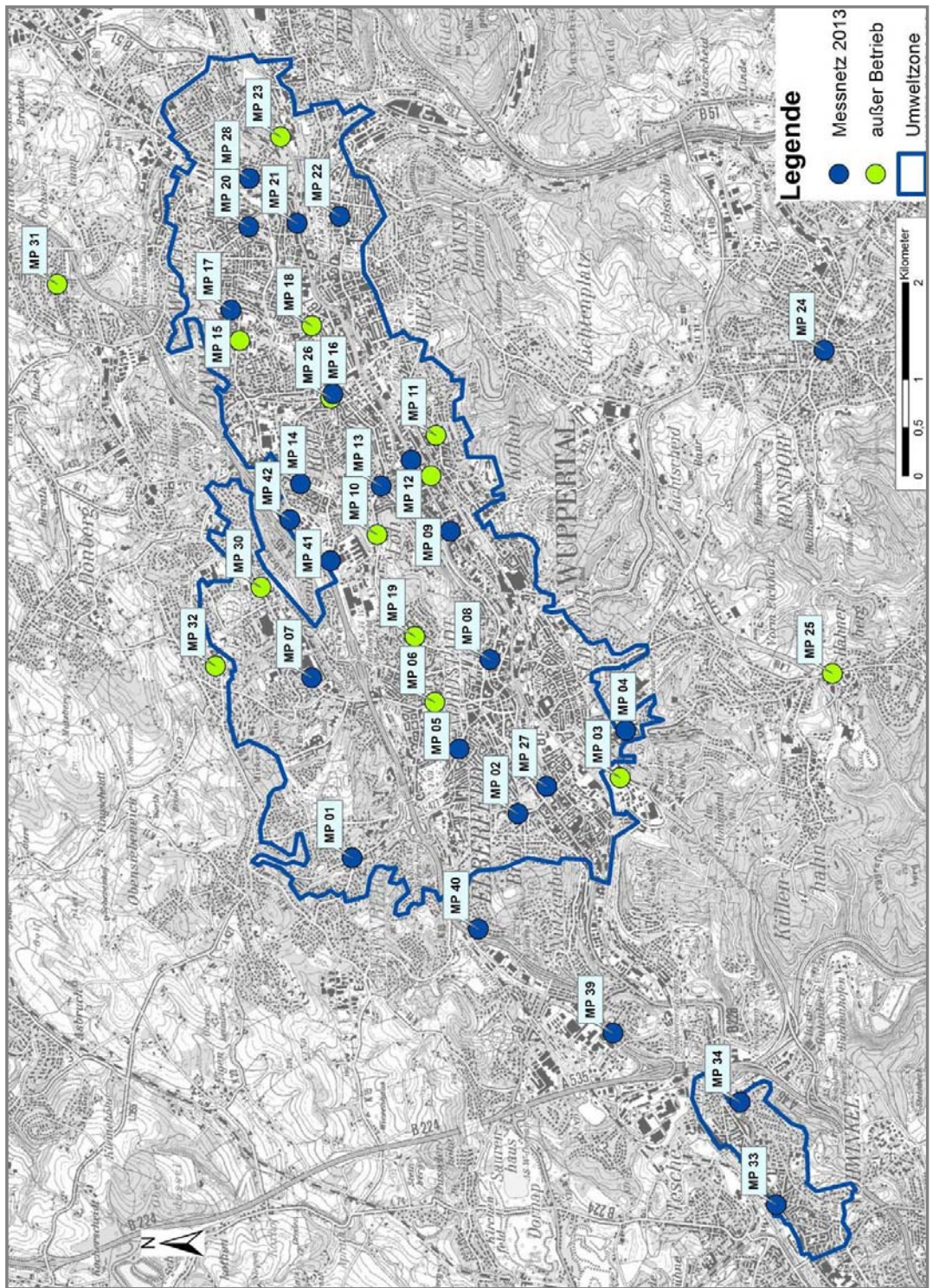


Abbildung 17 Räumlicher Verteilung der bis 2013 aktiven sowie der nicht mehr beprobten NO₂-Messorte in Wuppertal.

