MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2012

Luftmessbericht Wuppertal 2012

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 750/4
Datum:	Juni 2013
Berichtsumfang:	56 Seiten, davon 41 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	Lufttemperatur – Witterungsverlauf	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	**Zusammenfassung und Fazit**	**39**
8	**Grundlagen und Literatur**	**40**

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 2012.

1 Situation und Aufgabenstellung

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

Nach wie vor stehen insbesondere die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM_{10}) im Fokus der Diskussion. Auf der Basis der in Wuppertal durchgeführten Luftschadstoffmessungen des LANUV NRW wurde zunächst im Jahr 2008 unter Federführung der Bezirksregierung Düsseldorf ein gesamtstädtischer Luftreinhalteplan für die Stadt Wuppertal erstellt. Dieser Luftreinhalteplan wurde aktuell fortgeschrieben und dient in der Fassung 2013 als Instrument zur weiteren Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal. Um insgesamt auf räumlich differenzierte, aktuelle und belastbare Messdaten zur Luftqualität zurückgreifen zu können, werden im Stadtgebiet von Wuppertal neben den kontinuierlichen Messungen des LANUV-NRW auch kommunale Messungen von Stickstoffdioxid (NO_2) mittels Passivsammlern an einer großen Anzahl von Messpunkten durchgeführt. Da die Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre neben den Emissionen maßgeblich für die Immissionssituation verantwortlich sind, werden neben den Spurenstoffmessungen auch meteorologischen Daten in Wuppertal erfasst.

Der rechtliche Rahmen der Immissionsmessungen wird durch die 39. BImSchV[1] als nationale Umsetzung verschiedener EU-Richtlinien zur Luftqualität vorgegeben [3]. Die NO_2-Messungen an 23 Messorten sowie die meteorologischen Messungen werden seit dem Jahr 2009 von Müller-BBM durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse sowohl der meteorologischen Messungen als auch der NO_2-Messungen werden nach einer Qualitätsprüfung und nach Abstimmung mit der Stadt Wuppertal unter www.no2-wuppertal.de veröffentlicht. Die Ergebnisse der NO_2-Messungen (Passivsammler) werden aufgrund des Messverfahrens dabei monatlich, die Ergebnisse der meteorologischen Messungen täglich aktualisiert.

Im vorliegenden Luftmessbericht Wuppertal 2012 werden die Beschreibung des Untersuchungsgebietes, die Darstellung der Messumfänge und Messorte, die eingesetzten Messverfahren sowie die Messergebnisse dieser Messungen und deren Bewertung für das Jahr 2012 detailliert zusammengestellt. Abschließend erfolgt eine Darstellung der insgesamt im Wuppertaler Stadtgebiet erfassten Luftschadstoffdaten für Stickstoffdioxid (NO_2) und Partikel (PM_{10} und $PM_{2,5}$).

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

2 Untersuchungsgebiet

Geographische Lage und Topographie

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

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

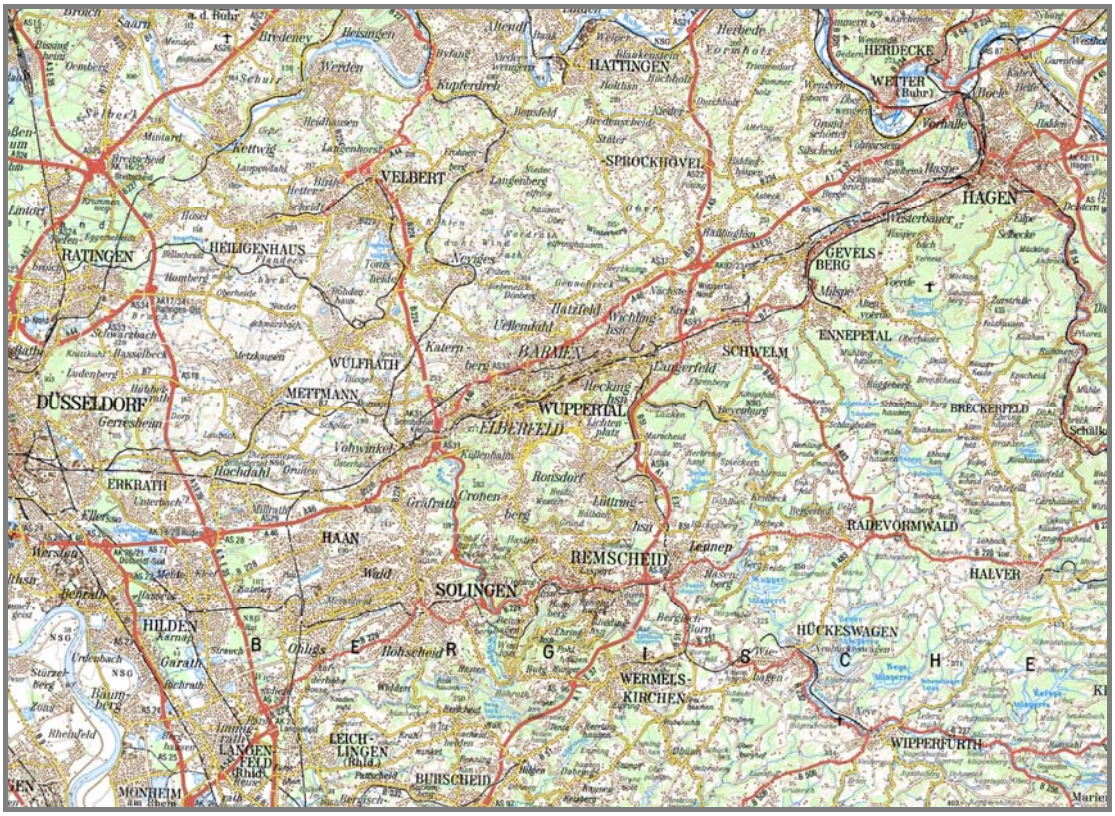


Abbildung 1 Räumliche Lage der Stadt Wuppertal im Bergischen Land [19].

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

3 Messorte und Messumfang

Zielsetzung / Methodik

Die NO_2-Messungen mittels Passivsammlern werden in Wuppertal seit dem Jahr 1999 durchgeführt, wobei die Anzahl der Messpunkte je nach konkretem Messkonzept in diesen Zeitraum variierte (in 2009, 2010, 2011 und 2012 an 23 Messorten). Die NO_2-Messungen ermöglichen parallel und in Ergänzung zu den vom LANUV NRW in Wuppertal durchgeführten Immissionsmessungen eine flächenhafte Bewertung der Luftschadstoffbelastung in Wuppertal sowie deren zeitliche Entwicklung. Als Messstandorte wurden bislang insbesondere emissionsseitige Belastungsschwerpunkte mit teilweise ungünstigen lokalen Austauschbedingungen ausgewählt. Die lufthygienischen Messungen im Stadtgebiet Wuppertal werden ergänzt durch die Erfassung der meteorologischen Grundgrößen Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

Festlegung der Messorte

Die Auswahl und Festlegung der 23 Messstandorte für die NO_2-Passivsammlermessungen im Jahr 2012 erfolgte durch das Ressort Umweltschutz der Stadt Wuppertal in Abstimmung mit dem LANUV NRW. Die folgenden Messstandorte wurden festgelegt:

Tabelle 1 Messstandorte für NO_2-Messungen in Wuppertal.

MP-Nr.	Messort / Adresse		Rechtswert	Hochwert
	Straße / Hausnummer	Stadtteil	m	m
MP 01	Nevigeser Straße 98	42113 Wuppertal	25 78 552	56 82 417
MP 02	Briller Straße 28	42105 Wuppertal	25 79 011	56 80 700
MP 03	Neviandtstraße 44	42117 Wuppertal	25 79 383	56 79 643
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 19	Ostersbaum 72	42107 Wuppertal	25 80 846	56 81 767
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 30	Uellendahler Straße 428	42109 Wuppertal	25 81 354	56 83 360
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

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

Die Messstation an der Bundesallee (MP 27) nimmt in dem in Tabelle 1 dargestellten Messprogramm eine gewisse Sonderrolle ein. Während alle anderen 22 Messorte mehr oder weniger stark ausgeprägte Belastungsschwerpunkte repräsentieren, handelt es sich bei der Station Bundesallee um eine Überdachstation in 30 m Höhe zur Erfassung des innerstädtischen Hintergrundes für NO_2 in Wuppertal.

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

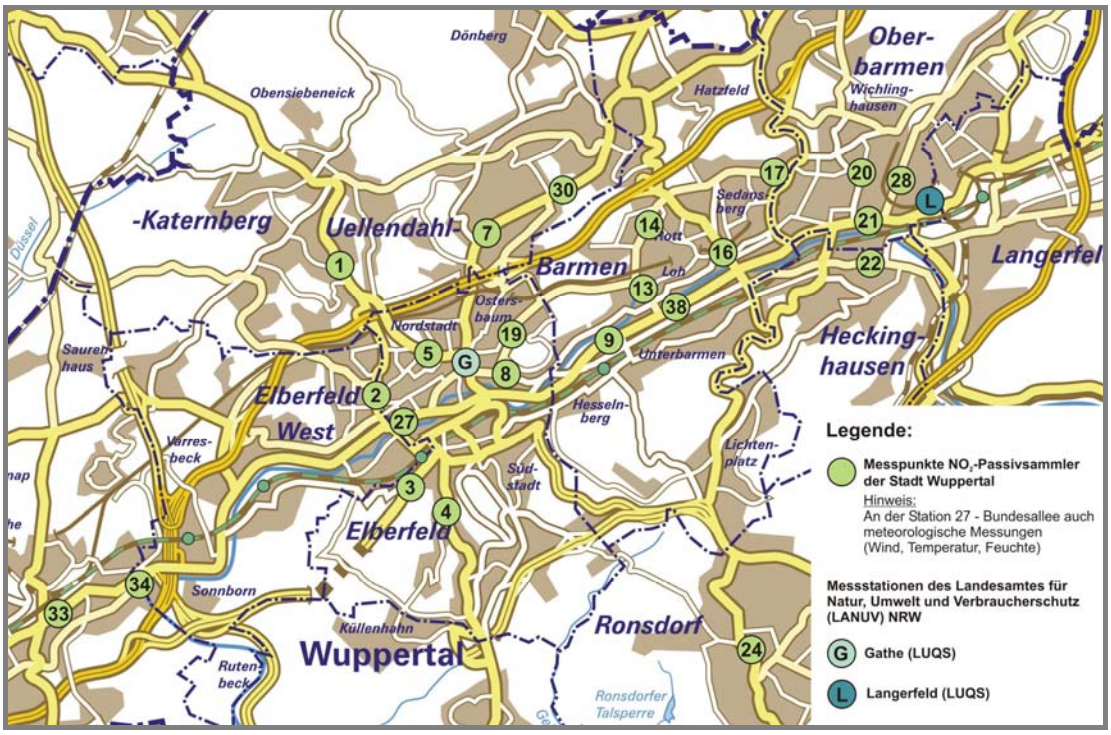


Abbildung 2 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 38 sowie der LANUV-NRW Messstandorte im Stadtgebiet von Wuppertal.

Ergänzend enthält der Anhang A die Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen MP 01 bis MP 38 im Stadtgebiet von Wuppertal.

Messumfang

An den in Tabelle 1 aufgeführten Messorten MP 1 bis MP 38 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 38.

Nr.	Schadstoffe / Komponenten	Zeitliche Auflösung
1	Stickstoffdioxid NO_2	Monatswerte

Zur Erfassung der meteorologischen Daten wird an der Bundesallee (MP 27) eine Überdachstation an der katholischen Hauptschule Wuppertal-West betrieben. Die Station repräsentiert den innerstädtischen Hintergrund für NO_2 in Wuppertal.

Messzeitraum

Die NO_2-Messungen und meteorologischen Messungen werden in Wuppertal kontinuierlich durchgeführt. Im Rahmen des vorliegenden Luftmessberichtes 2012 werden die Ergebnisse für das Jahr 2012 dargestellt und bewertet. Die konkreten Probenahmezeiträume der jeweiligen Einzelmonate können Tabelle 10 in Anhang B entnommen werden.

4 Mess- und Analysenverfahren

4.1 Stickstoffdioxid NO_2 (Passivsammler)

Die Messungen von Stickstoffdioxid (NO_2) werden an den 23 Messorten in Wuppertal mit sogenannten Passivsammlern durchgeführt. Der Einsatz von Passivsammlern erlaubt aufgrund des Messverfahrens eine einfache und kostengünstige, aber dennoch belastbare Erfassung der NO_2-Konzentrationen zeitgleich an einer großen Anzahl von Messstellen bei vergleichsweise geringem Aufwand.

Die Funktionsweise der Passivsammler basiert auf der Anreicherung von Stickstoffdioxid (NO_2) an einem geeigneten Adsorbens ohne aktive Probenahme. Das Probenahmesystem besteht aus einem Kunststoffröhrchen, an dessen einem Ende sich ein mit Triethanolamin imprägniertes Edelstahl-Drahtsieb als Adsorbens befindet. Das in der Außenluft enthaltene Stickstoffdioxid (NO_2) wird durch Diffusion zu diesem Adsorbens transportiert und dort adsorbiert. Anschließend wird die Stickstoffdioxidmenge im Labor als Nitrit, z.B. mittels Fotometrie, analysiert. Aus der Analytmenge, dem Expositionszeitraum und der Sammelrate wird die mittlere Konzentration im Expositionszeitraum berechnet. Typische Expositionszeiträume liegen im Bereich von 2 bis 6 Wochen. Für die in Wuppertal durchgeführten Messungen wurden Messzeiträume von etwa 4 Wochen realisiert, um eine Auswertung auf Monatsmittelwertbasis zu ermöglichen. Zur Verringerung von wind- und turbulenzbedingten Einflüssen befindet sich an der offenen Seite des Probenahmeröhrchens eine Glasfritte. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen werden die Sammler in einem nach unten geöffneten Gehäuse eingehängt und exponiert.

Gegenüber Referenzverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid (NO_2) weisen die Ergebnisse der Passivsammlermessungen eine erhöhte Unsicherheit auf. Nach Untersuchungen des LANUV-NRW können für Jahresmittelwerte die Anforderungen der EU an die Datenqualität für ortsfeste, kontinuierliche Messungen jedoch eingehalten werden [24].

Richtlinien:
DIN EN 13528-1-3 (2002-12): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren,
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
Teil 2: Spezifische Anforderungen und Prüfverfahren
Teil 3: Anleitung zur Auswahl, Anwendung und Handhabung

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

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 [25])
Absolute Nachweisgrenze:	0,05 µg/Probe
Relative Nachweisgrenze:	1,7 µg/m^3 bei 30tägiger Exposition
Messunsicherheit:	< 15% (erw. MU, bezogen auf 40 µg/m³, bei einem VB von 95 % und k=2)

4.2 Meteorologische Größen

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

Die Messdaten werden mit einem automatischen Datenlogger erfasst, zu 1/2h-Mittelwerten verdichtet und täglich mittels GSM-Modem in einer Messnetzzentrale dokumentiert und gesichert. Einmal täglich erfolgt zudem eine Aktualisierung der meteorologischen Daten unter www.no2-wuppertal.de.

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

Richtlinien:

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

VDI 3786, Blatt 3 (1985-7): Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Lufttemperatur

VDI 3786, Blatt 4 (1985-7): Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – 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 §§ 26, 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 NO_2-Passivsammlern und eignungsgeprüften, kontinuierlichen NO_2-Messsystemen (Referenzverfahren Chemilumineszenz) durchgeführt.

5 Meteorologie im Messzeitraum

Zusätzlich zu den lufthygienischen Messkomponenten werden an der Station Wuppertal-Bundesallee die meteorologischen Größen Lufttemperatur, relative Luftfeuchte sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit kontinuierlich erfasst. Die Aufzeichnungen liegen für den Zeitraum vom 01. Januar bis zum 31. Dezember 2012 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 99 %. Die meteorologischen Größen dienen u. a. der Beurteilung der Immissionssituation.

