

MÜLLER-BBM

BAU | UMWELT | TECHNIK

Luftmessbericht Wuppertal 2023

Luftmessbericht Wuppertal 2023

Auftraggeber:	Stadt Wuppertal Ressort Umweltschutz
Bearbeitung:	Müller-BBM Industry Solutions GmbH Fritz-Schupp-Straße 4 45899 Gelsenkirchen M. Sc. Christian Plank Dipl.-Landsch.-ökol. Henning Beuck Dr. Falk Fähmel
Bericht-Nr.:	M160922/06
Datum:	27. Mai 2024
Berichtsumfang:	77 Seiten, davon 55 Seiten Textteil und 22 Seiten Anhang.

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Köln
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

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 2023	16
5.2	Windrichtung und Windgeschwindigkeit	20
6	Ergebnisse der Messungen und Bewertung	26
6.1	Stickstoffoxide	26
6.2	Feinstaub bzw. Partikel PM ₁₀ und PM _{2,5}	43
7	Entwicklung des NO₂-Messnetzes in Wuppertal	49
8	Grundlagen und Literatur	52

Zusammenfassung

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

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

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

Messorte und Messumfang

Messungen erfolgten zeitgleich an 33 Messpunkten im Stadtgebiet. Das Messnetz wurde gegenüber dem Vorjahr 2022 nicht verändert.

Ergebnisse 2023

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 2023 an keinem der Messstandorte der Beurteilungswert für Stickstoffdioxid von 40 µg/m³ als Jahresmittelwert überschritten. **Somit wurden im vierten Jahr in Folge in Wuppertal keine Grenzwertüberschreitungen des Jahresmittelwerts registriert.** Die höchsten NO₂-Belastungen für das Jahr 2023 wurden an der Westkotter Str. 111 (MP 17) mit 33 µg/m³ gemessen.

Ein Vergleich der Messergebnisse mit den voraussichtlichen Grenzwerten der in Aktualisierung befindlichen EU-Luftqualitätsrichtlinie (einzuhalten ab 1. Januar 2030) dokumentiert jedoch den anhaltend hohen Handlungsdruck: In Wuppertal wurde der neue Grenzwert von 20 µg/m³ für das NO₂-Jahresmittel an 28 von 29 verkehrsnahen Messstellen überschritten. An fünf Messpunkten beträgt der Reduktionsbedarf zur Einhaltung bis 2030 10 µg/m³ oder mehr. Im Städtischen Hintergrund von Wuppertal

wird der neue Grenzwert für das Jahresmittel mit $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2023 bereits eingehalten.

Im Vergleich zum Vorjahr 2022 wurden im Jahr 2023 an allen Messpunkten niedrigere NO_2 -Konzentrationen registriert, mit Verbesserungen von 1 bis $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Mittel über alle Messpunkte resultiert eine deutliche Abnahme der NO_2 -Belastung von durchschnittlich $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mit Verbesserungen von jeweils $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ war die Entwicklung an der Hochstraße 63 (MP 05) und Staatsstraße 51 (MP 24) besonders positiv.

Die für das Wuppertaler Stadtgebiet festzuhaltende Abnahme der NO_2 -Belastung lässt sich ebenfalls landes- und bundesweit beobachten.

In Bezug auf Feinstaub lagen an beiden Messstationen Gathe und Langerfeld im Jahresmittel sowohl die PM_{10} - als auch die $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen deutlich unterhalb der derzeit gültigen Grenzwerte. Auch die ab dem 1. Januar 2030 einzuhaltenden neuen Grenzwerte der EU-Luftqualitätsrichtlinien werden bereits im Jahr 2023 in Wuppertal eingehalten.

Langjähriger Trend der Luftqualität in Wuppertal

Insgesamt kann in Wuppertal ein beträchtlicher Rückgang der NO_2 -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 2014 bis 2023, ein Rückgang der NO_2 -Immissionen von mittlerweile $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 39 % registriert (Differenz der Mittelwerte jeweils über 21 Messpunkte, an denen sowohl im Jahr 2014 als auch im Jahr 2023 NO_2 -Messungen realisiert wurden). Eine Zunahme der NO_2 -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 $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In den Jahren 2020 bis 2022 stagnierten die Konzentrationen insgesamt. Im Aktuellen Berichtsjahr ergab sich eine weitere deutliche Verbesserung um durchschnittlich $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Der Trend der Belastungen durch Partikel PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ („Feinstaub“) in Wuppertal muss aufgrund der im Vergleich zum NO_2 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 PM_{10} hat sich an der Messstation Gathe im Vergleich zum regionalen Hintergrund seit 2011 in einer Größenordnung von etwa 17 % eingependelt.

Alle derzeit rechtsverbindlichen Grenzwerte sowie die zukünftigen Grenzwerte der aktualisierten EU-Luftqualitätsrichtlinie für die Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} werden eingehalten. Unter Berücksichtigung von 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 NO₂ als auch für Partikel PM₁₀ insgesamt ein nach wie vor langfristig abnehmender Trend der Luftschadstoffbelastung erkennen. Hierzu werden auch die bislang ergriffenen und weitere geplante Maßnahmen aus der Luftreinhalteplanung weiterhin einen Beitrag leisten.



M. Sc. Christian Plank
Telefon +49(2273)59280-21
Projektverantwortlicher



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



Dr. Falk Fähmel
Telefon +49(209)98308-60
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.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-00

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 [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 2023 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 2023 werden die Beschreibung des Untersuchungsgebietes, die Darstellung der aktuellen Messumfänge und Messorte, die eingesetzten Messverfahren sowie die Messergebnisse und deren Bewertung für das Jahr 2023 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.

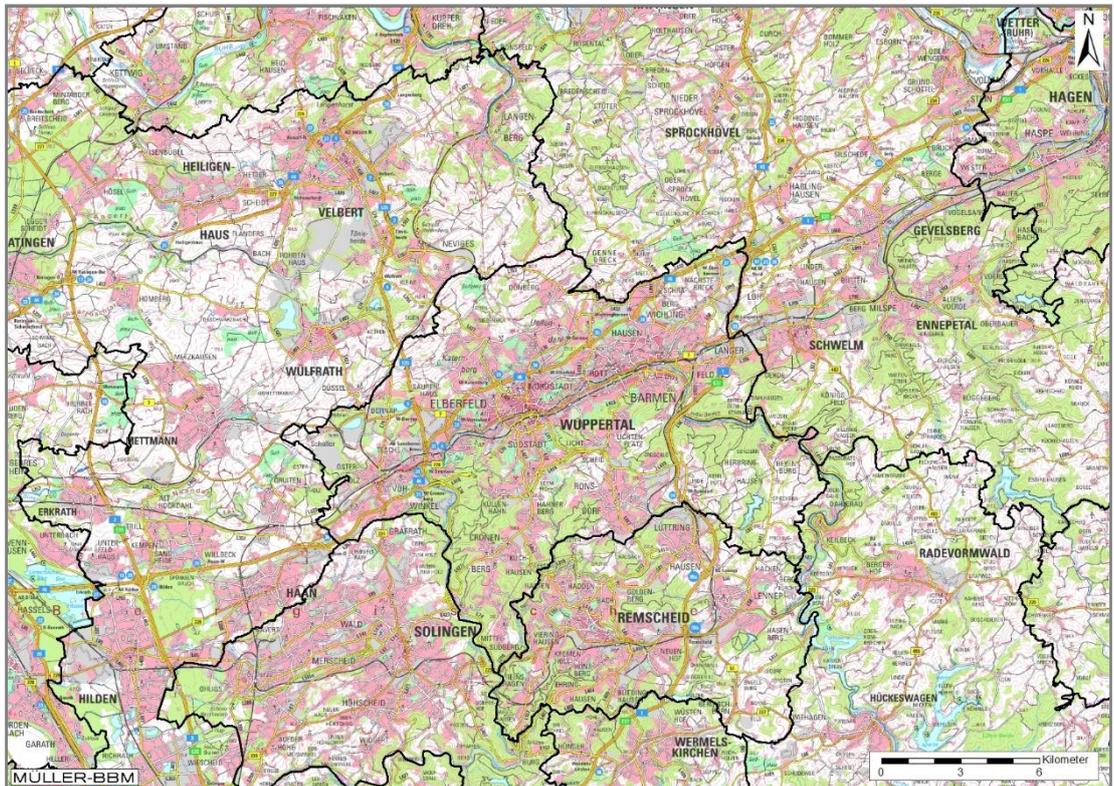


Abbildung 1. Räumliche Lage der Stadt Wuppertal im Bergischen Land [21].

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 2023 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 2023 nicht angepasst. Die letzte Erweiterung erfolgte 2022 mit den Messpunkten MP 54 (Blücherstraße 2, Vohwinkel) und MP 55 (Schusterplatz, Elberfeld) sowie dem aus dem Jahr 2008 reaktivierter Messpunkt MP 31 (Schraberg 10, Oberbarmen). Die Messpunkte befinden sich in Wohnvierteln im städtischen Hintergrund, also an Orten mit geringem direkten Straßenverkehrseinfluss.

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	Nevigese 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 2 zeigt die räumliche Verteilung der in Tabelle 1 aufgeführten Messorte im Jahr 2023 im Stadtgebiet von Wuppertal.

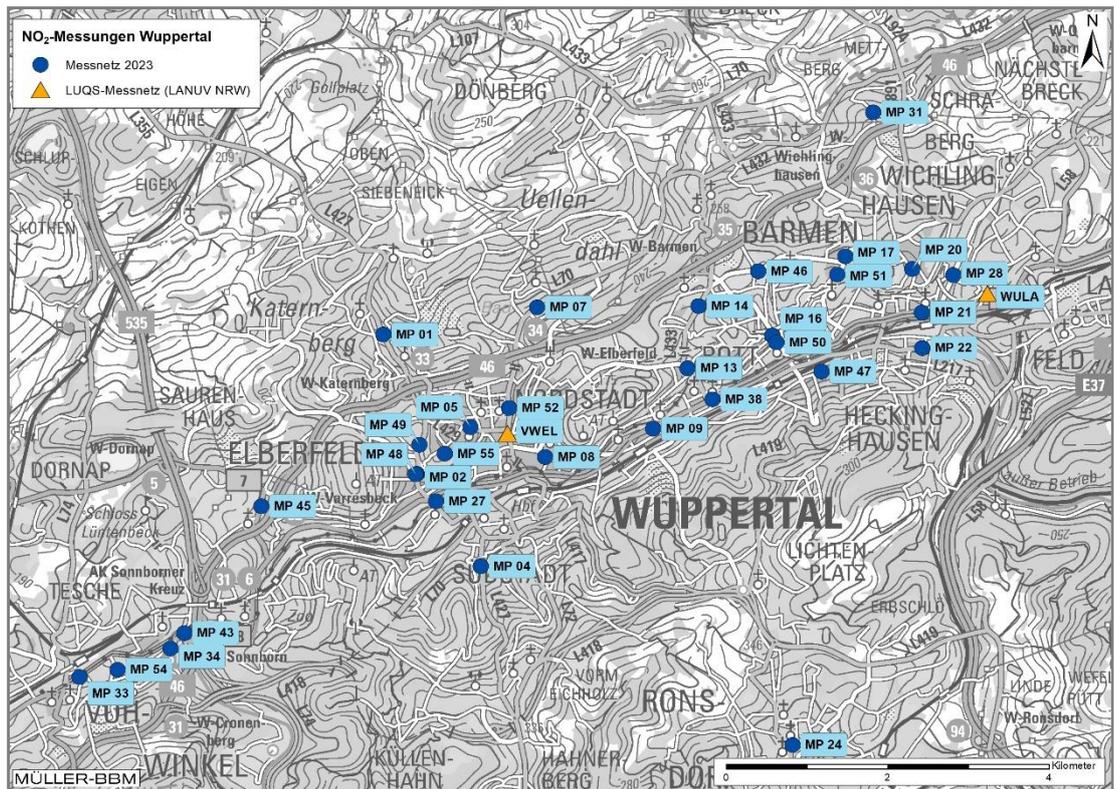


Abbildung 2. Räumliche Verteilung der kommunalen Messorte MP 01 – MP 55 sowie der LANUV Messstandorte (LUQS) im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2023 [21].

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 NO₂ in Wuppertal. Bis zum Jahr 2021, 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 NO₂-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-14119-01-01 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 2023 werden die **Ergebnisse für das Messjahr 2023** 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 [27] bis [30]

Richtlinien:

DIN EN 16339 (2013-11): Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler [22]

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 [29])
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 [23]

VDI 3786, Blatt 2 (2018-05): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind [24]

VDI 3786, Blatt 3 (2024-04): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Lufttemperatur [25]

VDI 3786, Blatt 4 (2023-12): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Luftfeuchte [26]

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 2023 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 NO₂ und Feinstaub PM₁₀. 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 2023

Nach Daten des DWD ist 2023 das wärmste Jahr seit Messbeginn in Deutschland. Mit einer mittleren Temperatur von 10,6 °C liegt 2023 2,4 °C über der Referenzperiode. Insgesamt war das Jahr feucht warm mit viel Niederschlag (958 l/m² deutschlandweit). Alle Monate im Jahr 2023 waren überdurchschnittlich warm. Bis auf die Monate Februar, Mai, Juni und September gab es in allen Monaten überdurchschnittlich viel Niederschlag. Der Jahresverlauf für gesamt Deutschland war 2023 gekennzeichnet von einem sehr milden Jahresbeginn, einem sehr warmen Juni und September sowie einem sehr nassen November [8].

In NRW setzt sich der milde Winter 2022 im Januar 2023 mit einem rekordwarmen Jahresbeginn fort (in Wuppertal bis zu 15.4 °C am 01.01.2023). Der Februar war geprägt von Hochdruckwetterlagen, viel Sonnenschein und gegenüber dem übrigen Jahr 2023 wenig Niederschlag. Auf den milden Winter folgte ein sehr nasser März. Der Sommer 2023 ist gekennzeichnet durch einen sehr warmen und sehr sonnigen Juni sowie viel Niederschlag im Juli und August. Im Anschluss an den Sommer folgen die sehr warmen Monate September und Oktober. Zum Jahresende gab es viel Niederschlag im November und Hochwasser im Dezember. Insgesamt fiel 2023 in NRW 40 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel [8].

Lufttemperaturen in Wuppertal

Die Messergebnisse an der Station Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für das Jahr 2023 sind in Abbildung 3 sowie in Tabelle 3 den langjährigen Mittelwerten der Referenzperiode 1991 bis 2020 der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.) gegenübergestellt. Der DWD leitet aus diesen Datenreihen die vieljährigen Mittelwerte ab [9].

Die an der Station Wuppertal-Bundesallee gemessenen Temperaturen lagen im Jahresmittel bei 12,3 °C und damit um 0,2 °C niedriger als im Vorjahr 2022. Der langjährige Mittelwert der Referenzperiode an der Station Wuppertal-Buchenhofen (10,3 °C) wurde um 2,0 °C übertroffen (Vorjahr: +2,3 °C). Das Jahr 2023 knüpft damit an die Hitzerekorde der Jahre 2018, 2020 und 2022 an, die ebenfalls zu den 10 wärmsten Jahren seit Aufzeichnungsbeginn gehören [10]. Der bundesweit erkennbare Trend spiegelt sich demnach auch lokal in Wuppertal wider (siehe Tabelle 3).

