

## 2. Änderung / Ergänzung zum

# Bericht über Stickstoffdioxidmessungen im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2020

<b>Projektnummer</b>	19-003289
<b>Berichtsnummer</b>	19-03289-B01-Version 3
<b>Messstelle</b>	UCL Umwelt Control Labor GmbH Josef-Rethmann-Straße 5, 44536 Lünen Bekanntgabe nach § 29 b BImSchG in Verbindung mit 41. BImSchV (vormals § 26 BImSchG)
<b>Auftraggeber</b>	Stadt Wuppertal Der Oberbürgermeister Ressort Umweltschutz Johannes-Rau-Platz 1, 42275 Wuppertal
<b>Auftragsnummer/ Auftragsdatum</b>	4700090827 vom 02.01.2020 4700098496 vom 29.05.2020 4700096977 vom 23.04.2020
<b>Art der Messung</b>	Immissionsmessung nach § 29b BImSchG in Verbindung mit 41. BImSchV
<b>Messkomponenten</b>	Stickstoffdioxid, Meteorologie
<b>Messort/ Messgebiet</b>	Stadtgebiet Wuppertal
<b>Messzeitraum</b>	Januar 2020 bis Dezember 2020
<b>Berichtsdatum</b>	06.07.2021
<b>Version</b>	Version 3 Zweite Änderungsversion zum geänderten Bericht, ersetzt Version 2 vom 17.05.2021
<b>Seite</b>	1 von 57
<b>Anzahl der Anhänge</b>	1

## Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung der Messaufgabe .....	3
1.1	Aufgabenstellung .....	3
1.2	Messkomponenten .....	3
1.3	Administrative Anforderungen .....	3
1.4	Repräsentativität der Messungen .....	4
1.5	Bewertungsmaßstäbe und Luftqualitätsmerkmale .....	4
1.6	Ergänzende meteorologische Messungen.....	4
1.7	Anforderungen an die Messtechnik .....	5
2	Vorwissen.....	5
3	Messstrategie .....	6
3.1	Messgebiet und Messorte .....	6
3.2	Messzeitraum.....	9
3.3	Messzeiten .....	9
3.4	Datenverfügbarkeit.....	10
3.5	Messverfahren Stickstoffdioxid.....	11
3.6	Messverfahren Meteorologie .....	13
3.7	Verfahrenskenngrößen/Messunsicherheiten .....	13
3.8	Ergebnisunsicherheit.....	14
3.9	Erfassung und Archivierung der Messdaten .....	15
3.10	Art und Umfang der qualitätssichernden Maßnahmen.....	15
4	Auswertung / Messwertverarbeitung.....	15
4.1	Berechnung der Mittelwerte.....	15
4.2	Behandlung von Werten unterhalb der Nachweisgrenze .....	15
4.3	Behandlung von Messausfällen.....	16
4.4	Behandlung von Ausreißern .....	16
5	Messbericht.....	16
6	Darstellung und Bewertung der Messergebnisse.....	16
6.1	Besondere Vorkommnisse während der Probenahme.....	16
6.2	Immissionskenngrößen Stickstoffdioxid.....	17
6.3	Diskussion Messwerte an Hotspots .....	19
6.4	Diskussion Messwerte städtischer Hintergrund .....	21
6.5	Zeitliche Entwicklung der Stickstoffdioxidkonzentrationen .....	23
6.6	Vergleichsmessungen .....	28
6.7	Bewertung meteorologische Parameter.....	30
6.7.1	Bewertung Lufttemperatur .....	30
6.7.2	Bewertung Niederschlag .....	32
6.7.3	Bewertung Windrichtung .....	34
6.7.4	Bewertung Windgeschwindigkeit.....	35
7	Feinstaub PM10 und PM2,5 im Jahr 2020.....	37
8	Abschlussklärung .....	38

Anhang

## **1 Beschreibung der Messaufgabe**

### **1.1 Aufgabenstellung**

Die Stadt Wuppertal führt seit den 1990er Jahren Immissionsmessungen im Stadtgebiet von Wuppertal durch. Diese Messungen werden parallel zu den Messungen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV-NRW) durchgeführt.

Im Rahmen dieser Messungen wird der Luftschadstoff Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> mit einem passiven Messverfahren flächendeckend an Belastungsschwerpunkten (bis zu 30 Messpunkte) im Stadtgebiet erfasst. Diese Messungen werden durch meteorologische Messungen an einem Messpunkt begleitet.

Die Ergebnisse dieser Luftqualitätsmessungen werden der Öffentlichkeit auf einer Internetplattform ([www.no2-wuppertal.de](http://www.no2-wuppertal.de)) zur Verfügung gestellt.

Diese Messungen sollten auch im Jahr 2020 fortgeführt werden, um die verkehrsbezogene Immissionssituation in verschiedenen Straßenzügen und Stadtteilen zu erfassen.

Die UCL Umwelt Control Labor GmbH wurde von der Stadt Wuppertal beauftragt, im Jahr 2020 die vorgenannten Immissionsmessungen durchzuführen.

