

MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2022

Luftmessbericht Wuppertal 2022

Auftraggeber:	Stadt Wuppertal Ressort Umweltschutz
Bearbeitung:	Müller-BBM Industry Solutions GmbH Fritz-Schupp-Straße 4 45899 Gelsenkirchen Dipl.-Landsch.-ökol. Henning Beuck M. Sc. Christian Plank Dr. Alexander Ropertz
Bericht-Nr.:	M160922/05
Datum:	14. Mai 2023
Berichtsumfang:	78 Seiten, davon 56 Seiten Textteil und 22 Seiten Anhang.

Inhaltsverzeichnis

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 2022	16
5.2	Windrichtung und Windgeschwindigkeit	21
6	Ergebnisse der Messungen und Bewertung	27
6.1	Stickstoffoxide	27
6.2	Feinstaub bzw. Partikel PM ₁₀ und PM _{2,5}	43
7	Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal	48
8	Grundlagen und Literatur	51

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 33 Messpunkten im Stadtgebiet. Das Messnetz wurde gegenüber dem Vorjahr 2021 um drei Messpunkte im städtischen Hintergrund erweitert.

Ergebnisse 2022

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 33 Messstandorten im Wuppertaler Stadtgebiet, die sich größtenteils an innerstädtischen Standorten mit potenziell hoher Belastung befinden, wurde im Jahr 2022 an keinem der Messstandorte der Beurteilungswert für Stickstoffdioxid von 40 µg/m³ als Jahresmittelwert überschritten. Somit wurden im dritten Jahr in Folge in Wuppertal keine Grenzwertüberschreitungen des Jahresmittelwerts registriert. Die höchsten NO₂-Belastungen für das Jahr 2022 wurden an der Briller Straße 28 (MP 02) mit 37 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 2022 an allen Messorten der WHO-Richtwert von 10 µg/m³ deutlich überschritten. Das kurzfristige „Zwischenziel“ von 30 µg/m³ wurde an 20 Messorten eingehalten, das mittelfristige „Zwischenziel“ 20 µg/m³ an 4 Messorten.

Im Vergleich zum Vorjahr 2021 stagnierten die NO₂-Belastungen an sieben Messpunkten auf einem identischen Niveau. Eine Zunahme der NO₂-Konzentration wurde an vier Messpunkten festgestellt. Mehrheitlich um 1 µg/m³ (MP 05, Hochstraße 63; MP 08, Hofkamp 86; MP 51, Westkotter Str. 73a. Am Messpunkt MP 17 (Westkotter Str. 111) betrug die Zunahme zum Vorjahr 2 µg/m³.

An 19 von 30 Messpunkten (entspricht 63%) wurden im Jahr 2022 niedrigere NO₂-Konzentrationen als im Vorjahr registriert, mit Verbesserungen von 1 - 3 µg/m³. Im Mittel über alle Messpunkte resultiert eine moderate Abnahme der NO₂-Belastung von durchschnittlich 1 µg/m³. Die deutlichste Abnahme wurde mit 3 µg/m³ am MP 09 an der Friedrich-Engels-Allee gemessen.

Die für das Wuppertaler Stadtgebiet festzuhaltende leichte Abnahme bzw. Stagnation der 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 Langerfeld wurde hierbei erstmals mit 18 µg/m³ das gleiche Immissionsniveau wie an der Verkehrsmessstation Gathe erfasst.

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 der letzten 10 Jahre, also von 2013 bis 2022, ein Rückgang der NO₂-Immissionen von mittlerweile 15 µg/m³ bzw. 31 % registriert (Differenz der Mittelwerte jeweils über 20 Messpunkte, an denen sowohl im Jahr 2013 als auch im Jahr 2022 NO₂-Messungen realisiert wurden). Eine Zunahme der NO₂-Immissionen wurde über diesen Vergleichszeitraum an keiner der innerstädtischen Messstellen beobachtet. Blickt man auf einen noch längeren 15-jährigen Zeitraum zurück, beträgt die Reduktion durchschnittlich sogar 23 µg/m³.

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. In den Jahren 2020 bis 2022 stagnierten die Konzentrationen insgesamt.

Der Trend der Belastungen durch Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} („Feinstaub“) 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 im Vergleich zum regionalen Hintergrund seit 2011 in einer Größenordnung von etwa 15 % eingependelt.

Alle derzeit rechtsverbindlichen Grenzwerte für die Partikel PM_{10} und $PM_{2,5}$ werden deutlich und sicher eingehalten. Unter Berücksichtigung von neuen WHO-Kriterien kann die Situation in Wuppertal jedoch nicht mehr pauschal als unkritisch bewertet werden, wie es an dieser Stelle in den letzten Jahren abgeleitet wurde. Insbesondere für die Partikel $PM_{2,5}$ werden große Anstrengungen für eine zukünftige Erreichung der WHO-Richtwerte nötig werden. Aufgrund der noch nicht flächendeckend vorliegenden Datengrundlage wären weitere Messstandorte wünschenswert.

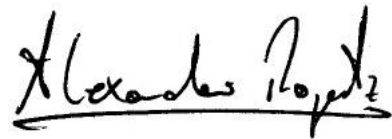
Abschließend lässt sich für Wuppertal, sowohl in Bezug auf Stickstoffdioxid NO_2 als auch für Partikel PM_{10} insgesamt ein nach wie vor langfristig abnehmender Trend der Luftschadstoffbelastung erkennen. Hierzu werden auch die bislang ergriffenen und weitere geplante Maßnahmen aus der Luftreinhalteplanung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



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



M. Sc. Christian Plank
Telefon +49(2273)59280-21
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 Industry Solutions GmbH. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



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 33 Messorten sowie die meteorologischen Messungen wurden von 2009 bis 2019 und 2021 bis 2022 von der Müller-BBM Industry Solutions GmbH (vormals 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 2022 werden die Beschreibung des Untersuchungsgebietes, die Darstellung der aktuellen Messumfänge und Messorte, die eingesetzten Messverfahren sowie die Messergebnisse und deren Bewertung für das Jahr 2022 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.

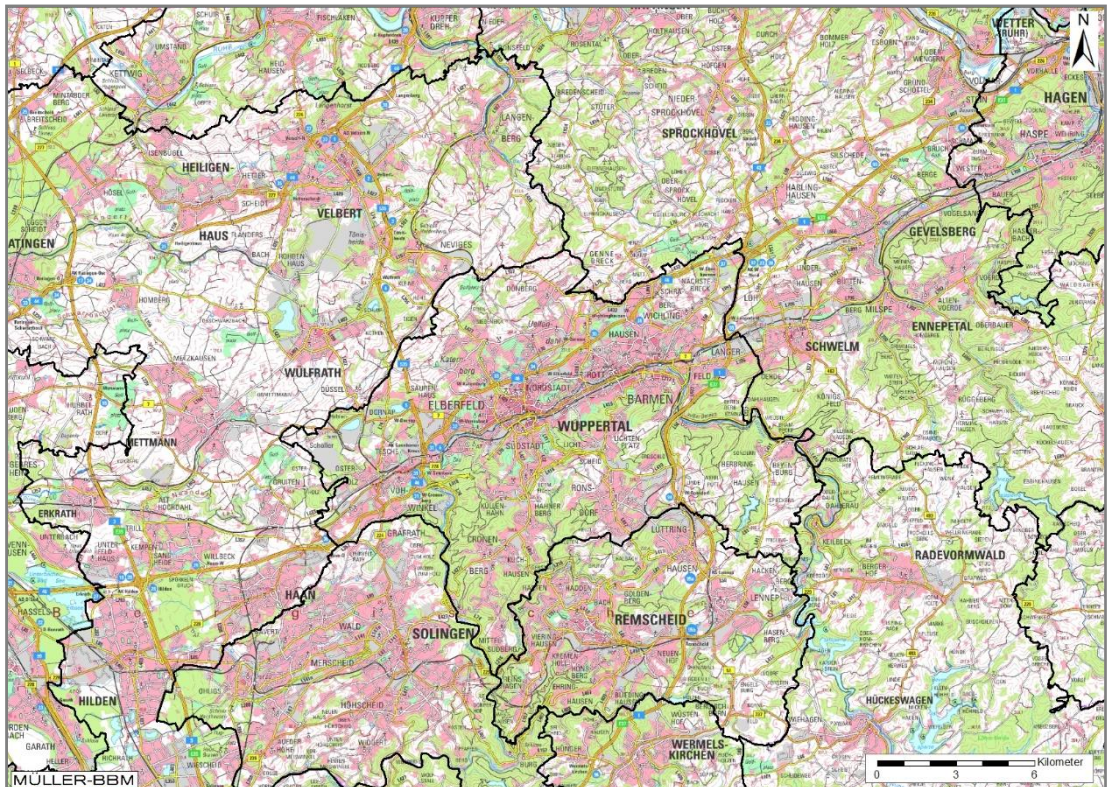


Abbildung 1. Räumliche Lage der Stadt Wuppertal im Bergischen Land [19].

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, 2020 bis 2021 an 30 und seit 2022 an 33 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. Mit der Ergänzung von drei Messpunkten zum Jahr 2022 wurde zusätzlich ein Fokus auf die städtische Hintergrundbelastung in den Wohnquartieren gelegt. 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 33 Messstandorte für die NO₂-Passivsammlermessungen im Jahr 2022 erfolgte durch das Ressort Umweltschutz der Stadt Wuppertal in Abstimmung mit der Müller-BBM Industry Solutions GmbH. Die aktuell beprobten Standorte der NO₂-Messungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Gegenüber dem Vorjahr wurde das Messnetz im Jahr 2022 um drei Messpunkte erweitert. Die neuen Messpunkte MP 54 (Blücherstraße 2, Vohwinkel) und MP 55 (Schusterplatz, Elberfeld) sowie ein aus dem Jahr 2008 reaktiver Messpunkt MP 31 (Schraberg 10, Oberbarmen) befinden sich in Wohnvierteln im städtischen Hintergrund, also an Orten mit geringem direkten Straßenverkehrseinfluss. Bei der Auswahl wurde eine größtmögliche räumliche Verteilung über das Stadtgebiet berücksichtigt. Abbildung 2 zeigt eine fotografische Dokumentation der Messpunkte. Ausführliche Steckbriefe finden sich in Anhang A.



Abbildung 2. In 2022 neu bzw. wieder in Betrieb genommen: MP 54 in Vohwinkel (links), MP 55 in Elberfeld (Mitte) und MP 31 in Oberbarmen (rechts).

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

MP-Nr.	Messort / Adresse		Höhe	Beginn	Rechtswert	Hochwert
	Straße / Hausnummer	Stadtteil	m ü. NHN	Jahr	m	m
MP 01	Nevigeseer Straße 98	Katernberg	214	2006	36 92 08	56 82 417
MP 02	Briller Straße 28	Elberfeld	147	2006	36 95 94	56 80 700
MP 04	Steinbeck 92	Elberfeld	181	2006	37 04 12	56 79 586
MP 05	Hochstraße 63	Elberfeld	171	2006	37 02 90	56 81 311
MP 07	Uellendahler Straße 198	Uellendahl	181	2006	37 10 89	56 82 837
MP 08	Hofkamp 86	Elberfeld	146	2006	37 12 02	56 80 992
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	Barmen	149	2006	37 25 56	56 81 400
MP 13	Rudolfstraße 149	Barmen	154	2006	37 29 76	56 82 118
MP 14	Schönebecker Straße 81	Barmen	188	2006	37 31 07	56 82 953
MP 16	Steinweg 25	Barmen	159	2006	37 40 12	56 82 617
MP 17	Westkotter Straße 111	Barmen	193	2006	37 49 06	56 83 672
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	Barmen	179	2006	37 57 55	56 83 487
MP 21	Berliner Straße 159	Barmen	160	2006	37 58 76	56 82 988
MP 22	Heckinghauser Straße 159	Barmen	166	2006	37 58 70	56 82 547
MP 24	Staastraße 51	Ronsdorf	274	2006	37 42 58	56 77 532
MP 27	Bundesallee 30	Elberfeld	142	2007	36 98 37	56 80 403
MP 28	Schwarzbach 78	Barmen	171	2007	37 62 85	56 83 482
MP 31	Schraberg 10	Oberbarmen	268	2007	37 52 61	56 85 471
MP 33	Kaiserstraße 32	Vohwinkel	162	2007	36 54 36	56 78 028
MP 34	Haeseler Strasse 94	Vohwinkel	140	2007	36 54 76	56 78 403
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	Barmen	155	2008	37 32 89	56 81 806
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	Vohwinkel	137	2014	36 67 27	56 78 643
MP 45	Varresbeckerstraße 122	Elberfeld	154	2016	36 76 84	56 80 230
MP 46	Schützenstraße 74	Barmen	188	2016	37 38 43	56 83 417
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	Barmen	172	2016	37 46 16	56 82 201
MP 48	Briller Straße 23	Elberfeld	147	2019	36 96 00	56 80 722
MP 49	Briller Straße 100	Elberfeld	158	2019	36 96 44	56 81 089
MP 50	gegenüber Steinweg 10	Barmen	156	2019	37 40 74	56 82 539
MP 51	Westkotter Straße 73a	Barmen	182	2019	37 48 16	56 83 416
MP 52	Gathe 20	Elberfeld	153	2019	37 07 59	56 81 585
MP 53	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	Elberfeld	148	2020	37 07 38	56 81 269
MP 54	Blücherstraße 2	Vohwinkel	165	2022	36 59 06	56 77 504
MP 55	Schusterplatz	Elberfeld	195	2022	36 99 64	56 80 186

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.

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 3 zeigt die räumliche Verteilung der in Tabelle 1 aufgeführten Messorte im Jahr 2022 im Stadtgebiet von Wuppertal.

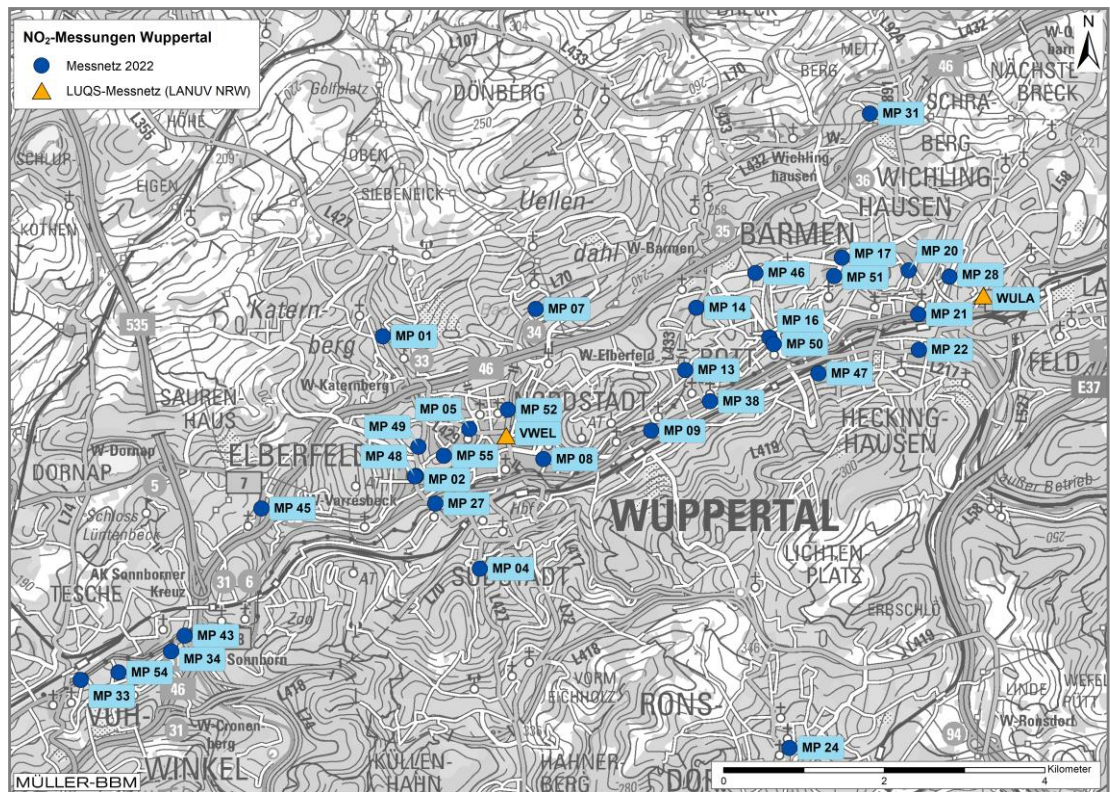


Abbildung 3. Räumliche Verteilung der kommunalen Messorte MP 01 – MP 55 sowie der LANUV Messstandorte (LUQS) im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2022 [19].

