MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2010

Luftmessbericht Wuppertal 2010

Auftraggeber:	Stadt Wuppertal Ressort Umweltschutz
Bearbeitung:	Müller-BBM GmbH Am Bugapark 1 45899 Gelsenkirchen
	Dr. Alexander Ropertz Dipl.-Ing. (FH) Marcus Paewinsky Dipl.-Ing. (FH) Christine Seuffert Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein
Bericht-Nr.:	M78 750/2
Datum:	Mai 2011
Berichtsumfang:	49 Seiten, davon 34 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**	**18**
6.1	Stickstoffoxide	18
6.2	Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$	28
7	**Grundlagen und Literatur**	**33**

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 2010.

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.

Die derzeit am meisten diskutierten Luftschadstoffe sind Feinstaub (PM_{10}) und Stickstoffdioxid (NO_2). Auf der Basis der in Wuppertal durchgeführten Luftschadstoffmessungen wurde im Jahr 2008 unter Federführung der Bezirksregierung Düsseldorf ein gesamtstädtischer Luftreinhalteplan für die Stadt Wuppertal erstellt. Um insgesamt auf aktuelle und belastbare Messdaten zur Luftqualität zurückgreifen zu können, werden im Stadtgebiet von Wuppertal neben den kontinuierlichen Messungen des LANUV-NRW auch 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]. Inhaltlich werden mit der 39. BImSchV die Vorgaben der bislang gültigen 22. BImSchV fortgeschrieben und erweitert.

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 2010 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 2010 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 [16].

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 und 2010 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. 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 2010 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.

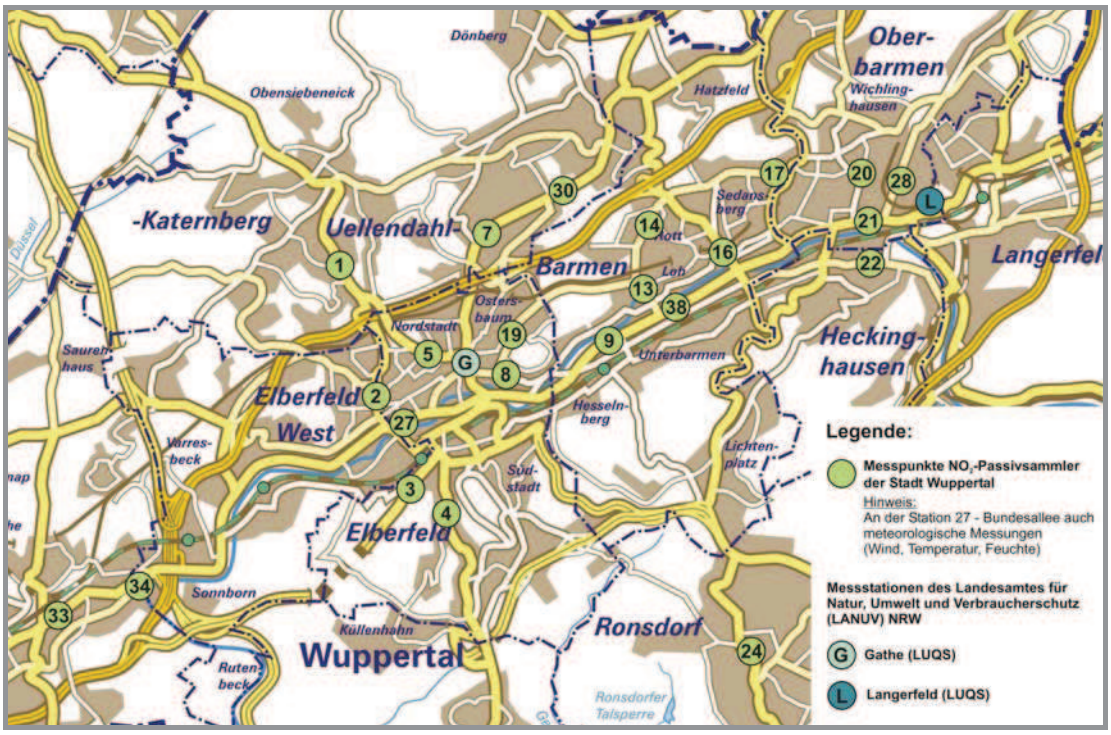

Abbildung 2 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 38 sowie der LANUV-NRW Messstandorte im Stadtgebiet von Wuppertal.

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 wurden, 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 somit 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 2010 werden die Ergebnisse für das Jahr 2010 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 [21].

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, Blatt1 (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 [22])
Absolute Nachweisgrenze:	0,03 µg/Probe
Relative Nachweisgrenze:	1,5 µg/m^3 bei 30tägiger Exposition
Messunsicherheit:	< 25%

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 wurden 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 2010 als Halbstundenmittelwerte vor; für jedes Halbstundenintervall und jede Messgröße wurden ferner jeweils die höchsten und die niedrigsten Einzelmesswerte festgehalten (Extremwerte). 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 2010

Mit winterlichen Verhältnissen startete das Jahr 2010 deutschlandweit erheblich kälter und deutlich schneereicher als im langjährigen Mittel. Frostige Temperaturen reichten bis weit in den März hinein, wurden dann jedoch rasch von einer ungewöhnlich warmen und trockenen Witterung abgelöst, die bis Ende April andauerte. Der April blieb zudem nicht nur Meteorologen in Erinnerung: Bedingt durch eine Nordwindwetterlage wurde nach dem Ausbruch des Gletschervulkans "Eyjafjallajokull“ isländische Vulkanasche in weite Teile Europas transportiert. Der Mai fiel in weiten Teilen des Landes sehr verregnet aus und war so kühl, dass er das Temperaturplus der beiden Vormonate wieder ausglich. Ab Ende Juni hielten sommerliche Temperaturen Einzug. Im Juli herrschte 3 Wochen lang große Hitze, mit Rekordtemperaturen bis 38,8 °C. Der Sommer endete mit dem regenreichsten August seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Dem insgesamt warmen aber dennoch nassen Sommer folgte ein kühler und ebenfalls regenreicher Herbst. Das Jahr endete, wie es begonnen hatte: Mit einem sehr kalten und extrem schneereichen Dezember. Trotz des überdurchschnittlich warmen Sommers lag aufgrund des langanhaltenden Winters die Jahresmitteltemperatur erstmals seit 1996 unterhalb des langjährigen Klimamittelwertes [6].

Lufttemperatur

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2010 sind in Tabelle 3 den langjährigen Mittelwerten (1961-1990) der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen gegenübergestellt [7].

Die Temperaturen lagen 2010 im gesamten Bundesgebiet mit einem Mittelwert von 7,9 °C ca. 0,3°C unter dem langjährigen Mittelwert (8,2 °C). Damit war es in Deutschland erstmalig seit 13 Jahren etwas zu kühl. Die an der Station Wuppertal-Bundesallee gemessenen Temperaturen lagen im Mittel mit 9,4 °C ebenfalls knapp unter den langjährigen Mittelwerten an der Station Wuppertal-Buchenhofen. Der bundesweit erkennbare Trend in 2010 spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wieder (siehe Tabelle 3).

Der ausgeprägte Winter 2010 startete in Wuppertal mit Monatsmitteltemperaturen, die im Januar und Februar um 1,0 - 1,2 °C unterhalb des langjährigen Mittels lagen. Die mittlere Temperatur fiel im Dezember 2010 im Vergleich sogar um 4,7 °C geringer aus (siehe Tabelle 3 und Abbildung 3). Die außergewöhnliche Strenge des Winters wird besonders bei einem Vergleich der Anzahl sog. „Frosttage“ (T_{min} < 0 °C) mit dem langjährigen Mittel deutlich. Mit 23 Frosttagen im Januar 2010 und sogar 28 Frosttagen im Dezember des vergangen Jahres wurde das langjährige Mittel deutlich übertroffen (siehe Abbildung 4). Insgesamt wurde im vergangenen Jahr an 80 Tagen der Gefrierpunkt zumindest zeitweilig unterschritten („Frosttage“), davon kletterte das Thermometer an 34 Tagen nicht über die Null-Grad-Grenze („Eistage“).

Das Frühjahr erwies sich im vergangenen Jahr als zweigeteilt. Einem sehr warmen und sonnenscheinreichen April mit ungewöhnlich vielen sog. „Sommertagen“ (T_{max} > 25 °C) folgte ein kühler Mai, in dem die Maximaltemperaturen an keinem einzigen Tag die Marke von 25 °C erreichten (siehe Abbildung 3 und Abbildung 5).