### **1.2 Messkomponenten**

Während des Messprogramms an 30 Messpunkten im Stadtgebiet von Wuppertal wurde der gasförmige Luftschadstoff Stickstoffdioxid untersucht. Zusätzlich dazu wurden an einem Messpunkt die meteorologischen Kenngrößen Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung erfasst.

### **1.3 Administrative Anforderungen**

Die Messungen sollten durch ein nach DIN EN 17025 akkreditiertes und nach Bundesimmissionsschutzgesetz BImSchG notifizierte Messinstitut durchgeführt werden.

Die UCL war nach den Maßgaben des § 29b BImSchG in Verbindung mit der 41. BImSchV im Tätigkeitsbereich IV (Immissionen) durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) akkreditiert und bis zum 31.03.2021 gem. § 4 der Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) notifiziert (bekannt gegeben).

Die durchgeführten Messungen wurden unter Berücksichtigung der Forderungen der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) durchgeführt.

Die auf Wunsch des Auftraggebers in der ersten Änderungsversion vom 17.05.2021 sowie in dieser Berichtsversion (Datum Deckblatt) vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen orientieren sich an den o.g. Grundsätzen und Akkreditierungsvorgaben, erfolgten jedoch zu einem Zeitpunkt als die Notifizierung gem. § 4 der Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) bereits erloschen war. (siehe Schlusserklärung)

#### 1.4 Repräsentativität der Messungen

Im Rahmen dieses Messprogramms wurden passive, ortsfeste und zeitlich fortlaufende Immissionsmessungen über 1 Jahr an 30 Messpunkten auf den Parameter Stickstoffdioxid im Stadtgebiet von Wuppertal durchgeführt.

Details zur Messpunktauswahl befinden sich im Kapitel 3.1 (Messgebiet und Messorte).

Die Messungen wurden im Zeitraum von Januar 2020 bis Dezember 2020 durchgeführt.

Die in der 39. BImSchV genannten Anforderungen zur Ermittlung der Immissionswerte, die als Kenndaten für ein gesamtes Kalenderjahr zu verstehen sind und auch jahreszeitliche Gänge, sowie ungünstige Immissionssituationen berücksichtigen, werden mit diesem Messprogramm mehr als erfüllt.

Die aktiven, ortsfesten und zeitlich fortlaufenden meteorologischen Messungen an einem Messpunkt wurden ebenfalls über die Dauer eines Jahres durchgeführt.

#### 1.5 Bewertungsmaßstäbe und Luftqualitätsmerkmale

Die Bewertung des Luftschadstoffs Stickstoffdioxids erfolgt nach der 39. BImSchV. Für den Schutz der menschlichen Gesundheit ist in Nummer 2 des § 3 ein Immissionswert in Höhe von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  genannt, der als Jahresmittelwert über den Zeitraum eines gesamten Kalenderjahres zu verstehen ist.

Der entsprechende Bewertungsmaßstab ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tab. 1** Bewertungsmaßstab

Parameter	Immissionswert (Mittelungszeitraum)	Schutzgut	Bewertungsgrundlage
<b>Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)</b>			
Stickstoffdioxid	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ / (Jahresmittelwert)	menschliche Gesundheit	Immissionswert der 39. BImSchV § 3, Nummer 2

Der in § 3, Nr. 1 der 39. BImSchV genannte Stickstoffdioxid-Kurzzeitimmissionswert für die volle Stunde in Höhe von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit 18 zulässigen Überschreitungen im Jahr, kann mit dem angewandten Verfahren nicht ermittelt werden.

#### 1.6 Ergänzende meteorologische Messungen

Im Rahmen dieses Messprogramms wurden zusätzlich meteorologische Messungen auf die Parameter Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung

an einer Messstation auf dem Dach (ca. 30 m über Grund) der Sankt Laurentius Schule im Stadtteil Elberfeld an der Bundesallee 30 begleitend durchgeführt.

Die meteorologischen Messungen an diesem Messpunkt sollen insbesondere die mittleren Windverhältnisse oberhalb der sogenannten Stadtreibungsschicht ermitteln. Oberhalb dieser Stadtreibungsschicht nehmen die lokalen Einflüsse auf das Strömungsfeld ab, sodass ein weitgehend homogenes Turbulenzfeld vorliegt.

## 1.7 Anforderungen an die Messtechnik

Zur Messung der vorgenannten Komponenten werden Messverfahren angewendet, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und den Anforderungen der 39. BImSchV, bzw. den Regelungen des DIN und des VDI entsprechen.

Die angewandten Verfahren werden in einem späteren Kapitel ausführlich beschrieben.

## 2 Vorwissen

Die Stadt Wuppertal betreibt seit den 1990er Jahren passive Stickstoffdioxidmessungen an mehreren Belastungsschwerpunkten durch den Luftschadstoff Stickstoffdioxid im Stadtgebiet von Wuppertal.