Die Messstation an der Bundesallee (MP 27) nimmt in dem in Tabelle 1 dargestellten Messprogramm eine gewisse Sonderrolle ein. Es handelt sich um eine Überdachstation an der katholischen Hauptschule Wuppertal-West in 30 m Höhe zur Erfassung des innerstädtischen Hintergrundes für NO_2 in Wuppertal. Bis zum Vorjahr, war dieser Messpunkt der einzige Hintergrundmesspunkt. Im Jahr 2022 wurden die Hintergrundmessungen um die Messpunkte MP 31, MP 54 und MP 55 erweitert.

Ergänzend enthält der Anhang A die Beschreibung und fotografische Dokumentation der aktuell in Betrieb befindlichen Messorte MP 01 bis MP 55 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 55 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 55.

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 (DAkKS) 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 2022 werden die **Ergebnisse für das Messjahr 2022** dargestellt und bewertet. Die konkreten Probenahmezeiträume für die NO₂-Messungen der jeweiligen Einzelmonate können Tabelle 10 im Anhang B entnommen werden. In Anhang C befindet sich der Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen (Tabelle 15 bis Tabelle 17).

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 33 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 Industry Solutions 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 Müller-BBM Industry Solutions GmbH ist gemäß § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) i. V. m. 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. Weitere Informationen finden Sie unter www.muellerbbm.de/qualitaet.

Neben den allgemeinen, im Qualitätsmanagement der Müller-BBM Industry Solutions 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 1. Januar bis zum 31. Dezember 2022 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 betrug 100 %. Die meteorologischen Größen dienen u. a. der Beurteilung der Immissionsituation.

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 der Stickstoffdioxidkonzentration in der bodennahen Atmosphäre kommen.

5.1 Witterungsverlauf 2022

Das Jahr 2022 war im Vergleich zu internationalen Referenzperioden zusammen mit dem Jahr 2018 das wärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in Deutschland. Insgesamt war das Jahr zu trocken (670 L/m^2), leicht zu sonnig (1544 Sonnenstunden) und deutlich zu warm ($10,5 \text{ }^\circ\text{C}$) [11].

Das Jahr 2022 startet ähnlich frühlingshaft, wie das Vorjahr geendet hatte. Unter Tiefdruckeinfluss zogen im Januar und Februar zahlreiche Sturmtiefs von Westen heran (siehe auch Monatswindrosen in Abschnitt 5.2) und brachten feuchte, oft milde Luftmassen mit sich. Der Winter 2021/22 war in NRW etwa $3 \text{ }^\circ\text{C}$ wärmer als im langjährigen Mittel.

Hoher Luftdruck sorgte im März 2022 für eine sehr stabile Wetterlage und milde bis frühlingshafte Temperaturen bei gleichzeitigem Frost in der Nacht. Am 22.03.2022 wurden an der Überdachstation in Wuppertal bereits $21 \text{ }^\circ\text{C}$ erfasst. Der März 2022 war bundesweit erheblich zu trocken und der sonnigste März seit Aufzeichnungsbeginn. Im Mittel wurden in NRW nur 10 l/m^2 Niederschlag erfasst. Anfang April 2022 kam es noch vereinzelt zu Nachtfrosten. Im weiteren Monatsverlauf bis in den Mai hinein pendelte sich die Witterung auf ein durchschnittliches mildes Frühlingsniveau ein. Ab Mitte Mai wurden die ersten Sommertage des Jahres erfasst mit Temperaturen von bis zu $30 \text{ }^\circ\text{C}$ in den Mittagsstunden.

Der Sommer 2022 war der sonnigste und einer der wärmsten Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnung. Es kam zu einer historischen Trockenheit im Westen mit Niedrigwasser und ausgetrockneten Flussläufen. Wetterumschwünge oder Niederschläge traten kaum bzw. in manchen Regionen überhaupt nicht auf. In Wuppertal wurden zwischen Juni und August insgesamt 22 sogenannte heiße Tage mit Temperaturen über 30 °C erfasst. Der Spitzenwert von 37,4 °C wurde am 19.07.2022 um 16 Uhr erreicht.

Mit Beginn des Herbstes kam es im September zu den lang erwarteten Niederschlägen. Die spätsommerlichen Temperaturen reichten bis weit in den Oktober. Und auch im sonnreichen November 2022 wurden flächendeckend sehr milde Temperaturen erfasst. Zum Monatsende und mit Beginn des Winters kühlte es sich allerdings merklich ab. Zwischen dem 10.12.2022 und 18.12.2022 kam es verbreitet zu Dauerfrost mit Temperaturen von bis zu - 7 °C an der Überdachstation in Wuppertal. Zum Jahresende herrschten anschließend unüblich milde Temperaturen vor. Am 31.12.2022 wurden im Tagesmittel frühlingshafte 15,2 °C in Wuppertal erfasst [9].

Lufttemperaturen in Wuppertal

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für das Jahr 2022 sind in Abbildung 4 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 Jahresmittel bei 12,5 °C und damit um 1,6 °C höher als im Vorjahr 2021. Der langjährige Mittelwert der Referenzperiode an der Station Wuppertal-Buchenhofen (10,3 °C) wurde um 2,3 °C übertroffen (Vorjahr: +0,6 °C). Das Jahr 2022 knüpft damit an die Hitzerekorde der Jahre 2018 und 2020 an, die ebenfalls zu den 10 wärmsten Jahren seit Aufzeichnungsbeginn gehören [11]. Der bundesweit erkennbare Trend spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wider (siehe Tabelle 3).

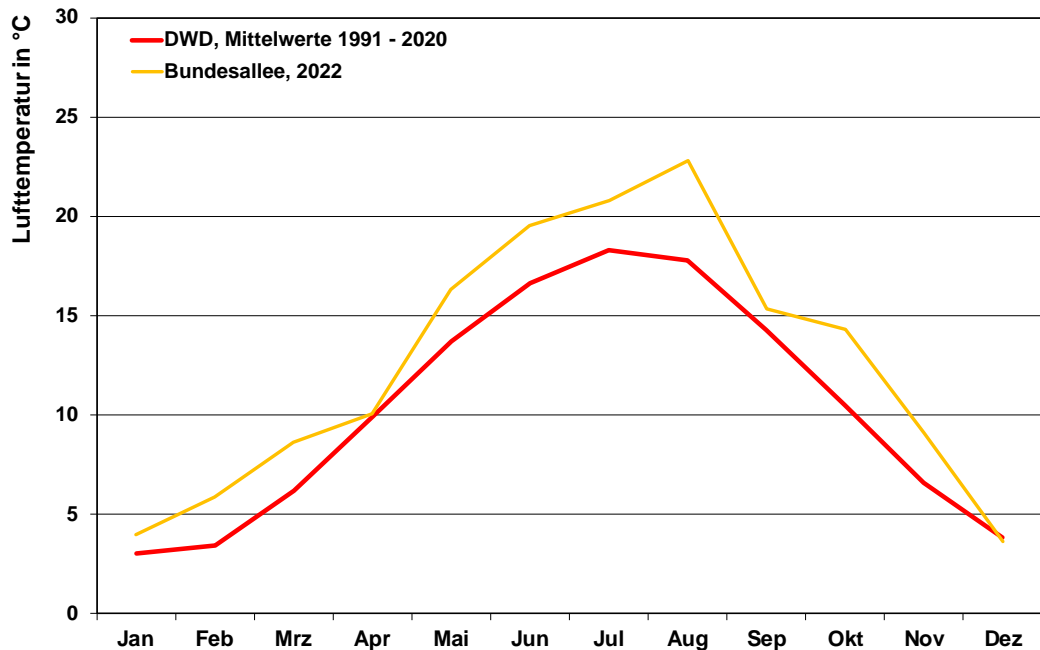


Abbildung 4. Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für den Messzeitraum 2022 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1991 – 2020 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

Der Jahresverlauf der Monatsmitteltemperaturen ist in Abbildung 4 dargestellt und verdeutlicht die Temperaturtrends im Jahr 2022: Außer im Januar, April, September und Dezember 2022 war es in sämtlichen Monaten mindestens 2,4 °C wärmer als im langjährigen Mittel üblich (Maximum August 2022 + 5,0 °C über dem langjährigen Mittel). Insbesondere die Sommermonate Juni bis August waren mit im Mittel 21,0 °C um 3,5 °C wärmer als die Referenzperiode.

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 2022 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	2022	4,0	5,8	8,6	10,1	16,3	19,5	20,8	22,8	15,4	14,3	9,1	3,6	12,5
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2012 - 2021	87	79	72	65	67	68	68	70	77	82	86	87	76
Bundesallee	2022	92	80	55	65	63	64	59	57	75	80	82	88	72
Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	0	0	0	1	4	8	12	11	3	0	0	0	38
Bundesallee	2022	0	0	0	0	8	18	19	27	8	1	0	0	81
Heiße Tage ($T_{\max} > 30\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	0	0	0	0	0	2	4	3	0	0	0	0	9
Bundesallee	2022	0	0	0	0	0	4	6	12	2	0	0	0	24
Frosttage ($T_{\min} < 0\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	13	12	9	3	0	0	0	0	0	1	5	11	53
Bundesallee	2022	3	3	5	3	0	0	0	0	0	0	0	12	26
Eistage ($T_{\max} < 0\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Bundesallee	2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2

* 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.

Mit dem Temperaturverlauf geht auch eine im Vergleich zum Referenzzeitraum niedrige Anzahl sog. „Frosttage“ ($T_{\min} < 0\text{ °C}$) einher (26 Tage, vgl. Abbildung 5 und Tabelle 3. Im Vorjahr waren es noch 45 Tage). Sogenannte „Eistage“, an denen auch das Tagesmaximum der Lufttemperatur unter 0 °C lag, wurden im Jahr 2022 an zwei Tagen (10.12.2022 und 14.12.2022) erfasst. Der kälteste Tag im Jahr 2022 war in Wuppertal der 15. Dezember mit $-3,9\text{ °C}$ im Tagesmittel.

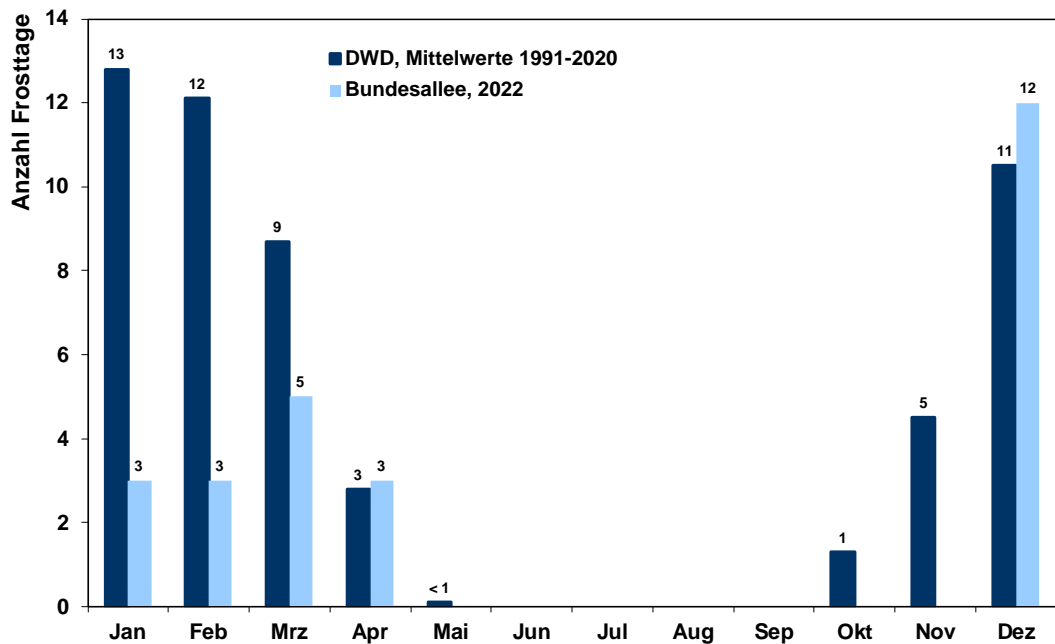


Abbildung 5. Monatliche Anzahl der Frosttage ($T_{\min} < 0 \text{ °C}$) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01.2022. – 31.12.2022 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1991 – 2020 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

Die größte monatliche Anzahl von Sommertagen ($T_{\max} > 25 \text{ °C}$) wurde 2022 im Juni mit 27 Tagen erreicht. Das sind 18 Tage mehr als im langjährigen Mittel. Auffällig sind ebenfalls die anderen Sommermonate sowie der Mai und September, die alle etwa doppelt so viele Sommertage wie im langjährigen Mittel aufweisen. Insgesamt gab es mit 81 Tagen im Jahr 2022 ebenfalls mehr als doppelt so viele Sommertage, wie im langjährigen Mittel 1991 bis 2020 (vgl. Abbildung 6 und Tabelle 3).

Der heißeste Tag im Jahr 2022 war in Wuppertal der 19. Juli mit $29,1 \text{ °C}$ im Tagesmittel. Gegen 16:00 Uhr wurden Maximaltemperaturen von $37,4 \text{ °C}$ erreicht.

Sogenannte „Heiße Tage“ mit Höchsttemperaturen über 30 °C traten in diesem Jahr insgesamt 24 mal auf, langjährig sind neun Tage üblich.

Sogenannten „Tropische Nächte“ bei denen die niedrigste Lufttemperatur nicht unter 20 °C fällt wurden an vier Tagen registriert. Hierzu wird im langjährigen Vergleich vom DWD keine Statistik geführt.

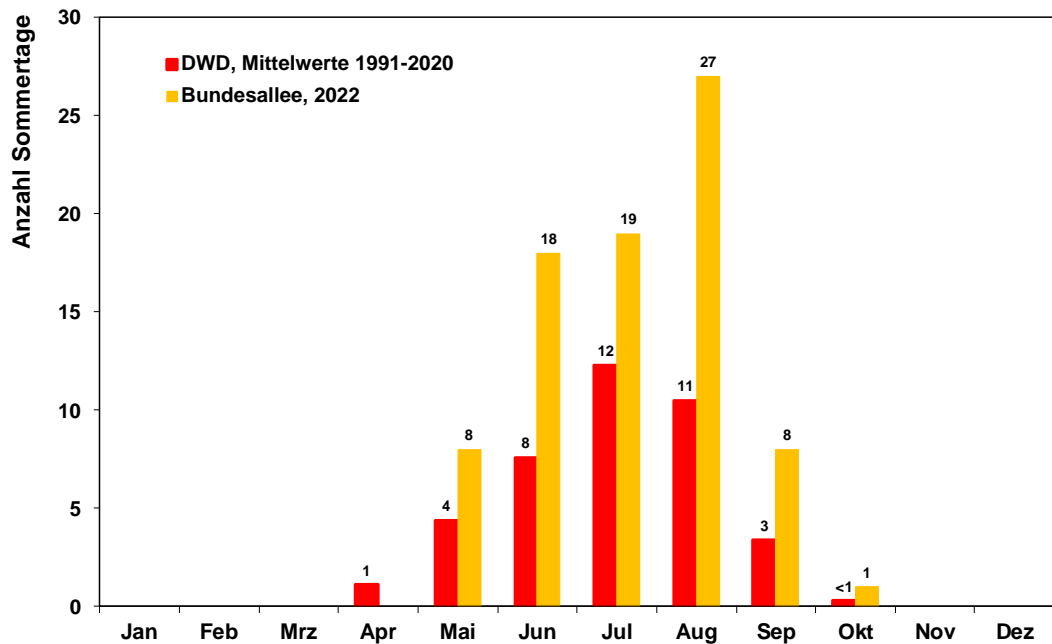


Abbildung 6. Monatliche Anzahl der Sommertage ($T_{max} > 25 \text{ °C}$) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01.2022 – 31.12.2022 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1991 – 2020 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2022 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2022 dargestellt.