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 2010 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	2010	-0,9	1,7	5,9	10,4	10,9	17,7	21,5	17,1	13,6	10,1	6,1	-1,6	9,4
Sommertage (T_{max} > 25 °C)														
DWD	1961-1990	0	0	0	0,2	2,6	5,7	8,2	7,3	1,9	0,1	0	0	26
Bundesallee	2010	0	0	0	2	0	10	18	5	0	0	0	0	35
Heiße Tage (T_{max} > 30°C)														
Bundesallee	2010	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	12
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	2010	23	13	11	0	0	0	0	0	0	0	5	28	80
Eistage (T_{max} < 0°C)														
Bundesallee	2010	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	34
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2010	91	88	75	60	73	63	61	78	81	81	89	92	78

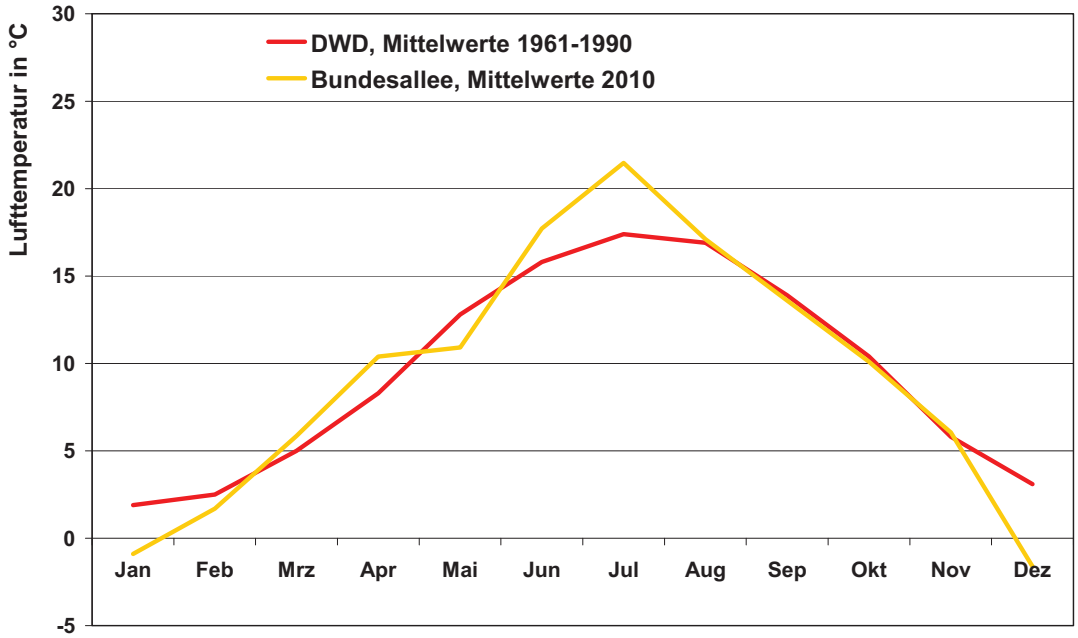

Abbildung 3 Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für den Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2010 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen

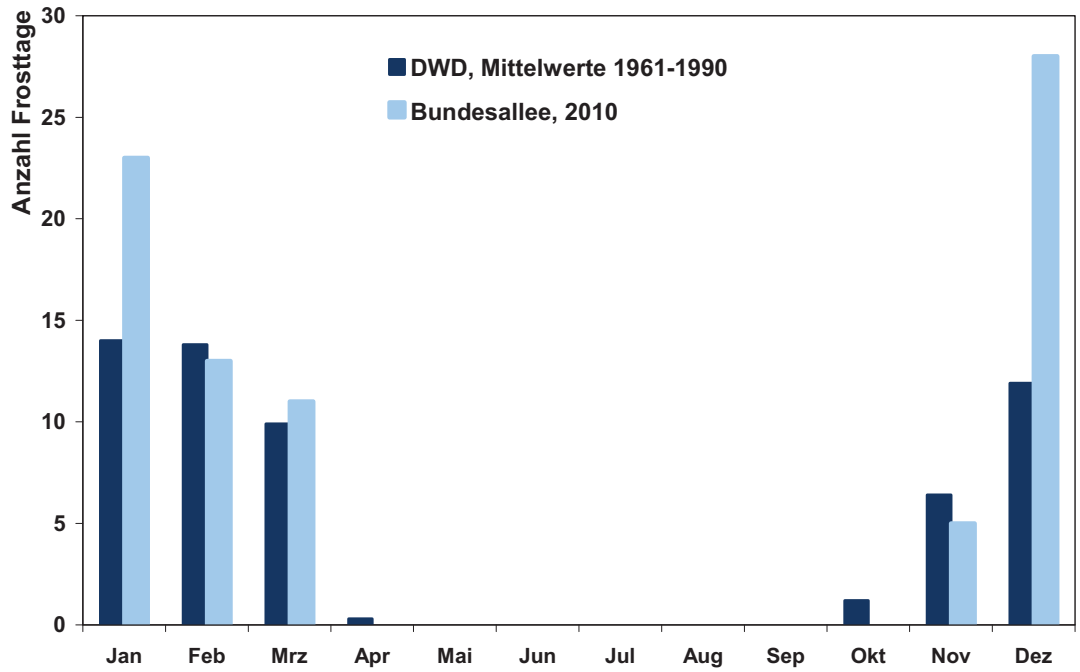

Abbildung 4 Monatliche Anzahl der Frosttage (T_{min} < 0 °C) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2010 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

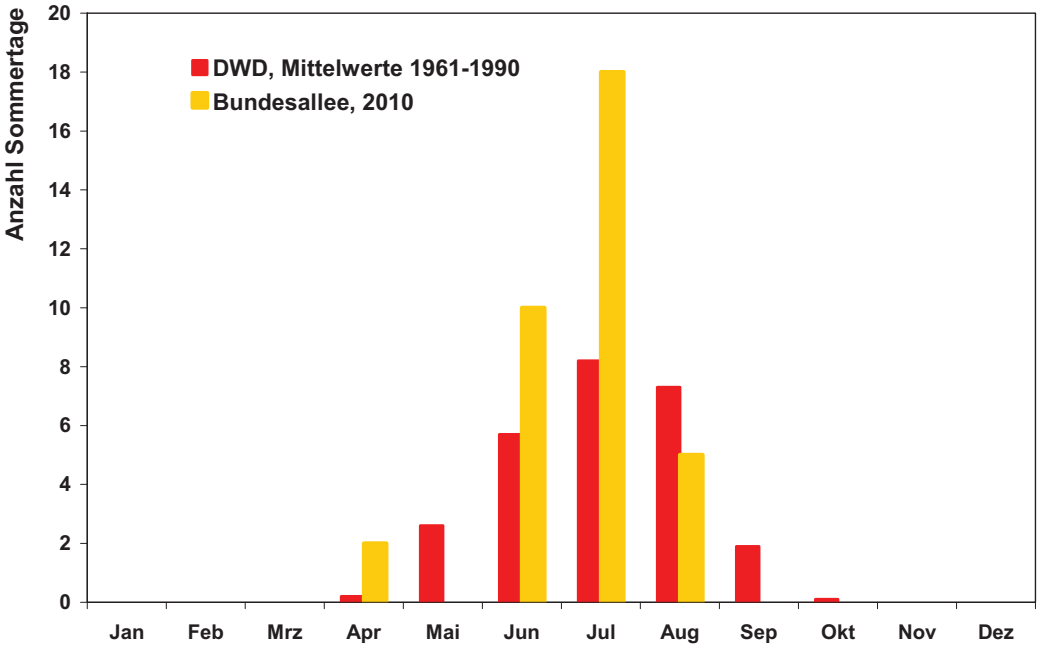

Abbildung 5 Monatliche Anzahl der Sommertage (T_{max} > 25 °C) an der Station Bundesallee in 2010 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

Der Sommer 2010 zeigte sich ebenso wie das Frühjar mit zwei Gesichtern. Die Monate Juni und Juli gehen in Wuppertal mit einer gegenüber dem langjährigen Mittel höheren Monatsmitteltemperatur sowie mit einer deutlich erhöhten Zahl an Sommertagen (T_{max} > 25 °C) einher. Im Juli 2010 wurden an 18 Tagen Maximaltemperaturen von 25 °C überschritten. Der heißeste Tag des Jahres war der 10. Juli 2010. An diesem Tag wurden an der Station Wuppertal Bundesallee Temperaturen von 35 °C erreicht.

Im August und September wurden weniger Sommertage als üblicherweise registriert. Die geringe Anzahl an Sommertagen wirkte sich jedoch nicht auf die Monatsmitteltemperaturen des Spätsommers aus, die bis in den November hinein auf nahezu identischem Niveau zum Klimamittel lagen (siehe Abbildung 3).

Die relative Luftfeuchte zeigt einen charakteristischen Jahresgang mit niedrigeren Werten in der wärmeren Jahreszeit und höheren Feuchten in den kälteren Monaten.

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2010 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2010 dargestellt.

Tabelle 4 Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2010.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	1997 - 2009	3,5	3,4	3,1	2,7	2,7	2,5	2,5	2,3	2,5	2,8	3,2	3,4	2,9
Bundesallee	2010	2,5	3,0	2,7	2,6	2,4	2,2	1,9	2,2	2,1	2,5	2,8	2,4	2,4

Die Monats- und Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten zeigen lediglich eine schwach ausgeprägte jahreszeitliche Dynamik mit tendenziell geringeren Windgeschwindigkeiten in den Sommermonaten von Juni bis September (1,9 – 2,2 m/s). Im Winter, Frühjahr und Herbst schwanken die Monatsmittelwerte zwischen 2,4 m/s und 3,0 m/s. Die geringsten Windgeschwindigkeiten wurden im Juli registriert, in dem eine drei Wochen andauernde Hochdruckwetterlage zu einem Monatsmittelwert von lediglich 1,9 m/s führte (siehe auch Abbildung 8).

