MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2009

Luftmessbericht Wuppertal 2009

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 750/1
Datum:	Juni 2010
Berichtsumfang:	47 Seiten, davon 32 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 $PM_{2,5}$	27
7	**Grundlagen und Literatur**	**31**

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 2009.

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.

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 2009 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 2009 detailliert zusammengefasst. Abschließend erfolgt eine Darstellung der insgesamt im Wuppertaler Stadtgebiet erfassten Luftschadstoffdaten für Stickstoffdioxid (NO2) und Partikel (PM_{10} und $PM_{2,5}$).

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 2006 durchgeführt. Die Anzahl der Messpunkte variierte in diesem Zeitraum zwischen 26 im Jahr 2007 und 23 im Jahr 2009. 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 2009 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.

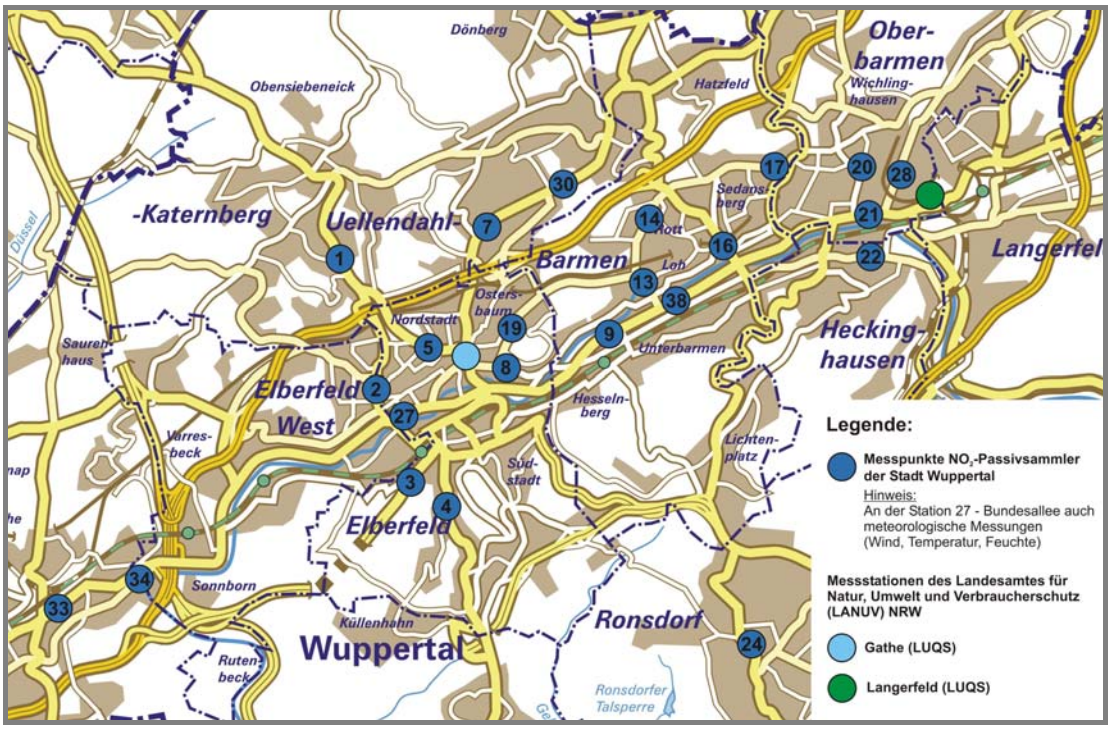

Abbildung 2 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 38 sowie der LANUV-NRW Messstandorte im Stadtgebiet von Wuppertal.

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 2009 werden die Ergebnisse für das Jahr 2009 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 10. März bis zum 31. Dezember 2009 als Halbstundenmittelwerte vor; für jedes Halbstundenintervall und jede Messgröße wurden ferner jeweils die höchsten und die niedrigsten Einzelmesswerte festgehalten (Extremwerte). Die meteorologischen Größen dienen der Beurteilung der Immissionssituation. Von Januar bis Anfang März 2009 wurde die meteorologische Station an der Bundesallee vollständig umgebaut bzw. erneuert, so dass für diesen Zeitraum keine meteorologischen Daten vorliegen.

Im Jahresverlauf kann es in Abhängigkeit der Witterungs- und Ausbreitungsbedingungen der bodennahen 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

2009 brachte in Deutschland einen ausgeprägten Winter mit strengen Frösten im Januar und starken Schneefällen im Februar. Im Frühjahr folgte ein außergewöhnlich warmer und sonnenscheinreicher April. Der vergangene Sommer verlief zunächst sehr wechselhaft, später dann trocken und recht warm. Der Herbst begann mit Altweibersommerwetter, zeigte sich danach niederschlagsreich und im Oktober etwas zu kalt. Im November war es dann deutlich zu mild. Auch der Dezember brachte anfangs milde und nasse Witterung, kurz vor Weihnachten aber eine kurze, intensive Kältewelle [7]. Während bundesweit im Jahr 2009 vier zu kalte Monate beobachtet wurden (Januar, Juni, Oktober und Dezember), waren dies in Wuppertal nur drei Monate (Januar, Oktober, Dezember). Dem gegenüber standen allerdings bundesweit acht und in Wuppertal neun zu warme Monate. Deutlich zu warm fielen in Wuppertal insbesondere der April sowie der August, September und November aus. Am 20. August 2009 wurde in Wuppertal, wie auch fast deutschlandweit, mit 33,6 °C die höchste Lufttemperatur erfasst.

Lufttemperatur

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2009 sind in Tabelle 3 den langjährigen Mittelwerten (1961-1990) der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen gegenübergestellt [8].

Nach Angaben des DWD lagen die Temperaturen 2009 im gesamten Bundesgebiet mit einem Mittelwert von 9,2 °C ca. 1°C über dem langjährigen Mittelwert (8,2 °C). Damit ist 2009 wie auch die Vorjahre als ein eher warmes Jahr zu bezeichnen, ohne jedoch zu den zehn wärmsten Jahren seit Beginn der deutschlandweiten Messungen 1901 zu zählen. Die im Messzeitraum 2009 an der Station Wuppertal-Bundesallee gemessenen Temperaturen lagen im Mittel mit 12,8 °C ebenfalls deutlich über den langjährigen Mittelwerten an der Station Wuppertal-Buchenhofen für den vergleichbaren Jahreszeitraum (11,1 °C). Der bundesweit erkennbare Trend in 2009 hat sich demnach auch lokal in Wuppertal bestätigt.

Während der ausgeprägte Winter, mit einer gegenüber dem langjährigen Mittel um etwa 2 °C geringeren Monatsmitteltemperatur im Januar 2009 (deutschlandweit), aufgrund des Stationsumbaus nicht in den Wuppertaler Daten abgebildet ist, ist insbesondere der außergewöhnlich warme (und sonnenscheinreiche) April, an dem die Temperaturen an der Station Bundesallee im Mittel mehr als 5 °C über dem langjährigen Mittel an der Station Buchenhofen lagen, deutlich zu erkennen (siehe Tabelle 3 und Abbildung 3).

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 (Messzeitraum 10.03.2009 bis 31.12.2009) 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	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	11,1 *)
Bundesallee	10.03.-31.12.09			6,0	13,6	14,8	15,9	18,7	19,3	15,5	10,3	9,4	2,4	--	12,8 *)
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	26,0	--
Bundesallee	10.03.-31.12.09			0	1	2	5	12	14	4	0	0	0	--	38
Heiße Tage (T_{max} > 30°C)															
Bundesallee	10.03.-31.12.09			0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	--	4
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	57,5	--
Bundesallee	10.03.-31.12.09			0	0	0	0	0	0	0	1	0	11		12
Eistage (T_{max} < 0°C)															
Bundesallee	10.03.-31.12.09			0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	--	4
relative Feuchte (%)															
Bundesallee	10.03.-31.12.09			77	67	67	70	71	67	79	83	84	89	--	75

*) Neben der Berechnung eines mittleren Jahresmittels erfolgte für die mittleren Monatsmittelwerte 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen eine gewichtete Mittelung über diejenigen Monate, in denen im Jahr 2009 an der Station "Bundesallee" Messungen stattfanden. Hierbei wurden die einzelnen Monatswerte entsprechend der Anzahl der Messtage im jeweiligen Monat gewichtet. Die Mittelwertsbildung für die Station "Bundesallee" erfolgte auf Basis der einzelnen Tagesmittel.