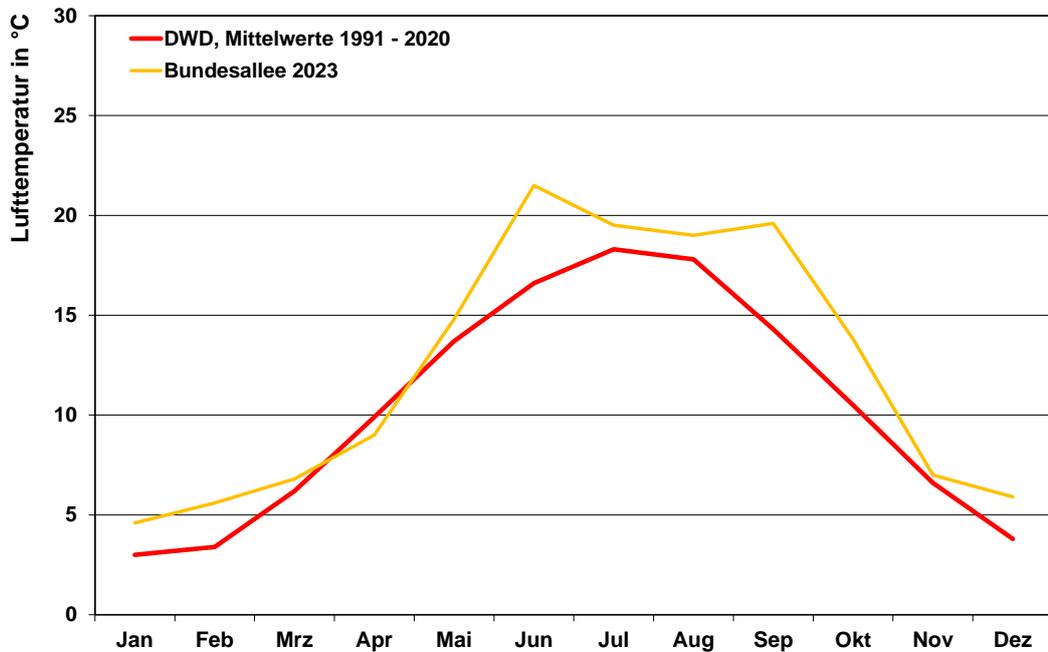


Abbildung 3. Monatsmittel der Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.) für den Messzeitraum 2023 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1991 – 2020 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

Der Jahresverlauf der Monatsmitteltemperaturen ist in Abbildung 3 dargestellt und verdeutlicht die Temperaturtrends im Jahr 2023: die Monate Februar (+ 2,2 °C), Juni (+ 4,9 °C) September (+ 5,3 °C), Oktober (+ 3,3 °C) und Dezember (+ 2,1 °C) waren wärmer als im langjährigen Mittel üblich. Damit war der Herbst 2023 3,0 °C wärmer als in der 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 2023 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	2023	4,6	5,6	6,8	9,0	14,8	21,5	19,5	19,0	19,6	13,8	7,0	5,9	12,3
relative Feuchte (%)														
Bundesallee	2013-2022	87	80	71	65	67	67	67	69	76	82	86	87	76
Bundesallee	2023	88	81	79	72	68	54	67	79	72	81	88	89	77
Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	0	0	0	1	4	8	12	11	3	0	0	0	38
Bundesallee	2023	0	0	0	0	3	21	9	11	13	1	0	0	58
Heiße Tage ($T_{\max} > 30\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	0	0	0	0	0	2	4	3	0	0	0	0	9
Bundesallee	2023	0	0	0	0	0	5	3	5	7	0	0	0	20
Frosttage ($T_{\min} < 0\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	13	12	9	3	0	0	0	0	0	1	5	11	53
Bundesallee	2023	11	7	7	2	0	0	0	0	0	0	3	4	34
Eistage ($T_{\max} < 0\text{ °C}$)														
DWD	1991-2020	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Bundesallee	2023	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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 (34 Tage, vgl. Abbildung 4 und Tabelle 3. Im Vorjahr waren es noch 26 Tage). Sogenannte „Eistage“, an denen auch das Tagesmaximum der Lufttemperatur unter 0 °C lag, wurden im Jahr 2023 an zwei Tagen (25.01.2023 und 01.12.2023) erfasst. Der kälteste Tag im Jahr 2023 war in Wuppertal der 2. Dezember mit $-1,8\text{ °C}$ im Tagesmittel.

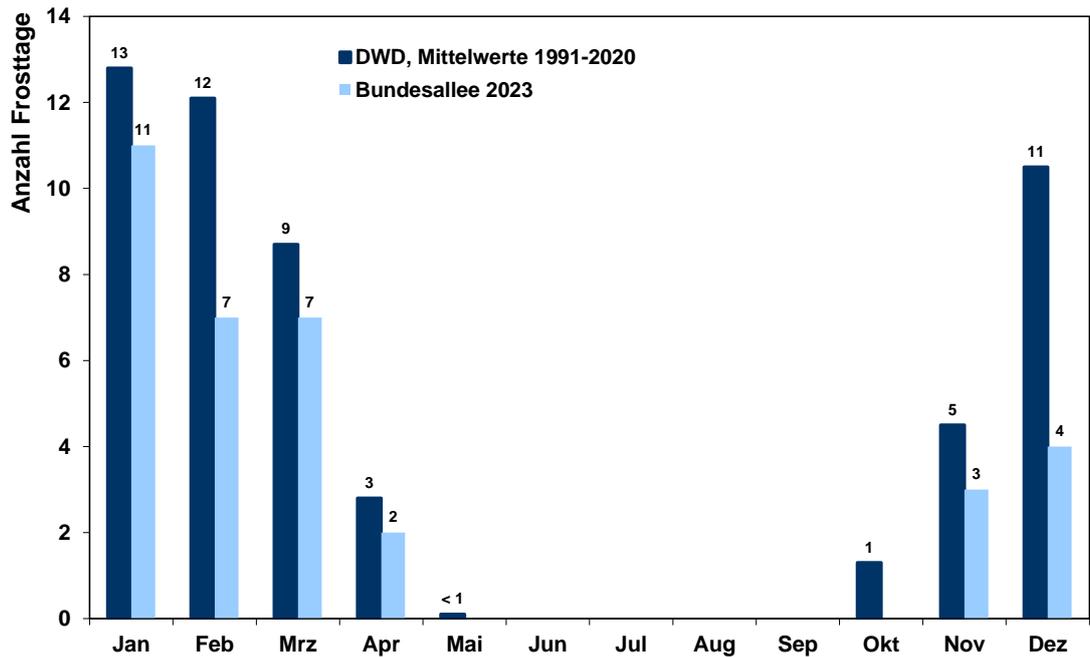


Abbildung 4. Monatliche Anzahl der Frosttage ($T_{min} < 0 \text{ °C}$) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01.2023. – 31.12.2023 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1991 – 2020 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

Die größte monatliche Anzahl von Sommertagen ($T_{max} > 25 \text{ °C}$) wurde 2023 im Juni mit 21 Tagen erreicht. Das sind 13 Tage mehr als im langjährigen Mittel. Auffällig ist der September, der etwa viermal so viele Sommertage wie im langjährigen Mittel aufweist. Insgesamt gab es mit 58 Tagen im Jahr 2023, etwa 1,5-mal so viele Sommertage, wie im langjährigen Mittel 1991 bis 2020 (vgl. Abbildung 5 und Tabelle 3).

Der heißeste Tag im Jahr 2023 war in Wuppertal der 8. Juli mit $27,7 \text{ °C}$ im Tagesmittel. Gegen 18:00 Uhr wurden Maximaltemperaturen von $35,4 \text{ °C}$ erreicht

Sogenannte „Heiße Tage“ mit Höchsttemperaturen über 30 °C traten in diesem Jahr insgesamt 20 mal auf, langjährig sind neun Tage üblich.

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

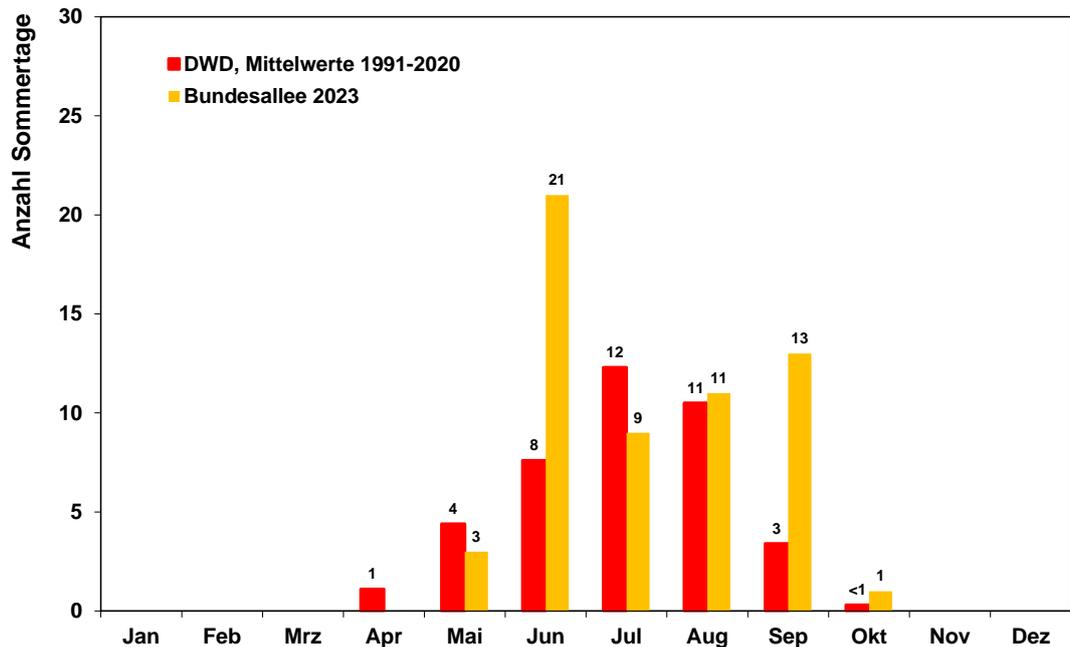


Abbildung 5. Monatliche Anzahl der Sommertage ($T_{max} > 25\text{ °C}$) an der Station Bundesallee (30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01.2023 – 31.12.2023 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel 1991 – 2020 an der DWD-Station Wuppertal-Buchenhofen (2 m ü. Gr.).

5.2 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2023 zusammengefasst. In Tabelle 4 sind zunächst die Monatsmittelwerte sowie das Gesamtmittel der Windgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum 2023 dargestellt.

Tabelle 4. Monats- und Gesamtmittelwerte der Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee für das Jahr 2023 (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Vergleich zum Zeitraum 2013 – 2022.

Messgröße	Zeitraum	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Windgeschwindigkeit (m/s)														
Bundesallee	2013-2022	3,0	3,4	2,8	2,5	2,3	2,3	2,1	2,1	2,0	2,5	2,6	3,0	2,5
Bundesallee	2023	3,3	2,4	2,9	2,7	2,5	2,4	2,6	1,8	1,7	2,5	3,2	3,6	2,7

Die Monats- und Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten zeigen im Jahr 2023 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 Dezember 2023 (3,6 m/s).

Die in Abbildung 6 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit im Jahr 2023 weist ein primäres Maximum aus südwestlichen Rich-

tungen auf. Ein schwach ausgeprägtes sekundäres Maximum besteht in den nordöstlichen Anströmungen. Die Spitzenwerte der Windgeschwindigkeiten waren überwiegend an das Primärmaximum gebunden. Schwachwinde (< 1,4 m/s) waren in etwa gleichmäßig an beide Windrichtungen gekoppelt.

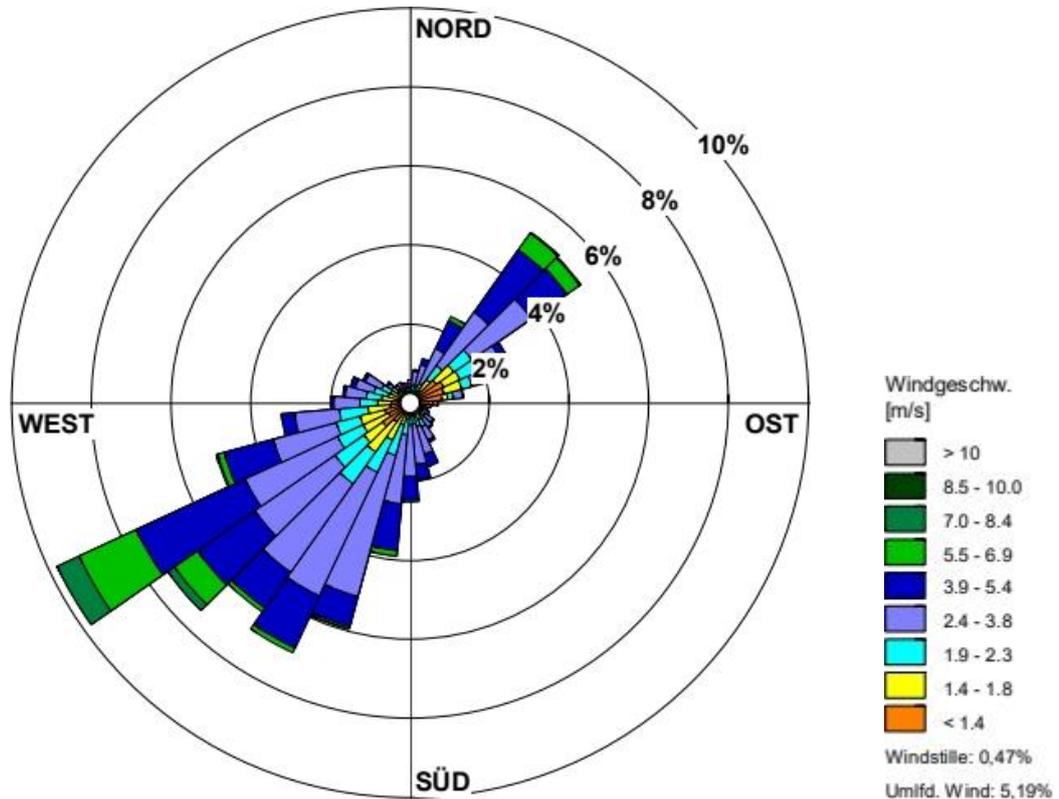


Abbildung 6. Stärkewindrose (Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen) in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (Messhöhe: 30 m ü. Gr.) im Messzeitraum 01.01.2023 – 31.12.2023.

Abbildung 7 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 33 % besonders häufig auftrat. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug über den Messzeitraum vom 01.01.2023 bis 31.12.2023 2,7 m/s (siehe Tabelle 4).

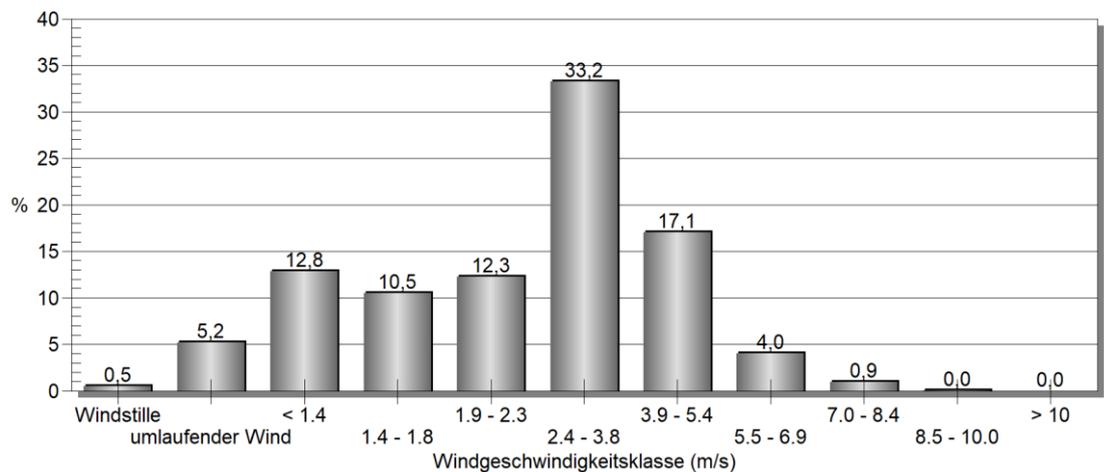


Abbildung 7. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01.2023 – 31.12.2023.

Für eine detaillierte Beurteilung der monatsbezogenen Immissionskenngrößen sind in der Abbildung 9 und Abbildung 10, analog zum gesamten Messzeitraum, die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und -geschwindigkeiten in den einzelnen Messmonaten dargestellt. Die nordöstlichen Windrichtungen waren vor allem im April, Mai und Juni dominant. Für die restlichen Monate war die südwestliche Hauptwindrichtung, also das Primärmaximum, prägend.

Die in Abbildung 8 dargestellte Zeitreihe der Windgeschwindigkeit dokumentiert die typische, deutlich stärkere Streuung der täglichen Maximalwerte der Windgeschwindigkeit gegenüber den Tagesmittelwerten. Die stärksten Windböen wurden an der Station Bundesallee mit 12,6 m/s (45 km/h) am 19.04.2023 erreicht.

Der Verlauf der Tagesminima der horizontalen Windgeschwindigkeit (orangefarbene Kurve in Abbildung 8) weist Werte zwischen 0,0 und 2,3 m/s auf. Die Verteilung entspricht insgesamt einem durchaus typischen Jahresgang mit tendenziell häufigeren Windstillen in den Sommermonaten.

Die Tagesmaxima (grüne Kurve in Abbildung 8) traten im Allgemeinen während der Tagstunden sowie die Minima während der Nachtstunden auf. Diese Verteilung der Extremwerte der Windgeschwindigkeit im Tagesgang ist typisch und dokumentiert u. a. die eher labilen, das heißt austauschreichen Verhältnisse der bodennahen Atmosphäre während der Tagstunden gegenüber den meist deutlich stabileren und somit austauschärmeren Zuständen während der Nachtstunden ohne solare Einstrahlung.