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

5.1 Lufttemperatur – Witterungsverlauf

Witterungsverlauf 2012: etwas wärmer und sonniger als üblich

Die schon im Dezember 2011 dominierenden, sehr markant ausgeprägten Westwetterlagen führten auch nach dem Jahreswechsel 2011/2012 zunächst zu einem feuchten, milden und turbulenten Witterungsverlauf. Die Orkantiefs „Ulli“ und „Andrea“ wurden in Wuppertal erst Anfang Februar von einem russischen Kältehoch abgelöst, mit dem extrem kalte Luft nach Mitteleuropa gelangte. Dem kalten Februar folgte ein insgesamt warmer und trockener Frühling. So fielen im März aufgrund zahlreicher ruhiger Hochdruckwetterlagen landesweit nur 10 – 50 mm Niederschlag pro m². Die Frühjahrsrekorde aus dem Vorjahr wurden in 2012 jedoch nicht erreicht.

Erst nass, dann gewittrig und heiß – so lassen sich die Sommermonate im Jahr 2012 zusammenfassen. Nach dem sonnenscheinärmsten Juni seit 21 Jahren und zahlreichen Regentagen im Juli war es ausschließlich einer Schönwetterperiode ab Mitte August zu verdanken, dass der Sommer insgesamt doch noch durchschnittlich ausgefallen ist. Im Spätsommer und Herbst gab es vor allem Anfang September und Mitte Oktober sonnige Tage. Der Wärmeperiode in der Oktobermitte folge ein markant früher Wintereinbruch mit ersten Nachtfösten noch vor Monatsende. Der November war durchschnittlich und trüb. Das Jahr endete mit einem zweigeteilten Dezember: Nach einer winterlichen und schneereichen ersten Monatshälfte setzte ab der Mo-

natsmitte Tauwetter ein, an den Weihnachtsfeiertagen wurden dann sogar frühlingshafte Temperaturen erreicht [7].

Lufttemperatur

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2012 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 10,5°C und damit +1,0°C höher als der langjährige Mittelwert an der Station Wuppertal-Buchenhofen (9,5°C). Auch deutschlandweit fiel das Jahr 2012 etwa 0,9°C wärmer aus als im Mittel der Klimareferenzperiode 1961 bis 1990. Der bundesweit erkennbare Trend in 2012 spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wieder (siehe Tabelle 3).

Ein Vergleich der Monatsmitteltemperaturen in der Abbildung 3 zeigt, dass insbesondere die Monate Januar, März, Mai und August überdurchschnittlich warm ausfielen. Unüblich kühl war es im Februar 2012 mit einer Monatsmitteltemperatur von 0,0°C. Im letzten Quartal des Jahres 2012 entsprachen die Lufttemperaturen im Mittel etwa denen der langjährigen Klimareferenzperiode von 1961 bis 1990.

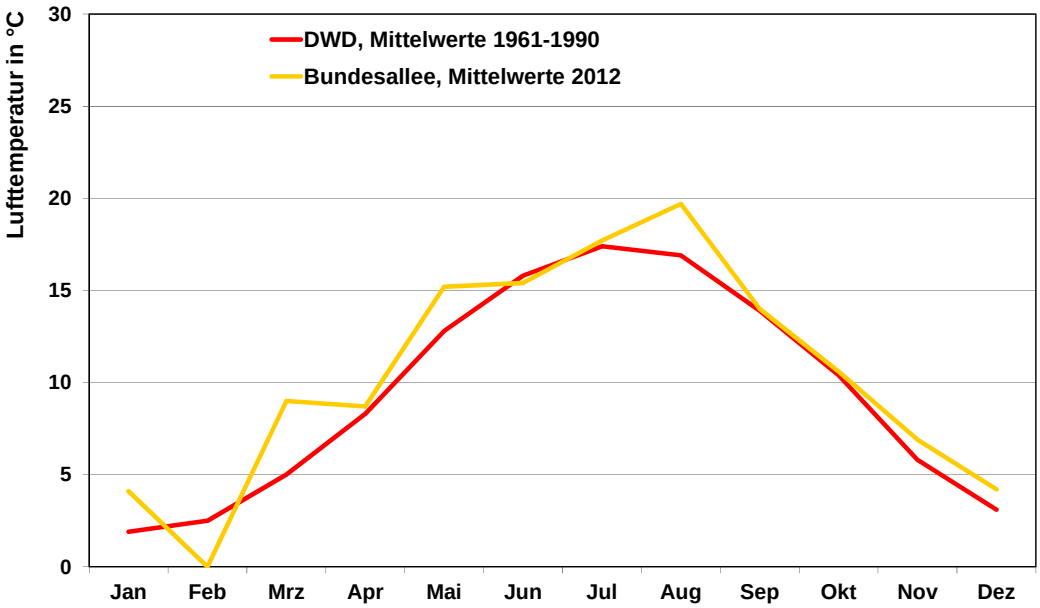


Abbildung 3 Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für den Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2012 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen

Mit den insgesamt überdurchschnittlich warmen Monaten Januar und März geht auch eine deutlich geringere Anzahl sog. „Frosttage“ (T_{min} < 0 °C) einher (vgl. Abbildung 4). Während das Thermoeter im Hochwintermonat Januar in Wuppertal üblicherweise fast jeden zweiten Tag zumindest zeitweilig unter den Gefrierpunkt sinkt, wurden im vergangenen Jahr nur 8 solcher Frosttage registriert. Dieser Unterschied zum langjährigen Mittel fiel im März sogar noch deutlicher aus. Der außergewöhnlich kalte Februar wirkte sich in dieser Statistik mit „gewöhnlichen“ 14 Frosttagen jedoch nicht gleichermaßen aus. Der Winter zeigte sich in diesem Monat somit nicht *länger*, sondern innerhalb einer kurzen Periode ausschließlich *strenger* – an 12 von 14 Tagen mit Minusgraden wurde auch tagsüber die Null-Grad-Grenze nicht überschritten („Eistage“).

Die monatliche Anzahl der Sommertage (T_{max} > 25 °C) war im Jahr 2012 in den Monaten Mai, August und September höher als im langjährigen Mittel 1961-1990 (vgl. Abbildung 5). So vielversprechend der Frühsommer im Mai mit etlichen Sonnentagen begann – in Wuppertal war es rund 2,5°C wärmer als im Klimamittel und bundesweit gab es etwa 15 Prozent mehr Sonne – so enttäuschend fiel der Folgemonat Juni aus. An nur einem Tag wurden Temperaturen > 25 °C registriert. Das Sonnendefizit wurde erst durch Schönwetterperioden ab Mitte August wieder ausgeglichen.

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 2012 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	2012	4,1	0,0	9,0	8,7	15,2	15,4	17,7	19,7	14,0	10,6	6,9	4,2	10,5
Sommertage (T_{max} > 25 °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	2011	0	0	0	1	5	1	8	11	4	1	0	0	31
Heiße Tage (T_{max} > 30°C)														
Bundesallee	2012	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3
Frosttage (T_{min} < 0°C)														
DWD	1961-1990	14	13,8	9,9	0,3	0	0	0	0	0	1,2	6,4	11,9	58
Bundesallee	2012	8	14	1	2	0	0	0	0	0	2	1	7	35
Eistage (T_{max} < 0°C)														
Bundesallee	2012	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2012	87	78	74	71	68	74	73	66	78	80	85	90	77

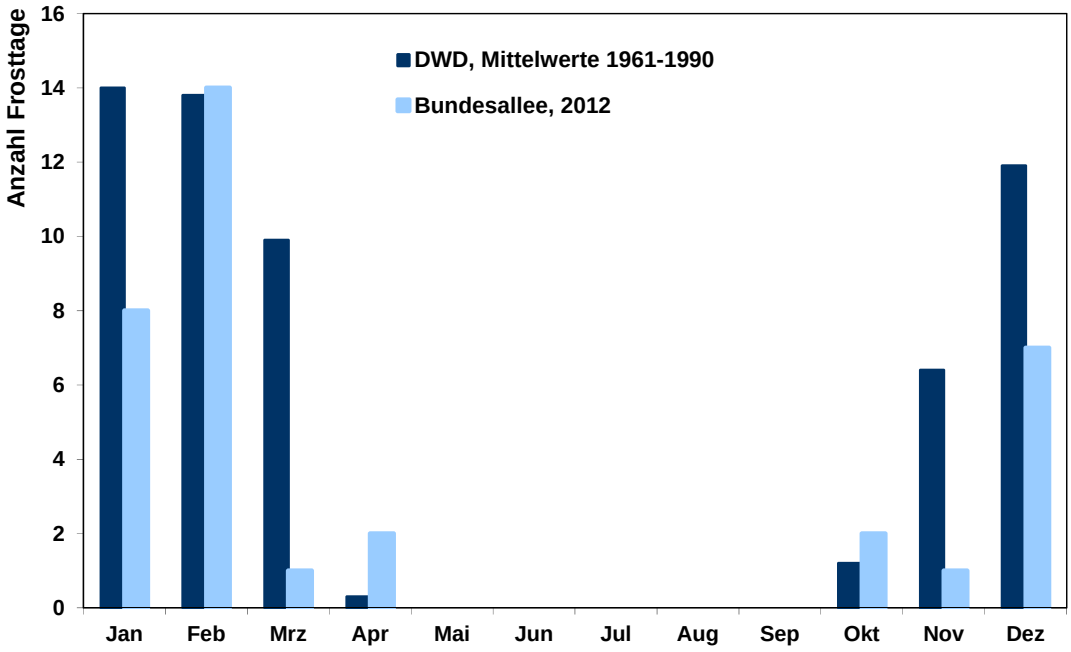


Abbildung 4 Monatliche Anzahl der Frosttage (T_{min} < 0 °C) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2012 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

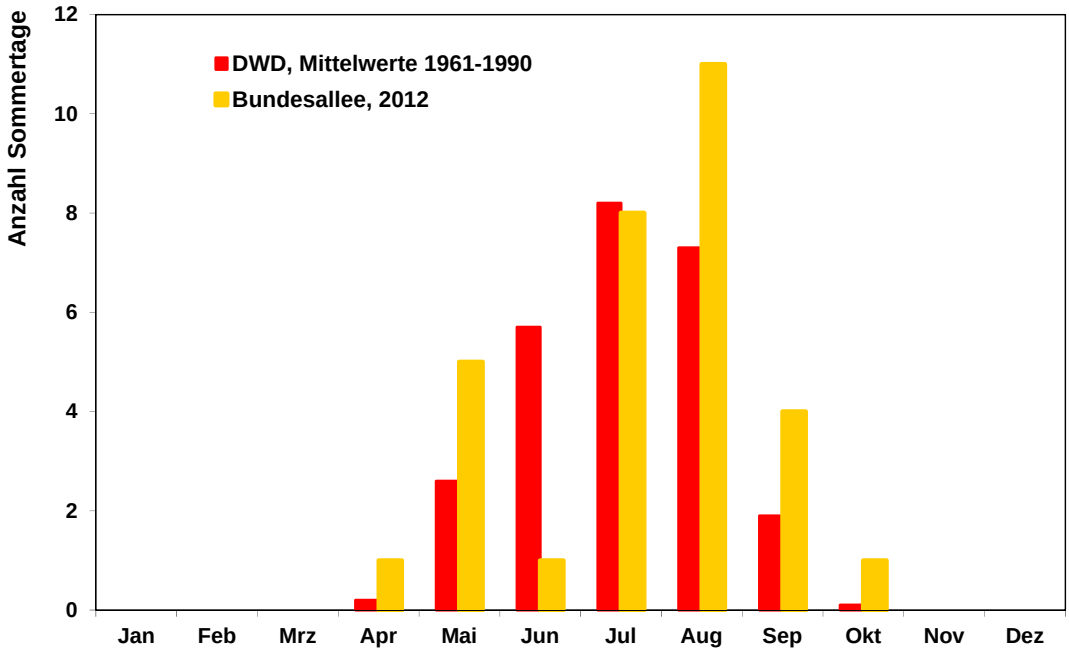


Abbildung 5 Monatliche Anzahl der Sommertage (T_{max} > 25 °C) an der Station Bundesallee in 2012 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2012 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2012 dargestellt.

Tabelle 4 Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2012.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	1997 - 2011	3,4	3,3	3,1	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,4	2,8	3,1	3,3	2,9
Bundesallee	2012	2,7	2,9	2,0	2,7	2,4	2,5	2,3	2,2	1,9	2,4	2,5	3,0	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. Zahlreiche Hochdruckgebiete führten auch im März 2012 zu relativ ruhigen Wetterlagen.

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 2012 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. 34 % besonders häufig auftraten. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 01.01.2012 bis 31.12.2012 etwa 2,5 m/s (siehe Tabelle 4).

Für eine detailierte Beurteilung der monatsbezogenen Immissionskenngrößen sind in den Abbildungen 9 und 10 analog zum gesamten Messzeitraum die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und -geschwindigkeiten in den einzelnen 12 Messmonaten dargestellt. Als besonders gegensätzlich erweisen sich die beiden letzten Monate des Jahres: Permanenter Hochdruckeinfluss aus vorwiegend östlichen Richtungen führte im November zu häufigen Windstillen (9 %), während im Dezember ausgeprägte Westwetterlagen mit vergleichsweise hohen Windgeschwindigkeiten dominierten.

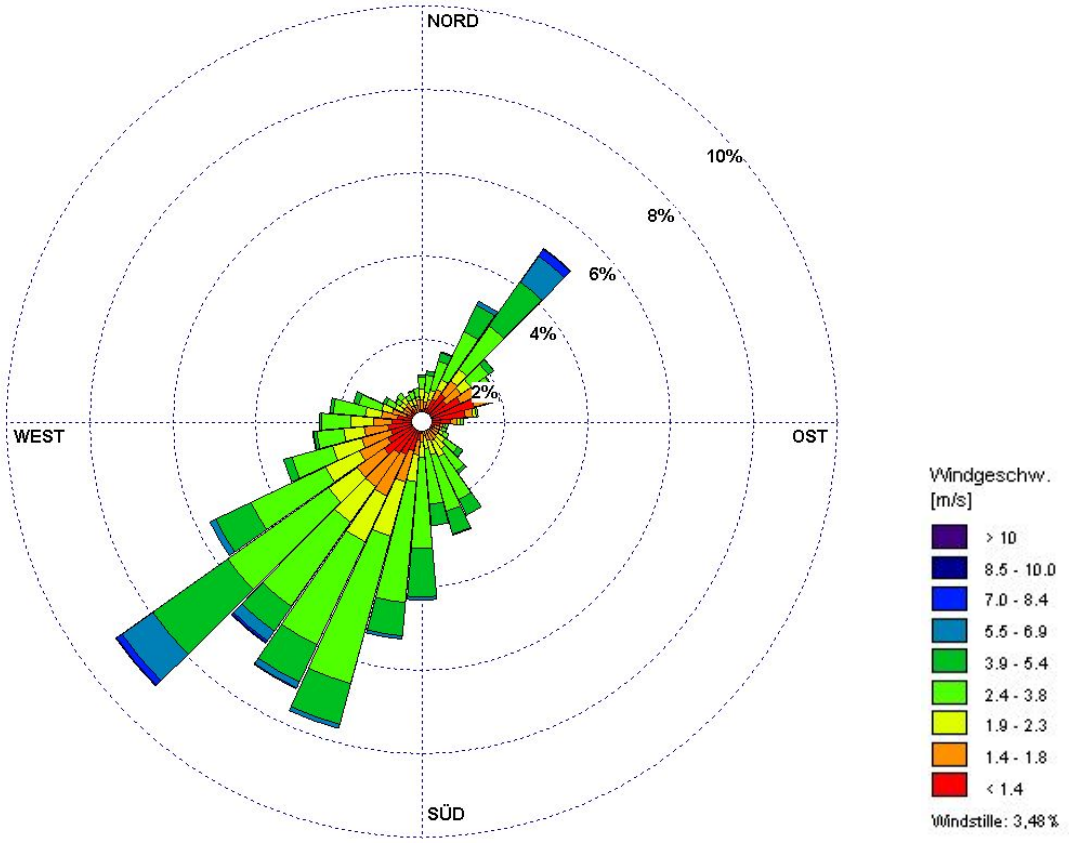


Abbildung 6 Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit) an der Messstation Wuppertal-Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2012.

