

MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2021

Luftmessbericht Wuppertal 2021

Auftraggeber:	Stadt Wuppertal Ressort Umweltschutz
Bearbeitung:	Müller-BBM GmbH Fritz-Schupp-Straße 4 45899 Gelsenkirchen Dipl.-Landsch.-ökol. Henning Beuck M. Sc. Christian Plank Dr. Alexander Ropertz
Bericht-Nr.:	M160922/03
Datum:	27. Mai 2022
Berichtsumfang:	74 Seiten, davon 56 Seiten Textteil und 18 Seiten Anhang.

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	6
2 Untersuchungsgebiet	7
3 Messorte und Messumfang	8
3.1 Zielsetzung/Methodik	8
3.2 Festlegung der Messorte	8
3.3 Messumfang	11
3.4 Messzeitraum	11
3.5 Berichte	11
4 Mess- und Analysenverfahren	12
4.1 Stickstoffdioxid NO ₂ (Passivsammler)	12
4.2 Meteorologische Größen	13
4.3 Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen	14
5 Meteorologie im Messzeitraum	16
5.1 Witterungsverlauf 2021	16
5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit	21
6 Ergebnisse der Messungen und Bewertung	27
6.1 Stickstoffoxide	27
6.2 Feinstaub PM ₁₀ und PM _{2,5}	43
7 Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal	49
8 Grundlagen und Literatur	52

Zusammenfassung

Die Stadt Wuppertal führt seit vielen Jahren Immissionsmessungen von Luftschadstoffen durch, um die aktuelle Belastung in Wuppertal zu ermitteln und zu bewerten. Die flächenhaft erfassten Messdaten dienen dazu, verschiedenste Planungsprozesse nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ begleiten zu können. Darüber hinaus ermöglicht diese Datenbasis eine Versachlichung der Diskussion zu den Themen Luftreinhaltung und Gesundheitsschutz und bietet eine fundierte Grundlage für Abstimmungsgespräche mit übergeordneten und beteiligten Behörden.

Auf der Basis der Messergebnisse können Maßnahmen zur Reduzierung der Luftschadstoffbelastungen abgeleitet sowie deren Wirksamkeit bewertet werden. Hierbei ist es das vorrangige Ziel, die Luftqualität zu verbessern und somit langfristig den Gesundheitsschutz für die Wuppertaler Bevölkerung sicherzustellen.

Aufgrund des bereits seit vielen Jahren kontinuierlich durchgeführten Messprogramms kann neben der aktuellen Luftgüte auch der langjährige Trend beschrieben und bewertet werden. Ergänzt wird das kommunale Luftmessprogramm durch die Messungen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW. Auf der Basis der in Wuppertal durchgeführten Luftschadstoffmessungen des LANUV NRW wurde zunächst im Jahr 2008 unter Federführung der Bezirksregierung Düsseldorf ein gesamtstädtischer Luftreinhalteplan für die Stadt Wuppertal erstellt. Dieser Luftreinhalteplan wurde, auch unter Berücksichtigung der kommunalen Luftschadstoffmessungen, seitdem zweimal fortgeschrieben und dient aktuell in der Fassung von 2020 als Instrument zur weiteren Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal.

Messorte und Messumfang

Messungen erfolgten zeitgleich an 30 Messpunkten im Stadtgebiet. Das Messnetz blieb gegenüber dem Vorjahr 2020 unverändert.

Ergebnisse 2021

Im Fokus der Messungen in Wuppertal stehen unverändert die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) sowie meteorologische Messungen.

Von den hier ausgewerteten 30 Messstandorten im Wuppertaler Stadtgebiet, die sich größtenteils an innerstädtischen Standorten mit potenziell hoher Belastung befinden, wurde im Jahr 2021 an keinem der Messstandorte der Beurteilungswert für Stickstoffdioxid von 40 µg/m³ als Jahresmittelwert überschritten. Somit wurden im zweiten Jahr in Folge in Wuppertal keine Grenzwertüberschreitungen des Jahresmittelwerts registriert. Die höchsten NO₂-Belastungen für das Jahr 2021 wurden an der Briller Straße 28 (MP 02) mit 38 µg/m³ gemessen.

Ein Vergleich der Messergebnisse mit den im September 2021 veröffentlichten neuen Luftgüteleitlinien der WHO dokumentiert jedoch den anhaltend hohen Handlungsdruck: In Wuppertal wurde im Jahr 2021 an allen Messorten der WHO-Richtwert von 10 µg/m³ deutlich überschritten. Das kurzfristige „Zwischenziel“ von 30 µg/m³ wurde an 15 Messorten eingehalten, das mittelfristige „Zwischenziel“ 20 µg/m³ an 2 Messorten.

Im Vergleich zum Vorjahr 2020 stagnierten die NO₂-Belastungen an vier Messpunkten auf einem identischen Niveau (MP 08 – Hofkamp, MP 16 – Steinweg, MP 48 – Briller Straße 23, MP 51 – Westkotter Straße). Eine Abnahme der NO₂-Konzentration wurde nur an einem Messpunkt ermittelt (MP 49, Briller Straße 100). Hier betrug die Reduktion 2 µg/m³.

An 23 von 29 Messpunkten wurden im Jahr 2021 höhere NO₂-Konzentrationen als im Vorjahr registriert. Die Belastungszunahme beträgt an allen Messpunkten 1 bis 5 µg/m³. Im Mittel über alle Messpunkte resultiert eine Zunahme der NO₂-Belastung von durchschnittlich 2 µg/m³. Die deutlichsten Zunahmen sind mit jeweils +5 µg/m³ am MP 24 (Staastraße) und MP 33 (Kaiserstraße) zu verzeichnen. Die für das Wuppertaler Stadtgebiet festzuhaltende leichte Zunahme bzw. stagnierende NO₂-Belastung lässt sich landesweit beobachten.

In Bezug auf Feinstaub lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld im Jahresmittel sowohl die PM₁₀- als auch die PM_{2,5}-Konzentrationen deutlich unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte. An der Station Gathe wurde hierbei, wie schon in den letzten Jahren, aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit 18 µg/m³ eine höhere PM₁₀-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit 14 µg/m³.

Langjähriger Trend der Luftqualität in Wuppertal

Insgesamt kann in Wuppertal ein beträchtlicher Rückgang der NO₂-Belastung festgestellt werden. Die Verbesserung der lufthygienischen Situation wird insbesondere im langjährigen Vergleich deutlich: Im Mittel über alle Messstationen in Wuppertal wurde über den Zeitraum von 2012 bis 2021 ein Rückgang der NO₂-Immissionen von mittlerweile 15 µg/m³ bzw. 33 % registriert (Differenz der Mittelwerte jeweils über 20 Messpunkte, an denen sowohl im Jahr 2012 als auch im Jahr 2021 NO₂-Messungen realisiert wurden). Eine Zunahme der NO₂-Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet.

Maßgeblichen Einfluss auf dieses Ergebnis hatte zunächst vor allem die über viele Jahre positive Entwicklung bis 2014, in der sich die Situation jährlich um durchschnittlich etwa 2 µg/m³ verbessert hat. Nach zeitweiliger Stagnation setzt sich der langjährige Trend abnehmender Belastungen seit 2017 wieder fort. Besonders zu erwähnen ist die sprunghafte Verbesserung von 2019 auf 2020 um durchschnittlich 7 µg/m³.

Der Trend der Feinstaubbelastung für PM₁₀ in Wuppertal muss aufgrund der im Vergleich zum NO₂ geringeren Messstellendichte differenziert betrachtet werden. Insbesondere für den innerstädtischen Belastungsschwerpunkt Gathe zeigt sich im mehrjährigen Vergleich ein positiver Trend mit kontinuierlich abnehmenden Jahresmittelwerten. Der Anteil der verkehrsbedingten Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM₁₀ hat sich an der Messstation Gathe seit 2011 in einer Größenordnung von etwa 15 % eingependelt.

Insgesamt muss in Bezug auf die Feinstaubbelastung (PM₁₀ und PM_{2,5}) in Wuppertal betont werden, dass seit 2008 an den Wuppertaler Messstellen alle relevanten Beurteilungswerte kontinuierlich und sicher eingehalten werden. Mit Bezug auf den allgemeinen Trend in NRW und bundesweit ist davon auszugehen, dass aller Voraussicht nach auch in Wuppertal die Beurteilungsmaßstäbe für Partikel nicht nur aktuell, sondern auch zukünftig eingehalten werden. Die strengeren Empfehlungen der WHO von 15 µg/m³ für den PM₁₀-Jahresmittelwert und 5 µg/m³ für PM_{2,5} wurden 2021 in Wuppertal bereits teilweise eingehalten.

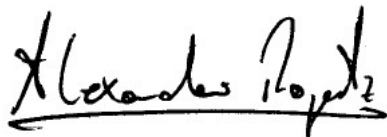
Abschließend lässt sich für Wuppertal, sowohl in Bezug auf Stickstoffdioxid NO₂ als auch für Partikel PM₁₀ insgesamt ein nach wie vor langfristig abnehmender Trend der Luftschadstoffbelastung erkennen. Hierzu werden auch die bislang ergriffenen und weitere geplante Maßnahmen aus der Luftreinhalteplanung weiterhin einen Beitrag leisten.



Dipl.-Landsch.-ökol. Henning Beuck
+49(209)98308-41
Projektverantwortlicher



M. Sc. Christian Plank
Telefon +49(209)98308-38
Qualitätssicherung



Dr. Alexander Ropertz
Telefon +49(209)98308-12
Qualitätssicherung

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

1 Situation und Aufgabenstellung

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

Nach wie vor stehen insbesondere die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀) im Fokus der Diskussion. Auf Basis der in Wuppertal durchgeführten Luftschadstoffmessungen des LANUV NRW wurde zunächst im Jahr 2008 unter Federführung der Bezirksregierung Düsseldorf ein gesamtstädtischer Luftreinhalteplan (LRP) für die Stadt Wuppertal erstellt. Der LRP wurde seitdem mehrmals fortgeschrieben, zuletzt am 30.10.2020. Er dient als Instrument zur weiteren Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal. Die aktuelle Ergänzung enthält 20 neue oder weiterentwickelte Maßnahmen zu diesem Zweck [7].

Um insgesamt auf räumlich differenzierte, aktuelle und belastbare Messdaten zur Luftqualität zurückgreifen zu können, werden im Stadtgebiet von Wuppertal **neben den kontinuierlichen Messungen des LANUV NRW auch städtische Messungen von Stickstoffdioxid (NO₂) mittels Passivsammlern** an einer großen Anzahl von Messpunkten durchgeführt. Da die Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre neben den Emissionen maßgeblich für die Immissionssituation verantwortlich sind, werden neben den Spurenstoffmessungen auch meteorologische Daten in Wuppertal erfasst.

Der rechtliche Rahmen der Immissionsmessungen wird durch die 39. BImSchV¹ als nationale Umsetzung verschiedener EU-Richtlinien zur Luftqualität vorgegeben [3]. Die NO₂-Messungen an zuletzt 30 Messorten sowie die meteorologischen Messungen wurden von 2009 bis 2019 und 2021 von der Müller-BBM GmbH durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse sowohl der meteorologischen Messungen als auch der NO₂-Messungen werden nach einer Qualitätsprüfung und nach Abstimmung mit der Stadt Wuppertal unter www.no2-wuppertal.de veröffentlicht. Die Ergebnisse der NO₂-Messungen (Passivsammler) werden aufgrund des Messverfahrens dabei monatlich, die Ergebnisse der meteorologischen Messungen täglich aktualisiert.

Im vorliegenden Luftmessbericht Wuppertal 2021 werden die Beschreibung des Untersuchungsgebietes, die Darstellung der aktuellen Messumfänge und Messorte, die eingesetzten Messverfahren sowie die Messergebnisse und deren Bewertung für das Jahr 2021 detailliert zusammengestellt. Abschließend erfolgt eine Darstellung der insgesamt im Wuppertaler Stadtgebiet erfassten Luftschadstoffdaten für Stickstoffdioxid (NO₂) und Partikel (PM₁₀ und PM_{2,5}).

¹ 39. BImSchV – Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen) [3].

2 Untersuchungsgebiet

Geographische Lage und Topografie

Die Stadt Wuppertal im Bergischen Land zählt mit etwa 360 000 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 (Abbildung 1).

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 von bis zu ca. 350 Metern, die durch tiefe Kerbtäler der Gewässer- und Bachläufe durchschnitten wird. Der nordwestliche Bereich des Stadtgebietes ist Teil des Niederbergischen Hügellandes, das Geländehöhen von bis zu 322 Metern aufweist. Die Höhe Wuppertals über dem Meeresspiegel beträgt zwischen 101 und 350 Metern.

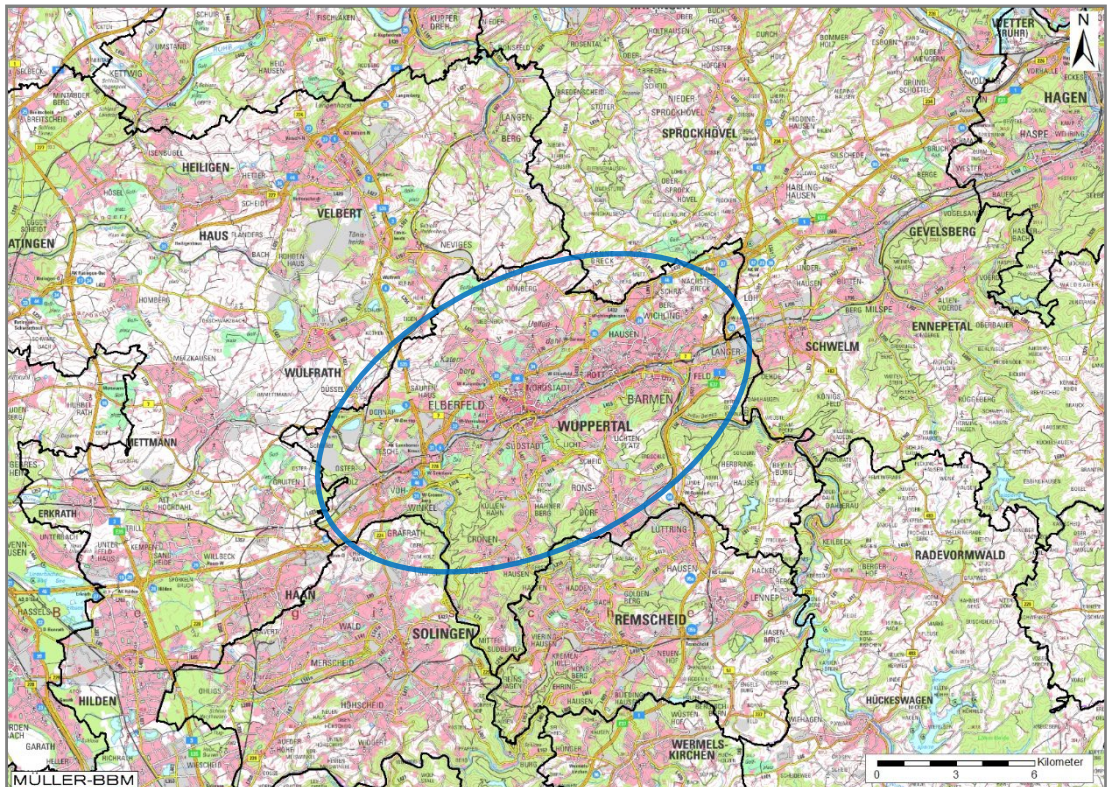


Abbildung 1. Räumliche Lage der Stadt Wuppertal im Bergischen Land [19]

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

3 Messorte und Messumfang

3.1 Zielsetzung/Methodik

Die NO₂-Messungen mittels Passivsammlern werden in Wuppertal seit dem Jahr 1999 durchgeführt, wobei die Anzahl der Messpunkte je nach konkretem Messkonzept variierte (von 2009 bis 2012 an 23, von 2013 bis 2018 an 24, 2019 an 29 und seit 2020 an 30 Messorten). Die städtischen NO₂-Messungen ermöglichen parallel und in Ergänzung zu den vom LANUV NRW im Wuppertaler Stadtgebiet durchgeführten Immissionsmessungen eine **flächenhafte Bewertung der Luftschadstoffbelastung in Wuppertal** sowie deren zeitliche Entwicklung. Als Messstandorte wurden bislang insbesondere emissionsseitige **Belastungsschwerpunkte** mit teilweise ungünstigen lokalen Austauschbedingungen ausgewählt. Die lufthygienischen Messungen im Stadtgebiet Wuppertal werden ergänzt durch die Erfassung der meteorologischen Grundgrößen Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

3.2 Festlegung der Messorte

Die Auswahl und Festlegung der 30 Messstandorte für die NO₂-Passivsammlermessungen im Jahr 2021 erfolgte durch das Ressort Umweltschutz der Stadt Wuppertal in Abstimmung mit Müller-BBM. Die aktuell beprobten Standorte der NO₂-Messungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1. Aktuell beprobte Standorte für NO₂-Messungen in Wuppertal (UTM 32).

MP-Nr.	Messort / Adresse	Höhe	Beginn	Rechtswert	Hochwert	
	Straße / Hausnummer	Stadtteil	m über NN	Jahr	m	m
MP 01	Nevigeser Straße 98	Katernberg	214	2006	56 82 417	36 92 08
MP 02	Briller Straße 28	Elberfeld	147	2006	56 80 700	36 95 94
MP 04	Steinbeck 92	Elberfeld	181	2006	56 79 586	37 04 12
MP 05	Hochstraße 63	Elberfeld	171	2006	56 81 311	37 02 90
MP 07	Uellendahler Straße 198	Uellendahl	181	2006	56 82 837	37 10 89
MP 08	Hofkamp 86	Elberfeld	146	2006	56 80 992	37 12 02
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	Barmen	149	2006	56 81 400	37 25 56
MP 13	Rudolfstraße 149	Barmen	154	2006	56 82 118	37 29 76
MP 14	Schönebecker Straße 81	Barmen	188	2006	56 82 953	37 31 07
MP 16	Steinweg 25	Barmen	159	2006	56 82 617	37 40 12
MP 17	Westkotter Straße 111	Barmen	193	2006	56 83 672	37 49 06
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	Barmen	179	2006	56 83 487	37 57 55
MP 21	Berliner Straße 159	Barmen	160	2006	56 82 988	37 58 76
MP 22	Heckinghauser Straße 159	Barmen	166	2006	56 82 547	37 58 70
MP 24	Staastraße 51	Ronsdorf	274	2006	56 77 532	37 42 58
MP 27	Bundesallee 30	Elberfeld	142	2007	56 80 403	36 98 37
MP 28	Schwarzbach 78	Barmen	171	2007	56 83 482	37 62 85
MP 33	Kaiserstraße 32	Vohwinkel	162	2007	56 78 028	36 54 36
MP 34	Haeseler Strasse 94	Vohwinkel	140	2007	56 78 403	36 54 76
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	Barmen	155	2008	56 81 806	37 32 89
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	Vohwinkel	137	2014	56 78 643	36 67 27
MP 45	Varresbeckerstraße 122	Elberfeld	154	2016	56 80 230	36 76 84
MP 46	Schützenstraße 74	Barmen	188	2016	56 83 417	37 38 43
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	Barmen	172	2016	56 82 201	37 46 16
MP 48	Briller Straße 23	Elberfeld	147	2019	56 80 722	36 96 00
MP 49	Briller Straße 100	Elberfeld	158	2019	56 81 089	36 96 44
MP 50	gegenüber Steinweg 10	Barmen	156	2019	56 82 539	37 40 74
MP 51	Westkotter Straße 73a	Barmen	182	2019	56 83 416	37 48 16
MP 52	Gathe 20	Elberfeld	153	2019	56 81 585	37 07 59
MP 53	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	Elberfeld	148	2020	56 81 269	37 07 38

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

Gegenüber dem Vorjahr wurde das Messnetz im Jahr 2021 nicht verändert.

Im Rahmen der Qualitätssicherung wird zu Vergleichszwecken mit dem LANUV NRW ein zusätzlicher Messpunkt an der LUQS-Station Wuppertal Gathe beprobt (MP 53). Dort wird in einem Messcontainer mit dem kontinuierlichen Referenzverfahren nach DIN EN 14 211 gemessen. Bei der Bewertung der Luftqualität haben die mit dem Referenzverfahren gewonnenen Daten Vorrang vor den Messungen mithilfe von Passivsammlern.

Die folgende Abbildung 2 zeigt die räumliche Verteilung der in Tabelle 1 aufgeführten Messorte im Jahr 2021 im Stadtgebiet von Wuppertal.

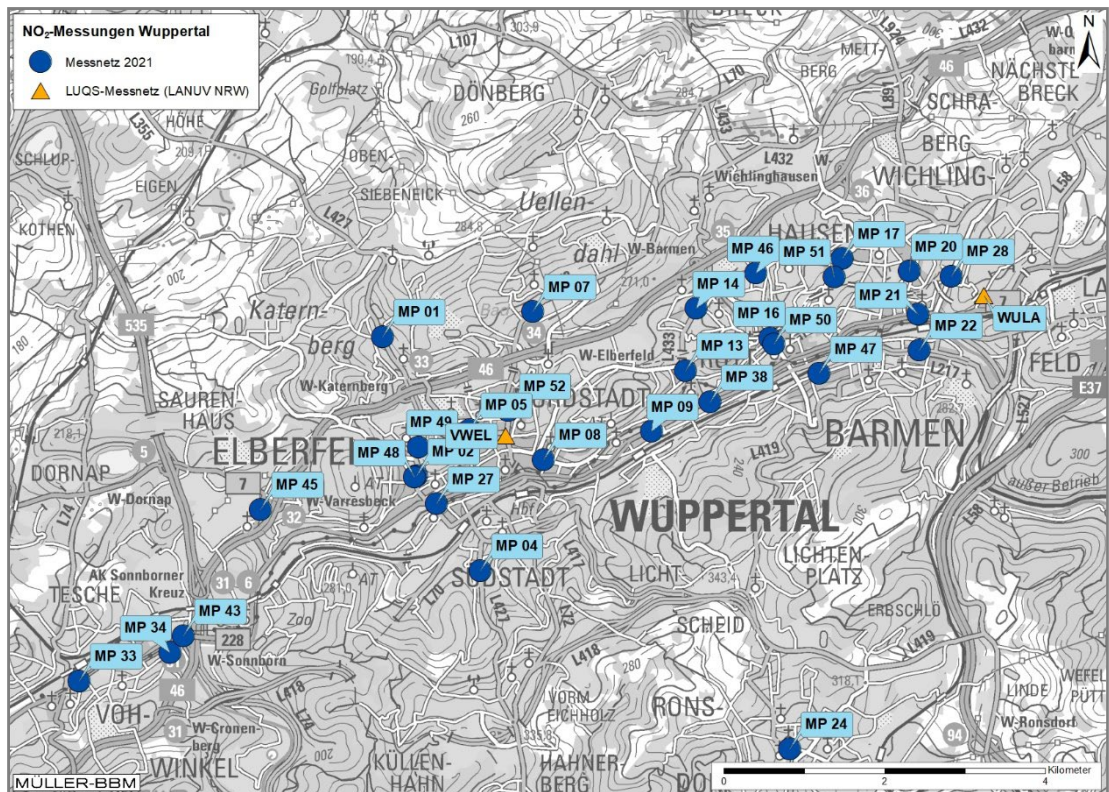


Abbildung 2. Räumliche Verteilung der kommunalen Messorte MP 1 – MP 53 sowie der LANUV Messstandorte (LUQS) im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2021 [19].