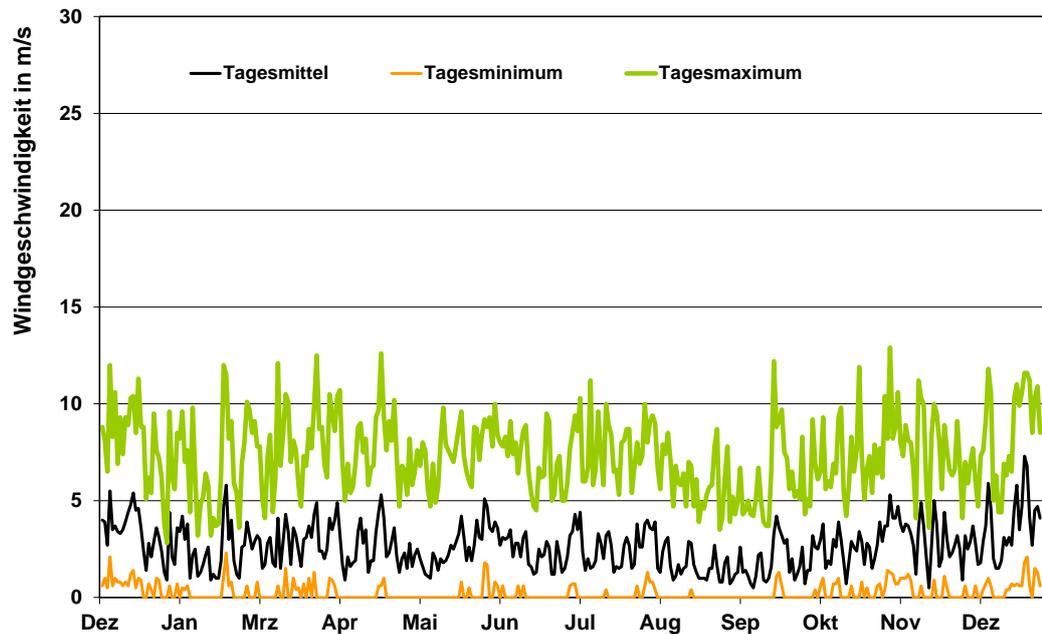
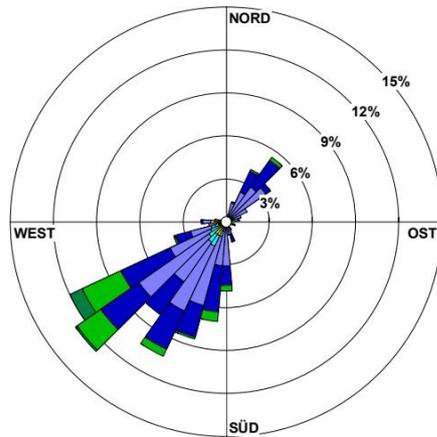
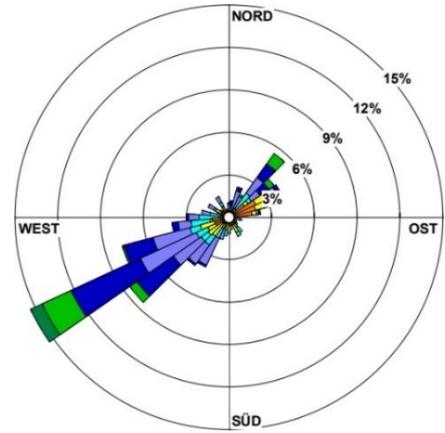


Abbildung 8. Zeitreihe der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten sowie der täglichen Extremwerte (Min/Max) an der Station Bundesallee im Messzeitraum 01.01.2023 – 31.12.2023.

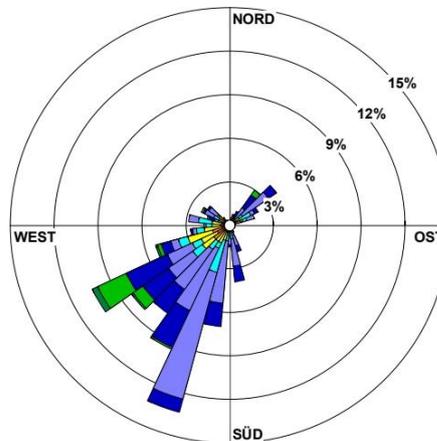
Eine abschließende Bewertung der lokalen Austauschbedingungen der bodennahen Atmosphäre in Wuppertal ist zusätzlich von weiteren Kriterien abhängig. Neben der Stärke der Windgeschwindigkeit hat auch der zeitliche Verlauf der Windgeschwindigkeit in Verbindung mit der vertikalen Stabilität der bodennahen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



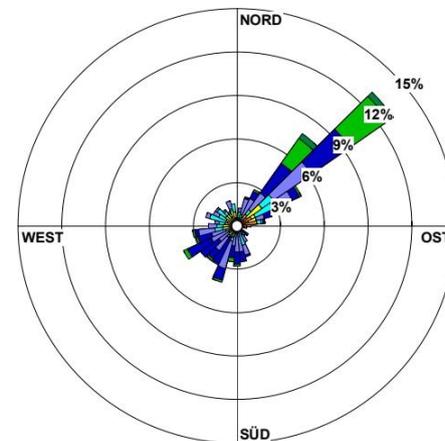
Januar 2023



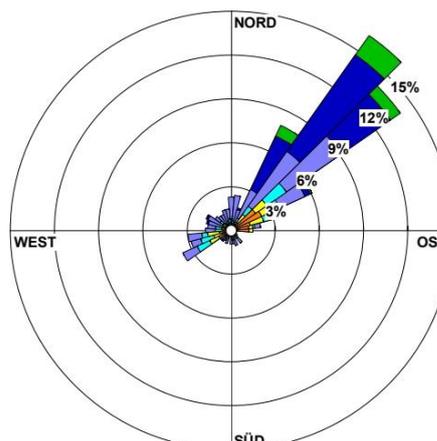
Februar 2023



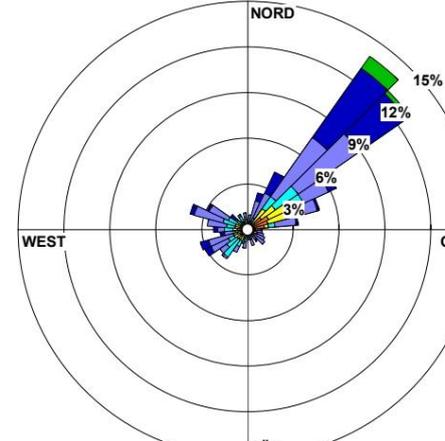
März 2023



April 2023

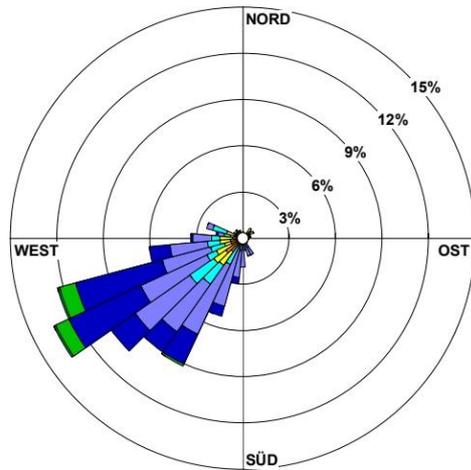


Mai 2023

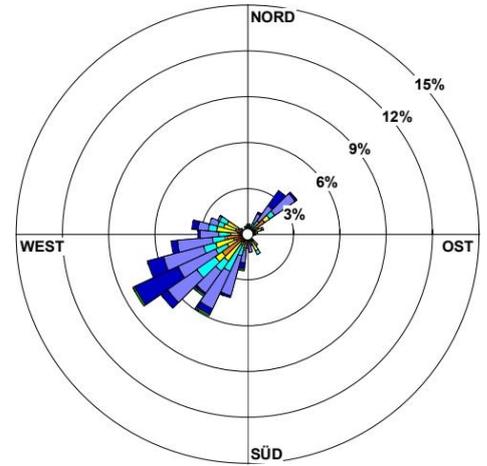


Juni 2023

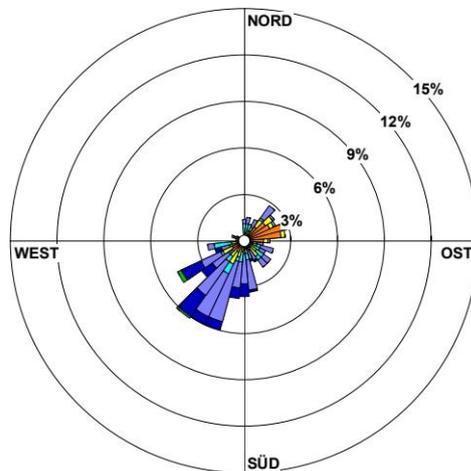
Abbildung 9. Stärkewindrosen für die Monate Januar 2023 – Juni 2023 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Gr.). Legende siehe Abbildung 6.



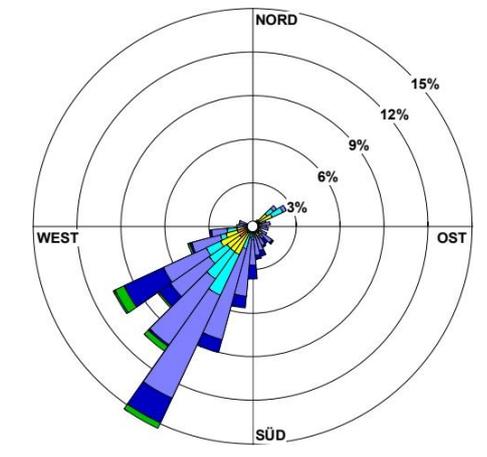
Juli 2023



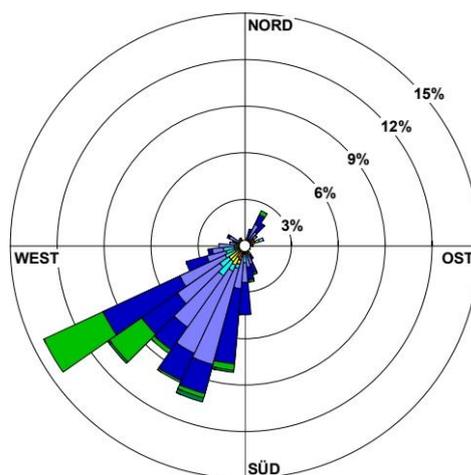
August 2023



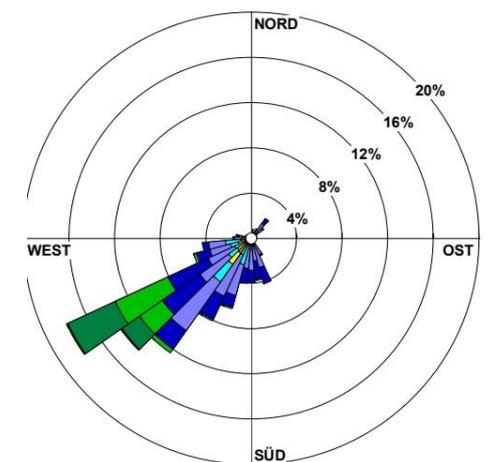
September 2023



Oktober 2023



November 2023



Dezember 2023 (Skalierung 20 %)

Abbildung 10. Stärkewindrosen für die Monate Juli 2023 – Dezember 2023 an der Messstation Wuppertal-Bundesallee (30 m ü. Grund). Legende siehe Abbildung 6.

6 Ergebnisse der Messungen und Bewertung

6.1 Stickstoffoxide

Entstehung und Wirkung von Stickstoffoxiden

Stickstoffoxide entstehen u. a. durch Verbrennungsprozesse bei hohen Temperaturen, durch Oxidation des Luftstickstoffs und des im Brennstoff gebundenen Stickstoffs. Die Menge an Stickstoffoxiden, die bei der Verbrennung entsteht, hängt nicht nur von der im Brennstoff vorhandenen Menge an Stickstoffverbindungen, sondern auch von den Verbrennungsbedingungen ab. **Der Hauptverursacher für NO_x-Emissionen (NO + NO₂) ist der Verkehr.** Primär wird überwiegend Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, das u. a. durch die Reaktion mit Ozon (O₃) in der Atmosphäre zu Stickstoffdioxid (NO₂) auf oxidiert 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 Photooxidation führen. Diese Photooxidation 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 und in die Zukunft gerichtete Beurteilung die voraussichtlichen Grenzwerte der aktualisierten EU-Luftqualitätsrichtlinien herangezogen werden, die ab dem 1. Januar 2030 einzuhalten sind.

Mit der Aktualisierung der derzeitigen Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa sollen unter anderem die Ziele der Luftreinhaltung den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) angenähert werden. Die ausgehandelte Neufassung wurde am 24.04.2024 bereits durch das Europäische Parlament bestätigt und muss abschließend vom Europäischen Rat angenommen werden, was voraussichtlich nur noch Formsache ist [11][12]. Die EU-Mitgliedsstaaten müssen bereits ab Inkrafttreten der Richtlinie (voraussichtlich noch in 2024) Maßnahmen ergreifen, falls eine Überschreitung im Jahr 2030 absehbar ist. Diese Verpflichtung ist im Vergleich zur Vorangegangenen Novelle neu.

Die Richtlinie sieht auch für Stickstoffdioxid neue Grenzwerte vor. Der zulässige Jahresmittelwert wird von derzeit 40 µg/m³ auf 20 µg/m³ halbiert. Ab 2030 soll zudem eine Überschreitung des Stundenmittelwertes von 200 µg/m³ nur noch einmal im Jahr zulässig sein (derzeit 18 Überschreitungen zulässig). Als weiteres Maß der Luftqualität wird ein neuer Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ eingeführt, der im Kalenderjahr maximal an 18 Tagen überschritten werden darf.

Die Empfehlungen der WHO sehen für Stickstoffdioxid mit 10 µg/m³ im Jahresmittel bzw. keiner erlaubten Überschreitung des Stundenmittelwertes von 200 µg/m³ noch strengere Richtwerte für die Luftqualität vor [42]. Zusätzlich soll das 99. Perzentil der NO₂-Tagesmittelwerte eines Jahres die Konzentration von 25 µg/m³ nicht überschreiten. In der Aktualisierung der Luftqualitätsrichtlinie ist vorgesehen, die Grenzwerte erstmals Ende 2030 und anschließend mindestens alle fünf Jahre anhand aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse, insbesondere den WHO Empfehlungen, zu überprüfen.

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 2023 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 23 bezeichnet. Die exakten Probezeiträume können Tabelle 10 im Anhang B entnommen werden.

Die Verfügbarkeit der NO₂-Messdaten für das Jahr 2023 betrug an den Messpunkten MP 05, MP 22, MP 24 und MP 33 92 %. Am Messpunkt MP 49 wurde eine

Verfügbarkeit 75 % erreicht, da es zwischen September und Dezember 2023 in drei Monaten zu mutwilligen Beschädigungen des Messpunktes kam. An allen anderen Messpunkten betrug die Verfügbarkeit im Jahr 2023 100 %. Die **Mindestdatenerfassung** gemäß Anlage 1 A der 39. BImSchV (Datenverfügbarkeit von > 90 %) wurde mit Ausnahme von MP 49 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 2023 zusammenfassend dargestellt. Alle einzelnen Monatswerte sowie die Einzelergebnisse der Doppelbeprobung sind in Tabelle 10 im Anhang B enthalten. Abbildung 11 zeigt zudem die räumliche Verteilung der Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal sowie eine Klassifizierung der NO₂-Jahresmittelwerte für 2023.

Die höchsten NO₂-Belastungen für das Jahr 2023 wurden mit 33 µg/m³ an der Westkotter Str. 111 (MP 17) gemessen. Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid beträgt 40 µg/m³.

Somit wurde im Jahr 2023 in Wuppertal der Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m³ an allen Messpunkten sicher eingehalten.

Tabelle 5. Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte für NO₂ an den Messpunkten MP 01 – M 55 im Jahr 2023.