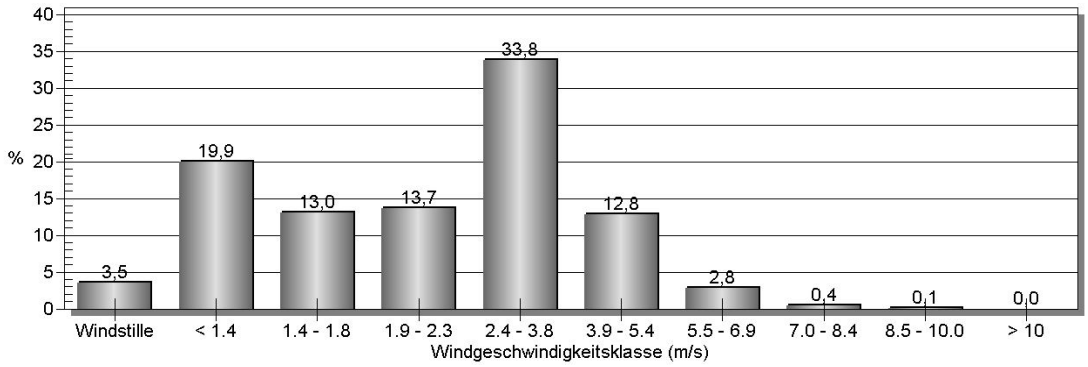


Abbildung 7 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen (30-min-Mittelwerte) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2010.

Die in Abbildung 8 dargestellte Zeitreihe der Windgeschwindigkeit dokumentiert die typische, deutlich stärkere Streuung der täglichen Maximalwerte der Windgeschwindigkeit gegenüber den Tagesmittelwerten. Schon am 05.01.2012 wurden gegen Mitternacht die höchsten Wingeschwindigkeiten des Jahres registriert. In dieser Nacht zog Sturmtief „Andrea“ über Nordrhein-Westfalen und sorgte auch in Wuppertal für zahlreiche Polizei- und Feuerwehreinsätze. Die stärkste Windböe wurde an der Station Bundesallee in dieser Nacht mit 22,4 m/s (81 km/h) erreicht.

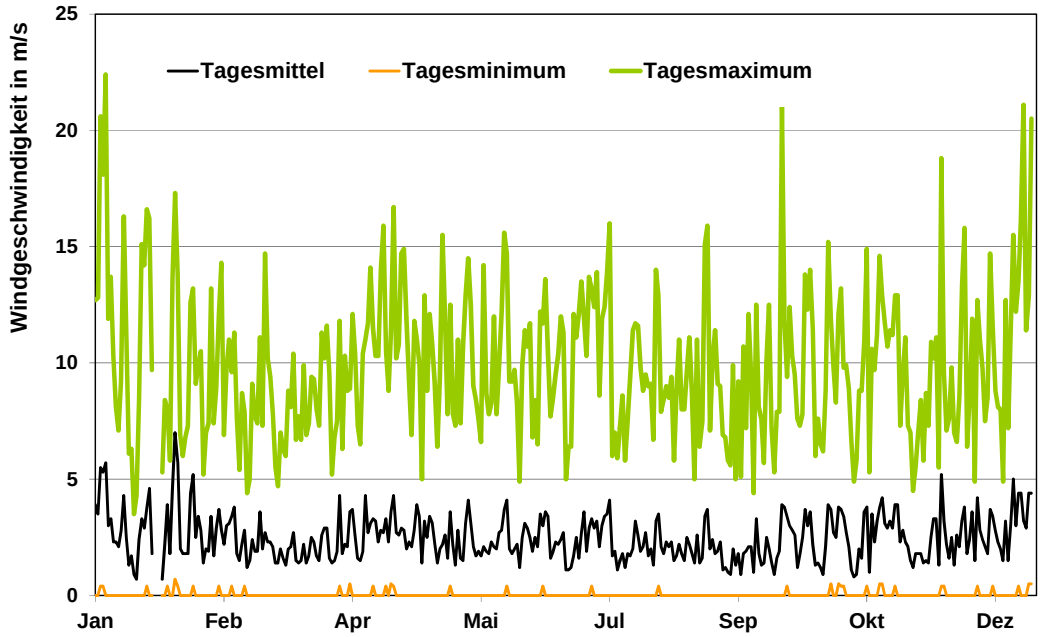


Abbildung 8 Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2012 (Mittelwerte).

Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (unterste Kurve in Abbildung 8) weist lediglich Werte zwischen 0 und 0,7 m/s auf. Die Verteilung entspricht einem durchaus typischen Jahresgang mit tendenziell häufigeren Windstillen in den Sommermonaten. Auch im durch besonders häufige Hochdruckwetterlagen gekennzeichneten März 2012 wurde an jedem Kalendertag zumindest zeitweilig eine absolute Windstille registriert.

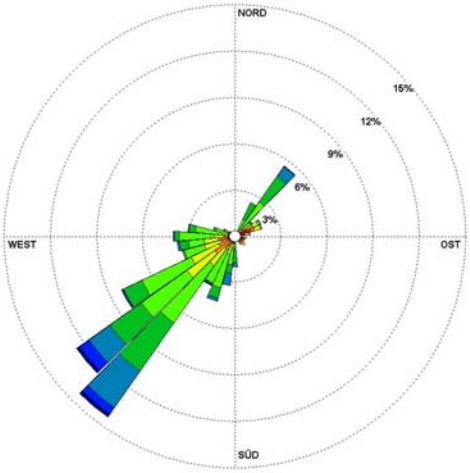
Die Tagesmaxima traten im Allgemeinen während der Tagstunden sowie die Minima während der Nachtsstunden auf. Diese Verteilung der Extremwerte der Windgeschwindigkeit im Tagesgang ist typisch und dokumentiert u. a. die eher labileren, das heißt austauschreichen Verhältnisse der bodennahen Atmosphäre während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

Wie bereits in den zurückliegenden Jahren 2008 bis 2011 lag somit die mittlere Windgeschwindigkeit auch im Jahr 2012 geringfügig niedriger als im Zeitraum 1997 bis 2007. Auf der Basis der horizontalen Windgeschwindigkeit als einziges Kriterium für die lokale Durchlüftungssituation wäre demnach in Wuppertal in 2012 von eher ungünstigen Bedingungen auszugehen.

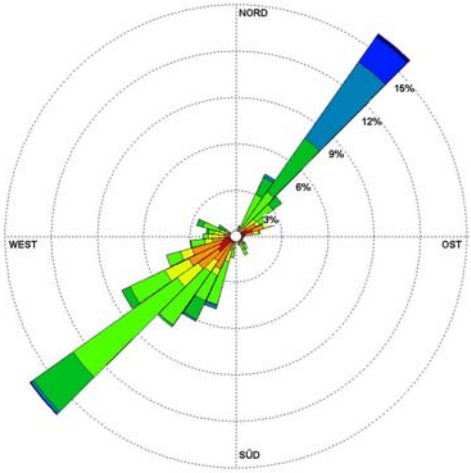
Eine abschließende Bewertung der lokalen Austauschbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal ist zusätzlich von weiteren Kriterien abhängig. Neben der Windgeschwindigkeit haben auch der zeitliche Verlauf der Windgeschwindigkeit in Verbindung mit der vertikalen Stabilität der bodennahen Atmosphäre einen wesentlichen Einfluss auf die Austauschbedingungen insgesamt. Die resultierende Luft-

schadstoffbelastung, insbesondere Partikel PM_{10}, wird außerdem durch die Menge und räumliche Verteilung von Niederschlägen beeinflusst.

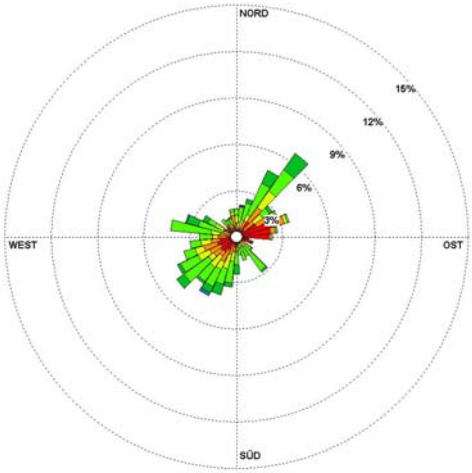
Aus lufthygienischer Sicht wurde das Jahr 2012 vom Umweltbundesamt (UBA) als eher durchschnittlich charakterisiert. Extrem häufige kalte, stabile Wetterlagen, wie sie im Frühjahr und Herbst 2011 beobachtet wurden, blieben im vergangenen Jahr aus, was sich vor allem positiv auf die Belastung durch Schwebstaub PM_{10} auswirkte. Für NO_2 rechnet das UBA nach Vorliegen aller bundesweiten Messdaten jedoch mit im Mittel etwa vergleichbaren Verhältnissen wie in 2011. In Bezug auf Ozon blieben ausgeprägte Episoden mit hohen Ozonspitzenbelastungen im Sommer 2012 aus [9].



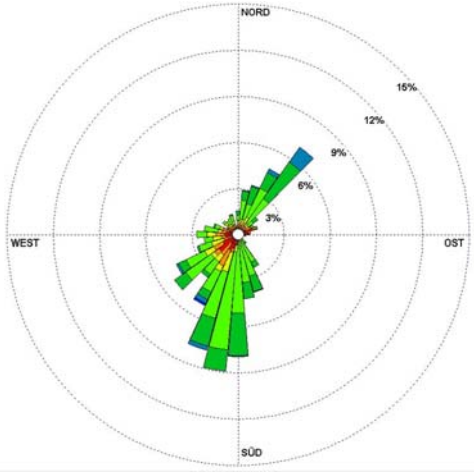
Januar 2012



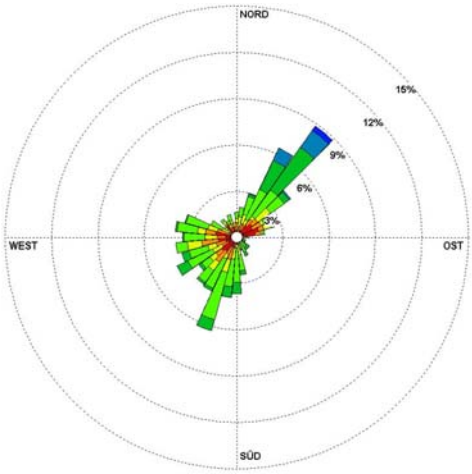
Februar 2012



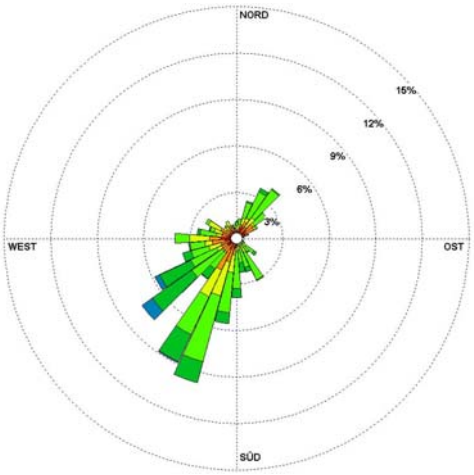
März 2012



April 2012

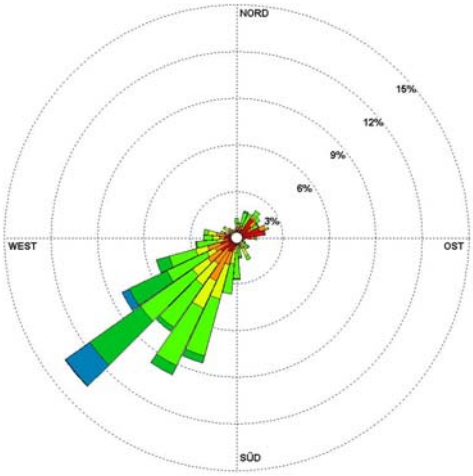


Mai 2012

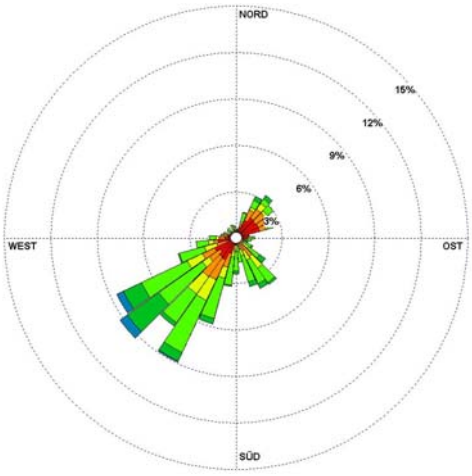


Juni 2012

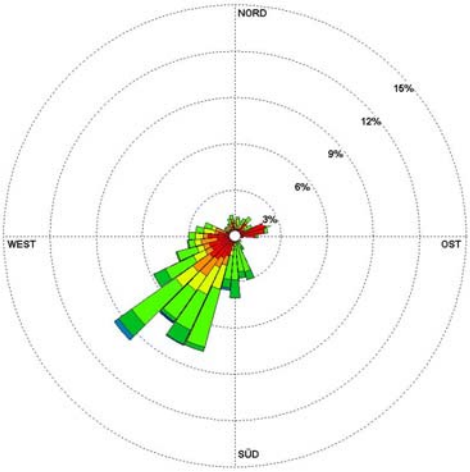
Abbildung 9 Stärkewindrosen für die Monate Januar 2012 bis Juni 2012 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee.



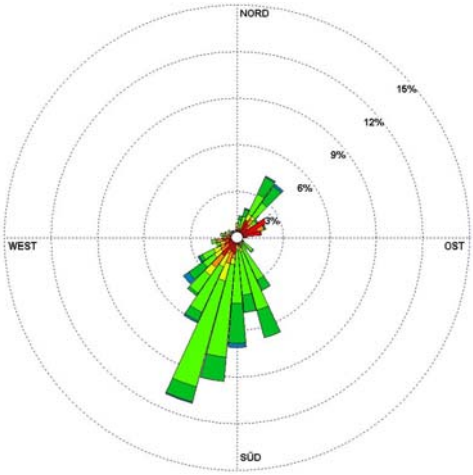
Juli 2012



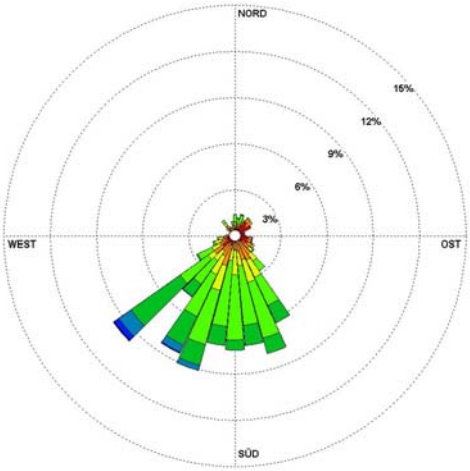
August 2012



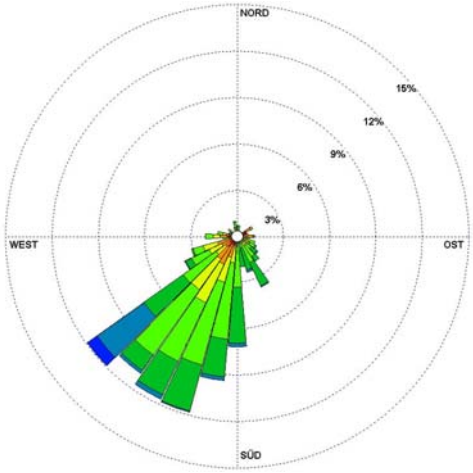
September 2012



Oktober 2012



November 2012



Dezember 2012 (Skala bis 20°%)

Abbildung 10 Stärkewindrosen für die Monate Juli 2012 bis Dezember 2012 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee

6 Ergebnisse der Messungen und Bewertung

6.1 Stickstoffoxide

Entstehung und Wirkung von Stickstoffoxiden

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

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

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

Neben den direkten Wirkungen auf den Menschen sowie Ökosysteme wirkt Stickstoffdioxid (NO_2) auch in relevantem Umfang bei photochemischen Prozessen mit, die zur Bildung von Ozon (O_3) und weiteren sogenannten Photooxidantien führen. Diese Photooxidantien stellen ihrerseits zum Teil Reizstoffe dar, die sowohl auf den Menschen als auch auf die Vegetation einwirken.