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

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

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. 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 aktuell, auch unter Berücksichtigung der kommunalen Luftschadstoffmessungen, fortgeschrieben und dient in der Fassung 2013 als ein Instrument zur weiteren Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal.

Im Fokus der Messungen in Wuppertal stehen unverändert die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) sowie meteorologische Messungen. Nach einem kontinuierlichen und signifikanten Rückgang der NO_2 -Konzentrationen in Wuppertal von 2007 bis 2011 wurde nach einer Stagnation im Jahr 2012 für das Jahr 2013 im Mittel wieder eine leichter Rückgang der NO_2 -Belastung festgestellt. In 2013 wurden an 15 Messorten niedrigere Konzentrationen ermittelt als im Vorjahr 2012. Im Mittel über alle Messpunkte ergibt sich ein um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedrigeres Belastungsniveau als in 2012. Besonders positiv ist die Entwicklung an den Messpunkten MP 14 (Schönebecker Straße) und MP 24 (Staasstraße) zu bewerten. An diesen Standorten wurde der Grenzwert für NO_2 von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel erstmals seit Messbeginn eingehalten.

Diese Ergebnisse korrespondieren weitestgehend mit weiteren Ergebnissen zur NO_2 -Entwicklung sowohl NRW- als auch bundesweit. Im Mittel lagen die Ergebnisse im Jahr 2013 auf einem vergleichbaren Niveau wie im Vorjahr 2012.

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 2013 ein Rückgang der NO_2 -Immissionen von ca. $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert. Eine Zunahme der NO_2 -Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet.

Der Trend der Feinstaubbelastung für PM_{10} in Wuppertal muss aufgrund der im Vergleich zum NO_2 geringeren Messstellendichte differenziert betrachtet werden. Am Belastungsschwerpunkt Wuppertal Gathe (VWEL) ist die PM_{10} -Konzentration im Jahresmittel nach mehrjährigen Rückgängen im Jahr 2013 wieder leicht angestiegen. Dieser Trend wurde an dieser Messstation (VWEL) auch für die Anzahl der Tage mit PM_{10} -Mittelwerten $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beobachtet. An der städtischen Hintergrundmessstelle Wuppertal Langerfeld (WULA) wurde von 2006 bis 2008 ebenfalls ein zunächst rückläufiger Trend der mittleren PM_{10} -Belastung sowie der Überschreitungshäufigkeit (Tage $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) registriert. Im Gegensatz zur Verkehrsstation Gathe (VWEL) hat sich der Trend zu niedrigeren PM_{10} -Belastungen im städtischen Hintergrund in Wuppertal seit 2008 nicht fortgesetzt.

Insgesamt muss in Bezug auf die Feinstaubbelastung (PM₁₀ und PM_{2,5}) in Wuppertal betont werden, dass seit 2007 alle relevanten Beurteilungswerte kontinuierlich und sicher eingehalten werden.

Abschließend lässt sich für Wuppertal, sowohl in Bezug auf Stickstoffdioxid NO₂- als auch für Partikel PM₁₀, 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 (2013): Jahresrückblick: Deutschlandwetter im Jahr 2013; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach
- [8] DWD (2007): Mittelwerte der Lufttemperatur für den Zeitraum 1961-1990; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach
- [9] UBA (2014): Luftqualität 2013 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] LUBW (2009): Luftmessbericht Wuppertal 2008; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [15] LUBW (2008): Luftmessbericht Wuppertal 2007; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [16] LUBW (2007): Luftmessbericht Wuppertal 2006; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [17] LUBW (2006): Luftmessbericht Wuppertal 2005; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