Tabelle 4. Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2022 (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Vergleich zum Zeitraum 2012 – 2021.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	2012-2021	3,0	3,3	2,8	2,5	2,3	2,4	2,2	2,2	2,0	2,5	2,6	3,0	2,5
Bundesallee	2022	2,3	3,6	2,2	2,9	2,1	2,1	1,9	1,8	1,7	1,9	2,6	2,6	2,3

Die Monats- und Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten zeigen im Jahr 2022 lediglich eine leichte jahreszeitliche Dynamik von niedrigen Windgeschwindigkeiten in den Sommermonaten und höheren Windgeschwindigkeiten im Winter. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten wurden im Monatsmittel im September gemessen (1,7 m/s), die höchsten im von Sturmtief geprägten Februar 2022 (3,6 m/s).

Die in Abbildung 7 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit im Jahr 2022 weist ein primäres Maximum aus südwestlichen Richtungen auf. Ein schwach ausgeprägtes sekundäres Maximum besteht in den nordöst-

lichen Anströmungen. Die Spitzenwerte der Windgeschwindigkeiten waren überwiegend an das Primärmaximum gebunden. Schwachwinde (< 1,4 m/s) waren in etwa gleichmäßig an beide Windrichtungen gekoppelt.

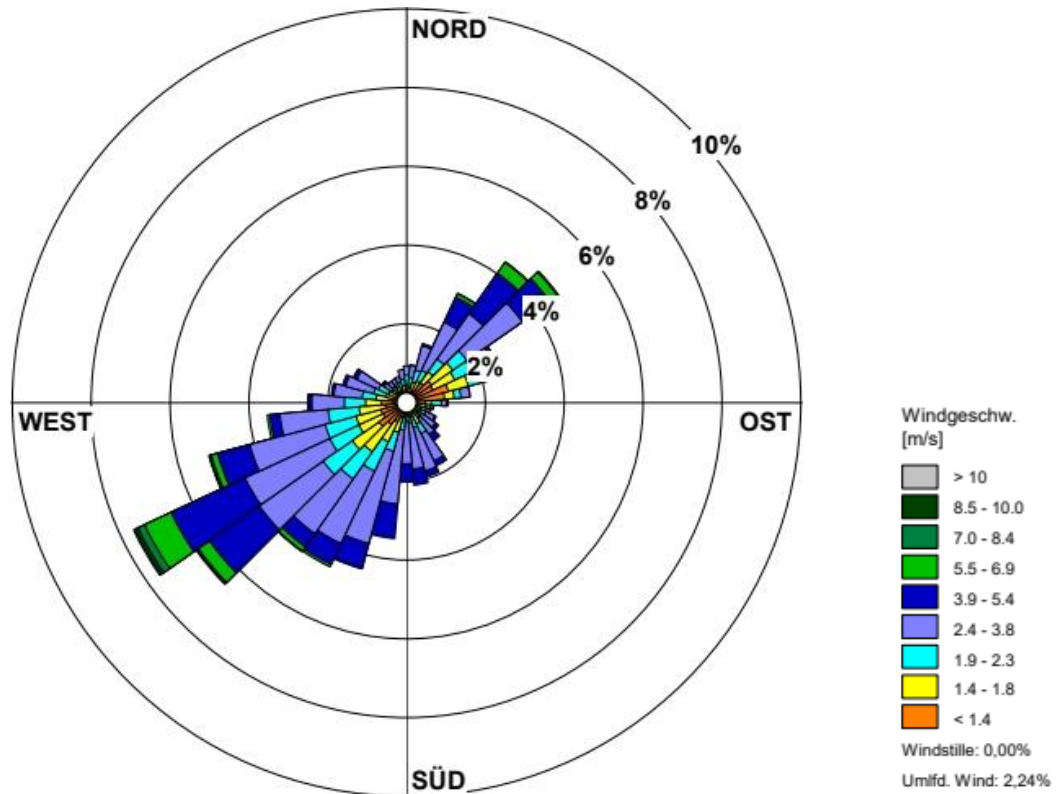


Abbildung 7. Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01.2022 – 31.12.2022.

Abbildung 8 gibt die Häufigkeitsverteilung der zu Klassen zusammengefassten Windgeschwindigkeiten wieder. Auch diese Verteilung entspricht im Wesentlichen den langjährigen Mittelwerten, wobei insbesondere die Witterungssituation mit Windgeschwindigkeitsklasse 4 (gemäß TA Luft: WG 2,4 bis 3,8 m/s) mit zirka 32 % besonders häufig auftrat. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 01.01.2022 bis 31.12.2022 2,3 m/s (siehe Tabelle 4).

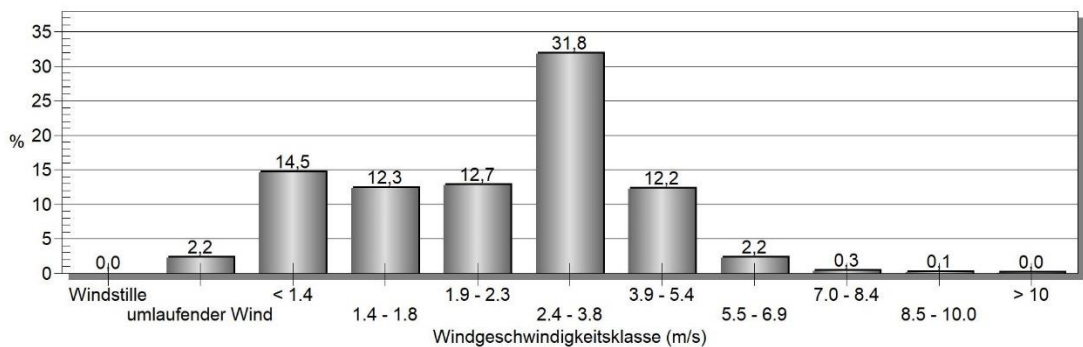


Abbildung 8. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01.2022 – 31.12.2022.

Für eine detaillierte Beurteilung der monatsbezogenen Immissionskenngrößen sind in der Abbildung 10 und Abbildung 11, analog zum gesamten Messzeitraum, die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und -geschwindigkeiten in den einzelnen Messmonaten dargestellt. Die nordöstlichen Windrichtungen waren vor allem im März, April und August dominant. Im Juni konnte sich keine eindeutige Hauptwindrichtung herausprägen. Für die restlichen Monate war die südwestliche Hauptwindrichtung, also das Primärmaximum, prägend.

Die in Abbildung 9 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 19,5 m/s (70 km/h) am 18.02.2022 erreicht.

Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (orangefarbene Kurve in Abbildung 9) 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 9) 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.

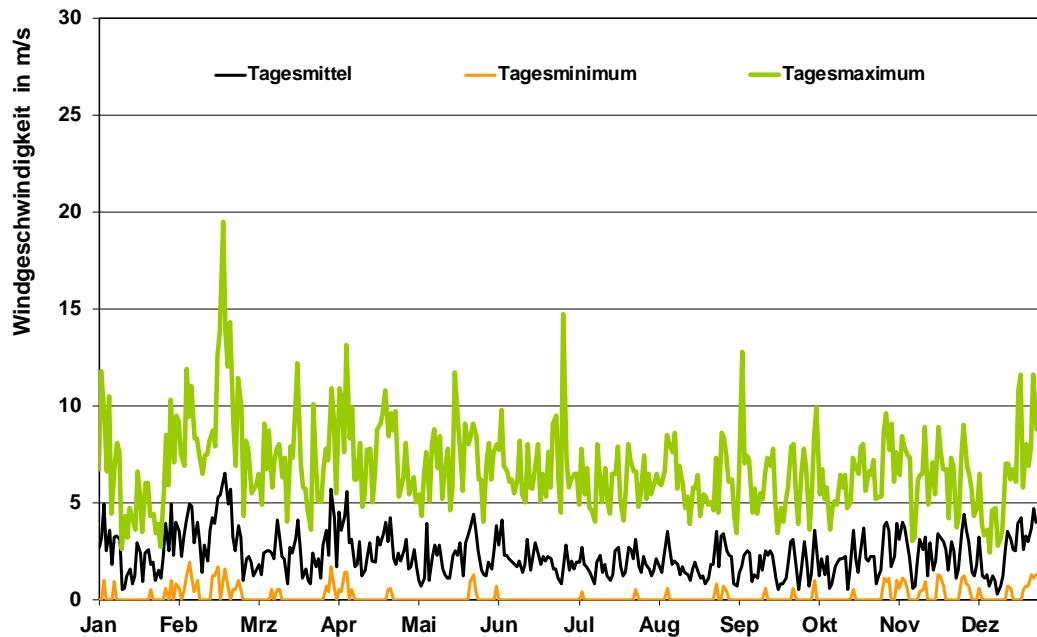
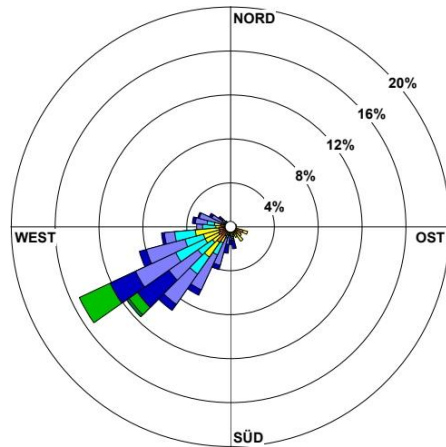
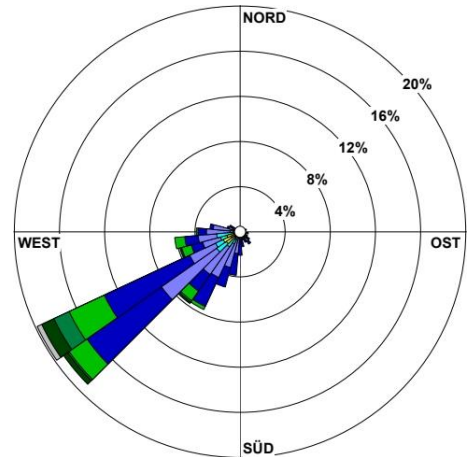


Abbildung 9. Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01.2022 – 31.12.2022.

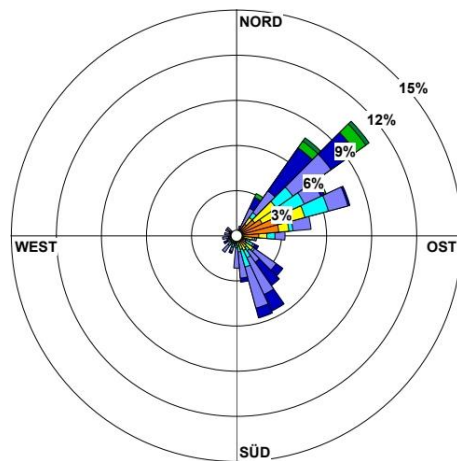
Eine abschließende Bewertung der lokalen Austauschbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal ist zusätzlich von weiteren Kriterien abhängig. Neben der Stärke der Windgeschwindigkeit hat auch der zeitliche Verlauf der Windgeschwindigkeit in Verbindung mit der vertikalen Stabilität der bodennahen 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.



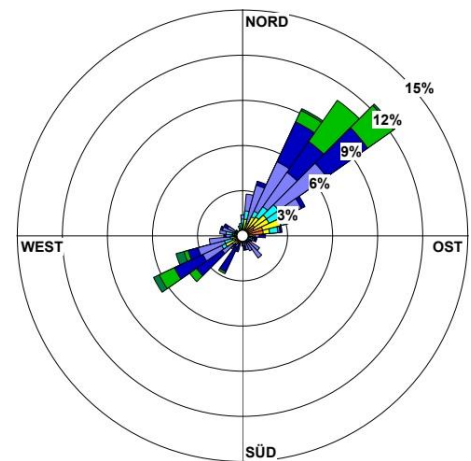
Januar 2022 (Skalierung 20 %)



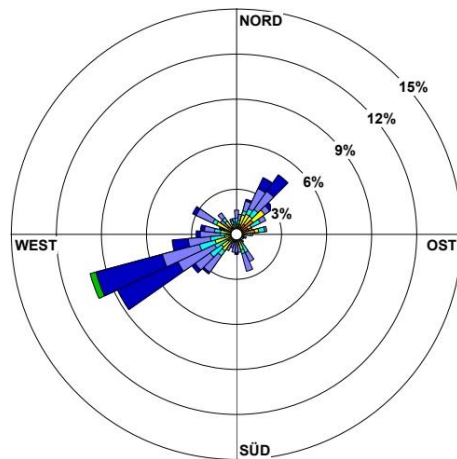
Februar 2022 (Skalierung 20 %)



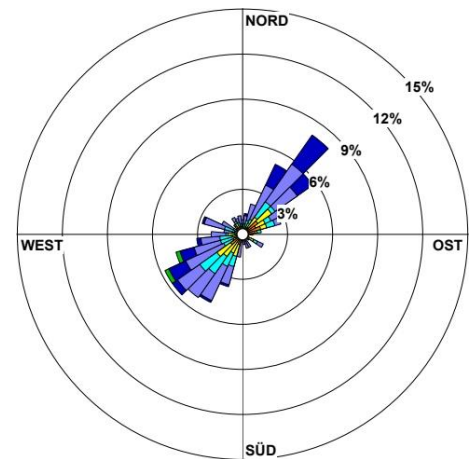
März 2022



April 2022

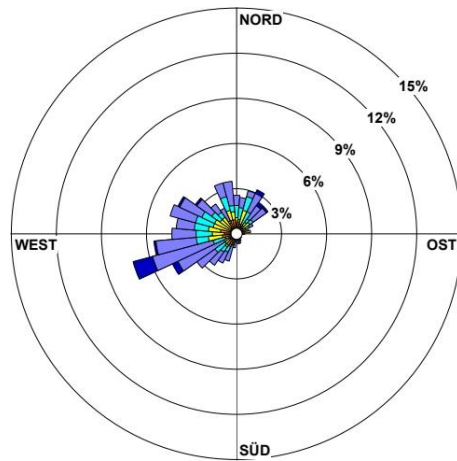


Mai 2022

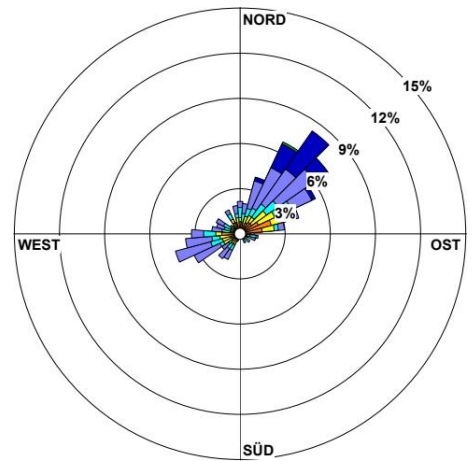


Juni 2022

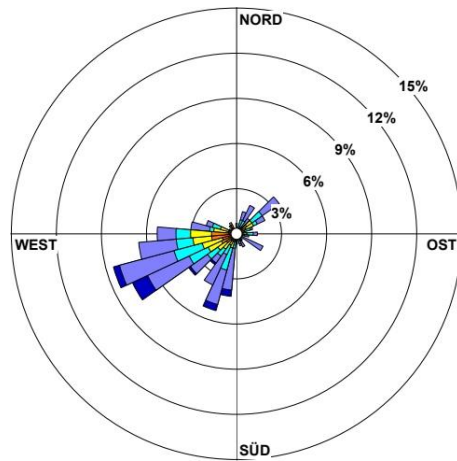
Abbildung 10. Stärkewindrosen für die Monate Januar 2022 – Juni 2022 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.). Legende siehe Abbildung 7.