Beurteilungsmaßstäbe für Stickstoffdioxid (NO_2)

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

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

Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV [3]. Darüber hinaus gilt gemäß 39. BImSchV seit dem 01.01.2010 für NO_2 ein maximaler Stundenmittelwert von 200 µg/m³ bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.

Diese Beurteilungsmaßstäbe sind neben der flächenhaften Beurteilung der Luftqualität über die 39. BImSchV auch im Rahmen der Anlagengenehmigung gemäß TA Luft festgeschrieben.

6.1.1 Passivsammlermessungen von NO_2 an 23 Messorten in Wuppertal

Im Folgenden werden die Messergebnisse der NO_2-Messungen an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum von Januar bis Dezember 2012 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 12 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 10 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO_2-Messdaten für das Jahr 2012 betrug 100 % an allen 23 Messpunkten in Wuppertal.

In Tabelle 5 sind zunächst die Ergebnisse der NO_2-Messungen (Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte) für die Messpunkte MP 1 bis MP 38 und das Jahr 2012 zusammenfassend dargestellt. Alle einzelnen Monatswerte sowie die Einzelergebnisse der Doppelbeprobung sind in Tabelle 10 im Anhang B enthalten. Abbildung 9 zeigt zudem die räumliche Verteilung der Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal sowie eine Klassifizierung der NO_2-Jahresmittelwerte für 2012.

Die höchsten NO_2-Belastungen für das Jahr 2012 wurden, wie bereits in den Jahren zuvor, an der Briller Straße (MP 02) mit 64 µg/m³ gemessen. Hohe Jahresmittelwerte > 50 µg/m³ wurden auch am Steinbeck (MP 04, 51 µg/m³), an der Friedrich-Engels-Allee (MP 09, 51 µg/m³), am Steinweg (MP 16, 56 µg/m³), an der Westkotter Straße (MP 17, 53 µg/m³) und an der Haeseler (MP 38, 50 µg/m³) ermittelt.

Mit Ausnahme der Überdachstation an der Bundesallee wurden an allen weiteren Messorten NO_2-Konzentrationen zwischen 32 und 50 µg/m³ im Jahresmittel 2012 erfasst. Die geringste NO_2-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 NO_2 charakterisiert werden. Dies bezieht sich sowohl auf die Emissionssituation an den jeweiligen Messorten als auch auf die lokalen Austauschbedingungen (z. B. eingeschränkte Belüftung innerhalb einer Straßenschlucht).

Gleichwohl ist die räumliche Verteilung der NO_2-Belastung innerhalb des Wuppertaler Stadtgebietes differenziert zu bewerten. Während an den emissionsseitig hoch belasteten Messorten in Verbindung mit ungünstigen Austauschbedingungen hohe NO_2-Belastungen im Jahresmittel erreicht werden, liegen die entsprechenden Mittelwerte abseits dieser Belastungsschwerpunkte z. T. deutlich niedriger. An der Überdachmessstation an der Bundesallee (MP 27), die aufgrund der Messhöhe den innerstädtischen Hintergrund charakterisiert, wurde ein im Vergleich zum Vorjahr konstanter NO_2-Jahresmittelwert von 29 µg/m³ ermittelt.

Tabelle 5 Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO_2 an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 in Wuppertal für den Messzeitraum Januar bis Dezember 2012.

Stickstoffdioxid NO_2 in µg/m³														
MP-Nr.	**Messort**	**Jan 12**	**Feb 12**	**Mrz 12**	**Apr 12**	**Mai 12**	**Jun 12**	**Jul 12**	**Aug 12**	**Sep 12**	**Okt 12**	**Nov 12**	**Dez 12**	**Mittel 2012**
MP 01	Nevigeser Straße 98	38	49	47	36	38	34	38	37	44	32	42	46	40
MP 02	Briller Straße 28	59	65	72	68	62	53	59	67	62	69	61	66	64
MP 03	Neviandtstraße 44	38	52	49	37	37	29	30	34	42	38	35	37	38
MP 04	Steinbeck 92	44	58	59	50	49	43	46	53	53	55	52	51	51
MP 05	Hochstraße 63	47	58	64	48	52	39	41	44	54	49	45	47	49
MP 07	Uellendahler Straße 198	39	49	50	43	40	37	44	57	49	49	48	46	46
MP 08	Hofkamp 86	39	46	48	35	37	30	30	39	42	40	42	41	39
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	48	57	57	50	49	43	50	57	51	49	47	50	51
MP 13	Rudolfstraße 149	48	54	58	48	47	38	43	52	49	44	44	45	48
MP 14	Schönebecker Straße 81	37	44	49	36	41	34	38	47	50	46	40	42	42
MP 16	Steinweg 25	51	59	61	59	57	47	51	65	62	57	52	54	56
MP 17	Westkotter Straße 111	46	58	55	55	53	45	49	57	58	52	56	56	53
MP 19	Ostersbaum 72	38	47	47	37	39	32	28	35	43	38	37	40	39
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	41	45	50	42	43	35	31	42	45	44	44	44	42
MP 21	Berliner Straße 159	44	48	52	46	52	40	41	45	48	44	42	42	45
MP 22	Heckinghauser Straße 159	41	51	51	42	40	35	29	38	44	43	40	39	41
MP 24	Staasstraße 51	37	49	50	40	42	34	31	38	41	43	40	42	41
MP 27	Bundesallee 30	31	37	38	24	24	21	21	25	31	30	30	30	29
MP 28	Schwarzbach 78	45	47	49	46	47	43	47	56	50	45	46	49	48
MP 30	Uellendahler Straße 428	34	42	39	28	26	26	22	28	30	36	34	35	32
MP 33	Kaiserstraße 32	42	50	56	48	45	39	41	48	46	49	49	50	47
MP 34	Haeseler Strasse 94	46	52	58	44	48	43	45	57	54	52	49	48	50
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	46	53	52	44	47	38	40	47	46	43	46	43	45
VWEL [1)]	Wuppertal Gathe	51	55	60	53	54	48	55	58	58	50	51	51	54
Beurteilungswert 39. BImSchV / TA Luft (Jahresmittelwert)														**40**

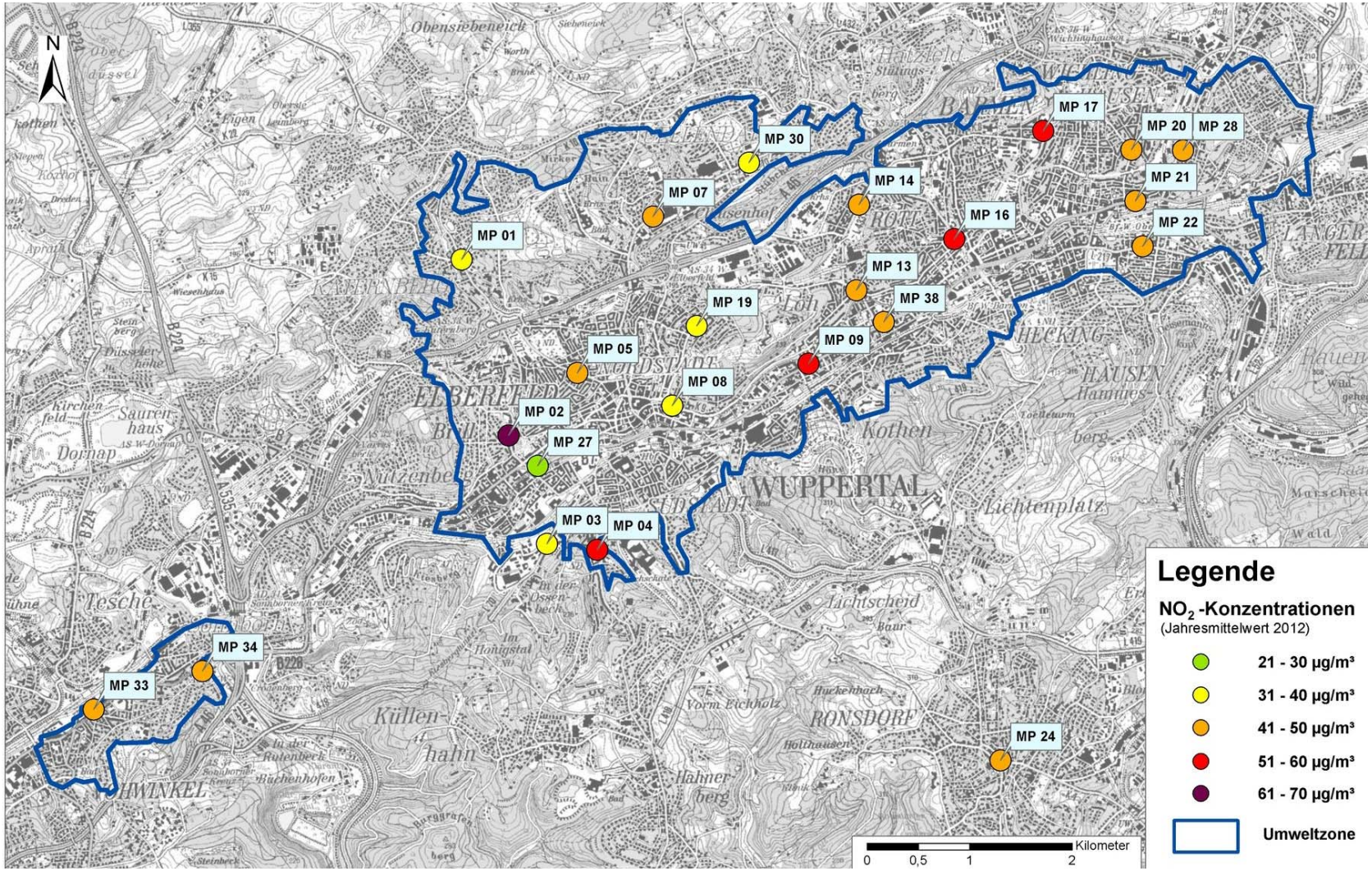


Abbildung 11 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 38 sowie Klassifizierung der NO_2-Jahresmittelwerte 2012

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

Nachdem der Jahresmittelwert von 60 µg/m³ im Jahr 2009 an 4 Messorten, im Jahr 2010 noch an 1 Messort und im Jahr 2011 an keinem Messort mehr über schritten wurde, lag die mittlere NO_2-Belastung an der Briller Straße (MP 02) im Jahr 2012 mit 64 µg/m³ wieder oberhalb dieses Schwellenwertes. Im Jahr 2011 wurde der Wert mit 59 µg/m³ knapp eingehalten.

Unabhängig von einem mittleren Trend stellen die Messorte mit den höchsten NO_2-Konzentrationen (NO_2 > 50 µg/m³, MP 02, MP 09, MP 16 und MP 17) aber nach wie vor lokale Belastungsschwerpunkte dar, die durch hohe emissionsseitige Belastungen in Verbindung mit besonders ungünstigen lokalen Austauschbedingungen gekennzeichnet sind.

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2012 zusätzlich die Monatsextreme (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2012) dargestellt. Die maximalen NO_2-Belastungen variieren zwischen den meist durch ungünstige Austauschbedingungen gekennzeichneten Wintermonaten und den eher austauschreichen Sommermonaten im Mittel um den Faktor 1,3 bis 1,9. Im Jahr 2012 wurden die niedrigsten NO_2-Konzentrationen im Allgemeinen im Juni und Juli erfasst. Die höchsten Belastungen wurden vor allem im März ermittelt, der durch häufige Hochdruckwetterlagen gekennzeichnet war.

Die Verteilung der Monatsextreme dokumentiert in Verbindung mit den Ergebnissen der Einzelmonate (Tabelle 10 im Anhang B) die typische jahreszeitliche Variation gasförmiger Spurenstoffe in der bodennahen Atmosphäre. Eine ungewöhnliche Ausnahme stellen die Messpunkte an der Schönebecker Straße, am Steinweg und an der Westkotter Straße dar (MP 14, MP 16 und MP 19). An diesen Standorten wurden im vergangenen Jahr die höchsten NO_2-Belastungen im August und September festgestellt.

Tabelle 6 NO_2-Jahresmittelwerte sowie NO_2-Monatsextreme für das Jahr 2012.

MP-Nr.	Messort / Adresse	NO2 (2012)	NO_2 - Minimum		NO_2 - Maximum		Max/Min
	Straße / Hausnummer	µg/m³	µg/m³	Monat	µg/m³	Monat	Faktor
MP 01	Nevigeser Straße 98	40	32	Okt 12	49	Feb 12	1,5
MP 02	Briller Straße 28	64	53	Jun 12	72	Mrz 12	1,4
MP 03	Neviandtstraße 44	38	29	Jun 12	52	Feb 12	1,8
MP 04	Steinbeck 92	51	43	Jun 12	59	Mrz 12	1,4
MP 05	Hochstraße 63	49	39	Jun 12	64	Mrz 12	1,7
MP 07	Uellendahler Straße 198	46	37	Jun 12	57	Aug 12	1,5
MP 08	Hofkamp 86	39	30	Jun 12	48	Mrz 12	1,6
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	51	43	Jun 12	57	Mrz 12	1,3
MP 13	Rudolfstraße 149	48	38	Jun 12	58	Mrz 12	1,5
MP 14	Schönebecker Straße 81	42	34	Jun 12	50	Sep 12	1,5
MP 16	Steinweg 25	56	47	Jun 12	65	Aug 12	1,4
MP 17	Westkotter Straße 111	53	45	Jun 12	58	Sep 12	1,3
MP 19	Ostersbaum 72	39	28	Jul 12	47	Mrz 12	1,7
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	42	31	Jun 12	50	Mrz 12	1,6
MP 21	Berliner Straße 159	45	40	Jun 12	52	Mrz 12	1,3
MP 22	Heckinghauser Straße 159	41	29	Jun 12	51	Mrz 12	1,8
MP 24	Staasstraße 51	41	31	Jul 12	50	Mrz 12	1,6
MP 27	Bundesallee 30	29	21	Jun 12	38	Mrz 12	1,8
MP 28	Schwarzbach 78	48	43	Jun 12	56	Aug 12	1,3
MP 30	Uellendahler Straße 428	32	22	Jul 12	42	Feb 12	1,9
MP 33	Kaiserstraße 32	47	39	Jun 12	56	Mrz 12	1,5
MP 34	Haeseler Strasse 94	50	43	Jun 12	58	Mrz 12	1,3
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	45	38	Jun 12	53	Feb 12	1,4

Insgesamt dokumentieren die Ergebnisse der NO_2-Messungen in Wuppertal ein nach wie vor im Vergleich hohes innerstädtisches Belastungsniveau, das gut mit den Ergebnissen der NO_2-Messungen in Wuppertal aus den Jahren 2007 bis 2011 korrespondiert. Der in den Vorjahren gemessene abnehmende Trend der NO_2-Belastung hat sich in 2012 erstmalig seit 2006 nicht in gleicher Weise fortgesetzt. Im Mittel über alle Messpunkte wurde ein identisches Belastungsniveau wie in 2011 erreicht. Dieser lokal in Wuppertal erkennbare Trend wurde auch vom Umweltbundesamt für Vielzahl von Messstationen für das Jahr 2012 beobachtet und dokumentiert [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 ab dem 01.01.2010) überschritten. Von den hier ausgewerteten 23 Messstandorten im Wuppertaler Stadtgebiet wurde im Jahr 2012 an 17 Messstandorten der Wert von 40 µg/m³ überschritten. Dies sind 2 Stationen weniger als im Vorjahr 2011.