- [18] GEObasis NRW: Topographische Karte Nordrhein Westfalen, M 1 : 25 000 (DTK25), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW
- [19] GEObasis NRW: Topographische Karte Nordrhein Westfalen, M 1 : 50 000 (DTK50), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW
- [20] GEObasis NRW: Übersichtskarte Nordrhein Westfalen, M 1 : 200 000 (TÜK200), Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – GEObasis NRW
- [21] DIN EN 13528-1 (2002-12): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [22] 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
- [23] 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
- [24] DIN EN 16339 (2013-11): Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler
- [25] VDI-Richtlinie 2453, Blatt 1 (1990-10): Messen gasförmiger Immissionen, Messen der Stickstoffdioxid-Konzentration - Manuelles photometrisches Basis-Verfahren (Saltzman)
- [26] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen
- [27] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 2 (2000-12): Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind
- [28] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 3 (2012-10): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen - Lufttemperatur
- [29] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 4 (2013-06): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen - Luftfeuchte
- [30] 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
- [31] LANUV-NRW (2010): Kalibrierung von Passivsammlern zur Messung von Stickstoffdioxid (NO₂), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2010
- [32] Pfeffer, U., Zang, T., Breuer, L., Rumpf, E., Beier, R. (2009): Long-term validation and robustness of uptake rates of diffusive samplers for NO₂ and benzene, International Conference 'Measuring Air Pollutants by Diffusive Sampling and Other Low Cost Monitoring Techniques, Krakow, 15th – 17th September 2009
- [33] LANUV-NRW (2014): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); Monatsberichte 2013 und EU-Jahreskenngrößen 2013 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2014

- [34] 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
- [35] MKULNV (2014): Bilanz der Luftqualität 2013. Pressemitteilung vom 20.05.2014. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW), Düsseldorf
- [36] 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
42277 Wuppertal

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



Messpunkt 21

Berliner Straße 159
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 85 123 m