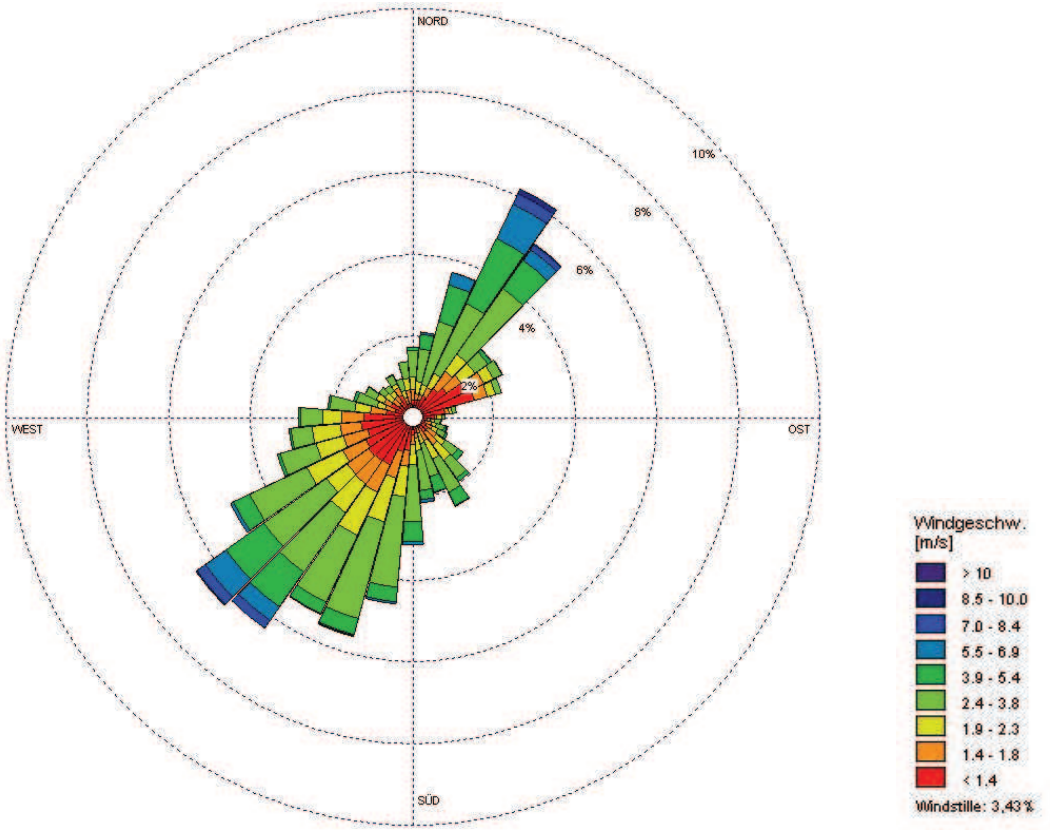

Abbildung 6 Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit) an der Messstation Wuppertal-Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2010.

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 bis nordnordöstlichen 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 2010 ermittelte Windrichtungsverteilung ist typisch für den Messstandort und weicht nur geringfügig von den langjährig erfassten Daten ab.

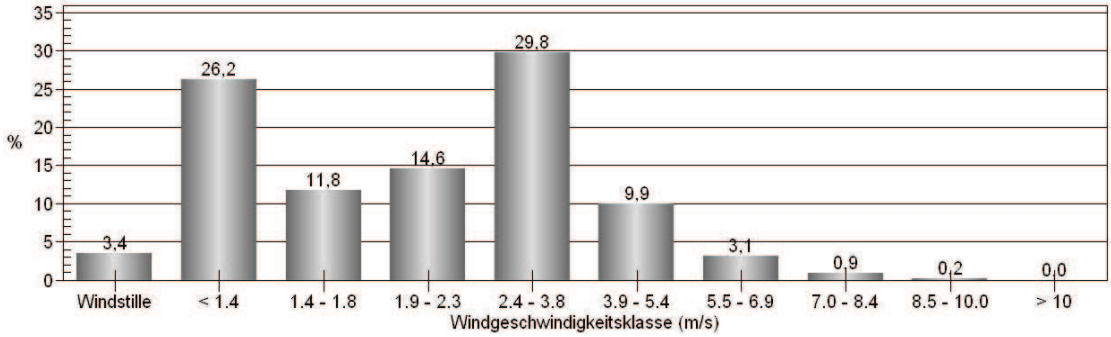

Abbildung 7 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen (30-min-Mittelwerte) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2010.

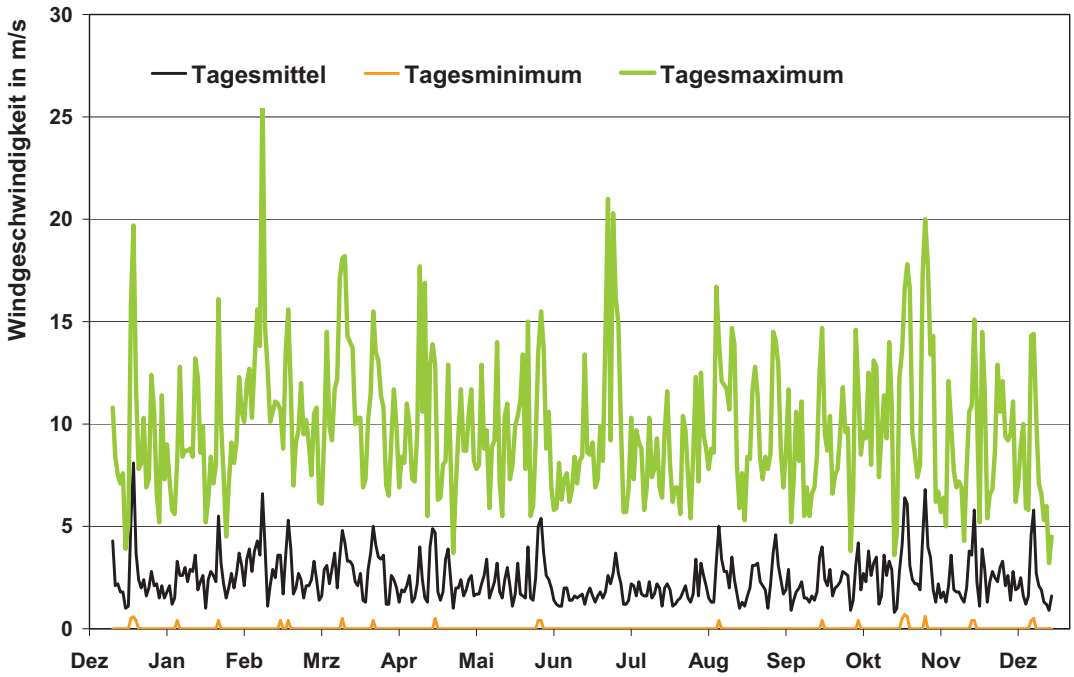

Abbildung 8 Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01. bis 31.12.2010 (Mittelwerte).

Die Häufigkeitsverteilung der zu Klassen zusammengefassten Windgeschwindigkeiten ist in Abbildung 7 wiedergegeben. 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 jeweils etwa 30 % besonders häufig auftreten. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 01.012010 bis 31.12.2010 etwa 2,5 m/s (siehe Tabelle 4).

Die in Abbildung 8 dargestellte Zeitreihe der Windgeschwindigkeit dokumentiert die typische, deutlich stärkere Streuung der täglichen Maximalwerte der Windgeschwindigkeit gegenüber den Tagesmittelwerten. Am 28.02.2010 wurden gegen Mitternacht die höchsten Wingeschwindigkeiten des Jahres registriert. In dieser Nacht zog das Sturmtief Xynthia über Wuppertal und führte mit Wingeschwindigkeiten von bis zu 27 m/s (96 km/h) zu zahlreichen Gebäudeschäden und umgestürzten Bäumen.

Auch bei tendenziell geringeren mittleren Windgeschwindigkeiten in den Sommermonaten Juni – August (vgl. auch Monatskennwerte in Tabelle 4) traten hohe Windgeschwindigkeitsspitzen auf. So z. B. am 12.07.2010, an dem nach Unwetterwarnungen schwere Gewitter mit Windböen von über 20 m/s (72 km/h) einhergingen.

Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (unterste Kurve in Abbildung 8) weist lediglich Werte zwischen 0 und 1 m/s auf. Insbesondere im diesjährigen Sommer (Juni / Juli)) wurde an der Station Bundesallee jeden Tag, zumindest kurzzeitig, eine Windstille erfasst.

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 2005 bis 2009 lag somit die mittlere Windgeschwindigkeit auch im Jahr 2010 geringfügig niedriger als im Zeitraum 1997 bis 2009. Auf der Basis der horizontalen Windgeschwindigkeit als einziges Kriterium für die lokale Durchlüftungssituation wäre demnach in Wuppertal in 2010 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 Luftschadstoffbelastung, insbesondere Partikel PM_{10}, wird außerdem durch die Menge und räumliche Verteilung von Niederschlägen beeinflusst.

Das Umweltbundesamt (UBA) hat das Jahr 2010, insbesondere auch unter Berücksichtigung der meteorologischen Randbedingungen, aus lufthygienischer Sicht als geringfügig ungünstiger als das Vorjahr 2009 bewertet [8]. Hierzu haben insbesondere die ausgeprägten Kälteperioden zu Beginn und zum Ende des Jahres 2010 mit teilweise sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre beigetragen.

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 2010 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 10 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 10 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO_2-Messdaten für das Jahr 2010 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 2010 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 2010.

Die höchste NO_2-Belastung (Jahresmittelwert > 60 µg/m³) für das Jahr 2010 wurde mit 67 µg/m³ an der Briller Straße (MP 02) ermittelt. Mit Ausnahme der Überdachstation an der Bundesallee wurden an allen weiteren Messorten NO_2-Konzentrationen zwischen 40 und 60 µg/m³ im Jahresmittel 2010 erfasst. Die geringste NO_2-Belastung wurde an der Station Wuppertal-Bundesallee ermittelt. Im Gegensatz zum Messpunkt MP 27 an der Bundesalle (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 NO_2-Jahresmittelwert für 2010 von 31 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 2010.