6.1.2 Langjährige Messungen von Stickstoffdioxid NO_2 in Wuppertal

Von der Stadt Wuppertal wurden von 1997 bis Ende 2006 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee kontinuierliche und zeitlich hochaufgelöste NO_2-Messungen durchgeführt. Nach Beendigung der kontinuierlichen Messungen wurden die NO_2-

Messungen an der Bundesallee seit 2007 mit Passivsammlern fortgeführt. Seit 1999 werden von der Stadt Wuppertal zusätzlich an einer variierenden Anzahl von Messorten NO_2-Messungen mit Passivsammlern durchgeführt (in 2009, 2010, 2011 und 2012 an 23 Messorten), die eine flächenhafte Erfassung der NO_2-Belastung ermöglicht (siehe auch Tabelle 8).

Vom LANUV NRW wurde vom Jahr 2000 bis einschließlich 2007 im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) eine Messstation an der Friedrich-Engels-Allee 308 (LUQS-Stationskürzel: VWUP) betrieben. Diese Station Wuppertal Friedrich-Engels-Allee ist als Verkehrsmessstation eingestuft. Seit dem Jahr 2008 wird diese Messstelle von der Bergischen Universität Wuppertal betrieben. Ergänzend werden an dieser Messstelle seit dem Jahr 2008 NO_2-Messungen mittels Passivsammler durch die Stadt Wuppertal realisiert. In den Jahren 2005 und 2006 wurden zeitlich befristete, kontinuierliche NO_2-Messungen an der Messstelle Wuppertal-Steinweg (LUQS-Stationskürzel: VWBA) durchgeführt. Auch diese Station ist als Verkehrsmessstation bzw. „Hot-Spot"-Messung charakterisiert. Die NO_2-Messungen werden seit dem Jahr 2007 auch an dieser Messstelle von der Stadt Wuppertal mit Passivsammlern fortgeführt.

Seit dem Jahr 2006 wird vom LANUV NRW die Messstation Wuppertal-Gathe (LUQS-Stationskürzel: VWEL) betrieben, die ebenfalls als städtische Verkehrsmessstation eingestuft ist. Ergänzend hierzu wurden in den Jahren 2008 und 2009 durch das LANUV NRW auch NO_2-Passivsammlermessungen an der Messstation Wuppertal-Langerfeld (LUQS-Stationskürzel: WULA) durchgeführt, die als Hintergrundmessstation für das Bergische Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) charakterisiert ist. Mit Inbetriebnahme im Dezember 2012 wurden an dieser Station neben kontinuierlichen Messungen von Schwefeldioxid und Schwebstaub PM_{10} auch Stickoxide wieder mit in das Messprogramm aufgenommen.

In Tabelle 7 ist zunächst der Jahresmittelwert an der Station Wuppertal-Gathe (VWEL) für NO_2 und das Jahr 2012 aufgeführt und dem entsprechenden Beurteilungswert gegenübergestellt. Da derzeit in Wuppertal nur noch an der Station Gathe kontinuierliche NO_2-Messungen durchgeführt werden, sind in Tabelle 7 vergleichend zusätzlich die NO_2-Jahresmittelwerte der Stationen Steinweg, Friedrich-Engels-Allee 308 sowie Bundesallee dargestellt, für die mehrjährige Messreihen für NO_2 vorliegen (siehe auch Abbildung 12).

Tabelle 7 NO_2–Jahresmittelwerte (2012) an den Stationen Gathe (VWEL) sowie zum Vergleich an den Messorten Steinweg, Friedrich-Engels-Allee 308 und Bundesallee.

Messstation	**Messverfahren**	**NO_2-Jahresmittel** in µg/m³
Gathe	aktiv	54
Steinweg	passiv	56
Friedrich-Engels-Allee 308	passiv	51
Bundesallee	passiv	29
Beurteilungswert		**40** [1)]

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

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 der Station Wuppertal-Gathe möglich.

Die kontinuierliche Messstation Wuppertal Gathe zeigte mit 54 µg/m³ im Jahresmittel 2012 nach wie vor eine deutliche Überschreitung des Jahres-Immissionsgrenzwertes für NO_2. Diese hohe Belastung korrespondiert gut mit den Ergebnissen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten NO_2-Messungen an entsprechenden Belastungsschwerpunkten (siehe auch Tabelle 5 und Abbildung 11). Der Kurzzeit-Immissionsgrenzwert von 200 µg/m³ als Stundenmittel wurde an der Station Wuppertal-Gathe im Jahr 2012 nicht überschritten.

Im Vergleich zu den NO_2-Messungen an den Belastungsschwerpunkten lagen die NO_2-Jahresmittelwerte an der städtischen Hintergrundmessstationen Bundesallee mit 29 µg/m³ erwartungsgemäß deutlich niedriger.

In Abbildung 12 ist die Entwicklung NO_2-Belastung seit dem Jahr 2000 dargestellt. Nach einem leicht rückläufigen Trend an der Messstelle Bundesallee bis zum Jahr 2004 stagnierte das NO_2-Konzentrationsniveau von 2005 bis 2009 bei etwa 33 µg/m³. In den letzten Jahren ging die NO_2-Belastung an der Station Bundesallee zunächst auf 31 µg/m³ (2010) und seit 2011 bis einschließlich 2012 schließlich auf 29 µg/m³ zurück.

Aufgrund der Messhöhe von 30 m über Grund ist dieses NO_2-Niveau als aktueller innerstädtischer Hintergrund zu bezeichnen, der jedoch durch die räumliche Nähe zu emissionsseitigen Belastungsschwerpunkten beeinflusst ist.

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 und beschreibt somit ein charakteristisches NO_2-Hintergrundniveau im Bergischen Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) ohne den maßgeblichen Einfluss lokaler Emissionen. Die NO_2-Messungen an der Station Wuppertal-Langerfeld (WULA) wurden ab dem Jahr 2010 durch das LANUV-NRW unterbrochen und mit Messbeginn im Dezember 2012 wieder fortgeführt.

An der Friedrich-Engels-Allee 308 liegt das NO_2-Konzentrationsniveau um rund 10 - 20 µg/m³ höher als an der Bundesallee. Von 2009 bis 2011 wurden leicht rückläufige Belastungen erfasst, in 2012 lagen die Konzentrationen etwa auf dem Niveau wie 2008. Damit wird der seit dem 01.01.2010 gemäß 39. BImSchV geltenden Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 überschritten.

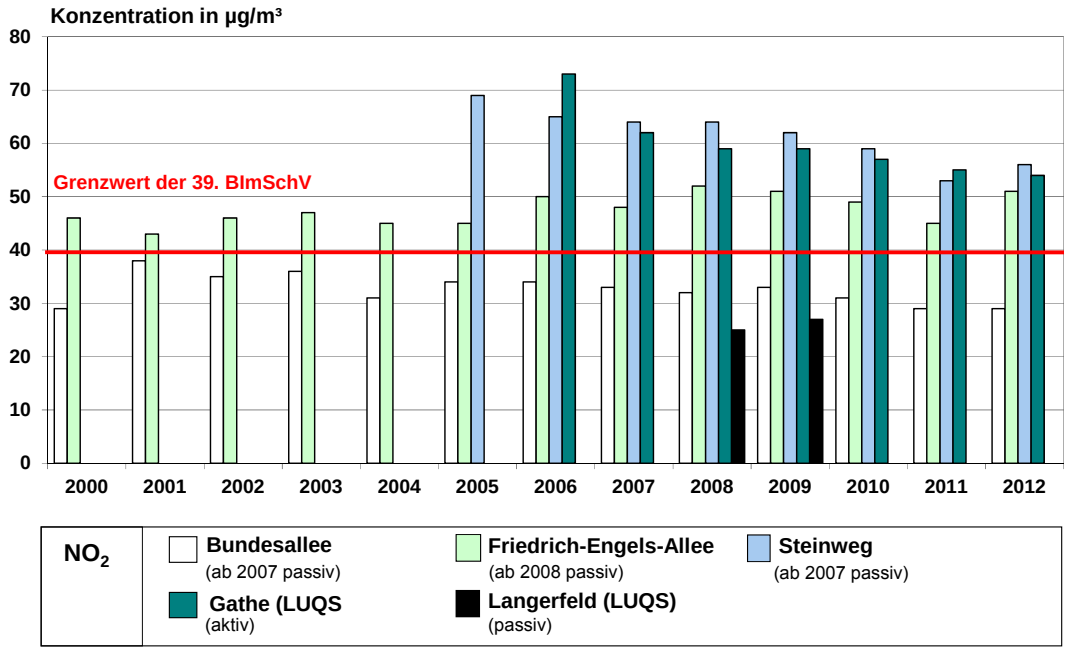


Abbildung 12 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO_2 an ausgewählten Messstellen in Wuppertal von 2000 bis 2012.

Die Messungen an den Belastungsschwerpunkten Steinweg und Wuppertal-Gathe ergaben seit Messbeginn an diesen Messstellen NO_2-Jahresmittelwerte von zunächst etwa 60 – 70 µg/m³ mit abnehmender Tendenz in den letzten Jahren. Derzeit stagniert NO_2-Konzentrationsniveau an diesen Belastungsschwerpunkten („Hot-Spots“) bei 54 bis 56 µg/m³ und korrespondiert somit gut mit den Ergebnissen der weiteren NO_2-Messungen im Wuppertaler Stadtgebiet an vergleichbaren Messstandorten (siehe auch Tabelle 5, Abbildung 11 und Tabelle 8).

In Tabelle 8 ist ergänzend zu Abbildung 12 die zeitliche Entwicklung der NO_2-Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen von 2007 bis 2012 zusammengefasst. Die nicht fortlaufende Nummerierung der aktuell realisierten Messstellen in Tabelle 8 ist auf die unterschiedlichen NO_2-Messprogramme der Stadt Wuppertal in den letzten Jahren (insbesondere vor 2007) zurückzuführen – neue Messstellen wurden fortlaufend nummeriert und die Nummern nicht mehr beprobter Messstellen wurden nicht erneut verwendet, um die Messdaten eindeutig einer konkreten Messstelle zuordnen zu können.

In Abbildung 13 ist zudem die Entwicklung der NO_2-Konzentrationen von 2007 bis 2012 an den in Tabelle 8 genannten Passivsammlermessstellen in Wuppertal sowie an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL) grafisch dargestellt.

Tabelle 8 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO_2 für die Jahre 2007 bis 2012.

MP-Nr.	Messort / Adresse Straße / Hausnummer	NO_2 (2007) µg/m³	NO_2 (2008) µg/m³	NO_2 (2009) µg/m³	NO_2 (2010) µg/m³	NO_2 (2011) µg/m³	NO2 (2012) µg/m³
MP 01	Nevigeser Straße 98	50	49	47	46	41	40
MP 02	Briller Straße 28	73	71	69	67	59	64
MP 03	Neviandtstraße 44	47	46	45	44	41	38
MP 04	Steinbeck 92	62	60	58	56	49	51
MP 05	Hochstraße 63	59	58	56	55	48	49
MP 07	Uellendahler Straße 198	50	51	52	48	45	46
MP 08	Hofkamp 86	49	49	43	40	38	39
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	60	58	63	60	50	51
MP 13	Rudolfstraße 149	56	56	50	52	47	48
MP 14	Schönebecker Straße 81	47	47	47	43	41	42
MP 16	Steinweg 25	64	64	62	59	53	56
MP 17	Westkotter Straße 111	63	63	63	59	54	53
MP 19	Ostersbaum 72	48	46	47	44	41	39
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	49	49	47	45	43	42
MP 21	Berliner Straße 159	57	54	52	51	46	45
MP 22	Heckinghauser Straße 159	48	47	47	44	39	41
MP 24	Staasstraße 51	48	47	47	45	41	41
MP 27	Bundesallee 30	33	32	33	31	29	29
MP 28	Schwarzbach 78	54	55	53	55	49	48
MP 30	Uellendahler Straße 428	49	51	50	48	34	32
MP 33	Kaiserstraße 32	54	53	51	51	45	47
MP 34	Haeseler Strasse 94	62	61	56	53	48	50
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	48	52	51	49	45	45

An den Messstellen gemäß Tabelle 8 ist seit 2007 bis einschließlich 2012 ein insgesamt rückläufiger Trend der NO_2-Belastungen mit einer Stagnation der mittleren NO_2-Konzentration für das Jahr 2012 zu beobachten. Für den hier dargestellten Zeitraum von 2007 bis einschließlich 2012 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 NO_2-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).

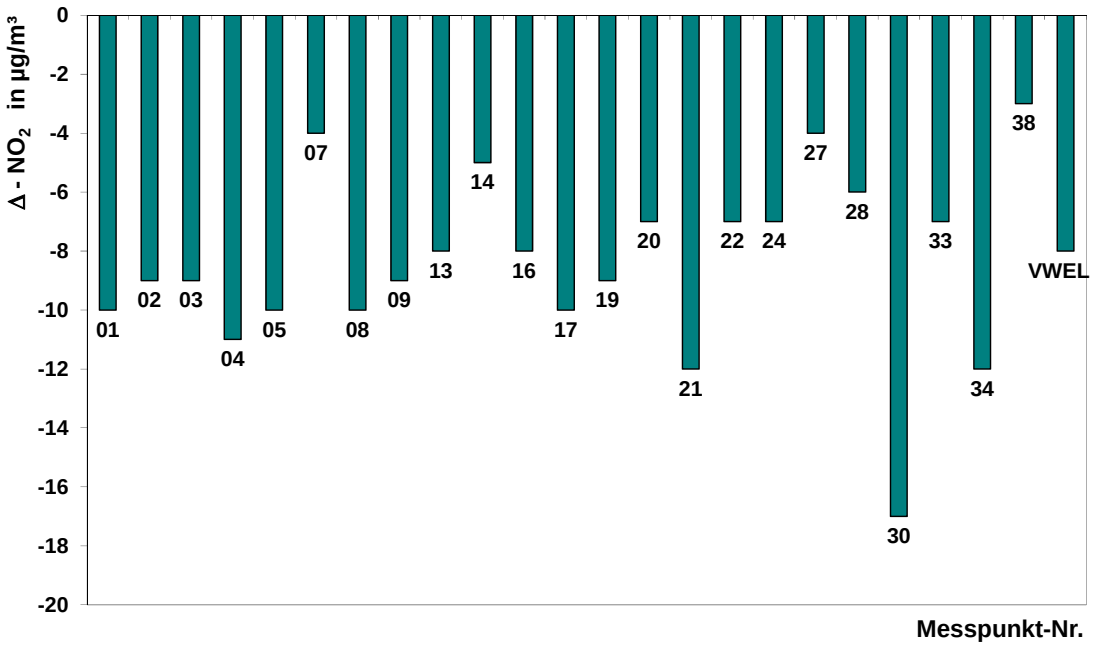


Abbildung 13 Rückgang der NO_2-Konzentrationen im Zeitraum von 2007 bis 2012 an den 23 Passivsammlermessstellen in Wuppertal sowie an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL) des LANUV-NRW in µg/m³.

Die Gesamtreduktion der NO_2-Belastung von 2007 bis einschließlich 2012 reicht dabei von wenigen µg/m³ (z. B. an den Messpunkten MP 07, MP 27 und MP 38) bis hin zu Reduktionen von ≥ 10 µg/m³ an den Messpunkten MP 01, MP 4, MP 05 MP 08, MP 17, MP 21, MP 30 und MP 34. Trotz der im Mittel stagnierenden NO_2-Immissionssituation im Jahr 2012 betrug die Reduktion an immerhin 8 Messstellen ≥ 10 µg/m³ für den Bezugszeitraum 2007 bis 2012 (siehe auch Abbildung 13).

Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den Zeitraum von 2007 bis 2012 ein Rückgang der NO_2-Immissionen von 8 µg/m³ registriert. Eine Zunahme der NO_2-Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum 2007 bis 2012 an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet. Besonders positiv ist die Entwicklung an den Messpunkten MP 01 (Nevigeser Straße), MP 03 (Neviandtstraße) und MP 19 (Ostersbaum) zu bewerten. An diesen Standorten wurde der Grenzwert für NO_2 von 40 µg/m³ im Jahresmittel erstmals seit Messbeginn eingehalten. Insgesamt lag die NO_2-Belastung in 2012 im Mittel auf dem Niveau des Vorjahres 2011. Dieser aktuelle Trend wurde auch vom Umweltbundesamt für Vielzahl von Messstationen für das Jahr 2012 beobachtet und dokumentiert [9].

Die lokalen Messergebnisse für NO_2 in Wuppertal sind darüber hinaus auch plausibel im Vergleich zur großräumigen Entwicklung der NO_2-Belastung in Nordrhein-Westfalen. Die Messungen des LANUV NRW ergaben laut Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) für Nordrhein-Westfalen im Jahr 2012 an insgesamt 67 von 117 Messstationen (das entspricht etwa 57 %) Überschreitungen des Immissionswertes von 40 µg/m³ im Jahresmittel [29]. Analog zur Situation in Wuppertal wurden Überschreitungen insbesondere an dicht bebauten Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen beobachtet.

Im Vergleich zum Jahr 2011 ist die NO_2-Belastung anders als in Wuppertal landesweit in NRW um etwa 1,5 µg/m³ gesunken, was einer Reduktion um 4 % entspricht [29]. Gründe für diese geringfügig ungünstigere Entwicklung in Wuppertal im Jahr 2012 gegenüber dem NRW-Mittel können die für den Luftaustausch eher ungünstige Tallage der Stadt sowie der hohe Anteil der Messstellen an Belastungsschwerpunkten genannt sein. Während landesweit Messungen auch an regionalen und städtischen Hintergrundmessstellen durchgeführt werden, beziehen sich die zusätzlichen Messungen der Stadt Wuppertal ausschließlich auf (potentielle) Belastungsschwerpunkte.

Die Anzahl der besonders hoch belasteten Messstationen (Jahresmittel > 60 µg/m³) ist im Messnetz des Landes NRW mit 3 im Jahr 2011 gegenüber 6 im Jahr 2011 nochmals zurückgegangen. Neben den Ergebnissen an der Briller Straße in Wuppertal wurden solche Spitzenbelastungen vom LANUV NRW auch in Düren, Düsseldorf und Köln festgestellt.

Der besonders hohe Anteil der Messstandorte mit Überschreitungen des Jahresmittelwertes in Wuppertal (17 von 23 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 bundesweisten Ergebnissen ist daher nur eingeschränkt möglich.

Mit dem Ziel, insbesondere potentielle Belastungsschwerpunkte 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. Dafür wurden die Messungen in der Neviandtstraße (MP 3), am Ostersbaum (MP 19) und in der Uellendahler Straße (MP 30) eingestellt. An den letztgenannten Messpunkten wurde der zulässige Jahresmittelwert für NO_2 von 40 µg/m³ eingehalten.

Insgesamt weisen alle aktuellen NO_2-Messergebnisse mit den zahlreichen Grenzwertüberschreitungen auf den großen Handlungsbedarf hin, den Schadstoffausstoß der Stickstoffoxide insbesondere des Verkehrs als maßgeblicher lokaler Emittent weiter zu vermindern [29]. Zur Senkung der hohen Hintergrundbelastung sind zusätzlich aber auch weitere Emissionsminderungsmaßnahmen in anderen Bereichen wie beispielsweise Industrie, Hausbrand und Baumaschinen erforderlich.

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

Entstehung und Wirkung von Feinstäuben

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

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

Luftgetragene Partikel der Fraktion PM_{10} können durch Nase und Mund in die Lunge gelangen, wo sie je nach Größe bis in die Hauptbronchien oder Lungenbläschen transportiert werden können [28]. Ultrafeine Partikel ($PM_{0,1}$) als Bestandteil von PM_{10} können von den Lungenbläschen (Alveolen) in die Blutbahn übertreten und so im Körper verteilt werden und andere Organe erreichen.

Aus epidemiologischen Untersuchungen liegen deutliche Hinweise für den Zusammenhang zwischen kurzen Episoden mit hoher PM_{10}-Exposition und Auswirkungen auf die Sterblichkeit (Mortalität) und Erkrankungsrate (Morbidität) vor. PM_{10} oder eine oder mehrere der PM_{10}-Komponenten leisten nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand einen Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen. Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sind dabei am wichtigsten [28].

Eine Langzeit-Exposition über Jahrzehnte kann ebenso mit ernsten gesundheitlichen Auswirkungen verbunden sein. So wurden insbesondere eine erhöhte Rate von Atemwegserkrankungen und Störungen des Lungenwachstums bei Kindern festgestellt. Auch ist eine Erhöhung der PM_{10}-Konzentration mit einem Anstieg der Gesamtsterblichkeit und der Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Sterblichkeit verbunden. Darüber hinaus gibt es Hinweise für eine erhöhte Lungenkrebssterblichkeit [28].

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

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

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

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

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Partikel PM_{10} ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV [3]. Darüber hinaus gilt für Partikel PM_{10} ein maximaler Tagesmittelwert von 50 µg/m³ bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Gegenüber dem Jahresmittelwert von 40 µg/m³ ist der Kurzzeit-Beurteilungswert (50 µg/m³ als Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr) als der strengere Beurteilungswert anzusehen. Aus einer statistischen Auswertung einer Vielzahl von PM_{10}-Messreihen über mehrere Jahre kann abgeleitet werden, dass 35 Überschreitungen des PM_{10}-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ mit Jahresmittelwerten von etwa 27 bis 33 µg/m³ für PM_{10} korrespondieren. Ebenso wie für NO_2 sind diese Beurteilungsmaßstäbe neben der flächenhaften Beurteilung der Luftqualität über die 39. BImSchV auch im Rahmen der Anlagengenehmigung 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 2012 vom LANUV NRW im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) PM_{10}-Messungen an den Stationen Wuppertal-Langerfeld (WULA) und Wuppertal-Gathe (VWEL) durchgeführt. Wie in Abschnitt 6.1 bereits dargestellt, handelt es sich bei der Station Langerfeld um eine städtische Hintergrundstation und bei der Messstelle Gathe um einen Belastungsschwerpunkt („Hot-Spot"). Seit dem Jahr 2009 werden an der städtischen Hintergrund-Messstation Langerfeld zusätzlich Messungen von Feinstaub $PM_{2,5}$ durchgeführt. In Tabelle 9 sind statistischen Kenngrößen für die PM_{10}- und $PM_{2,5}$-Messungen an diesen Messstellen für das Jahr 2012 dargestellt und den Beurteilungsmaßstäben gegenübergestellt.

Tabelle 9 Statistische Kenngrößen für Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$ im Jahr 2012 an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA).

Messstation	**Partikel PM_{10}**		**Partikel $PM_{2,5}$**
	Jahresmittel	Anzahl Tage > 50 µg/m³	Jahresmittel
Gathe	25	13	---
Langerfeld	23	9	13
Beurteilungswert	**40** [1)]	**35** [1)]	**25** [2)]

[1)] Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV

[2)] Zielwert gemäß 39. BImSchV

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

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

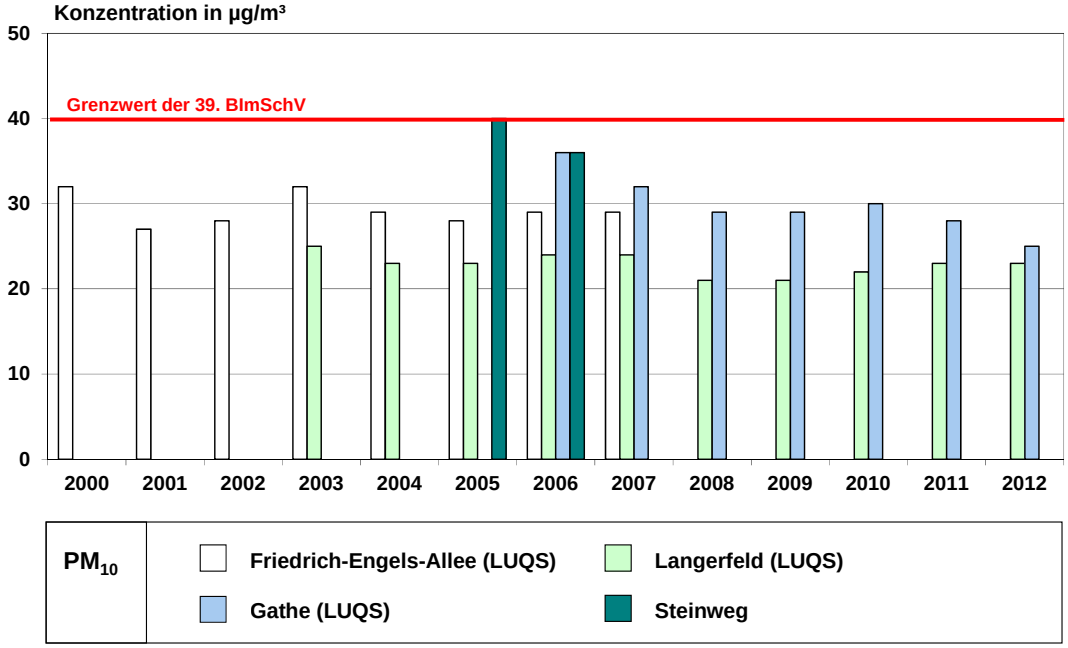


Abbildung 14 Entwicklung der PM_{10}-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2012.

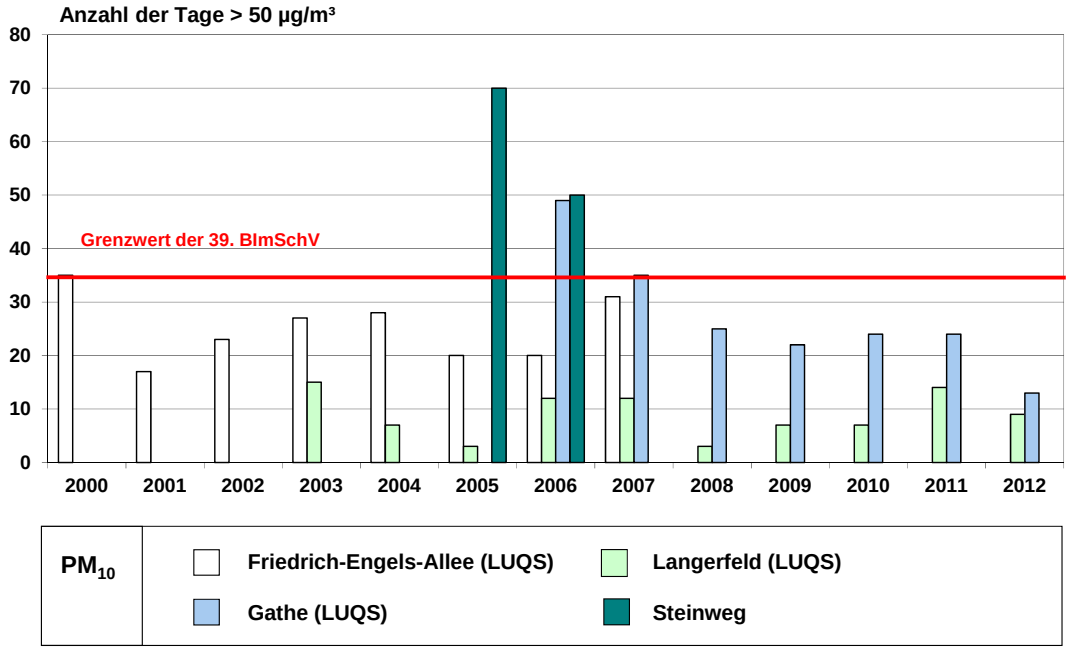


Abbildung 15 Anzahl der Tage mit PM_{10}-Mittelwerten > 50 µg/m³ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2012.

Im Jahresmittel 2012 lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld sowohl die PM_{10}- als auch die $PM_{2,5}$-Konzentrationen deutlich unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte. An der Station Gathe wurde hierbei, wie bereits in den letzten Jahren, aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit 25 µg/m³ eine höhere PM_{10}-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 13 Tagen in 2012 entsprechend höher als an der Messstelle Langerfeld mit 9 Tagen.

Die Jahresmittelwerte für PM_{10} an der Friedrich-Engels-Allee (Messzeitraum 2000 bis 2007) und der Station Langerfeld im städtischen Hintergrund (Messzeitraum 2003 bis 2012, aktuell) weisen nur eine geringe Variation in den jeweiligen Messzeiträumen von Jahr zu Jahr auf. Die verbleibenden, geringfügigen Änderungen der mittleren PM_{10}-Belastung von Jahr zu Jahr können aber nur z. T. durch den Einfluss der jährlichen Variation der Witterungsbedingungen auf die lokalen Austauschverhältnisse erklärt werden.

Die witterungsbedingte Variation der PM_{10}-Belastung wird vom LANUV NRW u.a. durch Auswertungen der Stationen EIFE und ROTH quantifiziert. Beide Stationen sind als repräsentativ für den ländlichen Hintergrund klassifiziert und können in NRW zur Abschätzung der überregionalen Hintergrundbelastung herangezogen werden. Im Zeitraum von 2006 bis 2012 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) kann nach einem Rückgang der PM_{10}-Belastung in den Jahren 2006 und 2007 und einer darauf folgenden Stagnation der mittleren PM_{10}-Konzentrationen seit 2011 eine erneute Verbesserung für diesen Luftschadstoff beobachtet werden.

Der Beitrag des beschriebenen städtischen und überregionalen Hintergrundes zur PM_{10}-Belastung an der LUQS-Station Gathe kann mit Hilfe einer Quellenzuordnung nach dem Ansatz Lenschow et al. (2001) abgeschätzt werden [30]. In diesem Ansatz geht man von dem Beitrag unterschiedlicher Quellregionen zur PM_{10}-Immissionssituation an einem bestimmten "Hot Spot" aus. Die Ergebnisse einer solchen Quellenanalyse zeigt die Abbildung 16. Durch Einbezug der überregionalen Hintergrundbelastung ist die jährliche Variation der Witterungsbedingungen in dieser Darstellung bereits berücksichtigt. Für die überregionale Hintergrundbelastung wurden die Messdaten der LUQS-Stationen Netphen Rothaargebirge (ROTH) und Simmerath Eifel (EIFE) sowie für die regionale Hintergrundbelastung die LUQS-Stationen Borken-Gemen (BORG) und Soest-Ost (SOES) herangezogen.

Die Darstellungform nach dem Lenschow-Ansatz in Abbildung 16 soll im Folgenden am Beispiel des Jahres 2006 erläutert werden: Die PM_{10}-Konzentration von 36 µg/m³ (100 %) der Station Wuppertal Gathe (VWEL) im Jahr 2006 setzt sich zusammen aus einem überregionalen Hintergrund von 14 µg/m³ (39 %, grün-schraffiert), einem regionalen Hintergrundbeitrag von 8 µg/m³ (24 %, grün), einem städtischen Hintergrundbeitrag von 2 µg/m³ (4 %, blau) sowie einer lokalen Zusatzbelastung an der Station Gathe (VWEL) von 12 µg/m³ (33 %, rot). Diese Werte entsprechen einer überregionalen Hintergrundbelastung von 14 µg/m³, einem regionalen Hintergrund von 22 µg/m³, einer städtischen Hintergrundbelastung von 24 µg/m³ sowie einer PM_{10}-Konzentration von 36 µg/m³ am Verkehrsmesspunkt Wuppertal Gathe (VWEL) im Jahr 2006.