Hochwert 56 82 988 m

Höhe 160 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006

**Messpunkt 22**

Heckinghauser Straße 159
42289 Wuppertal

Rechtswert 25 85 196 m

Hochwert 56 82 547 m

Höhe 166 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006

**Messpunkt 24**

Staasstraße 51
42369 Wuppertal

Rechtswert 25 83 808 m

Hochwert 56 77 532 m

Höhe 274 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006

**Messpunkt 27**

Bundesallee 30
42103 Wuppertal

Rechtswert 25 79 293 m

Hochwert 56 80 403 m

Höhe 142 m ü. NN

Messzeitraum seit 1997



Messpunkt 28

Schwarzbach 78
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 85 587 m

Hochwert 56 83 482 m

Höhe 171 m ü. NN

Messzeitraum seit 2007

**Messpunkt 33**

Kaiserstraße 32
42329 Wuppertal

Rechtswert 25 74 963 m

Hochwert 56 78 028 m

Höhe 162 m ü. NN

Messzeitraum seit 2007

**Messpunkt 34**

Haeseler Strasse 94
42329 Wuppertal

Rechtswert 25 76 023 m

Hochwert 56 78 403 m

Höhe 140 m ü. NN

Messzeitraum seit 2007

**Messpunkt 38**

Friedrich-Engels-Allee 308
42283 Wuppertal

Rechtswert 25 82 670 m

Hochwert 56 81 806 m

Höhe 155 m ü. NN

Messzeitraum seit 2008



Messpunkt 39

Sillerstraße 6
42327 Wuppertal

Rechtswert 25 76 739 m

Hochwert 56 79 719 m

Höhe 171 m ü. NN

Messzeitraum seit 2013

**Messpunkt 40**

Am Dorpweiher 22 / 24
42115 Wuppertal

Rechtswert 25 77 816 m

Hochwert 56 81 111 m

Höhe 199 m ü. NN

Messzeitraum seit 2013

**Messpunkt 41**

Sanderstraße 144
42283 Wuppertal

Rechtswert 25 81 629 m

Hochwert 56 82 642 m

Höhe 205 m ü. NN

Messzeitraum seit 2013

**Messpunkt 42**

Virchowstraße 45
42284 Wuppertal

Rechtswert 25 82 054 m

Hochwert 56 83 061 m

Höhe 205 m ü. NN

Messzeitraum seit 2013



Anhang B
Einzelmessergebnisse

Tabelle 11 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 28.12.2012 bis 31.12.2013.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 01 / 1 µg/m³	MP 01 / 2 µg/m³	MP 01 µg/m³	MP 02 / 1 µg/m³	MP 02 / 2 µg/m³	MP 02 µg/m³	MP 04 / 1 µg/m³	MP 04 / 2 µg/m³	MP 04 µg/m³	MP 05 / 1 µg/m³	MP 05 / 2 µg/m³	MP 05 µg/m³
Jan 2013	28.12.12 - 01.02.13	35	40	42	41	62	60	61	48	47	47	46	46	46
Feb 2013	01.02.13 - 01.03.13	28	45	44	44	67	62	64	56	53	54	58	57	57
Mrz 2013	01.03.13 - 02.04.13	32	43	45	44	75	77	76	54	52	53	65	65	65
Apr 2013	02.04.13 - 02.05.13	30	36	32	34	58	56	57	48	43	46	50	49	49
Mai 2013	02.05.13 - 31.05.13	29	34	35	35	58	57	58	44	48	46	47	45	46
Jun 2013	31.05.13 - 02.07.13	32	40	35	38	68	67	67	46	47	47	50	51	50
Jul 2013	02.07.13 - 02.08.13	31	45	44	44	75	80	78	54	52	53	62	58	60
Aug 2013	02.08.13 - 30.08.13	28	39	39	39	67	67	67	53	47	50	51	52	52
Sep 2013	30.08.13 - 01.10.13	32	39	37	38	58	59	59	51	45	48	47	47	47
Okt 2013	01.10.13 - 31.10.13	30	36	34	35	56	53	55	45	47	46	39	39	39
Nov 2013	31.10.13 - 29.11.13	29	45	40	43	59	65	62	51	51	51	50	46	48
Dez 2013	29.11.13 - 31.12.13	32	36	38	37	54	50	52	44	46	45	35	37	36
Mittelwert	28.12.12 - 31.12.13	368	40	39	39	63	63	63	49	48	49	50	49	50

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 07 / 1 µg/m³	MP 07 / 2 µg/m³	MP 07 µg/m³	MP 08 / 1 µg/m³	MP 08 / 2 µg/m³	MP 08 µg/m³	MP 09 / 1 µg/m³	MP 09 / 2 µg/m³	MP 09 µg/m³	MP 13 / 1 µg/m³	MP 13 / 2 µg/m³	MP 13 µg/m³
Jan 2013	28.12.12 - 01.02.13	35	44	44	44	42	42	42	51	46	48	44	46	45
Feb 2013	01.02.13 - 01.03.13	28	43	45	44	43	45	44	53	51	52	49	55	52
Mrz 2013	01.03.13 - 02.04.13	32	51	49	50	42	42	42	57	56	56	50	53	52
Apr 2013	02.04.13 - 02.05.13	30	38	40	39	38	36	37	45	47	46	45	45	45
Mai 2013	02.05.13 - 31.05.13	29	36	36	36	35	37	36	47	46	46	42	45	43
Jun 2013	31.05.13 - 02.07.13	32	39	38	38	36	35	35	34	42	38	47	47	47
Jul 2013	02.07.13 - 02.08.13	31	46	46	46	39	38	39	56	59	57	51	53	52
Aug 2013	02.08.13 - 30.08.13	28	45	47	46	36	36	36	52	53	53	53	49	51
Sep 2013	30.08.13 - 01.10.13	32	41	42	41	37	37	37	47	48	48	45	43	44
Okt 2013	01.10.13 - 31.10.13	30	39	41	40	32	30	31	42	43	43	37	38	37
Nov 2013	31.10.13 - 29.11.13	29	45	44	45	41	39	40	48	47	47	47	46	47
Dez 2013	29.11.13 - 31.12.13	32	39	40	39	32	35	33	46	42	44	36	39	37
Mittelwert	28.12.12 - 31.12.13	368	42	43	42	38	38	38	48	48	48	46	46	46