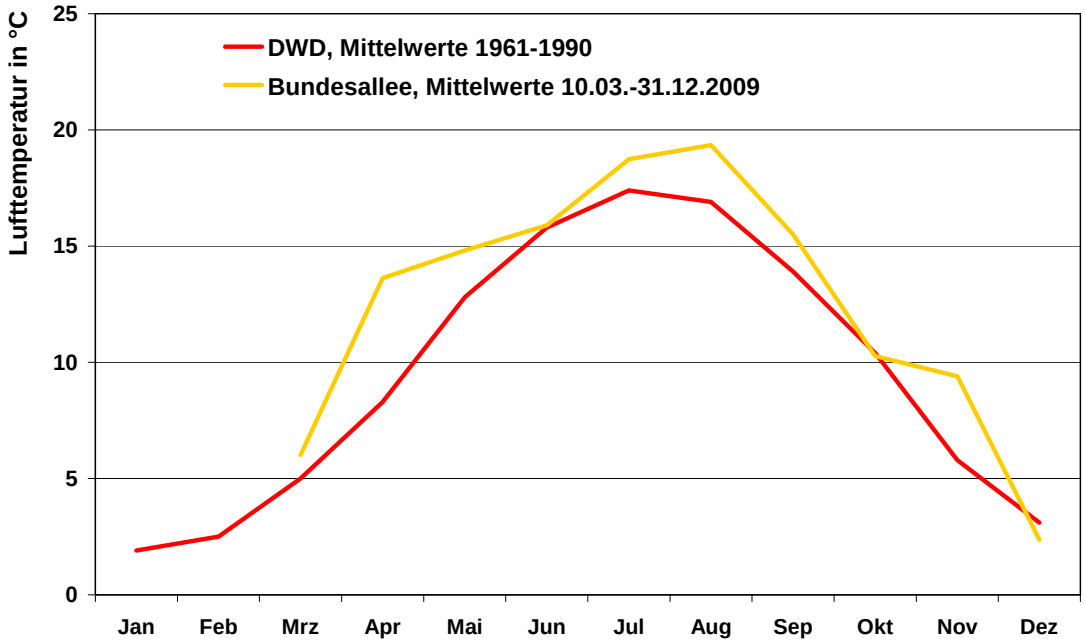

Abbildung 3 Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee im Messzeitraum 10.03. bis 31.12.2009 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen

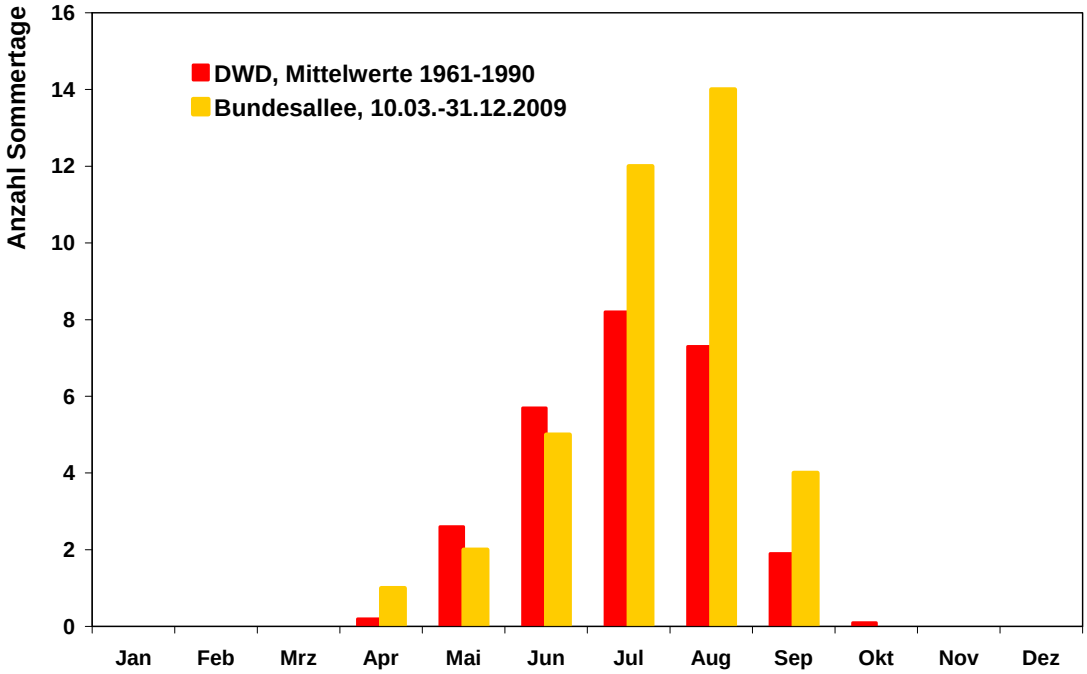

Abbildung 4 Monatliche Anzahl der Sommertage (T_{max} > 25 °C) an der Station Bundesallee in 2009 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

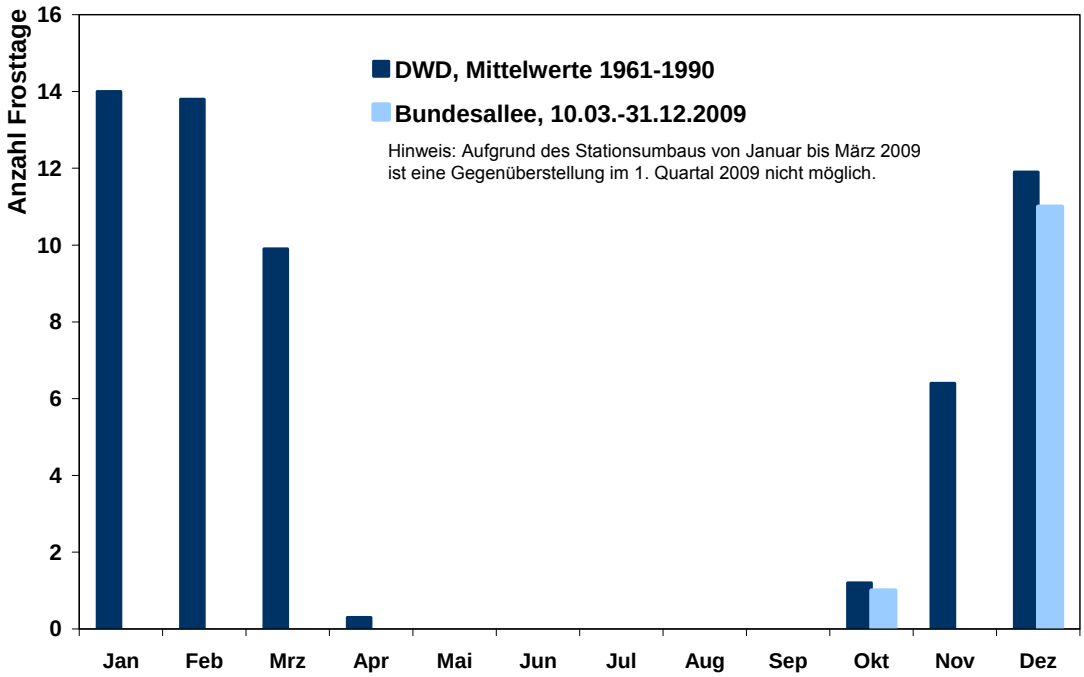

Abbildung 5 Monatliche Anzahl der Frosttage (T_{min} < 0 °C) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 10.03. bis 31.12.2009 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1961-1990 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen.

Der warme Hochsommer 2009 geht in Wuppertal mit einer gegenüber dem langjährigen Mittel erhöhten Zahl an sogenannten „Sommertagen“ (Tagesmaximum der Lufttemperatur über 25 °C) einher, während sich der wechselhaftere Frühsommer 2009 diesbezüglich im Bereich des langjährigen Mittels bewegt (siehe Tabelle 3 und Abbildung 4). Der milde November spiegelt sich nicht nur im erhöhten Monatsmittelwert, sondern auch im völligen Fehlen von Frosttagen wider. In den etwas kälter ausgefallenen Monaten Oktober und Dezember ergaben sich dagegen mit dem langjährigen Mittel vergleichbare Häufigkeiten von Frosttagen (siehe Tabelle 3 und Abbildung 5). Aufgrund Stationsumbaus (Meteorologie, Bundesallee) und des damit verbundenen, eingeschränkten Messzeitraums können keine Aussagen zu der Anzahl der Frosttagen für Januar bis Anfang März erfolgen.

Insbesondere der Januar 2009 war jedoch bundesweit durch eine markante Kälteperiode mit gegenüber dem langjährigen Mittel deutlich reduzierten Temperaturen und einer zum Teil andauernden Schneedecke geprägt. In Verbindung mit den eher geringen Niederschlägen sowie einer überdurchschnittlichen Sonnenscheindauer war der Januar somit durch einen besonders hohen Anteil austauscharmer Witterungsbedingungen bis hin zu Inversionswetterlagen geprägt.

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 2009 zusammengefasst. Tabelle 4 fasst zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2009 zusammen.