Die Messstation an der Bundesallee (MP 27) nimmt in dem in Tabelle 1 dargestellten Messprogramm eine gewisse Sonderrolle ein. Während alle anderen 29 Messorte mehr oder weniger stark ausgeprägte Belastungsschwerpunkte repräsentieren, handelt es sich bei der Station Bundesallee um eine Überdachstation an der katholischen Hauptschule Wuppertal-West in 30 m Höhe zur Erfassung des innerstädtischen Hintergrundes für NO_2 in Wuppertal.

Ergänzend enthält der Anhang A die Beschreibung und fotografische Dokumentation der aktuell in Betrieb befindlichen Messorte MP 01 bis MP 53 im Stadtgebiet. Zudem ist in Abschnitt 6 die gesamte Entwicklung des NO_2 -Messnetzes in Wuppertal seit dem Jahr 2006 dargestellt und beschrieben.

3.3 Messumfang

An den in Tabelle 1 aufgeführten Messorten MP 01 bis MP 53 in Wuppertal wurde, in Anlehnung an die Aufgabenstellung und Zielsetzung der Messungen, die folgende Komponente messtechnisch bestimmt:

Tabelle 2. Messumfang an den Messpunkten MP 01 – MP 53.

Parameter	Messverfahren	Richtlinien	Akkreditierung DIN ISO/IEC*	Mittelungszeit- raum je Probe
NO ₂ (Konzentration)	Passivsammler Photometrie	DIN EN 16339	ja	Monatswerte

* Durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkS) gemäß Anlage zur Urkunde D-PL-14119-01-03 akkreditiertes Messverfahren

Zur Erfassung der meteorologischen Daten in einer zeitlichen Auflösung von Halbstundenmittelwerten wird an der Bundesallee (MP 27) eine Überdachstation an der katholischen Hauptschule Wuppertal-West betrieben. Zudem wird dort auch NO₂ erfasst.

3.4 Messzeitraum

Die NO₂-Messungen und die meteorologischen Messungen werden in Wuppertal kontinuierlich durchgeführt. Im Rahmen des vorliegenden Luftmessberichtes 2021 werden die **Ergebnisse für das Messjahr 2021** dargestellt und bewertet. Die konkreten Probenahmezeiträume für die NO₂-Messungen der jeweiligen Einzelmonate können Tabelle 10 in Anhang B entnommen werden. In Anhang C befindet sich der Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen (Tabelle 14 bis Tabelle 16).

3.5 Berichte

Die Ergebnisse sowohl der NO₂-Messungen als auch der meteorologischen Messungen werden nach einer Qualitätsprüfung und nach Abstimmung mit der Stadt Wuppertal unter www.no2-wuppertal.de veröffentlicht. Die Ergebnisse der NO₂-Messungen (Passivsammler) werden aufgrund des Messverfahrens dabei monatlich, die Ergebnisse der meteorologischen Messungen täglich aktualisiert.

4 Mess- und Analysenverfahren

4.1 Stickstoffdioxid NO₂ (Passivsammler)

Die Messungen von Stickstoffdioxid (NO₂) werden an den aktuell 30 Messorten in Wuppertal mit sogenannten Passivsammlern durchgeführt. Der Einsatz von Passivsammlern erlaubt aufgrund des Messverfahrens eine einfache und kostengünstige, aber dennoch belastbare Erfassung der NO₂-Konzentrationen zeitgleich an einer großen Anzahl von Messstellen bei vergleichsweise geringem Aufwand.

Die Funktionsweise der Passivsammler basiert auf der Anreicherung von Stickstoffdioxid (NO₂) an einem geeigneten Adsorbens ohne aktive Probenahme. Das Probenahmesystem besteht aus einem Kunststoffröhrchen, an dessen einen Ende sich ein mit Triethanolamin imprägniertes Edelstahl-Drahtsieb als Adsorbens befindet. Das in der Außenluft enthaltene Stickstoffdioxid wird durch Diffusion zu diesem Adsorbens transportiert und dort adsorbiert. Anschließend wird die Stickstoffdioxidmenge im Labor als Nitrit mittels Fotometrie analysiert. Aus der Analytmenge, dem Expositionszeitraum und der Sammelrate wird die mittlere Konzentration im Expositionszeitraum berechnet. Typische Expositionszeiträume liegen im Bereich von zwei bis sechs Wochen. Für die in Wuppertal durchgeführten Messungen wurden Messzeiträume von etwa vier 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 dem Referenzverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid weisen die Ergebnisse der Passivsammlermessungen eine erhöhte Unsicherheit auf. Nach Untersuchungen des LANUV NRW sowie auf der Basis eigener Untersuchungen von Müller-BBM können für Jahresmittelwerte die Anforderungen der EU an die Datenqualität für ortsfeste, kontinuierliche Messungen eingehalten werden [25] bis [28]

Richtlinien:

DIN EN 16339 (2013-11): Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler [20]

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 DIN EN 16339 mittels Fotometrie.

UV-VIS-Fotometer:	Perkin-Elmer L35 PMV Nr. 8075
Wellenlänge:	550 nm
Standards:	Nitritlösungen als externe Standards

Verfahrenskenngrößen

Querempfindlichkeiten:	keine
Sammelrate:	0,734 ml/min (gemäß [27])
Absolute Nachweisgrenze:	0,05 µg/Probe
Relative Nachweisgrenze:	1,7 µg/m ³ bei 30-tägiger Exposition
Messunsicherheit:	< 15% (erw. Messunsicherheit, bezogen auf 40 µg/m ³ , bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k=2)

4.2 Meteorologische Größen

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

Die Messdaten werden mit einem automatischen Datenlogger erfasst, zu Halbstundenmittelwerten verdichtet und kontinuierlich 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 sind demgegenüber für eine deutlich größere Fläche repräsentativ.

Richtlinien:

VDI 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen [21]

VDI 3786, Blatt 2 (2018-05): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind [22]

VDI 3786, Blatt 3 (2012-10): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Lufttemperatur [23]

VDI 3786, Blatt 4 (2013-06): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Luftfeuchte [24]

Messsystem:	Datalogger MeteoLOG TDL 14 Adolf Thies GmbH & Co. KG
Windgeschwindigkeit:	Schalensternanemometer „compact“ Typ 4.3519.00.700 / PMV Nr. 12021
Windrichtung:	Windfahne „compact“ Typ 4.3129.60.700 / PMV Nr. 12020
Lufttemperatur:	Hygro-Thermogeber „compact“ Typ 1.1005.54.000 / PMV Nr. 12091 Messelement: Pt 100 Klasse B
Luftfeuchte:	Hygro-Thermogeber „compact“ Typ 1.1005.54.000 / PMV Nr. 12091 Messelement: Kapazitiv

4.3 Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen

Die Müller-BBM GmbH betreibt ein Qualitätsmanagementsystem und ein nach der DIN ISO 45001 zertifiziertes Managementsystem für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit.

Das Prüflaboratorium für Schall und Schwingungen, elektromagnetische Felder und Licht, Immissionsschutz und Gefahrstoffe und das Akustische Prüflaboratorium sowie das Kalibrierlaboratorium für Beschleunigung und akustische Messgrößen sind durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt für den in der jeweiligen Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren, die im Rahmen der hier durchgeführten Messungen zum Einsatz kommen, sind gekennzeichnet.

Die Müller-BBM GmbH ist gemäß § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung (41. BImSchV) als sachverständige Stelle bekannt gegeben. Die Bekanntgabe umfasst die Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen, Geräuschen und Erschütterungen, die Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie die Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmeseinrichtungen und die Überprüfung von Verbrennungsbedingungen. Detaillierte Informationen hinsichtlich der Stoff- und Tätigkeitsbereiche gemäß der Gruppeneinteilung der 41. BImSchV sind im Recherchesystem Messstellen und Sachverständige (www.resymesa.de) veröffentlicht.

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

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

5 Meteorologie im Messzeitraum

Zusätzlich zu den lufthygienischen Messkomponenten werden an der Station Wuppertal-Bundesallee die meteorologischen Größen Lufttemperatur, relative Luftfeuchte sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit kontinuierlich erfasst. Die Aufzeichnungen liegen für den Zeitraum vom 03. März bis zum 31. Dezember 2021 als Halbstundenmittelwerte vor; für jedes Halbstundenintervall und jede Messgröße wurden ferner jeweils die höchsten und die niedrigsten Einzelmesswerte festgehalten (Extremwerte; siehe Anhang C). Die Datenverfügbarkeit für den Messzeitraum beträgt 100 %, bezogen auf das Jahr 2021 83% (im Januar und Februar wurden keine Messungen durchgeführt). Die meteorologischen Größen dienen u. a. der Beurteilung der Immissions-situation.

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

5.1 Witterungsverlauf 2021

Das Wetterjahr 2021 war im Vergleich zu international gültigen Referenzperioden insgesamt durchschnittlich, brachte jedoch auch einige außergewöhnliche Wetterextreme. Insgesamt war das Jahr 2021 durchschnittlich nass (805 L/m^2), leicht zu sonnig (1650 Sonnenstunden) und zu warm ($9,1 \text{ }^\circ\text{C}$). Das Jahr 2021 ist mit Blick auf die Anzahl von Starkniederschlagsereignissen das Zahlreichste seit 2001 [9].

Mehrere Sturmtiefs, die über Nordeuropa ostwärts zogen, brachten im Januar 2021 zunächst sehr feuchte, oft nasskalte Luftmassen. Ab Mitte Februar gab es dann landesweit schon frühlingshafte Temperaturen.

Der Frühling 2021 war im langjährigen Vergleich deutlich zu kühl. Vor allem kühle Nordwinde im April und der Zustrom frischer Meeresluft im Mai waren dafür verantwortlich. Der Sommer 2021 präsentierte sich als sehr regenreich. Großen Anteil daran hatten teils extreme Regenfälle von Tief „Bernd“ Mitte Juli, die in der Eifel zu verheerenden Fluten führten. Auch entlang der Wupper kam es zu zahlreichen Hochwasserschäden. Erwähnenswert ist eine kurze Hitzewelle Ende Juni. Einem warmen Spätsommer folgte ein meist goldener Oktober, der überregional mit schweren Stürmen zu Ende ging. Der November zeigte sich oft im „Einheitsgrau“ mit etwas Schnee zum Monatsende. Im Dezember 2021 dominierten in der ersten Monatshälfte mächtige Sturmtiefs die Großwetterlage. In der zweiten Monatshälfte blieb es im Einflussbereich milder Luftmassen oftmals trüb. Der letzte Monat des Jahres war damit zu warm, etwas zu trocken und ausgewogen sonnig [9].

Lufttemperaturen in Wuppertal

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für das Jahr 2021 sind in Abbildung 3 sowie in Tabelle 3 den langjährigen Mittelwerten der Referenzperiode 1991 bis 2020 der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.) gegenübergestellt. Der DWD leitet aus diesen Datenreihen die vieljährigen Mittelwerte ab [10].

Die an der Station Wuppertal-Bundesallee gemessenen Temperaturen lagen im Jahresmittel² bei 10,9 °C und damit um 1,4 °C niedriger als im Vorjahr 2020. Der langjährige Mittelwert der Referenzperiode an der Station Wuppertal-Buchenhofen (10,3 °C) wurde um 0,6 °C übertroffen (Vorjahr: +2,0 °C). Nach den Hitzerekorden der Vorjahre war 2021 deutschlandweit „nur“ das 21-wärmste Jahr seit Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen und lag sogar um 0,1 °C unter der o. g. Referenzperiode [11]. Der bundesweit erkennbare Trend spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wider (siehe Tabelle 3).

² Im Januar und Februar 2021 wurde an der Station nicht gemessen. Für diesen Zeitraum wurden ersatzweise die Messwerte der DWD-Station Wuppertal Buchenhofen verwendet.

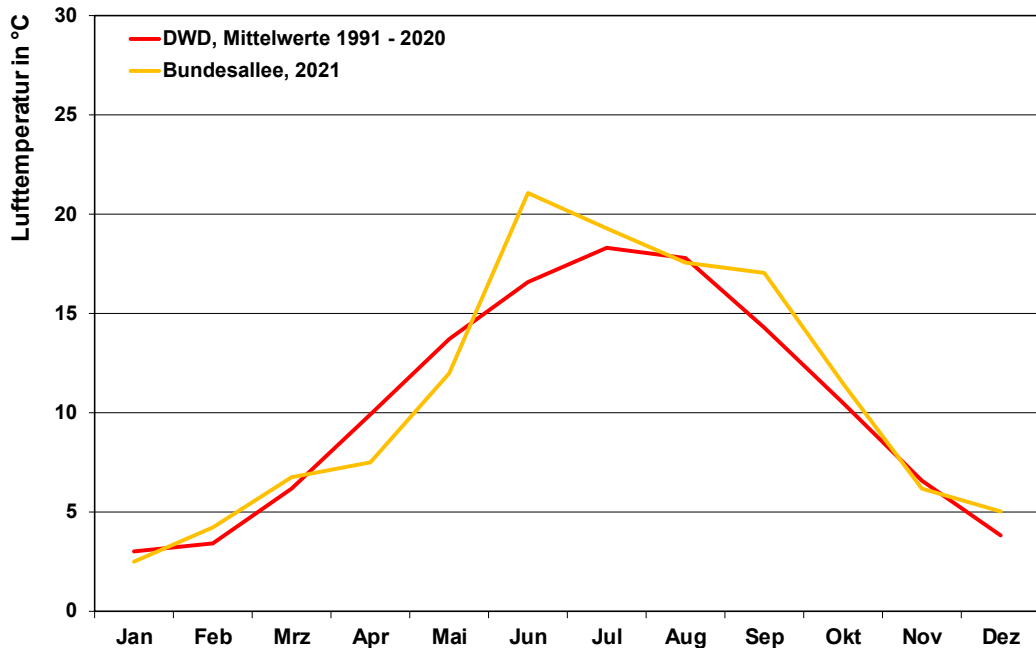


Abbildung 3. Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für den Messzeitraum 2021 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1991 – 2020 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.). Für Januar und Februar 2021 wurden ersatzweise die Messwerte der DWD-Station Wuppertal Buchenhofen verwendet.

Der Jahresverlauf der Monatsmitteltemperaturen ist in Abbildung 3 dargestellt und verdeutlicht die Temperaturtrends im Jahr 2021: Vor allem im Frühjahr war es deutlich kühler als im langjährigen Mittel üblich. Mit 7,5 °C bzw. 12,0 °C im April und Mai lagen die Temperaturen 2,4 °C bzw. 1,7 °C unterhalb der Vergleichsperiode. Höhere Temperaturen im Vergleich zum vieljährigen Mittel wurden besonders im Juni (+4,5 °C) und September (+2,8 °C) verzeichnet.

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 (30 m ü. Gr.) im Jahr 2021 im Vergleich mit den langjährigen Mittelwerten an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur (°C)														
DWD	1991-2020	3,0	3,4	6,2	9,9	13,7	16,6	18,3	17,8	14,3	10,5	6,6	3,8	10,3
Bundesallee	2021	2,5	4,2	6,7	7,5	12,0	21,1	19,3	17,6	17,1	11,5	6,2	5,0	10,9
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2010-2019	88	81	74	66	68	69	68	72	78	81	86	88	76
Bundesallee	2021	89	78	69	64	69	64	74	79	76	82	90	91	77
Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	0	0	0	1	4	8	12	11	3	0	0	0	38
Bundesallee	2021	0	0	2	0	2	20	16	9	10	0	0	0	59
Heiße Tage ($T_{\max} > 30\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	0	0	0	0	0	2	4	3	0	0	0	0	9
Bundesallee	2021	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	6
Frosttage ($T_{\min} < 0\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	13	12	9	3	0	0	0	0	0	1	5	11	53
Bundesallee	2021	13	8	5	6	0	0	0	0	0	0	3	10	45
Eistage ($T_{\max} < 0\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Bundesallee	2021	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5

* Für einen unmittelbaren Vergleich erfolgt die Darstellung der Monatskennwerte aus den mehrjährigen Statistiken des DWD hier auf "ganze Tage" gerundet. Daraus ergeben sich im Einzelfall rundungsbedingte Differenzen zum Mittelwert.

¹⁾ Im Januar und Februar 2021 wurde an der Bundesallee nicht gemessen. Für diesen Zeitraum wurden ersatzweise die Messwerte der DWD-Station Wuppertal Buchenhofen verwendet.

Mit dem Temperaturverlauf geht auch eine im Vergleich zum Referenzzeitraum typische Anzahl sog. „Frosttage“ ($T_{\min} < 0\text{ °C}$) einher (45 Tage, vgl. Abbildung 4 und Tabelle 3. Im Vorjahr waren es nur 27 Tage). Sogenannte „Eistage“, an denen auch das Tagesmaximum der Lufttemperatur unter 0 °C lag, wurden im Jahr 2021 an fünf Tagen (alle vom 08.02. bis 12.02.2021) erfasst. Der kälteste Tag im Jahr 2021 war in Wuppertal der 09. Februar mit $-8,6\text{ °C}$ im Tagesmittel.

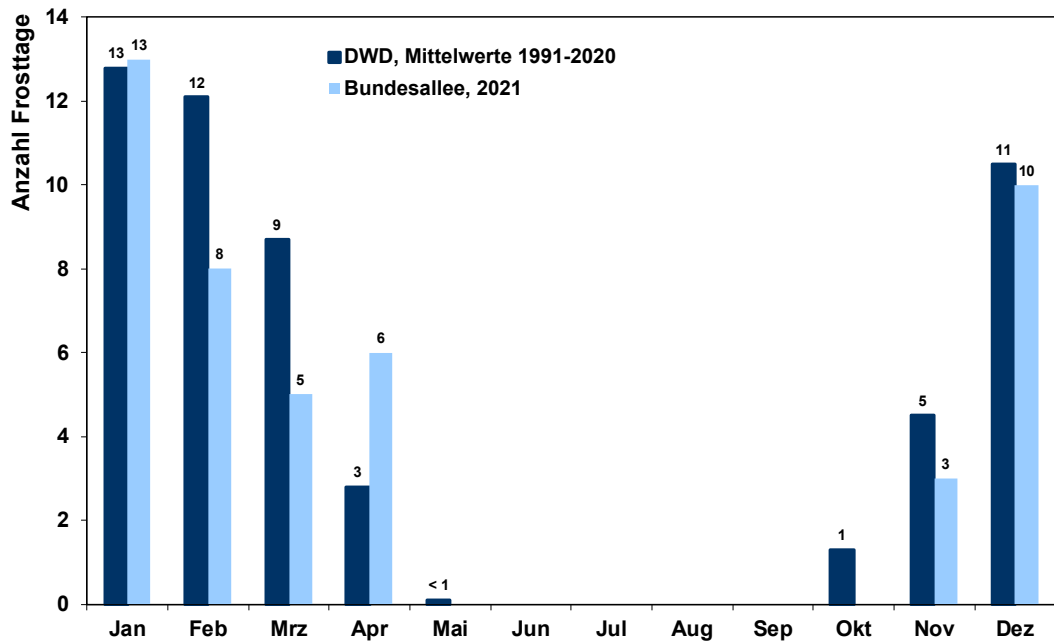


Abbildung 4. Monatliche Anzahl der Frosttage ($T_{\min} < 0 \text{ °C}$) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01. – 31.12.2021 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1991 – 2020 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.). Für Januar und Februar 2021 wurden ersatzweise die Messwerte der DWD-Station Wuppertal Buchenhofen verwendet.

Die größte monatliche Anzahl von Sommertagen ($T_{\max} > 25 \text{ °C}$) wurde 2021 im Juni mit 20 Tagen erreicht. Das sind 12 Tage mehr als im langjährigen Mittel. Auffällig ist ebenfalls der September mit 10 Sommertagen (+7 Tage im Vergleich). Insgesamt gab es mit 59 Tagen im Jahr 2021 21 Sommertage mehr als im langjährigen Mittel 1991 bis 2020 (vgl. Abbildung 5 und Tabelle 3).

Der heißeste Tag im Jahr 2021 war in Wuppertal der 17. Juni mit $29,2 \text{ °C}$ im Tagesmittel. Gegen 17:00 Uhr wurden Maximaltemperaturen von $35,6 \text{ °C}$ erreicht.

Sogenannte „Heiße Tage“ mit Höchsttemperaturen über 30 °C traten in diesem Jahr insgesamt sechsmal auf, langjährig sind neun Tage üblich.

Unter Einfluss subtropischer Luft entwickelte sich ab dem 17.06. bundesweit eine Hitzewelle [11], die in Wuppertal mit drei aufeinanderfolgenden, sogenannten „Tropischen Nächten“ auffiel. Hierbei fällt die niedrigste Lufttemperatur nicht unter 20 °C . Hierzu wird im langjährigen Vergleich vom DWD keine Statistik geführt.