Stickstoffdioxid NO_2 in µg/m³														
MP-Nr.	**Messort**	**Jan 10**	**Feb 10**	**Mrz 10**	**Apr 10**	**Mai 10**	**Jun 10**	**Jul 10**	**Aug 10**	**Sep 10**	**Okt 10**	**Nov 10**	**Dez 10**	**Mittel 2010**
MP 01	Nevigeser Straße 98	50	48	49	42	44	42	43	41	43	42	49	53	46
MP 02	Briller Straße 28	65	68	80	70	63	63	66	62	62	61	73	72	67
MP 03	Neviandtstraße 44	46	44	49	43	47	44	39	39	42	41	46	53	44
MP 04	Steinbeck 92	57	59	64	53	51	52	60	53	55	47	57	60	56
MP 05	Hochstraße 63	54	54	61	58	61	57	53	44	50	51	55	63	55
MP 07	Uellendahler Straße 198	53	51	56	48	39	40	45	42	49	48	50	60	48
MP 08	Hofkamp 86	42	41	47	39	39	39	38	34	38	40	42	46	40
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	65	67	81	60	59	62	58	53	52	53	55	60	60
MP 13	Rudolfstraße 149	52	51	57	55	52	50	52	44	48	48	52	58	52
MP 14	Schönebecker Straße 81	44	48	49	39	40	42	39	41	43	42	43	47	43
MP 16	Steinweg 25	58	62	70	58	60	53	64	58	55	50	57	57	59
MP 17	Westkotter Straße 111	55	63	69	59	57	53	66	54	57	55	59	58	59
MP 19	Ostersbaum 72	45	45	50	44	43	40	41	36	41	42	45	52	44
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	47	48	52	45	43	44	38	40	43	45	48	50	45
MP 21	Berliner Straße 159	49	50	62	48	56	57	54	46	47	49	47	53	51
MP 22	Heckinghauser Straße 159	48	45	55	42	43	43	38	36	42	43	45	48	44
MP 24	Staasstraße 51	45	48	50	44	42	41	45	42	45	42	46	51	45
MP 27	Bundesallee 30	36	34	34	28	29	25	27	28	29	34	33	39	31
MP 28	Schwarzbach 78	50	54	61	54	54	58	66	51	59	50	52	55	55
MP 30	Uellendahler Straße 428	52	54	60	44	38	37	44	41	45	49	60	51	48
MP 33	Kaiserstraße 32	55	56	62	47	39	47	53	46	47	52	53	57	51
MP 34	Haeseler Strasse 94	58	59	55	55	46	43	54	48	53	51	55	56	53
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	56	54	58	51	43	44	45	47	46	50	47	54	49
													Beurteilungswert 39. BImSchV / TA Luft (Jahresmittelwert)	**40**

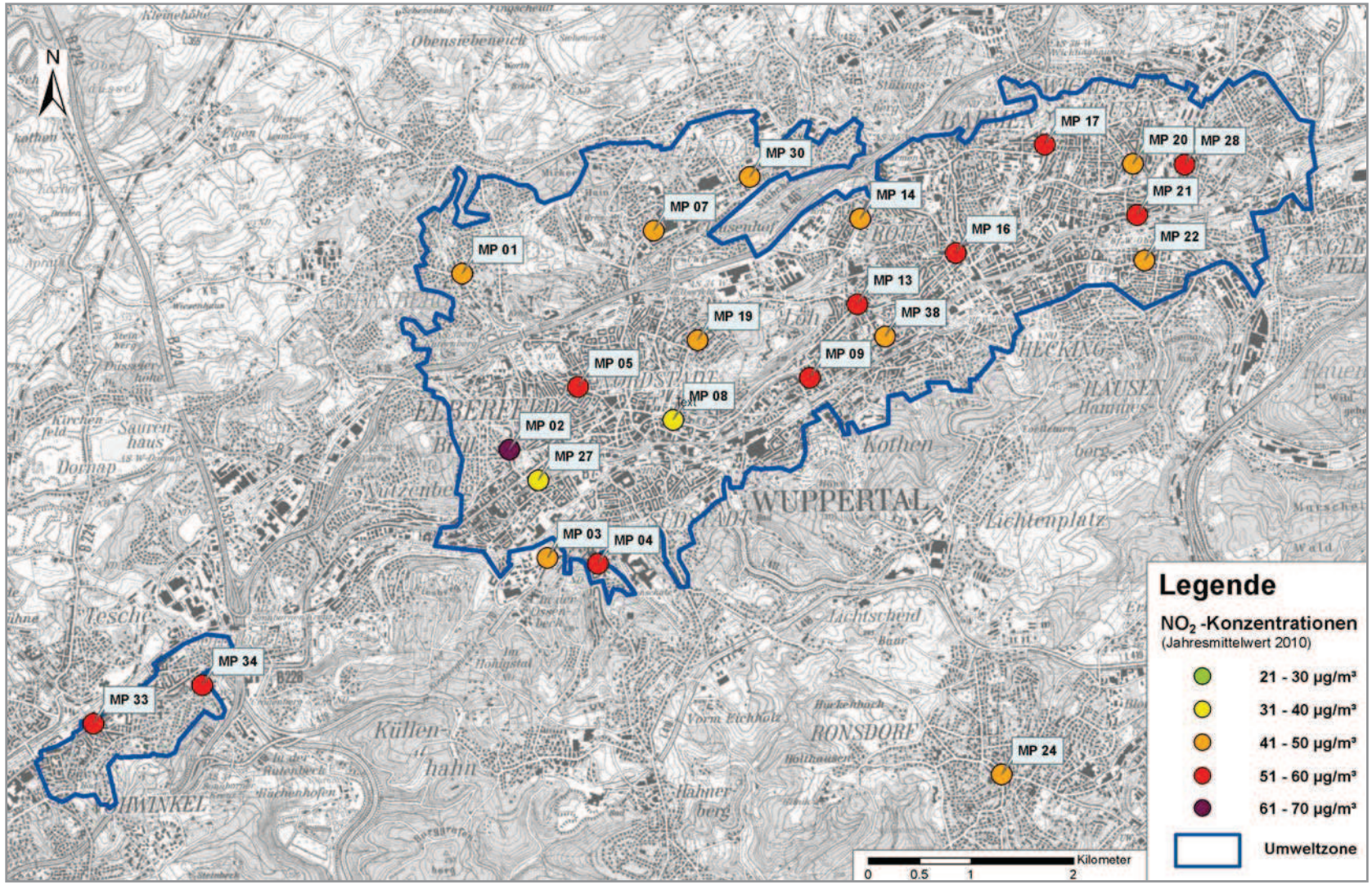

Abbildung 9 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 38 in Wuppertal sowie Klassifizierung der NO_2-Jahresmittelwerte 2010.

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 Voraussetzung 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.

Im Jahr 2010 wurde nur noch an der Messstelle Briller Straße (MP 02) der Jahresmittelwert von 60 µg/m³ überschritten. Im Jahr 2009 wurde der NO_2-Mittelwert von 60 µg/m³ noch an insgesamt 4 Messorten überschritten. Insbesondere dieser Messort Briller Straße stellt demnach einen lokalen Belastungsschwerpunkt dar, der durch hohe emissionsseitige Belastungen in Verbindung mit besonders ungünstigen lokalen Austauschbedingungen gekennzeichnet ist.

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2010 zusätzlich die Monatsextreme (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2010) dargestellt. 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. Die maximalen NO_2-Belastungen liegen in den meist durch ungünstige Austauschbedingungen gekennzeichneten Wintermonaten im Mittel um den Faktor 1,2 bis 1,6 höher als im Sommerhalbjahr.

Tabelle 6 NO_2-Jahresmittelwerte sowie NO_2-Monatsextreme für das Jahr 2010.

MP-Nr.	Messort / Adresse	NO_2 (2010)	NO_2 - Minimum		NO_2 - Maximum		Max/Min
	Straße / Hausnummer	µg/m³	µg/m³	Monat	µg/m³	Monat	Faktor
MP 01	Nevigeser Straße 98	46	41	Aug 10	53	Dez 10	1,3
MP 02	Briller Straße 28	67	61	Okt 10	80	Mrz 10	1,3
MP 03	Neviandtstraße 44	44	39	Jul 10	53	Dez 10	1,4
MP 04	Steinbeck 92	56	47	Okt 10	64	Mrz 10	1,3
MP 05	Hochstraße 63	55	44	Aug 10	63	Dez 10	1,4
MP 07	Uellendahler Straße 198	48	39	Mai 10	60	Dez 10	1,5
MP 08	Hofkamp 86	40	34	Aug 10	47	Mrz 10	1,4
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	60	52	Sep 10	81	Mrz 10	1,5
MP 13	Rudolfstraße 149	52	44	Aug 10	58	Dez 10	1,3
MP 14	Schönebecker Straße 81	43	39	Jul 10	49	Mrz 10	1,3
MP 16	Steinweg 25	59	50	Okt 10	70	Mrz 10	1,4
MP 17	Westkotter Straße 111	59	53	Jun 10	69	Mrz 10	1,3
MP 19	Ostersbaum 72	44	36	Aug 10	52	Dez 10	1,4
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	45	38	Jul 10	52	Mrz 10	1,4
MP 21	Berliner Straße 159	51	46	Aug 10	62	Mrz 10	1,4
MP 22	Heckinghauser Straße 159	44	36	Aug 10	55	Mrz 10	1,5
MP 24	Staasstraße 51	45	41	Jun 10	51	Dez 10	1,2
MP 27	Bundesallee 30	31	25	Jun 10	39	Dez 10	1,6
MP 28	Schwarzbach 78	55	50	Okt 10	66	Jul 10	1,3
MP 30	Uellendahler Straße 428	48	37	Jun 10	60	Mrz 10	1,6
MP 33	Kaiserstraße 32	51	39	Mai 10	62	Mrz 10	1,6
MP 34	Haeseler Strasse 94	53	43	Jun 10	59	Feb 10	1,4
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	49	43	Mai 10	58	Mrz 10	1,3