Tabelle 4 Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	Jahr *)
Windgeschwindigkeit (m/s)															
Bundesallee	1997 - 2008	3,5	3,4	3,2	2,8	2,7	2,5	2,5	2,3	2,5	2,9	3,2	3,4	3,0	--
Bundesallee	10.03.-31.12.09	--	--	2,3	2,2	2,5	2,4	2,5	1,8	2,4	2,2	3,4	2,9	--	2,5

*) Hinweis zur Mittelwertbildung: siehe *) in Tabelle 3

Die Monats- und Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten zeigen lediglich eine schwach ausgeprägte jahreszeitliche Dynamik; während die höchsten Monatsmittelwerte im November und Dezember gemessen wurden, liegen alle anderen Monatmittel zwischen 2,2 und 2,5 m/s. Einzige Ausnahme ist der Monat August, in dem eine länger andauernde windschwächere Phase zu einem Monatsmittelwert von lediglich 1,8 m/s führte (siehe auch Abbildung 8).

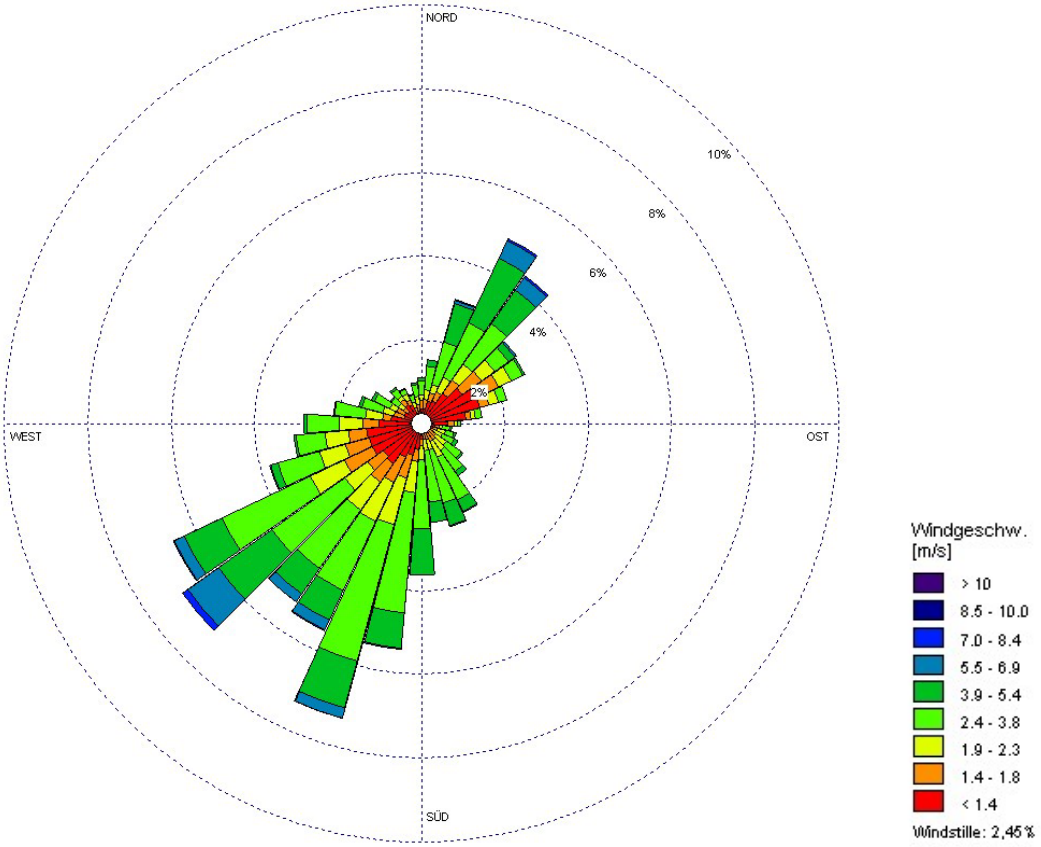

Abbildung 6 Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit) an der Messstation Wuppertal-Bundesallee im Messzeitraum 10.03. bis 31.12.2009.

Die in Abbildung 6 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit weist ein primäres Maximum aus südwestlichen bis südsüdwestlichen Richtungen auf, an das zumeist auch die Spitzenwerte der Windgeschwindigkeiten gebunden sind. Ein sekundäres Maximum besteht in den nordöstlichen bis nordnordöstlichen Anströmungen. Bei alleiniger Betrachtung der schwächeren Winde stellt sich die Windrose gedreht dar: nun überwiegen westsüdwestliche und ostnordöstliche Windrichtungen.

Die ermittelte Windrichtungsverteilung an der Station Bundesallee ist typisch für den Messstandort und weicht nicht von den langjährig erfassten Daten ab.

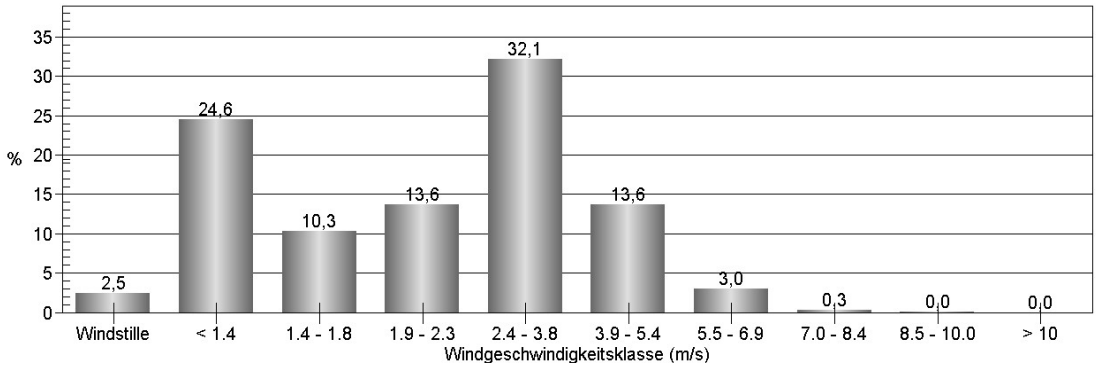

Abbildung 7 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen (30-min-Mittelwerte) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 10.03. bis 31.12.2009.

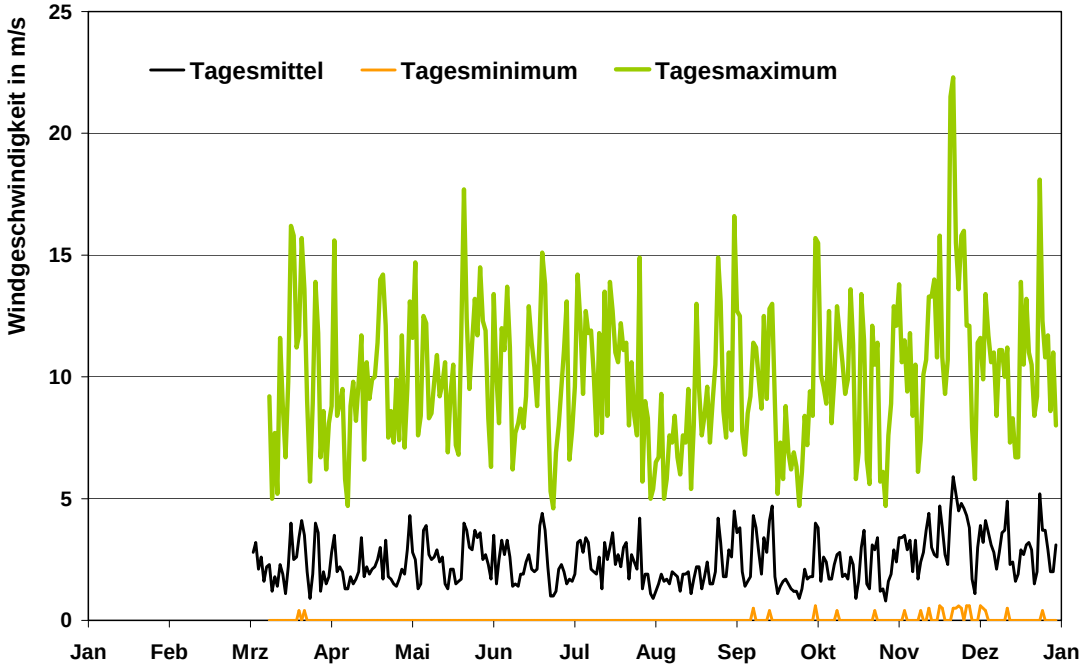

Abbildung 8 Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 10.03. bis 31.12.2009 (Mittelwerte).

Windstillen in Anemometerhöhe traten in insgesamt 2,5 % der aufgezeichneten Halbstundenintervalle auf, windschwache Lagen mit Windgeschwindigkeiten < 1,4 m/s kommen in ca. 27 % der Halbstundenintervalle vor (siehe Abbildung 7). Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 10.03. bis 31.12.2009 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. Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (unterste Kurve in Abbildung 8) hingegen weist lediglich Werte zwischen 0 und 1 m/s auf. Insbesondere im Sommerhalbjahr (April bis September) wurde an der Station Bundesallee jeden Tag, zumindest kurzzeitig, eine Windstille erfasst. Die Tagesmaxima traten dabei 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 2008 lag somit die mittlere Windgeschwindigkeit auch im Jahr 2009 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 2009 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, insbesondere auch unter Berücksichtigung der meteorologischen Randbedingungen, das Jahr 2009 aus lufthygienischer Sicht als insgesamt leicht ungünstiger als das besonders günstige Jahr 2008 auf dem Niveau des Jahres 2007 eingestuft [9].