Zusätzlich zu den Messungen der Stadt Wuppertal, betreibt das Land NRW eine aktive Luftmessstation im städtischen Hintergrund von Wuppertal-Langerfeld und eine Messstation am Belastungsschwerpunkt Gathe/Ecke Wilhelmstraße im Stadtteil Elberfeld.

Es liegt somit eine detaillierte Zeitreihe über die Stickstoffdioxidkonzentrationen im Stadtgebiet von Wuppertal in den vergangenen Jahren vor. Mit diesen Messungen wurde festgestellt, dass an mehreren Messorten in Wuppertal der Immissionswert für Stickstoffdioxid von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für das Jahresmittel überschritten wird. Aufgrund der ermittelten Belastungssituation kam es bereits im Jahre 2008 zu der Erstellung eines Luftreinhalteplans, welcher im Jahr 2013 fortgeschrieben wurde. Eine weitere Fortschreibung des Luftreinhalteplans hat im vergangenen Jahr 2020 stattgefunden und ist am 30. Oktober 2020 in Kraft getreten. Hierin werden mehrere Maßnahmen beschrieben, u.a. die „Entwicklung eines KI-gesteuerten, umweltsensitiven Echtzeitverkehrsmanagements, das über eine Kombination mit einem sensorgesteuerten digitalen Parkleitmanagement und weiterer flankierender Maßnahmen für eine Absenkung der Verkehrsbelastung und somit auch der Schadstoffbelastungssituation sorgen soll“. (Pressemitteilung Stadt Wuppertal vom 30. Oktober 2020)

Mit Überwachung der Luftschadstoffsituation in Wuppertal soll die Wirksamkeit dieser Maßnahmen überprüft werden. Wesentlicher Bestandteil dieser Überprüfung ist die Messung der detaillierten räumlichen Verteilung der Stickstoffdioxidkonzentrationen im Stadtgebiet von Wuppertal.

Dieser Bericht fasst die ermittelten Stickstoffdioxidkonzentrationen aus dem Jahr 2020 zusammen und bewertet diese nach den Maßstäben des BImSchG.

### 3 Messstrategie

Bei den Messungen handelt es sich um eine im Sinne von VDI 4280 Blatt 1 (Planung von Immissionsmessungen) zeitlich fortlaufende Messung der räumlichen Verteilung von Luftverunreinigungen in urbanen Gebieten.

#### 3.1 Messgebiet und Messorte

Die Ermittlung der Stickstoffdioxidkonzentration im Stadtgebiet von Wuppertal fand im Jahr 2020 an insgesamt 30 Messpunkten statt.

Das Messgebiet umfasst das Stadtgebiet Wuppertal, über welches sich die 30 Messorte entsprechend der lokalen Belastungsschwerpunkte durch den Luftschadstoff Stickstoffdioxid verteilen.

Die folgende Tabelle listet die 30 Messpunkte im Stadtgebiet von Wuppertal auf.