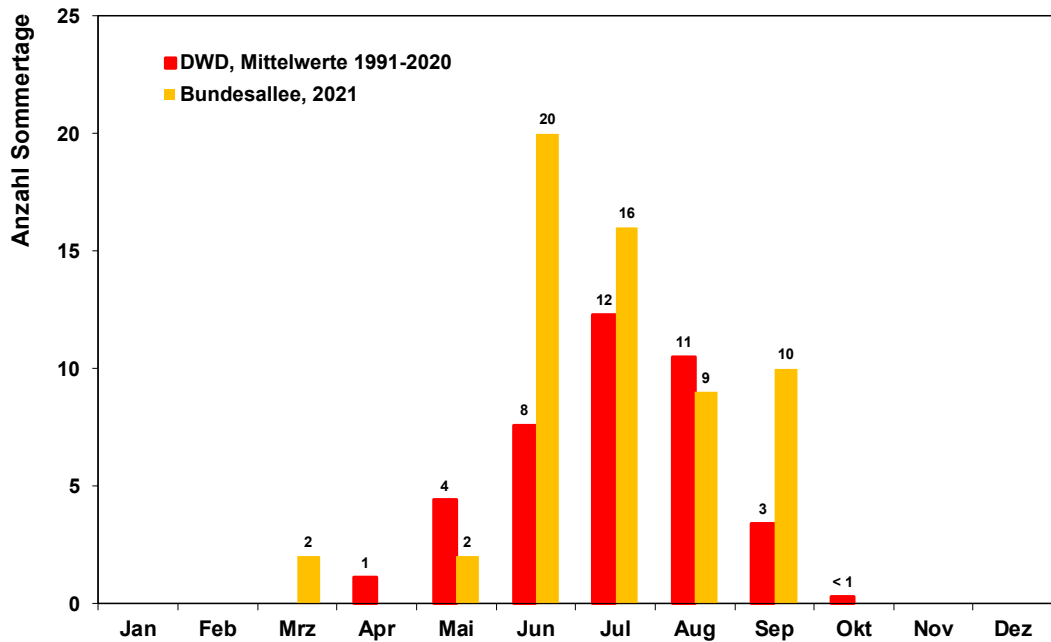


Abbildung 5. Monatliche Anzahl der Sommertage ($T_{max} > 25 \text{ °C}$) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01. – 31.12.2021 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1991 – 2020 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.). Für Januar und Februar wurden ersatzweise die Messwerte der DWD-Station Wuppertal Buchenhofen verwendet.

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2021 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2021 dargestellt. Die Daten für die Bundesallee sind erst ab dem 03.03.2021 verfügbar. Wegen dem großen Einfluss von unterschiedlichen Messhöhen und aufgrund topographischer Gegebenheiten wurden keine Ersatzwerte verwendet.

Tabelle 4. Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2021 (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Vergleich zum Zeitraum 2010 – 2019.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	2010-2019	2,7	2,8	2,6	2,4	2,3	2,3	2,1	2,1	2,0	2,3	2,4	2,9	2,4
Bundesallee	2021	*	*	2,3	2,2	2,6	2,0	1,9	2,0	1,6	2,3	2,0	2,4	2,1

* Die Daten der Station Bundesallee fehlen im Zeitraum vom 01.01.2021 - 02.03.2021.

Die Monats- und Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten zeigen im Jahr 2021 lediglich eine schwach ausgeprägte jahreszeitliche Dynamik von niedrigen Windgeschwindigkeiten in den Sommermonaten und höheren Windgeschwindigkeiten im Winter. Bedingt durch einen hohen Anteil von Tiefdruckgebieten bzw. Sturmtiefs (u. a. „Eugen“ vom 04. Mai 2021) war der Mai durch eine, im Vergleich zum mehrjährigen Mittel, höhere mittlere Windgeschwindigkeit geprägt. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten wurden im Monatsmittel im September gemessen (1,6 m/s).

Die in Abbildung 6 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit im Jahr 2021 weist ein primäres Maximum aus südwestlichen Richtungen auf. Ein schwach ausgeprägtes sekundäres Maximum besteht in den nordöstlichen Anströmungen. Die Spitzenwerte der Windgeschwindigkeiten waren überwiegend an das Primärmaximum gebunden. Schwachwinde (< 1,4 m/s) waren in etwa gleichmäßig an beide Windrichtungen gekoppelt.

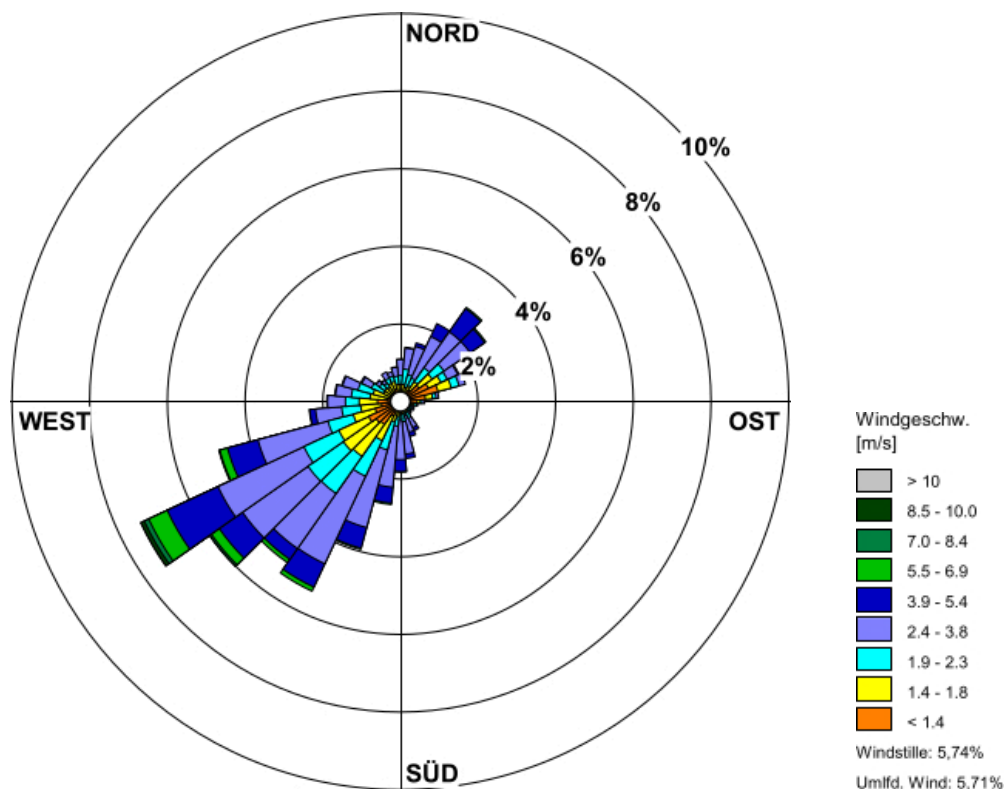


Abbildung 6. Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 03.03. – 31.12.2021.

Abbildung 7 gibt die Häufigkeitsverteilung der zu Klassen zusammengefassten Windgeschwindigkeiten wieder. Auch diese Verteilung entspricht im Wesentlichen den langjährigen Mittelwerten, wobei insbesondere die Witterungssituationen mit geringen Windgeschwindigkeiten (WG < 1,4 m/s) sowie die Windgeschwindigkeitsklasse 4 (gemäß TA Luft: WG 2,4 bis 3,8 m/s) mit jeweils zirka 25 % besonders häufig auftraten. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 03.03.2021 bis 31.12.2021 etwa 2,1 m/s (siehe Tabelle 4).

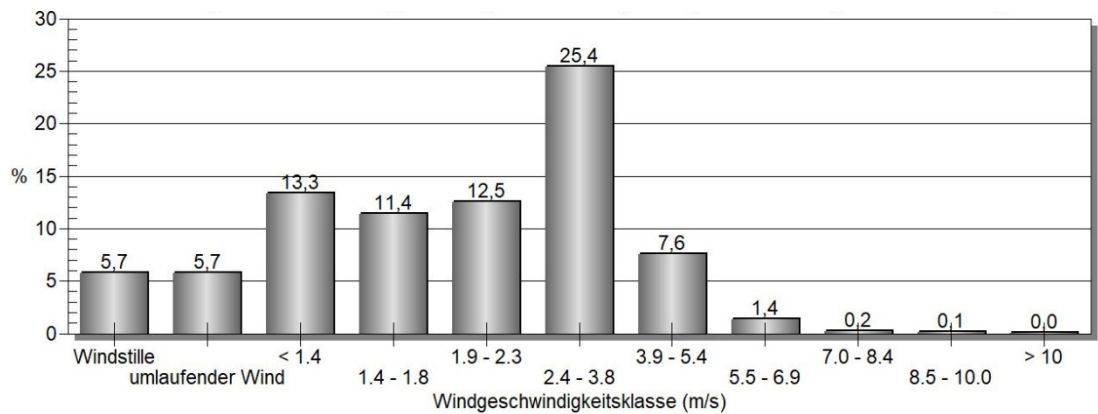


Abbildung 7. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen an der Station Bundesallee im Messzeitraum 03.03. – 31.12.2021.

Für eine detaillierte Beurteilung der monatsbezogenen Immissionskenngrößen sind in der Abbildung 9 und Abbildung 10, analog zum gesamten Messzeitraum, die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und -geschwindigkeiten in den einzelnen Messmonaten dargestellt (für die Monate Januar und Februar Ersatzwerte DWD-Wuppertal). Die nordöstlichen Windrichtungen waren vor allem im April und Juni dominant. Für die restlichen Monate war die südwestliche Hauptwindrichtung prägend.

Die in Abbildung 8 dargestellte Zeitreihe der Windgeschwindigkeit dokumentiert die typische, deutlich stärkere Streuung der täglichen Maximalwerte der Windgeschwindigkeit gegenüber den Tagesmittelwerten. Die stärksten Windböen wurden an der Station Bundesallee mit 22,1 m/s (80 km/h) am 21.05.2021 während des Sturmtiefs „Marco“ erreicht.

Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (orangefarbene Kurve in Abbildung 8) weist Werte zwischen 0,0 und 2,1 m/s auf. Die Verteilung entspricht insgesamt einem durchaus typischen Jahresgang mit tendenziell häufigeren Windstillen in den Sommermonaten.

Die Tagesmaxima (grüne Kurve in Abbildung 8) traten im Allgemeinen während der Tagstunden sowie die Minima während der Nachtstunden auf. Diese Verteilung der Extremwerte der Windgeschwindigkeit im Tagesgang ist typisch und dokumentiert u. a. die eher labilen, 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.

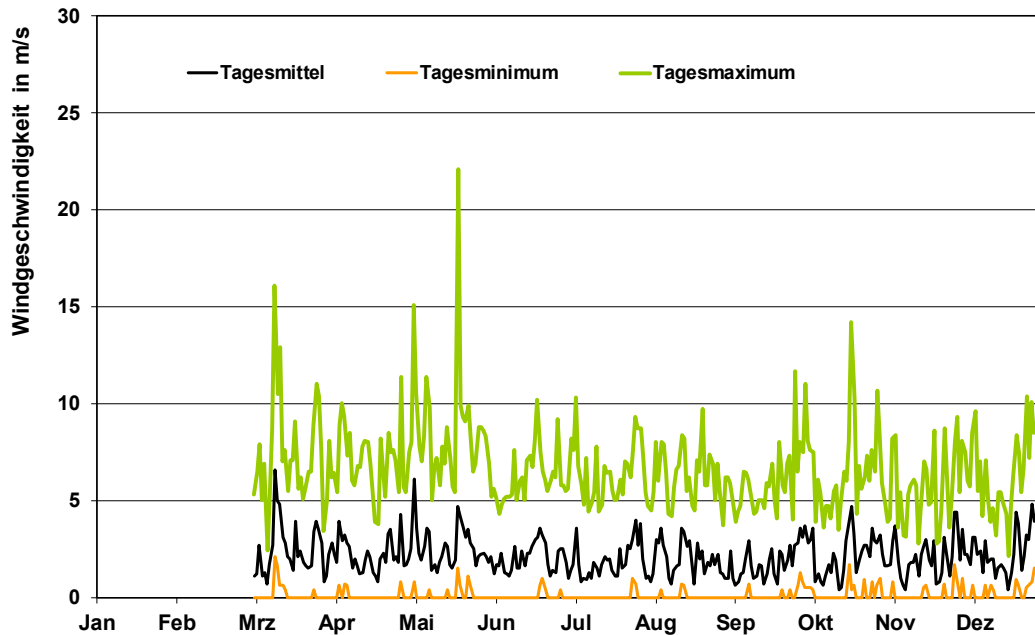
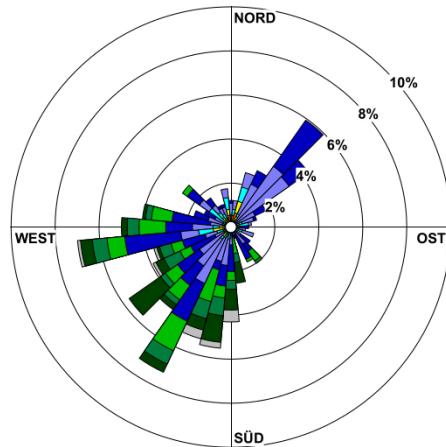
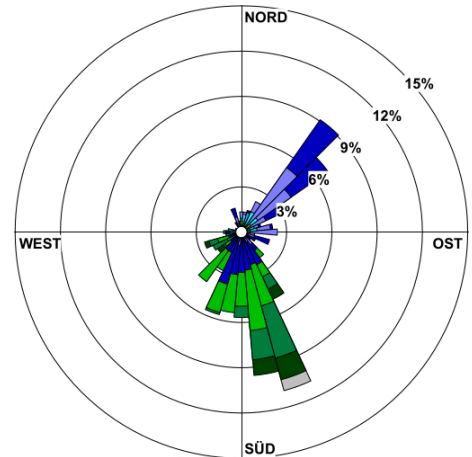


Abbildung 8. Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 03.03. – 31.12.2021.

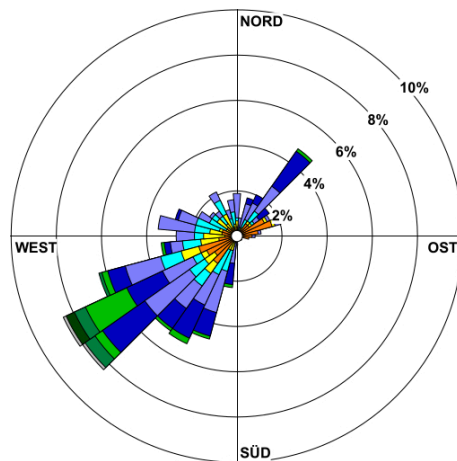
Eine abschließende Bewertung der lokalen Austauschbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal ist zusätzlich von weiteren Kriterien abhängig. Neben der Stärke der Windgeschwindigkeit hat auch der zeitliche Verlauf der Windgeschwindigkeit in Verbindung mit der vertikalen Stabilität der bodennahen Atmosphäre einen wesentlichen Einfluss auf die Austauschbedingungen insgesamt. Die resultierende Luftschadstoffbelastung, insbesondere Partikel PM_{10} , wird außerdem durch die Menge und räumliche Verteilung von Niederschlägen beeinflusst.



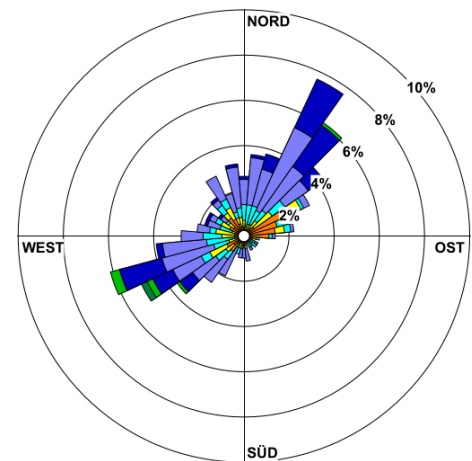
Januar 2021 (Ersatzwerte DWD)



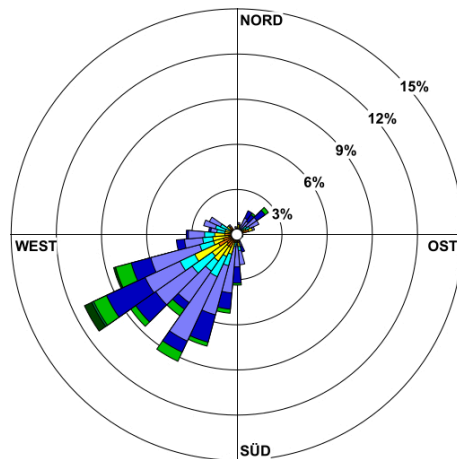
Februar 2021 (Ersatzwerte DWD)



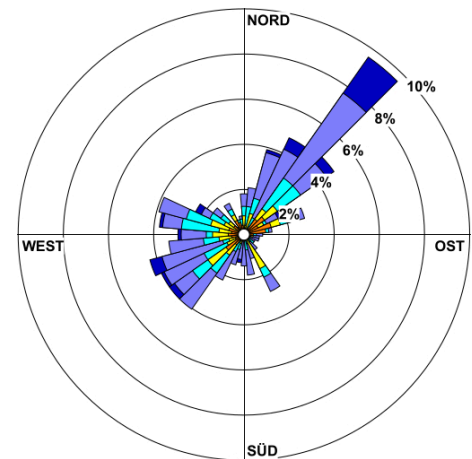
März 2021



April 2021

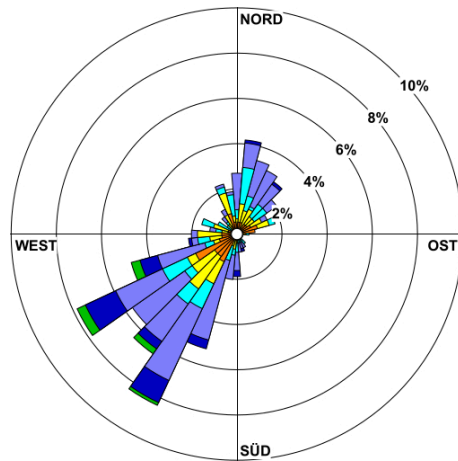


Mai 2021 (Skalierung 15 %)

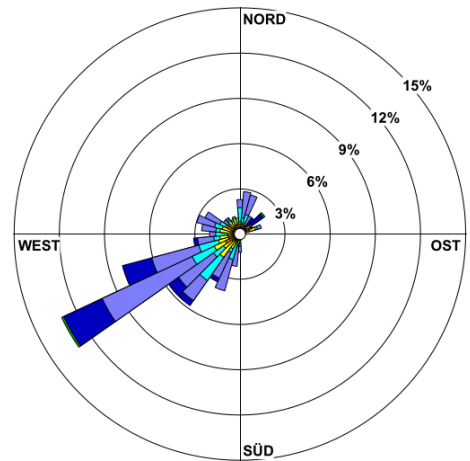


Juni 2021

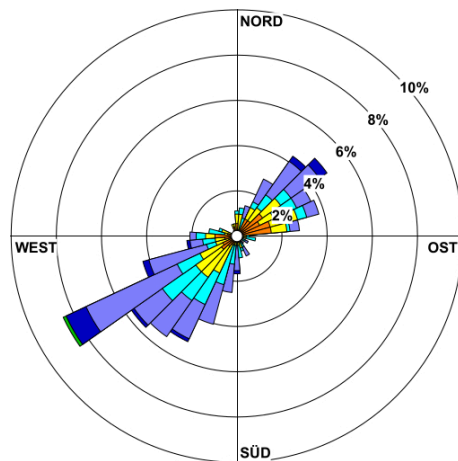
Abbildung 9. Stärkewindrosen für die Monate Januar 2021 und Februar 2021 an der DWD-Station Wuppertal (12 m ü. Gr.); März 2021 – Juni 2021 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.). Legende siehe Abbildung 6.



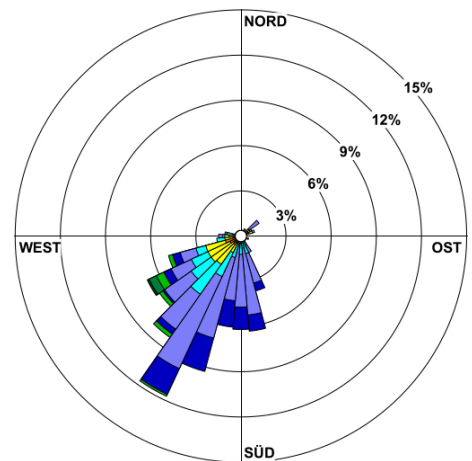
Juli 2021



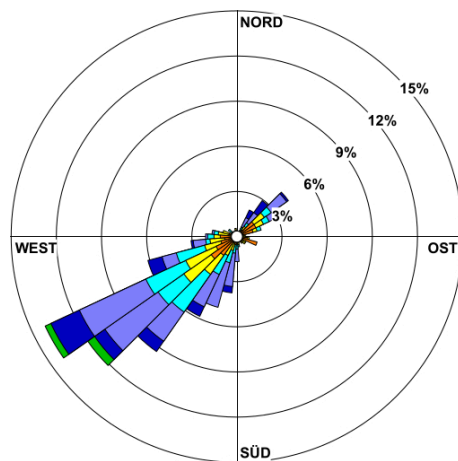
August 2021 (Skalierung 15 %)



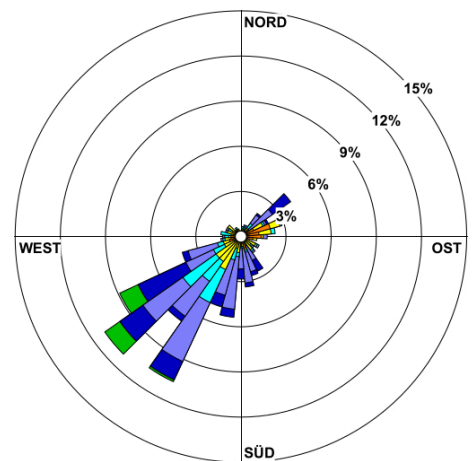
September 2021



Oktober 2021 (Skalierung 15 %)



November 2021 (Skalierung 15 %)



Dezember 2021 (Skalierung 15 %)

Abbildung 10. Stärkewindrosen für die Monate Juli 2021 – Dezember 2021 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr). Legende siehe Abbildung 6.

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 (NO + NO₂) ist der Verkehr.** Primär wird überwiegend Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, das u. a. durch die Reaktion mit Ozon (O₃) in der Atmosphäre zu Stickstoffdioxid (NO₂) aufoxidiert wird.