Stickstoffdioxid NO ₂ in µg/m ³														
MP-Nr.	Messort	Jan 23	Feb 23	Mrz 23	Apr 23	Mai 23	Jun 23	Jul 23	Aug 23	Sep 23	Okt 23	Nov 23	Dez 23	Mittel 2023 ²⁾
MP 01	Nevigeser Straße 98	19	28	22	19	17	17	14	15	21	19	17	21	19
MP 02	Briller Straße 28	30	38	36	32	33	34	25	30	37	32	28	34	32
MP 04	Steinbeck 92	24	32	31	27	25	24	24	24	32	27	27	29	27
MP 05	Hochstraße 63	21	33	29	29	34	34	20	24	31	n.a.	18	25	27
MP 07	Uellendahler Straße 198	23	30	28	23	19	20	20	20	24	21	22	25	23
MP 08	Hofkamp 86	21	31	26	23	19	19	20	22	30	24	22	23	23
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	27	36	33	30	25	29	20	26	31	24	19	25	27
MP 13	Rudolfstraße 149	25	37	33	32	33	33	26	31	35	31	25	29	31
MP 14	Schönebecker Straße 81	20	29	23	20	24	23	23	26	28	28	21	24	24
MP 16	Steinweg 25	28	38	36	28	28	24	25	28	33	28	29	30	30
MP 17	Westkotter Straße 111	31	40	39	32	31	30	30	30	36	31	34	35	33
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	22	31	28	26	25	26	20	23	27	25	23	25	25
MP 21	Berliner Straße 159	23	28	25	27	33	35	22	25	28	27	23	26	27
MP 22	Heckinghauser Straße 159 ³⁾	19	35	24	24	28	26	17	22	25	n.a.	19	24	24
MP 24	Staastraße 51	19	24	21	22	22	n.a.	14	19	23	22	19	23	21
MP 27	Bundesallee 30	15	22	16	14	15	13	12	14	19	17	15	17	16
MP 28	Schwarzbach 78	27	33	30	25	26	25	22	28	28	31	26	31	28
MP 31	Schraberg 10	18	22	18	15	15	14	12	15	19	23	18	24	18
MP 33	Kaiserstraße 32	26	34	25	24	23	21	20	22	29	25	21	n.a.	23
MP 34	Haeseler Strasse 94	26	35	30	20	23	27	21	24	30	26	21	23	25
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	26	39	32	25	27	25	21	23	31	27	21	26	27
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	21	29	25	20	21	23	21	22	29	26	18	24	23
MP 45	Varresbeckerstraße 122	26	35	30	27	28	29	20	19	32	29	23	26	27
MP 46	Schützenstraße 74	22	31	24	19	19	18	17	19	23	24	22	24	22
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	21	28	24	20	18	16	15	16	23	25	19	23	21
MP 48	Briller Straße 28 (ggü.)	23	36	28	25	25	24	20	23	29	25	24	28	26
MP 49	Briller Straße 100	21	29	24	21	19	19	17	16	n.a.	24	n.a.	n.a.	21
MP 50	Steinweg / Oberdömen	21	33	28	23	24	20	18	20	26	26	19	26	24
MP 51	Westkotter Straße 73a	19	29	24	19	19	18	15	18	25	26	18	23	21
MP 52	Gathe 20	22	30	27	20	18	16	17	19	24	26	21	25	22
MP 53	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	29	42	36	29	28	26	30	30	32	34	30	31	31
MP 54	Blücherstraße 2	16	24	18	14	13	13	13	12	16	16	15	18	16
MP 55	Schusterplatz	16	25	18	14	14	12	11	13	17	16	14	17	16
VWEL ¹⁾	Wuppertal Gathe	31	41	37	33	28	26	30	31	33	34	32	28	32
WULA ¹⁾	Wuppertal Langerfeld	15	21	17	14	12	11	10	12	14	16	14	15	15
Beurteilungswert 39. BImSchV / TA Luft (Jahresmittelwert)														
40														

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

¹⁾ Quelle: Monatswerte aus nicht abschließend validierten Messdaten, Jahresmittelwerte vorläufig | LANUV NRW für die LUQS-Stationen Gathe (VWEL) und Langerfeld (WULA)

²⁾ Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiträume für die Einzelmessungen

³⁾ Ersatzmessort für November, Dezember 2023: Heckinghauser Str. 152

\\S-gkn-fs02.mbbm-group.com\allefirmen\MP\160\160922\160922_06_Ber_1D.DOCX:28.05.2024

Nach der Westkotter Str. (MP 17) wurden die nächsthöheren Belastungen an der Briller Str. 28 (MP 02) und an der LANUV Messstation VWEL² mit jeweils 32 µg/m³ gemessen. An der Rudolfstraße 149 (MP 13) sowie am Steinweg 25 (MP 16) wurden ebenfalls Jahresmittelwerte von ≥ 30 µg/m³ erfasst. Die Messpunkte sind in Abbildung 11 in Rot bzw. Rotorange dargestellt. Am häufigsten, insgesamt an 23 der 33 Messpunkten, wurden Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ bis 28 µg/m³ (in Orange, 10 Messpunkte) sowie 21 µg/m³ bis 24 µg/m³ gemessen (in Gelb; 13 Messpunkte).

Die niedrigsten Jahresmittelwerte wurden mit jeweils 16 µg/m³ an der Blücherstraße 2 (MP 54) und am Schusterplatz (MP 55) sowie mit 15 µg/m³ an der LANUV-Messstation WULA in Langerfeld erfasst. Die Konzentrationen an dem Hintergrundmesspunkt in Oberbarmen (MP 31) lag mit 18 µg/m³ etwas höher. Das im Jahr 2023 in den Wohnvierteln registrierte Hintergrundniveau von NO₂ in Wuppertal kann somit mit durchschnittlich etwa 16 µg/m³ angegeben werden. Das entspricht einer Ausschöpfung des neuen Jahresgrenzwertes von bereits 80 %. Die innerstädtische Überdachstation an der Bundesallee (MP 27) gibt dieses Niveau mit einem Jahresmittelwert von ebenfalls 16 µg/m³ gut wieder.

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 µg/m³ möglich. Solche Immissionssituationen wurden 2023 auf Basis vorläufiger Messdaten nicht registriert. An der Station Gathe betrug der maximale NO₂-Stundenwert 95 µg/m³, in Langerfeld 104 µg/m³ [31].

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 NO₂ charakterisierten Messorte festgestellt werden (eine Analyse der langjährigen Entwicklung folgt später in Abschnitt 6.1.6).

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).

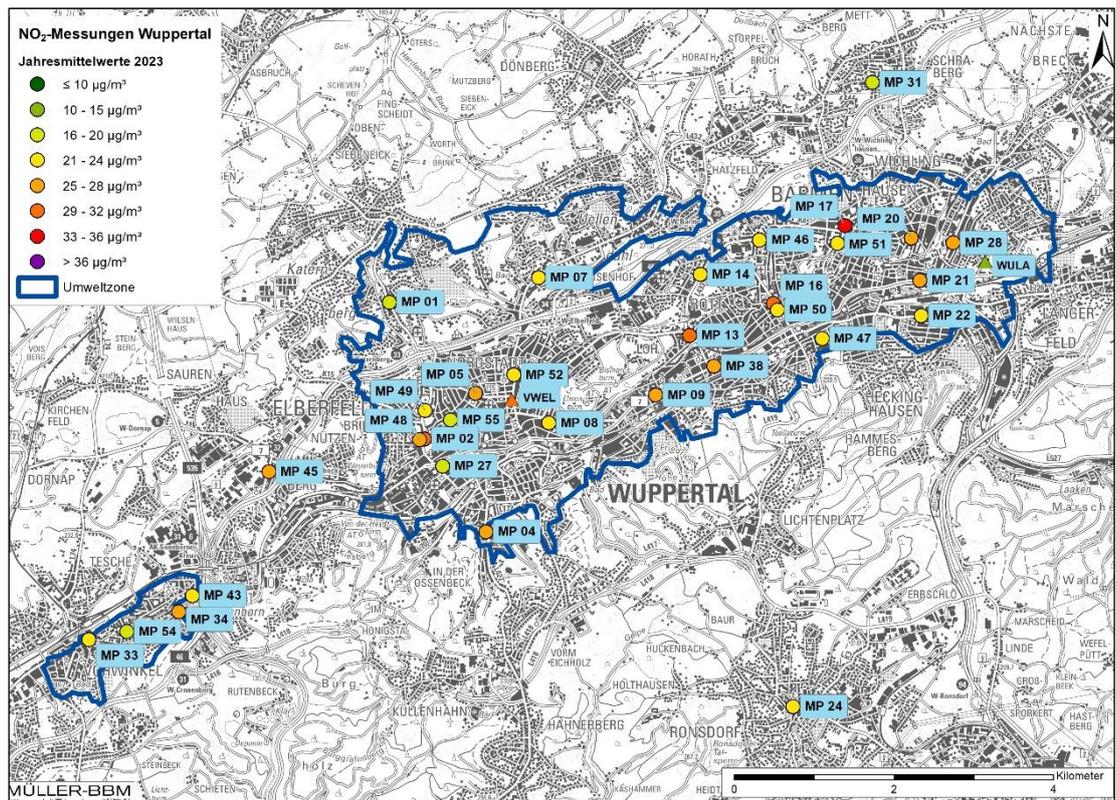


Abbildung 11. Räumliche Verteilung der Messorte MP 1 – MP 55 sowie Klassifizierung der NO₂-Jahresmittelwerte 2023.

6.1.2 Vergleich mit den voraussichtlichen Grenzwerten der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2030 und den Richtwerten der Weltgesundheitsorganisation (WHO)

Ein Vergleich der Messergebnisse mit den voraussichtlichen Grenzwerten der **zukünftigen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2030** (siehe auch Abschnitt 6.1) dokumentiert jedoch den anhaltend **hohen Handlungsdruck** (siehe Abbildung 12). Der ab 2030 gültige Grenzwert von 20 µg/m³ im Jahresmittel wird im Jahr 2023 bisher im städtischen Hintergrund (MP 27, MP 31, MP 54, MP 55 und WULA) sowie an dem Verkehrsmesspunkt Nevigeser Straße 98 (MP 02) eingehalten. An 23 weiteren Verkehrsmesspunkten werden derzeit 21 µg/m³ bis 28 µg/m³ gemessen. Sollte sich der allgemeine Trend der abnehmenden städtischen Hintergrundbelastung (in den vergangenen 10 Jahren etwa 1 µg/m³ pro Jahr) in Wuppertal sowie bundesweit fortsetzen und die Erneuerung sowie Elektrifizierung der Fahrzeugflotte voranschreiten, ist eine Einhaltung des neuen Grenzwertes von 20 µg/m³ im Jahr 2030 an diesen Messpunkten möglich. An fünf Messpunkten wurde im Jahr 2023 noch Jahresmittelwert von ≥ 30 µg/m³ erfasst. Eine Einhaltung des neuen Grenzwertes ab 2030 ist an diesen Messpunkten nach derzeitigem Kenntnisstand ein entsprechend ambitioniertes Ziel.

Als weiteres Maß der Luftqualität soll ab 2030 ein Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ eingeführt, der im Kalenderjahr maximal an 18 Tagen überschritten werden darf. Auf Basis eigener Auswertungen wurde der Tagesgrenzwert an der Station Gathe (VWEL) im Jahr 2023 an 7 Tagen knapp überschritten (maximaler Tageswert 57 µg/m³). Im städtischen Hintergrund lag der maximale Tageswert bei 40 µg/m³. Die Anzahl der zu-

lässigen Überschreitungen des Tagesgrenzwert wurde somit in Wuppertal sicher eingehalten. Eine Bewertung dieses Kriteriums ist an Messorten mit Passivsammlern nicht möglich.

Im Hinblick auf die noch strengeren **Luftgüteleitlinien der WHO** lassen sich die Messergebnisse folgendermaßen zusammenfassen: In Wuppertal wurde **im Jahr 2023** an allen Messorten der **WHO-Richtwert von 10 µg/m³ deutlich überschritten**. Das kurzfristige „Zwischenziel“ von 30 µg/m³ wurde an 29 Messorten eingehalten (Vorjahr 20), das mittelfristige „Zwischenziel“ 20 µg/m³ nur an fünf (Vorjahr vier) Messorten.

An den kontinuierlichen Messstationen Langerfeld (WULA) und Gathe (VWEL) lag das 99. Perzentil der NO₂-Tagesmittelwerte anhand eigener Auswertungen bei 33 µg/m³ bzw. 51 µg/m³, und damit teils deutlich über dem WHO-Richtwert von 25 µg/m³. Das kurzfristige „Zwischenziel“ von 120 µg/m³ wird bereits seit Veröffentlichung der neuen WHO-Richtwerte eingehalten, das mittelfristige „Zwischenziel“ von 50 µg/m³ ist an der Station Gathe in den kommenden Jahren erreichbar. Der Richtwert der WHO für das NO₂-Stundenmittel liegt bei 200 µg/m³ (ohne tolerierte Überschreitungshäufigkeit, die rechtsverbindliche 39. BImSchV toleriert 18 zulässige Überschreitungen). Dieses WHO-Kriterium wurde in Wuppertal bereits eingehalten.

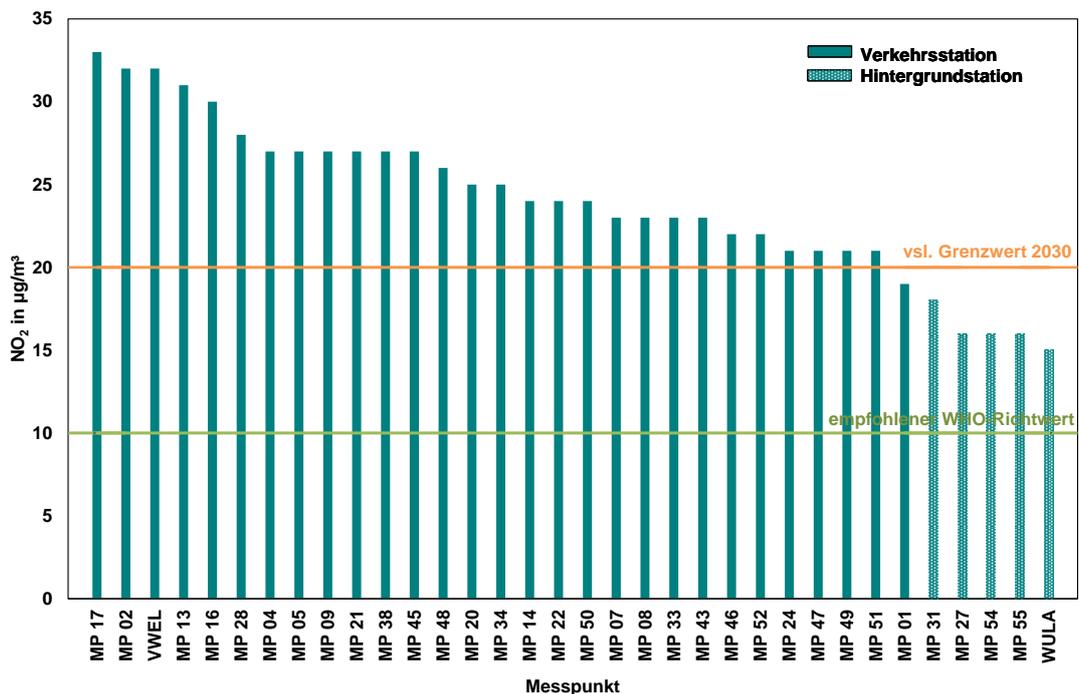


Abbildung 12. NO₂-Jahresmittelwerte in Wuppertal im Jahr 2023 sortiert nach Immissionsniveau und im Vergleich zu voraussichtlichen Grenzwert 2030 sowie dem empfohlenen WHO-Richtwert.

6.1.3 Exkurs Belastungsschwerpunkte

Im nahen und erweiterten Umfeld der langjährigen Belastungsschwerpunkte MP 02 (Briller Str.), MP 16 (Steinweg), MP 17 (Westkotter Str.) und VWEL (Gathe) mit besonders hohen Jahresmittelwerten wurden im Jahr 2019 ergänzend die MP 48 bis MP 52 in Betrieb 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 NO₂-Konzentrationen gemessen wurden als an „ihren“ Belastungsschwerpunkten. Die Differenzen betragen 2023 zwischen 6 µg/m³ und 12 µg/m³. Die Ergebnisse unterstreichen insgesamt den großen Einfluss der lokalen Rahmenbedingungen auf das konkrete Immissionsniveau am jeweiligen Messort. Untersuchungen der räumlichen Verteilung von Belastungen im Umfeld von vorhandenen Messstationen wurden mit ähnlichen Schlussfolgerungen z. B. auch in Bayern und Hamburg veröffentlicht [40], [41].

6.1.4 NO₂-Immissionen im Jahresverlauf 2023

In Tabelle 6 sind neben den Jahresmittelwerten 2023 auch die Monatsextreme dargestellt (minimale und maximale Monatsmittelwerte in 2023). 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.