**Tab. 2** Messpunktübersicht

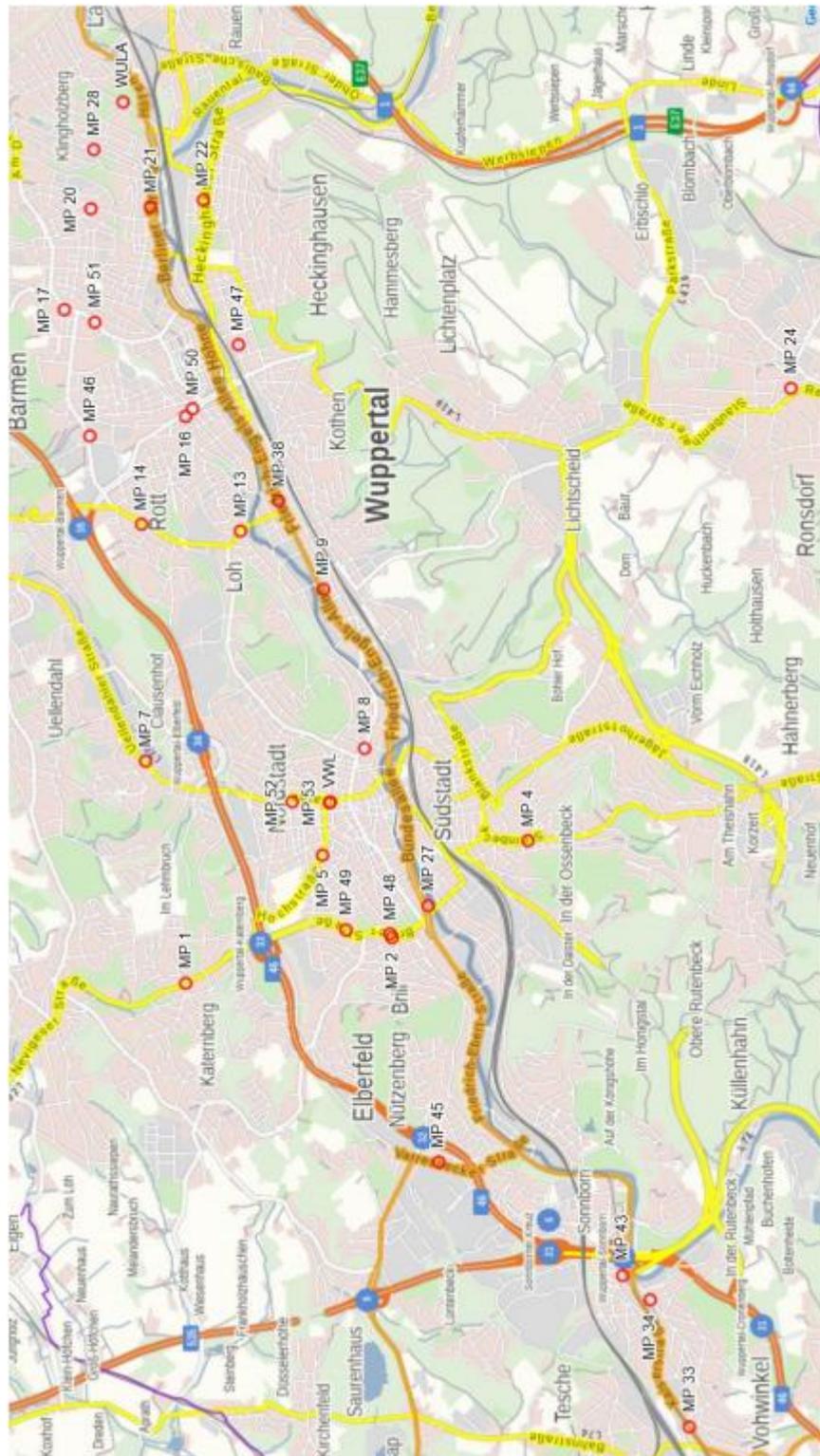
Messpunkt	Gauß-Krüger		Messpunkt	Gauß-Krüger	
	Rechts	Hoch		Rechts	Hoch
<b>MP 1</b> Nevigeser Straße 98	2578552	5682417	<b>MP 27</b> Bundesallee 30	2579293	5680403
<b>MP 2</b> Briller Straße 28	2579011	5680700	<b>MP 28</b> Schwarzbach 79	2585587	5683482
<b>MP 4</b> Steinbeck 92	2579875	5679586	<b>MP 33</b> Kaiserstraße 32	2574963	5678028
<b>MP 5</b> Hochstraße 63	2579680	5681311	<b>MP 34</b> Haeseler Straße 94	2576023	5678403
<b>MP 7</b> Uellendahler Straße 198	2580419	5682837	<b>MP 38</b> Friedrich-Engels-Allee 308	2582670	5681806
<b>MP 8</b> Hofkamp 86	2580606	5680992	<b>MP 43</b> Eugen-Langen-Straße 23	2576225	5678643
<b>MP 9</b> Friedrich-Engels-Allee 198	2581936	5681400	<b>MP 45</b> Varresbecker Straße 122	2577121	5680230
<b>MP 13</b> Rudolfstraße 149	2582402	5682118	<b>MP 46</b> Schützenstraße 74	2583157	5683417
<b>MP 14</b> Schönebecker Straße 81	2582428	5682953	<b>MP 47</b> Gewerbeschulstraße 54	2583981	5682201
<b>MP 16</b> Steinweg 25	2583358	5682617	<b>MP 48</b> Briller Straße 28 gegenüber	2579037	5680719
<b>MP 17</b> Westkotter Straße 111	2584225	5683672	<b>MP 49</b> Briller Straße 100	2579061	5681086
<b>MP 20</b> Wichlinghauser Straße 70	2585084	5683487	<b>MP 50</b> Steinweg / Oberdörnen	2583424	5682560
<b>MP 21</b> Berliner Straße 159	2585123	5682988	<b>MP 51</b> Westkotter Straße 73a	2584127	5683415
<b>MP 22</b> Heckinghausr Straße 159	2585196	5682547	<b>MP 52</b> Gathe 20	2580124	5681586
<b>MP 24</b> Staasstraße 51	2583808	5677532	<b>MP 53</b> Ecke Gathe/Wilhelmstraße	2580136	5681269

Zusätzlich zu den Messungen der Stadt Wuppertal, betreibt das Land NRW eine aktive Luftmessstation im städtischen Hintergrund von Wuppertal-Langerfeld in der Straße „Am Buchenloh“ (LANUV-Kennung: WULA). Die an dieser Messstation ermittelten Daten dienen der Ermittlung der Luftqualität im städtischen Hintergrund abseits von durch den Kraftfahrzeugverkehr geprägten Belastungsschwerpunkten.

Des Weiteren betreibt das LANUV-NRW an einem durch den Kraftfahrzeugverkehr geprägten lufthygienischen „HotSpot“ im Stadtteil Elberfeld an der Gathe im Bereich der Einmündung Wilhelmstraße (LANUV-Kennung: VWEL) eine aktive Luftmessstation.