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 im Jahr 2002 durch Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sowie durch die Einführung der 22. Verordnung zum BImSchG (22. BImSchV) in deutsches Recht umgesetzt.

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Stickstoffdioxid (NO_2) ab dem 01.01.2010 ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (Kalenderjahr) gemäß 22. BImSchV [3]. Für das Jahr 2009 beträgt die Toleranzmarge für den Immissionsgrenzwert 2 µg/m³ gemäß 22. BImSchV. Aus der Summe aus Immissionsgrenz-

wert und Toleranzmarge resultiert für das Jahr 2009 somit ein Beurteilungswert von 42 µg/m³. Darüber hinaus gilt gemäß 22. BImSchV ab 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 22. 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 2009 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 09 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 10 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO_2-Messdaten für das Jahr 2009 betrug 92 % am Messpunkt MP 24 (Staasstraße) sowie 100 % an den übrigen 22 Messpunkten. Ursache für die geringere Datenverfügbarkeit war ein einmonatiger Messausfall im Juni 2009 aufgrund von Vandalismus an diesem Messpunkt.

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 2009 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 2009.

Die höchsten NO_2-Belastungen (Jahresmittelwerte > 60 µg/m³) für das Jahr 2009 wurden mit 69 µg/m³ an der Briller Straße (MP 02), 63 µg/m³ an der Friedrich-Engels-Allee (MP 09), 63 µg/m³ an der Westkotter Straße (MP 17) sowie 62 µg/m³ am Steinweg (MP 16) ermittelt. Insgesamt lagen, mit Ausnahme des Messpunktes Bundesallee (MP 27), an allen Messpunkten die NO_2-Jahresmittelwerte für 2009 bei Werten > 42 µg/m³ (22 von 23 Messstandorten). Mit Ausnahme von Messpunkt 27 (Bundesallee, 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 2009 von 33 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 2009.

Stickstoffdioxid NO_2 in µg/m³														
MP-Nr.	**Messort**	**Jan 09**	**Feb 09**	**Mrz 09**	**Apr 09**	**Mai 09**	**Jun 09**	**Jul 09**	**Aug 09**	**Sep 09**	**Okt 09**	**Nov 09**	**Dez 09**	**Mittel 2009**
MP 01	Nevigeser Straße 98	60	50	43	48	43	45	39	45	45	55	45	45	47
MP 02	Briller Straße 28	81	72	79	73	66	62	64	67	57	73	65	67	69
MP 03	Neviandtstraße 44	52	51	50	43	41	43	40	43	45	50	39	43	45
MP 04	Steinbeck 92	67	64	61	61	53	55	56	58	54	59	56	52	58
MP 05	Hochstraße 63	63	65	65	60	52	55	45	55	56	64	41	54	56
MP 07	Uellendahler Straße 198	72	57	55	55	44	45	46	49	48	54	49	50	52
MP 08	Hofkamp 86	53	48	48	45	39	40	36	43	42	50	37	40	43
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	71	64	61	61	56	55	57	77	53	73	65	66	63
MP 13	Rudolfstraße 149	67	61	63	60	50	50	37	39	37	44	43	48	50
MP 14	Schönebecker Straße 81	57	48	50	46	45	45	43	48	46	52	44	42	47
MP 16	Steinweg 25	66	65	69	61	57	57	60	64	56	73	65	58	62
MP 17	Westkotter Straße 111	68	62	71	61	58	59	62	62	58	66	62	64	63
MP 19	Ostersbaum 72	56	54	51	49	42	42	37	45	43	53	45	47	47
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	56	52	53	46	41	43	41	45	45	53	42	49	47
MP 21	Berliner Straße 159	54	60	56	57	50	57	45	46	51	56	41	49	52
MP 22	Heckinghauser Straße 159	60	57	54	47	42	45	36	39	42	54	36	48	47
MP 24	Staasstraße 51	56	51	51	50	42	n.a.	41	43	46	49	41	48	47
MP 27	Bundesallee 30	46	38	37	33	26	27	23	32	32	39	32	36	33
MP 28	Schwarzbach 78	64	56	57	55	37	54	51	50	50	55	49	52	53
MP 30	Uellendahler Straße 428	69	54	48	47	47	43	46	45	44	56	51	54	50
MP 33	Kaiserstraße 32	61	56	53	50	47	46	44	50	48	53	49	52	51
MP 34	Haeseler Strasse 94	69	58	54	58	53	53	48	53	53	59	53	57	56
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	60	56	50	52	47	48	42	44	49	54	47	56	51
													Beurteilungswert 22. BImSchV / TA Luft (Jahresmittelwert)	**40** [1)]

n.a. - nicht auswertbar

[1)] gemäß 22. BImSchV gültig ab 01.01.2010

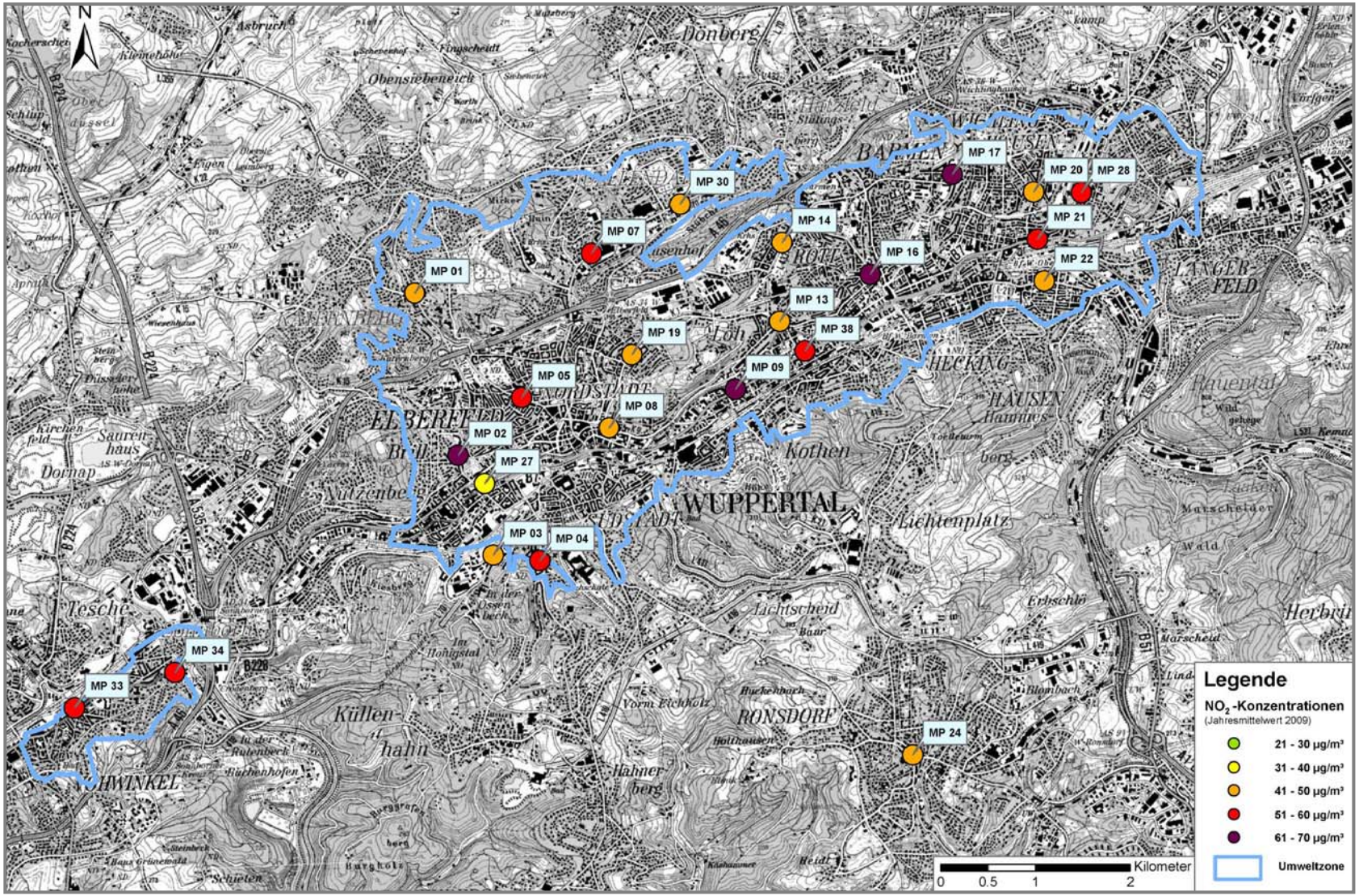

Abbildung 9 Räumlicher Verteilung der Messorte MP 1 bis MP 38 in Wuppertal sowie Klassifizierung der NO_2-Jahresmittelwerte 2009.