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

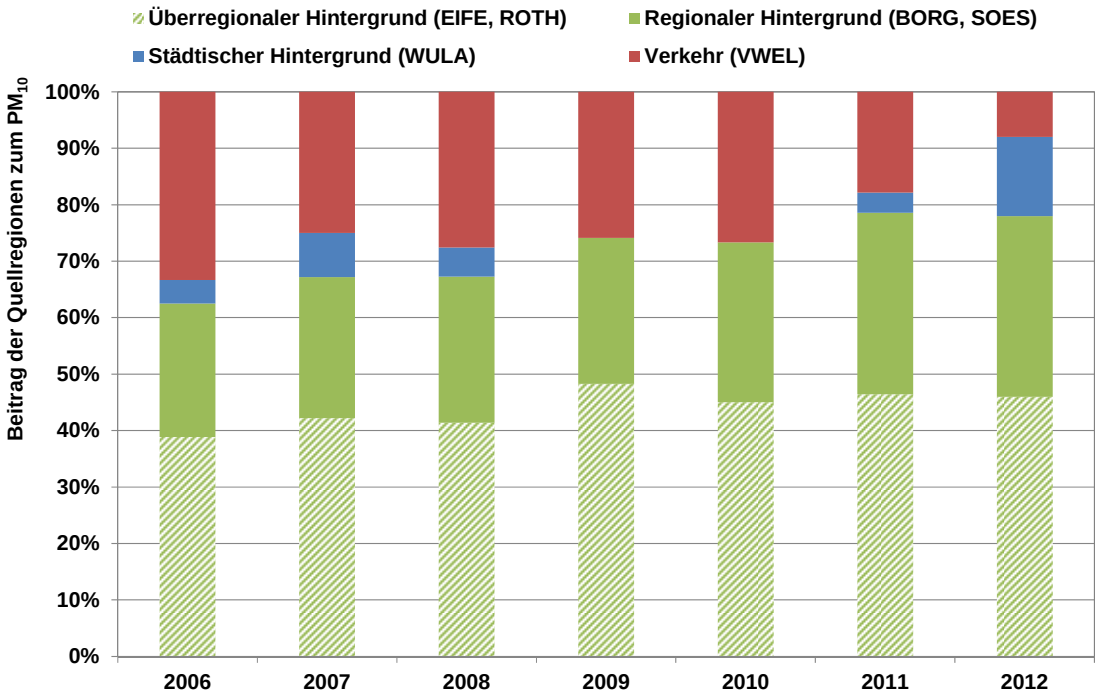


Abbildung 16 Beiträge der Quellregionen „Überregionaler Hintergrund“, „Regionaler Hintergrund“, „Städtischer Hintergrund“ und „Verkehr“ an der LUQS-Station Wuppertal Gathe (VWEL) nach Ansatz von Lenschow et. al [30].

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.

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 µg/m³ (gültig seit 2005) noch an keiner Messstelle überschritten.

Die seit dem Jahr 2009 durchgeführten $PM_{2,5}$-Messungen liegen mit 19 µg/m³ im Jahr 2009, 16 µg/m³ in den Jahren 2010 und 2011 und 13 µg/m³ in 2012 deutlich und sicher unterhalb des Beurteilungswertes von 25 µg/m³ im Jahresmittel als Zielwert gemäß 39. BImSchV.

Die Anzahl der Überschreitungstage (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.

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. Die in der Tendenz höhere Anzahl an Überschreitungstagen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ im Vorjahr 2011 wurde auch landesweit in NRW beobachtet. In NRW traten im Jahr 2011 großräumig witterungsbedingte Häufungen von PM_{10}-Grenzwertüberschreitungen von Ende Januar bis Mitte April und sehr ausgeprägt im November auf.

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$ als unkritisch bezeichnet werden. Sowohl die Langzeit- als auch die Kurzzeitwerte liegen seit dem Jahr 2007 sicher unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte. Die positive Entwicklung in 2012 in Wuppertal entspricht grundsätzlich auch dem großräumigen Trend einer tendenziell abnehmenden PM_{10}-Belastung in Nordrhein-Westfalen [29].

7 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 die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$) sowie meteorologische Messungen. Nach einem kontinuierlichen und signifikanten Rückgang der NO_2-Konzentrationen in Wuppertal von 2007 bis 2011 wurde für das Jahr 2012 im Mittel über alle Messstellen seit mehreren Jahren erstmals eine stagnierende NO_2-Belastung im Vergleich zum Vorjahr 2011 festgestellt. Diese Ergebnisse korrespondieren weitestgehend mit weiteren Ergebnissen zur NO_2-Entwicklung sowohl NRW- als auch bundesweit. Im Mittel lagen die Ergebnisse im Jahr 2012 auf einem vergleichbaren Niveau wie im Vorjahr 2011. Der Rückgang der NO_2-Belastung in Wuppertal zwischen 2007 und 2012 ist jedoch trotz dieser Stagnationsphase beträchtlich und beträgt für diesen Zeitraum (2007 bis 2012) im Mittel über alle 23 Messpunkte 8 µg/m³. An insgesamt 8 Messstellen wurde für diesen Zeitraum eine Reduktion von ≥ 10 µg/m³ festgestellt.

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 einem Rückgang 2006 bis 2008 und einer Stagnation bis 2010 in den Jahren 2011 und 2012 weiter zurückgegangen. Ein vergleichbarer Trend wurde an dieser Messstation (VWEL) auch für die Anzahl der Tage mit PM_{10}-Mittelwerten > 50 µg/m³ 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 µg/m³) 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 (PM_{10} und $PM_{2,5}$) in Wuppertal betont werden, dass seit 2007 alle relevanten Beurteilungswerte kontinuierlich eingehalten werden.

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

8 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 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)

[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 2012; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach

[8] DWD (2007): Mittelwerte der Lufttemperatur für den Zeitraum 1961-1990; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach

[9] UBA (2013): Auswertung der Luftbelastungssituation 2012; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Luftqualität 2012 – vorläufige Auswertung“, 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] LUBW (2009): Luftmessbericht Wuppertal 2008; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

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

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

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

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

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

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

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

[21] 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

[22] 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

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

[24] 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

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

[26] Pfeffer, U., Zang, T., Breuer, L., Rumpf, E., Beier, R. (2009): Long-term validation and robustness of uptake rates of diffusive samplers for NO_2 and benzene, International Conference ‘Measuring Air Pollutants by Diffusive Sampling and Other Low Cost Monitoring Techniques, Krakow, 15th – 17th September 2009

[27] LANUV-NRW (2013): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); Monatsberichte 2012 und Jahresbericht 2012 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2013

[28] 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

[29] MKULNV NRW (2013): Luftqualität 2012: Schadstoff-Belastung nimmt ab, aber weiter Handlungsbedarf bei Stickstoffoxid-Minderung, Pressemitteilung vom 18.04.2013, Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW), Düsseldorf

[30] 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 03

Neviandtstraße 44
42117 Wuppertal

Rechtswert	25 79 383 m
Hochwert	56 79 643 m
Höhe	176 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 19

Ostersbaum 72
42107 Wuppertal

Rechtswert	25 80 846 m
Hochwert	56 81 767 m
Höhe	164 m ü. NN
Messzeitraum	seit 2006

Messpunkt 20

Wichlinghauser Straße 70
42277Wuppertal

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

Messpunkt 21

Berliner Straße 159
42277 Wuppertal

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

Messpunkt 22

Heckinghauser Straße 159
42289 Wuppertal

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

Messpunkt 24

Staasstraße 51
42369 Wuppertal

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

Messpunkt 27

Bundesallee 30
42103 Wuppertal

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

Messpunkt 28

Schwarzbach 78
42277 Wuppertal

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

Messpunkt 30

Uellendahler Straße 428
42109 Wuppertal

Rechtswert	25 81 354 m
Hochwert	56 83 360 m
Höhe	200 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

Anhang B

Einzelmessergebnisse

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 30.12.2010 bis 29.12.2012.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 1 /1 µg/m³	MP 1 / 2 µg/m³	MP 1 µg/m³	MP 2 /1 µg/m³	MP 2 / 2 µg/m³	MP 2 µg/m³	MP 3 /1 µg/m³	MP 3 / 2 µg/m³	MP 3 µg/m³	MP 4 /1 µg/m³	MP 4 / 2 µg/m³	MP 4 µg/m³
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**41**	**39**	**40**	**65**	**63**	**64**	**38**	**39**	**38**	**51**	**51**	**51**
Jan 2012	29.12.11 - 01.02.12	34	37	38	38	62	57	59	38	37	38	45	43	44
Feb 2012	01.02.12 - 01.03.12	29	50	49	49	62	68	65	46	58	52	56	60	58
Mrz 2012	01.03.12 - 30.03.12	29	50	45	47	75	70	72	49	49	49	58	61	59
Apr 2011	30.03.12 - 03.05.12	34	39	34	36	70	66	68	38	35	37	47	53	50
Mai 2012	03.05.12 - 01.06.12	29	39	37	38	64	59	62	38	36	37	48	51	49
Jun 2012	01.06.12 - 03.07.12	32	34	34	34	51	55	53	31	28	29	45	42	43
Jul 2012	03.07.12 - 01.08.12	29	39	37	38	57	61	59	30	30	30	46	46	46
Aug 2012	01.08.12 - 31.08.12	30	38	36	37	73	62	67	37	32	34	54	51	53
Sep 2012	31.08.12 - 01.10.12	31	44	44	44	62	62	62	41	43	42	51	56	53
Okt 2012	01.10.12 - 02.11.12	32	32	32	32	68	69	69	35	40	38	55	54	55
Nov 2012	02.11.12 - 30.11.12	28	40	43	42	62	60	61	34	37	35	51	52	52
Dez 2012	30.11.12 - 28.12.12	28	46	45	46	69	63	66	36	38	37	54	48	51
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**41**	**39**	**40**	**65**	**63**	**64**	**38**	**39**	**38**	**51**	**51**	**51**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 5 /1 µg/m³	MP 5 / 2 µg/m³	MP 5 µg/m³	MP 7 /1 µg/m³	MP 7 / 2 µg/m³	MP 7 µg/m³	MP 8 /1 µg/m³	MP 8 / 2 µg/m³	MP 8 µg/m³	MP 9 /1 µg/m³	MP 9 / 2 µg/m³	MP 9 µg/m³
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**49**	**49**	**49**	**46**	**45**	**46**	**39**	**39**	**39**	**51**	**50**	**51**
Jan 2012	29.12.11 - 01.02.12	34	46	48	47	41	37	39	41	37	39	46	50	48
Feb 2012	01.02.12 - 01.03.12	29	59	57	58	53	46	49	44	47	46	59	56	57
Mrz 2012	01.03.12 - 30.03.12	29	63	65	64	49	50	50	48	48	48	57	56	57
Apr 2011	30.03.12 - 03.05.12	34	50	45	48	42	43	43	33	37	35	52	47	50
Mai 2012	03.05.12 - 01.06.12	29	51	54	52	40	40	40	38	36	37	48	50	49
Jun 2012	01.06.12 - 03.07.12	32	39	39	39	38	35	37	30	31	30	42	44	43
Jul 2012	03.07.12 - 01.08.12	29	40	43	41	44	44	44	30	30	30	49	50	50
Aug 2012	01.08.12 - 31.08.12	30	44	44	44	57	56	57	37	40	39	59	56	57
Sep 2012	31.08.12 - 01.10.12	31	55	52	54	51	47	49	42	43	42	51	50	51
Okt 2012	01.10.12 - 02.11.12	32	50	47	49	48	50	49	41	39	40	49	49	49
Nov 2012	02.11.12 - 30.11.12	28	46	44	45	48	48	48	43	42	42	49	45	47
Dez 2012	30.11.12 - 28.12.12	28	46	48	47	45	48	46	41	41	41	52	48	50
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**49**	**49**	**49**	**46**	**45**	**46**	**39**	**39**	**39**	**51**	**50**	**51**

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 30.12.2010 bis 29.12.2012 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 13 /1 µg/m³	MP 13 / 2 µg/m³	MP 13 µg/m³	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
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**48**	**48**	**48**	**42**	**42**	**42**	**56**	**56**	**56**	**54**	**53**	**53**
Jan 2012	29.12.11 - 01.02.12	34	45	51	48	37	37	37	52	50	51	45	47	46
Feb 2012	01.02.12 - 01.03.12	29	56	53	54	44	45	44	59	59	59	60	57	58
Mrz 2012	01.03.12 - 30.03.12	29	58	59	58	49	50	49	59	62	61	53	57	55
Apr 2011	30.03.12 - 03.05.12	34	47	50	48	35	37	36	59	58	59	54	57	55
Mai 2012	03.05.12 - 01.06.12	29	48	46	47	41	40	41	56	58	57	54	51	53
Jun 2012	01.06.12 - 03.07.12	32	39	38	38	34	34	34	49	45	47	48	43	45
Jul 2012	03.07.12 - 01.08.12	29	43	43	43	38	38	38	50	53	51	50	49	49
Aug 2012	01.08.12 - 31.08.12	30	52	51	52	46	48	47	62	68	65	58	55	57
Sep 2012	31.08.12 - 01.10.12	31	50	49	49	49	50	50	64	61	62	57	59	58
Okt 2012	01.10.12 - 02.11.12	32	46	43	44	49	43	46	55	60	57	53	51	52
Nov 2012	02.11.12 - 30.11.12	28	43	45	44	37	43	40	53	50	52	54	59	56
Dez 2012	30.11.12 - 28.12.12	28	45	46	45	41	44	42	56	52	54	58	54	56
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**48**	**48**	**48**	**42**	**42**	**42**	**56**	**56**	**56**	**54**	**53**	**53**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 19 /1 µg/m³	MP 19 / 2 µg/m³	MP 19 µg/m³	MP 20 /1 µg/m³	MP 20 / 2 µg/m³	MP 20 µg/m³	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
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**39**	**38**	**39**	**42**	**43**	**42**	**47**	**44**	**45**	**41**	**42**	**41**
Jan 2012	29.12.11 - 01.02.12	34	40	37	38	42	40	41	48	41	44	40	42	41
Feb 2012	01.02.12 - 01.03.12	29	44	49	47	42	49	45	52	44	48	49	53	51
Mrz 2012	01.03.12 - 30.03.12	29	48	47	47	49	50	50	54	50	52	49	53	51
Apr 2011	30.03.12 - 03.05.12	34	38	37	37	41	43	42	47	45	46	42	42	42
Mai 2012	03.05.12 - 01.06.12	29	38	40	39	41	45	43	51	52	52	42	39	40
Jun 2012	01.06.12 - 03.07.12	32	33	31	32	34	36	35	40	39	40	35	35	35
Jul 2012	03.07.12 - 01.08.12	29	28	28	28	32	29	31	42	41	41	28	29	29
Aug 2012	01.08.12 - 31.08.12	30	36	35	35	41	43	42	48	41	45	39	36	38
Sep 2012	31.08.12 - 01.10.12	31	45	42	43	47	44	45	47	49	48	44	43	44
Okt 2012	01.10.12 - 02.11.12	32	35	42	38	45	44	44	45	43	44	42	45	43
Nov 2012	02.11.12 - 30.11.12	28	39	36	37	43	46	44	42	42	42	42	39	40
Dez 2012	30.11.12 - 28.12.12	28	42	38	40	42	45	44	43	42	42	36	43	39
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**39**	**38**	**39**	**42**	**43**	**42**	**47**	**44**	**45**	**41**	**42**	**41**