Am städtischen Messpunkt 53 fand eine Vergleichsmessung des passiven Messverfahrens mit den aktiven Messungen des LANUV-NRW statt.

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersichtskarte, in der die 30 Messpunkte der Stadt Wuppertal und die beiden Messpunkte des LANUV-NRW eingezeichnet sind.



**Abb. 1** Übersichtskarte Messpunkte NO<sub>2</sub>-Messungen (ohne Maßstab)

Die passiven Stickstoffdioxidmessungen im Auftrag der Stadt Wuppertal fanden ausschließlich an Messorten mit Verkehrseinfluss statt, die sich in den vergangenen Jahren als „Hotspots“ der Belastung durch Stickstoffdioxid herausgestellt haben. Die Messorte befinden sich in direkter Nähe zu den Hauptverkehrsstraßen im Stadtgebiet von Wuppertal. Aufgrund der geringen Baugröße sind die Passivsammler hauptsächlich an Laternen und Verkehrsschildern im öffentlichen Straßenraum installiert.

Die insgesamt 30 Messpunkte verteilen sich über das gesamte Stadtgebiet. Die meisten Messorte befinden sich in einem der beiden Stadtteilzentren Barmen, bzw. Elberfeld. Weitere Messorte befinden sich in den Stadtteilen Ronsdorf (MP 24), Vohwinkel (MP 33, MP 34 und MP 43) und Uellendahl (MP 1). Alle Messpunkte befinden sich in direkter Nähe zu den Hauptverkehrsstraßen. Zusätzlich zu den vorgenannten Messpunkten wurden am Messpunkt 53 (Ecke Gathe/Wilhelmstraße) Parallelmessungen zu den aktiven Messungen des LANUV-NRW durchgeführt.

Im Straßenverlauf der Briller Straße im Stadtteil Elberfeld befinden sich im Bereich der Hausnummer 28 zwei gegenüberliegende Messpunkte. Zudem wurde im höher gelegenen Bereich der Briller Straße nahe der Hausnummer 100 eine weitere Messstelle betrieben.

Der Messpunkt 27 (Bundesallee) wurde im Jahr 2020 erstmalig vom Messort auf dem Dach der städtisch-katholischen Grundschule in einer Höhe von ca. 30 Meter über Grund an einem Laternenmast neben dem Schulgelände, direkt an die Bundesallee mit einer Höhe von ca. 3 Meter über Grund verlegt.

Zusätzlich zu den Messpunkten, an denen die Stickstoffdioxidkonzentration ermittelt wird, werden an einer meteorologischen Messstation auf dem Dach der städtisch-katholischen Hauptschule Sankt Laurentius in der Bundesallee 30 meteorologische Messungen durchgeführt.

Vom Deutschen Wetterdienst DWD werden im Stadtgebiet von Wuppertal im Naherholungsgebiet Scharpenacken zwischen den Stadtteilen Ronsdorf und Heckinghausen an einer meteorologischen Station (DWD-Messstation Wuppertal, DWD-Kennung 15200) die Parameter Windgeschwindigkeit und Windrichtung ermittelt.

Zudem ermittelt der DWD im Stadtteil Buchenhofen (DWD-Messstation Wuppertal Buchenhofen, DWD-Kennung 5717) an einer meteorologischen Messstation weitere meteorologische Parameter.

### **3.2 Messzeitraum**

Die Messungen begannen am 30.12.2019 und endeten am 03.01.2021.

### **3.3 Messzeiten**

Die passiven Stickstoffdioxidmessungen wurden monatlich durchgeführt. Der Wechselrhythmus betrug ca.  $30 \pm 5$  Tage.

Die meteorologischen Messungen fanden kontinuierlich mit einer zeitlichen Auflösung von Minutenmesswerten statt. Zur elektronischen Weiterverarbeitung werden 10-Minutenmittelwerte, bzw. Stunden-, Tages- und Monatsmittel verwandt.

Die Messungen fanden mit vollständiger Abdeckung des Messzeitraumes (ohne Berücksichtigung von Messausfällen) statt.

### **3.4 Datenverfügbarkeit**

Für den Parameter Stickstoffdioxid wird in Anhang 1 der 39. BImSchV zur Ermittlung eines repräsentativen Jahresmittelwertes eine Mindestdatenerfassung von 90 % gefordert.

Während der passiven Stickstoffdioxidmessungen kam es im Jahr 2020 an den Messpunkten MP 2 (Briller Straße 28), MP 13 (Rudolfstraße 149), MP 17 (Westkotter Straße 111) und MP 51 (Westkotter Straße 73) zu jeweils einem Ausfall der Proben während der Probenahme. Der Datenbelegungsgrad beträgt an diesen Messpunkten somit 92 %.

Die Gesamtdatenerfassung über alle Messpunkte liegt bei 99 %. Die übliche Mindestdatenerfassung wird eingehalten.