Insgesamt dokumentieren die Ergebnisse der NO_2-Messungen in Wuppertal ein im Vergleich hohes innerstädtisches Belastungsniveau, das gut mit den Ergebnissen der NO_2-Messungen in Wuppertal aus den Jahren 2006 bis 2009 korrespondiert. Unter Berücksichtigung eines regionalen Hintergrundniveaus von etwa 20 µg/m³ sowie eines Gesamthintergrundniveaus von etwa 25 µg/m³ (gemäß Luftreinhalteplan Wuppertal [5]) wird insbesondere an verkehrsbelasteten Standorten in Abhängigkeit der konkreten lokalen Emissionssituation und Luftaustauschbedingungen nahezu flächenhaft der Beurteilungswert von 40 µg/m³ als Jahresmittelwert (Beurteilungswert ab dem 01.01.2010) zum Teil deutlich überschritten. Von den hier ausgewerteten 23 Messstandorten im Wuppertaler Stadtgebiet wurde im Jahr 2010 an 21 Messstandorten der Wert von 40 µg/m³ überschritten.

6.1.2 Langjährige Messungen von Stickstoffdioxid NO_2 in Wuppertal

Von der Stadt Wuppertal wurden von 1997 bis Ende 2006 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee kontinuierliche 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 und 2010 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.

In Tabelle 7 ist zunächst der Jahresmittelwert an der Station Wuppertal-Gathe (VWEL) für NO_2 und das Jahr 2010 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 10).

Tabelle 7 NO_2–Jahresmittelwerte (2010) 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	57
Steinweg	passiv	59
Friedrich-Engels-Allee 308	passiv	49
Bundesallee	passiv	31
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 57 µg/m³ im Jahresmittel 2010 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 9). Der Kurzzeit-Immissionsgrenzwert von 200 µg/m³ als Stundenmittel wurde an der Station Wuppertal-Gathe im Jahr 2010 nicht überschritten.

Im Vergleich zu den NO_2-Messungen an den Belastungsschwerpunkten lagen die NO_2-Jahresmittelwerte an der städtischen Hintergrundmessstationen Bundesallee mit 31 µg/m³ erwartungsgemäß deutlich niedriger.

In Abbildung 10 ist die Entwicklung NO_2-Belastung seit 1997 dargestellt. An der Messstelle Bundesallee liegt das NO_2-Konzentrationsniveau, mit Ausnahme der Jahre 2000 und 2004, die etwas niedriger lagen, bei etwa 35 µg/m³. Ab dem Jahr 2001 ist ein leicht rückläufiger Trend zu beobachten, der seit dem Jahr 2005 bei etwa 33 µg/m³ stagnierte und im Jahr 2010 auf 31 µg/m³ zurückging. Aufgrund der Messhöhe von 30 m über Grund ist dieses NO_2-Niveau als 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 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 im Jahr 2010 durch das LANUV-NRW nicht fortgeführt.

An der Friedrich-Engels-Allee 308 liegt das NO_2-Konzentrationsniveau um rund 10 - 20 µg/m³ höher als an der Bundesallee bei insgesamt leicht rückläufigen Belastungen. 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.

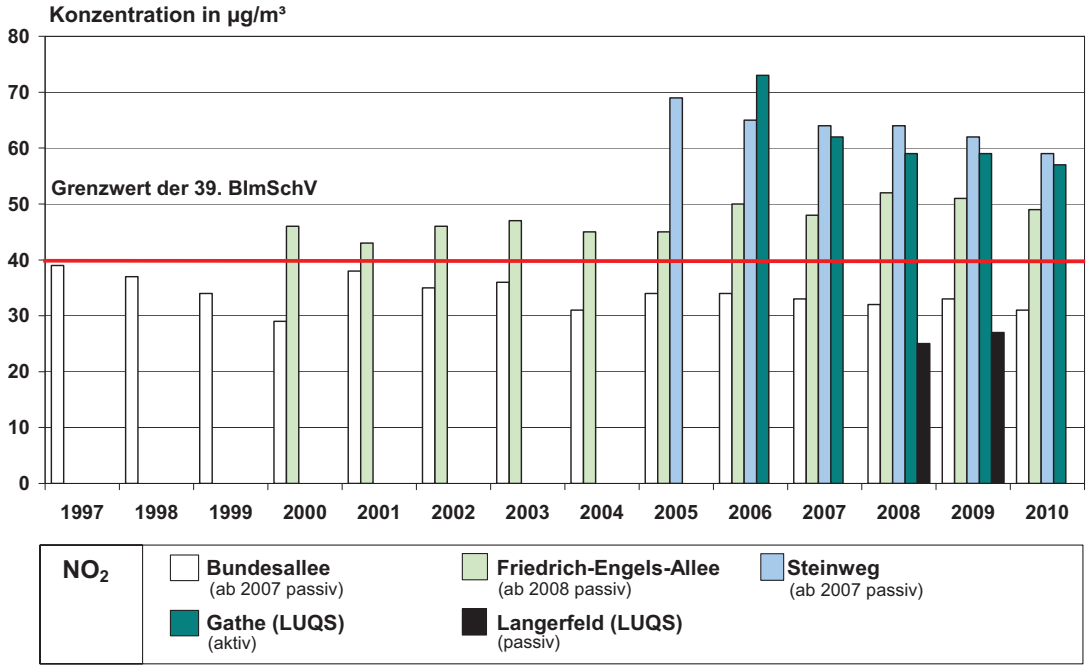

Abbildung 10 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO_2 an ausgewählten Messstellen in Wuppertal von 1997 bis 2010.

Die Messungen an den Belastungsschwerpunkten Steinweg und Wuppertal-Gathe ergaben seit Messbeginn an diesen Messstellen NO_2-Jahresmittelwerte zwischen etwa 60 – 70 µg/m³ mit abnehmender Tendenz in den letzten Jahren. Das NO_2-Konzentrationsniveau stagniert an diesen Belastungsschwerpunkten („Hot-Spots“) derzeit knapp unterhalb von 60 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 9 und Tabelle 8).

In Tabelle 8 ist ergänzend zu Abbildung 10 die zeitliche Entwicklung der NO_2-Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen von 2006 bis 2010 zusammengefasst. Die in Tabelle 8 vermeintlich fehlenden Messdaten sind auf die unterschiedlichen NO_2-Messprogramme der Stadt Wuppertal in den jeweiligen Jahren zurückzuführen. Diese kontinuierliche Fortschreibung des NO_2-Messprogramms führt außerdem zu der nicht fortlaufenden Nummerierung der aktuell realisierten Messstellen, da nicht alle Messstellen über den Gesamtzeitraum beprobt wurden.

In Abbildung 11 ist zudem die Entwicklung der NO_2-Konzentrationen von 2006 bis 2010 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 2006 bis 2010.

MP-Nr.	Messort / Adresse Straße / Hausnummer	NO_2 (2006) µg/m³	NO_2 (2007) µg/m³	NO_2 (2008) µg/m³	NO_2 (2009) µg/m³	NO_2 (2010) µg/m³
MP 01	Nevigeser Straße 98	52	50	49	47	46
MP 02	Briller Straße 28	76	73	71	69	67
MP 03	Neviandtstraße 44	48	47	46	45	44
MP 04	Steinbeck 92	63	62	60	58	56
MP 05	Hochstraße 63	57	59	58	56	55
MP 07	Uellendahler Straße 198	53	50	51	52	48
MP 08	Hofkamp 86	50	49	49	43	40
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	60	60	58	63	60
MP 13	Rudolfstraße 149	57	56	56	50	52
MP 14	Schönebecker Straße 81	47	47	47	47	43
MP 16	Steinweg 25	65	64	64	62	59
MP 17	Westkotter Straße 111	64	63	63	63	59
MP 19	Ostersbaum 72	48	48	46	47	44
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	50	49	49	47	45
MP 21	Berliner Straße 159	53	57	54	52	51
MP 22	Heckinghauser Straße 159	49	48	47	47	44
MP 24	Staasstraße 51	48	48	47	47	45
MP 27	Bundesallee 30	34	33	32	33	31
MP 28	Schwarzbach 78	-	54	55	53	55
MP 30	Uellendahler Straße 428	-	49	51	50	48
MP 33	Kaiserstraße 32	-	54	53	51	51
MP 34	Haeseler Strasse 94	-	62	61	56	53
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	50	48	52	51	49