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 30.12.2010 bis 29.12.2012 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	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	MP 28 /1 µg/m³	MP 28 / 2 µg/m³	MP 28 µg/m³	MP 30 /1 µg/m³	MP 30 / 2 µg/m³	MP 30 µg/m³
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**41**	**41**	**41**	**29**	**29**	**29**	**48**	**47**	**48**	**32**	**31**	**32**
Jan 2012	29.12.11 - 01.02.12	34	38	36	37	31	30	31	45	46	45	37	31	34
Feb 2012	01.02.12 - 01.03.12	29	48	51	49	36	37	37	46	49	47	39	46	42
Mrz 2012	01.03.12 - 30.03.12	29	51	49	50	40	35	38	49	48	49	39	39	39
Apr 2011	30.03.12 - 03.05.12	34	39	41	40	25	24	24	45	46	46	28	28	28
Mai 2012	03.05.12 - 01.06.12	29	42	42	42	24	24	24	47	47	47	26	26	26
Jun 2012	01.06.12 - 03.07.12	32	35	34	34	21	22	21	43	43	43	26	26	26
Jul 2012	03.07.12 - 01.08.12	29	30	31	31	21	21	21	48	46	47	22	22	22
Aug 2012	01.08.12 - 31.08.12	30	40	36	38	26	24	25	58	54	56	28	29	28
Sep 2012	31.08.12 - 01.10.12	31	41	41	41	32	31	31	50	50	50	32	29	30
Okt 2012	01.10.12 - 02.11.12	32	41	44	43	29	32	30	48	43	45	36	35	36
Nov 2012	02.11.12 - 30.11.12	28	40	41	40	29	31	30	47	46	46	35	32	34
Dez 2012	30.11.12 - 28.12.12	28	43	40	42	29	31	30	49	49	49	35	34	35
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**41**	**41**	**41**	**29**	**29**	**29**	**48**	**47**	**48**	**32**	**31**	**32**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	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
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**47**	**47**	**47**	**50**	**50**	**50**	**46**	**45**	**45**
Jan 2012	29.12.11 - 01.02.12	34	41	42	42	46	46	46	49	44	46
Feb 2012	01.02.12 - 01.03.12	29	51	49	50	52	51	52	54	53	53
Mrz 2012	01.03.12 - 30.03.12	29	55	58	56	57	59	58	53	51	52
Apr 2011	30.03.12 - 03.05.12	34	49	46	48	46	42	44	45	44	44
Mai 2012	03.05.12 - 01.06.12	29	43	47	45	50	46	48	47	46	47
Jun 2012	01.06.12 - 03.07.12	32	39	38	39	42	44	43	37	39	38
Jul 2012	03.07.12 - 01.08.12	29	42	39	41	45	45	45	39	41	40
Aug 2012	01.08.12 - 31.08.12	30	48	48	48	57	57	57	47	46	47
Sep 2012	31.08.12 - 01.10.12	31	46	46	46	54	54	54	46	46	46
Okt 2012	01.10.12 - 02.11.12	32	47	51	49	53	52	52	43	43	43
Nov 2012	02.11.12 - 30.11.12	28	48	49	49	47	50	49	46	45	46
Dez 2012	30.11.12 - 28.12.12	28	50	51	50	47	50	48	45	41	43
Mittel	**29.12.11 - 28.12.12**	**365**	**47**	**47**	**47**	**50**	**50**	**50**	**46**	**45**	**45**

Anhang C

Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen an der Messstation Wuppertal Bundesallee

Tabelle 11 Ergebniskalender der Messgröße Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2012.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.
Jan	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
	11,2	**7,6**	**6,7**	**5,7**	**5,9**	**4,6**	**5,3**	**5,3**	**6,4**	**7,3**	**7,9**	**7,0**	**3,8**	**3,4**	**2,2**	**1,0**	**0,3**	**1,5**	**6,1**	**3,1**	**5,3**	**5,6**	**4,7**	**--**	**--**	**--**	**2,3**	**1,6**	**-1,5**	**-0,7**	**-3,1**
	9,9	4,3	3,7	3,6	1,6	2,0	3,1	3,0	4,9	6,3	7,4	4,5	2,8	1,9	-0,6	-2,3	-3,0	-2,5	4,2	1,7	1,6	3,8	4,3	--	--	--	-40,3	0,0	-2,3	-2,3	-6,8
	13,0	12,6	11,8	7,4	8,3	6,7	7,8	6,3	7,7	8,7	8,8	8,2	5,1	5,3	6,7	8,3	6,4	4,6	9,8	5,6	8,9	8,1	6,4	--	--	--	9,9	7,6	0,3	0,3	-0,8
Feb	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi		
	-6,6	**-8,3**	**-8,1**	**-7,4**	**-7,2**	**-6,7**	**-9,7**	**-5,1**	**-4,8**	**-4,7**	**-7,3**	**-5,3**	**-1,0**	**1,9**	**3,5**	**3,3**	**4,6**	**6,2**	**2,4**	**1,0**	**3,7**	**5,9**	**6,6**	**8,4**	**5,9**	**4,6**	**5,8**	**7,6**	**9,4**		
	-8,9	-10,8	-11,7	-9,6	-9,9	-9,8	-13,7	-7,0	-8,8	-8,0	-11,7	-8,9	-3,7	0,5	1,9	1,3	3,7	4,6	0,2	-0,7	0,6	3,0	3,7	7,1	3,8	3,6	2,9	6,3	8,5		
	-2,9	-5,0	-3,7	-3,4	-2,9	-1,9	-6,9	-2,0	-1,5	-1,8	-3,2	-2,8	1,3	4,0	4,8	5,2	5,7	7,7	6,8	3,8	7,9	9,3	9,2	8,8	8,6	6,1	8,9	8,8	10,6		
Mrz	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
	9,7	**7,6**	**8,0**	**8,6**	**5,3**	**5,8**	**3,1**	**4,6**	**6,3**	**7,9**	**8,8**	**6,1**	**7,0**	**7,6**	**11,0**	**13,8**	**10,6**	**8,0**	**6,4**	**7,5**	**10,3**	**12,8**	**13,6**	**13,5**	**13,7**	**12,0**	**12,3**	**13,1**	**8,6**	**8,0**	**6,5**
	7,5	6,3	6,8	7,4	2,6	2,3	-0,1	2,3	1,3	6,5	6,8	4,7	6,3	4,2	4,0	6,3	7,0	4,2	3,6	0,8	3,3	5,2	6,3	6,3	8,6	5,3	5,4	6,7	6,0	6,9	2,9
	15,3	9,3	9,7	11,0	7,7	9,8	7,3	7,8	10,8	8,9	11,1	7,5	8,0	12,1	19,9	21,1	15,1	10,6	10,8	13,8	17,6	19,8	21,2	20,2	18,9	17,9	18,9	19,6	11,2	10,8	8,2
Apr	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	
	4,6	**6,6**	**10,1**	**8,6**	**5,6**	**6,6**	**4,3**	**5,0**	**6,7**	**10,2**	**8,9**	**7,8**	**7,5**	**7,7**	**6,4**	**5,1**	**5,8**	**7,8**	**9,8**	**9,4**	**7,6**	**7,1**	**8,7**	**8,2**	**9,4**	**11,2**	**12,2**	**18,7**	**16,6**	**17,0**	
	-0,5	3,0	4,4	6,1	4,6	4,1	2,5	0,9	4,3	7,0	6,4	5,5	4,6	3,4	4,6	1,3	-0,3	4,8	6,7	5,8	5,2	5,2	4,9	6,9	6,9	9,1	9,3	10,4	13,1	10,7	
	9,3	10,6	16,6	10,9	6,7	10,6	7,1	9,1	8,7	13,7	13,8	11,5	12,1	13,0	8,2	9,3	11,4	11,6	13,4	14,3	10,5	11,6	13,4	11,0	12,5	13,9	15,5	27,8	21,9	21,9	
Mai	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
	16,3	**14,7**	**13,0**	**15,0**	**8,2**	**7,0**	**8,7**	**15,3**	**15,9**	**20,2**	**18,2**	**9,3**	**8,8**	**12,2**	**8,7**	**7,4**	**9,9**	**13,7**	**16,8**	**18,8**	**19,7**	**21,8**	**19,4**	**21,7**	**19,2**	**19,5**	**19,5**	**20,3**	**17,0**	**17,8**	**16,6**
	12,3	12,8	10,1	10,6	7,3	5,7	5,5	8,4	13,9	14,4	11,8	6,7	3,0	4,6	6,0	4,8	1,8	11,3	12,0	13,9	14,8	16,1	16,0	15,1	13,4	11,8	13,6	14,1	12,7	13,1	14,0
	19,9	19,5	14,9	19,9	10,6	8,8	14,7	21,3	19,2	25,5	23,8	12,7	14,9	19,3	12,7	11,8	15,9	17,7	22,7	24,7	24,3	28,5	26,4	27,7	23,5	24,8	24,9	25,9	23,0	22,1	20,5
Jun	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	
	12,4	**12,8**	**9,5**	**10,4**	**11,2**	**12,8**	**17,6**	**16,9**	**13,6**	**15,3**	**14,8**	**14,3**	**12,2**	**13,7**	**15,9**	**15,4**	**16,7**	**17,1**	**16,8**	**16,7**	**18,3**	**16,3**	**16,1**	**14,7**	**14,2**	**15,6**	**17,1**	**22,5**	**20,5**	**19,6**	
	11,1	8,4	8,5	7,2	6,6	9,9	14,3	13,9	10,7	10,5	11,8	12,0	10,0	11,0	12,4	13,7	13,0	12,3	12,5	14,3	15,5	13,7	13,1	11,8	11,7	9,8	13,1	15,8	16,2	14,4	
	14,0	17,6	11,9	16,6	16,6	17,9	22,2	20,1	16,5	20,7	19,0	18,4	14,4	18,9	20,5	18,1	22,3	21,7	20,3	20,3	23,6	19,8	20,0	18,0	18,0	21,2	21,1	27,6	24,2	24,4	
Jul	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
	17,3	**15,9**	**19,3**	**22,8**	**22,7**	**19,9**	**20,0**	**17,5**	**17,6**	**17,2**	**14,3**	**14,4**	**14,5**	**14,0**	**14,3**	**13,3**	**15,7**	**18,5**	**15,8**	**15,2**	**14,5**	**15,4**	**19,0**	**21,5**	**23,6**	**24,0**	**23,8**	**19,0**	**17,1**	**14,6**	**16,2**
	14,0	10,0	11,3	17,3	19,1	17,4	14,5	15,8	15,1	14,8	10,8	11,7	12,7	12,2	12,2	11,5	12,8	14,7	14,2	13,0	11,4	8,8	12,2	12,8	16,2	17,8	18,3	17,4	14,3	11,6	13,0
	20,4	20,1	25,6	28,4	27,8	24,4	24,6	20,7	21,8	22,6	18,2	18,5	18,8	17,2	17,7	16,6	19,4	24,3	19,3	18,9	17,6	22,2	26,0	28,5	30,0	29,9	31,4	22,0	19,7	18,5	20,5
Aug	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
	21,7	**21,1**	**18,7**	**19,2**	**18,7**	**17,4**	**16,1**	**16,9**	**17,9**	**15,9**	**16,4**	**18,6**	**21,4**	**22,3**	**24,1**	**20,1**	**22,3**	**26,3**	**29,2**	**25,0**	**23,8**	**18,9**	**18,1**	**18,6**	**18,5**	**15,4**	**17,7**	**19,9**	**20,2**	**17,5**	**13,2**
	13,0	16,3	13,7	14,7	15,6	15,2	13,5	12,0	15,4	11,3	10,5	12,5	16,0	19,5	18,3	15,6	17,0	20,1	22,9	21,8	20,2	15,4	12,7	13,8	15,3	13,9	13,2	15,6	13,9	15,0	10,5
	28,2	24,6	24,6	24,5	23,8	22,2	18,9	20,5	22,7	20,2	21,7	24,0	27,0	28,0	30,0	25,8	28,4	32,3	36,6	28,3	29,3	22,5	24,6	23,7	23,0	18,3	23,3	23,7	27,0	21,9	18,7
Sep	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
	13,7	**15,2**	**15,8**	**18,1**	**16,3**	**14,4**	**15,9**	**18,9**	**20,9**	**20,6**	**17,2**	**12,0**	**11,1**	**12,2**	**13,6**	**15,2**	**14,0**	**14,4**	**10,4**	**10,1**	**11,4**	**10,8**	**10,4**	**15,4**	**13,0**	**12,3**	**12,5**	**12,7**	**12,0**	**10,4**	
	9,9	9,0	11,3	11,0	13,6	10,8	8,8	12,4	12,7	15,2	12,7	9,3	8,9	9,9	10,6	9,3	12,0	10,5	7,3	5,5	6,2	7,3	6,0	10,0	11,8	11,6	11,1	9,7	7,2	5,3	
	20,1	22,9	21,1	26,0	19,7	19,3	23,5	26,8	28,8	27,6	21,5	15,2	14,3	14,6	17,8	22,5	16,8	17,7	14,8	15,8	16,9	15,4	15,2	20,2	14,7	13,3	16,1	16,6	15,0	16,6	
Okt	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
	12,0	**13,0**	**13,6**	**11,4**	**12,1**	**12,1**	**9,9**	**9,2**	**9,7**	**7,6**	**9,2**	**11,6**	**9,2**	**7,6**	**8,3**	**8,3**	**10,9**	**17,2**	**18,7**	**18,4**	**17,6**	**17,7**	**14,5**	**11,4**	**9,4**	**6,0**	**2,6**	**2,1**	**2,9**	**6,4**	**8,0**
	5,6	11,6	12,7	9,0	9,1	9,5	7,1	3,8	5,5	3,2	3,3	8,9	6,9	6,6	6,2	6,8	7,2	14,8	16,1	14,8	13,4	12,1	10,4	9,5	8,3	3,1	-0,3	-1,7	0,6	4,4	5,2
	19,1	15,2	17,0	13,0	16,9	16,0	14,2	14,2	13,1	13,9	15,3	14,3	12,9	9,5	13,0	10,0	13,7	20,8	23,1	22,7	24,6	27,7	21,5	16,4	10,6	8,4	6,4	7,9	4,4	8,7	12,6
Nov	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	
	7,8	**7,1**	**6,5**	**7,2**	**6,7**	**5,7**	**8,0**	**8,6**	**8,6**	**10,2**	**8,7**	**6,8**	**6,1**	**8,0**	**3,4**	**2,5**	**5,4**	**7,5**	**8,2**	**7,5**	**4,9**	**8,5**	**7,3**	**8,7**	**10,7**	**7,7**	**7,7**	**5,2**	**3,1**	**1,9**	
	6,5	5,9	5,3	5,2	5,9	3,3	6,0	8,2	7,7	7,9	6,2	5,9	3,9	3,5	2,2	1,6	3,2	6,9	4,8	3,5	2,6	5,6	5,6	7,6	6,7	5,6	6,5	4,4	2,5	-0,4	
	10,3	10,3	8,9	9,3	7,9	9,3	9,2	9,3	11,8	12,8	11,8	10,2	8,4	14,8	4,5	4,2	8,3	8,1	13,2	11,8	8,4	12,0	8,4	10,5	13,4	9,7	9,5	6,7	4,8	5,7	
Dez	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo
	1,1	**1,7**	**1,8**	**3,6**	**2,0**	**0,0**	**-0,9**	**-2,8**	**0,7**	**1,7**	**-0,8**	**-0,9**	**-0,8**	**3,9**	**7,9**	**6,7**	**6,4**	**5,4**	**5,0**	**2,8**	**4,5**	**6,5**	**10,3**	**10,1**	**9,2**	**6,8**	**7,2**	**5,2**	**9,5**	**7,0**	**8,4**
	0,5	0,2	0,3	2,4	0,2	-1,0	-2,0	-5,9	-3,2	0,1	-1,8	-2,0	-2,4	0,5	7,1	6,3	5,5	5,1	4,8	1,6	1,9	5,3	6,4	7,4	7,2	5,2	5,9	2,5	7,4	4,8	7,1
	2,7	3,5	2,2	4,7	4,8	1,8	0,0	2,6	4,0	3,2	0,3	0,9	0,7	7,6	9,3	7,9	7,6	6,2	5,8	4,6	6,5	7,3	12,6	12,2	12,2	8,2	9,1	7,4	11,1	10,4	9,6

Mo	Wochentag
12,0	**Tagesmittelwert (°C)**
5,6	niedrigster Einzelmesswert (°C)
19,1	höchster Einzelmesswert (°C)
--	kein Wert vorhanden

Tabelle 12 Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2012.

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

Mo	Wochentag
74	**Tagesmittelwert (%)**
47	niedrigster Einzelmesswert (%)
98	höchster Einzelmesswert (%)
--	kein Wert vorhanden

Tabelle 13 Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2012.

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

Mo	Wochentag
1,8	**Tagesmittelwert (m/s)**
0,0	niedrigster Einzelmesswert (m/s)
7,3	höchster Einzelmesswert (m/s)

-- kein Wert vorhanden