In der folgenden Tabelle sind die stationsbezogenen Datenbelegungsgrade der passiven Stickstoffdioxidmessungen dargestellt.

**Tab. 3** Datenbelegungsgrade NO<sub>2</sub>-Messungen

Messpunkt	Datenbelegung in %	Messpunkt	Datenbelegung in %
<b>MP 1</b>	100	<b>MP 27</b>	100
Nevigeser Straße 98	(0)	Bundesallee 30	(0)
<b>MP 2</b>	92	<b>MP 28</b>	100
Briller Straße 28	(1)	Schwarzbach 79	(0)
<b>MP 4</b>	100	<b>MP 33</b>	100
Steinbeck 92	(0)	Kaiserstraße 32	(0)
<b>MP 5</b>	100	<b>MP 34</b>	100
Hochstraße 63	(0)	Haeseler Straße 94	(0)
<b>MP 7</b>	100	<b>MP 38</b>	100
Uellendahler Straße 198	(0)	Friedrich-Engels-Allee 308	(0)
<b>MP 8</b>	100	<b>MP 43</b>	100
Hofkamp 86	(0)	Eugen-Langen-Straße 23	(0)
<b>MP 9</b>	100	<b>MP 45</b>	100
Friedrich-Engels-Allee 198	(0)	Varresbecker Straße 122	(0)
<b>MP 13</b>	92	<b>MP 46</b>	100
Rudolfstraße 149	(1)	Schützenstraße 74	(0)
<b>MP 14</b>	100	<b>MP 47</b>	100
Schönebecker Straße 81	(0)	Gewerbeschulstraße 54	(0)
<b>MP 16</b>	100	<b>MP 48</b>	100
Steinweg 25	(0)	Briller Straße 28 gegenüber	(0)
<b>MP 17</b>	92	<b>MP 49</b>	100
Westkotter Straße 111	(1)	Briller Straße 100	(0)
<b>MP 20</b>	100	<b>MP 50</b>	100
Wichlinghauser Straße 70	(0)	Steinweg / Oberdörnen	(0)
<b>MP 21</b>	100	<b>MP 51</b>	92
Berliner Straße 159	(0)	Westkotter Straße 73a	(1)
<b>MP 22</b>	100	<b>MP 52</b>	100
Heckinghausr Straße 159	(0)	Gathe 20	(0)
<b>MP 24</b>	100	<b>MP 53</b>	100
Staasstraße 51	(0)	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	(0)

(Werte in Klammern) = Anzahl Ausfälle

Wegen vorgelagerter Probleme in der Spannungsversorgung, hatten die meteorologischen Messinstrumente im Zeitraum 22.10. bis 27.11.2020 einen technischen Defekt, sowie direkt davorliegend aufsummierte Ausfälle von ca. 5 Tagen. Die Datenbelegung beträgt bei den meteorologischen Messungen somit 89 % der maximal im Jahr 2020 erreichbaren Zeit.

### 3.5 Messverfahren Stickstoffdioxid

Die Bestimmung von NO<sub>2</sub> mittels Passivsammlern erfolgt nach DIN EN 16339. Es werden die im Anhang A der DIN EN 16339 beschriebenen Sammler des Röhrentyps mit zylindrischem Röhrrchen (PALMES-Sammler) verwendet. Hierbei handelt es sich um Acryl-Röhrrchen, welche an einem Ende mit Triethanolamin (TEA) benetzte Stahl-netzte enthalten. NO<sub>2</sub> diffundiert durch die Diffusionsstrecke des Sammlers und wird durch Reaktion mit Triethanolamin als Nitrit auf den benetzten Trägern gesammelt.

Nach der Probenahme wird das gesammelte Nitrit extrahiert und photometrisch nach dem Griess-Saltzman-Verfahren analysiert. Die Expositionszeit der Proben beträgt einen Monat. In diesem Zeitraum werden die Diffusionsröhrchen wettergeschützt an geeigneter Stelle frei anströmbar exponiert.

Für die Bestimmung der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen wurde für die Aufnahmezeit der verwendeten Passivsammler vom Typ Palmes eine Aufnahmezeit verwendet, die vom LANUV-NRW im Fachbericht 59 aus dem Jahr 2015 „Messung von Stickstoffdioxid in der Außenluft mit Passivsammlern in NRW. Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem Referenzverfahren der Europäischen Richtlinie 2008/50/EG und der 39. BImSchV“ gegen das Referenzverfahren bei Normalbedingungen ermittelt wurde. Es wurde die Aufnahmezeit von 0,734 ml/min verwendet, die durch einen Vergleich mit dem Referenzverfahren der DIN EN 14211 auf die Referenzbedingungen der 39. BImSchV (Druck 1013 hPa, Temperatur 20 °C, bzw. 293 K) bezogen ist.

Nach Anhang C der DIN EN 16339 ist die Aufnahmezeit der Passivsammler für NO<sub>2</sub> hauptsächlich von den geometrischen Kennwerten der Sammelröhrchen (Länge, Form, Öffnungsfläche, Verwendung Diffusionsmembranen) und stoffspezifischen Kennwerten für die verwendete Diffusionssinke (hier TEA) geprägt.