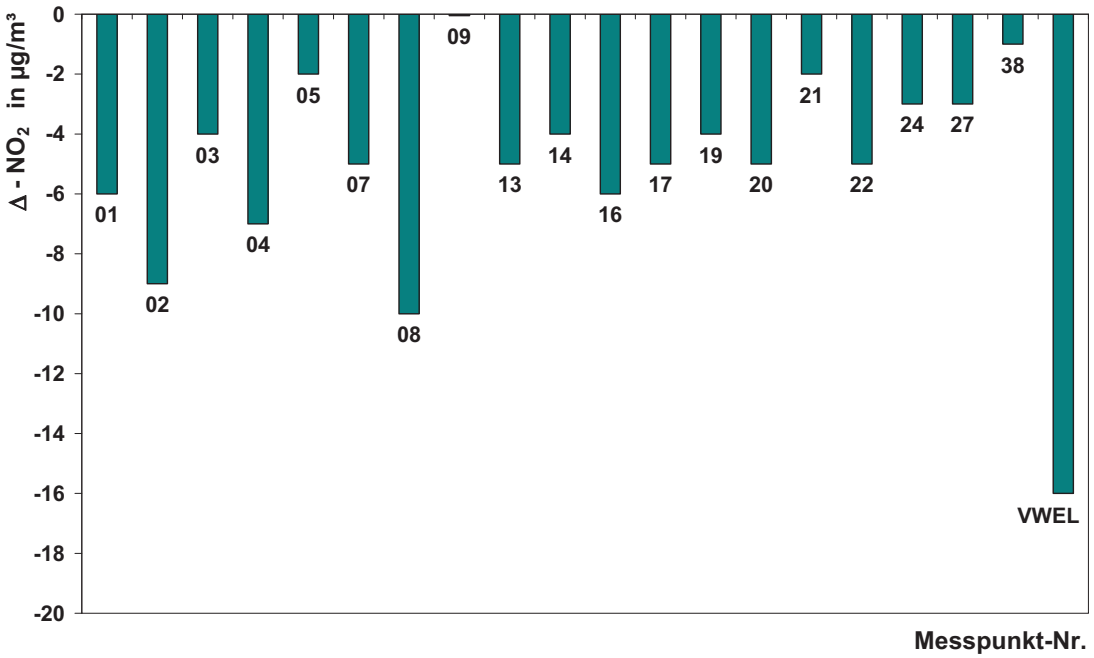

Abbildung 11 Rückgang der NO_2-Konzentrationen im Zeitraum von 2006 bis 2010 an den 19 Passivsammlermessstellen in Wuppertal sowie an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL) des LANUV-NRW in µg/m³.

An den Messstellen gemäß Tabelle 8 ist seit 2006 ein nahezu stetig rückläufiger Trend der NO_2-Belastungen zu beobachten. Die Reduktion der NO_2-Belastung reicht dabei von wenigen µg/m³ (z. B. an den Messpunkten MP 05, MP 21 und MP 38) bis hin zu Reduktionen von 9 µg/m³ am MP 02, 10 µg/m³ am MP 08 und 16 µg/m³ an der LUQS-Station Wuppertal-Gathe (VWEL). Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den Zeitraum von 2006 bis 2010 ein Rückgang der NO_2-Immissionen von 5 µg/m³ registriert. Lediglich an der Messstelle MP 09 an der Friedrich-Engels-Allee 184 stagnieren die mittleren NO_2-Konzentrationen in den letzten Jahren auf einem Niveau von etwa 60 µg/m³. Eine deutliche Zunahme der NO_2-Immissionen wird derzeit an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet.

Die lokalen Messergebnisse für NO_2 in Wuppertal sind darüber hinaus plausibel im Vergleich zur großräumigen Entwicklung der NO_2-Belastung. Die Messungen des LANUV-NRW ergaben für Nordrhein-Westfalen im Jahr 2010 an insgesamt 78 von 121 Messstationen (das entspricht etwa 64 %) Überschreitungen des Immissionswertes von 40 µg/m³ im Jahresmittel [26]. Analog zur Situation in Wuppertal wurden Überschreitungen insbesondere an dicht bebauten Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen beobachtet. Im Vergleich zum Jahr 2009 ist die NO_2-Belastung landesweit in NRW geringfügig um 1,5 µg/m³ im Mittel über alle Messstationen gesunken, wobei die Anzahl der Stationen mit Grenzwertüberschreitungen nahezu konstant geblieben ist [26]. Auch bundesweit wurden im Jahr 2010 entsprechende NO_2-Belastungen beobachtet. Insgesamt wurden in Deutschland 2010 an 56 % der verkehrsnahen Messstationen Überschreitungen des Jahresmittelswertes für NO_2 registriert, wobei die Ergebnisse gegenüber dem Jahr 2009 nahezu unverändert geblieben sind [8].

Der besonders hohe Anteil der Messstandorte mit Überschreitungen des Jahresmittelwertes in Wuppertal (21 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 städtischen Hintergrundmessstellen, sondern ausschließlich verkehrsbezogene Messstandorte. Darüber hinaus sind die Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal aufgrund der ausgeprägten Tallage insbesamt relativ ungünstig. Ein einfacher Vergleich des Anteils der Stationen mit Grenzwertüberschreitungen ist daher nicht bzw. nur eingeschränkt möglich.

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 [26]. 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 [25]. 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 [25].

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 [25].

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 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 2010 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 Partikeln $PM_{2,5}$ durchgeführt. In Tabelle 9 sind statistischen Kenngrößen für die PM_{10}- und $PM_{2,5}$-Messungen an diesen Messstellen für das Jahr 2010 dargestellt und den Beurteilungsmaßstäben gegenübergestellt.

Tabelle 9 Statistische Kenngrößen für Partikel PM_{10} und $PM_{2,5}$ im Jahr 2010 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	30	24	---
Langerfeld	22	7	16
Beurteilungswert	**40** [1)]	**35** [1)]	**25** [2)]

[1)] Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV

[2)] Zielwert gemäß 39. BImSchV

In den Abbildungen 12 und 13 ist die Entwicklung der PM_{10}-Immissionssituation an den PM_{10}-Messstationen Friedrich-Engels-Allee (LUQS), Steinweg, Langerfeld (LUQS) und Gathe (LUQS) dargestellt.

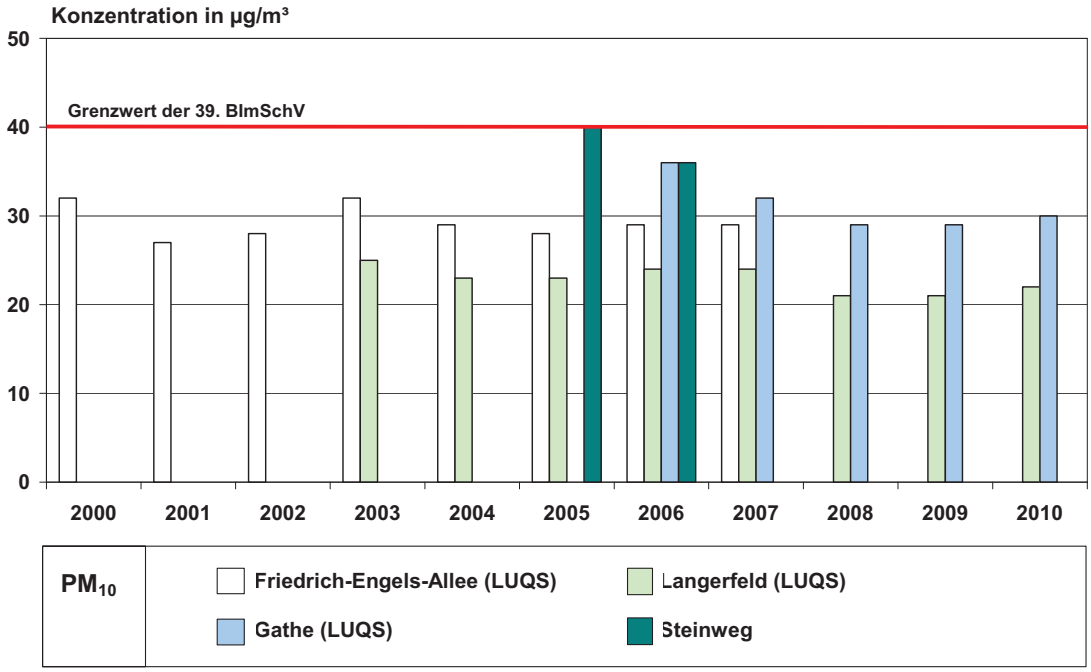

Abbildung 12 Entwicklung der PM_{10}-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2010.