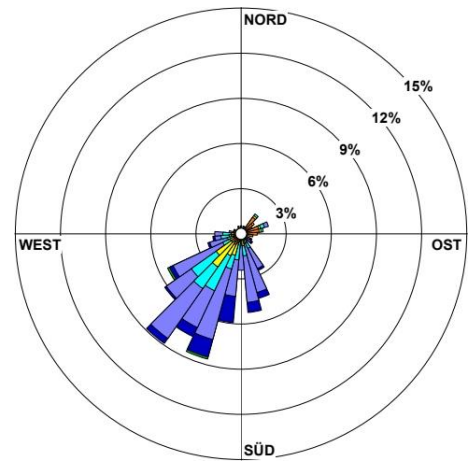
Juli 2022



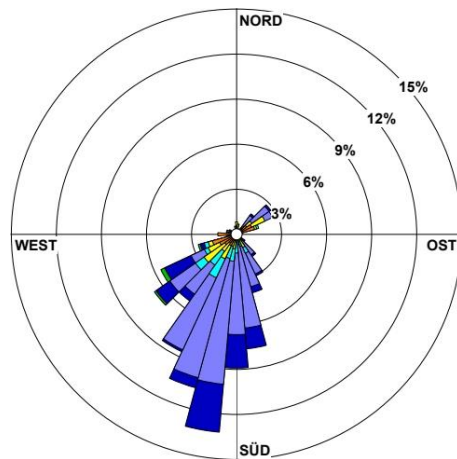
August 2022



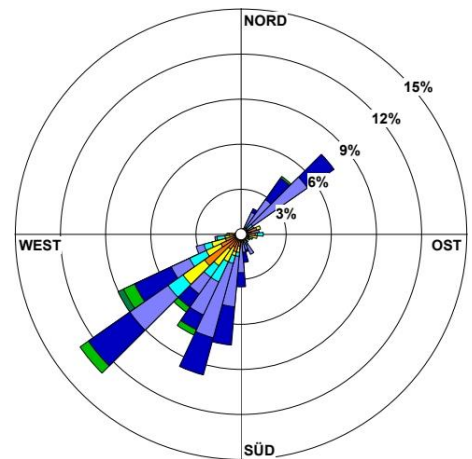
September 2022



Oktober 2022



November 2022



Dezember 2022

Abbildung 11. Stärkewindrosen für die Monate Juli 2022 – Dezember 2022 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr). Legende siehe Abbildung 7.

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 [61]. 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 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 33 Messorten in Wuppertal

Im Folgenden werden die Messergebnisse der NO₂-Messungen an den Messpunkten MP 01 bis MP 55 für den Messzeitraum von Januar bis Dezember 2022 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 22 bezeichnet. Die exakten Probenahmezeiträume können Tabelle 10 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO₂-Messdaten für das Jahr 2022 betrug 100 % an allen 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 55 und das Jahr 2022 zusammenfassend dargestellt. Alle einzelnen Monatswerte sowie die Einzelergebnisse der Doppelbeprobung sind in Tabelle 10 im Anhang B enthalten. Abbildung 12 zeigt zudem die räumliche Verteilung der Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal sowie eine Klassifizierung der NO₂-Jahresmittelwerte für 2022.

Die höchsten NO₂-Belastungen für das Jahr 2022 wurden mit 37 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 2022 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 55 im Jahr 2022.

MP-Nr.	Messort	Jan 22	Feb 22	Mrz 22	Apr 22	Mai 22	Jun 22	Jul 22	Aug 22	Sep 22	Okt 22	Nov 22	Dez 22	Mittel 2022 ²⁾
MP 01	Nevigeser Straße 98	27	21	30	18	21	18	15	21	22	25	22	27	22
MP 02	Briller Straße 28	33	36	49	36	37	38	26	41	37	37	36	39	37
MP 04	Steinbeck 92	34	33	39	27	33	29	23	33	32	34	32	32	32
MP 05	Hochstraße 63	32	26	49	37	36	33	29	39	35	32	24	33	34
MP 07	Uellendahler Straße 198	27	29	36	22	26	24	18	25	26	32	30	30	27
MP 08	Hofkamp 86	30	28	37	23	28	24	20	26	26	33	27	29	28
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	35	35	41	29	34	30	23	32	30	31	30	34	32
MP 13	Rudolfstraße 149	35	31	48	36	38	35	28	38	33	34	29	34	35
MP 14	Schönebecker Straße 81	29	25	35	23	28	26	23	33	28	32	26	27	28
MP 16	Steinweg 25	37	39	40	30	36	31	26	35	33	39	33	32	34
MP 17	Westkotter Straße 111	37	41	43	29	37	32	27	37	33	36	35	39	36
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	30	29	40	27	29	28	23	30	27	32	27	30	29
MP 21	Berliner Straße 159	34	30	40	34	35	34	29	39	37	32	23	32	33
MP 22	Heckinghauser Straße 159	30	27	36	28	29	26	21	31	31	31	23	29	28
MP 24	Staastraße 51	25	23	31	24	25	24	20	27	25	25	23	27	25
MP 27	Bundesallee 30	22	17	25	17	17	16	13	19	22	22	17	24	19
MP 28	Schwarzbach 78	34	35	36	29	35	30	26	36	35	35	28	34	33
MP 31	Schraberg 10	24	18	24	16	16	15	11	16	18	23	21	27	19
MP 33	Kaiserstraße 32	33	30	37	26	29	27	21	30	31	35	33	30	30
MP 34	Haeseler Strasse 94	30	30	39	28	31	26	21	33	33	32	34	32	31
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	34	33	36	30	33	29	21	35	35	36	30	32	32
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	27	25	34	24	26	23	19	30	28	33	30	28	27
MP 45	Varresbeckerstraße 122	30	31	45	33	32	30	24	37	33	37	31	31	33
MP 46	Schützenstraße 74	28	28	30	21	24	21	15	22	25	31	23	27	25
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	29	24	32	21	23	19	14	24	26	26	25	27	24
MP 48	Briller Straße 28 (ggü.)	33	28	38	29	29	27	22	33	30	30	29	31	30
MP 49	Briller Straße 100	26	23	33	22	23	20	17	26	25	26	27	28	25
MP 50	Steinweg / Oberdömen	30	26	35	25	27	24	19	29	26	30	29	29	27
MP 51	Westkotter Straße 73a	26	23	35	22	22	19	16	25	25	28	25	29	25
MP 52	Gathe 20	28	25	36	23	23	20	20	25	25	29	29	29	26
MP 53	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	37	39	39	34	36	32	33	43	35	36	35	36	36
MP 54	Blücherstraße 2	21	16	23	15	15	14	12	18	17	17	18	23	17
MP 55	Schusterplatz	22	17	26	17	16	14	12	19	19	19	18	25	19
VWEL ¹⁾	Wuppertal Gathe	40	39	42	33	36	32	32	39	35	34	33	36	36
WULA ¹⁾	Wuppertal Langerfeld	22	17	23	15	14	13	12	16	16	16	17	22	17
Beurteilungswert 39. BImSchV / TA Luft (Jahresmittelwert)														40

¹⁾ Quelle: Mittelwerte aus EU-Jahreskenngrößen 2022, Monatswerte aus nicht abschließend validierten Messdaten des LANUV NRW für die LUQS-Stationen Gathe (VWEL) und Langerfeld

²⁾ Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiträume für die Einzelmonate

Nach der Briller Straße (MP 02) wurden die nächsthöheren Belastungen an der Westkotter Str. 111 (MP 17) und an der LANUV Messstation VWEL² mit jeweils 36 µg/m³ gemessen. Die Messpunkte sind in Abbildung 12 in Rot dargestellt. Am häufigsten, an insgesamt 20 der 33 Messpunkten, wurden Jahresmittelwerte von 31 µg/m³ bis 35 µg/m³ (in orange, 10 Messpunkte) sowie 26 µg/m³ bis 30 µg/m³ gemessen (in gelb; 10 Messpunkte).

²⁾ 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).

Die niedrigsten Jahresmittelwerte wurden mit jeweils $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an dem 2022 neu in Betrieb genommenen Hintergrundmesspunkt MP 54 in Vohwinkel (Blücherstraße) und an der LANUV-Messstation WULA in Langerfeld erfasst. Die Konzentrationen an den weiteren Hintergrundmesspunkten in Oberbarmen (MP 31) und in Elberfeld (MP 55) lagen bei jeweils $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Das im Jahr 2022 in den Wohnvierteln registrierte Hintergrundniveau von NO_2 in Wuppertal kann somit mit etwa $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben werden. Die innerstädtische Überdachstation an der Bundesalle (MP 27) gibt diese Niveau mit einem Jahresmittelwert von $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ebenfalls gut wieder.

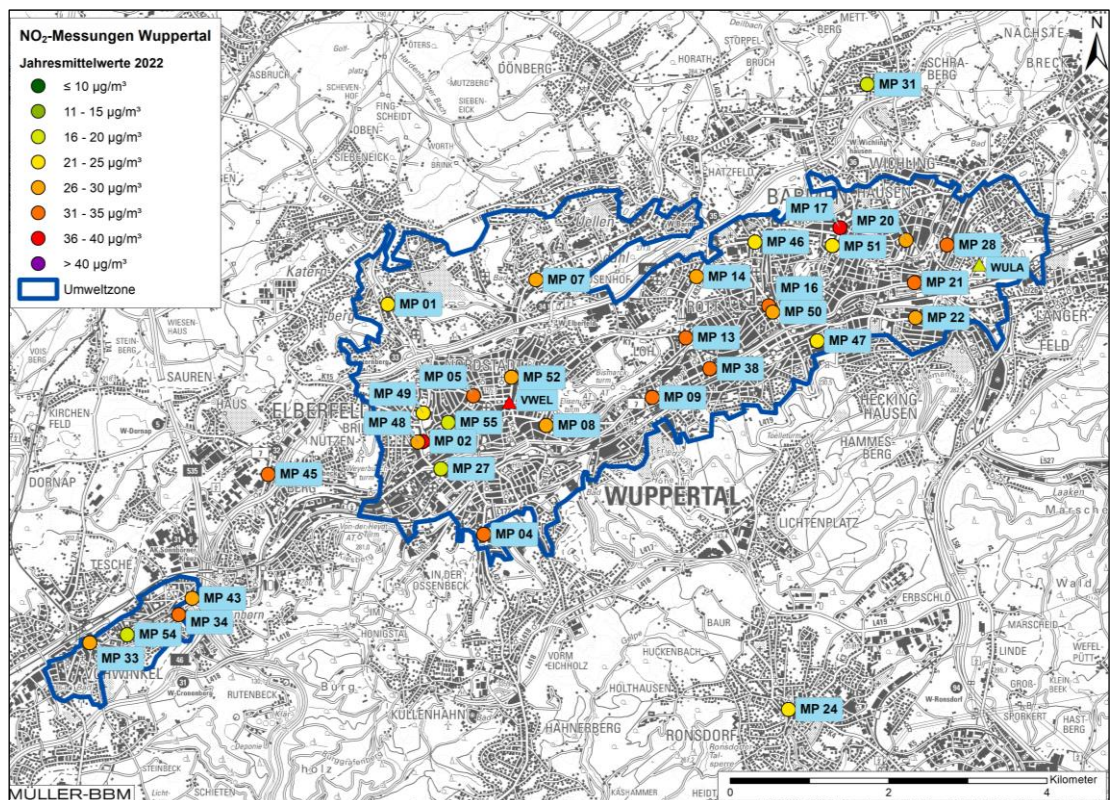


Abbildung 12. Räumliche Verteilung der Messorte MP 1 – MP 55 sowie Klassifizierung der NO_2 -Jahresmittelwerte 2022.

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 Immissionsituationen wurden 2022 nicht registriert. An der Station Gathe betrug der maximale NO_2 -Stundenwert $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Langerfeld $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [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 2022 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 20 Messorten eingehalten, das mittelfristige „Zwischenziel“ $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur an den vier Messorten im städtischen Hintergrund.

An den kontinuierlichen Messstationen Langerfeld (WULA) und Gathe (VWEL) lag das 99. Perzentil der NO_2 -Tagesmittelwerte anhand eigener Auswertungen bei $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 2022 bereits eingehalten, das mittelfristige „Zwischenziel“ von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erscheint auch an der Station Gathe 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. Aktuell wird im Jahr 2030 mit einer Novellierung der Grenzwerte gerechnet.

6.1.3 Exkurs Belastungsschwerpunkte

Im nahen und erweiterten Umfeld der langjährigen Belastungsschwerpunkte MP 02 (Briller Str.), MP 16 (Steinweg), MP 17 (Westkoter Str.) und VWEL (Gathe) mit besonders hohen Jahresmittelwerten wurden im Jahr 2019 ergänzend die MP 48 bis MP 52 in Betrieb genommen³. 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 2019).

Es kann weiterhin festgestellt werden, dass an allen ergänzenden Messpunkten nach wie vor jeweils deutlich geringere NO_2 -Konzentrationen gemessen wurden als an „ihren“ Belastungsschwerpunkten. Die Differenzen betragen 2022 zwischen $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 [59], [60].

³ Die Auswahl und Festlegung erfolgten durch das Ressort Umweltschutz der Stadt Wuppertal.

6.1.4 NO₂-Immissionen im Jahresverlauf 2022

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2022 auch die Monatsextreme dargestellt (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2022). 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 2022.

MP-Nr.	Messort / Adresse Straße / Hausnummer	NO ₂ (2022)	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	22	15	Jul 22	30	Mrz 22	2,0
MP 02	Briller Straße 28	37	26	Jul 22	49	Mrz 22	1,9
MP 04	Steinbeck 92	32	23	Jul 22	39	Mrz 22	1,7
MP 05	Hochstraße 63	34	24	Nov 22	49	Mrz 22	2,0
MP 07	Uellendahler Straße 198	27	18	Jul 22	36	Mrz 22	2,0
MP 08	Hofkamp 86	28	20	Jul 22	37	Mrz 22	1,9
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	32	23	Jul 22	41	Mrz 22	1,8
MP 13	Rudolfstraße 149	35	28	Jul 22	48	Mrz 22	1,7
MP 14	Schönebecker Straße 81	28	23	Apr 22	35	Mrz 22	1,5
MP 16	Steinweg 25	34	26	Jul 22	40	Mrz 22	1,5
MP 17	Westkotter Straße 111	36	27	Jul 22	43	Mrz 22	1,6
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	29	23	Jul 22	40	Mrz 22	1,8
MP 21	Berliner Straße 159	33	23	Nov 22	40	Mrz 22	1,7
MP 22	Heckinghauser Straße 159	28	21	Jul 22	36	Mrz 22	1,7
MP 24	Staastraße 51	25	20	Jul 22	31	Mrz 22	1,6
MP 27	Bundesallee 30	19	13	Jul 22	25	Mrz 22	1,9
MP 28	Schwarzbach 78	33	26	Jul 22	36	Mrz 22	1,4
MP 31	Schraberg 10	19	11	Jul 22	27	Dez 22	2,4
MP 33	Kaiserstraße 32	30	21	Jul 22	37	Mrz 22	1,8
MP 34	Haeseler Strasse 94	31	21	Jul 22	39	Mrz 22	1,8
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	32	21	Jul 22	36	Mrz 22	1,7
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	27	19	Jul 22	34	Mrz 22	1,8
MP 45	Varresbeckerstraße 122	33	24	Jul 22	45	Mrz 22	1,9
MP 46	Schützenstraße 74	25	15	Jul 22	31	Okt 22	2,0
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	24	14	Jul 22	32	Mrz 22	2,2
MP 48	Briller Straße 23	30	22	Jul 22	38	Mrz 22	1,7
MP 49	Briller Straße 100	25	17	Jul 22	33	Mrz 22	1,9
MP 50	gegenüber Steinweg 10	27	19	Jul 22	35	Mrz 22	1,8
MP 51	Westkotter Straße 73a	25	16	Jul 22	35	Mrz 22	2,3
MP 52	Gathe 20	26	20	Jul 22	36	Mrz 22	1,8
MP 53	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	36	32	Jun 22	43	Aug 22	1,3
MP 54	Blücherstraße 2	17	12	Jul 22	23	Mrz 22	2,0
MP 55	Schusterplatz	19	12	Jul 22	26	Mrz 22	2,1

Grundsätzlich ist der Verlauf der NO₂-Belastung auf eine Überlagerung von Emissionssituation und Witterungsverlauf zurückzuführen. Typische Jahressgänge 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. An diesen Standorten werden Jahreshöchstwerte teilweise auch im Sommer gemessen, wenn stabile Hochdruckwetterlagen mit sonniger und heißer Witterung vorherrschen (vgl. Abschnitt 5).

Der aus lufthygienischer Sicht ungünstigste Kalendermonat war an fast allen Messpunkten der März 2022. Als Folge von ausgedehntem Hochdruckeinfluss, ausbleibendem Niederschlag und geringen Windgeschwindigkeiten kam es in diesem

Monat zu häufigen Einschränkungen der Austauschsituationen der bodennahen Atmosphäre (vgl. Abschnitt 5.1). Die niedrigsten Konzentrationen wurden überwiegend im Juli 2022 gemessen.