Neben diesen konstruktionsbedingten Einflussgrößen ist insbesondere die Temperatur während der Expositionsdauer eine variable Größe, die die absorbierte Menge an NO<sub>2</sub> in den Sammelröhrchen und damit auch die berechnete NO<sub>2</sub>-Konzentration beeinflusst.

Die DIN EN 16339 beschreibt diese Abhängigkeit in Form der im Folgenden dargestellten Berechnungsformel.

$$vT = vT_{ref} \left( \frac{T}{T_{ref}} \right)^{1,81}$$

$vT$  = Aufnahmezeit bei Probenahmetemperatur in ml/min

$vT_{ref}$  = Aufnahmezeit bei Referenzbedingungen der 39. BImSchV (hier 0,734 ml/min)

$T$  = Durchschnittstemperatur während der Probenahme in K

$T_{ref}$  = Referenztemperatur der 39. BImSchV in K (hier 293 K = 20 °C)

Die Berechnung der für den jeweiligen Probenahmezeitraum errechnet sich als Potenzfunktion mit dem Exponenten 1,81 und der Basis aus dem Verhältnis von Temperatur während der Probenahme zur Referenztemperatur der 39 BImSchV mit der die empirisch ermittelte Aufnahmezeit zu multiplizieren ist.

**Tab. 4** Temperatureinfluss der DIN EN 16339 auf die Aufnahmezeit

Aufnahmezeit bei 293 K (20 °C)	Aufnahmezeit bei 283 K (10 °C)	Aufnahmezeit bei 273 K (0 °C)
0,734 ml/min (100 %)	0,689 ml/min (94 %)	0,646 ml/min (88 %)

Die DIN EN 16339 verweist in diesem Zusammenhang darauf, dass der vorgenannte Einfluss der Temperatur auf die Aufnahme rate der Passivsammler gegenüber  $\text{NO}_2$  und damit auch auf die berechnete  $\text{NO}_2$ -Konzentration bei Beurteilungen über längere Zeiträume (beispielsweise ein Jahr) zu vernachlässigen ist.

Demgegenüber bleibt der Einfluss der Temperatur bei Probenahmezeiträumen während denen deutlich von der Referenztemperatur der 39. BImSchV in Höhe von  $20\text{ }^\circ\text{C}$  (= 293 K) abgewichen wird ein Einfluss bestehen.

Eine Unterschätzung von monatlich ermittelten  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in winterlich kalten Expositionszeiträumen sind die Regel. Die Beurteilung von Jahreskenngrößen ist davon nicht beeinflusst.

### **3.6 Messverfahren Meteorologie**

Für die Messungen der meteorologischen Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windrichtung und Windgeschwindigkeit wurde ein kombinierter Messwertgeber der Firma Adolf Thies, Göttingen vom Typ Clima Sensor Ultrasonic US verwandt, der alle 4 genannten Parameter in einem Geber vereinigt.

Für die Messungen der Windkomponenten (Windrichtung und Windgeschwindigkeit) wurde ein Ultraschall-Messwertgeber verwandt. Das Messprinzip beruht auf der windrichtungsabhängigen zeitlichen Veränderung (Verlängerung, bzw. Verkürzung) der Laufzeit von Schallwellen innerhalb einer vorgegebenen Messstrecke.

Für die Ermittlung der Lufttemperatur wurde ein elektrischer Sensor verwendet, der die temperaturabhängige proportionale Änderung eines Widerstandes misst (Pt 100-Sensor). Die relative Feuchte wurde mit einem elektrischen Sensor ermittelt, der eine zur relativen Luftfeuchte proportionale Änderung seiner elektrischen Kapazität aufweist (kapazitiver Feuchtesensor).

Zur Aufzeichnung der Daten wurde ein Datenlogger vom Typ DLU verwendet, der die meteorologischen Parameter in Form von 10-Minutenmittelwerten abspeichert und archiviert. Zudem werden die Extremwerte innerhalb dieser Zeitintervalle (minimale und maximale Messwerte) archiviert.

Die meteorologischen Messungen wurden an einem pneumatischen ausfahrbaren Teleskopmast mit einer Dachüberhöhung von ca. 6 Meter durchgeführt.

### **3.7 Verfahrenskenngrößen/Messunsicherheiten**

Die Grundlagen der Berechnung der Verfahrenskenngrößen und der Messunsicherheiten werden in der „ISO/IEC Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“, (GUM) beschrieben. Die spezifischen Anforderungen an die Ermittlung der Messunsicherheit für Messungen mit diskontinuierlichen Messverfahren werden in der DIN EN ISO 20988 dargestellt.

Die Bestimmungsgrenze des Stickstoffdioxids mittels Passivsammlern nach der DIN EN 16339 wurde durch das Kalibrierkurvenverfahren festgelegt. Die erweiterte Messunsicherheit wurde mittels Doppelbestimmung gemäß DIN EN ISO 20988 nach dem Typ A6 ermittelt.