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“. Danach können die Fristen für die Einhaltung des NO_2-Grenzwertes unter bestimmten Voraussetzung um fünf Jahre verlängert werden. Während der Fristverlängerung muss jedoch sichergestellt werden, dass der Jahresmittelwert von NO_2 den Grenzwert um nicht mehr als die gesamte Toleranzmarge von 20 µg/m³ überschreitet; d.h. der Jahresmittelwert darf während der Übergangsfrist nicht über 60 µg/m³ liegen.

Im Jahr 2009 wurde an den Messstellen Briller Straße (MP 02), Friedrich-Engels-Allee (MP 09), Steinweg (MP 16) sowie Westkotter Straße (MP 17) der Jahresmittelwert von 60 µg/m³ überschritten. Diese Messorte stellen demnach lokale Belastungsschwerpunkte dar, die durch hohe emissionsseitige Belastungen in Verbindung mit besonders ungünstigen lokalen Austauschbedingungen gekennzeichnet sind.

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2009 zusätzlich die Monatsextreme (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2009) 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 2,0 höher als im Sommerhalbjahr.

Tabelle 6 NO_2-Jahresmittelwerte sowie NO_2-Monatsextreme für das Jahr 2009.

MP-Nr.	Messort / Adresse	NO_2 (2009)	NO_2 - Minimum		NO_2 - Maximum		Max/Min
	Straße / Hausnummer	µg/m³	µg/m³	Monat	µg/m³	Monat	Faktor
MP 01	Nevigeser Straße 98	47	39	Jul 09	60	Jan 09	1,5
MP 02	Briller Straße 28	69	57	Sep 09	81	Jan 09	1,4
MP 03	Neviandtstraße 44	45	39	Nov 09	52	Jan 09	1,3
MP 04	Steinbeck 92	58	52	Dez 09	67	Jan 09	1,3
MP 05	Hochstraße 63	56	41	Nov 09	65	Feb 09	1,6
MP 07	Uellendahler Straße 198	52	44	Mai 09	72	Jan 09	1,6
MP 08	Hofkamp 86	43	36	Jul 09	53	Jan 09	1,5
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	63	53	Sep 09	77	Aug 09	1,5
MP 13	Rudolfstraße 149	50	37	Jul 09	67	Jan 09	1,8
MP 14	Schönebecker Straße 81	47	42	Dez 09	57	Jan 09	1,4
MP 16	Steinweg 25	62	56	Sep 09	73	Okt 09	1,3
MP 17	Westkotter Straße 111	63	58	Mai 09	71	Mrz 09	1,2
MP 19	Ostersbaum 72	47	37	Jul 09	56	Jan 09	1,5
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	47	41	Jul 09	56	Jan 09	1,4
MP 21	Berliner Straße 159	52	41	Nov 09	60	Feb 09	1,5
MP 22	Heckinghauser Straße 159	47	36	Jul 09	60	Jan 09	1,7
MP 24	Staasstraße 51	47	41	Jul 09	56	Jan 09	1,4
MP 27	Bundesallee 30	33	23	Jul 09	46	Jan 09	2,0
MP 28	Schwarzbach 78	53	37	Mai 09	64	Jan 09	1,7
MP 30	Uellendahler Straße 428	50	43	Jun 09	69	Jan 09	1,6
MP 33	Kaiserstraße 32	51	44	Jul 09	61	Jan 09	1,4
MP 34	Haeseler Strasse 94	56	48	Jul 09	69	Jan 09	1,4
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	51	42	Jul 09	60	Jan 09	1,4

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 2008 korrespondiert. Unter Berücksichtigung eines regionalen Hintergrundniveaus von etwa 20 µg/m³ sowie eines Gesamthintergrundniveaus von etwa 25 µg/m³ (gemäß Luftreinhalteplan Wuppertal [6]) 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 2009 an 22 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 2006 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 (LUQS-Stationskürzel: VWUP) betrieben. Die Station Wuppertal Friedrich-Engels-Allee ist als Verkehrsmessstation eingestuft. Seit dem Jahr 2008 werden an dieser Messstelle die NO_2-Messungen durch die Stadt Wuppertal fortgeführt. 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 werden seit dem Jahr 2007 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 sind zunächst die statistischen Kenngrößen der Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA) für NO_2 für das Jahr 2009 aufgeführt und den entsprechenden Beurteilungswerten 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 sowie Bundesallee dargestellt, für die mehrjährige Messreihen für NO_2 vorliegen (siehe auch Abbildung 10). Während an allen Messorten (aktive und passive Messverfahren) der Jahres-Immissionsgrenzwert gemäß der 22. BImSchV beurteilt werden kann, ist eine Beurteilung des Kurzzeit-

Immissionsgrenzwertes gemäß 22. BImSchV (Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittelwertes) nur an der Station Wuppertal-Gathe möglich.

Tabelle 7 NO_2–Jahresmittelwerte (2009) an den Stationen Gathe (VWEL) und Langerfeld (WULA) sowie zum Vergleich an den Messorten Steinweg, Friedrich-Engels-Allee sowie Bundesallee.

Messstation	**Messverfahren**	**NO_2-Jahresmittel** in µg/m³
Gathe	aktiv	59
Langerfeld	passiv	27
Steinweg	passiv	62
Friedrich-Engels-Allee	passiv	63
Bundesallee	passiv	33
Beurteilungswert		**40** [1)]

[1)] Immissionsgrenzwert gemäß 22. BImSchV (Jahresmittel)

Die kontinuierliche Messstation Wuppertal Gathe zeigte mit 59 µg/m³ im Jahresmittel 2009 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 2009 nicht überschritten.

Im Vergleich zu den NO_2-Messungen an den Belastungsschwerpunkten lagen die NO_2-Jahresmittelwerte an den städtischen Hintergrundmessstationen Bundesallee mit 33 µg/m³ und Wuppertal-Langerfeld mit 27 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 stagniert. 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) liegt im Vergleich zur Bundesallee mit im Mittel 26 µg/m³ in den Jahren 2008 und 2009 nochmals um etwa 6 – 7 µg/m³ niedriger und beschreibt somit ein charakteristisches NO_2-Hintergrundniveau im Bergischen Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) ohne den maßgeblichen Einfluss lokaler Emissionen.

In der Friedrich-Engels-Allee liegt das Konzentrationsniveau um rund 10 – 20 µg/m³ höher als an der Bundesallee mit einem deutlichen Trend zu höheren NO_2-Belastungen in den letzten Jahren 2008 und 2009. Damit wird der seit dem 01.01.2010 gemäß 22. BImSchV geltenden Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 überschritten.

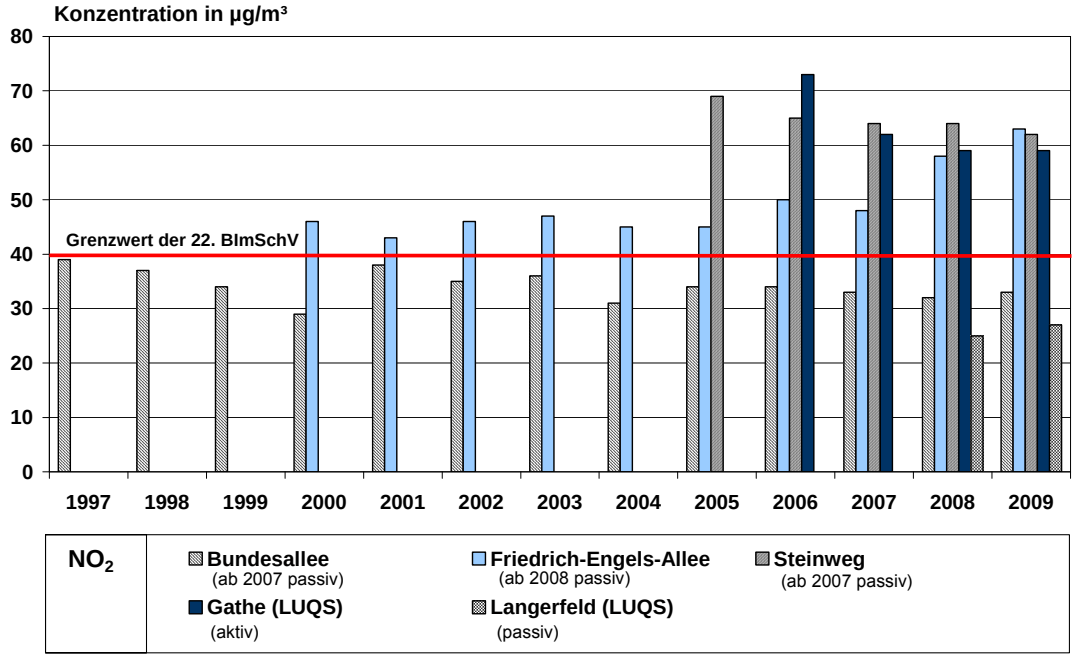

Abbildung 10 NO_2-Jahresmittelwerte an den Messstellen in Wuppertal von 1997 bis 2009.