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

Für den Menschen ist insbesondere Stickstoffdioxid (NO₂) von Bedeutung. NO₂ wird als Reizgas mit stechend-stickigem Geruch bereits in geringen Konzentrationen wahrgenommen. Die Inhalation ist für den Menschen der einzig relevante Aufnahmeweg. Die geringe Wasserlöslichkeit des NO₂ bedingt, dass der Schadstoff nicht in den oberen Atemwegen gebunden wird, sondern auch in tiefere Bereiche des Atemtrakts (Bronchialen, Alveolen) eindringt. Bei längerer Einwirkung relevanter Konzentrationen an NO₂ kann es vermehrt zu Atemwegserkrankungen kommen, wobei besonders empfindliche Personengruppen, vor allem Asthmatiker und Kinder, bereits auf niedrige NO₂-Konzentrationen reagieren. Für NO₂ kann nach aktuellem Kenntnisstand kein Schwellenwert benannt werden, bei dessen Unterschreiten langfristige Wirkungen auf den Menschen ausgeschlossen werden können.

Neben den direkten Wirkungen auf den Menschen sowie auf Ökosysteme wirkt Stickstoffdioxid auch in relevantem Umfang bei photochemischen Prozessen mit, die zur Bildung von Ozon und weiteren sogenannten Photooxidantien führen. Diese Photooxidantien stellen ihrerseits zum Teil Reizstoffe dar, die sowohl auf den Menschen als auch auf die Vegetation einwirken. Speziell im verkehrsnahen Bereich kommt es durch einen komplizierten Rückkopplungsmechanismus zwischen den beteiligten Luftschadstoffen teilweise auch wieder zu einem Abbau von Reaktionspartnern (u. a. für Ozon; hohe Ozonwerte werden häufiger auf dem Land registriert, wo eher Nachschub an Ozon abbauenden Partnern fehlt).

Beurteilungsmaßstäbe für Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Europäische Union hat für ihre Mitgliedsstaaten mit mehreren Luftqualitätsrichtlinien verbindliche Luftqualitätsziele zur Vermeidung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt festgelegt. Danach wird die **Luftqualität** in den Staaten der EU **nach einheitlichen Methoden und Kriterien beurteilt**. In der Bundesrepublik Deutschland wurden diese Richtlinien durch die Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sowie durch die Einführung der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) in deutsches Recht umgesetzt [3].

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Stickstoffdioxid seit dem 01.01.2010 ein **Jahresmittelwert von 40 µg/m³** (gemittelt über das Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV (Langzeitbelastung) [3]. Darüber hinaus gilt gemäß 39. BImSchV seit dem 01.01.2010 für NO₂ ein maximaler Stundenmittelwert von 200 µg/m³ bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr (Kurzzeitbelastung). Diese Beurteilungsmaßstäbe sind neben der flächenhaften Beurteilung der Luftqualität über die 39. BImSchV auch im Rahmen der Anlagengenehmigung gemäß TA Luft festgeschrieben [2].

Zusätzlich können für eine ergänzende Beurteilung die im September 2021 aktualisierten Richtwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) herangezogen werden, die wesentlich strenger als europäischen Grenzwerte aus dem Jahr 2010 sind. Diese Werte sind nicht rechtsverbindlich. Im Zuge einer anstehenden Novellierung der europäischen Luftqualitätsrichtlinie (2008/50/EG) werden diese Richtwerte jedoch voraussichtlich eine wesentliche Grundlage bilden.

Der empfohlene Richtwert der WHO für das NO₂-Jahresmittel liegt bei 10 µg/m³, mit „Zwischenzielen“ von 30 µg/m³ und 20 µg/m³. Darüber hinaus sieht die WHO für NO₂-Stundenmittelwerte einen nicht zu überschreitenden Maximalwert von 200 µg/m³ vor [59]. Zusätzlich soll das 99. Perzentil der NO₂-Tagesmittelwerte eines Jahres die Konzentration von 25 µg/m³ nicht überschreiten, ebenfalls mit „Zwischenzielen“ von 120 µg/m³ und 50 µg/m³.

Hintergründe und ausführliche Informationen zu den neuen Richtwerten der Weltgesundheitsorganisation sind in einem Sonderkapitel der vom Umweltbundesamt veröffentlichten vorläufigen Auswertung der Luftqualität 2021 dokumentiert [32].

6.1.1 Passivsammlermessungen von NO₂ an 30 Messorten in Wuppertal

Im Folgenden werden die Messergebnisse der NO₂-Messungen an den Messpunkten MP 01 bis MP 53 für den Messzeitraum von Januar bis Dezember 2021 zusammenfassend dargestellt und bewertet. Die Bezeichnung der Messzeiträume in den Tabellen resultiert dabei aus den jeweiligen Expositions- bzw. Messzeiträumen. Die vierwöchigen Zeiträume sind beispielsweise mit Jan 21 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 10 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO₂-Messdaten für das Jahr 2021 betrug 92 % am Messpunkt MP 16 (Probenverlust im Oktober 2021) und 100 % an allen anderen Messpunkten. Die **Mindestdatenerfassung** gemäß Anlage 1 A der 39. BImSchV (Datenverfügbarkeit von > 90 %) wurde **an allen Messpunkten eingehalten**.

In Tabelle 5 sind zunächst die Ergebnisse der NO₂-Messungen (Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte) für die Messpunkte MP 01 bis MP 53 und das Jahr 2021 zusammenfassend dargestellt. Alle einzelnen Monatswerte sowie die Einzelergebnisse der Doppelbeprobung sind in Tabelle 10 im Anhang B enthalten. Abbildung 11 zeigt zudem die räumliche Verteilung der Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal sowie eine Klassifizierung der NO₂-Jahresmittelwerte für 2021.

Die höchsten NO₂-Belastungen für das Jahr 2021 wurden mit 38 µg/m³ an der Briller Straße 28 (MP 02) gemessen. Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid beträgt 40 µg/m³.

Somit wurde im Jahr 2021 in Wuppertal an keinem Messpunkt der Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m³ überschritten.

Tabelle 5. Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte für NO₂ an den Messpunkten MP 01 – M 53 im Jahr 2021.

Stickstoffdioxid NO ₂ in µg/m ³														
MP-Nr.	Messort	Jan 21	Feb 21	März 21	Apr 21	Mai 21	Jun 21	Jul 21	Aug 21	Sep 21	Okt 21	Nov 21	Dez 21	Mittel 2021 ²⁾
MP 01	Nevgeser Straße 98	26	28	29	25	17	19	17	17	23	23	29	28	23
MP 02	Briller Straße 28	38	43	44	42	33	38	33	31	41	35	39	39	38
MP 04	Steinbeck 92	33	34	39	33	28	30	27	28	31	33	33	31	32
MP 05	Hochstraße 63	34	35	42	41	25	35	28	25	37	29	34	33	33
MP 07	Uellendahler Straße 198	28	32	31	25	23	22	21	21	25	29	34	31	27
MP 08	Hofkamp 86	29	29	35	28	23	24	21	23	27	28	31	31	27
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	37	42	41	36	32	36	33	27	33	30	36	35	35
MP 13	Rudolfstraße 149	34	39	41	44	30	35	31	29	36	31	34	34	35
MP 14	Schönebecker Straße 81	29	30	31	27	22	25	25	25	32	29	29	28	28
MP 16	Steinweg 25	39	38	43	37	34	34	31	32	33	n.a.	38	35	36
MP 17	Westkötter Straße 111	38	40	38	30	28	31	30	31	35	37	38	38	34
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	32	32	38	40	25	27	24	24	31	29	33	31	31
MP 21	Berliner Straße 159	34	37	40	42	30	35	33	28	37	30	31	32	34
MP 22	Heckinghauser Straße 159	31	35	38	36	25	29	26	25	31	26	31	31	30
MP 24	Staasstraße 51	31	32	33	30	20	24	21	19	26	23	27	27	26
MP 27	Bundesallee 30	22	20	29	23	15	16	16	16	22	19	25	24	20
MP 28	Schwarzbach 78	35	38	43	35	30	29	29	29	34	32	32	32	33
MP 33	Kaiserstraße 32	33	36	41	37	30	32	27	25	32	29	33	33	32
MP 34	Haeseler Strasse 94	32	33	39	34	26	32	27	26	34	30	33	32	31
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	33	38	41	37	30	32	28	28	33	31	33	36	33
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	30	31	32	28	22	27	24	22	30	26	29	30	28
MP 45	Varresbeckerstraße 122	34	44	41	37	30	35	28	27	34	35	35	35	34
MP 46	Schützenstraße 74	31	31	33	25	21	19	20	22	25	28	28	29	26
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	26	32	31	26	20	21	21	19	25	25	29	28	25
MP 48	Briller Straße 28 (ggü.)	33	37	38	35	26	31	28	27	32	28	32	34	32
MP 49	Briller Straße 100	28	32	32	28	21	22	20	20	25	25	29	28	26
MP 50	Steinweg / Oberbömen	31	36	37	31	24	24	22	21	27	26	30	31	28
MP 51	Westkötter Straße 73a	27	31	31	23	17	19	18	19	24	26	30	26	24
MP 52	Gathe 20	29	33	32	26	19	20	19	20	25	26	33	31	26
MP 53	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	37	39	45	40	31	34	31	32	36	36	38	39	37
VWEL ¹⁾	Wuppertal Gathe	35	36	44	40	33	34	30	32	36	37	38	39	36
WULA ¹⁾	Wuppertal Langerfeld	24	22	22	18	14	13	12	13	16	18	24	23	19
Beurteilungswert 39, BImSchV / TA Luft (Jahresmittelwert)														
40														

n.a. - nicht auswertbar bzw. Daten liegen noch nicht vor

¹⁾ Quelle: Mittelwerte aus kontinuierlichen, abschließend validierten Messdaten des LANUV NRW für die LUQS-Stationen Gathe (VWEL) und Langerfeld (WULA)

²⁾ Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiträume für die Einzelmonate

Nach der Briller Straße (MP 02) wurden die nächsthöheren Belastungen am Steinweg (MP 16) und an der LANUV Messstation VWEL³ mit jeweils 36 µg/m³ gemessen. Die Messpunkte sind in Abbildung 11 in Rot dargestellt. Am häufigsten, an 13 von insgesamt 30 Messpunkten, wurden Jahresmittelwerte von 31 bis 35 µg/m³ (in orange) gemessen; unter anderem am MP 09 (Friedrich-Engels-Allee) und MP 13 (Rudolfstraße) mit Jahresmittelwerten von je 35 µg/m³.

Die niedrigsten Messwerte wurden mit einem Jahresmittelwert von 20 µg/m³ an der Überdachmessstation an der Bundesallee (MP 27) gemessen. Sie repräsentiert aufgrund der Messhöhe sowie im Vergleich mit der LANUV-Station in Langerfeld (WULA) den innerstädtischen Hintergrund. An allen weiteren Messorten wurden NO₂-Konzentrationen zwischen 23 µg/m³ (MP 01, Nevigeser Str.) und 30 µg/m³ (MP 22, Heckinghauser Str.) im Jahresmittel 2021 erfasst.

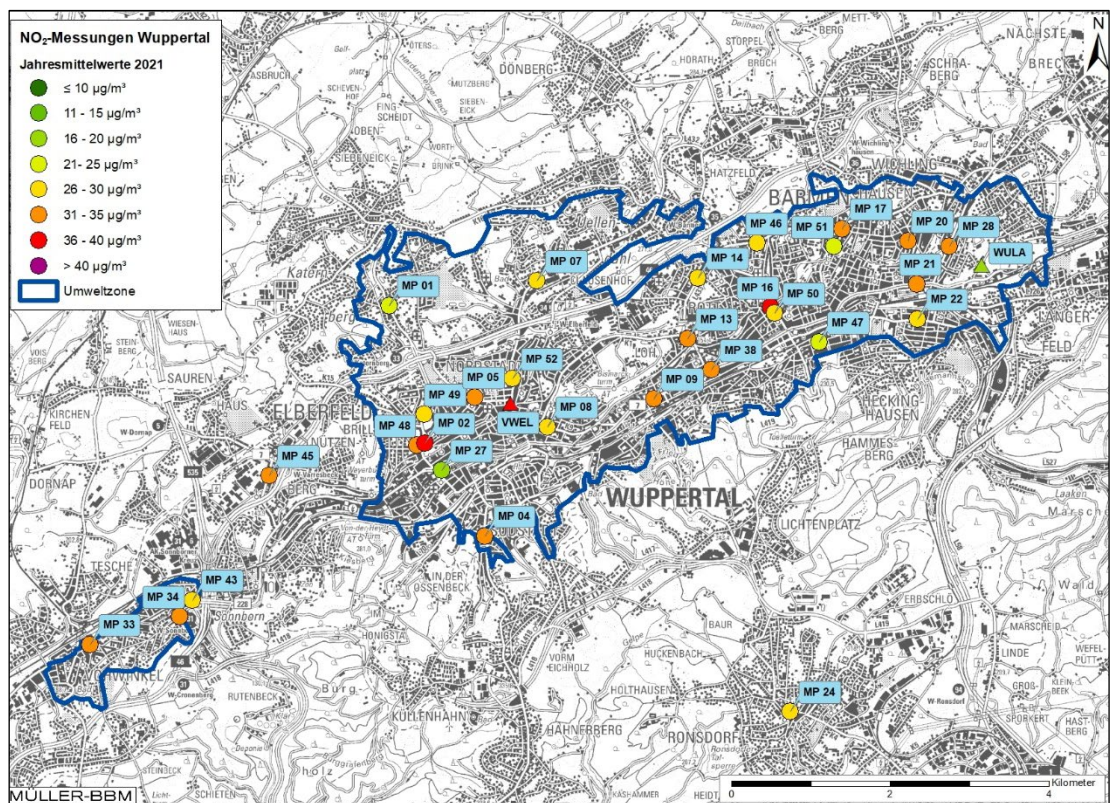


Abbildung 11. Räumliche Verteilung der Messorte MP 1 – MP 53 sowie Klassifizierung der NO₂-Jahresmittelwerte 2021.

³ Der Messstandort VWEL ist identisch mit dem Passivsammlermesspunkt MP 53. Die mit dem Referenzverfahren gewonnenen Daten haben Vorrang vor den Messungen mithilfe von Passivsammlern. (vgl. Abschnitt 3.2).

An der vom LANUV im Rahmen der flächendeckenden Überwachung der Luftqualität in NRW betriebenen Verkehrsmessstation Gathe und an der Hintergrundmessstation Langerfeld (vgl. auch 6.1.6) ist zusätzlich zu den Jahresmittelwerten auch eine Beurteilung der Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittelwertes von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ möglich. Solche Immissionssituationen wurden 2021 nicht registriert. An der Station Gathe betrug der maximale NO_2 -Stundenwert $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Langerfeld $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [29].

Zusammenfassend kann im Hinblick auf die Beurteilung anhand der rechtsverbindlichen Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV inzwischen eine deutliche **Verbesserung** der über mehrere Jahre mehrheitlich als **Belastungsschwerpunkte** für die Komponente NO_2 charakterisierten Messorte festgestellt werden (eine Analyse der langjährigen Entwicklung folgt später in Abschnitt 6.1.6).

6.1.2 Vergleich mit Richtwerten der Weltgesundheitsorganisation (WHO)

Ein Vergleich der Messergebnisse mit den im September 2021 veröffentlichten neuen **Luftgüteleitlinien der WHO** dokumentiert jedoch den anhaltend **hohen Handlungsdruck**: In Wuppertal wurde im Jahr 2021 an allen Messorten der WHO-Richtwert von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich überschritten. Das kurzfristige „Zwischenziel“ von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an 15 Messorten eingehalten, das mittelfristige „Zwischenziel“ $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an zwei Messorten.

An den kontinuierlichen Messstationen Langerfeld (WULA) und Gathe (VWEL) lag das 99. Perzentil der NO_2 -Tagesmittelwerte anhand eigener Auswertungen bei $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, und damit deutlich über dem WHO-Richtwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Das kurzfristige „Zwischenziel“ von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde 2021 bereits eingehalten, das mittelfristige „Zwischenziel“ von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erscheint erreichbar. Der Richtwert der WHO für das NO_2 -Stundenmittel liegt bei $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohne tolerierte Überschreitungshäufigkeit, die rechtsverbindliche 39. BImSchV toleriert 18 zulässige Überschreitungen). Dieses WHO-Kriterium wurde in Wuppertal bereits eingehalten.

Da sich die in den europäischen Richtlinien zur Luftqualität festgelegten Grenz- und Zielwerte in der Vergangenheit an den Richtwerten der WHO orientierten, ist bei zukünftigen Novellierungen der Richtlinien von einer entsprechend deutlichen Verschärfung auszugehen.

6.1.3 Exkurs Belastungsschwerpunkte

Im nahen und erweiterten Umfeld der langjährigen Belastungsschwerpunkte MP 02 (Briller Str.), MP 16 (Steinweg), MP 17 (Westkotter Str.) und VWEL (Gathe) mit besonders hohen Jahresmittelwerten wurden im Jahr 2019 ergänzend die MP 48 bis MP 52 in Betrieb genommen⁴. Diese Messpunkte weisen im Hinblick auf die lokalen Austauschbedingungen jeweils weniger kritische Voraussetzungen auf, zum Beispiel durch einseitige Bebauung anstelle einer beidseitig geschlossenen Straßenschlucht. (Details im Jahresbericht [13]).

⁴ Die Auswahl und Festlegung erfolgten durch das Ressort Umweltschutz der Stadt Wuppertal.

Es kann weiterhin festgestellt werden, dass an allen ergänzenden Messpunkten nach wie vor jeweils deutlich geringere NO₂-Konzentrationen gemessen wurden als an „ihren“ Belastungsschwerpunkten. Die Differenzen betragen 2021 zwischen 6 µg/m³ und 12 µg/m³. Die Ergebnisse unterstreichen insgesamt den großen Einfluss der lokalen Rahmenbedingungen auf das konkrete Immissionsniveau am jeweiligen Messort. Untersuchungen der räumlichen Verteilung von Belastungen im Umfeld von vorhandenen Messstationen wurden mit ähnlichen Schlussfolgerungen z. B. auch in Bayern und Hamburg veröffentlicht [57], [58].

6.1.4 NO₂-Immissionen im Jahresverlauf 2021

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2021 auch die Monatsextreme dargestellt (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2021). Daraus lässt sich ein Max-/Min-Faktor berechnen, also das Verhältnis aus dem Monat mit der höchsten NO₂-Konzentration zu demjenigen mit den geringsten Belastungen.

Tabelle 6. NO₂-Jahresmittelwerte sowie NO₂-Monatsextreme für das Jahr 2021.

MP-Nr.	Messort / Adresse Straße / Hausnummer	NO ₂ (2021)	NO ₂ - Minimum		NO ₂ - Maximum		Max/Min Faktor
		µg/m ³	µg/m ³	Monat	µg/m ³	Monat	
MP 01	Nevigeser Straße 98	23	17	Aug 21	29	Nov 21	1,7
MP 02	Briller Straße 28	38	31	Aug 21	44	Mrz 21	1,5
MP 04	Steinbeck 92	32	27	Jul 21	39	Mrz 21	1,4
MP 05	Hochstraße 63	33	25	Mai 21	42	Mrz 21	1,7
MP 07	Uellendahler Straße 198	27	21	Aug 21	34	Nov 21	1,6
MP 08	Hofkamp 86	27	21	Jul 21	35	Mrz 21	1,7
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	35	27	Aug 21	42	Feb 21	1,6
MP 13	Rudolfstraße 149	35	29	Aug 21	44	Apr 21	1,5
MP 14	Schönebecker Straße 81	28	22	Mai 21	32	Sep 21	1,4
MP 16	Steinweg 25	36	31	Jul 21	43	Mrz 21	1,4
MP 17	Westkotter Straße 111	34	28	Mai 21	40	Feb 21	1,4
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	31	24	Jul 21	40	Apr 21	1,6
MP 21	Berliner Straße 159	34	28	Aug 21	42	Apr 21	1,5
MP 22	Heckinghauser Straße 159	30	25	Aug 21	38	Mrz 21	1,6
MP 24	Staasstraße 51	26	19	Aug 21	33	Mrz 21	1,7
MP 27	Bundesallee 30	20	15	Mai 21	29	Mrz 21	2,0
MP 28	Schwarzbach 78	33	29	Jul 21	43	Mrz 21	1,5
MP 33	Kaiserstraße 32	32	25	Aug 21	41	Mrz 21	1,6
MP 34	Haeseler Strasse 94	31	26	Mai 21	39	Mrz 21	1,5
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	33	28	Aug 21	41	Mrz 21	1,5
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	28	22	Aug 21	32	Mrz 21	1,5
MP 45	Varresbeckerstraße 122	34	27	Aug 21	44	Feb 21	1,6
MP 46	Schützenstraße 74	26	19	Jun 21	33	Mrz 21	1,7
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	25	19	Aug 21	32	Feb 21	1,7
MP 48	Briller Straße 23	32	26	Mai 21	38	Mrz 21	1,5
MP 49	Briller Straße 100	26	20	Jul 21	32	Feb 21	1,7
MP 50	gegenüber Steinweg 10	28	21	Aug 21	37	Mrz 21	1,7
MP 51	Westkotter Straße 73a	24	17	Mai 21	31	Feb 21	1,8
MP 52	Gathe 20	26	19	Mai 21	33	Feb 21	1,8
MP 53	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	37	31	Mai 21	45	Mrz 21	1,5

Grundsätzlich ist der Verlauf der NO₂-Belastung auf eine Überlagerung von Emissions-situation und Witterungsverlauf zurückzuführen. Typische Jahresgänge von NO₂-Immissionen zeigen an Hintergrundmessstellen oft deutlich höhere Belastungen in den Wintermonaten. Im Verhältnis zum Konzentrationsniveau ist der Einfluss der Jahreszeit dort in der Regel größer als an verkehrsnahen Stationen. Dort werden Jahreshöchstwerte teilweise auch im Sommer gemessen, wenn stabile Hochdruckwetterlagen mit sonniger und heißer Witterung vorherrschen (vgl. Abschnitt 5).

Die aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Kalendermonate waren März und Februar mit maximalen Monatsmittelwerten an 17 bzw. 7 von 30 betriebenen Messpunkten. Als Folge von ausgedehntem Hochdruckeinfluss kam es in diesen Monaten zu häufigen Einschränkungen der Austauschsituationen der bodennahen Atmosphäre (vgl. Abschnitt 5.1). Die niedrigsten Konzentrationen wurden überwiegend im August 2021 gemessen.