Tabelle 11 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 28.12.2012 bis 31.12.2013 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 14 / 1 µg/m³	MP 14 / 2 µg/m³	MP 14 µg/m³	MP 16 / 1 µg/m³	MP 16 / 2 µg/m³	MP 16 µg/m³	MP 17 / 1 µg/m³	MP 17 / 2 µg/m³	MP 17 µg/m³	MP 20 / 1 µg/m³	MP 20 / 2 µg/m³	MP 20 µg/m³
Jan 2013	28.12.12 - 01.02.13	35	42	40	41	52	56	54	50	52	51	46	45	45
Feb 2013	01.02.13 - 01.03.13	28	43	46	44	56	52	54	51	50	50	44	48	46
Mrz 2013	01.03.13 - 02.04.13	32	39	36	37	51	47	49	50	51	51	47	40	43
Apr 2013	02.04.13 - 02.05.13	30	35	35	35	49	51	50	52	51	51	41	39	40
Mai 2013	02.05.13 - 31.05.13	29	37	32	35	54	53	53	52	54	53	35	38	37
Jun 2013	31.05.13 - 02.07.13	32	38	38	38	53	48	51	48	44	46	37	40	39
Jul 2013	02.07.13 - 02.08.13	31	46	45	46	58	59	58	56	54	55	46	46	46
Aug 2013	02.08.13 - 30.08.13	28	45	41	43	55	53	54	53	58	56	43	42	43
Sep 2013	30.08.13 - 01.10.13	32	42	41	41	54	53	54	53	53	53	40	38	39
Okt 2013	01.10.13 - 31.10.13	30	35	37	36	48	47	48	48	48	48	32	31	32
Nov 2013	31.10.13 - 29.11.13	29	42	39	40	51	50	51	55	54	54	43	45	44
Dez 2013	29.11.13 - 31.12.13	32	37	34	36	47	46	46	50	44	47	35	36	35
Mittelwert	28.12.12 - 31.12.13	368	40	39	39	52	51	52	52	51	51	41	41	41

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 21 / 1 µg/m³	MP 21 / 2 µg/m³	MP 21 µg/m³	MP 22 / 1 µg/m³	MP 22 / 2 µg/m³	MP 22 µg/m³	MP 24 / 1 µg/m³	MP 24 / 2 µg/m³	MP 24 µg/m³	MP 27 / 1 µg/m³	MP 27 / 2 µg/m³	MP 27 µg/m³
Jan 2013	28.12.12 - 01.02.13	35	45	45	45	42	44	43	40	38	39	30	35	32
Feb 2013	01.02.13 - 01.03.13	28	56	55	55	53	51	52	45	48	46	30	31	30
Mrz 2013	01.03.13 - 02.04.13	32	55	54	54	51	51	51	50	51	50	30	31	31
Apr 2013	02.04.13 - 02.05.13	30	47	45	46	44	41	42	40	38	39	26	26	26
Mai 2013	02.05.13 - 31.05.13	29	43	46	45	39	37	38	36	37	37	22	23	22
Jun 2013	31.05.13 - 02.07.13	32	51	48	50	42	38	40	38	38	38	24	23	23
Jul 2013	02.07.13 - 02.08.13	31	55	57	56	46	44	45	43	n.a.	43	25	25	25
Aug 2013	02.08.13 - 30.08.13	28	54	54	54	45	45	45	43	39	41	29	28	29
Sep 2013	30.08.13 - 01.10.13	32	42	46	44	37	41	39	n.a.	n.a.	n.a.	27	26	27
Okt 2013	01.10.13 - 31.10.13	30	37	35	36	30	31	31	29	29	29	23	25	24
Nov 2013	31.10.13 - 29.11.13	29	45	46	46	43	43	43	40	39	40	33	32	32
Dez 2013	29.11.13 - 31.12.13	32	36	33	35	35	33	34	33	35	34	24	23	24
Mittelwert	28.12.12 - 31.12.13	368	47	47	47	42	42	42	40	39	40	27	27	27