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 um etwa 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 2009 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 derzeit realisierten Messstellen, da nicht alle Messstellen über den Gesamtzeitraum beprobt wurden.

Bei der Mehrzahl der Messstellen gemäß Tabelle 8 ist seit 2006 ein geringfügig rückläufiger Trend der NO_2-Belastungen zu beobachten. Neben wenigen Messstellen mit stagnierenden Belastungen ist die NO_2-Belastung einzig an der Friedrich-Engels-Allee in diesem Zeitraum angestiegen (siehe auch Abbildung 10).

Aufgrund dieses ausschließlich an der Friedrich-Engels-Allee auftretenden positiven Trends ist davon auszugehen, dass in den Jahren 2008 und 2009 lokale Effekte die Immissionssituation an der Friedrich-Engels-Allee ungünstig beeinflusst haben. Eine innerstädtisch ausschließlich lokale Zunahme der NO_2-Belastung kann beispielsweise durch eine Änderung der lokalen Verkehrsbelastung hervorgerufen werden (beispielsweise durch längerfristige Baustellen oder auch grundsätzlich modifizierte Verkehrsströme). Andere Ursachen, wie beispielsweise eine Veränderung der Hinter-

grundbelastung oder Veränderungen der Flottenemissionen insgesamt (etwa zunehmende direkte NO_2-Emissionen durch einen höheren Anteil von Dieselfahrzeugen an der Gesamtflotte), würden sich demgegenüber auch auf andere Messstationen im Stadtgebiet auswirken.

Tabelle 8 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid NO_2 für die Jahre 2006 bis 2009.

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

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}[(1)] 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.

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 mehrere Luftqualitätsrichtlinien der europäischen Union zurück, die im Jahr 2002 durch Novellierung

---

(1) Definition Partikel PM_{10} gemäß 22. BImSchV: Partikel, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sowie durch die Einführung der 22. 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 22. BImSchV [3]. Darüber hinaus gilt für Partikel PM_{10} ein maximaler Tagesmittelwert von 50 µg/m³ bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Ebenso wie für NO_2 sind diese Beurteilungsmaßstäbe neben der flächenhaften Beurteilung der Luftqualität über die 22. 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 zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Zielwert von 25 µg/m³. Ab dem 01.01.2015 ist dieser Wert von 25 µg/m³ als Immissionsgrenzwert verbindlich einzuhalten [4]. Die Richtlinie 2008/50/EG befindet sich derzeit mit der 39. BImSchV in der nationalen Umsetzung [5].

Ergebnisse der Feinstaubmessungen in Wuppertal

In Wuppertal wurden im Jahr 2009 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“). Im Jahr 2009 wurden an der städtischen Hintergrund-Messstation Langerfeld zusätzlich erstmals 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 2009 zusammengefasst und den Beurteilungsmaßstäben gegenübergestellt.

Tabelle 9 Statistische Kenngrößen für Partikel PM_{10} und $PM_{2,5}$ im Jahr 2009 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	29	22	---
Langerfeld	21	7	19
Beurteilungswert	**40** [1)]	**35** [1)]	**25** [2)]

[1)] Immissionsgrenzwert gemäß 22. BImSchV

[2)] Zielwert gemß RL 2008/50/EG

Im Jahresmittel 2009 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 29 µg/m³ eine um etwa 30 % höhere PM_{10}-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit 21 µg/m³. Auch die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ lag an der Station Gathe mit 22 Tagen in 2009 entsprechend höher als an der Messstelle Langerfeld mit 7 Tagen.

In den Abbildungen 11 und 12 ist die Entwicklung der PM_{10}-Immissionssituation an den PM_{10}-Messstationen Friedrich-Engels-Allee (LUQS), Steinweg, Langerfeld (LUQS) und Gathe (LUQS) dargestellt.

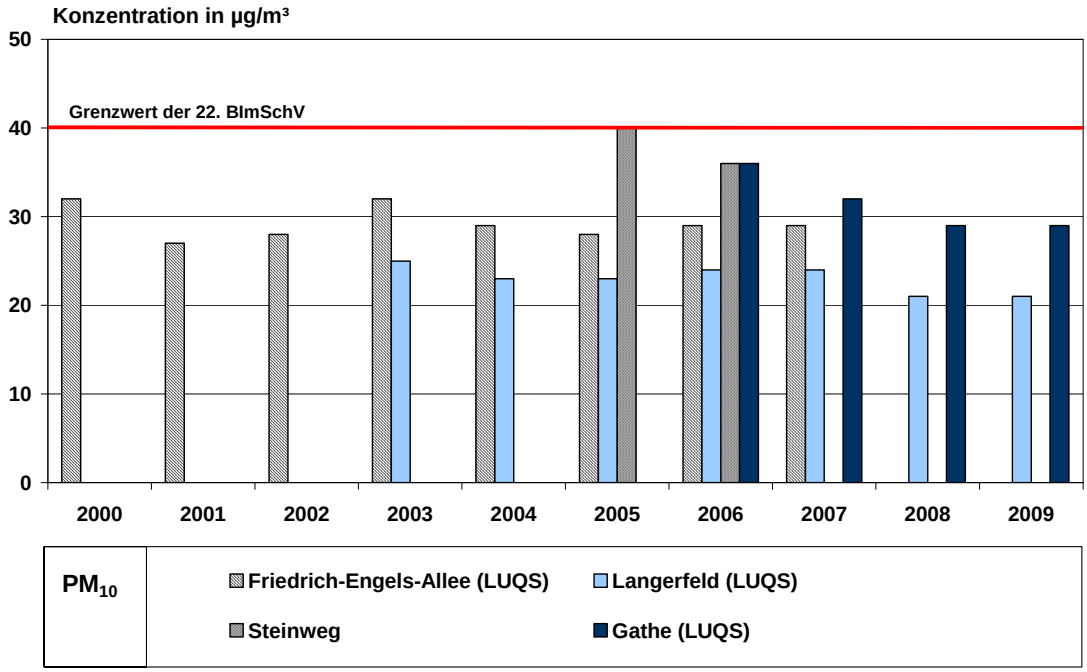

Abbildung 11 Entwicklung der PM_{10}-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2009.

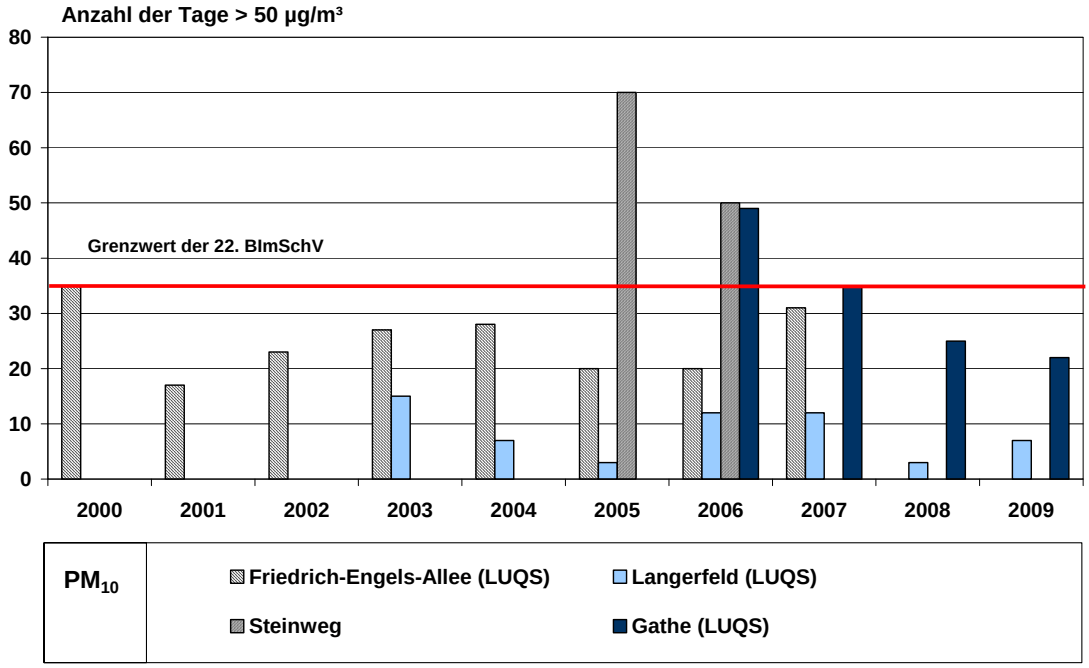

Abbildung 12 Anzahl der Tage mit PM_{10}-Mittelwerten > 50 µg/m³ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2000 bis 2009.