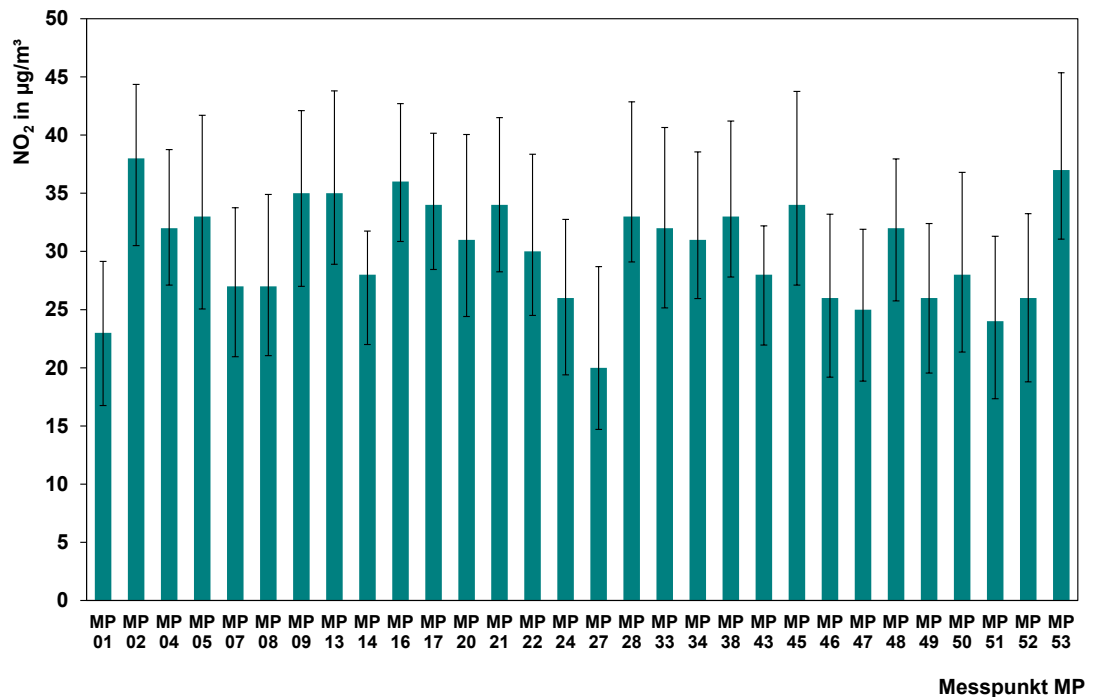


Abbildung 12. Jahresmittelwert der NO₂-Konzentrationen im Jahr 2021 an den MP 01 – MP 53. Die Balken indizieren den Schwankungsbereich zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittelwert.

Der Schwankungsbereich zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittelwert variierte im Jahr 2021 von mindestens 10 µg/m³ am MP 14 (Schönebecker Straße) und MP 43 (Eugen-Langen-Straße), Belastungsspanne bei beiden von 22 µg/m³ bis 32 µg/m³, bis zu 17 µg/m³ am MP 45 (Varresbeckerstraße, 27 µg/m³ bis 44 µg/m³) und MP 05 (Hochstraße, 25 µg/m³ bis 42 µg/m³). Im Mittel über alle Messpunkte beträgt der Schwankungsbereich zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittelwert 14 µg/m³ (bzw. ±7 µg/m³ um den jeweiligen Mittelwert).

6.1.5 NO₂-Immissionen im Vergleich zum Vorjahr 2020

Im direkten Vergleich mit dem Vorjahr können 29 von 30 Messpunkten verwendet werden. Der MP 27 an der Bundesallee wurde im Jahr 2020 auf Straßenniveau betrieben, in allen anderen Jahren Überdacht. Der Standort wird deshalb im Folgenden nicht mit in die Auswertung einbezogen.

Im Vergleich zum Vorjahr 2020 stagnierten die NO₂-Belastungen an vier Messpunkten auf einem identischen Niveau. Eine Abnahme der NO₂-Konzentration wurde nur an einem Messpunkt ermittelt (um 2 µg/m³, MP 49, Briller Straße 100).

An 23 von 29 Messpunkten (entspricht 79%) wurden im Jahr 2021 **höhere NO₂-Konzentrationen** als im Vorjahr registriert. Die Belastungszunahme beträgt an allen Messpunkten 1 bis 5 µg/m³. Im Mittel über alle Messpunkte resultiert eine **Zunahme** der NO₂-Belastung **von durchschnittlich 2 µg/m³**. Die deutlichsten Zunahmen sind mit jeweils +5 µg/m³ am MP 24 in Ronsorf (Staastraße) und am MP 33 in der Kaiserstraße zu verzeichnen.

Eine in den Vorjahren an dieser Stelle durchgeführte Auswertung mit Fokus auf die Anzahl von Messpunkten mit Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von 40 µg/m³ erübrigt sich. In beiden Jahren wurde der Beurteilungswert an keinem der Messstandorte überschritten.

6.1.6 Langjährige Messungen von Stickstoffdioxid in Wuppertal

Von der Stadt Wuppertal wurden von 1997 bis Ende 2006 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee kontinuierliche und zeitlich hochaufgelöste NO₂-Messungen durchgeführt. Nach Beendigung der kontinuierlichen Messungen wurden die NO₂-Messungen an der Bundesallee seit 2007 mit Passivsammlern fortgeführt. Seit 1999 werden von der Stadt Wuppertal zusätzlich an einer variierenden Anzahl von Messorten NO₂-Messungen mit Passivsammlern durchgeführt (von 2009 bis 2012 an 23 Messorten, von 2013 bis 2018 an 24 Messorten, 2019 an 29 Messorten und seit 2020 an 30 Messorten). Sie ermöglichen eine räumlich differenzierte Erfassung und Bewertung der NO₂-Belastung.

Vom LANUV NRW wurde vom Jahr 2000 bis einschließlich 2007 im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) eine Messstation an der Friedrich-Engels-Allee 308 (LUQS-Stationskürzel: VWUP) betrieben. Diese Station ist als Verkehrsmessstation eingestuft. Seit dem Jahr 2008 wird diese Messstelle von der Bergischen Universität Wuppertal betrieben. Ergänzend werden an dieser Messstelle seit dem Jahr 2008 NO₂-Messungen mittels Passivsammlern durch die Stadt Wuppertal realisiert.

In den Jahren 2005 und 2006 wurden befristete, kontinuierliche NO₂-Messungen an der Messstelle Wuppertal-Steinweg (LUQS-Stationskürzel: VWBA) durchgeführt. Auch diese Station ist als Verkehrsmessstation bzw. „Hot-Spot“-Messung charakterisiert. Die NO₂-Messungen werden seit dem Jahr 2007 auch an dieser Messstelle von der Stadt Wuppertal mit Passivsammlern fortgeführt.

Seit dem Jahr 2006 wird vom LANUV NRW die Messstation Wuppertal-Gathe (LUQS-Stationskürzel: VWEL) betrieben, die ebenfalls als städtische Verkehrsmessstation eingestuft ist. Ergänzend hierzu wurden in den Jahren 2008 und 2009 durch das LANUV NRW auch NO₂-Passivsammlermessungen an der Messstation Wuppertal Langerfeld (LUQS-Stationskürzel: WULA) durchgeführt, die als Hintergrundmessstation für das Bergische Städtedreieck (Wuppertal, Remscheid, Solingen) charakterisiert ist. Kontinuierliche Messungen der Stickstoffoxide erfolgen an dieser Station (WULA) erst seit dem Jahr 2013 (bis 2012 wurden an dieser Station nur Schwefeldioxid SO₂, Ozon O₃ und Schwebstaub PM₁₀ erfasst). In Abbildung 13 ist die Entwicklung der NO₂-Belastung an den o.g. Messstationen seit dem Jahr 2005 dargestellt.

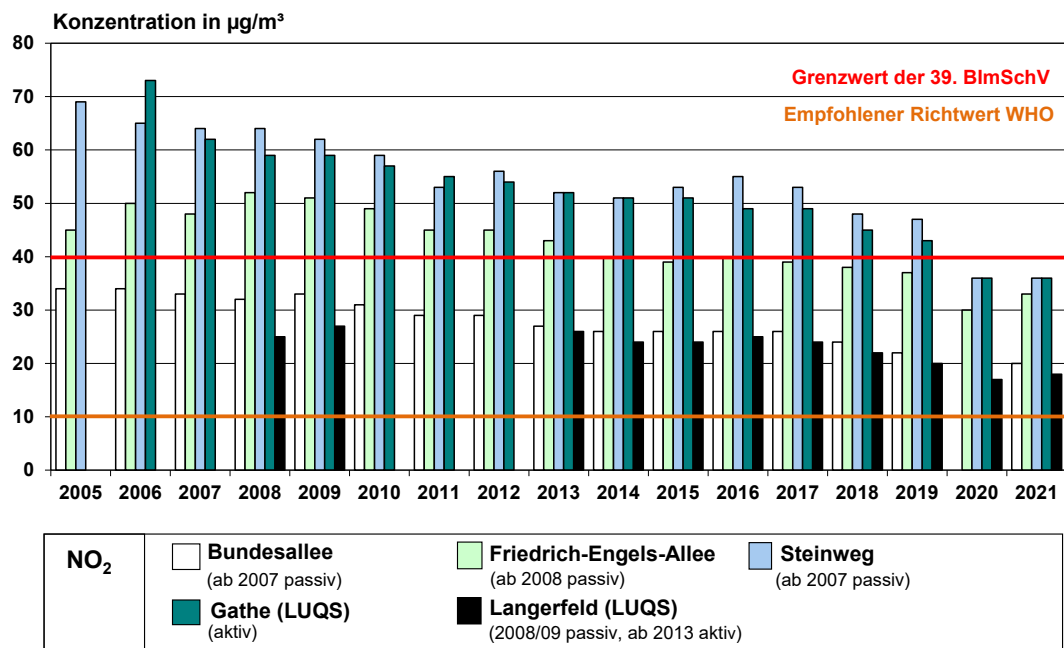


Abbildung 13. Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) an ausgewählten Messstellen in Wuppertal ab 2005 sowie Grenzwert der 39. BImSchV (gültig seit 01.01.2010) und WHO-Richtwert (ohne Bundesallee 2020, siehe 6.1.5).

Nach einem leicht rückläufigen Trend an der Messstelle Bundesallee vom Jahr 2001 bis zum Jahr 2004 (nicht dargestellt) stagnierte das NO₂-Konzentrationsniveau von 2005 bis 2009 bei etwa 33 µg/m³. In den darauffolgenden Jahren ging die NO₂-Belastung an der Station Bundesallee kontinuierlich zurück: Zunächst auf 31 µg/m³ (2010), dann auf 27 µg/m³ (von 2011 bis 2013). Nachdem das Niveau von 2014 bis 2017 erneut stagnierte (bei 26 µg/m³), ist es mit jährlichen Abnahmen von etwa 2 µg/m³ auf mittlerweile 20 µg/m³ im Jahr 2021 abgesunken.

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

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Langerfeld (WULA) wurden ab dem Jahr 2010 durch das LANUV NRW unterbrochen und mit Messbeginn im Dezember 2012 wieder fortgeführt. Die Immissionssituation zeigte dort einen ähnlichen Verlauf wie an der Bundesallee. Im Jahr 2021 lag der Jahresmittelwert für NO₂ bei 18 µg/m³. Nach einer Stagnation des städtischen NO₂-Hintergrundniveaus ohne den unmittelbaren Einfluss lokaler Emissionen zwischen 2013 und 2017 zeigt sich in den Messdaten insgesamt wieder eine Abnahme der Immissionsbelastung in den letzten Jahren. Im Vergleich zu dem von den COVID-Schutzmaßnahmen geprägten Vorjahr⁵ nahm die Konzentration 2021 wieder leicht um 1 µg/m³ zu. Das entspricht genau dem Beitrag, den das LANUV für den Jahresmittelwert 2020 als „Sondereffekt“ der pandemiebedingten allgemeinen Reduzierung des Straßenverkehrs ermittelt hatte.

An der Friedrich-Engels-Allee 308 liegt das NO₂-Konzentrationsniveau um rund 10 bis 15 µg/m³ höher als an den städtischen Hintergrundstationen. Der seit dem 01.01.2010 gemäß 39. BImSchV geltende Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ wird dort seit 2014 nicht mehr überschritten. Ausgehend von den Spitzenbelastungen im Jahr 2008 (52 µg/m³) haben sich die Belastungen an dieser Messstelle zunächst kontinuierlich verringert. Von 2014 bis 2017 stagnierte auch hier die Belastungshöhe auf einem Niveau von 39 bis 40 µg/m³. Anschließend wurden wieder moderate Abnahmen von etwa 1 µg/m³ pro Jahr verzeichnet, bevor von 2019 auf 2020 mit -7 µg/m³ eine seit Messbeginn (im Jahr 2000) bis dahin nicht gekannte Dynamik eintrat.

⁵ Detaillierte Informationen zum Einfluss der Corona-Pandemie auf die Luftqualität 2020 u. a. [66] – [68]. Bedingt durch den großen Einfluss der meteorologischen Rahmenbedingungen auf diesen Parameter sind quantitative Angaben mit Unsicherheiten verbunden; das LANUV NRW geht für das Jahr 2020 insgesamt von einer Minderungswirkung von ungefähr 1 µg/m³ durch die Corona-Lockdowns aus.

Die Messungen an den Belastungsschwerpunkten Steinweg und Wuppertal-Gathe ergaben seit Messbeginn NO₂-Jahresmittelwerte von zunächst etwa 60 bis 70 µg/m³ („Hot-Spots“) mit abnehmender Tendenz bis 2013. Der Trend moderater Abnahmen setzte sich an der Station Gathe auch in den folgenden Jahren weiter fort. Im Gegensatz zu den Ergebnissen an der Gathe wiesen die Jahresmittelwerte am Steinweg in den Jahren 2013 bis 2017 mit einer Spannweite von 51 bis 55 µg/m³ keinen eindeutigen Trend auf. Ab 2016 sanken die Konzentrationen dann kontinuierlich, im Jahr 2020 sprunghaft (um 7 µg/m³ bzw. 11 µg/m³)⁶. Im Vergleich zum Vorjahr 2020 stagnierte die NO₂-Konzentration an beiden Stationen im Jahr 2021 zuletzt bei 36 µg/m³.

Zusammenfassend nimmt vor allem der Beitrag der verkehrsbedingten Zusatzbelastung zur NO₂-Gesamtbelastung an den innerstädtischen Stationen in den letzten Jahren ab, da die Rückgänge an den Verkehrsstationen insgesamt größer sind als an den Hintergrundstationen. Für weitergehende Untersuchungen ist zu empfehlen, die Anzahl der städtischen Hintergrundmesspunkte im Stadtgebiet von Wuppertal zu erhöhen.

In Tabelle 7 ist die zeitliche Entwicklung der NO₂-Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen für den 10-jährigen Zeitraum von 2012 bis 2021 zusammengefasst.

Die nicht fortlaufende Nummerierung der aktuell realisierten Messstellen in Tabelle 7 ist auf die unterschiedlichen NO₂-Messprogramme der Stadt Wuppertal in den letzten Jahren zurückzuführen. Neue Messstellen wurden fortlaufend nummeriert und die Nummern nicht mehr beprobter Messstellen wurden nicht erneut verwendet, um die Messdaten eindeutig einer konkreten Messstelle zuordnen zu können (vgl. auch Abschnitt 7, Entwicklung des NO₂-Messnetzes).

⁶ Die deutliche Abnahme zum Vorjahr wird neben dem Einfluss der „Lockdowns“ vorrangig der fortschreitenden Flottenerneuerung und Verbesserung an Fahrzeugen sowie der Wirkung der Maßnahmen der jeweiligen Luftreinhaltepläne zugeordnet. Außerdem haben sich 2020 günstige Wetterbedingungen positiv ausgewirkt [30].

Tabelle 7. NO₂-Jahresmittelwerte für den 10-Jahreszeitraum 2012 – 2021.

MP-Nr.	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
MP 01	40	39	38	38	38	34	31	28	22	23
MP 02	64	63	61	66	64	57	51	46	37	38
MP 03	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 04	51	49	49	49	48	46	44	38	30	32
MP 05	49	50	44	48	50	45	43	39	31	33
MP 07	46	42	41	39	41	38	35	33	26	27
MP 08	39	38	35	36	36	35	32	29	27	27
MP 09	51	48	45	45	44	44	42	41	32	35
MP 13	48	46	44	47	48	46	43	41	33	35
MP 14	42	39	37	38	38	37	33	32	26	28
MP 16	56	52	51	53	55	53	48	47	36	36
MP 17	53	51	49	52	52	51	45	45	33	34
MP 19	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 20	42	41	37	39	41	38	36	35	27	31
MP 21	45	47	42	43	43	41	40	39	31	34
MP 22	41	42	37	38	38	38	36	35	28	30
MP 24	41	40	37	33	35	34	33	29	21	26
MP 27	29	27	26	26	26	26	24	22	30**	20
MP 28	48	48	45	47	44	42	37	37	31	33
MP 30	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 33	47	43	38	41	41	40	38	36	27	32
MP 34	50	49	47	48	48	46	43	42	29	31
MP 38	45	43	40	39	40	39	38	37	30	33
MP 39	-	35	31	33	-	-	-	-	-	-
MP 40	-	39	35	36	-	-	-	-	-	-
MP 43	-	-	44	43	44	43	39	35	27	28
MP 44	-	-	29	32	-	-	-	-	-	-
MP 45	-	-	-	-	44	44	42	39	31	34
MP 46	-	-	-	-	32	34	32	31	23	26
MP 47	-	-	-	-	35	34	32	30	24	25
MP 48	-	-	-	-	-	-	-	39*	32	32
MP 49	-	-	-	-	-	-	-	32*	28	26
MP 50	-	-	-	-	-	-	-	33*	24	28
MP 51	-	-	-	-	-	-	-	27*	24	24
MP 52	-	-	-	-	-	-	-	29*	25	26
MP 53	-	-	-	-	-	-	-	-	34	37

* Verkürzter Messzeitraum (MP 48 bis MP 51: Mrz 19 bis Dez 19. MP 53: Jun 19 bis Dez 19)

** Messungen nicht vergleichbar (auf Straßenniveau), alle anderen Jahre Überdach.

An den Messstellen gemäß Tabelle 7 ist **seit 2010** bis einschließlich 2021 ein deutlich **rückläufiger Trend der NO₂-Belastungen** zu beobachten. Für den hier dargestellten 10-jährigen Zeitraum von 2012 bis einschließlich 2021 gilt dieser insgesamt abnehmende Trend sowohl für das Gesamtmittel über alle Messstellen als auch für jeden einzelnen Messort. Maßgeblichen Einfluss auf dieses Ergebnis hatte zunächst vor allem die über langen Jahre positive Entwicklung bis 2014, in der sich die Situation jährlich um durchschnittlich etwa 2 µg/m³ verbessert hat. In den Folgejahren war eine Stagnation bzw. leichte Zunahme der Belastungen zu verzeichnen. Mit den Ergebnissen für die Jahre 2017 bis 2019 (Verbesserung um 2 bis 3 µg/m³ zum jeweiligen Vorjahr) setzt sich der langjährige Trend abnehmender Belastungen dann wieder fort.

Die sprunghafte Verbesserung von 2019 auf 2020 zeigte sich mit durchschnittlich $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im gesamten Messnetz, mit Abnahmen von wenigstens $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am MP 08 bis zu $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am MP 34. Im Jahr 2021 nahmen die Konzentrationen zuletzt wieder um durchschnittlich $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu.

In Abbildung 14 ist die Entwicklung der NO_2 -Konzentrationen von 2012 bis 2021 an denjenigen Passivsammlermessstellen aus Tabelle 7 zusätzlich auch graphisch dargestellt, an denen dieser mehrjährige Vergleich möglich ist. Dabei handelt es sich um 20 der seitdem insgesamt beprobten Messstellen. Die Bezeichnung der Messpunkte findet sich in Abbildung 14 jeweils unterhalb der Balkendiagramme wieder. Die Höhe des NO_2 -Rückgangs kann über die Achsenbeschriftung links abgelesen werden. Sie beträgt z. B. $-26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Messpunkt MP 2.

Der Vergleich über diesen 10-jährigen Zeitraum (2012 bis 2021) dokumentiert insgesamt eine erhebliche Reduktion der Belastungen um durchschnittlich $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 33 %.

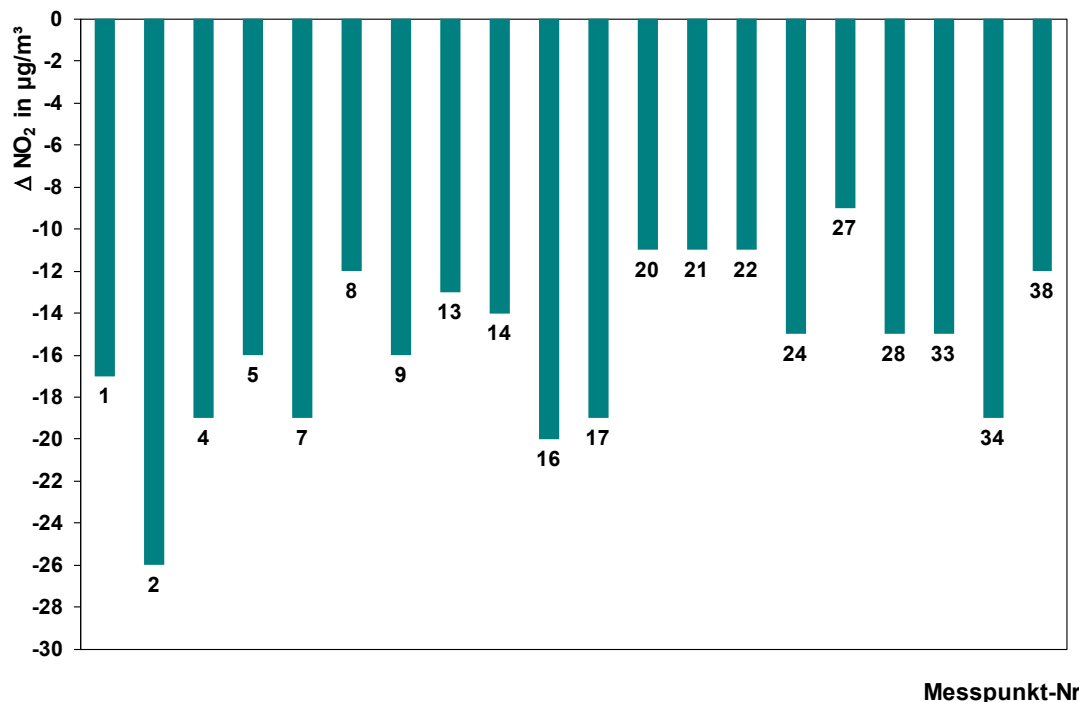


Abbildung 14. Rückgang der NO_2 -Konzentrationen im Zeitraum von 2012 – 2021 an 20 Passivsammlermessstellen in Wuppertal (Angaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Für die langjährigen Belastungsschwerpunkte Briller Str., Steinweg, Westkotter Str. und Haeseler Str. (Messpunkte MP 02, MP 16, MP 17, MP 34) ist der zeitliche Verlauf der NO_2 -Jahresmittelwerte in den letzten 10 Jahren (2012 bis 2021) noch einmal graphisch aufgetragen. An diesen Messpunkten wurden im dargestellten Zeitraum die höchsten Rückgänge im Messnetz der Stadt Wuppertal verzeichnet, wie aus Abbildung 14 entnommen werden kann.