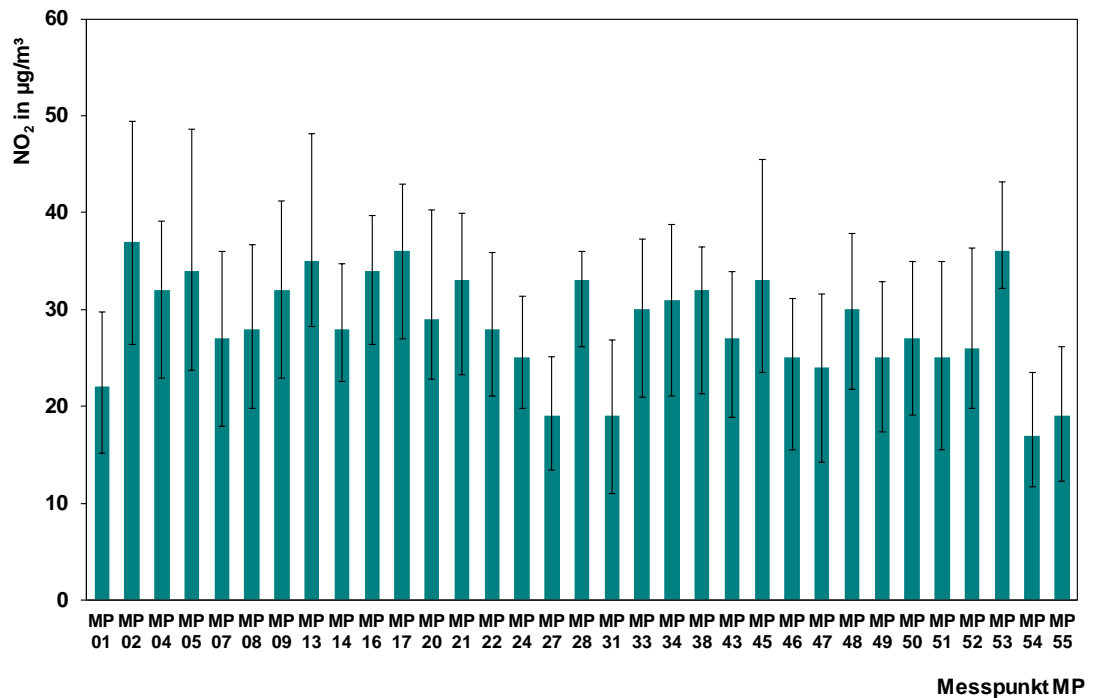


Abbildung 13. Jahresmittelwert der NO₂-Konzentrationen im Jahr 2022 an den MP 01 – MP 55. Die Balken indizieren den Schwankungsbereich zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittelwert.

Der Schwankungsbereich zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittelwert variierte im Jahr 2022 von mindestens 10 µg/m³ am MP 28 (Schwarzbach 78, Belastungsspanne von 26 µg/m³ bis 36 µg/m³), bis zu 25 µg/m³ am MP 05 (Hochstraße 63, 24 µg/m³ bis 49 µg/m³). Im Mittel über alle Messpunkte beträgt der Schwankungsbereich zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittelwert 16 µg/m³ (bzw. ±8 µg/m³ um den jeweiligen Mittelwert).

6.1.5 NO₂-Immissionen im Vergleich zum Vorjahr 2021

Im direkten Vergleich mit dem Vorjahr können 30 von 33 Messpunkten verwendet werden. Die Messpunkte MP 31, MP 54 und MP 55 wurden im Jahr 2021 noch nicht beprobt.

Im Vergleich zum Vorjahr 2021 stagnierten die NO₂-Belastungen an sieben Messpunkten auf einem identischen Niveau. Eine Zunahme der NO₂-Konzentration um 1 µg/m³ wurde am MP 05 (Hochstraße 63), MP 08 (Hofkamp 86) sowie MP 51 (Westkötter Str. 73a) festgestellt. Am Messpunkt MP 17 an der Westkötter Str. 111 betrug die Zunahme zum Vorjahr 2 µg/m³. Höhere Zunahmen wurden nicht gemessen.

An 19 von 30 Messpunkten (entspricht 63%) wurden im Jahr 2022 niedrigere NO₂-Konzentrationen als im Vorjahr registriert, mit Verbesserungen von 1 - 3 µg/m³. Im Mittel über alle Messpunkte resultiert eine **moderate Abnahme** der NO₂-Belastung **von durchschnittlich 1 µg/m³**. Die deutlichste Abnahme wurde mit 3 µg/m³ am MP 09 an der Friedrich-Engels-Allee gemessen.

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, 2020 an 30 Messorten und seit 2022 an 33 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 14 ist die Entwicklung der NO₂-Belastung an den o.g. Messstationen seit dem Jahr 2005 dargestellt.

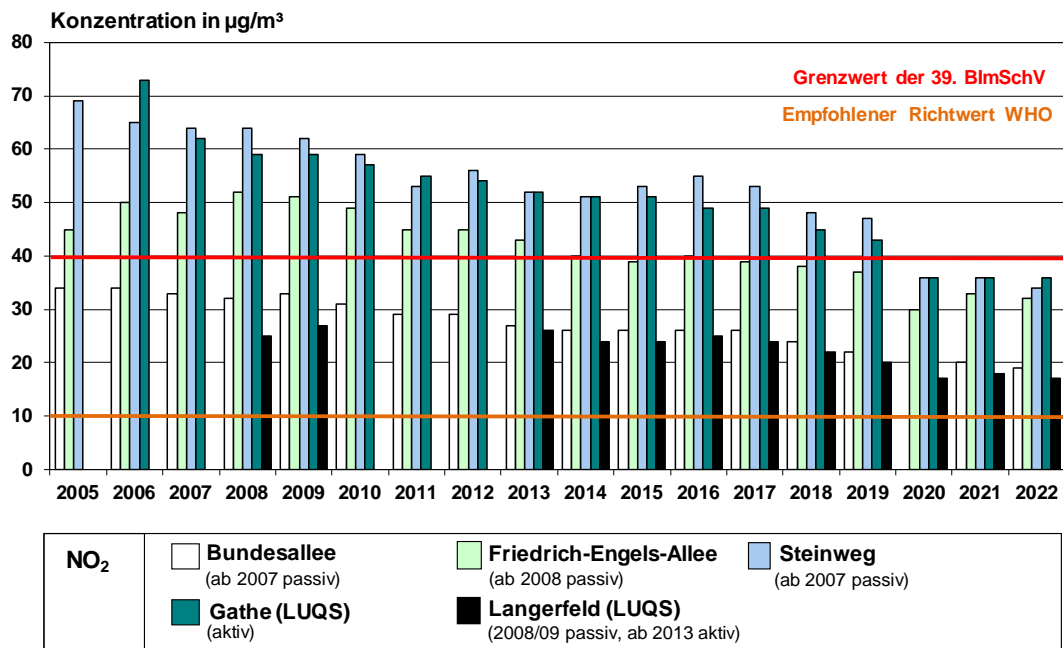


Abbildung 14. Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) an ausgewählten Messstellen in Wuppertal ab 2005 sowie Grenzwert der 39. BImSchV (gültig seit 01.01.2010) und WHO-Richtwert (ohne Bundesallee 2020, siehe 6.1.5).

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In den darauffolgenden Jahren ging die NO₂-Belastung an der Station Bundesallee kontinuierlich zurück: Zunächst auf 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2010), dann auf 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (von 2011 bis 2013). Nachdem das Niveau von 2014 bis 2017 erneut stagnierte (bei 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ist es mit jährlichen Abnahmen von etwa 1 - 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf mittlerweile 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2022 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 2022 lag der Jahresmittelwert für NO₂ bei 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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. Nach einem Anstieg um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Vorjahr sank die Konzentration 2022 wieder auf das Niveau von 2020, welches durch den „Sondereffekt“ der Corona-Schutzmaßnahmen geprägt war⁴.

An der Friedrich-Engels-Allee 308 liegt das NO_2 -Konzentrationsniveau um rund 10 bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als an den städtischen Hintergrundstationen. Der seit dem 01.01.2010 gemäß 39. BImSchV geltende Immissionsgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird dort seit 2014 nicht mehr überschritten. Ausgehend von den Spitzenbelastungen im Jahr 2008 ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anschließend wurden wieder moderate Abnahmen von etwa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr verzeichnet, bevor von 2019 auf 2020 mit $-7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine seit Messbeginn (im Jahr 2000) bis dahin nicht gekannte Dynamik eintrat. Nach einem Anstieg um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2021 wurde zuletzt mit $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wieder eine leichte Verbesserung gegenüber dem Vorjahr festgestellt.

Die Messungen an den Belastungsschwerpunkten Steinweg und Wuppertal-Gathe ergaben seit Messbeginn NO_2 -Jahresmittelwerte von zunächst etwa 60 bis $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ („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 $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ keinen eindeutigen Trend auf. Ab 2016 sanken die Konzentrationen dann kontinuierlich, im Jahr 2020 sprunghaft (um $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$)⁵. Im Vergleich zum Vorjahr 2021 stagnierte die NO_2 -Konzentration an der Gathe zuletzt bei $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Am Steinweg verbesserte sich die Situation um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zusammenfassend nimmt vor allem der Beitrag der verkehrsbedingten Zusatzbelastung zur NO_2 -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 wurde auch aus diesem Grund die Anzahl der städtischen Hintergrundmesspunkte im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2022 um drei Stationen erhöht.

In Tabelle 7 ist die zeitliche Entwicklung der NO_2 -Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen für den 10-jährigen Zeitraum von 2013 bis 2022 zusammengefasst.

⁴ Detaillierte Informationen zum Einfluss der Corona-Pandemie auf die Luftqualität 2020 u. a. [62]-[64]. 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 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durch die Corona-Lockdowns aus.

⁵ 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].

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).

Tabelle 7. NO₂-Jahresmittelwerte für den 10-Jahreszeitraum 2013 – 2022.

MP-Nr.	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	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	39	38	38	38	34	31	28	22	23	22
MP 02	63	61	66	64	57	51	46	37	38	37
MP 04	49	49	49	48	46	44	38	30	32	32
MP 05	50	44	48	50	45	43	39	31	33	34
MP 07	42	41	39	41	38	35	33	26	27	27
MP 08	38	35	36	36	35	32	29	27	27	28
MP 09	48	45	45	44	44	42	41	32	35	32
MP 13	46	44	47	48	46	43	41	33	35	35
MP 14	39	37	38	38	37	33	32	26	28	28
MP 16	52	51	53	55	53	48	47	36	36	34
MP 17	51	49	52	52	51	45	45	33	34	36
MP 20	41	37	39	41	38	36	35	27	31	29
MP 21	47	42	43	43	41	40	39	31	34	33
MP 22	42	37	38	38	38	36	35	28	30	28
MP 24	40	37	33	35	34	33	29	21	26	25
MP 27	27	26	26	26	26	24	22	30**	20	19
MP 28	48	45	47	44	42	37	37	31	33	33
MP 31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
MP 33	43	38	41	41	40	38	36	27	32	30
MP 34	49	47	48	48	46	43	42	29	31	31
MP 38	43	40	39	40	39	38	37	30	33	32
MP 43	-	44	43	44	43	39	35	27	28	27
MP 45	-	-	-	44	44	42	39	31	34	33
MP 46	-	-	-	32	34	32	31	23	26	25
MP 47	-	-	-	35	34	32	30	24	25	24
MP 48	-	-	-	-	-	-	39*	32	32	30
MP 49	-	-	-	-	-	-	32*	28	26	25
MP 50	-	-	-	-	-	-	33*	24	28	27
MP 51	-	-	-	-	-	-	27*	24	24	25
MP 52	-	-	-	-	-	-	29*	25	26	26
MP 53	-	-	-	-	-	-	-	34	37	36
MP 54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
MP 55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19

* Verkürzter Messzeitraum (MP 48 bis MP51: 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 2013 bis einschließlich 2022 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 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $2 - 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. Nach einer leichten Zunahme im Vorjahr 2021, ist das mittlere Konzentrationsniveau im Jahr 2022 vergleichbaren mit dem Niveau aus 2020. Insgesamt **stagnierte das NO_2 -Immissionsniveau in den Jahren 2020 – 2022**.

In Abbildung 15 ist die Entwicklung der NO_2 -Konzentrationen von 2013 bis 2022 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 15 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 02.

Der Vergleich über diesen 10-jährigen Zeitraum (2013 bis 2022) dokumentiert insgesamt eine erhebliche Reduktion der Belastungen um durchschnittlich $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 31 %. Blickt man auf einen noch längeren 15-jährigen Zeitraum zurück, beträgt die Reduktion durchschnittlich sogar $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

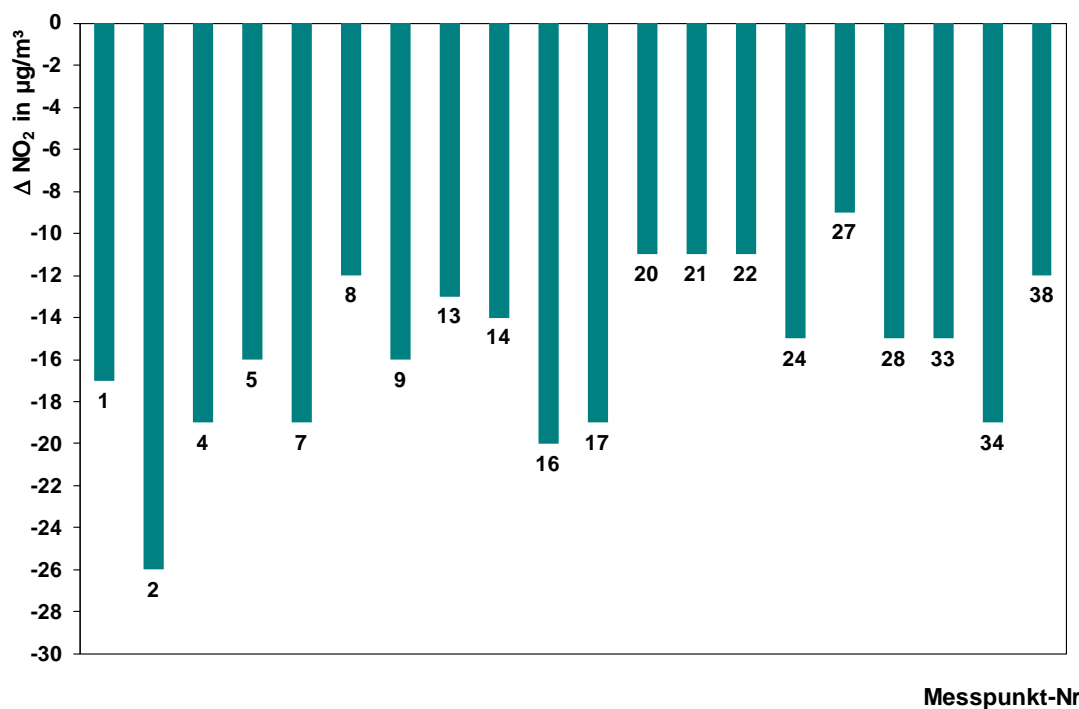


Abbildung 15. Rückgang der NO_2 -Konzentrationen im Zeitraum von 2013 – 2022 an 20 Passivsammlermessstellen in Wuppertal (Angaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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 NO₂-Jahresmittelwerte in den letzten 10 Jahren (2013 bis 2022) noch einmal graphisch aufgetragen. An diesen Messpunkten wurden im dargestellten Zeitraum die höchsten Rückgänge im Messnetz der Stadt Wuppertal verzeichnet, wie aus Abbildung 15 entnommen werden kann.