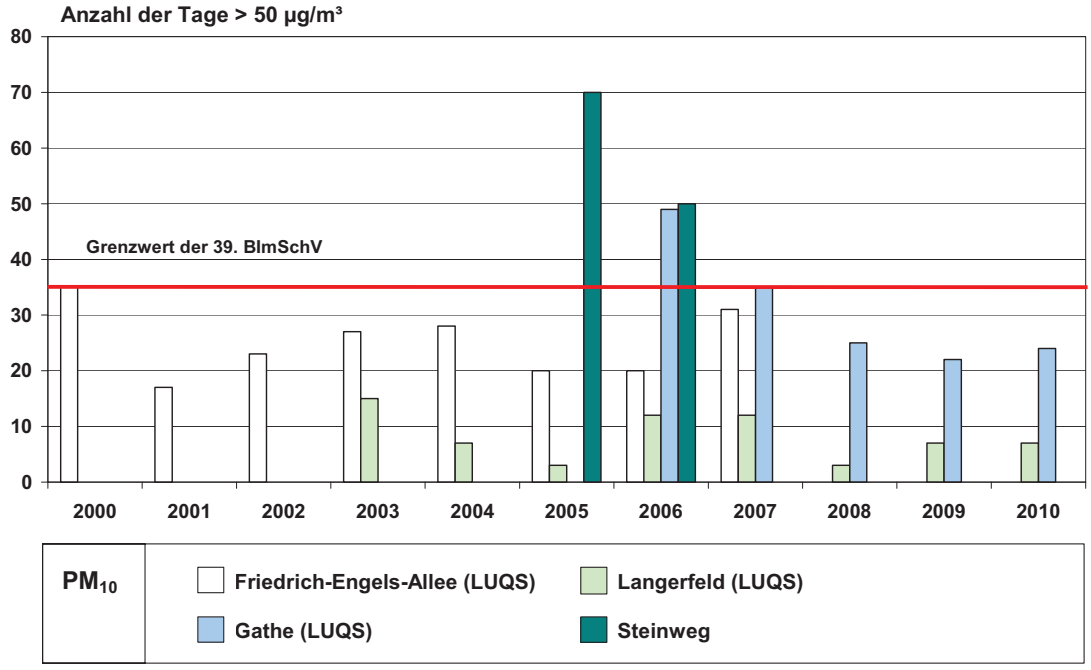

Abbildung 13 Anzahl der Tage mit PM_{10}-Mittelwerten > 50 µg/m³ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2010.

Im Jahresmittel 2010 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 wurden hierbei erwartungsgemäß aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit 30 µg/m³ eine um etwa 30 % höhere PM_{10}-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit 22 µg/m³. Auch die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ lag an der Station Gathe mit 24 Tagen in 2010 entsprechend höher als an der Messstelle Langerfeld mit 7 Tagen.

Die Jahresmittelwerte für PM_{10} an den Stationen Friedrich-Engels-Allee (Messzeitraum 2000 bis 2007) und Wuppertal Langerfeld (Messzeitraum 2003 bis 2010, aktuell) weisen nur eine geringe Variation in den jeweiligen Messzeiträumen von Jahr zu Jahr auf. Diese geringe Variation lässt keine belastbaren Aussagen über einen zu- oder abnehmenden Trend der PM_{10}-Belastung an diesen Messstellen zu. Seit Beginn der Feinstaubmessungen in Wuppertal wurde der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV für den Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (gültig seit 2005) noch an keiner Messstelle überschritten. Im Jahr 2005 wurde allerdings an der Station Steinweg ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ erfasst, der in Verbindung mit den weiteren Luftschadstoffmessungen ein insgesamt hohes Konzentrationsniveau an den Belastungsschwerpunkten in Wuppertal dokumentiert.

An den Stationen Gathe (2006 bis 2010) und Steinweg (2005 bis 2006) sind jeweils in den Messzeiträumen leichte Rückgänge der mittleren PM_{10}-Belastung zu verzeichnen. Die PM_{10}-Belastungen an der Station Gathe stagnieren zudem seit 2008 auf einem Niveau von etwa 30 µg/m³. Ob es sich bei diesen Effekten um eine tatsächliche Minderung der lokalen PM_{10}-Belastung handelt oder ob sich lediglich der Einfluss der jährliche Variation der Witterungsbedingungen auf die Austauschverhältnisse und somit die resultierende Immissionssituation bemerkbar macht, lässt sich aufgrund der kurzen Zeitreihen nicht belastbar ableiten.

Die seit dem Jahr 2009 durchgeführten $PM_{2,5}$-Messungen liegen mit 19 µg/m³ im Jahr 2009 und 16 µg/m³ im Jahr 2010 deutlich und sicher unterhalb des Beurteilungswertes von 25 µg/m³ im Jahresmittel als Zielwert gemäß 39. BImSchV. Die Ergebnisse weisen zudem, allerdings unter Berücksichtigung des bislang erst zweijährigen Messzeitraums, einen abnehmenden Trend auf.

Die Anzahl der Überschreitungstage (Abbildung 13) ist deutlich variabler als der Jahresmittelwert für PM_{10}, da sie maßgeblich vom Verlauf der Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren geprägt wird. Am Steinweg scheint die Belastung vom Jahr 2005 zu 2006 im Gegensatz zu den anderen Stationen zurückgegangen zu sein. Dies ist jedoch vor allem darauf zurückzuführen, dass die Messungen am Steinweg im Jahr 2006 erst am 01.04.2006 begonnen haben und somit die Messergebnisse nicht die immissionsseitigen Auswirkungen der ausgeprägt austauscharmen Wetterlagen von Januar bis März 2006 beinhalten.

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 2010 stagniert die Anzahl der Überschreitungstage an diesen Stationen auf einem geringen (7 Tage, Langerfeld) bis moderaten (24 Tage, Gathe) Niveau. Analog zur Bewertung potenzieller Trends bei den PM_{10}-Jahresmittelwerten sind belastbare Aussagen aufgrund der Überlagerung mit der

jährlichen Variation der Witterungsbedingungen schwierig. Jedoch erscheint der gegenüber allen anderen Messstandorten sehr ausgeprägte Rückgang an der Messstation Wuppertal-Gathe sowohl des PM_{10}-Jahresmittelwertes als auch der Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ im selben Zeitraum auch auf eine Veränderung der lokalen Emissionssituation zurückzuführen zu sein.

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. Diese Entwicklung in Wuppertal entspricht auch dem großräumigen Trend der PM_{10}-Belastung in Nordrhein-Westfalen. Im Jahr 2010 wurde nur noch an 5 von 69 Messstationen (das entspricht etwa 7 %) der Grenzwert für das Tagesmittel von 50 µg/m³ (bei 35 zulässigen Überschreitungen pro Jahr) überschritten [26]. Dies entspricht ebenfalls einem deutlichen Rückgang seit 2007, der auch bundesweit beobachtet wird. Im Jahr 2010 wurden nur noch an ca. 13 % aller Messstationen in Deutschland an mehr als 35 Tagen PM_{10}-Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ gemessen und somit Überschreitungen des Grenzwertes festgestellt [8].

Abschließend lässt sich, sowohl in Bezug auf Stickstoffdioxid NO_2- als auch für Partikel PM_{10}, in Wuppertal insgesamt ein stetiger Trend zu niedrigeren Luftschadstoffbelastungen erkennen. Hierzu werden auch die mittlerweile ergriffenen Maßnahmen aus der Luftreinhalteplanung einen Beitrag leisten.

7 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 Nr. 71 vom 04.10.2002 S. 3830), zuletzt geändert am 11. August 2010 (BGBl. I Nr. 43 vom 17.08.2010 S. 1163)

[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 Nr. 40 vom 05.08.2010 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] DWD (2011): Jahresrückblick: Deutschlandwetter im Jahr 2010; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach

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

[8] UBA (2011): Auswertung der Luftbelastungssituation 2010; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität“, Dessau

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

[10] LUBW (2009): Luftmessbericht Wuppertal 2008; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

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

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

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

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

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

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

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

[18] 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

[19] 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

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

[21] 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

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

[23] 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

[24] LANUV-NRW (2011): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); Monatsberichte 2010 und Jahresbericht 2010 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2011

[25] LANUV-NRW (2010): Informationen zu Wirkungen von Luftschadstoffen auf die Gesundheit des Menschen (Stickstoffdioxid NO_2 und Feinstaub PM_{10}), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2010

[26] LANUV-NRW (2011): Bericht über die Luftqualität im Jahre 2010, LANUV-Fachbericht 33, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2011

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 29.12.2009 bis 30.12.2010.

Monat	Zeitraum			Anzahl Tage	MP 1 /1	MP 1 / 2	MP 1	MP 2 /1	MP 2 / 2	MP 2	MP 3 /1	MP 3 / 2	MP 3	MP 4 /1	MP 4 / 2	MP 4
					µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 10	29.12.09	-	01.02.10	34	48	52	50	65	64	65	46	47	46	58	57	57
Feb 10	01.02.10	-	03.03.10	30	47	49	48	70	67	68	43	45	44	59	59	59
Mrz 10	03.03.10	-	31.03.10	28	48	50	49	82	79	80	50	48	49	60	67	64
Apr 10	31.03.10	-	30.04.10	30	41	44	42	70	71	70	44	42	43	53	52	53
Mai 10	30.04.10	-	02.06.10	33	46	41	44	61	65	63	44	49	47	50	52	51
Jun 10	02.06.10	-	30.06.10	28	41	42	42	69	58	63	45	43	44	54	50	52
Jul 10	30.06.10	-	03.08.10	34	43	43	43	67	65	66	42	37	39	63	57	60
Aug 10	03.08.10	-	01.09.10	29	42	40	41	60	64	62	36	42	39	55	50	53
Sep 10	01.09.10	-	01.10.10	30	42	43	43	60	64	62	40	44	42	58	52	55
Okt 10	01.10.10	-	02.11.10	32	42	42	42	57	65	61	43	39	41	47	48	47
Nov 10	02.11.10	-	29.11.10	27	49	50	49	71	75	73	45	48	46	56	59	57
Dez 10	29.11.10	-	30.12.10	31	50	56	53	69	76	72	52	54	53	62	58	60
Mittel	**29.12.09**	**-**	**30.12.10**	**366**	**45**	**46**	**46**	**67**	**68**	**67**	**44**	**45**	**44**	**56**	**55**	**56**