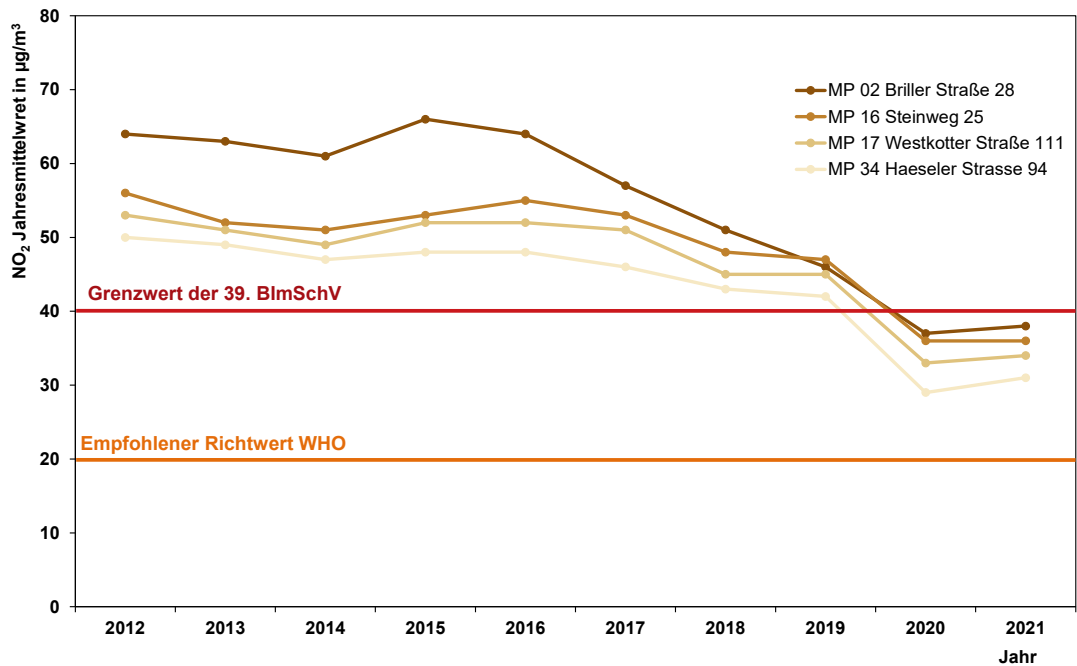


Abbildung 15. Zeitlicher Verlauf der NO₂-Jahresmittelwerte von 2012 bis 2021 an den Belastungsschwerpunkten Briller Str., Steinweg, Westkötter Str. und Haeseler Str.

6.1.7 Vergleich der Ergebnisse in Wuppertal mit der landes- und bundesweiten Immissionssituation

Die für das Wuppertaler Stadtgebiet in den letzten Jahren festgestellte **rückläufige Belastung lässt sich sowohl bundes- als auch landesweit beobachten.**

Im Jahr 2021 wurde der Grenzwert für das NO₂-Jahresmittel nach vorläufigen Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) von bundesweit über 600 Messstationen voraussichtlich nur noch an 1 bis 2 % der verkehrsnahen Stationen überschritten (abschließende Zahlen liegen zum Zeitpunkt dieser Berichtstellung noch nicht vor). Vor 10 Jahren lag dieser Wert noch bei etwa 75 % [32]. Für Nordrhein-Westfalen liegt bereits der Bericht über die Luftqualität im Jahr 2021 auf Basis abschließend validierter Ergebnisse vor [31].

In NRW stiegen 2021 an 40 % der insgesamt 79 verkehrsnahen Probenahmestellen die Konzentrationen im Vergleich zum Vorjahr an; an 12 % der Messpunkte wurde eine Abnahme erfasst. An 35 % der Probenahmestellen stagnierten die NO₂-Jahresmittelwerte. An einer in Essen neu in Betrieb genommenen Messstelle wurde landesweit die einzige Überschreitung des Immissionsgrenzwert für das Jahresmittel gemessen (EKRU2, 43 µg/m³) [31].

Eine belastbare Gegenüberstellung des Anteils der Stationen mit Grenzwertüberschreitungen im Verhältnis zu landes- und bundesweiten Ergebnissen ist ohne eine vergleichbare Grundlage in der Messplanung nur eingeschränkt möglich. Dies gilt nicht zuletzt auch aufgrund der eher ungünstigen Ausbreitungsbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal aufgrund der ausgeprägten Tallage im Vergleich zu landesweiten Verhältnissen. Der Anteil der Messstandorte mit hohen Jahres-

mittelwerten an der Gesamtanzahl der Messpunkte ist in erster Linie von der Messplanung und somit von der konkreten räumlichen Lage der Messorte abhängig. Der Fokus des Messprogramms in Wuppertal zielt vor allem darauf ab, potenzielle Belastungsschwerpunkte im Einflussbereich hoher Emissionen bzw. Verkehrsbelastungen zu identifizieren und die Maßnahmen zur Reduktion der Belastung an diesen Standorten zu untersuchen. In diesem Kontext wurden einige Messstellen, an denen der Beurteilungswert für NO₂ eingehalten wurde, zugunsten von Messungen an neuen potenziellen Belastungsschwerpunkten, eingestellt (siehe auch Abschnitt 7 zur langfristigen Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal). Aus diesem Grund lag der Anteil der Messstandorte mit hohen Jahresmittelwerten in Wuppertal in den vergangenen Jahren i. d. R. über dem NRW-Landesdurchschnitt.

Insgesamt weisen trotz der mittlerweile erreichten Einhaltung des Immissionsgrenzwertes an allen Messstationen in Wuppertal die neuen WHO-Richtwerte nach wie vor auf den **großen Handlungsbedarf** hin, den Schadstoffausstoß der Stickstoffoxide insbesondere des Verkehrs als maßgeblicher lokaler Emittent weiter zu vermindern. An den verkehrsnahen Messstellen lagen die NO₂-Jahresmittelwerte mit durchschnittlich 30 µg/m³ deutlich über dem empfohlenen WHO-Richtwert von 10 µg/m³.

Zur Senkung der hohen überregionalen Hintergrundbelastung⁷ (ca. 12 µg/m³ in 2021) sind zusätzlich jedoch auch weitere Emissionsminderungsmaßnahmen in anderen Bereichen wie beispielsweise Industrie, Hausbrand und Baumaschinen erforderlich.

6.1.8 Luftreinhalteplanung und NO₂-Überschreitungen

Die flächendeckende Überwachung der Luftqualität ist Aufgabe der Landesbehörden. Für die Informationspflicht an die EU-Kommission werden Luftmessnetze betrieben. **Wo und wie die Luftqualität zu beurteilen ist, mit welchen Methoden gemessen wird und welche Anforderungen an die Datenqualität sowie an die Mindestanzahl und die Lage von Messstationen bestehen, ist europaweit standardisiert.** Die Ergebnisse der Landesbehörden werden vom Umweltbundesamt zusammengeführt und an die EU berichtet⁸.

Die Belastung zeigt im mehrjährigen Trend insgesamt einen kontinuierlichen Rückgang. In Wuppertal wurden Überschreitungen des NO₂-Jahresgrenzwertes letztmalig im Jahr 2019 verzeichnet (neben 24 weiteren Städten). In den Jahren 2018 und 2017 waren noch je 56 bzw. 65 Städte betroffen [33]. Die langjährige Entwicklung speziell in Wuppertal wurde in Abschnitt 6.1.6 thematisiert.

Klagewelle der Umweltverbände auf Fahrverbote

Aktuell haben sich deutsche Verwaltungsgerichte mit einer Vielzahl von Klagen auseinanderzusetzen, seitdem höchstrichterlich entschieden wurde, dass Einzelne und Umweltverbände im Fall einer Überschreitung der Grenzwerte für Stickstoffdioxid

⁷ Diese kann gemäß Luftreinhalteplan Wuppertal am besten über die Stationen Borken, Soest und Münster-Geist ermittelt werden [7].

⁸ Ausführliche Informationen sind in mehreren Publikationen des Umweltbundesamtes erhältlich, z. B [34].

einen Rechtsanspruch auf die sachgerechte Erstellung von Luftreinhalteplänen geltend machen können. Demnach können die zuständigen Behörden gegebenenfalls verpflichtet werden, z. B. durch eine Anordnung, erforderliche Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung von Grenzwerten zu treffen **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Verwaltungsgerichte schlossen dabei in erster Instanz nicht aus, dass Fahrverbote für Dieselfahrzeuge aufgrund bereits bestehender Rechtsgrundlagen angeordnet werden können.

Auch für die Stadt Wuppertal hat die Deutsche Umwelthilfe (DUH) im Dezember 2018 Klage gegen das Land NRW wegen nicht eingehaltener NO₂-Grenzwerte erhoben. **Damit gehört Wuppertal zu einem Kreis von mittlerweile 39 deutschen Städten, für die der Umweltverband Klage eingereicht hat** [47]. In NRW haben sich alle 14 beklagten Städte, das Land Nordrhein-Westfalen und die Deutsche Umwelthilfe (DUH) erfolgreich vor Gericht verglichen. Somit sind alle offenen Klageverfahren der DUH gegen das Land NRW beendet [46].

Das erste zonale Fahrverbot für Dieselfahrzeuge in Deutschland wurde zum 01.06.2018 in Hamburg eingeführt. Dort waren Kraftfahrzeuge der Diesel-Abgasnorm Euro 1/I bis 5/V nicht mehr erlaubt (Anwohner und Gewerbetreibende ausgenommen). Mittlerweile ist das Verbot auf zwei Straßenabschnitte beschränkt, wobei bei einem Abschnitt u. a. Personenkraftwagen ausgenommen sind [49]. In Stuttgart gilt seit dem 01.01.2019 im gesamten Stadtgebiet ein Verkehrsverbot für alle Dieselfahrzeuge bis zur Klasse Euro 4/IV sowie seit dem 01.06.2020 in der sog. „kleinen Umweltzone“ ein Verkehrsverbot für alle Dieselfahrzeuge bis zur Klasse Euro 5/V [50]. Neben Hamburg und Stuttgart gelten seit dem 01.11.2019 streckenbezogene Durchfahrtsbeschränkungen für vier Straßenabschnitte in Berlin [51] und seit dem 01.06.2019 für zwei Straßenabschnitte in Darmstadt [52]. Einen Überblick über aktuelle zonale oder streckenbezogene Durchfahrtsbeschränkungen, z. B. für Dieselfahrzeuge, veröffentlicht unter anderem das Umweltbundesamt [53].

Auch für einige Städte in Nordrhein-Westfalen wurden durch Verwaltungsgerichte bereits Fahrverbote angeordnet (z. B. Köln, Bonn, Essen und Gelsenkirchen). Allerdings ging das Land in Berufung, wodurch sich für einige bereits terminierte Verbote eine aufschiebende Wirkung ergab.

Vor dem Oberverwaltungsgericht NRW wurde am 24.04.2020 nach vorherigen Erörterungsterminen ein Vergleich zwischen dem Land NRW als Beklagte und der Deutschen Umwelthilfe e.V. als Klägerin sowie der Stadt Wuppertal als Beigeladende geschlossen. Zur schnellstmöglichen Einhaltung des Grenzwertes für NO₂ sollen die **Belastungsschwerpunkte** Briller Straße, Gathe, Haeseler Straße, Steinweg, und Westkotter Straße **durch intelligente Ampelschaltungen entlastet** werden. Zudem wurde die Höchstgeschwindigkeit auf 40 km/h, in einem Teilbereich der Briller Straße auf 30 km/h, begrenzt. An der Briller Straße und am Steinweg wurde zusätzlich ein Durchfahrtsverbot für Lkw mit einer Gesamtmasse von mehr als 3,5 t eingeführt. Ähnliche Vergleiche wurden in weiteren beklagten Städten im Land NRW geschlossen.

Mittlerweile ist der Luftreinhalteplan (LRP) Wuppertal von der Bezirksregierung Düsseldorf fortgeschrieben worden. Er trat zum 30.10.2020 in Kraft und ergänzt damit den LRP Wuppertal 2013. Er enthält 20 neue oder weiterentwickelte Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal, die u. a. aus dem oben beschriebenen Ver-

gleich entstanden sind [7]. Die Bezirksregierung Düsseldorf veröffentlicht den Stand der Maßnahmen-Umsetzung in einem Maßnahmenkatalog [8].

Green City Plan Wuppertal

Die Bundesregierung hat auf die anhaltende NO₂-Problematik reagiert und im Herbst 2017 das **Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020** aufgelegt, das mittlerweile abgeschlossen ist. Im Rahmen des Programms standen für die besonders von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Kommunen und Regionen Fördergelder für Luftreinhaltemaßnahmen bereit. Inhaltliche Schwerpunkte des Programms waren Maßnahmen für die Elektrifizierung des Verkehrs, Maßnahmen zur Digitalisierung des Verkehrs sowie Maßnahmen zur Nachrüstung von Abgasbehandlungssystemen in Diesel-Bussen des ÖPNV.

Als Grundlage für zukünftige Förderentscheidungen rief der Bund alle von einer Überschreitung des gesetzlichen NO₂-Grenzwertes betroffenen Städte auf, individuelle Green City Pläne zu erstellen, in denen die geplanten Maßnahmen dargestellt und hinsichtlich ihres Reduktionspotentials bezüglich Stickstoffdioxidemissionen quantifiziert sind [56].

Der Masterplan der Stadt weist in diesem Zusammenhang vier Handlungsfelder mit 19 Maßnahmenbündeln auf. Allen Maßnahmen ist gemein, dass bereits Vorarbeiten geleistet wurden, aber eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Ausgestaltung notwendig ist. Der Plan bzw. ein Teil der darin enthaltenen Maßnahmen finden sich im LRP Wuppertal 2020 wieder [7]. Neben dem Potenzial der NO₂-Minderung haben viele Maßnahmen auch einen positiven Einfluss auf den Klimaschutz und tragen zur Verbesserung der allgemeinen Luftschadstoff- und Lärmsituation im Wuppertaler Stadtgebiet bei [56].

Der Green-City-Plan aus Wuppertal gehört zu den fünf besten, richtungsweisenden Plänen zur Luftreinhaltung deutschlandweit. Dieser kann auf der [Homepage](#) der Stadt eingesehen werden.

6.2 Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

Entstehung und Wirkung von Feinstäuben

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

Feinstäube der Fraktion PM_{10} ⁹ und kleiner sind luftgetragen und besitzen im Allgemeinen keine relevante Sedimentationsgeschwindigkeit. Die typischerweise vorliegende Turbulenz der bodennahen Atmosphäre reicht in Verbindung mit der mittleren Partikelgröße aus, um ein gravitationsbedingtes Absinken der Partikel zu verhindern. In der TA Luft wird die Partikelfraktion PM_{10} daher auch Schwebstaub genannt.

Luftgetragene Partikel der Fraktion PM_{10} können durch Nase und Mund in die Lunge gelangen, wo sie je nach Größe bis in die Hauptbronchien oder Lungenbläschen transportiert werden können [35]. Ultrafeine Partikel (UFP bzw. $PM_{0,1}$) 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 häufigsten [35].

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

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

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

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

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Partikel PM_{10} ein **Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV [3]. Darüber hinaus gilt für Partikel PM_{10} ein maximaler Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Gegenüber dem Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist der Kurzzeit-Beurteilungswert ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr) als der strengere Beurteilungswert anzusehen. Aus einer statistischen Auswertung einer Vielzahl von PM_{10} -Messreihen über mehrere

⁹ Definition Partikel PM_{10} gemäß 39. BImSchV: Partikel, die einen gröÙenselektierenden Luft-einlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von $10 \mu\text{m}$ einen Abscheid-egrad von 50 % aufweist.

Jahre kann abgeleitet werden, dass 35 Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ mit Jahresmittelwerten von etwa 29 bis 32 µg/m³ für PM₁₀ korrespondieren.

Für Partikel PM_{2,5} galt gemäß EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa sowie gemäß 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit zunächst ein Zielwert von 25 µg/m³ für den Jahresmittelwert. Seit dem 01.01.2015 ist dieser Wert als Immissionsgrenzwert verbindlich einzuhalten [4].

Zusätzlich können, wie auch für Stickstoffdioxid, für PM₁₀ und PM_{2,5} die im September 2021 aktualisierten WHO-Richtwerte herangezogen werden. Der Richtwert der WHO für das PM₁₀-Jahresmittel liegt bei 15 µg/m³ und für PM_{2,5} bei 5 µg/m³. Zusätzlich soll das 99. Perzentil der PM₁₀-Tagesmittelwerte eines Jahres die Konzentration von 45 µg/m³ nicht überschreiten, für PM_{2,5} beträgt das 99. Perzentil 15 µg/m³ [59].

Ergebnisse der Feinstaubmessungen in Wuppertal

In Wuppertal wurden im Jahr 2021 vom LANUV NRW im Rahmen des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) PM₁₀-Messungen an den Stationen Wuppertal-Langerfeld (WULA) und Wuppertal-Gathe (VWEL) durchgeführt. Wie in Abschnitt 6.1 bereits dargestellt, handelt es sich bei der Station Langerfeld um eine städtische Hintergrundstation und bei der Messstelle Gathe um einen Belastungsschwerpunkt („Hot-Spot“). Seit dem Jahr 2009 werden an der städtischen Hintergrund-Messstation Langerfeld zusätzlich Messungen von Feinstaub PM_{2,5} durchgeführt. In Tabelle 8 sind die statistischen Kenngrößen für die PM₁₀- und PM_{2,5}-Messungen an diesen Messstellen für das Jahr 2021 dargestellt und dem Beurteilungswert gemäß 39. BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 8. Statistische Kenngrößen für Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} im Jahr 2021 an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA).

Messstation	Partikel PM ₁₀		Partikel PM _{2,5}
	Jahresmittel µg/m ³	Anzahl Tage > 50 µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³
Gathe	18*	2*	---
Langerfeld	14	1	10
Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV	40	35	25

* Nur 50% zeitliche Überdeckung.

In Abbildung 16 und Abbildung 17 ist die Entwicklung der PM₁₀-Immissionssituation an den PM₁₀-Messstationen Friedrich-Engels-Allee (LUQS), Steinweg, Langerfeld (LUQS) und Gathe (LUQS) dargestellt.

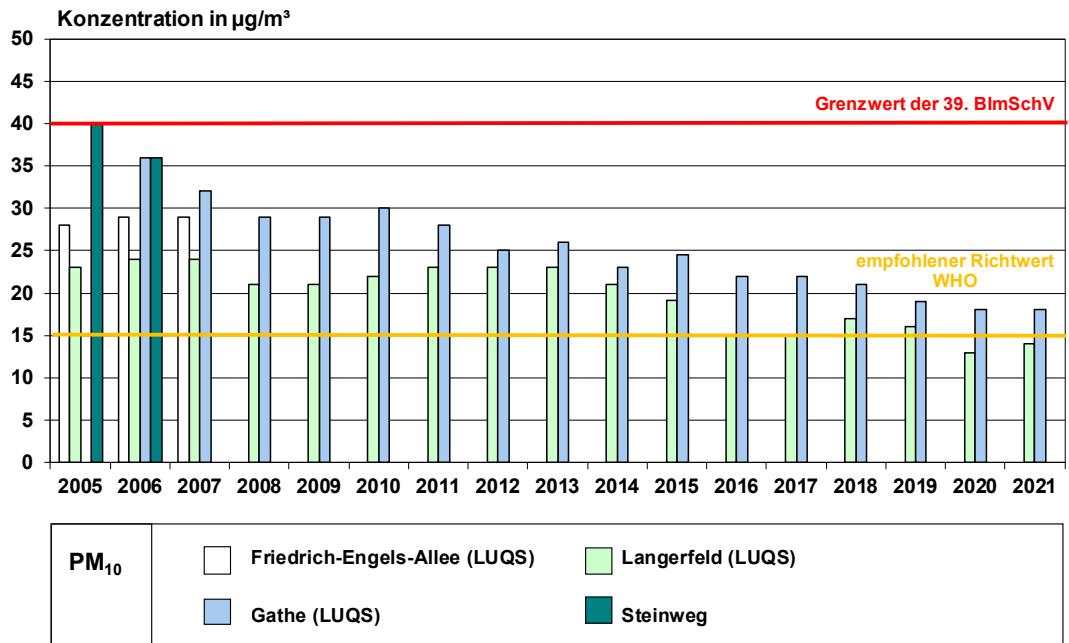


Abbildung 16. Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 – 2021.