Die Jahresmittelwerte für PM_{10} an den Stationen Friedrich-Engels-Allee (Messzeitraum 2000 bis 2007) und Wuppertal Langerfeld (Messzeitraum 2003 bis 2009, 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 22. 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 2009) und Steinweg (2005 bis 2006) sind jeweils in den Messzeiträumen leichte Rückgänge der mittleren PM_{10}-Belastung zu verzeichnen. 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 Anzahl der Überschreitungstage (Abbildung 12) 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 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 von 2006 bis 2009 zu erkennen. Besonders deutlich ist dieser Rückgang an der Station Gathe, an der Station Langerfeld ist die Anzahl der Überschreitungstage von 2008 auf 2009 demgegenüber sogar wieder leicht angestiegen, allerdings auf einem niedrigen Niveau mit Werten von < 10 Tagen. 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.

Unter Berücksichtigung sowohl der NO_2- als auch der PM_{10}-Messungen in Wuppertal lässt sich, trotz der zum Teil relativ kurzen Messreihen, insgesamt ein leichter 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 2009 (BGBl. I Nr. 53 vom 17.08.2009 S. 2723)

[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] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. Juni 2007 (BGBl. I Nr. 25 vom 12.06.2007 S. 1006)

[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] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV); Deutscher Bundestag – 17. Wahlperiode; Drucksache 17/508

[6] Bezirksregierung Düsseldorf (2008): Luftreinhalteplan Wuppertal, Bezirksregierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf

[7] DWD (2010): Jahresrückblick: Deutschlandwetter im Jahr 2009; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach

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

[9] UBA (2010): Auswertung der Luftbelastungssituation 2009; Umweltbundesamt (UBA); Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität“, Dessau

[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), Landesamtes 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 (2010): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); Monatsberichte 2009 und Jahresbericht 2009 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2010

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

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 05.01.2009 bis 29.12.2009.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 01/A	MP 01/B	MP 01	MP 02/A	MP 02/B	MP 02	MP 03/A	MP 03/B	MP 03	MP 04/A	MP 04/B	MP 04
			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 09	05.01.09 - 30.01.09	25	60	59	60	82	80	81	53	51	52	66	68	67
Feb 09	30.01.09 - 28.02.09	29	53	48	50	71	73	72	48	53	51	63	65	64
Mrz 09	28.02.09 - 01.04.09	32	43	43	43	80	77	79	50	51	50	59	64	61
Apr 09	01.04.09 - 01.05.09	30	49	48	48	75	71	73	43	43	43	60	61	61
Mai 09	01.05.09 - 01.06.09	31	44	42	43	68	64	66	41	40	41	54	51	53
Jun 09	01.06.09 - 29.06.09	28	45	46	45	63	61	62	44	42	43	56	55	55
Jul 09	29.06.09 - 31.07.09	32	40	39	39	64	64	64	39	40	40	51	60	56
Aug 09	31.07.09 - 31.08.09	31	47	43	45	69	66	67	42	43	43	61	55	58
Sep 09	31.08.09 - 30.09.09	30	46	45	45	49	65	57	44	46	45	55	54	54
Okt 09	30.09.09 - 31.10.09	31	54	55	55	72	74	73	50	51	50	60	58	59
Nov 09	31.10.09 - 02.12.09	32	43	47	45	65	65	65	39	40	39	56	56	56
Dez 09	02.12.09 - 29.12.09	27	46	45	45	69	65	67	42	44	43	53	51	52
Mittel	**05.01.09 - 29.12.09**	**30**	**47**	**47**	**47**	**69**	**69**	**69**	**45**	**45**	**45**	**58**	**58**	**58**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 05/A	MP 05/B	MP 05	MP 07/A	MP 07/B	MP 07	MP 08/A	MP 08/B	MP 08	MP 09/A	MP 09/B	MP 09
			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 09	05.01.09 - 30.01.09	25	66	61	63	72	72	72	51	54	53	71	70	71
Feb 09	30.01.09 - 28.02.09	29	68	62	65	55	58	57	51	46	48	62	66	64
Mrz 09	28.02.09 - 01.04.09	32	66	64	65	55	55	55	46	49	48	58	63	61
Apr 09	01.04.09 - 01.05.09	30	63	58	60	54	55	55	47	44	45	65	58	61
Mai 09	01.05.09 - 01.06.09	31	54	51	52	42	47	44	40	37	39	60	52	56
Jun 09	01.06.09 - 29.06.09	28	56	54	55	45	46	45	40	39	40	55	55	55
Jul 09	29.06.09 - 31.07.09	32	44	46	45	46	45	46	35	36	36	59	55	57
Aug 09	31.07.09 - 31.08.09	31	55	55	55	49	48	49	43	42	43	76	77	77
Sep 09	31.08.09 - 30.09.09	30	55	56	56	46	50	48	43	40	42	53	52	53
Okt 09	30.09.09 - 31.10.09	31	65	63	64	54	55	54	53	48	50	70	76	73
Nov 09	31.10.09 - 02.12.09	32	39	42	41	47	51	49	38	37	37	63	67	65
Dez 09	02.12.09 - 29.12.09	27	53	54	54	50	50	50	41	40	40	64	68	66
Mittel	**05.01.09 - 29.12.09**	**30**	**57**	**56**	**56**	**51**	**53**	**52**	**44**	**43**	**43**	**63**	**63**	**63**

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 05.01.2009 bis 29.12.2009 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 13/A	MP 13/B	MP 13	MP 14/A	MP 14/B	MP 14	MP 16/A	MP 16/B	MP 16	MP 17/A	MP 17/B	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 09	05.01.09 - 30.01.09	25	68	67	67	55	59	57	66	66	66	65	70	68
Feb 09	30.01.09 - 28.02.09	29	60	62	61	46	51	48	67	63	65	60	65	62
Mrz 09	28.02.09 - 01.04.09	32	61	65	63	50	50	50	68	69	69	71	70	71
Apr 09	01.04.09 - 01.05.09	30	61	59	60	45	48	46	62	60	61	62	61	61
Mai 09	01.05.09 - 01.06.09	31	50	51	50	45	45	45	54	59	57	60	57	58
Jun 09	01.06.09 - 29.06.09	28	51	50	50	44	46	45	58	56	57	58	60	59
Jul 09	29.06.09 - 31.07.09	32	37	38	37	41	44	43	59	61	60	64	60	62
Aug 09	31.07.09 - 31.08.09	31	39	39	39	47	50	48	67	62	64	64	61	62
Sep 09	31.08.09 - 30.09.09	30	35	39	37	45	47	46	55	56	56	62	53	58
Okt 09	30.09.09 - 31.10.09	31	45	43	44	50	54	52	73	73	73	61	70	66
Nov 09	31.10.09 - 02.12.09	32	45	42	43	45	43	44	66	63	65	63	62	62
Dez 09	02.12.09 - 29.12.09	27	47	49	48	42	41	42	56	59	58	67	61	64
Mittel	**05.01.09 - 29.12.09**	**30**	**50**	**50**	**50**	**46**	**48**	**47**	**63**	**62**	**62**	**63**	**62**	**63**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 19/A	MP 19/B	MP 19	MP 20/A	MP 20/B	MP 20	MP 21/A	MP 21/B	MP 21	MP 22/A	MP 22/B	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 09	05.01.09 - 30.01.09	25	56	56	56	57	55	56	54	54	54	60	60	60
Feb 09	30.01.09 - 28.02.09	29	54	55	54	51	53	52	59	62	60	54	59	57
Mrz 09	28.02.09 - 01.04.09	32	54	48	51	53	52	53	57	55	56	55	54	54
Apr 09	01.04.09 - 01.05.09	30	48	49	49	47	45	46	60	55	57	46	47	47
Mai 09	01.05.09 - 01.06.09	31	41	42	42	40	43	41	51	50	50	41	43	42
Jun 09	01.06.09 - 29.06.09	28	42	n.a.	42	43	42	43	57	56	57	45	44	45
Jul 09	29.06.09 - 31.07.09	32	37	38	37	40	41	41	46	45	45	36	36	36
Aug 09	31.07.09 - 31.08.09	31	45	46	45	45	46	45	45	47	46	41	37	39
Sep 09	31.08.09 - 30.09.09	30	43	42	43	44	46	45	50	51	51	42	42	42
Okt 09	30.09.09 - 31.10.09	31	53	53	53	53	53	53	54	58	56	55	54	54
Nov 09	31.10.09 - 02.12.09	32	45	46	45	41	44	42	41	41	41	36	37	36
Dez 09	02.12.09 - 29.12.09	27	47	47	47	49	49	49	48	50	49	49	46	48
Mittel	**05.01.09 - 29.12.09**	**30**	**47**	**47**	**47**	**47**	**47**	**47**	**52**	**52**	**52**	**47**	**47**	**47**

Tabelle 10 Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 1 bis MP 38 für den Messzeitraum 05.01.2009 bis 29.12.2009 (Fortsetzung).