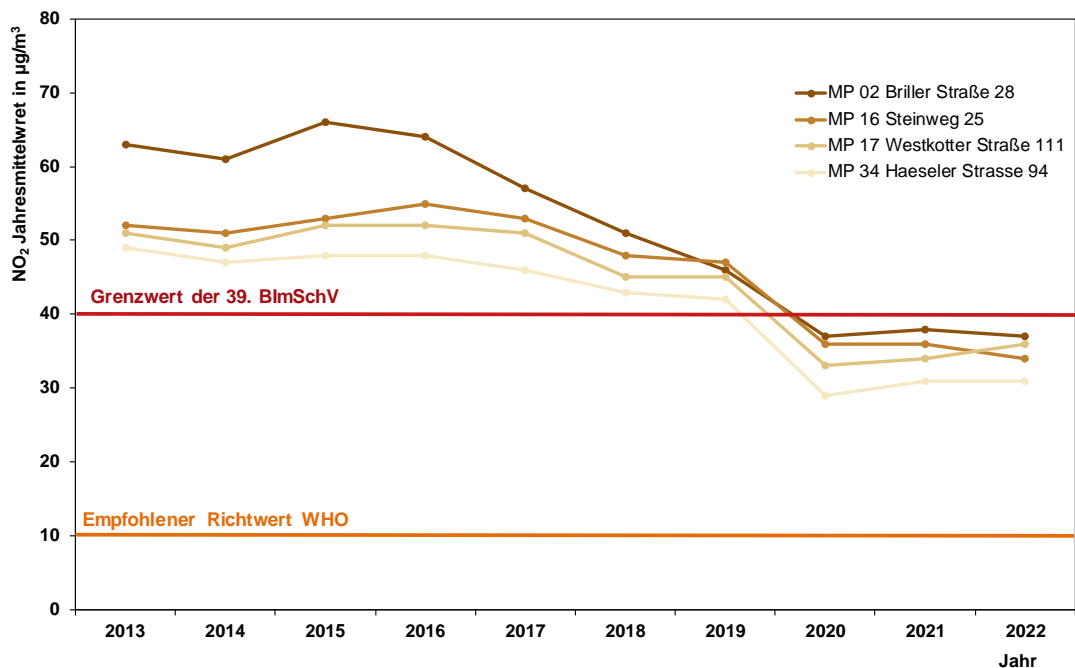


Abbildung 16. Zeitlicher Verlauf der NO₂-Jahresmittelwerte von 2013 bis 2022 an den Belastungsschwerpunkten Briller Str., Steinweg, Westkotter Str. und Haeseler Str.

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 2022 wurde der Grenzwert für das NO₂-Jahresmittel nach vorläufigen Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) von bundesweit über 600 Messstationen voraussichtlich nur noch an zwei der verkehrsnahen Stationen überschritten (abschließende Zahlen liegen zum Zeitpunkt dieser Berichtstellung noch nicht vor). 2012 Jahren lag dieser Wert noch bei etwa 75 % [33]. Für Nordrhein-Westfalen liegt bereits der Bericht über die Luftqualität im Jahr 2022 auf Basis abschließend validierter Ergebnisse vor [31].

In NRW stiegen 2022 an 11 % der insgesamt 77 verkehrsnahen Probenahmestellen die Konzentrationen im Vergleich zum Vorjahr an; an 71 % der Messpunkte wurde eine Abnahme erfasst. An 13 % der Probenahmestellen stagnierten die NO₂-Jahresmittelwerte. An einer Messstelle in Essen wurde landesweit wie im Vorjahr die einzige Überschreitung des Immissionsgrenzwertes für das Jahresmittel gemessen (EKRU2,

45 µg/m³). Insgesamt stellte das LANUV NRW ebenfalls eine Stagnation des landesweiten NO₂-Konzentrationsniveaus in den Jahren 2020 – 2022 fest [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 Jahresmittelwerten 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 Hintergrundbelastung⁶ (ca. 12 µg/m³ in 2022) 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 berichtet⁷.

⁶ Diese kann gemäß Luftreinhalteplan Wuppertal am besten über die Stationen Borken, Soest und Münster-Geist ermittelt werden [7].

⁷ Ausführliche Informationen sind in mehreren Publikationen des Umweltbundesamtes erhältlich, z. B [35].

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 [34]. Die langjährige Entwicklung speziell in Wuppertal wurde in Abschnitt 6.1.6 thematisiert.

Klagewelle der Umweltverbände auf Fahrverbote

In den letzten Jahren hatten sich deutsche Verwaltungsgerichte mit einer Vielzahl von Klagen auseinandersetzen, seitdem höchstrichterlich entschieden wurde, dass Einzelne und Umweltverbände im Fall einer Überschreitung der Grenzwerte für Stickstoffdioxid 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. 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 gehörte Wuppertal zu einem Kreis von 39 deutschen Städten, für die der Umweltverband Klage eingereicht hat** [48]. 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 [47].

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 [50]. 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 [51]. Neben Hamburg und Stuttgart gelten seit dem 01.11.2019 streckenbezogene Durchfahrtsbeschränkungen für vier Straßenabschnitte in Berlin [52], seit dem 01.06.2019 für zwei Straßenabschnitte in Darmstadt [53] und seit dem 01.01.2023 für die Münchener Umweltzone. Einen Überblick über aktuelle zonale oder streckenbezogene Durchfahrtsbeschränkungen, z. B. für Dieselfahrzeuge, veröffentlicht unter anderem das Umweltbundesamt [55].

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 Vergleich 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 [58].

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 [58].

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.

Nach Auskunft des Ressort Umweltschutz sind in Wuppertal u. a. die folgenden Maßnahmenpakete zur Verbesserung der Luftqualität konkret zu nennen: „...*die Entwicklung eines KI-gesteuerten, umweltsensitiven Echtzeitverkehrsmanagements, das über eine Kombination mit einem sensorgesteuerten digitalen Parkleitmanagement und weiterer flankierender Maßnahmen für eine Absenkung der Verkehrsbelastung und somit auch der Schadstoffbelastungssituation sorgen soll, die*

Nach- und Umrüstung der WSW-Busflotte sowie weitere Qualitätssteigerungen im ÖPNV durch die Einführung von On-Demand-Verkehren oder einem verbesserten Informationsmanagement. Des Weiteren sind Maßnahmen zum Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur, der Ladeinfrastruktur für E-Autos und E-Fahrräder sowie die vorrangige Beschaffung von Elektro-, Wasserstoff- und Erdgasfahrzeugen und die Nachrüstung von Filtersystemen im Fuhrpark enthalten“ [65].

6.2 Feinstaub bzw. Partikel 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 PM₁₀⁸ und kleiner sind luftgetragen und besitzen im Allgemeinen keine relevante Sedimentationsgeschwindigkeit. Die typischerweise vorliegende Turbulenz der bodennahen Atmosphäre reicht in Verbindung mit der mittleren Partikelgröße aus, um ein gravitationsbedingtes Absinken der Partikel zu verhindern. In der TA Luft wird die Partikelfraktion PM₁₀ daher auch Schwebstaub genannt.

Luftgetragene Partikel der Fraktion PM₁₀ können durch Nase und Mund in die Lunge gelangen, wo sie je nach Größe bis in die Hauptbronchien oder Lungenbläschen transportiert werden können [36]. Ultrafeine Partikel (UFP bzw. PM_{0,1}) als Bestandteil von PM₁₀ können von den Lungenbläschen (Alveolen) in die Blutbahn übertreten und so im Körper verteilt werden und andere Organe erreichen.

Aus epidemiologischen Untersuchungen liegen deutliche Hinweise für den Zusammenhang zwischen kurzen Episoden mit hoher PM₁₀-Exposition und Auswirkungen auf die Sterblichkeit (Mortalität) und Erkrankungsrate (Morbidität) vor. PM₁₀ oder eine oder mehrere der PM₁₀-Komponenten leisten nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand einen Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen. Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sind dabei am häufigsten [36].

Eine Langzeit-Exposition über Jahrzehnte kann ebenso mit ernstesten gesundheitlichen Auswirkungen verbunden sein. So wurde insbesondere eine erhöhte Rate von Atemwegserkrankungen und Störungen des Lungenwachstums bei Kindern festgestellt. Auch ist eine Erhöhung der PM₁₀-Konzentration mit einem Anstieg der Gesamtsterblichkeit und der Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Sterblichkeit verbunden. Darüber hinaus gibt es Hinweise für eine erhöhte Lungenkrebssterblichkeit [36].

Insgesamt ist davon auszugehen, dass PM₁₀ bzw. seine Bestandteile einen relevanten Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen leisten. Ein Schwellen-

⁸ Definition Partikel PM₁₀ gemäß 39. BImSchV: Partikel, die einen gröÙenselektierenden Luft-einlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheid-egrad von 50 % aufweist.

wert, unterhalb dessen nicht mehr mit gesundheitsschädlichen Wirkungen zu rechnen ist, kann für PM₁₀ nach aktuellem Kenntnisstand nicht angegeben werden.

Beurteilungsmaßstäbe für Feinstäube bzw. Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}

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

Als Beurteilungswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Partikel PM₁₀ ein **Jahresmittelwert von 40 µg/m³** (Kalenderjahr) gemäß 39. BImSchV [3]. Darüber hinaus gilt für Partikel PM₁₀ ein maximaler Tagesmittelwert von 50 µg/m³ bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Gegenüber dem Jahresmittelwert von 40 µg/m³ ist der Kurzzeit-Beurteilungswert (50 µg/m³ als Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr) als der strengere Beurteilungswert anzusehen. Aus einer statistischen Auswertung einer Vielzahl von PM₁₀-Messreihen über mehrere Jahre kann abgeleitet werden, dass 35 Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ mit Jahresmittelwerten von etwa 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 [61]. Zur Erreichung der Richtwerte hat die WHO abgestufte „Zwischenziele“ formuliert.

Ergebnisse der Feinstaubmessungen in Wuppertal

In Wuppertal wurden im Jahr 2022 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 2022 dargestellt und dem Beurteilungswert gemäß 39. BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 8. Statistische Kenngrößen für Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} im Jahr 2022 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	18	0	10
Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV	40	35	25
WHO-Richtwerte	15	--	5

* Nur 50% zeitliche Überdeckung.

In Abbildung 17 und Abbildung 18 ist die Entwicklung der PM₁₀-Immissionssituation an den PM₁₀-Messstationen Friedrich-Engels-Allee (LUQS), Steinweg, Langerfeld (LUQS) und Gathe (LUQS) dargestellt.

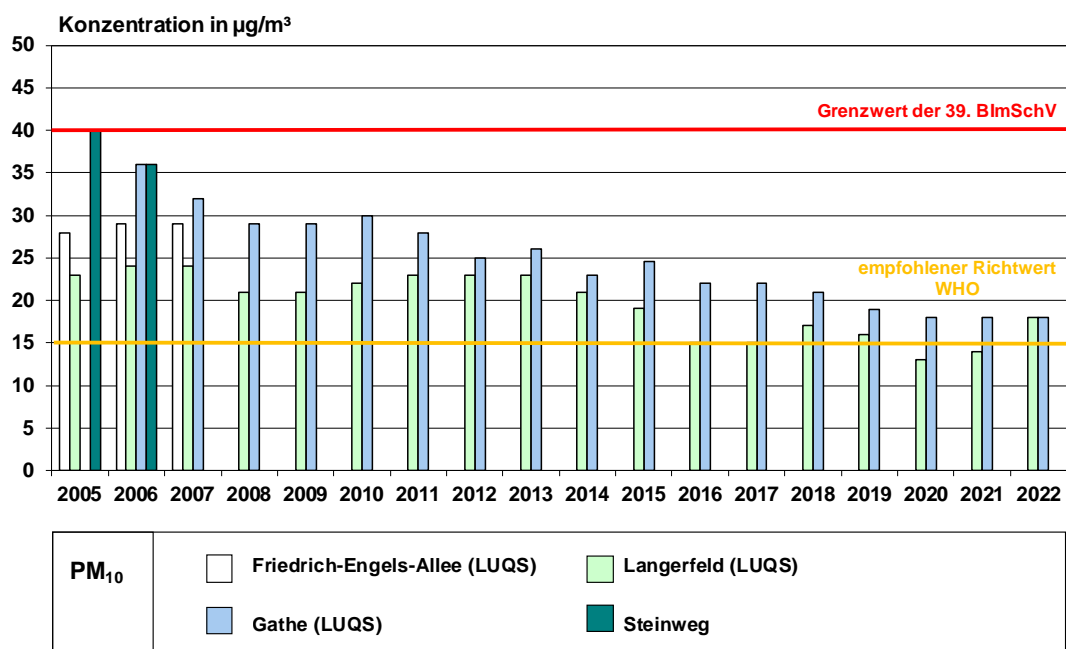


Abbildung 17. Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 – 2022.

Im Jahresmittel 2022 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 in den vergangenen Jahren aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen stets eine etwas höhere PM₁₀-Belastung ermittelt, als an der Hintergrundstation in Langerfeld. Im Berichtsjahr 2022 wurde in Langerfeld bei leichter Zunahme erstmals ein identisches Niveau wie an der verkehrsnahen Station erfasst. Auch landesweit wurde insgesamt eine mittlere

Zunahme des Hintergrundniveaus festgestellt [31]. An der Station Gathe ist die reduzierte zeitliche Überdeckung von 50 % zu berücksichtigen.

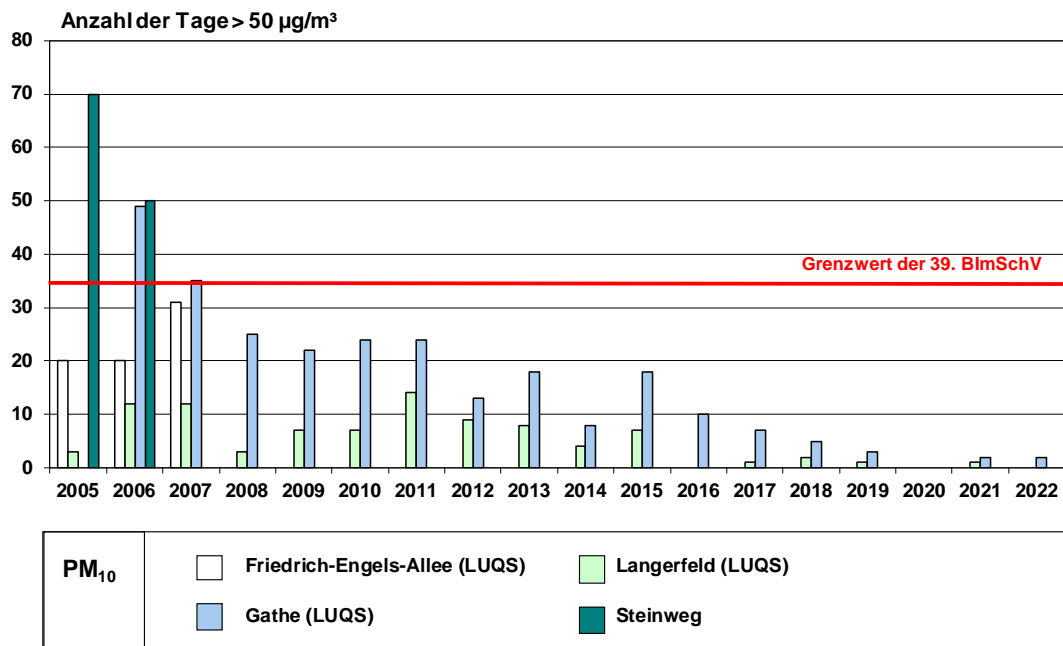


Abbildung 18. Anzahl der Tage mit PM₁₀-Mittelwerten > 50 µg/m³ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 – 2022.

Die Abbildungen verdeutlichen insbesondere für die innerstädtische Station Gathe im langjährigen Vergleich einen positiven **Trend mit kontinuierlich abnehmenden Jahresmittelwerten**. Seit 2020 stagnieren die Jahresmittelwerte auf einem Niveau von 18 µg/m³. An der Station Langerfeld im städtischen Hintergrund ist grundsätzlich 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 zwischen 14 µg/m³ – 17 µg/m³. In 2022 wurde mit 18 µg/m³ der höchste Jahresmittelwert seit 2015 erfasst.

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 18) 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 2022 etwas höher, als an der Messstelle Langerfeld. Dort wurde keine Überschreitung festgestellt. Eine Überschreitung dieses Schwellenwertes ist an maximal 35 Tagen im Jahr zulässig. Der Unterschied ist plausibel auf die verkehrsinduzierte Zusatzbelastung an der Messstelle Gathe gegenüber der Hintergrundmessstelle Langerfeld zurückzuführen.

Nach Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) traten im Jahr 2022, bedingt durch die verbreitete Trockenheit und Hochdruckwetterlage, bundesweit die meisten Überschreitungstage im März auf. Es wurden auch mehrere Saharastaubereignisse erfasst, die sich jedoch insbesondere im Alpenraum auswirkten.