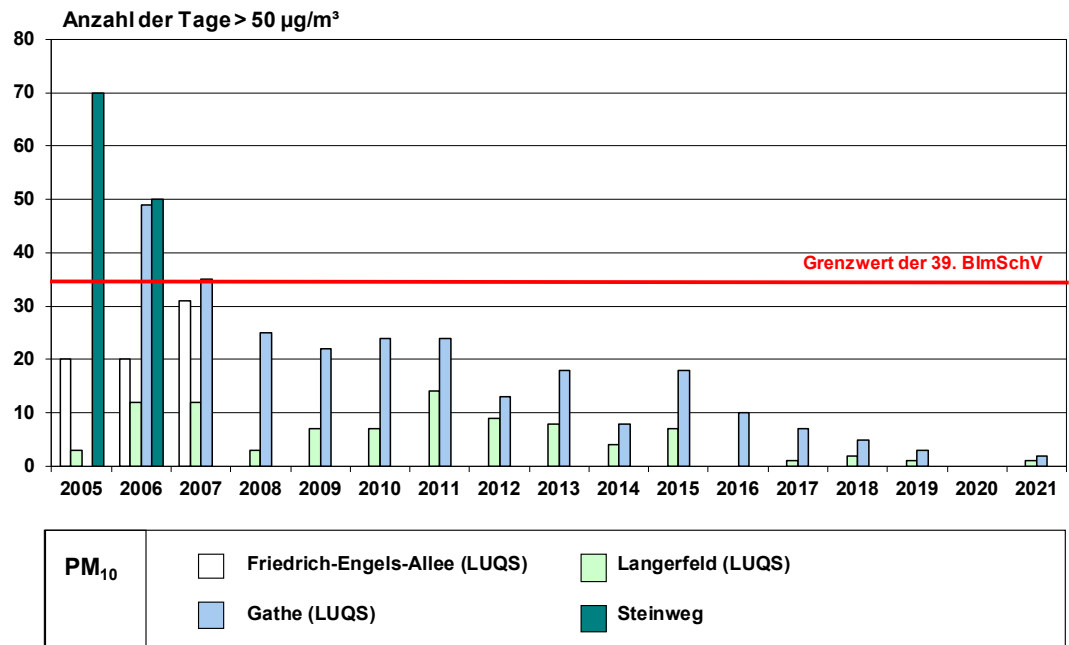


Abbildung 17. Anzahl der Tage mit PM₁₀-Mittelwerten > 50 µg/m³ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 – 2021.

S:\MIP\proj\160\M160922\M160922_03_Ber_1D.DOCX:27.05.2022

Im Jahresmittel 2021 lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld sowohl die PM₁₀- als auch die PM_{2,5}-Konzentrationen deutlich unterhalb der jeweiligen Immissionsgrenzwerte. An der Station Gathe wurde hierbei, wie schon in den letzten Jahren, aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit 18 µg/m³ eine höhere PM₁₀-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit 14 µg/m³.

Die Abbildung 16 verdeutlicht insbesondere für die innerstädtische Station Gathe im langjährigen Vergleich einen positiven **Trend mit kontinuierlich abnehmenden Jahresmittelwerten**. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Belastungen im Jahr 2021 mit 18 µg/m³ unverändert. An der Station Langerfeld im städtischen Hintergrund ist ebenfalls ein abnehmender Trend zu beobachten, der sich in seiner Ausprägung jedoch weniger kontinuierlich darstellt. Eine Verbesserung ist insbesondere für die Episode von 2013 bis 2016 festzuhalten. Seitdem stagnieren die Mittelwerte auf niedrigem Niveau.

Seit Beginn der Feinstaubmessungen in Wuppertal wurde der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV für den Jahresmittelwert von 40 µg/m³ (gültig seit 2005) noch an keiner Messstelle überschritten.

Die Anzahl der Überschreitungstage für Feinstaub PM₁₀ (Abbildung 17) ist deutlich variabler als der Jahresmittelwert für PM₁₀, da sie maßgeblich vom Verlauf der Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren geprägt wird (vgl. Abschnitt 5.2). Die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ lag an der Station Gathe mit zwei Tagen im Jahr 2021 etwas höher als an der Messstelle Langerfeld mit einem Tag (2020: bei beiden Stationen keine Überschreitung). Diese Beobachtung ist plausibel auf die etwas höheren Jahresmittelwerte an der Station Gathe zurückzuführen¹⁰. Eine Überschreitung dieses Schwellenwertes ist an maximal 35 Tagen im Jahr zulässig.

Nach Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) traten im Jahr 2021, bedingt durch starke Schneefälle und klare Nächte mit starkem Frost, bundesweit die meisten Überschreitungstage im Februar auf. Lange winterliche Episoden mit hohen Feinstaubwerten blieben 2021 jedoch aus. Typischerweise treten am Neujahrstag durch das Silvesterfeuerwerk freigesetzten Emissionen an 20 % bis 60 % der Stationen PM₁₀ Tagesmittelwerte > 50 µg/m³ auf. Aufgrund der Corona-Maßnahmen überschritt nur eine Station am 01.01.2021 diese Schwelle. Im Vergleich zum langjährigen Mittel traten im Jahr 2021 wenig Überschreitungstage auf [32].

¹⁰ Zwischen Jahresmittelwert und Anzahl von Überschreitungstagen existiert eine funktionale Abhängigkeit. Höhere Jahresmittelwerte stehen oft in Verbindung mit einer größeren Anzahl an Überschreitungstagen. Nach Untersuchungen des LANUV NRW wird im Allgemeinen ab einem PM₁₀ Jahresmittelwert zwischen 29 µg/m³ und 32 µg/m³ die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten.

Die im September 2021 aktualisierten und sehr ambitionierten **WHO-Empfehlungen konnten im Jahr 2021 in Wuppertal bereits teilweise eingehalten werden**. An der Messstation Wuppertal Langerfeld (WULA) wurden die Empfehlungen für die Jahresmittelwerte für Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$ jeweils unterschritten. An den Stationen WULA und VWEL lag das 99. Perzentil der PM_{10} -Tagesmittelwerte anhand eigener Auswertungen auf Basis der abschließend validierten LANUV-Daten bei $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also deutlich unter bzw. knapp über dem Richtwert von $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf **Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$** trotzdem als **vergleichsweise unkritisch** bezeichnet werden.

7 Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal

Die Stadt Wuppertal führt bereits **seit den 1990er Jahren** umfangreiche lufthygienische und meteorologische Messungen durch. Auf die Ergebnisse dieser Messungen wurde sowohl in dem hier vorliegenden Luftmessbericht für das Jahr 2021 als auch in den Messberichten der letzten Jahre regelmäßig hingewiesen. Die aus diesen langjährigen Messungen resultierenden Ergebnisse sind unter anderem in den Abschnitten 6.1.2 und 6.1.3 sowie den zurückliegenden Messberichten dokumentiert. Im jeweils aktuellen Luftmessbericht werden dabei aber im Allgemeinen nur diejenigen Messpunkte aufgenommen, für die in dem jeweiligen Berichtsjahr auch NO₂-Messungen durchgeführt wurden. In den zurückliegenden Jahren wurde das NO₂-Messnetz stetig weiterentwickelt und den jeweils aktuellen Anforderungen angepasst. Insbesondere seit 2008 wurden diejenigen Messpunkte, an denen der Beurteilungswert für NO₂ eingehalten wurde, aus dem Messprogramm herausgenommen, um Untersuchungen an neuen Messorten bzw. potenziellen Belastungsschwerpunkten zu ermöglichen.

Ein Gesamtüberblick über die bislang im NO₂-Messnetz in Wuppertal realisierten Messorte für NO₂ wurde erstmalig im Luftmessbericht für das Jahr 2013 aufgegriffen.

In Abbildung 18 ist hierzu, analog zur Darstellungsmethodik in Abbildung 11 die räumliche Verteilung sowohl der aktuellen als auch der mittlerweile nicht mehr beprobten Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal dargestellt. In blau sind hierbei die aktiven Messpunkte des aktuellen NO₂-Messnetzes markiert, die nicht mehr beprobten Messpunkte sind grün dargestellt. Im Jahr 2021 blieb das Messnetz im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Während die graphische Darstellung des aktuellen Messnetzes in Abbildung 11 noch eine zum Teil heterogene räumliche Verteilung der Messpunkte zeigt, führt die Überlagerung aller bislang untersuchten Messorte in Abbildung 19 zu einer deutlich **homogeneren Verteilung** über das Wuppertaler Stadtgebiet, wobei jedoch immer **potenzielle NO₂-Belastungsschwerpunkte** beprobt wurden. Insgesamt wurden demnach seit 2006 NO₂-Messungen an 20 Messorten durchgeführt, die aktuell (2021) nicht mehr Bestandteil des Wuppertaler Messnetzes sind. In Tabelle 9 sind ergänzend zu Abbildung 19 diese „historischen“ Messpunkte inkl. Messpunkt-Nummer, Adresse und Höhe über NN sowie der Angabe des Messzeitraumes und des letzten NO₂-Jahresmittelwertes ausgewiesen.

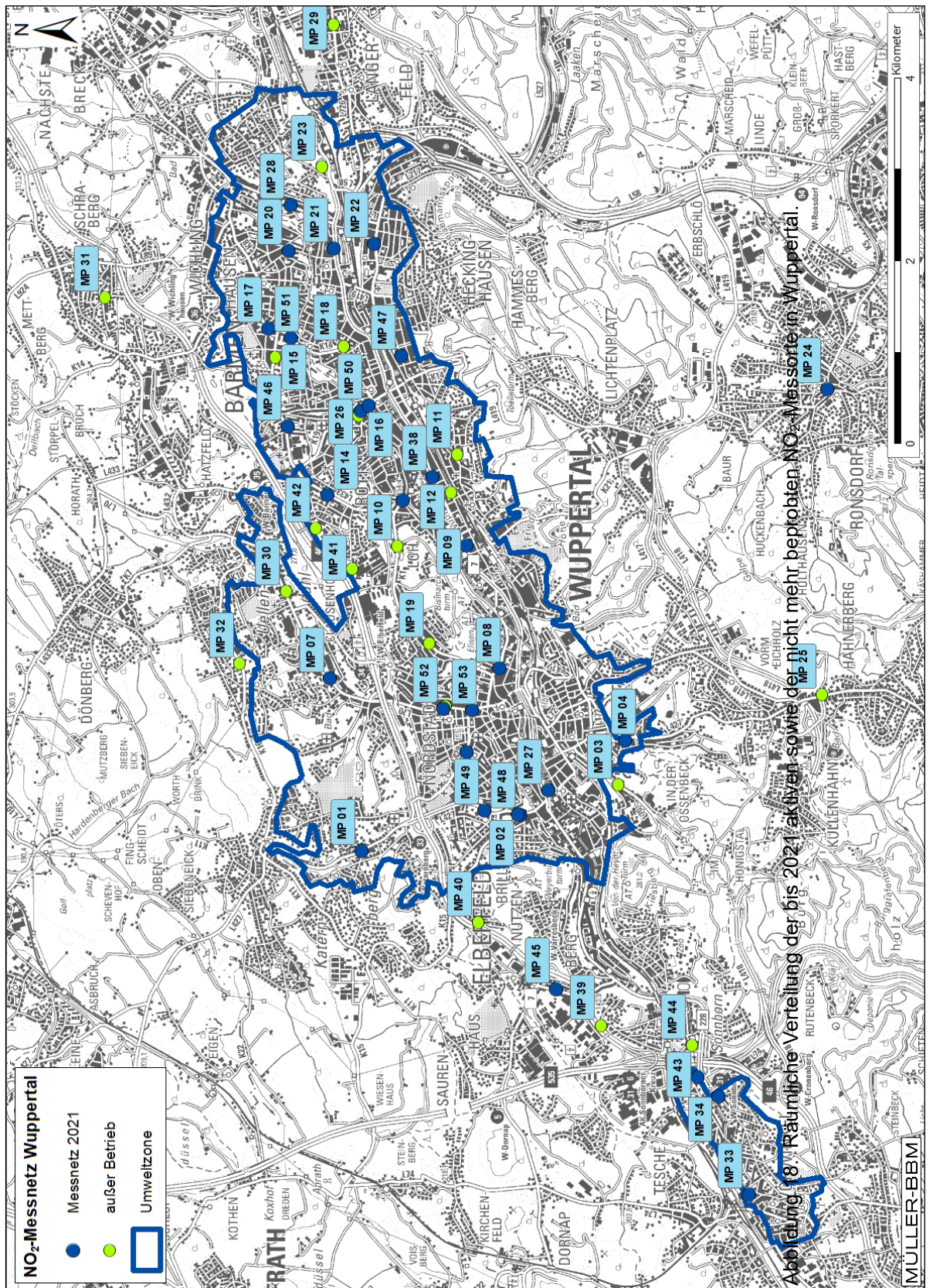


Abbildung 19. Räumliche Verteilung der bis 2021 aktiven sowie der nicht mehr beprobten NO₂-Messorte in Wuppertal.

Tabelle 9. Messorte aus dem NO₂-Messnetz in Wuppertal, die nicht mehr beprobt werden.

MP-Nr.	Messort / Adresse		Höhe m über NN	Messung		JMW NO ₂ in µg/m ³
	Straße / Hausnummer	Stadtteil		ab	bis	
MP 03	Nevandtstraße 44	Elberfeld	176	2006	2012	38
MP 06	Gathe 35	Elberfeld	151	2006	2006	70
MP 10	Rudolfstraße 109	Barmen	181	2006	2006	45
MP 11	Meckelstraße 60	Barmen	188	2006	2006	43
MP 12	Wittensteinstraße	Barmen	160	2006	2006	44
MP 15	Klingelholl 96	Barmen	197	2006	2006	42
MP 18	Bachstraße 26	Barmen	156	2006	2006	47
MP 19	Ostersbaum 72	Elberfeld	164	2006	2012	39
MP 23	Am Buchenloh	Langerfeld	170	2006	2006	32
MP 25	Hahnerberger Straße 51	Cronenberg	330	2006	2006	43
MP 26	Steinweg 25 (Garten)	Barmen	182	2006	2008	34
MP 29	Schwelmer Straße 104b	Langerfeld	208	2007	2008	46
MP 30	Uellendahler Straße 428	Elberfeld	200	2007	2012	32
MP 31	Schraberg 10	Oberbarmen	268	2007	2008	35
MP 32	Hans-Böckler-Straße 171	Elberfeld	277	2007	2008	27
MP 39	Sillerstraße 6	Vohwinkel	171	2013	2015	33
MP 40	Am Dorpweiher 22 / 24	Elberfeld	199	2013	2015	36
MP 41	Sanderstraße 144	Barmen	205	2013	2013	30
MP 42	Virchowstraße 45	Barmen	205	2013	2013	31
MP 44	Sonnbornerstraße 158	Vohwinkel	133	2014	2015	32

JMW: letzter Jahresmittelwert

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

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

8 Grundlagen und Literatur

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 103 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- [2] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (GMBI 2021 Nr. 48-54, S. 1050)
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- [4] RL 2008/50/EG: Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa; Amtsblatt der europäischen Union vom 11.06.2008; L152
- [5] Bezirksregierung Düsseldorf (2008): Luftreinhalteplan Wuppertal, Bezirksregie-rung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf
- [6] Bezirksregierung Düsseldorf (2013): Luftreinhalteplan Wuppertal 2013 (in der Fassung der Bekanntmachung vom 18.04.2013), Bezirksregierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf
- [7] Bezirksregierung Düsseldorf (2020): Luftreinhalteplan Wuppertal 2020, Bezirks-regierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf
- [8] Bezirksregierung Düsseldorf (2020): Maßnahmenkatalog Wuppertal. Luftrein-halteplan Wuppertal 2020 – Sachstandsbericht 2020. Stand: 31.12.2020. Bezirksregierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf
- [9] DWD (2021): Deutschlandwetter im Jahr 2021; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach
- [10] DWD (2022): Mittelwerte der Lufttemperatur für den Zeitraum 1991 – 2020; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach. Online unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj_mittelwerte.html
- [11] DWD (2022): Klimatologische Einordnung des Jahres 2021; Deutscher Wetter-dienst (DWD), Offenbach. Online unter: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/220105/deutschland_klimarueckblick_2021.html
- [12] Müller-BBM (2010 – 2019): Luftmessberichte Wuppertal 2009 bis 2018; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen
- [13] Müller-BBM (2020): Luftmessbericht Wuppertal 2019; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen
- [14] UCL (2021): 2. Änderung/Ergänzung zum Bericht über Stickstoffdioxidmessun-gen im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2020; UCL Umwelt Control Labor GmbH, 44536 Lünen

- [15] LUBW (2009): Luftmessbericht Wuppertal 2008; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [16] LUBW (2008): Luftmessbericht Wuppertal 2007; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [17] LUBW (2007): Luftmessbericht Wuppertal 2006; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [18] LUBW (2006): Luftmessbericht Wuppertal 2005; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [19] Land NRW (2022): Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
- [20] DIN EN 16339 (2013-11): Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler
- [21] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen
- [22] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 2 (2018-05): Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind
- [23] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 3 (2012-10): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Lufttemperatur
- [24] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 4 (2013-06): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Luftfeuchte
- [25] Müller-BBM (2014): Gleichwertigkeitsnachweis NO₂-Passivsammler zum Referenzverfahren (DIN EN 14211 – Chemilumineszenz); Notiz M94843/N05
- [26] 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
- [27] LANUV-NRW (2010): Kalibrierung von Passivsammlern zur Messung von Stickstoffdioxid (NO₂), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2010
- [28] Pfeffer, U., Zang, T., Breuer, L., Rumpf, E., Beier, R. (2009): Long-term validation and robustness of uptake rates of diffusive samplers for NO₂ and benzene, International Conference 'Measuring Air Pollutants by Diffusive Sampling and Other Low Cost Monitoring Techniques, Krakow, 15th – 17th September 2009
- [29] LANUV NRW (2022): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); Monatsberichte 2021 und EU-Jahreskenngrößen 2021 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2022
- [30] LANUV NRW (2021): Bericht über die Luftqualität im Jahr 2020. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2021
- [31] LANUV NRW (2022): Bericht über die Luftqualität im Jahr 2021. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2022

- [32] UBA (2022): Luftqualität 2021: Vorläufige Auswertung. Umweltbundesamt, Dessau. Online unter:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/20208_hgp_luftqualitaet_bf.pdf
- [33] UBA (2022): NO₂-Grenzwertüberschreitungen 2021, Stand: 31.01.2022. Umweltbundesamt (UBA). Online unter:
<https://www.umweltbundesamt.de/staedte-no2-grenzwertueberschreitungen>
- [34] UBA (2016): Regelungen und Strategien / Luftreinhaltung in der EU, Umweltbundesamt, Dessau.
- [35] LANUV NRW (2012): Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid im Zusammenhang mit der Luftreinhalteplanung, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, Januar 2012
- [36] LANUV NRW (2013): Fristverlängerungen bis 2015 zur Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid (Notifizierung). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, März 2013
- [37] Müller-BBM (2015): Flächenhafte NO₂-Messungen mithilfe von Passivsammlern. A. Ropertz, Beuck, H., Bücker, U., Bornkessel, H. Tagungsband zum Kolloquium „Luftqualität an Straßen“ 2015. Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (Hrsg).
- [38] Europäische Kommission (2015) Aufforderungsschreiben-Vertragsverletzung Nr. 2015/2073 vom 18.06.2015. Commission européenne, B-1049 Bruxelles.
- [39] BR (2015): Mitteilung der Regierung der Bundesrepublik Deutschland an die Europäische Kommission vom 18.08.2015 – Verfahren Nr. 2015/2073. Vertragsverletzungsverfahren der Europäischen Kommission zur Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG.
- [40] Stadt Wuppertal (2018): Luftreinhalteplan Wuppertal 2013 – Sachstandsbericht 2017 Maßnahmen-Umsetzung; Stand: 31.12.2017
- [41] Bundesverwaltungsgericht (2018): Pressemitteilung – Luftreinhaltepläne Düsseldorf und Stuttgart: Diesel-Verkehrsverbote ausnahmsweise möglich (Stand: 27.02.2018) <http://www.bverwg.de/pm/2018/9>
- [42] Bundesverwaltungsgericht (2018): (Beschränkte) Verkehrsverbote für (bestimmte) Dieselfahrzeuge – Luftreinhalteplan Düsseldorf – Urteil vom 27.02.2018, schriftliche Begründung vom 22.05.2018
<https://www.bverwg.de/de/270218U7C26.16.0>
- [43] Bundesverwaltungsgericht (2018): Verkehrsverbot (u.a.) für Dieselfahrzeuge in der Umweltzone Stuttgart – Urteil vom 27.02.2018, schriftliche Begründung vom 22.05.2018 <https://www.bverwg.de/de/270218U7C30.17.0>
- [44] Justizportal Nordrhein-Westfalen (2018): Verwaltungsgericht Düsseldorf: Erörterungstermin in dem Vollstreckungsverfahren zur Fortschreibung des Luftreinhalteplans Düsseldorf – Pressemitteilung vom 21.08.2018

- [45] DU (2018): Deutsche Umwelthilfe reicht vier weitere Klagen für die „Saubere Luft“ in Nordrhein-Westfalen ein. Presseportal Deutsche Umwelthilfe e. V. (Stand 17.12.2018)
- [46] Land NRW (2021): Land Nordrhein-Westfalen, Stadt Düsseldorf und DUH schließen Vergleich zur Luftreinhalteplanung Düsseldorf. Pressemitteilung vom 14. Juni 2021. Online unter: <https://www.land.nrw/pressemitteilung/land-nordrhein-westfalen-stadt-duesseldorf-und-duh-schliessen-vergleich-zur>
- [47] DU (2022): Recht auf saubere Luft. Deutsche Umwelthilfe e. V. Online unter: <https://www.duh.de/themen/luftqualitaet/recht-auf-saubere-luft/>
- [48] UBA (2019): Schwerpunkt Gesunde Luft. Magazin des Umweltbundesamtes 1/2019. Umweltbundesamt (UBA), Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/schwerpunkt-1-2019-gesunde-luft>
- [49] BUE (2019): FAQ Dieseldurchfahrtsbeschränkungen. Behörde für Umwelt und Energie der Freien und Hansestadt Hamburg. <https://www.hamburg.de/durchfahrtsbeschaenkungen/11067546/dieseldurchfahrtsbeschaenkungen-faq/>
- [50] LH Stuttgart (2019). Diesel-Verkehrsverbot. Auf dieser Seite finden Sie alle wichtigen Informationen zum Diesel-Verkehrsverbot. Landeshauptstadt Stuttgart. <https://www.stuttgart.de/diesel-verkehrsverbot>
- [51] Senat Berlin (2022): Maßnahmen: Bessere Luft für die Hauptstadt – was wird getan? Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz Berlin. Online unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/luft/luftreinhaltung/luftreinhalteplan-2-fortschreibung/massnahmen/>
- [52] Stadt Darmstadt (2022): Luftreinhaltung. Online unter: <https://www.darmstadt.de/leben-in-darmstadt/umwelt/luftreinhaltung/>
- [53] UBA (2021): Durchfahrtsbeschränkungen in Deutschland. Umweltbundesamt (UBA), Dessau. Stand 18.10.2021. Online unter: <https://gis.uba.de/website/umweltzonen#dfv>
- [54] OVG NRW (2020): Pressemitteilung: Luftreinhalteplan Wuppertal: Beteiligte vergleichen sich https://www.ovg.nrw.de/behoerde/presse/pressemitteilungen/32_200424/index.php
- [55] OVG NRW (2020): Vergleich DUH, LAND NRW und Stadt Wuppertal. Aktenzeichen: 8 D 62/18.AK und 8 E 833/18 (VG Düsseldorf 3 M 123/18) inkl. Anlage W 01. https://www.ovg.nrw.de/behoerde/presse/pressemitteilungen/32_200424/Wuppertal_Vergleich.pdf
https://www.ovg.nrw.de/behoerde/presse/pressemitteilungen/32_200424/Anlage_W_01.pdf
- [56] Stadt Wuppertal (2018): Green City Plan Wuppertal. Stadt Wuppertal – Ressort Umweltschutz, Johannes-Rau-Platz 1, 42275 Wuppertal, 31.08.2018

- [57] LfU (2015): Untersuchung der räumlichen Verteilung der NO_x-Belastung im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten Luftmessstationen. Abschlussbericht. Bayrisches Landesamt für Umwelt
- [58] BUE (2017): Luftreinhalteplan für Hamburg (2. Fortschreibung). Aufgestellt am 30. Juni 2017 gemäß § 47 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) mit Senatsbeschluss vom 30. Juni 2017. Behörde für Umwelt und Energie, Freie und Hansestadt Hamburg
- [59] World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. Lizenz: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- [60] LANUV NRW (2021): Luftqualität: Erstmals sind alle Grenzwerte eingehalten, auch für Stickstoffdioxid – Pressemitteilung vom 12.03.2021, online unter:
<https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/pressemitteilungen/2735-luftqualitaet-erstmals-sind-alle-grenzwerte-eingehalten-auch-fuer-stickstoffdioxid>
- [61] UBA (2021): Luftqualität 2020 – vorläufige Auswertung, Januar 2020. Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- [62] Bast (2021): Welche Auswirkungen hatte der Corona-Lockdown auf die Luftqualität in Deutschland? Dipl.-Met. Ute Dautert, Umweltbundesamt (UBA), Dessau. Tagungsbeitrag Kolloquium Luftqualität an Straßen, 24./25.03.2021, Bundesanstalt für Straßenwesen. FGSV Verlag GmbH
- [63] LANUV NRW (2021): Auswirkung der Covid-19-Schutzmaßnahmen auf die Luftschadstoffkonzentration. Fachbericht 109. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen.