Grundsätzlich ist der Verlauf der NO₂-Belastung auf eine Überlagerung von Emissionssituation und Witterungsverlauf zurückzuführen. Typische Jahresgänge von NO₂-Immissionen zeigen an Hintergrundmessstellen oft deutlich höhere Belastungen in den Wintermonaten. Im Verhältnis zum Konzentrationsniveau ist der Einfluss der Jahreszeit dort in der Regel größer als an verkehrsnahen Stationen. 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 Februar 2023, der gegenüber anderen Monaten nur geringe Niederschlagsmengen und vermehrt Hochdruckwetterlagen aufwies (vgl. Abschnitt 5.1). Die niedrigsten Konzentrationen wurden überwiegend in den Sommermonaten Juni und Juli 2023 gemessen.

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

Tabelle 6. NO₂-Jahresmittelwerte sowie NO₂-Monatsextreme für das Jahr 2023.

MP-Nr.	Messort / Adresse Straße / Hausnummer	2023	NO ₂ - Minimum		NO ₂ - Maximum		Max/Min
		µg/m ³	µg/m ³	Monat	µg/m ³	Monat	Faktor
MP 01	Nevigeser Straße 98	19	14	Jul 23	28	Feb 23	2,0
MP 02	Briller Straße 28	32	25	Jul 23	38	Feb 23	1,5
MP 04	Steinbeck 92	27	24	Jul 23	32	Feb 23	1,4
MP 05	Hochstraße 63	27	18	Nov 23	34	Mai 23	1,8
MP 07	Uellendahler Straße 198	23	19	Mai 23	30	Feb 23	1,6
MP 08	Hofkamp 86	23	19	Jun 23	31	Feb 23	1,7
MP 09	Friedrich-Engels-Allee 184	27	19	Nov 23	36	Feb 23	1,9
MP 13	Rudolfstraße 149	31	25	Jan 23	37	Feb 23	1,5
MP 14	Schönebecker Straße 81	24	20	Jan 23	29	Feb 23	1,5
MP 16	Steinweg 25	30	24	Jun 23	38	Feb 23	1,6
MP 17	Westkotter Straße 111	33	30	Jun 23	40	Feb 23	1,3
MP 20	Wichlinghauser Straße 70	25	20	Jul 23	31	Feb 23	1,6
MP 21	Berliner Straße 159	27	22	Jul 23	35	Jun 23	1,6
MP 22	Heckinghauser Straße 159	24	17	Jul 23	35	Feb 23	2,1
MP 24	Staasstraße 51	21	14	Jul 23	24	Feb 23	1,7
MP 27	Bundesallee 30	16	12	Jul 23	22	Feb 23	1,8
MP 28	Schwarzbach 78	28	22	Jul 23	33	Feb 23	1,5
MP 31	Schraberg 10	18	12	Jul 23	24	Dez 23	1,9
MP 33	Kaiserstraße 32	23	20	Jul 23	34	Feb 23	1,7
MP 34	Haeseler Strasse 94	25	20	Apr 23	35	Feb 23	1,8
MP 38	Friedrich-Engels-Allee 308	27	21	Jul 23	39	Feb 23	1,9
MP 43	Eugen-Langen-Straße 23	23	18	Nov 23	29	Feb 23	1,6
MP 45	Varresbeckerstraße 122	27	19	Aug 23	35	Feb 23	1,8
MP 46	Schützenstraße 74	22	17	Jul 23	31	Feb 23	1,8
MP 47	Gewerbeschulstraße 54	21	15	Jul 23	28	Feb 23	1,9
MP 48	Briller Straße 23	26	20	Jul 23	36	Feb 23	1,8
MP 49	Briller Straße 100	21	16	Aug 23	29	Feb 23	1,8
MP 50	gegenüber Steinweg 10	24	18	Jul 23	33	Feb 23	1,8
MP 51	Westkotter Straße 73a	21	15	Jul 23	29	Feb 23	1,9
MP 52	Gathe 20	22	16	Jun 23	30	Feb 23	1,9
MP 53	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	31	26	Jun 23	42	Feb 23	1,6
MP 54	Blücherstraße 2	16	12	Aug 23	24	Feb 23	1,9
MP 55	Schusterplatz	16	11	Jul 23	25	Feb 23	2,2

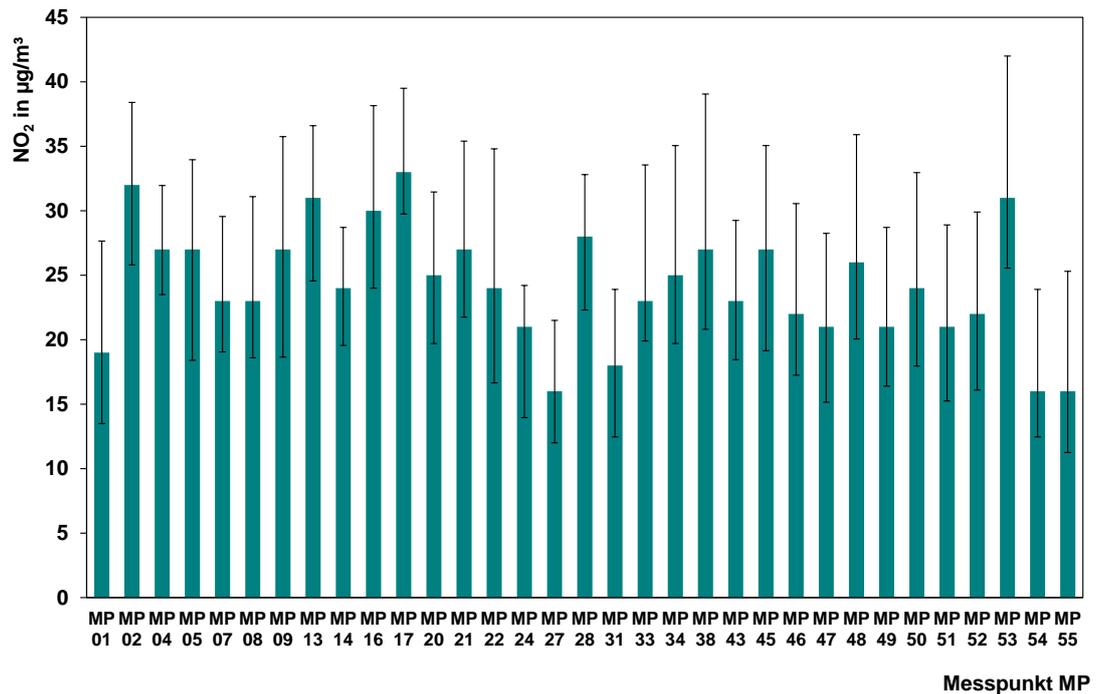


Abbildung 13. Jahresmittelwert der NO₂-Konzentrationen im Jahr 2023 an den MP 01 – MP 55. Die Balken indizieren den Schwankungsbereich zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittelwert.

Der Schwankungsbereich zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittelwert variierte im Jahr 2023 von mindestens 8 µg/m³ am MP 04 (Steinbeck 92, Belastungsspanne von 24 µg/m³ bis 32 µg/m³), bis zu 18 µg/m³ am MP 22 (Heckinghauser Straße 159, 17 µg/m³ bis 35 µg/m³). Im Mittel über alle Messpunkte beträgt der Schwankungsbereich zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittelwert 13 µg/m³ (bzw. ±7 µg/m³ um den jeweiligen Mittelwert).

6.1.5 NO₂-Immissionen im Vergleich zum Vorjahr 2022

Im direkten Vergleich mit dem Vorjahr können sämtliche Messpunkte verwendet werden, da es keine Anpassungen des Messnetzes gab.

Im Vergleich **zum Vorjahr 2022 verringerten sich die NO₂-Belastungen an allen Messpunkten**. An den Hintergrundmessstellen (MP 27, MP 31, MP 54 und MP 55) gab es Minderungen der NO₂-Konzentration von 1 µg/m³ bis 3 µg/m³. An 24 der 29 Verkehrsmesspunkten betrug die Verbesserung 3 µg/m³ bis 5 µg/m³. Die deutlichsten Abnahmen von 6 µg/m³ bis 7 µg/m³ wurden an den Messpunkten MP 05 (Hochstraße 63), MP 21 (Berliner Straße 159), MP 33 (Kaiserstraße 32), MP 34 (Haeseler Straße 94) und MP 45 (Varresbeckerstraße 122) festgestellt.

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.

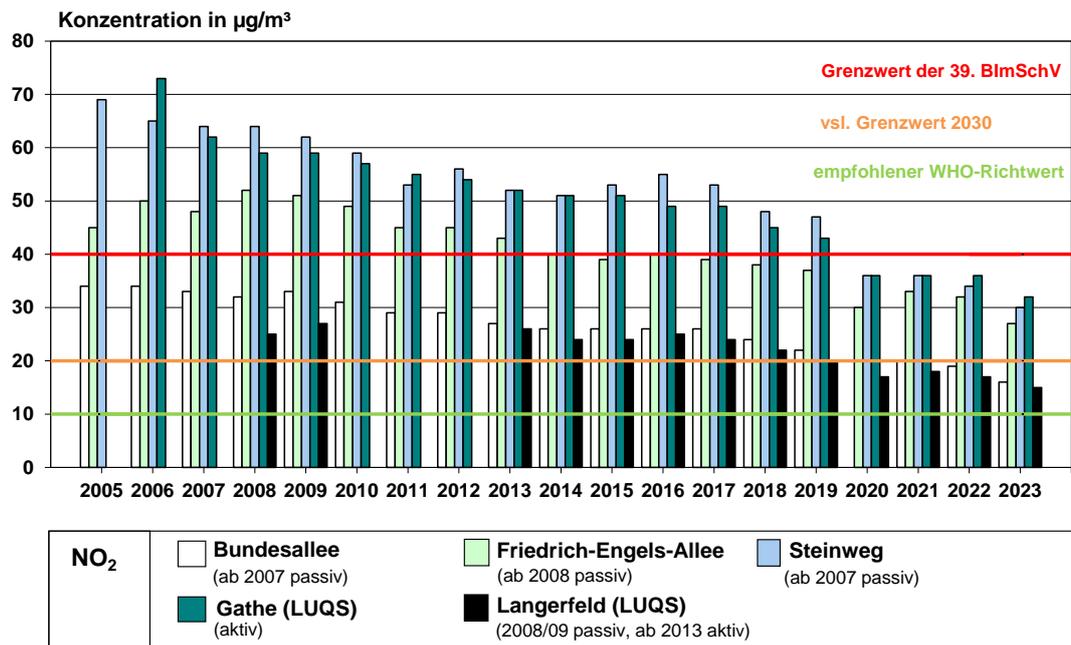


Abbildung 14. Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) an ausgewählten Messstellen in Wuppertal ab 2005 sowie Grenzwert der 39. BImSchV (gültig seit 01.01.2010) und WHO-Richtwert (ohne Bundesallee 2020, siehe 6.1.5).

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 µg/m³. In den darauffolgenden Jahren ging die NO₂-Belastung an der Station Bundesallee kontinuierlich zurück: Zunächst auf 31 µg/m³ (2010), dann auf 27 µg/m³ (von 2011 bis 2013). Nachdem das Niveau von 2014 bis 2017 erneut stagnierte (bei 26 µg/m³), ist es mit durchschnittlichen jährlichen Abnahmen von etwa 1 – 2 µg/m³ auf mittlerweile 16 µg/m³ im Jahr 2023 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 2023 lag der Jahresmittelwert für NO₂ bei 15 µg/m³. Nach einer Stagnation des städtischen NO₂-Hintergrundniveaus ohne den unmittelbaren Einfluss lokaler Emissionen zwischen 2013 und 2017 zeigt sich in den Messdaten

insgesamt wieder eine Abnahme der Immissionsbelastung in den letzten 5 Jahren von durchschnittlich 1 – 2 µg/m³ pro Jahr.

An der Friedrich-Engels-Allee 308 liegt das NO₂-Konzentrationsniveau um rund 12 µg/m³ höher als an den städtischen Hintergrundstationen. Der seit dem 01.01.2010 gemäß 39. BImSchV geltende Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ wird dort seit 2014 nicht mehr überschritten. Ausgehend von den Spitzenbelastungen im Jahr 2008 (52 µg/m³) haben sich die Belastungen an dieser Messstelle zunächst kontinuierlich verringert. Von 2014 bis 2017 stagnierte auch hier die Belastungshöhe auf einem Niveau von 39 bis 40 µg/m³. Anschließend wurden wieder moderate Abnahmen von etwa 1 µg/m³ pro Jahr verzeichnet, bevor von 2019 auf 2020 mit -7 µg/m³ eine seit Messbeginn (im Jahr 2000) bis dahin nicht gekannte Dynamik eintrat⁴. Nach einem Anstieg um 3 µg/m³ im Jahr 2021 und 32 µg/m³ im Jahr 2022, verbesserte sich die Luftqualität im Jahr 2023 um 5 µg/m³ deutlich gegenüber dem Vorjahr. Mit aktuell 27 µg/m³ liegt die NO₂-Konzentration ebenfalls deutlich unter dem alten Tiefstwert aus 2020.

Die Messungen an den Belastungsschwerpunkten Steinweg und Wuppertal-Gathe ergaben seit Messbeginn NO₂-Jahresmittelwerte von zunächst etwa 60 bis 70 µg/m³ („Hot-Spots“) mit abnehmender Tendenz bis 2013. Der Trend moderater Abnahmen setzte sich an der Station Gathe auch in den folgenden Jahren weiter fort. Im Gegensatz zu den Ergebnissen an der Gathe wiesen die Jahresmittelwerte am Steinweg in den Jahren 2013 bis 2017 mit einer Spannweite von 51 bis 55 µg/m³ keinen eindeutigen Trend auf. Ab 2016 sanken die Konzentrationen dann kontinuierlich, im Jahr 2020 sprunghaft (um 7 µg/m³ bzw. 11 µg/m³)⁵. Im Vergleich zur Stagnation in den Vorjahr 2021 und 2022 verbesserte sich die Immissionssituation im Jahr 2023 an beiden Messpunkten um jeweils 4 µg/m³.

Zusammenfassend nimmt vor allem der absolute Beitrag der verkehrsbedingten Zusatzbelastung zur NO₂-Gesamtbelastung an den innerstädtischen Stationen in den letzten Jahren ab, da die Rückgänge an den Verkehrsstationen insgesamt größer sind als an den Hintergrundstationen. Für weitergehende Untersuchungen 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 NO₂-Konzentrationen an den von der Stadt Wuppertal durchgeführten Messstellen für den 10-jährigen Zeitraum von 2014 bis 2023 zusammengefasst.

⁴ Detaillierte Informationen zum Einfluss der Corona-Pandemie auf die Luftqualität 2020 u. a. [43]-[45]. Bedingt durch den großen Einfluss der meteorologischen Rahmenbedingungen auf diesen Parameter sind quantitative Angaben mit Unsicherheiten verbunden; das LANUV NRW geht für das Jahr 2020 insgesamt von einer Minderungswirkung von ungefähr 1 µg/m³ durch die Corona-Lockdowns aus.

⁵ Die deutliche Abnahme von 2019 bis 2020 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 [32].

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 2014 – 2023.

MP-Nr.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	µg/m ³									
MP 01	38	38	38	34	31	28	22	23	22	19
MP 02	61	66	64	57	51	46	37	38	37	32
MP 04	49	49	48	46	44	38	30	32	32	27
MP 05	44	48	50	45	43	39	31	33	34	27
MP 07	41	39	41	38	35	33	26	27	27	23
MP 08	35	36	36	35	32	29	27	27	28	23
MP 09	45	45	44	44	42	41	32	35	32	27
MP 13	44	47	48	46	43	41	33	35	35	31
MP 14	37	38	38	37	33	32	26	28	28	24
MP 16	51	53	55	53	48	47	36	36	34	30
MP 17	49	52	52	51	45	45	33	34	36	33
MP 20	37	39	41	38	36	35	27	31	29	25
MP 21	42	43	43	41	40	39	31	34	33	27
MP 22	37	38	38	38	36	35	28	30	28	24
MP 24	37	33	35	34	33	29	21	26	25	21
MP 27	26	26	26	26	24	22	30**	20	19	16
MP 28	45	47	44	42	37	37	31	33	33	28
MP 31	-	-	-	-	-	-	-	-	19	18
MP 33	38	41	41	40	38	36	27	32	30	23
MP 34	47	48	48	46	43	42	29	31	31	25
MP 38	40	39	40	39	38	37	30	33	32	27
MP 43	44	43	44	43	39	35	27	28	27	23
MP 45	-	-	44	44	42	39	31	34	33	27
MP 46	-	-	32	34	32	31	23	26	25	22
MP 47	-	-	35	34	32	30	24	25	24	21
MP 48	-	-	-	-	-	39*	32	32	30	26
MP 49	-	-	-	-	-	32*	28	26	25	21
MP 50	-	-	-	-	-	33*	24	28	27	24
MP 51	-	-	-	-	-	27*	24	24	25	21
MP 52	-	-	-	-	-	29*	25	26	26	22
MP 53	-	-	-	-	-	-	34	37	36	31
MP 54	-	-	-	-	-	-	-	-	17	16
MP 55	-	-	-	-	-	-	-	-	19	16

* 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** ein deutlich **rückläufiger Trend der NO₂-Belastungen** zu beobachten. Für den hier dargestellten 10-jährigen Zeitraum von 2014 bis einschließlich 2023 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 lange Jahre positive Entwicklung bis 2014, in der sich die Situation jährlich um durchschnittlich etwa 2 µg/m³ verbessert hat. In den Folgejahren war eine Stagnation bzw. leichte Zunahme der Belastungen zu verzeichnen. Mit den Ergebnissen für die Jahre 2017 bis 2019 (Verbesserung um 2 – 3 µg/m³ zum jeweiligen Vorjahr) setzt sich der langjährige Trend abnehmender Belastungen dann wieder fort.