Die im September 2021 aktualisierten und sehr ambitionierten **WHO-Richtwerte** von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert für PM_{10} und $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert für $\text{PM}_{2,5}$ konnten im Jahr 2022 in Wuppertal $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ **nicht eingehalten werden**. An der Verkehrsstation VWEL lag, als weiteres Beurteilungskriterium der WHO, das 99. Perzentil der PM_{10} -Tagesmittelwerte anhand eigener Auswertungen der LANUV-Daten bei $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit knapp unter dem Richtwert von $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An der Station WULA wird der WHO-Richtwert für das 99. Perzentil der $\text{PM}_{2,5}$ -Tagesmittelwerte von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anhand eigener Auswertungen der LANUV-Daten mit $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sogar deutlich überschritten.

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf Feinstaub bzw. Partikel PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ unter Berücksichtigung der neuen WHO-Kriterien damit nicht mehr als unkritisch pauschalisiert werden, wie es an dieser Stelle auf Basis der höheren, derzeit rechtsverbindlichen Grenzwerte der 39. BImSchV in den letzten Jahren abgeleitet wurde. Aufgrund der mit derzeit zwei Messstationen im Wuppertaler Stadtgebiet vergleichsweise geringen, noch nicht flächendeckend vorliegenden Datengrundlage sind insbesondere für die Partikel $\text{PM}_{2,5}$ weitere Messstandorte wünschenswert. Für diesen Luftschadstoff werden die größten Anstrengungen zur Erreichung der WHO-Richtwerte nötig 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 2022 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 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist hierzu, analog zur Darstellungsmethodik in Abbildung 12, 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 2022 wurde das Messnetz im Vergleich zum Vorjahr um drei Messstellen erweitert.

Während die graphische Darstellung des aktuellen Messnetzes in Abbildung 12 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 der bisherige Fokus immer **potenzielle NO₂-Belastungsschwerpunkte** waren. Zum Jahr 2022 wurden erstmals drei weitere Hintergrundmessstellen ergänzt. Insgesamt wurden demnach seit 2006 NO₂-Messungen an 19 Messorten durchgeführt, die aktuell (2022) 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.

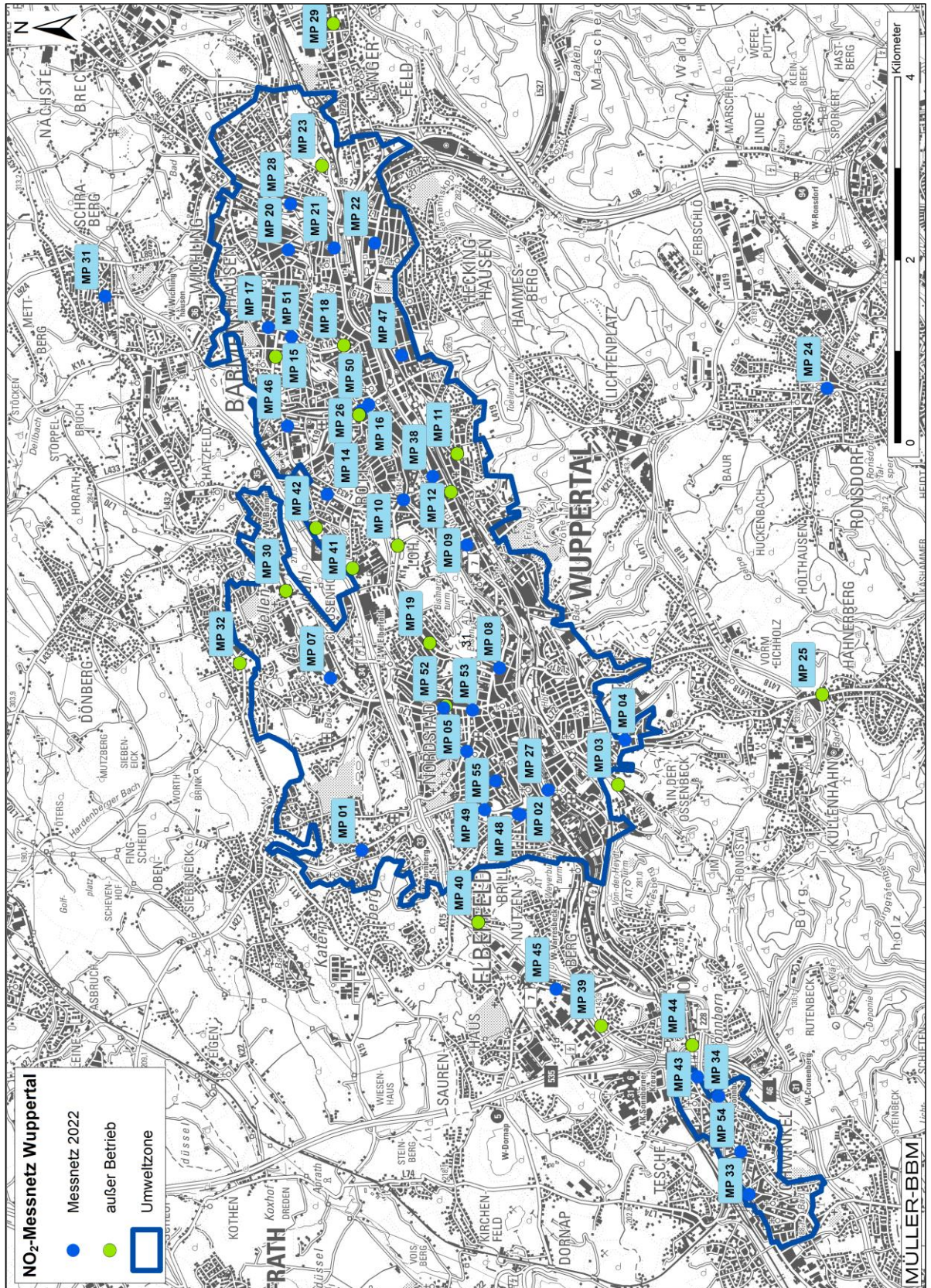


Abbildung 19. Räumliche Verteilung der bis 2022 aktiven sowie der nicht mehr beprobten NO₂-Messorte in Wuppertal 52.

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	Neviantstraße 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 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 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792) 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, Bezirksregierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf
- [6] Bezirksregierung Düsseldorf (2013): Luftreinhalteplan Wuppertal 2013 (in der Fassung der Bekanntmachung vom 18.04.2013), Bezirksregierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf
- [7] Bezirksregierung Düsseldorf (2020): Luftreinhalteplan Wuppertal 2020, Fassung vom 30. Oktober 2020. Bezirksregierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf
- [8] Bezirksregierung Düsseldorf (2022): Maßnahmenkatalog Wuppertal. Luftreinhalteplan Wuppertal 2020 – Sachstandsbericht 2022. Stand: 31.12.2022. Bezirksregierung Düsseldorf, Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf
- [9] DWD (2022/23): Deutschlandwetter im Jahr 2022; 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): Klimatologischer Rückblick auf 2022; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach. Online unter: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/230123/artikel_jahresueckblick-2022.html
- [12] Müller-BBM (2010 – 2020): Luftmessberichte Wuppertal 2009 bis 2019; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen
- [13] UCL (2021): 2. Änderung/Ergänzung zum Bericht über Stickstoffdioxidmessungen im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2020; UCL Umwelt Control Labor GmbH, 44536 Lünen

- [14] Müller-BBM (2022): Luftmessbericht Wuppertal 2021; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen
- [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 (2022/23): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); vorläufige kontinuierliche Messdaten und EU-Jahreskenngößen 2022 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2023
- [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 2022. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2023
- [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 (2023):): Luftqualität 2022: Vorläufige Auswertung. Umweltbundesamt, Dessau. Online unter:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2023_uba_hgp_luftqualitaet_dt_neu_bf.pdf
- [34] UBA (2022): NO₂-Grenzwertüberschreitungen 2021, Stand: 31.01.2022. Umweltbundesamt (UBA). Online unter:
<https://www.umweltbundesamt.de/staedte-no2-grenzwertueberschreitungen>
- [35] UBA (2016): Regelungen und Strategien / Luftreinhaltung in der EU, Umweltbundesamt, Dessau.
- [36] 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
- [37] LANUV NRW (2013): Fristverlängerungen bis 2015 zur Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid (Notifizierung). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, März 2013
- [38] 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).
- [39] Europäische Kommission (2015) Aufforderungsschreiben-Vertragsverletzung Nr. 2015/2073 vom 18.06.2015. Commission européenne, B-1049 Bruxelles.
- [40] 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.
- [41] Stadt Wuppertal (2018): Luftreinhalteplan Wuppertal 2013 – Sachstandsbericht 2017 Maßnahmen-Umsetzung; Stand: 31.12.2017
- [42] Bundesverwaltungsgericht (2018): Pressemitteilung – Luftreinhaltepläne Düsseldorf und Stuttgart: Diesel-Verkehrsverbote ausnahmsweise möglich (Stand: 27.02.2018) <http://www.bverwg.de/pm/2018/9>
- [43] 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>
- [44] 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>

- [45] Justizportal Nordrhein-Westfalen (2018): Verwaltungsgericht Düsseldorf: Erörterungstermin in dem Vollstreckungsverfahren zur Fortschreibung des Luftreinhalteplans Düsseldorf – Pressemitteilung vom 21.08.2018
- [46] 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)
- [47] 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>
- [48] DU (2022): Recht auf saubere Luft. Deutsche Umwelthilfe e. V. Online unter: <https://www.duh.de/themen/luftqualitaet/recht-auf-saubere-luft/>
- [49] UBA (2019): Schwerpunkt Gesunde Luft. Magazin des Umweltbundesamtes 1/2019. Umweltbundesamt (UBA), Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/schwerpunkt-1-2019-gesunde-luft>
- [50] BUE (2019): FAQ Dieseldurchfahrtsbeschränkungen. Behörde für Umwelt und Energie der Freien und Hansestadt Hamburg. <https://www.hamburg.de/durchfahrtsbeschaenkungen/11067546/dieseldurchfahrtsbeschaenkungen-faq/>
- [51] LH Stuttgart (2019). Diesel-Verkehrsverbot. Auf dieser Seite finden Sie alle wichtigen Informationen zum Diesel-Verkehrsverbot. Landeshauptstadt Stuttgart. <https://www.stuttgart.de/diesel-verkehrsverbot>
- [52] 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/>
- [53] Stadt Darmstadt (2022): Luftreinhaltung. Online unter: <https://www.darmstadt.de/leben-in-darmstadt/umwelt/luftreinhaltung/>
- [54] Stadt München (2023): Stadtportal - Diesel-Fahrverbot Online unter: <https://stadt.muenchen.de/infos/umweltzone-muenchen.html>
- [55] UBA (2023): Durchfahrtsbeschränkungen in Deutschland. Umweltbundesamt (UBA), Dessau. Stand 09.05.2023. Online unter: <https://gis.uba.de/website/umweltzonen#dfv>
- [56] OVG NRW (2020): Pressemitteilung: Luftreinhalteplan Wuppertal: Beteiligte vergleichen sich https://www.ovg.nrw.de/behoerde/presse/pressemitteilungen/32_200424/index.php
- [57] 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

- [58] Stadt Wuppertal (2018): Green City Plan Wuppertal. Stadt Wuppertal – Ressort Umweltschutz, Johannes-Rau-Platz 1, 42275 Wuppertal, 31.08.2018
- [59] LfU (2015): Untersuchung der räumlichen Verteilung der NO_x-Belastung im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten Luftmessstationen. Abschlussbericht. Bayrisches Landesamt für Umwelt
- [60] 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
- [61] 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
- [62] 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>
- [63] 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
- [64] LANUV NRW (2021): Auswirkung der Covid-19-Schutzmaßnahmen auf die Luftschadstoffkonzentration. Fachbericht 109. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen.
- [65] Stadt Wuppertal (2023): Entwicklung der Luftqualität im Wuppertaler Stadtgebiet seit 2008 unter besonderer Betrachtung von Stickstoffdioxid. Bericht des Ressort Umweltschutz an den Ausschuss für Umwelt. VO/1749/23.

Anhang A

Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen

Messpunkt 01

Nevigeser Straße 98
42113 Wuppertal

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



Messpunkt 02

Briller Straße 28
42105 Wuppertal

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



Messpunkt 04

Steinbeck 92
42119 Wuppertal

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



Messpunkt 05

Hochstraße 63
42105 Wuppertal

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



Messpunkt 07

Uellendahler Straße 198
42109 Wuppertal

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



Messpunkt 08

Hofkamp 86
42103 Wuppertal

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



Messpunkt 09

Friedrich-Engels-Allee 184
42285 Wuppertal

Rechtswert 25 81 936 m

Hochwert 56 81 400 m

Höhe 149 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 13

Rudolfstraße 149
42285 Wuppertal

Rechtswert 25 82 402 m

Hochwert 56 82 118 m

Höhe 154 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 14

Schönebecker Straße 81
42283 Wuppertal

Rechtswert 25 82 428 m

Hochwert 56 82 953 m

Höhe 188 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 16

Steinweg 25
42275 Wuppertal

Rechtswert 25 83 358 m

Hochwert 56 82 617 m

Höhe 159 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 17

Westkotter Straße 111
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 84 225 m

Hochwert 56 83 672 m

Höhe 193 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 20

Wichlinghauser Straße 70
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 85 084 m

Hochwert 56 83 487 m

Höhe 179 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 21

Berliner Straße 159
42277 Wuppertal

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



Messpunkt 22

Heckinghauser Straße 159
42289 Wuppertal

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



Messpunkt 24

Staasstraße 51
42369 Wuppertal

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



Messpunkt 27

Bundesallee 30
42103 Wuppertal

Rechtswert 25 79 293 m

Hochwert 56 80 403 m

Höhe 142 m ü. NN

Messzeitraum seit 1997



Messpunkt 28

Schwarzbach 78
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 85 587 m

Hochwert 56 83 482 m

Höhe 171 m ü. NN

Messzeitraum seit 2007



Messpunkt 31

Schraberg 10
42279 Wuppertal

Rechtswert 25 84 493 m

Hochwert 56 85 471 m

Höhe 268 m ü. NN



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



Messpunkt 54

Blücherstraße 19
42239 Wuppertal

Rechtswert 25 75 427 m
Hochwert 56 78 139 m
Höhe 165 m ü. NN



Messpunkt 55

Schneiderstr. 11
42105 Wuppertal

Rechtswert 25 79 373 m
Hochwert 56 80 985 m
Höhe 195 m ü. NN



Anhang B
Einzelmessergebnisse

Tabelle 10. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 01 – MP 13 für den Messzeitraum 2022.

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 2022	29.12.21 - 29.01.22	31	27	26	27	32	34	33	35	33	34	31	33	32
Feb 2022	29.01.22 - 02.03.22	32	21	22	21	37	35	36	33	32	33	25	27	26
Mrz 2022	02.03.22 - 31.03.22	29	30	30	30	49	50	49	40	39	39	48	50	49
Apr 2022	31.03.22 - 02.05.22	32	18	19	18	37	36	36	26	28	27	37	37	37
Mai 2022	02.05.22 - 01.06.22	30	21	21	21	38	37	37	32	34	33	37	35	36
Jun 2022	01.06.22 - 02.07.22	31	18	19	18	38	38	38	30	28	29	33	33	33
Jul 2022	02.07.22 - 30.07.22	28	16	15	15	24	29	26	22	24	23	29	29	29
Aug 2022	30.07.22 - 27.08.22	28	20	21	21	42	41	41	34	32	33	40	38	39
Sep 2022	27.08.22 - 26.09.22	30	21	23	22	37	37	37	32	32	32	34	35	35
Okt 2022	26.09.22 - 27.10.22	31	26	25	25	38	36	37	35	33	34	31	33	32
Nov 2022	27.10.22 - 26.11.22	30	22	23	22	35	38	36	31	32	32	24	24	24
Dez 2022	26.11.22 - 28.12.22	32	28	26	27	38	39	39	32	32	32	33	33	33
Mittelwert	29.12.21 - 28.12.22	364	22	22	22	37	37	37	32	32	32	33	34	34

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 2022	29.12.21 - 29.01.22	31	30	24	27	30	31	30	35	35	35	35	35	35
Feb 2022	29.01.22 - 02.03.22	32	29	29	29	28	29	28	34	35	35	30	32	31
Mrz 2022	02.03.22 - 31.03.22	29	38	35	36	36	38	37	42	40	41	48	48	48
Apr 2022	31.03.22 - 02.05.22	32	22	22	22	23	22	23	29	29	29	36	37	36
Mai 2022	02.05.22 - 01.06.22	30	24	27	26	29	28	28	34	33	34	38	38	38
Jun 2022	01.06.22 - 02.07.22	31	24	24	24	24	24	24	29	31	30	35	36	35
Jul 2022	02.07.22 - 30.07.22	28	19	17	18	18	21	20	23	23	23	28	29	28
Aug 2022	30.07.22 - 27.08.22	28	25	25	25	26	27	26	34	30	32	39	37	38
Sep 2022	27.08.22 - 26.09.22	30	26	27	26	27	24	26	31	28	30	31	35	33
Okt 2022	26.09.22 - 27.10.22	31	32	33	32	32	33	33	32	30	31	35	33	34
Nov 2022	27.10.22 - 26.11.22	30	29	31	30	28	27	27	30	30	30	28	30	29
Dez 2022	26.11.22 - 28.12.22	32	28	31	30	27	30	29	34	35	34	35	32	34
Mittelwert	29.12.21 - 28.12.22	364	27	27	27	27	28	28	32	32	32	35	35	35

Tabelle 11. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 14 – MP 27 für den Messzeitraum 2022.