Anhang A

Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen

S:\MIProj\160\M160922\M160922_03_Ber_1D.DOCX:27.05.2022

Messpunkt 01

Navigeser Straße 98
42113 Wuppertal

Rechtswert 25 78 552 m
Hochwert 56 82 417 m
Höhe 214 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 02

Briller Straße 28
42105 Wuppertal

Rechtswert 25 79 011 m
Hochwert 56 80 700 m
Höhe 147 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 04

Steinbeck 92
42119 Wuppertal

Rechtswert 25 79 875 m
Hochwert 56 79 586 m
Höhe 181 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 05

Hochstraße 63
42105 Wuppertal

Rechtswert 25 79 680 m
Hochwert 56 81 311 m
Höhe 171 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 07

Uellendahler Straße 198
42109 Wuppertal

Rechtswert 25 80 419 m
Hochwert 56 82 837 m
Höhe 181 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 08

Hofkamp 86
42103 Wuppertal

Rechtswert 25 80 606 m
Hochwert 56 80 992 m
Höhe 146 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 09

Friedrich-Engels-Allee 184
42285 Wuppertal

Rechtswert 25 81 936 m
Hochwert 56 81 400 m
Höhe 149 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 13

Rudolfstraße 149
42285 Wuppertal

Rechtswert 25 82 402 m
Hochwert 56 82 118 m
Höhe 154 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 14

Schönebecker Straße 81
42283 Wuppertal

Rechtswert 25 82 428 m
Hochwert 56 82 953 m
Höhe 188 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 16

Steinweg 25
42275 Wuppertal

Rechtswert 25 83 358 m
Hochwert 56 82 617 m
Höhe 159 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 17

Westkotter Straße 111
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 84 225 m
Hochwert 56 83 672 m
Höhe 193 m ü. NN
Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 20

Wichlinghauser Straße 70
42277 Wuppertal

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



Messpunkt 21

Berliner Straße 159
42277 Wuppertal

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



Messpunkt 22

Heckinghauser Straße 159
42289 Wuppertal

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



Messpunkt 24

Staasstraße 51
42369 Wuppertal

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



Messpunkt 27

Bundesallee 30
42103 Wuppertal

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



Messpunkt 28

Schwarzbach 78
42277 Wuppertal

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



Messpunkt 33

Kaiserstraße 32
42329 Wuppertal

Rechtswert 25 74 963 m
Hochwert 56 78 028 m
Höhe 162 m ü. NN
Messzeitraum seit 2007



Messpunkt 34

Haeseler Strasse 94
42329 Wuppertal

Rechtswert 25 76 023 m
Hochwert 56 78 403 m
Höhe 140 m ü. NN
Messzeitraum seit 2007



Messpunkt 38

Friedrich-Engels-Allee 308
42283 Wuppertal

Rechtswert 25 82 670 m
Hochwert 56 81 806 m
Höhe 155 m ü. NN
Messzeitraum seit 2008



Messpunkt 43

Eugen-Langen-Straße 23
42327 Wuppertal

Rechtswert 25 76 225 m

Hochwert 56 78 643 m

Höhe 137 m ü. NN

Messzeitraum seit 2014



Messpunkt 45

Varresbeckerstraße 122
42115 Wuppertal

Rechtswert 25 77 121 m

Hochwert 56 80 230 m

Höhe 154 m ü. NN

Messzeitraum seit 2016



Messpunkt 46

Schützenstraße 74
42281 Wuppertal

Rechtswert 25 83 157 m

Hochwert 56 83 417 m

Höhe 188 m ü. NN

Messzeitraum seit 2016



Messpunkt 47

Gewerbeschulstraße 54
42289 Wuppertal

Rechtswert 25 83 981 m

Hochwert 56 82 201 m

Höhe 172 m ü. NN

Messzeitraum seit 2016



Messpunkt 48

ggü. Briller Straße 28
42105 Wuppertal

Rechtswert 25 79 020 m
Hochwert 56 80 722 m
Höhe 147 m ü. NN
Messzeitraum seit 2019/03



Messpunkt 49

Briller Straße 100
42105 Wuppertal

Rechtswert 25 79 049 m
Hochwert 56 81 089 m
Höhe 158 m ü. NN
Messzeitraum seit 2016



Messpunkt 50

Steinweg/Oberdörnen
42275 Wuppertal

Rechtswert 25 83 424 m
Hochwert 56 82 539 m
Höhe 156 m ü. NN
Messzeitraum seit 2019/03



Messpunkt 51

Westkotter Straße 73a
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 84 132 m
Hochwert 56 83 416 m
Höhe 182 m ü. NN
Messzeitraum seit 2019/03



Messpunkt 52

Gathe 20
42107 Wuppertal

Rechtswert 25 80 144 m

Hochwert 56 81 585 m

Höhe 153 m ü. NN

Messzeitraum seit 2019/06



Messpunkt 53

Ecke Gathe/Wilhelmstraße
42105 Wuppertal

Rechtswert 25 80 136 m

Hochwert 56 81 269 m

Höhe 148 m ü. NN

Messzeitraum seit 2020/04



Anhang B
Einzelmessergebnisse

Tabelle 10. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 01 – MP 13 für den Messzeitraum 04.01.2021 – 29.12.2021

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 01 / 1	MP 01 / 2	MP 01	MP 02 / 1	MP 02 / 2	MP 02	MP 04 / 1	MP 04 / 2	MP 04	MP 05 / 1	MP 05 / 2	MP 05
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2021	04.01.21 - 02.02.21	29	26	26	26	37	39	38	34	33	33	33	35	34
Feb 2021	02.02.21 - 02.03.21	28	28	27	28	43	43	43	32	36	34	36	35	35
Mrz 2021	02.03.21 - 30.03.21	28	29	28	29	46	43	44	40	38	39	41	43	42
Apr 2021	30.03.21 - 30.04.21	31	25	25	25	43	42	42	33	33	33	42	39	41
Mai 2021	30.04.21 - 31.05.21	31	17	18	17	34	33	33	29	27	28	24	27	25
Jun 2021	31.05.21 - 29.06.21	29	19	19	19	39	38	38	30	30	30	35	35	35
Jul 2021	29.06.21 - 29.07.21	30	17	17	17	33	34	33	26	28	27	28	29	28
Aug 2021	29.07.21 - 27.08.21	29	16	17	17	32	29	31	28	27	28	25	25	25
Sep 2021	27.08.21 - 28.09.21	32	23	23	23	42	40	41	31	32	31	38	36	37
Okt 2021	28.09.21 - 27.10.21	29	24	23	23	34	37	35	34	33	33	29	29	29
Nov 2021	27.10.21 - 27.11.21	31	29	29	29	39	40	39	33	34	33	34	34	34
Dez 2021	27.11.21 - 29.12.21	32	29	27	28	39	40	39	34	28	31	34	32	33
Mittelwert	04.01.21 - 29.12.21	359	23	23	23	38	38	38	32	31	32	33	33	33

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 07 / 1	MP 07 / 2	MP 07	MP 08 / 1	MP 08 / 2	MP 08	MP 09 / 1	MP 09 / 2	MP 09	MP 13 / 1	MP 13 / 2	MP 13
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2021	04.01.21 - 02.02.21	29	30	27	28	30	28	29	38	36	37	35	33	34
Feb 2021	02.02.21 - 02.03.21	28	31	34	32	29	30	29	43	41	42	40	39	39
Mrz 2021	02.03.21 - 30.03.21	28	31	31	31	37	33	35	43	39	41	41	40	41
Apr 2021	30.03.21 - 30.04.21	31	25	25	25	27	29	28	36	37	36	44	43	44
Mai 2021	30.04.21 - 31.05.21	31	23	23	23	24	23	23	33	32	32	30	30	30
Jun 2021	31.05.21 - 29.06.21	29	21	22	22	22	25	24	34	38	36	36	35	35
Jul 2021	29.06.21 - 29.07.21	30	21	21	21	20	22	21	32	33	33	31	32	31
Aug 2021	29.07.21 - 27.08.21	29	21	21	21	24	22	23	28	27	27	28	29	29
Sep 2021	27.08.21 - 28.09.21	32	24	25	25	26	27	27	34	33	33	38	33	36
Okt 2021	28.09.21 - 27.10.21	29	29	29	29	27	28	28	30	29	30	31	30	31
Nov 2021	27.10.21 - 27.11.21	31	34	34	34	30	32	31	35	36	36	34	34	34
Dez 2021	27.11.21 - 29.12.21	32	30	31	31	29	33	31	33	37	35	33	34	34
Mittelwert	04.01.21 - 29.12.21	359	27	27	27	27	28	27	35	35	35	35	34	35

Tabelle 11. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 14 – MP 27 für den Messzeitraum 04.01.2021 – 29.12.2021

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 14 / 1	MP 14 / 2	MP 14	MP 16 / 1	MP 16 / 2	MP 16	MP 17 / 1	MP 17 / 2	MP 17	MP 20 / 1	MP 20 / 2	MP 20
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2021	04.01.21 - 02.02.21	29	29	30	29	38	40	39	38	39	38	31	33	32
Feb 2021	02.02.21 - 02.03.21	28	31	29	30	39	38	38	41	40	40	30	34	32
Mrz 2021	02.03.21 - 30.03.21	28	31	32	31	41	44	43	38	38	38	37	39	38
Apr 2021	30.03.21 - 30.04.21	31	29	26	27	37	36	37	30	30	30	39	41	40
Mai 2021	30.04.21 - 31.05.21	31	23	22	22	33	35	34	28	29	28	26	25	25
Jun 2021	31.05.21 - 29.06.21	29	25	24	25	33	34	34	29	33	31	27	26	27
Jul 2021	29.06.21 - 29.07.21	30	24	25	25	32	30	31	30	30	30	24	25	24
Aug 2021	29.07.21 - 27.08.21	29	25	26	25	31	33	32	31	31	31	25	24	24
Sep 2021	27.08.21 - 28.09.21	32	33	31	32	34	33	33	36	34	35	31	31	31
Okt 2021	28.09.21 - 27.10.21	29	29	29	29	n.a.	n.a.	n.a.	37	36	37	27	31	29
Nov 2021	27.10.21 - 27.11.21	31	28	29	29	39	36	38	40	36	38	31	36	33
Dez 2021	27.11.21 - 29.12.21	32	28	28	28	35	34	35	38	38	38	30	32	31
Mittelwert	04.01.21 - 29.12.21	359	28	27	28	36	36	36	35	34	34	30	31	31

n.a. - nicht auswertbar bzw. Daten liegen noch nicht vor

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 21 / 1	MP 21 / 2	MP 21	MP 22 / 1	MP 22 / 2	MP 22	MP 24 / 1	MP 24 / 2	MP 24	MP 27 / 1	MP 27 / 2	MP 27
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2021	04.01.21 - 02.02.21	29	33	35	34	29	33	31	31	30	31	21	23	22
Feb 2021	02.02.21 - 02.03.21	28	39	34	37	35	35	35	32	32	32	20	20	20
Mrz 2021	02.03.21 - 30.03.21	28	38	42	40	38	39	38	34	31	33	30	28	29
Apr 2021	30.03.21 - 30.04.21	31	42	41	42	36	36	36	31	29	30	23	23	23
Mai 2021	30.04.21 - 31.05.21	31	30	29	30	25	25	25	20	20	20	14	15	15
Jun 2021	31.05.21 - 29.06.21	29	34	37	35	28	30	29	24	23	24	16	16	16
Jul 2021	29.06.21 - 29.07.21	30	32	34	33	25	26	26	20	22	21	16	16	16
Aug 2021	29.07.21 - 27.08.21	29	28	29	28	25	24	25	19	20	19	15	16	16
Sep 2021	27.08.21 - 28.09.21	32	36	38	37	31	31	31	26	26	26	21	23	22
Okt 2021	28.09.21 - 27.10.21	29	32	28	30	26	26	26	23	24	23	19	19	19
Nov 2021	27.10.21 - 27.11.21	31	31	31	31	31	32	31	27	28	27	26	24	25
Dez 2021	27.11.21 - 29.12.21	32	33	31	32	31	31	31	28	26	27	24	25	24
Mittelwert	04.01.21 - 29.12.21	359	34	34	34	30	31	30	26	26	26	20	21	20

Tabelle 12. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 28 – MP 47 für den Messzeitraum 04.01.2021 – 29.12.2021

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 28 / 1	MP 28 / 2	MP 28	MP 33 / 1	MP 33 / 2	MP 33	MP 34 / 1	MP 34 / 2	MP 34	MP 38 / 1	MP 38 / 2	MP 38
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2021	04.01.21 - 02.02.21	29	36	34	35	34	33	33	32	32	32	34	32	33
Feb 2021	02.02.21 - 02.03.21	28	38	38	38	35	38	36	34	33	33	37	39	38
Mrz 2021	02.03.21 - 30.03.21	28	44	42	43	41	40	41	38	39	39	41	41	41
Apr 2021	30.03.21 - 30.04.21	31	36	35	35	37	37	37	34	34	34	37	37	37
Mai 2021	30.04.21 - 31.05.21	31	29	31	30	29	31	30	25	27	26	31	29	30
Jun 2021	31.05.21 - 29.06.21	29	30	29	29	33	31	32	33	31	32	33	30	32
Jul 2021	29.06.21 - 29.07.21	30	28	31	29	26	28	27	28	27	27	29	28	28
Aug 2021	29.07.21 - 27.08.21	29	28	31	29	26	25	25	27	26	26	30	26	28
Sep 2021	27.08.21 - 28.09.21	32	36	33	34	31	33	32	36	32	34	33	33	33
Okt 2021	28.09.21 - 27.10.21	29	30	35	32	30	28	29	31	30	30	31	30	31
Nov 2021	27.10.21 - 27.11.21	31	32	n.a.	32	32	34	33	33	32	33	32	34	33
Dez 2021	27.11.21 - 29.12.21	32	32	31	32	34	32	33	32	31	32	35	37	36
Mittelwert	04.01.21 - 29.12.21	359	33	33	33	32	32	32	32	31	31	34	33	33

n.a. - nicht auswertbar bzw. Daten liegen noch nicht vor

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 43 / 1	MP 43 / 2	MP 43	MP 45 / 1	MP 45 / 2	MP 45	MP 46 / 1	MP 46 / 2	MP 46	MP 47 / 1	MP 47 / 2	MP 47
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2021	04.01.21 - 02.02.21	29	30	31	30	34	34	34	32	30	31	28	25	26
Feb 2021	02.02.21 - 02.03.21	28	32	31	31	42	46	44	32	31	31	33	31	32
Mrz 2021	02.03.21 - 30.03.21	28	31	33	32	42	41	41	34	33	33	30	31	31
Apr 2021	30.03.21 - 30.04.21	31	28	27	28	37	38	37	26	25	25	26	27	26
Mai 2021	30.04.21 - 31.05.21	31	22	23	22	30	30	30	21	22	21	20	20	20
Jun 2021	31.05.21 - 29.06.21	29	26	27	27	34	35	35	20	19	19	20	21	21
Jul 2021	29.06.21 - 29.07.21	30	23	25	24	30	27	28	19	20	20	18	24	21
Aug 2021	29.07.21 - 27.08.21	29	23	21	22	26	28	27	22	23	22	20	18	19
Sep 2021	27.08.21 - 28.09.21	32	31	29	30	33	35	34	26	25	25	26	23	25
Okt 2021	28.09.21 - 27.10.21	29	27	26	26	n.a.	35	35	29	28	28	25	24	25
Nov 2021	27.10.21 - 27.11.21	31	29	29	29	36	33	35	28	28	28	28	29	29
Dez 2021	27.11.21 - 29.12.21	32	30	30	30	33	36	35	29	29	29	28	29	28
Mittelwert	04.01.21 - 29.12.21	359	28	27	28	34	35	34	26	26	26	25	25	25

n.a. - nicht auswertbar bzw. Daten liegen noch nicht vor

Tabelle 13. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 48 – MP 53 für den Messzeitraum 04.01.2021 – 29.12.2021

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 48 / 1	MP 48 / 2	MP 48	MP 49 / 1	MP 49 / 2	MP 49	MP 50 / 1	MP 50 / 2	MP 50	MP 51 / 1	MP 51 / 2	MP 51
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2021	04.01.21 - 02.02.21	29	32	34	33	28	29	28	30	31	31	27	26	27
Feb 2021	02.02.21 - 02.03.21	28	38	35	37	32	33	32	35	36	36	30	32	31
Mrz 2021	02.03.21 - 30.03.21	28	38	38	38	30	33	32	35	38	37	32	30	31
Apr 2021	30.03.21 - 30.04.21	31	34	35	35	28	28	28	32	30	31	24	22	23
Mai 2021	30.04.21 - 31.05.21	31	26	26	26	21	20	21	25	24	24	17	17	17
Jun 2021	31.05.21 - 29.06.21	29	30	31	31	22	21	22	23	25	24	20	18	19
Jul 2021	29.06.21 - 29.07.21	30	29	27	28	20	19	20	21	23	22	18	18	18
Aug 2021	29.07.21 - 27.08.21	29	27	27	27	20	21	20	22	21	21	19	18	19
Sep 2021	27.08.21 - 28.09.21	32	32	33	32	25	26	25	25	29	27	24	24	24
Okt 2021	28.09.21 - 27.10.21	29	28	29	28	26	25	25	26	27	26	25	26	26
Nov 2021	27.10.21 - 27.11.21	31	34	30	32	29	28	29	30	30	30	31	29	30
Dez 2021	27.11.21 - 29.12.21	32	35	33	34	28	28	28	n.a.	31	31	26	26	26
Mittelwert	04.01.21 - 29.12.21	359	32	31	32	26	26	26	28	29	28	24	24	24

n.a. - nicht auswertbar bzw. Daten liegen noch nicht vor

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 52 / 1	MP 52 / 2	MP 52	MP 53 / 1	MP 53 / 2	MP 53
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2021	04.01.21 - 02.02.21	29	29	29	29	36	37	37
Feb 2021	02.02.21 - 02.03.21	28	32	34	33	39	39	39
Mrz 2021	02.03.21 - 30.03.21	28	33	31	32	46	45	45
Apr 2021	30.03.21 - 30.04.21	31	27	26	26	40	40	40
Mai 2021	30.04.21 - 31.05.21	31	21	17	19	32	30	31
Jun 2021	31.05.21 - 29.06.21	29	20	20	20	35	34	34
Jul 2021	29.06.21 - 29.07.21	30	19	19	19	32	31	31
Aug 2021	29.07.21 - 27.08.21	29	19	21	20	32	32	32
Sep 2021	27.08.21 - 28.09.21	32	25	24	25	36	37	36
Okt 2021	28.09.21 - 27.10.21	29	27	26	26	36	36	36
Nov 2021	27.10.21 - 27.11.21	31	31	36	33	38	37	38
Dez 2021	27.11.21 - 29.12.21	32	31	30	31	n.a.	39	39
Mittelwert	04.01.21 - 29.12.21	359	26	26	26	36	36	37

n.a. - nicht auswertbar bzw. Daten liegen noch nicht vor

Anhang C

Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen an der Messstation Wuppertal Bundesallee

Tabelle 14. Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2021.

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

Fr	Wochentag
3,6	Tagesmittelwert (m/s)
1,3	niedrigster Einzelmesswert (m/s)
8,0	höchster Einzelmesswert (m/s)

-- kein Wert vorhanden

Tabelle 15. Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2021.

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

Fr	Wochentag
63	Tagesmittelwert (%)
42	niedrigster Einzelmesswert (%)
86	höchster Einzelmesswert (%)
--	kein Wert vorhanden

Tabelle 16. Ergebniskalender der Messgröße Lufttemperatur an der Messtation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2021.

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

Fr Wochentag
 13,8 Tagesmittelwert (°C)
 10,3 niedrigster Einzelmesswert (°C)
 18,8 höchster Einzelmesswert (°C)

-- kein Wert vorhanden