Die sprunghafte Verbesserung von 2019 auf 2020 zeigte sich mit durchschnittlich 7 µg/m³ im gesamten Messnetz, mit Abnahmen von wenigstens 2 µg/m³ am MP 08 bis zu 13 µg/m³ am MP 34. Nach einer leichten Zunahme im Vorjahr 2021, war das mittlere Konzentrationsniveau im Jahr 2022 vergleichbaren mit dem Niveau aus 2020. Im Jahr **2023** ergab sich mit **durchschnittlich 4 µg/m³ eine weitere deutliche Abnahme des NO₂-Immissionsniveaus**.

In Abbildung 15 ist die Entwicklung der NO₂-Konzentrationen von 2014 bis 2023 an denjenigen Passivsammlermessstellen aus Tabelle 7 zusätzlich auch graphisch dargestellt, an denen dieser mehrjährige Vergleich möglich ist. Dabei handelt es sich um 21 der seitdem insgesamt beprobten Messstellen. Die Bezeichnung der Messpunkte findet sich in Abbildung 15 jeweils unterhalb der Balkendiagramme wieder. Die Höhe des NO₂-Rückgangs kann über die Achsenbeschriftung links abgelesen werden. Sie beträgt z. B. -29 µg/m³ am Messpunkt MP 02.

Der Vergleich über diesen 10-jährigen Zeitraum (2014 bis 2023) dokumentiert insgesamt eine erhebliche Reduktion der Belastungen um durchschnittlich 17 µg/m³ bzw. 39 %. Blickt man auf einen noch längeren 15-jährigen Zeitraum zurück, beträgt die Reduktion durchschnittlich sogar 27 µg/m³.

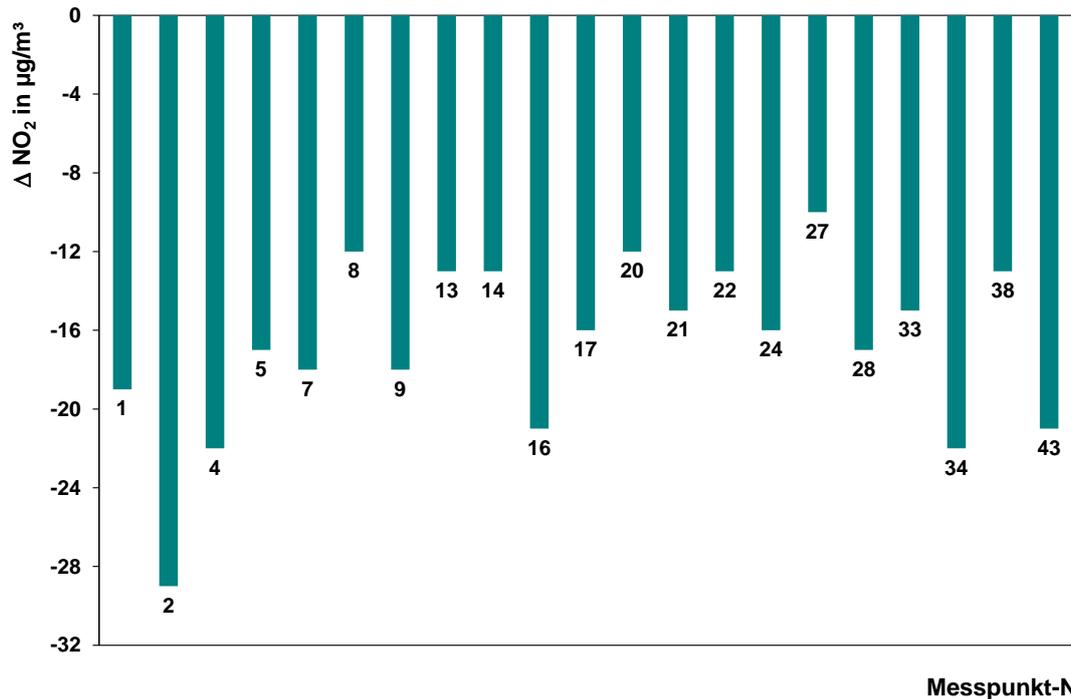


Abbildung 15. Rückgang der NO₂-Konzentrationen im Zeitraum von 2014 – 2023 an 21 Passivsammlermessstellen in Wuppertal (Angaben in µg/m³).

Für die langjährigen Belastungsschwerpunkte Briller Str., Steinweg, Westkotter Str. und Haeseler Str. (Messpunkte MP 02, MP 16, MP 17, MP 34), die ebenfalls als zusätzlichen Untersuchungsstellen im Luftreinhalteplans 2020 genannt werden, ist der zeitliche Verlauf der NO₂-Jahresmittelwerte in den letzten 10 Jahren (2014 bis 2023) noch einmal graphisch aufgetragen. An den Messpunkten MP 02, MP 19 und MP 34 wurden im dargestellten Zeitraum u. a. die höchsten Rückgänge im Messnetz der Stadt Wuppertal verzeichnet, wie aus Abbildung 15 entnommen werden kann. An der Westkotter Str. 111 (MP 17) wurde seit dem deutlichen Rückgang 2020 bis zum Jahr 2023 keine weitere Verbesserung der Luftqualität erreicht.

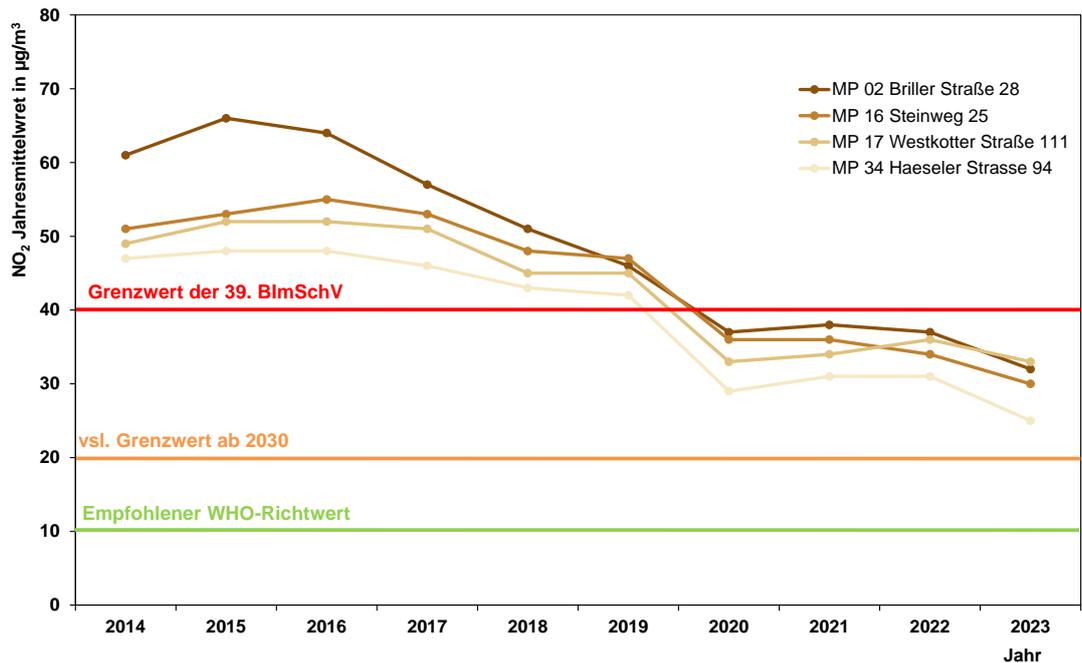


Abbildung 16. Zeitlicher Verlauf der NO₂-Jahresmittelwerte von 2014 bis 2023 an den Belastungsschwerpunkten Briller Str., Steinweg, Westkotter Str. und Haeseler Str.

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 2023 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 % [34]. Anhand vorläufiger Daten verbesserte sich das bundesweite NO₂-Immissionsniveau gegenüber dem Vorjahr an Verkehrsstationen um durchschnittlich 2 µg/m³ – 3 µg/m³ und im städtischen Hintergrund um 2 µg/m³[35]. Der voraussichtliche **neue Grenzwert ab 2030 wird derzeit an 42 % aller bundesweiten Messstationen überschritten.** Der noch strengere WHO-Richtwert von 10 µg/m³ im Jahresmittel wird derzeit an 74 % der Messorte überschritten.

Für Nordrhein-Westfalen liegt zum Zeitpunkt dieser Berichtsstellung eine erste Auswertung zur Luftqualität 2023 mit noch nicht abschließend validierten Daten vor [33]. In NRW sank die NO₂-Konzentration an den verkehrsnahen Probenahmestellen im Durchschnitt um 15 % bzw. 3 µg/m³ im Vergleich zum Vorjahr [35]. Eine Verschlechterung wurde an keiner der knapp 90 Messstellen erfasst. An einer Messstelle in Essen wurde landesweit wie im Vorjahr die voraussichtlich einzige Überschreitung des Immissionsgrenzwertes für das Jahresmittel gemessen (EKRU2, 41 µg/m³) [33] [35].

Eine belastbare Gegenüberstellung der Messergebnisse in Wuppertal 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 sicheren Einhaltung des Immissionsgrenzwertes an allen Messstationen in Wuppertal die kommende Aktualisierung der Luftqualitätsrichtlinie in der EU sowie die WHO-Richtwerte nach wie vor auf den großen Handlungsbedarf hin, den Schadstoffausstoß der Stickstoffoxide insbesondere des Verkehrs, als maßgeblicher lokaler Emittent, weiter zu vermindern. Mit einer Ausnahme lagen die NO₂-Jahresmittelwerte an allen verkehrsnahen Messstellen oberhalb des zukünftigen Grenzwertes von 20 µg/m³ und deutlich über dem empfohlenen WHO-Richtwert von 10 µg/m³.

Zur Senkung der hohen überregionalen Hintergrundbelastung⁶ (ca. 10 µg/m³ in 2023) sind zusätzlich jedoch auch weitere Emissionsminderungsmaßnahmen in anderen Bereichen wie beispielsweise Industrie, Hausbrand und Baumaschinen erforderlich.

6.1.8 Luftreinhalteplanung und NO₂-Überschreitungen in Wuppertal

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.

Für Gebiete, in denen die Luftschadstoffgrenzwerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie überschritten sind oder die Gefahr einer Überschreitung besteht, müssen Luftreinhaltepläne erstellt werden.

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 [37].

Der Luftreinhalteplan (LRP) Wuppertal wurde seit 2008 von der Bezirksregierung Düsseldorf zweimal fortgeschrieben. Die letzte Fassung trat zum 30.10.2020 in Kraft und ergänzt damit den LRP Wuppertal 2013. Der LRP 2020 enthält 20 neue oder weiterentwickelte Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Wuppertal, die insbesondere zur **schnellstmöglichen Einhaltung des Grenzwertes** für NO₂ an den **Belastungsschwerpunkte** Briller Straße, Gathe, Haeseler Straße, Steinweg, und Westkotter Straße (intelligente Ampelschaltungen, Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, teilweise LKW-Verbote) führen sollten. [7].

In Wuppertal wurden Überschreitungen des NO₂-Jahresgrenzwertes letztmalig im Jahr 2019 verzeichnet (neben 24 weiteren deutschen Städten). In den Jahren 2018 und 2017 waren noch je 56 bzw. 65 Städte betroffen [36]. Die langjährige Entwicklung speziell in Wuppertal wurde in Abschnitt 6.1.6 thematisiert.

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), Kleinfeuerungsanlagen (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 [38]. 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 [38].

Eine Langzeit-Exposition über Jahrzehnte kann ebenso mit ernstesten gesundheitlichen Auswirkungen verbunden sein. So wurde insbesondere eine erhöhte Rate von Atem-

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.

wegserkrankungen 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 [38].

Insgesamt ist davon auszugehen, dass PM₁₀ bzw. seine Bestandteile einen relevanten Beitrag zu schädlichen Gesundheitseffekten beim Menschen leisten. Ein Schwellenwert, unterhalb dessen nicht mehr mit gesundheitsschädlichen Wirkungen zu rechnen ist, kann für 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 für eine ergänzende und in die Zukunft gerichtete Beurteilung die Grenzwerte der voraussichtlich im Jahr 2024 in krafttretenden **aktualisierten EU-Luftqualitätsrichtlinien 2030** herangezogen werden [12] (siehe auch Abschnitt 6.1).

Die Richtlinie sieht für **Partikel PM₁₀ neue Grenzwerte** vor. **Der zulässige Jahresmittelwert wird von derzeit 40 µg/m³ auf 20 µg/m³ halbiert.** Ab 2030 soll eine Überschreitung des Tageswertes von 45 µg/m³ an maximal 18 Tagen zulässig sein. **Für die Partikel PM_{2,5} wird der zulässig Jahresmittelwert auf 10 µg/m³ abgesenkt.** Zusätzlich wird ein Tagesgrenzwert von 25 µg/m³ eingeführt, der an maximal 18 Tagen überschritten werden darf.

Darüber hinaus 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 [42]. Zur Erreichung der Richtwerte hat die WHO abgestufte „Zwischenziele“ formuliert.

Ergebnisse der Feinstaubmessungen in Wuppertal

In Wuppertal wurden im Jahr 2023 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 vorläufigen statistischen Kenngrößen für die PM₁₀- und PM_{2,5}-Messungen an diesen Messstellen für das Jahr 2023 dargestellt und den Beurteilungswerten gemäß 39. BImSchV, voraussichtlicher Luftqualitätsrichtlinie 2030 und den WHO-Richtwerten gegenübergestellt.

Tabelle 8. Statistische Kenngrößen für Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} im Jahr 2023 an den Stationen Wuppertal-Gathe (VWEL) und Wuppertal-Langerfeld (WULA) [31] [33] [35].

Messstation	Partikel PM ₁₀ ¹⁾		Partikel PM _{2,5} ¹⁾		
	Jahresmittel µg/m ³	Anzahl Tage > 50 µg/m ³	Anzahl Tage > 45 µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³	Anzahl Tage > 25 µg/m ³
Gathe ²⁾	17	2	2	--	--
Langerfeld	13	0	0	8	4
Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV	40	35	--	25	--
vsl. Immissionsgrenz- wert ab 2030	20	--	18	10	18
WHO-Richtwerte	15	--	--	5	--

¹⁾ Quelle: Vorläufige Jahresmittelwerte 2023 und vorläufige diskontinuierliche Messdaten 2023 des LANUV NRW sowie Jahresbilanzen des UBA

²⁾ Nur 50% zeitliche Überdeckung.

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

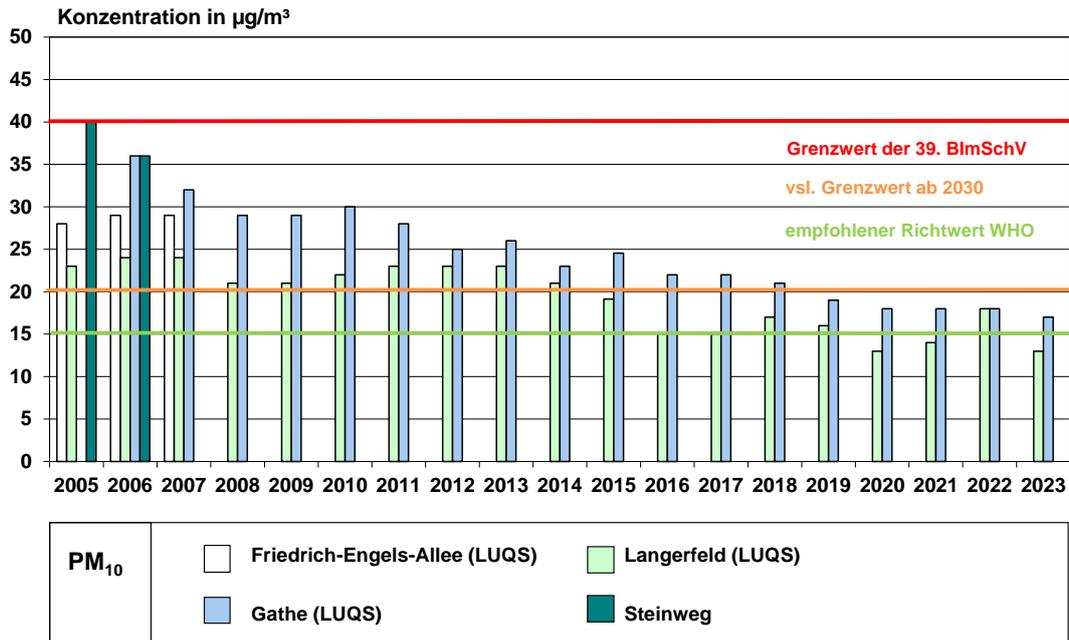


Abbildung 17. Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 – 2023.