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 24/A µg/m³	MP 24/B µg/m³	MP 24 µg/m³	MP 27/A µg/m³	MP 27/B µg/m³	MP 27 µg/m³	MP 28/A µg/m³	MP 28/B µg/m³	MP 28 µg/m³	MP 30/A µg/m³	MP 30/B µg/m³	MP 30 µg/m³
Jan 09	05.01.09 - 30.01.09	25	55	57	56	47	46	46	62	65	64	68	70	69
Feb 09	30.01.09 - 28.02.09	29	52	51	51	38	38	38	58	54	56	53	55	54
Mrz 09	28.02.09 - 01.04.09	32	52	49	51	36	38	37	56	58	57	52	45	48
Apr 09	01.04.09 - 01.05.09	30	50	50	50	32	34	33	55	56	55	46	47	47
Mai 09	01.05.09 - 01.06.09	31	40	45	42	27	26	26	36	37	37	46	48	47
Jun 09	01.06.09 - 29.06.09	28	n.a.	n.a.	n.a.	28	26	27	52	57	54	44	41	43
Jul 09	29.06.09 - 31.07.09	32	42	40	41	23	23	23	52	51	51	50	43	46
Aug 09	31.07.09 - 31.08.09	31	45	42	43	31	33	32	50	50	50	45	46	45
Sep 09	31.08.09 - 30.09.09	30	49	43	46	32	32	32	51	49	50	43	46	44
Okt 09	30.09.09 - 31.10.09	31	48	50	49	38	40	39	57	53	55	55	57	56
Nov 09	31.10.09 - 02.12.09	32	42	41	41	31	32	32	49	48	49	53	49	51
Dez 09	02.12.09 - 29.12.09	27	47	50	48	36	36	36	53	52	52	56	53	54
Mittel	**05.01.09 - 29.12.09**	**30**	**47**	**47**	**47**	**33**	**34**	**33**	**53**	**53**	**53**	**51**	**50**	**50**

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 33/A µg/m³	MP 33/B µg/m³	MP 33 µg/m³	MP 34/A µg/m³	MP 34/B µg/m³	MP 34 µg/m³	MP 38/A µg/m³	MP 38/B µg/m³	MP 38 µg/m³
Jan 09	05.01.09 - 30.01.09	25	62	60	61	70	68	69	59	61	60
Feb 09	30.01.09 - 28.02.09	29	57	56	56	59	57	58	61	52	56
Mrz 09	28.02.09 - 01.04.09	32	54	52	53	54	53	54	51	50	50
Apr 09	01.04.09 - 01.05.09	30	50	50	50	58	59	58	55	50	52
Mai 09	01.05.09 - 01.06.09	31	47	48	47	52	55	53	45	48	47
Jun 09	01.06.09 - 29.06.09	28	44	47	46	51	54	53	47	50	48
Jul 09	29.06.09 - 31.07.09	32	44	43	44	48	49	48	42	42	42
Aug 09	31.07.09 - 31.08.09	31	49	51	50	54	52	53	43	45	44
Sep 09	31.08.09 - 30.09.09	30	47	48	48	53	52	53	50	49	49
Okt 09	30.09.09 - 31.10.09	31	53	53	53	61	56	59	56	53	54
Nov 09	31.10.09 - 02.12.09	32	50	49	49	54	52	53	47	47	47
Dez 09	02.12.09 - 29.12.09	27	52	52	52	55	60	57	55	56	56
Mittel	**05.01.09 - 29.12.09**	**30**	**51**	**51**	**51**	**56**	**56**	**56**	**51**	**50**	**51**

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 2009.

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

Do	Wochentag
12,4	**Tagesmittelwert (°C)**
8,1	niedrigster Einzelmesswert (°C)
15,0	höchster Einzelmesswert (°C)
--	kein Wert vorhanden

Tabelle 12 Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2009.

	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	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
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Feb	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			
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
Mrz	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
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	91	82	92	83	78	88	85	75	59	62	55	53	75	88	79	94	94	78	83	82	71	58
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	71	67	48	14	39	26	26	50	69	36	76	82	50	57	53	39	29
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	98	98	97	94	89	86	79	100	98	98	100	99	99	96	97	98	92
Apr	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	
	55	58	57	74	73	61	61	78	77	46	53	71	88	70	55	61	90	79	69	64	51	64	66	57	57	67	70	86	72	71	
	36	39	32	55	61	33	42	33	50	26	32	49	62	34	20	42	71	57	37	38	25	30	45	31	43	40	40	62	34	44	
	77	76	86	91	84	93	96	97	99	69	79	89	100	98	89	96	100	95	95	98	86	92	84	90	80	96	98	94	99	92	
Mai	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
	66	66	73	63	88	91	68	79	71	60	80	66	62	67	87	71	71	60	64	66	62	56	55	52	54	67	69	79	56	55	62
	38	32	53	36	58	83	40	59	43	33	57	49	52	54	67	48	46	40	35	36	42	35	32	38	35	48	41	50	26	33	37
	98	93	92	92	100	99	89	98	100	97	95	94	77	87	95	95	95	84	95	100	87	82	85	78	72	96	92	98	90	75	84
Jun	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	
	55	52	60	60	64	81	85	66	71	78	93	69	57	68	83	86	69	66	59	71	75	71	67	53	63	71	84	79	71	65	
	29	30	43	47	44	63	63	41	46	60	76	36	24	47	64	59	36	44	39	50	42	49	39	26	45	41	66	54	46	43	
	85	76	84	72	84	96	99	97	89	92	99	98	93	82	99	98	100	91	77	88	93	95	97	87	81	90	97	99	96	91	
Jul	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr
	61	72	72	68	62	75	74	84	79	93	87	90	65	68	65	56	57	77	77	69	66	71	87	77	80	65	57	64	51	63	61
	43	48	40	42	33	43	40	64	45	80	68	69	36	51	37	33	41	59	50	41	44	49	63	41	54	33	29	37	35	42	34
	85	91	94	97	82	94	92	100	95	100	99	100	100	88	97	88	89	94	98	88	97	98	97	94	94	99	81	89	70	93	90
Aug	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
	56	80	73	61	52	51	53	92	86	72	83	89	83	71	62	65	72	63	53	59	69	62	57	57	83	70	64	62	66	71	56
	44	53	45	33	31	32	29	83	66	36	62	71	53	45	31	45	34	28	30	36	38	37	32	38	67	37	40	34	39	47	36
	77	98	99	97	83	74	83	98	100	99	100	100	100	96	95	87	97	95	76	88	96	90	86	78	98	100	89	90	89	88	91
Sep	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	
	66	74	78	77	78	81	73	61	65	81	73	76	86	87	94	90	79	74	76	84	77	71	92	86	76	71	74	87	88	94	
	38	50	59	62	55	62	45	29	39	60	50	50	68	73	80	76	58	50	50	54	47	39	78	50	46	42	47	72	74	81	
	97	93	97	93	97	96	97	96	88	97	92	92	100	95	100	100	93	96	96	100	97	96	100	100	99	95	96	98	100	100	
Okt	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
	93	91	81	75	89	97	89	90	77	94	95	84	84	76	75	87	81	85	72	62	48	70	82	88	86	89	87	80	96	82	74
	81	79	70	55	76	78	73	65	50	70	83	55	57	46	40	59	58	48	45	49	33	37	62	73	65	76	69	55	87	56	56
	98	100	93	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	95	100	96	75	65	86	94	98	99	97	97	98	100	100	93
Nov	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	
	85	92	85	92	89	86	91	87	97	100	96	93	86	76	84	88	84	77	73	67	77	73	85	85	77	73	85	83	78	84	
	74	77	67	78	77	71	78	59	90	96	90	84	73	66	68	72	72	62	50	55	64	57	70	77	63	62	72	73	63	69	
	98	100	97	99	98	96	99	100	100	100	100	99	95	92	97	100	97	90	84	80	95	96	100	100	94	88	97	98	96	96	
Dez	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do
	90	81	87	86	89	93	89	95	94	97	94	93	86	78	77	76	82	87	82	89	85	97	93	90	96	85	88	95	90	99	100
	77	62	74	68	80	81	79	90	77	91	89	83	72	67	60	62	69	74	62	74	70	67	72	78	85	72	74	87	75	94	100
	99	93	97	97	96	99	94	100	99	100	100	97	98	88	92	89	91	99	95	100	92	100	100	97	100	92	99	100	100	100	100

Do	Wochentag
93	**Tagesmittelwert (%)**
81	niedrigster Einzelmesswert (%)
98	höchster Einzelmesswert (%)
--	kein Wert vorhanden

Tabelle 13 Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2009.

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

Do	Wochentag
1,8	**Tagesmittelwert (m/s)**
0,0	niedrigster Einzelmesswert (m/s)
9,4	höchster Einzelmesswert (m/s)
--	kein Wert vorhanden