Tabelle 11 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 28.12.2012 bis 31.12.2013 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 28 / 1 µg/m³	MP 28 / 2 µg/m³	MP 28 µg/m³	MP 33 / 1 µg/m³	MP 33 / 2 µg/m³	MP 33 µg/m³	MP 34 / 1 µg/m³	MP 34 / 2 µg/m³	MP 34 µg/m³	MP 38 / 1 µg/m³	MP 38 / 2 µg/m³	MP 38 µg/m³
Jan 2013	28.12.12 - 01.02.13	35	48	47	48	47	45	46	48	46	47	45	42	43
Feb 2013	01.02.13 - 01.03.13	28	52	50	51	47	46	47	51	54	53	48	49	49
Mrz 2013	01.03.13 - 02.04.13	32	51	49	50	50	49	49	54	53	53	44	47	46
Apr 2013	02.04.13 - 02.05.13	30	45	46	46	44	44	44	47	46	47	43	44	44
Mai 2013	02.05.13 - 31.05.13	29	45	44	45	42	41	41	46	48	47	39	40	39
Jun 2013	31.05.13 - 02.07.13	32	43	48	46	38	38	38	43	43	43	40	39	40
Jul 2013	02.07.13 - 02.08.13	31	50	56	53	48	45	46	59	57	58	43	43	43
Aug 2013	02.08.13 - 30.08.13	28	59	58	58	45	40	42	54	55	55	44	42	43
Sep 2013	30.08.13 - 01.10.13	32	44	47	46	40	41	40	48	46	47	41	40	41
Okt 2013	01.10.13 - 31.10.13	30	40	41	41	41	42	41	48	49	49	43	41	42
Nov 2013	31.10.13 - 29.11.13	29	49	49	49	48	45	46	50	53	52	45	48	46
Dez 2013	29.11.13 - 31.12.13	32	41	42	41	39	38	39	41	42	42	40	41	40
Mittelwert	28.12.12 - 31.12.13	368	47	48	48	44	43	43	49	49	49	43	43	43

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 39 / 1 µg/m³	MP 39 / 2 µg/m³	MP 39 µg/m³	MP 40 / 1 µg/m³	MP 40 / 2 µg/m³	MP 40 µg/m³	MP 41 / 1 µg/m³	MP 41 / 2 µg/m³	MP 41 µg/m³	MP 42 / 1 µg/m³	MP 42 / 2 µg/m³	MP 42 µg/m³
Jan 2013	28.12.12 - 01.02.13	35	38	40	39	45	45	45	35	34	34	31	31	31
Feb 2013	01.02.13 - 01.03.13	28	37	36	37	43	44	43	34	37	35	35	32	34
Mrz 2013	01.03.13 - 02.04.13	32	36	38	37	33	36	34	29	29	29	30	32	31
Apr 2013	02.04.13 - 02.05.13	30	33	34	34	37	37	37	27	26	27	34	35	35
Mai 2013	02.05.13 - 31.05.13	29	37	33	35	40	40	40	27	25	26	28	29	29
Jun 2013	31.05.13 - 02.07.13	32	34	33	34	38	34	36	26	27	26	28	28	28
Jul 2013	02.07.13 - 02.08.13	31	39	35	37	32	34	33	31	31	31	31	30	31
Aug 2013	02.08.13 - 30.08.13	28	40	39	39	38	40	39	33	34	34	36	37	36
Sep 2013	30.08.13 - 01.10.13	32	33	35	34	39	41	40	29	27	28	30	31	30
Okt 2013	01.10.13 - 31.10.13	30	28	30	29	36	36	36	25	27	26	27	29	28
Nov 2013	31.10.13 - 29.11.13	29	34	34	34	41	40	41	30	32	31	34	31	32
Dez 2013	29.11.13 - 31.12.13	32	28	30	29	36	39	37	26	24	25	28	28	28
Mittelwert	28.12.12 - 31.12.13	368	35	35	35	38	39	39	29	30	30	31	31	31

Anhang C

Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen an der Messstation Wuppertal Bundesallee

Tabelle 12 Ergebniskalender der Messgröße Lufttemperatur an der Messtation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2013.

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

Tabelle 13 Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2013.