Im Jahresmittel 2023 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 mit Ausnahme des vergangenen Jahres aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen stets eine etwas höhere PM₁₀-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation in Langerfeld. [33]. An der Station Gathe ist die reduzierte zeitliche Überdeckung von 50 % zu berücksichtigen.

Die Abbildungen verdeutlichen insbesondere für die innerstädtische Station Gathe im langjährigen Vergleich einen positiven **Trend mit kontinuierlich abnehmenden Jahresmittelwerten**. Seit 2020 stagnierten die Jahresmittelwerte auf einem Niveau von 18 µg/m³. Im aktuellen Berichtsjahr 2023 wurde zuletzt eine weitere Verringerung auf 17 µg/m³ registriert. 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 13 µg/m³ – 17 µg/m³. Im Jahr 2022 wurde mit 18 µg/m³ der höchste Jahresmittelwert seit 2015 erfasst, der sich im aktuellen Berichtsjahr 2023 nicht bestätigt hat.

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.

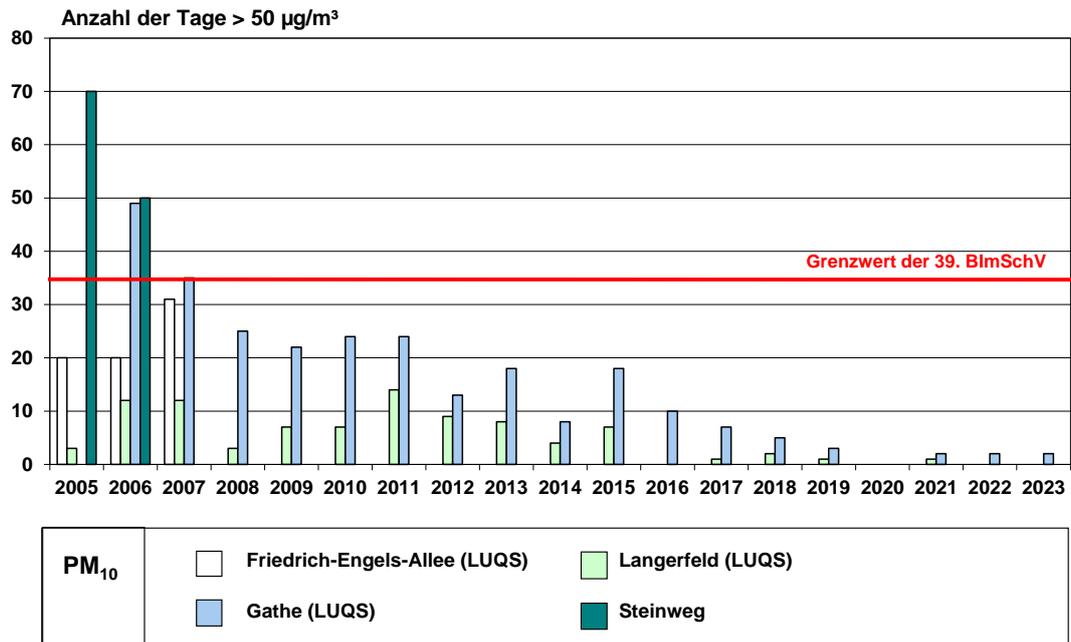


Abbildung 18. Anzahl der Tage mit PM₁₀-Mittelwerten > 50 µg/m³ an den Messstellen Friedrich-Engels-Allee, Steinweg, Gathe und Langerfeld von 2005 – 2023.

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 2023 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 Messtelle Gathe gegenüber der Hintergrundmessstelle Langerfeld zurückzuführen.

Nach Auswertungen des Umweltbundesamtes (UBA) traten im Jahr 2023, begünstigt durch die außerordentlichen Niederschlagsmengen und das Fehlen winterlicher Episoden, die niedrigsten mittleren PM₁₀-Belastungen seit dem Jahr 2000 auf.

In Bezug auf die voraussichtlich ab dem 1. Januar 2030 einzuhaltenden **neuen Grenzwerte** kann für Wuppertal bereits **im Jahr 2023 eine Einhaltung aller vorgesehener Grenzwerte festgehalten** werden (siehe Tabelle 8).

Die im September 2021 aktualisierten und sehr ambitionierten **WHO-Richtwerte** von 15 µg/m³ als Jahresmittelwert für PM₁₀ und 5 µg/m³ als Jahresmittelwert für PM_{2,5} konnten im Jahr 2023 in Wuppertal **nur für Partikel PM₁₀ an der Station in Langerfeld eingehalten** werden. An der Verkehrsstation VWEL lag, als weiteres Beurteilungskriterium der WHO, das 99. Perzentil der PM₁₀-Tagesmittelwerte anhand eigener Auswertungen der LANUV-Daten bei 38 µg/m³ und damit unter dem Richtwert von 45 µg/m³. An der Station WULA wird der WHO-Richtwert für das 99. Perzentil der PM_{2,5}-Tagesmittelwerte von 15 µg/m³ anhand eigener Auswertungen der LANUV-Daten mit 25 µg/m³ sogar deutlich überschritten [31].

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf Feinstaub bzw. Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} unter Berücksichtigung der aktuellen und zukünftigen Grenzwerte als positiv bewertet werden. Die WHO-Kriterien machen jedoch deutlich, dass die Situation nicht pauschal als unkritisch zu betrachten ist. Aufgrund der mit derzeit zwei Messstationen im Wuppertaler Stadtgebiet vergleichsweise geringen, noch nicht flächendeckend vorliegenden Datengrundlage sind insbesondere für die Partikel 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 2023 als auch in den Messberichten der letzten Jahre regelmäßig hingewiesen. Die aus diesen langjährigen Messungen resultierenden Ergebnisse sind unter anderem in den Abschnitten 6.1.2 und 6.1.3 sowie den zurückliegenden Messberichten dokumentiert. Im jeweils aktuellen Luftmessbericht werden dabei aber im Allgemeinen nur diejenigen Messpunkte aufgenommen, für die in dem jeweiligen Berichtsjahr auch NO₂-Messungen durchgeführt wurden. In den zurückliegenden Jahren wurde das NO₂-Messnetz stetig weiterentwickelt und den jeweils aktuellen Anforderungen angepasst. Insbesondere seit 2008 wurden diejenigen Messpunkte, an denen der Beurteilungswert für NO₂ eingehalten wurde, aus dem Messprogramm herausgenommen, um Untersuchungen an neuen Messorten bzw. potenziellen Belastungsschwerpunkten zu ermöglichen.

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

In Abbildung 19 ist hierzu, analog zur Darstellungsmethodik in Abbildung 11, die räumliche Verteilung sowohl der aktuellen als auch der mittlerweile nicht mehr beprobten Messorte im Stadtgebiet von Wuppertal dargestellt. In blau sind hierbei die aktiven Messpunkte des aktuellen NO₂-Messnetzes markiert, die nicht mehr beprobten Messpunkte sind grün dargestellt. Im Jahr 2023 wurde das Messnetz im Vergleich zum Vorjahr nicht verändert.

Während die graphische Darstellung des aktuellen Messnetzes in Abbildung 11 noch eine zum Teil heterogene räumliche Verteilung der Messpunkte zeigt, führt die Überlagerung aller bislang untersuchten Messorte in Abbildung 19 zu einer deutlich **homogeneren Verteilung** über das Wuppertaler Stadtgebiet, wobei 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 (2023) 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.

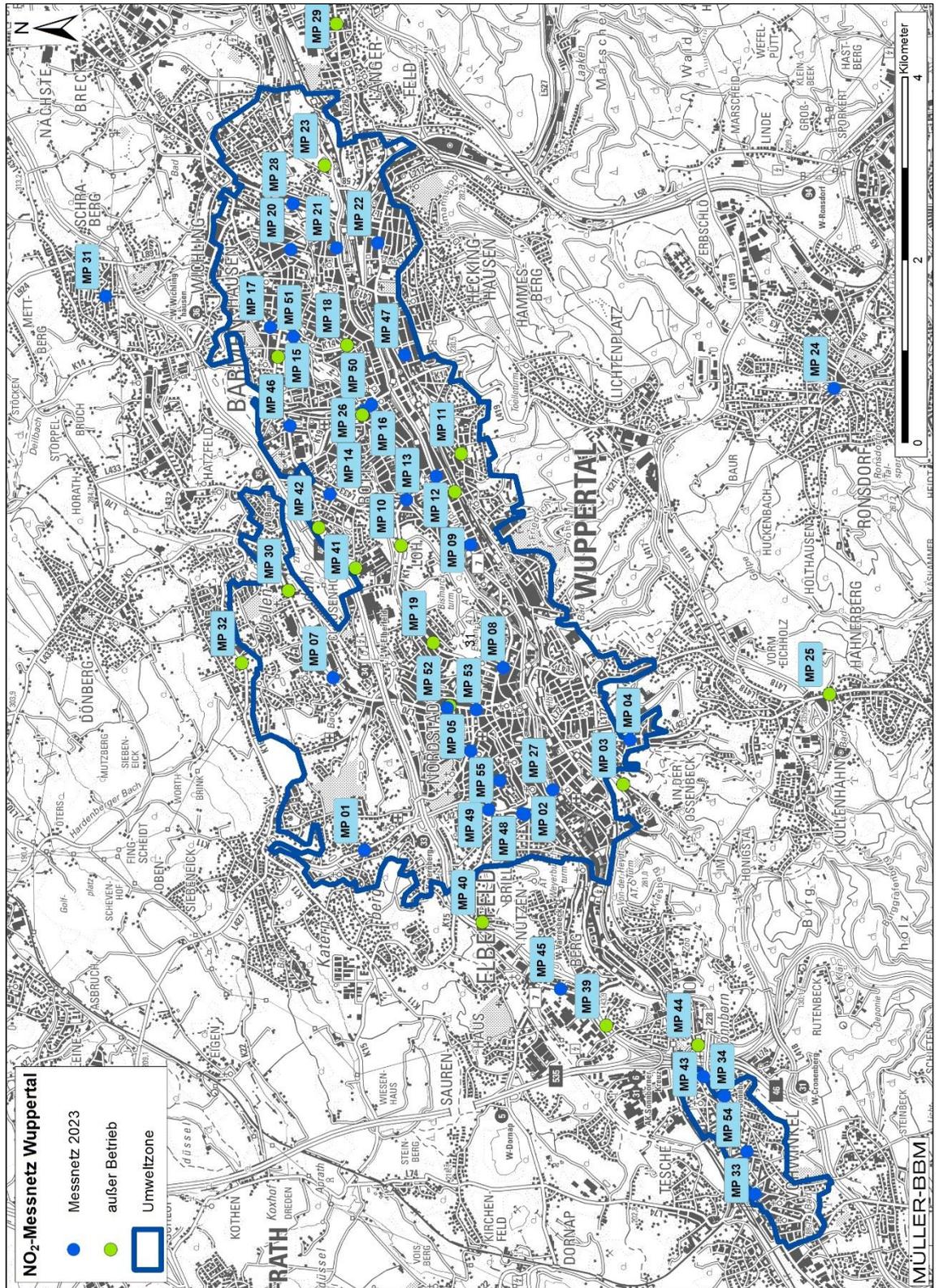


Abbildung 19. Räumliche Verteilung der bis 2023 aktiven sowie der nicht mehr beprobten NO₂-Messorte in Wuppertal 53.

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 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) 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] Deutscher Wetterdienst (2023/24): Pressemitteilungen zum Deutschlandwetter 2023; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach
- [9] 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
- [10] DWD (2022): Klimatologischer Rückblick auf 2022; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach. Online unter: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/230123/artikel_jahres_ueckblick-2022.html
- [11] Europäisches Parlament (2024): Air pollution: Parliament adopts revised law to improve air quality. Pressemitteilung 24.04.2024. Online unter: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20240419IPR20587/air-pollution-parliament-adopts-revised-law-to-improve-air-quality>
- [12] Europäisches Parlament (2024): Luftqualität und saubere Luft für Europa - Legislative Entschließung des Europäischen Parlaments vom 24. April 2024 zu dem Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa (Ordentliches Gesetzgebungsverfahren – Neufassung). Online unter:

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2024/04-24/0319/P9_TA\(2024\)0319_DE.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2024/04-24/0319/P9_TA(2024)0319_DE.pdf)

- [13] Müller-BBM (2010 – 2020): Luftmessberichte Wuppertal 2009 bis 2019; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen
- [14] UCL (2021): 2. Änderung/Ergänzung zum Bericht über Stickstoffdioxidmessungen im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2020; UCL Umwelt Control Labor GmbH, 44536 Lünen
- [15] Müller-BBM (2022): Luftmessbericht Wuppertal 2021; Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen
- [16] Müller-BBM Industry Solutions (2023): Luftmessbericht Wuppertal 2022; Müller-BBM GmbH Industry Solutions, Niederlassung Gelsenkirchen; 45899 Gelsenkirchen
- [17] LUBW (2009): Luftmessbericht Wuppertal 2008; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [18] LUBW (2008): Luftmessbericht Wuppertal 2007; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [19] LUBW (2007): Luftmessbericht Wuppertal 2006; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [20] LUBW (2006): Luftmessbericht Wuppertal 2005; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [21] Land NRW (2022): Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
- [22] DIN EN 16339 (2013-11): Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler
- [23] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen
- [24] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 2 (2018-05): Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind
- [25] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 3 (2024-04): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Lufttemperatur
- [26] VDI-Richtlinie 3786, Blatt 4 (2023-12): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Luftfeuchte
- [27] Müller-BBM (2014): Gleichwertigkeitsnachweis NO₂-Passivsammler zum Referenzverfahren (DIN EN 14211 – Chemilumineszenz); Notiz M94843/N05
- [28] 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
- [29] LANUV-NRW (2010): Kalibrierung von Passivsammlern zur Messung von Stickstoffdioxid (NO₂), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2010

- [30] 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
- [31] LANUV NRW (2023/24): Messdaten der LUQS-Stationen Wuppertal Gathe (VWEL) und Wuppertal Langerfeld (WULA); vorläufige kontinuierliche und diskontinuierliche Messdaten des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2024
- [32] LANUV NRW (2021): Bericht über die Luftqualität im Jahr 2020. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2021
- [33] LANUV NRW (2024): Pressemitteilung und vorläufige Jahresmittelwerte 2023 der Feinstaub (PM₁₀)- und Stickstoffdioxid (NO₂)-Konzentration. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2023. Online unter:
<https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/pressemitteilungen/details/4136-erste-auswertungen-zur-luftqualitaet-2023>
https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immissionen/luqs/Tab_vorl%C3%A4ufige_JMW2023.pdf
- [34] UBA (2024): Luftqualität 2023: Vorläufige Auswertung. Umweltbundesamt, Dessau. Online unter:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/publikationen/uba_hqg_luftqualitaet_dt.pdf
- [35] UBA (2024): Jahresbilanzen der Luftqualität - Fachgebiet II 4.2, Beurteilung der Luftqualität (letzter Datenabruf am 20.05.2024).
- [36] UBA (2022): NO₂-Grenzwertüberschreitungen 2021, Stand: 31.01.2022. Umweltbundesamt (UBA). Online unter:
<https://www.umweltbundesamt.de/staedte-no2-grenzwertueberschreitungen>
- [37] UBA (2016): Regelungen und Strategien / Luftreinhaltung in der EU, Umweltbundesamt, Dessau.
- [38] LANUV NRW (2012): Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid im Zusammenhang mit der Luftreinhaltungsplanung, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, Januar 2012
- [39] 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).
- [40] LfU (2015): Untersuchung der räumlichen Verteilung der NO_x-Belastung im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten Luftmessstationen. Abschlussbericht. Bayerisches Landesamt für Umwelt
- [41] BUE (2017): Luftreinhaltungsplan 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

- [42] 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
- [43] 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>
- [44] 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
- [45] LANUV NRW (2021): Auswirkung der Covid-19-Schutzmaßnahmen auf die Luftschadstoffkonzentration. Fachbericht 109. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen.