Monat	Zeitraum			Anzahl Tage	MP 5 /1	MP 5 / 2	MP 5	MP 7 /1	MP 7 / 2	MP 7	MP 8 /1	MP 8 / 2	MP 8	MP 9 /1	MP 9 / 2	MP 9
					µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 10	29.12.09	-	01.02.10	34	52	56	54	49	56	53	42	42	42	66	64	65
Feb 10	01.02.10	-	03.03.10	30	53	54	54	50	52	51	43	40	41	68	67	67
Mrz 10	03.03.10	-	31.03.10	28	60	62	61	58	54	56	48	45	47	78	85	81
Apr 10	31.03.10	-	30.04.10	30	57	58	58	45	52	48	40	38	39	60	60	60
Mai 10	30.04.10	-	02.06.10	33	64	58	61	39	39	39	39	38	39	60	57	59
Jun 10	02.06.10	-	30.06.10	28	55	58	57	41	40	40	37	40	39	59	65	62
Jul 10	30.06.10	-	03.08.10	34	52	53	53	44	45	45	40	37	38	57	58	58
Aug 10	03.08.10	-	01.09.10	29	45	43	44	42	42	42	36	33	34	56	51	53
Sep 10	01.09.10	-	01.10.10	30	49	51	50	46	51	49	37	40	38	52	53	52
Okt 10	01.10.10	-	02.11.10	32	47	54	51	49	46	48	39	42	40	56	50	53
Nov 10	02.11.10	-	29.11.10	27	56	53	55	53	48	50	42	42	42	57	54	55
Dez 10	29.11.10	-	30.12.10	31	59	67	63	59	61	60	47	45	46	59	61	60
Mittel	**29.12.09**	**-**	**30.12.10**	**366**	**54**	**56**	**55**	**48**	**49**	**48**	**41**	**40**	**40**	**61**	**60**	**60**

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 29.12.2009 bis 30.12.2010 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum			Anzahl Tage	MP 13 /1	MP 13 / 2	MP 13	MP 14 /1	MP 14 / 2	MP 14	MP 16 /1	MP 16 / 2	MP 16	MP 17 /1	MP 17 / 2	MP 17
					µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 10	29.12.09	-	01.02.10	34	51	52	52	42	46	44	57	59	58	56	54	55
Feb 10	01.02.10	-	03.03.10	30	50	53	51	48	47	48	62	62	62	63	62	63
Mrz 10	03.03.10	-	31.03.10	28	55	59	57	47	51	49	71	68	70	72	67	69
Apr 10	31.03.10	-	30.04.10	30	55	55	55	39	39	39	57	58	58	59	58	59
Mai 10	30.04.10	-	02.06.10	33	51	54	52	39	40	40	61	60	60	60	54	57
Jun 10	02.06.10	-	30.06.10	28	49	51	50	42	41	42	55	52	53	52	54	53
Jul 10	30.06.10	-	03.08.10	34	50	53	52	n.a.	39	39	66	61	64	65	68	66
Aug 10	03.08.10	-	01.09.10	29	43	45	44	41	42	41	62	55	58	52	57	54
Sep 10	01.09.10	-	01.10.10	30	48	49	48	42	44	43	56	54	55	59	56	57
Okt 10	01.10.10	-	02.11.10	32	49	47	48	41	43	42	52	49	50	53	57	55
Nov 10	02.11.10	-	29.11.10	27	51	53	52	41	44	43	54	60	57	62	56	59
Dez 10	29.11.10	-	30.12.10	31	60	56	58	47	47	47	57	57	57	58	57	58
Mittel	**29.12.09**	**-**	**30.12.10**	**366**	**51**	**52**	**52**	**43**	**44**	**43**	**59**	**58**	**59**	**59**	**58**	**59**

Monat	Zeitraum			Anzahl Tage	MP 19 /1	MP 19 / 2	MP 19	MP 20 /1	MP 20 / 2	MP 20	MP 21 /1	MP 21 / 2	MP 21	MP 22 /1	MP 22 / 2	MP 22
					µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 10	29.12.09	-	01.02.10	34	45	45	45	47	48	47	50	47	49	46	50	48
Feb 10	01.02.10	-	03.03.10	30	45	44	45	48	48	48	50	50	50	45	44	45
Mrz 10	03.03.10	-	31.03.10	28	51	48	50	51	53	52	66	59	62	57	53	55
Apr 10	31.03.10	-	30.04.10	30	45	44	44	45	45	45	48	48	48	42	43	42
Mai 10	30.04.10	-	02.06.10	33	45	42	43	42	43	43	56	57	56	40	46	43
Jun 10	02.06.10	-	30.06.10	28	40	40	40	44	44	44	56	57	57	45	41	43
Jul 10	30.06.10	-	03.08.10	34	42	41	41	35	40	38	53	55	54	38	39	38
Aug 10	03.08.10	-	01.09.10	29	37	35	36	38	41	40	44	48	46	36	36	36
Sep 10	01.09.10	-	01.10.10	30	41	42	41	44	42	43	47	47	47	42	42	42
Okt 10	01.10.10	-	02.11.10	32	41	43	42	45	45	45	53	46	49	43	43	43
Nov 10	02.11.10	-	29.11.10	27	44	47	45	50	45	48	44	50	47	46	44	45
Dez 10	29.11.10	-	30.12.10	31	52	51	52	48	52	50	53	53	53	52	43	48
Mittel	**29.12.09**	**-**	**30.12.10**	**366**	**44**	**44**	**44**	**45**	**46**	**45**	**52**	**51**	**51**	**44**	**44**	**44**

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 29.12.2009 bis 30.12.2010 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum			Anzahl Tage	MP 24 /1	MP 24 / 2	MP 24	MP 27 /1	MP 27 / 2	MP 27	MP 28 /1	MP 28 / 2	MP 28	MP 30 /1	MP 30 / 2	MP 30
					µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 10	29.12.09	-	01.02.10	34	44	46	45	34	37	36	50	49	50	55	48	52
Feb 10	01.02.10	-	03.03.10	30	48	48	48	33	34	34	51	56	54	56	53	54
Mrz 10	03.03.10	-	31.03.10	28	52	47	50	35	34	34	65	58	61	61	60	60
Apr 10	31.03.10	-	30.04.10	30	43	44	44	28	29	28	54	54	54	43	45	44
Mai 10	30.04.10	-	02.06.10	33	43	41	42	29	29	29	51	56	54	37	38	38
Jun 10	02.06.10	-	30.06.10	28	43	39	41	24	26	25	58	58	58	37	36	37
Jul 10	30.06.10	-	03.08.10	34	44	46	45	27	26	27	67	66	66	45	44	44
Aug 10	03.08.10	-	01.09.10	29	41	42	42	28	29	28	52	51	51	39	43	41
Sep 10	01.09.10	-	01.10.10	30	44	46	45	28	29	29	61	57	59	43	46	45
Okt 10	01.10.10	-	02.11.10	32	43	41	42	35	34	34	52	49	50	50	48	49
Nov 10	02.11.10	-	29.11.10	27	47	44	46	31	36	33	52	52	52	63	58	60
Dez 10	29.11.10	-	30.12.10	31	49	54	51	38	40	39	55	55	55	53	50	51
Mittel	**29.12.09**	**-**	**30.12.10**	**366**	**45**	**45**	**45**	**31**	**32**	**31**	**56**	**55**	**55**	**48**	**47**	**48**

Monat	Zeitraum			Anzahl Tage	MP 33 /1	MP 33 / 2	MP 33	MP 34 /1	MP 34 / 2	MP 34	MP 38 /1	MP 38 / 2	MP 38
					µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Jan 10	29.12.09	-	01.02.10	34	53	57	55	61	55	58	56	55	56
Feb 10	01.02.10	-	03.03.10	30	57	55	56	58	59	59	50	58	54
Mrz 10	03.03.10	-	31.03.10	28	65	59	62	49	61	55	59	58	58
Apr 10	31.03.10	-	30.04.10	30	46	48	47	52	57	55	48	53	51
Mai 10	30.04.10	-	02.06.10	33	39	40	39	46	45	46	42	44	43
Jun 10	02.06.10	-	30.06.10	28	46	49	47	42	44	43	43	44	44
Jul 10	30.06.10	-	03.08.10	34	52	54	53	54	55	54	43	47	45
Aug 10	03.08.10	-	01.09.10	29	47	46	46	47	50	48	50	44	47
Sep 10	01.09.10	-	01.10.10	30	46	48	47	54	52	53	48	45	46
Okt 10	01.10.10	-	02.11.10	32	53	52	52	50	51	51	51	48	50
Nov 10	02.11.10	-	29.11.10	27	56	50	53	53	57	55	41	52	47
Dez 10	29.11.10	-	30.12.10	31	58	56	57	58	55	56	57	51	54
Mittel	**29.12.09**	**-**	**30.12.10**	**366**	**51**	**51**	**51**	**52**	**53**	**53**	**49**	**50**	**49**

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 2010.

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

Fr	Wochentag
12,5	**Tagesmittelwert (°C)**
9,7	niedrigster Einzelmesswert (°C)
16,7	höchster Einzelmesswert (°C)
--	kein Wert vorhanden

Tabelle 12 Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2010.

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

Fr	Wochentag
86	**Tagesmittelwert (%)**
60	niedrigster Einzelmesswert (%)
100	höchster Einzelmesswert (%)
--	kein Wert vorhanden

Tabelle 13 Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2010.

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

Fr	Wochentag
1,8	**Tagesmittelwert (m/s)**
0,0	niedrigster Einzelmesswert (m/s)
8,5	höchster Einzelmesswert (m/s)
--	kein Wert vorhanden