	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	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
	93	90	99	100	98	98	93	94	98	92	82	78	81	84	88	95	94	87	80	90	91	88	87	90	86	87	91	91	96	84	78
	84	82	87	98	95	93	85	89	89	81	59	56	58	68	72	90	90	75	74	84	80	78	78	84	80	71	67	82	88	69	58
Feb	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			
	91	90	91	90	84	93	95	92	85	73	58	67	74	72	98	99	86	77	91	78	79	76	85	94	99	96	95	83			
	79	59	65	67	64	72	78	72	55	60	40	56	61	56	92	93	53	54	80	61	59	57	78	89	95	76	89	70			
Mrz	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
	85	72	85	57	45	44	58	76	95	95	81	83	73	78	68	50	83	63	85	99	87	78	65	39	51	50	51	63	86	81	82
	73	52	74	25	29	16	44	56	84	85	70	70	39	45	46	30	44	33	67	95	61	64	53	18	40	32	34	48	61	55	59
Apr	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
	60	54	60	64	76	82	52	53	87	90	80	84	68	67	63	67	47	64	62	58	46	68	65	63	77	78	67	63	59		
	36	37	44	53	69	51	28	32	75	82	60	54	36	52	47	35	42	30	50	41	45	29	41	38	39	51	54	39	36	36	
Mai	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
	61	63	65	60	57	48	76	86	75	69	78	83	83	72	82	88	99	85	74	90	78	89	87	68	70	96	65	58	96	76	74
	47	46	42	36	36	20	52	57	47	56	55	60	57	55	68	69	96	57	47	76	47	71	70	30	36	90	34	31	75	52	43
Jun	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
	88	62	63	65	63	46	55	60	77	68	60	68	83	74	64	59	61	59	63	84	85	75	82	86	78	73	83	93	80	74	
	77	34	40	44	41	33	36	45	66	49	38	57	49	40	44	47	31	46	64	65	54	67	71	50	49	61	48	46	54	54	
Jul	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi
	76	68	89	81	77	71	59	59	62	68	74	76	71	75	65	59	59	59	62	74	57	52	65	79	83	78	75	75	72	74	79
	56	38	64	56	60	45	28	36	46	54	60	51	50	57	38	36	39	40	45	62	29	30	36	55	58	52	52	58	51	53	57
Aug	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
	65	44	60	55	52	63	81	80	67	74	67	75	80	80	76	63	66	80	81	74	64	61	56	69	94	72	56	65	65	69	80
	36	28	37	32	36	45	60	46	37	52	42	50	56	47	51	32	44	64	53	48	35	40	40	48	71	47	36	37	38	47	55
Sep	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	
	69	76	81	73	62	57	87	94	81	92	96	88	85	94	80	81	81	90	84	92	84	90	86	79	85	85	76	69	65	68	
	50	67	66	43	41	34	70	80	50	78	78	61	61	84	52	43	53	64	60	80	62	72	65	57	69	51	53	42	39	42	
Okt	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
	62	57	45	75	91	86	80	81	88	88	93	92	85	80	93	93	82	89	76	86	83	78	87	87	86	86	76	79	75	80	76
	48	41	31	43	83	59	49	61	77	63	83	70	72	60	81	84	81	57	61	78	70	61	67	59	72	63	64	61	65	62	58
Nov	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
	89	96	83	90	91	92	94	95	81	91	92	83	97	95	91	92	92	90	89	89	81	91	96	91	92	92	90	98	91	94	
	79	87	68	77	73	83	83	89	63	78	69	62	80	85	74	69	73	75	80	77	70	87	91	80	74	66	77	86	83	81	
Dez	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
	98	87	83	96	92	94	95	94	89	91	96	94	89	95	86	60	64	77	88	86	71	88	80	66	83	91	80	92	92	83	69
	88	66	64	88	80	81	87	88	78	75	79	78	72	88	78	48	58	64	78	71	51	53	67	59	68	87	66	79	84	73	52

Di	Wochentag
62	Tagesmittelwert (%)
48	niedrigster Einzelmesswert (%)
83	höchster Einzelmesswert (%)

-- kein Wert vorhanden

Tabelle 14 Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2013.

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

Di	Wochentag
2,4	Tagesmittelwert (m/s)
0,0	niedrigster Einzelmesswert (m/s)
8,9	höchster Einzelmesswert (m/s)

- kein Wert vorhanden