Anhang A

Beschreibung und fotografische Dokumentation der Messstellen

\\S-gkn-fs02.mbbm-group.com\allefirmen\M\Proj\160\M160922\M160922_06_Ber_1D.DOCX:28. 05. 2024

Messpunkt 01

Navigeser Straße 98
42113 Wuppertal

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



Messpunkt 02

Briller Straße 28
42105 Wuppertal

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



Messpunkt 04

Steinbeck 92
42119 Wuppertal

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



Messpunkt 05

Hochstraße 63
42105 Wuppertal

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



Messpunkt 07

Uellendahler Straße 198
42109 Wuppertal

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



Messpunkt 08

Hofkamp 86
42103 Wuppertal

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



Messpunkt 09

Friedrich-Engels-Allee 184
42285 Wuppertal

Rechtswert 25 81 936 m

Hochwert 56 81 400 m

Höhe 149 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 13

Rudolfstraße 149
42285 Wuppertal

Rechtswert 25 82 402 m

Hochwert 56 82 118 m

Höhe 154 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 14

Schönebecker Straße 81
42283 Wuppertal

Rechtswert 25 82 428 m

Hochwert 56 82 953 m

Höhe 188 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 16

Steinweg 25
42275 Wuppertal

Rechtswert 25 83 358 m

Hochwert 56 82 617 m

Höhe 159 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 17

Westkotter Straße 111
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 84 225 m

Hochwert 56 83 672 m

Höhe 193 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 20

Wichlinghauser Straße 70
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 85 084 m

Hochwert 56 83 487 m

Höhe 179 m ü. NN

Messzeitraum seit 2006



Messpunkt 21

Berliner Straße 159
42277 Wuppertal

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



Messpunkt 22

Heckinghauser Straße 159
42289 Wuppertal

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



Messpunkt 24

Staasstraße 51
42369 Wuppertal

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



Messpunkt 27

Bundesallee 30
42103 Wuppertal

Rechtswert 25 79 293 m

Hochwert 56 80 403 m

Höhe 142 m ü. NN

Messzeitraum seit 1997



Messpunkt 28

Schwarzbach 78
42277 Wuppertal

Rechtswert 25 85 587 m

Hochwert 56 83 482 m

Höhe 171 m ü. NN

Messzeitraum seit 2007



Messpunkt 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

MÜLLER-BBM

Tabelle 10. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 01 – MP 13 für den Messzeitraum 2023.

Monat	Zeitraum	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											
Jan 2023	28.12.22 - 28.01.23	18	20	19	31	29	30	24	25	24	21	21	21
Feb 2023	28.01.23 - 27.02.23	28	27	28	39	38	38	31	33	32	31	36	33
Mrz 2023	27.02.23 - 27.03.23	23	21	22	36	35	36	33	30	31	31	27	29
Apr 2023	27.03.23 - 27.04.23	19	19	19	33	31	32	26	27	27	28	30	29
Mai 2023	27.04.23 - 27.05.23	17	16	17	33	33	33	25	24	25	34	34	34
Jun 2023	27.05.23 - 27.06.23	16	17	17	33	36	34	24	24	24	36	31	34
Jul 2023	27.06.23 - 28.07.23	14	13	14	26	25	25	23	24	24	19	21	20
Aug 2023	28.07.23 - 29.08.23	16	15	15	30	30	30	25	24	24	24	24	24
Sep 2023	29.08.23 - 27.09.23	22	20	21	37	36	37	33	30	32	31	31	31
Okt 2023	27.09.23 - 27.10.23	18	20	19	34	29	32	29	26	27	n.a.	n.a.	n.a.
Nov 2023	27.10.23 - 27.11.23	18	16	17	28	28	28	28	25	27	19	18	18
Dez 2023	27.11.23 - 29.12.23	22	20	21	34	34	34	27	30	29	26	24	25
Mittelwert	28.12.22 - 29.12.23	19	19	19	33	32	32	27	27	27	27	27	27

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

Monat	Zeitraum	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											
Jan 2023	28.12.22 - 28.01.23	23	23	23	21	21	21	25	28	27	25	24	25
Feb 2023	28.01.23 - 27.02.23	30	30	30	31	31	31	35	36	36	38	35	37
Mrz 2023	27.02.23 - 27.03.23	27	29	28	25	28	26	31	34	33	34	33	33
Apr 2023	27.03.23 - 27.04.23	22	24	23	23	22	23	29	30	30	32	33	32
Mai 2023	27.04.23 - 27.05.23	19	19	19	19	19	19	25	25	25	33	32	33
Jun 2023	27.05.23 - 27.06.23	20	20	20	19	18	19	29	30	29	34	33	33
Jul 2023	27.06.23 - 28.07.23	21	19	20	19	20	20	23	17	20	26	25	26
Aug 2023	28.07.23 - 29.08.23	20	20	20	22	21	22	26	25	26	32	30	31
Sep 2023	29.08.23 - 27.09.23	25	23	24	30	31	30	34	28	31	38	33	35
Okt 2023	27.09.23 - 27.10.23	19	22	21	24	25	24	25	22	24	31	31	31
Nov 2023	27.10.23 - 27.11.23	21	22	22	21	22	22	17	20	19	26	25	25
Dez 2023	27.11.23 - 29.12.23	25	25	25	22	24	23	27	24	25	30	28	29
Mittelwert	28.12.22 - 29.12.23	23	23	23	23	23	23	27	27	27	31	30	31

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

Tabelle 11. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 14 – MP 27 für den Messzeitraum 2023.

Monat	Zeitraum	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/m³											
Jan 2023	28.12.22 - 28.01.23	20	19	20	28	29	28	31	31	31	21	22	22
Feb 2023	28.01.23 - 27.02.23	29	29	29	42	34	38	39	40	40	33	30	31
Mrz 2023	27.02.23 - 27.03.23	23	24	23	36	36	36	40	38	39	28	28	28
Apr 2023	27.03.23 - 27.04.23	21	20	20	29	28	28	32	31	32	25	26	26
Mai 2023	27.04.23 - 27.05.23	24	24	24	27	29	28	32	29	31	24	25	25
Jun 2023	27.05.23 - 27.06.23	24	22	23	23	25	24	30	30	30	25	27	26
Jul 2023	27.06.23 - 28.07.23	23	23	23	26	23	25	31	29	30	21	19	20
Aug 2023	28.07.23 - 29.08.23	26	25	26	28	28	28	32	29	30	24	22	23
Sep 2023	29.08.23 - 27.09.23	30	26	28	31	34	33	36	37	36	27	27	27
Okt 2023	27.09.23 - 27.10.23	30	26	28	28	29	28	35	28	31	25	25	25
Nov 2023	27.10.23 - 27.11.23	21	21	21	30	28	29	35	33	34	24	21	23
Dez 2023	27.11.23 - 29.12.23	23	25	24	29	32	30	35	35	35	27	24	25
Mittelwert	28.12.22 - 29.12.23	25	24	24	30	29	30	34	32	33	25	25	25

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

Monat	Zeitraum	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/m³											
Jan 2023	28.12.22 - 28.01.23	23	22	23	20	19	19	20	18	19	15	14	15
Feb 2023	28.01.23 - 27.02.23	28	28	28	35	n.a.	35	26	23	24	22	21	22
Mrz 2023	27.02.23 - 27.03.23	26	25	25	24	24	24	20	22	21	16	17	16
Apr 2023	27.03.23 - 27.04.23	27	28	27	25	22	24	21	22	22	14	15	14
Mai 2023	27.04.23 - 27.05.23	34	33	33	28	28	28	22	21	22	15	15	15
Jun 2023	27.05.23 - 27.06.23	37	34	35	28	24	26	n.a.	n.a.	n.a.	13	14	13
Jul 2023	27.06.23 - 28.07.23	21	22	22	16	18	17	14	14	14	12	12	12
Aug 2023	28.07.23 - 29.08.23	25	25	25	21	23	22	19	18	19	14	14	14
Sep 2023	29.08.23 - 27.09.23	28	29	28	26	25	25	24	22	23	20	18	19
Okt 2023	27.09.23 - 27.10.23	27	27	27	n.a.	n.a.	n.a.	22	21	22	18	16	17
Nov 2023	27.10.23 - 27.11.23	22	23	23	19	19	19	18	19	19	16	14	15
Dez 2023	27.11.23 - 29.12.23	27	26	26	24	23	24	23	22	23	16	17	17
Mittelwert	28.12.22 - 29.12.23	27	27	27	24	22	24	21	20	21	16	16	16

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

Tabelle 12. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 28 – MP 46 für den Messzeitraum 2023.

Monat	Zeitraum	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											
Jan 2023	28.12.22 - 28.01.23	27	27	27	18	18	18	26	26	26	27	26	26
Feb 2023	28.01.23 - 27.02.23	32	34	33	24	21	22	35	32	34	35	35	35
Mrz 2023	27.02.23 - 27.03.23	29	31	30	17	18	18	28	22	25	29	31	30
Apr 2023	27.03.23 - 27.04.23	25	26	25	15	15	15	23	24	24	21	19	20
Mai 2023	27.04.23 - 27.05.23	26	26	26	16	14	15	22	23	23	24	23	23
Jun 2023	27.05.23 - 27.06.23	25	26	25	14	14	14	22	20	21	27	28	27
Jul 2023	27.06.23 - 28.07.23	24	21	22	11	14	12	21	19	20	21	21	21
Aug 2023	28.07.23 - 29.08.23	28	27	28	15	15	15	23	22	22	22	25	24
Sep 2023	29.08.23 - 27.09.23	29	28	28	20	19	19	28	30	29	30	30	30
Okt 2023	27.09.23 - 27.10.23	31	32	31	23	22	23	25	25	25	25	27	26
Nov 2023	27.10.23 - 27.11.23	25	27	26	18	17	18	21	20	21	22	19	21
Dez 2023	27.11.23 - 29.12.23	30	32	31	24	24	24	8	6	7	21	26	23
Mittelwert	28.12.22 - 29.12.23	27	28	28	18	18	18	23	22	23	25	26	25

Monat	Zeitraum	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											
Jan 2023	28.12.22 - 28.01.23	27	25	26	22	21	21	25	26	26	23	22	22
Feb 2023	28.01.23 - 27.02.23	38	40	39	30	29	29	37	33	35	32	29	31
Mrz 2023	27.02.23 - 27.03.23	32	32	32	26	25	25	31	28	30	22	26	24
Apr 2023	27.03.23 - 27.04.23	25	26	25	20	20	20	25	29	27	19	19	19
Mai 2023	27.04.23 - 27.05.23	27	27	27	21	21	21	27	28	28	20	19	19
Jun 2023	27.05.23 - 27.06.23	25	25	25	22	24	23	29	28	29	18	17	18
Jul 2023	27.06.23 - 28.07.23	23	19	21	20	22	21	22	18	20	18	17	17
Aug 2023	28.07.23 - 29.08.23	26	20	23	21	23	22	20	19	19	20	19	19
Sep 2023	29.08.23 - 27.09.23	32	30	31	30	29	29	31	33	32	22	23	23
Okt 2023	27.09.23 - 27.10.23	27	27	27	26	27	26	29	29	29	24	24	24
Nov 2023	27.10.23 - 27.11.23	22	20	21	19	18	18	24	21	23	24	21	22
Dez 2023	27.11.23 - 29.12.23	25	26	26	24	24	24	24	27	26	26	23	24
Mittelwert	28.12.22 - 29.12.23	27	26	27	23	23	23	27	27	27	22	21	22

Tabelle 13. Einzelmessergebnisse an den Messpunkten MP 47 – MP 5 für den Messzeitraum 2023.

Monat	Zeitraum	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/m³											
Jan 2023	28.12.22 - 28.01.23	21	21	21	24	23	23	20	21	21	22	21	21
Feb 2023	28.01.23 - 27.02.23	28	29	28	34	38	36	28	29	29	34	32	33
Mrz 2023	27.02.23 - 27.03.23	23	25	24	28	28	28	25	23	24	28	29	28
Apr 2023	27.03.23 - 27.04.23	21	20	20	23	27	25	22	19	21	23	23	23
Mai 2023	27.04.23 - 27.05.23	19	18	18	24	26	25	19	18	19	23	25	24
Jun 2023	27.05.23 - 27.06.23	16	17	16	24	24	24	19	18	19	20	20	20
Jul 2023	27.06.23 - 28.07.23	15	15	15	20	20	20	18	16	17	18	18	18
Aug 2023	28.07.23 - 29.08.23	18	15	16	22	23	23	18	15	16	20	20	20
Sep 2023	29.08.23 - 27.09.23	23	24	23	30	28	29	n.a.	n.a.	n.a.	26	26	26
Okt 2023	27.09.23 - 27.10.23	24	26	25	28	22	25	23	25	24	26	25	26
Nov 2023	27.10.23 - 27.11.23	21	18	19	26	22	24	n.a.	n.a.	n.a.	20	19	19
Dez 2023	27.11.23 - 29.12.23	25	21	23	28	28	28	n.a.	n.a.	n.a.	27	24	26
Mittelwert	28.12.22 - 29.12.23	21	21	21	26	26	26	21	20	21	24	23	24

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

Monat	Zeitraum	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/m³											
Jan 2023	28.12.22 - 28.01.23	18	20	19	23	21	22	29	30	29	17	16	16
Feb 2023	28.01.23 - 27.02.23	29	29	29	31	29	30	42	42	42	25	23	24
Mrz 2023	27.02.23 - 27.03.23	24	25	24	25	29	27	37	34	36	18	17	18
Apr 2023	27.03.23 - 27.04.23	19	19	19	19	20	20	28	31	29	13	15	14
Mai 2023	27.04.23 - 27.05.23	19	18	19	19	18	18	27	29	28	13	13	13
Jun 2023	27.05.23 - 27.06.23	18	18	18	17	15	16	27	25	26	13	13	13
Jul 2023	27.06.23 - 28.07.23	16	15	15	17	17	17	31	29	30	13	13	13
Aug 2023	28.07.23 - 29.08.23	20	16	18	19	19	19	31	30	30	13	12	12
Sep 2023	29.08.23 - 27.09.23	26	24	25	25	23	24	34	30	32	15	16	16
Okt 2023	27.09.23 - 27.10.23	26	26	26	27	25	26	34	34	34	17	16	16
Nov 2023	27.10.23 - 27.11.23	18	17	18	22	20	21	30	30	30	16	14	15
Dez 2023	27.11.23 - 29.12.23	24	22	23	26	24	25	32	30	31	18	19	18
Mittelwert	28.12.22 - 29.12.23	21	21	21	22	22	22	32	31	31	16	15	16

Tabelle 14. Einzelmessergebnisse am Messpunkt MP 55 für den Messzeitraum 2023.

Monat	Zeitraum	MP 55 / 1	MP 55 / 2	MP 55
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Jan 2023	28.12.22 - 28.01.23	16	17	16
Feb 2023	28.01.23 - 27.02.23	26	25	25
Mrz 2023	27.02.23 - 27.03.23	17	18	18
Apr 2023	27.03.23 - 27.04.23	14	14	14
Mai 2023	27.04.23 - 27.05.23	14	13	14
Jun 2023	27.05.23 - 27.06.23	12	13	12
Jul 2023	27.06.23 - 28.07.23	11	11	11
Aug 2023	28.07.23 - 29.08.23	13	12	13
Sep 2023	29.08.23 - 27.09.23	17	17	17
Okt 2023	27.09.23 - 27.10.23	17	16	16
Nov 2023	27.10.23 - 27.11.23	14	14	14
Dez 2023	27.11.23 - 29.12.23	17	17	17
Mittelwert	28.12.22 - 29.12.23	16	15	16

Anhang

Ergebniskalender der meteorologischen Messgrößen an der Messstation Wuppertal Bundesallee

Tabelle 16. Ergebniskalender der Messgröße Luftfeuchte an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2023.

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

\\S-gkn-fs02.mbbm-group.com\allefirmen\Proj\160\160922\160922_06_Ber_1D.DOCX:28. 05. 2024

Tabelle 17. Ergebniskalender der Messgröße Lufttemperatur an der Messstation Wuppertal Bundesallee für das Jahr 2023.

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

\\S-gkn-fs02.mbbm-group.com\allefirmen\Proj\160M160922\M160922_06_Ber_1D.DOCX:28. 05. 2024