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 2022	29.12.21 - 29.01.22	31	28	29	29	35	38	37	39	36	37	29	30	30
Feb 2022	29.01.22 - 02.03.22	32	25	25	25	40	39	39	40	41	41	30	29	29
Mrz 2022	02.03.22 - 31.03.22	29	34	35	35	39	40	40	44	42	43	39	42	40
Apr 2022	31.03.22 - 02.05.22	32	23	22	23	29	31	30	30	28	29	25	28	27
Mai 2022	02.05.22 - 01.06.22	30	28	29	28	35	36	36	38	37	37	29	30	29
Jun 2022	01.06.22 - 02.07.22	31	25	26	26	31	31	31	30	35	32	28	27	28
Jul 2022	02.07.22 - 30.07.22	28	24	22	23	27	26	26	28	26	27	23	23	23
Aug 2022	30.07.22 - 27.08.22	28	34	32	33	35	35	35	37	37	37	30	30	30
Sep 2022	27.08.22 - 26.09.22	30	28	27	28	33	33	33	34	32	33	27	27	27
Okt 2022	26.09.22 - 27.10.22	31	32	32	32	40	39	39	34	39	36	32	32	32
Nov 2022	27.10.22 - 26.11.22	30	26	27	26	32	33	33	36	35	35	27	28	27
Dez 2022	26.11.22 - 28.12.22	32	27	27	27	33	31	32	40	37	39	29	31	30
Mittelwert	29.12.21 - 28.12.22	364	28	28	28	34	34	34	36	35	36	29	30	29

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 2022	29.12.21 - 29.01.22	31	34	33	34	31	29	30	25	26	25	22	23	22
Feb 2022	29.01.22 - 02.03.22	32	28	31	30	26	27	27	23	22	23	17	17	17
Mrz 2022	02.03.22 - 31.03.22	29	40	40	40	35	37	36	32	31	31	24	26	25
Apr 2022	31.03.22 - 02.05.22	32	34	34	34	27	29	28	24	25	24	16	17	17
Mai 2022	02.05.22 - 01.06.22	30	34	37	35	30	29	29	25	24	25	17	17	17
Jun 2022	01.06.22 - 02.07.22	31	32	36	34	27	25	26	24	23	24	16	16	16
Jul 2022	02.07.22 - 30.07.22	28	29	29	29	21	21	21	19	20	20	14	13	13
Aug 2022	30.07.22 - 27.08.22	28	40	38	39	32	31	31	26	27	27	20	19	19
Sep 2022	27.08.22 - 26.09.22	30	36	37	37	28	34	31	25	26	25	22	22	22
Okt 2022	26.09.22 - 27.10.22	31	34	30	32	31	30	31	25	26	25	22	23	22
Nov 2022	27.10.22 - 26.11.22	30	23	24	23	22	24	23	20	25	23	17	18	17
Dez 2022	26.11.22 - 28.12.22	32	31	32	32	29	28	29	28	27	27	25	23	24
Mittelwert	29.12.21 - 28.12.22	364	33	33	33	28	29	28	25	25	25	19	19	19

Tabelle 12. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 28 – MP 46 für den Messzeitraum 2022.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 28 / 1	MP 28 / 2	MP 28	MP 31 / 1	MP 31 / 2	MP 31	MP 33 / 1	MP 33 / 2	MP 33	MP 34 / 1	MP 34 / 2	MP 34
			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 2022	29.12.21 - 29.01.22	31	35	34	34	24	25	24	31	34	33	30	29	30
Feb 2022	29.01.22 - 02.03.22	32	36	33	35	18	19	18	31	30	30	30	29	30
Mrz 2022	02.03.22 - 31.03.22	29	34	39	36	24	23	24	39	35	37	40	38	39
Apr 2022	31.03.22 - 02.05.22	32	29	28	29	16	16	16	26	25	26	29	27	28
Mai 2022	02.05.22 - 01.06.22	30	36	34	35	17	15	16	29	29	29	32	31	31
Jun 2022	01.06.22 - 02.07.22	31	29	31	30	15	16	15	27	26	27	26	27	26
Jul 2022	02.07.22 - 30.07.22	28	25	28	26	11	11	11	21	21	21	20	22	21
Aug 2022	30.07.22 - 27.08.22	28	36	36	36	15	16	16	30	30	30	33	33	33
Sep 2022	27.08.22 - 26.09.22	30	35	35	35	18	18	18	30	31	31	33	32	33
Okt 2022	26.09.22 - 27.10.22	31	35	36	35	24	23	23	36	34	35	32	32	32
Nov 2022	27.10.22 - 26.11.22	30	29	28	28	21	21	21	34	32	33	34	33	34
Dez 2022	26.11.22 - 28.12.22	32	33	35	34	27	26	27	30	29	30	32	32	32
Mittelwert	29.12.21 - 28.12.22	364	33	33	33	19	19	19	30	30	30	31	30	31

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 38 / 1	MP 38 / 2	MP 38	MP 43 / 1	MP 43 / 2	MP 43	MP 45 / 1	MP 45 / 2	MP 45	MP 46 / 1	MP 46 / 2	MP 46
			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 2022	29.12.21 - 29.01.22	31	35	34	34	26	27	27	32	29	30	29	27	28
Feb 2022	29.01.22 - 02.03.22	32	33	32	33	25	25	25	31	31	31	27	28	28
Mrz 2022	02.03.22 - 31.03.22	29	40	33	36	33	35	34	43	48	45	32	29	30
Apr 2022	31.03.22 - 02.05.22	32	29	31	30	24	23	24	33	34	33	21	22	21
Mai 2022	02.05.22 - 01.06.22	30	33	34	33	26	25	26	31	33	32	25	23	24
Jun 2022	01.06.22 - 02.07.22	31	29	28	29	23	24	23	31	28	30	21	21	21
Jul 2022	02.07.22 - 30.07.22	28	22	21	21	20	18	19	23	24	24	16	15	15
Aug 2022	30.07.22 - 27.08.22	28	35	35	35	32	29	30	38	35	37	22	22	22
Sep 2022	27.08.22 - 26.09.22	30	36	33	35	28	29	28	32	35	33	25	25	25
Okt 2022	26.09.22 - 27.10.22	31	37	35	36	32	34	33	38	36	37	33	30	31
Nov 2022	27.10.22 - 26.11.22	30	29	32	30	29	31	30	32	30	31	24	22	23
Dez 2022	26.11.22 - 28.12.22	32	33	32	32	29	28	28	32	30	31	28	27	27
Mittelwert	29.12.21 - 28.12.22	364	33	32	32	27	27	27	33	33	33	25	24	25

Tabelle 13. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 47 – MP 54 für den Messzeitraum 2022.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 47 / 1	MP 47 / 2	MP 47	MP 48 / 1	MP 48 / 2	MP 48	MP 49 / 1	MP 49 / 2	MP 49	MP 50 / 1	MP 50 / 2	MP 50
			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 2022	29.12.21 - 29.01.22	31	28	29	29	33	32	33	26	26	26	31	29	30
Feb 2022	29.01.22 - 02.03.22	32	24	24	24	28	28	28	23	23	23	27	26	26
Mrz 2022	02.03.22 - 31.03.22	29	33	31	32	38	38	38	34	32	33	35	35	35
Apr 2022	31.03.22 - 02.05.22	32	20	23	21	29	28	29	22	21	22	24	25	25
Mai 2022	02.05.22 - 01.06.22	30	23	23	23	30	29	29	23	23	23	28	27	27
Jun 2022	01.06.22 - 02.07.22	31	19	19	19	26	27	27	20	20	20	24	23	24
Jul 2022	02.07.22 - 30.07.22	28	14	15	14	22	22	22	17	18	17	18	20	19
Aug 2022	30.07.22 - 27.08.22	28	26	22	24	32	34	33	26	25	26	29	29	29
Sep 2022	27.08.22 - 26.09.22	30	26	25	26	29	31	30	26	24	25	26	25	26
Okt 2022	26.09.22 - 27.10.22	31	26	26	26	29	30	30	27	26	26	30	29	30
Nov 2022	27.10.22 - 26.11.22	30	26	24	25	28	30	29	27	27	27	29	29	29
Dez 2022	26.11.22 - 28.12.22	32	28	27	27	32	30	31	28	28	28	30	27	29
Mittelwert	29.12.21 - 28.12.22	364	24	24	24	30	30	30	25	24	25	28	27	27

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 51 / 1	MP 51 / 2	MP 51	MP 52 / 1	MP 52 / 2	MP 52	MP 53 / 1	MP 53 / 2	MP 53	MP 54 / 1	MP 54 / 2	MP 54
			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 2022	29.12.21 - 29.01.22	31	28	25	26	28	28	28	40	35	37	21	21	21
Feb 2022	29.01.22 - 02.03.22	32	23	24	23	26	25	25	41	38	39	16	16	16
Mrz 2022	02.03.22 - 31.03.22	29	34	36	35	35	38	36	39	39	39	23	24	23
Apr 2022	31.03.22 - 02.05.22	32	21	22	22	23	23	23	33	34	34	15	15	15
Mai 2022	02.05.22 - 01.06.22	30	23	22	22	23	23	23	37	34	36	15	15	15
Jun 2022	01.06.22 - 02.07.22	31	19	19	19	19	21	20	33	31	32	14	14	14
Jul 2022	02.07.22 - 30.07.22	28	16	n.a.	16	20	20	20	33	33	33	12	12	12
Aug 2022	30.07.22 - 27.08.22	28	25	24	25	25	25	25	44	43	43	18	18	18
Sep 2022	27.08.22 - 26.09.22	30	25	26	25	24	26	25	34	36	35	18	17	17
Okt 2022	26.09.22 - 27.10.22	31	29	28	28	28	29	29	35	36	36	17	18	17
Nov 2022	27.10.22 - 26.11.22	30	25	26	25	29	29	29	35	36	35	18	18	18
Dez 2022	26.11.22 - 28.12.22	32	31	27	29	30	29	29	37	35	36	23	22	23
Mittelwert	29.12.21 - 28.12.22	364	25	25	25	26	26	26	37	36	36	18	17	17

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

Tabelle 14. Einzelmessergebnisse am Messpunkt MP 55 für den Messzeitraum 2022.

Monat	Zeitraum	Anzahl Tage	MP 55 / 1	MP 55 / 2	MP 55
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jan 2022	29.12.21 - 29.01.22	31	24	19	22
Feb 2022	29.01.22 - 02.03.22	32	17	17	17
Mrz 2022	02.03.22 - 31.03.22	29	24	28	26
Apr 2022	31.03.22 - 02.05.22	32	18	17	17
Mai 2022	02.05.22 - 01.06.22	30	15	17	16
Jun 2022	01.06.22 - 02.07.22	31	15	14	14
Jul 2022	02.07.22 - 30.07.22	28	13	12	12
Aug 2022	30.07.22 - 27.08.22	28	20	19	19
Sep 2022	27.08.22 - 26.09.22	30	19	20	19
Okt 2022	26.09.22 - 27.10.22	31	18	19	19
Nov 2022	27.10.22 - 26.11.22	30	19	18	18
Dez 2022	26.11.22 - 28.12.22	32	26	23	25
Mittelwert	29.12.21 - 28.12.22	364	19	19	19

Anhang

Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen an der Messstation Wuppertal Bundesallee

Tabelle 15. Ergebniskalender der Messgröße Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2022.

	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	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo
	2,7	3,2	4,9	2,5	3,6	1,8	3,2	3,3	3,1	0,5	0,6	1,2	1,6	0,8	1,2	2,9	2,4	0,9	2,4	2,6	1,8	1,9	1,0	1,5	1,1	2,2	3,9	2,5	4,9	2,3	4,0
Feb	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	So	Mo	Di	So	Mo	Di	So	Mo	Di	So	Mo	Di	So	Mo	Di	So	Mo	Di	So	Mo	Di	So	Mo
	3,5	2,2	3,2	4,0	4,9	4,8	2,9	4,0	2,9	1,4	2,8	2,0	3,6	4,2	3,9	5,3	5,4	6,0	6,5	4,9	5,7	3,2	2,5	3,8	3,2	1,0	2,1	2,2			
Mrz	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do
	1,9	1,2	1,6	1,8	1,3	2,4	2,5	2,5	2,4	2,1	4,1	3,2	2,2	2,1	0,8	2,7	2,4	3,1	4,1	2,7	1,1	1,6	1,0	0,8	2,4	1,7	2,1	1,1	2,8	3,6	2,3
Apr	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
	5,7	4,2	1,7	4,5	3,6	4,3	5,6	2,9	3,1	1,7	1,8	3,0	1,2	1,5	2,3	2,9	2,0	1,9	3,2	2,8	3,4	4,0	3,0	4,2	2,1	1,8	2,4	2,0	2,5	3,1	
Mai	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
	1,6	1,7	2,6	1,7	1,0	0,7	1,1	3,9	1,0	2,2	2,8	2,3	2,8	1,6	1,3	1,1	1,1	2,3	2,5	2,3	2,9	1,2	2,9	3,3	3,7	4,4	3,6	2,5	1,5	1,3	1,2
Jun	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
	1,9	1,6	2,6	3,8	2,8	4,1	2,3	2,3	2,1	1,9	1,8	1,7	2,0	1,4	1,8	3,1	1,5	2,2	2,9	2,5	1,8	2,2	2,0	2,2	2,1	1,6	1,6	1,1	0,8	1,8	1,8
Jul	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
	2,8	1,5	2,0	1,6	1,9	1,9	2,7	1,8	1,7	1,4	1,1	0,8	1,9	2,3	1,4	1,8	1,2	1,0	1,3	2,5	2,7	1,7	1,2	1,4	2,7	2,6	2,1	3,1	1,7	1,4	2,2
Aug	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi
	1,8	1,6	1,2	1,5	2,1	1,7	1,4	2,3	3,5	2,6	1,8	2,0	1,8	1,3	1,7	1,4	1,3	1,0	1,6	1,9	1,4	1,1	1,2	0,8	1,1	1,8	1,8	3,5	1,7	3,3	3,4
Sep	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
	2,5	2,3	2,2	0,8	0,7	1,4	1,7	2,3	2,5	2,4	0,9	1,3	1,1	2,3	1,5	2,5	2,3	2,5	2,3	1,1	0,5	0,8	0,8	1,1	2,0	3,0	3,1	1,6	0,5	1,4	
Okt	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
	3,0	2,0	0,7	1,3	3,6	2,4	1,2	2,1	1,3	2,2	0,6	0,8	1,7	1,9	2,1	2,1	2,2	0,5	1,6	3,6	2,1	1,4	2,4	3,7	2,1	2,0	2,2	2,2	0,8	1,2	1,5
Nov	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do
	3,8	4,0	3,6	1,7	2,2	3,9	3,1	4,0	3,7	2,9	2,2	0,6	0,7	2,0	3,1	2,6	3,2	1,2	2,9	1,5	2,0	3,4	3,2	3,0	2,6	1,5	3,0	2,5	1,1	1,6	
Dez	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
	3,5	4,4	3,6	3,0	1,4	1,2	1,8	3,2	1,2	1,1	1,3	0,7	1,2	1,0	0,3	0,7	1,2	2,5	3,5	3,1	2,6	2,5	3,9	4,2	2,6	3,3	3,0	3,7	4,7	4,0	5,1

Tabelle 16. Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2022.

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