Die folgende Tabelle listet die Verfahrenskenngrößen für die passiven Stickstoffdioxidmessungen auf.

**Tab. 5** Verfahrenskenngrößen Stickstoffdioxidmessungen

Bestimmungsgrenze*	erweiterte Messunsicherheit*
5 µg/m <sup>3</sup>	1,8 µg/m <sup>3</sup>

\* bezogen auf eine typische Probenahmedauer von 30 Tagen

In der folgenden Tabelle sind die Messbereiche, die Auflösungen und die Genauigkeiten der eingesetzten meteorologischen Messwertgeber aufgelistet.

**Tab. 6** Verfahrenskenngrößen Meteorologie

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
<b>Windgeschwindigkeit</b>		
0,1 bis 60 m/s	0,1 m/s	0,1 bis 5 m/s: ± 0,3 m/s 5 bis 60 m/s: ± 3 % vom Messwert
<b>Windrichtung</b>		
0 bis 360 Grad (Windstille 0°)	1 Grad	± 2 Grad bei Wind > 2 m/s
<b>Lufttemperatur</b>		
- 50 bis + 80 °C	0,1 °C	- 45 bis + 60 °C: ± 0,5 °C
<b>Relative Luftfeuchte</b>		
0 bis 100 % rF	0,1 % rF	10 bis 90 % rF: ± 1,8 % rF 0 bis 100 % rF: ± 3,0 % rF

### 3.8 Ergebnisunsicherheit

Die Ergebnisunsicherheit der Messungen ist abhängig von den Unsicherheitsbeiträgen der angewandten Verfahren, der Auswahl der Messzeiten und der Messpunktauswahl.

Da es sich bei den Messungen um Punktmessungen handelte und damit keine Repräsentativitäten in Bezug auf andere Messpunkte, bzw. größere Gebiete stattfinden sollten, entfällt der hierdurch anfallende Unsicherheitsbetrag.

Da bei den Messungen ortsfeste quasi-kontinuierliche Messungen durchgeführt wurden, entfällt der Unsicherheitsbetrag in Bezug auf die Messzeit ebenfalls.

### 3.9 Erfassung und Archivierung der Messdaten

Bei den passiven Stickstoffdioxidmessungen wurden alle Probenahmedaten schriftlich auf dem Probenahmeprotokoll erfasst. Diese wurden in Papierform sowie in elektronischer Form archiviert. Alle laboranalytisch anfallenden Daten wurden auf elektronische Weise erfasst und in einem Laborinformationssystem für Analysendaten (LISA) gespeichert und archiviert.

Die Verarbeitung der ermittelten Messdaten erfolgte mit einem Tabellenkalkulationsprogramm.

Die Messwerterfassung, -übermittlung und -archivierung fand ausschließlich auf elektronischem Wege in Form von produktspezifischen Datenbanken und Tabellenkalkulationen statt.

### 3.10 Art und Umfang der qualitätssichernden Maßnahmen

Alle vorgenannten Arbeiten fanden nach den Vorgaben der jeweiligen Normen und Richtlinien statt und sind im QM-System nach DIN EN 17025 der UCL hinterlegt.

Die folgende Tabelle listet die entsprechenden Dokumente diesbezüglich auf.

**Tab. 7** Übersicht QM-Dokumente der angewandten Verfahren

Parameter	Richtlinie/Norm	QM-Dokument
Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	DIN EN 16 339	PN-IMM_007 (Probenahme) AAK-IMM_001 (Analytik)
Windrichtung Windgeschwindigkeit	VDI 3786, Blatt 1 VDI 3786, Blatt 2	PN-IMM_011
Lufttemperatur relative Luftfeuchte	VDI 3786, Blatt 3 VDI 3786, Blatt 4	PN-IMM_012

## 4 Auswertung / Messwertverarbeitung

### 4.1 Berechnung der Mittelwerte

Beim Parameter Stickstoffdioxid werden aufgrund der unterschiedlich langen Messzeiträume der einzelnen Monatsmessungen (die Zeiträume variieren in der Regel zwischen 28 und 35 Tagen) zur Berechnung der Mittelwerte im Messzeitraum über die Zeit gewichtete Mittelwerte angegeben.

### 4.2 Behandlung von Werten unterhalb der Nachweisgrenze

Bei den vorgenannten Verfahren werden Messwerte unterhalb der jeweiligen Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze mit dem vollen Betrag der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze in die Mittelwertberechnung einbezogen.

Messwerte unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze werden mit einem „<“ entsprechend gekennzeichnet.

### 4.3 **Behandlung von Messausfällen**

Messausfälle werden mit Angabe des entsprechenden Grundes dokumentiert.

### 4.4 **Behandlung von Ausreißern**

Ob ein gemessener Wert ein Ausreißer aus dem Datenkollektiv ist, kann rechnerisch durch den im Jahr 1950 veröffentlichten Ausreißertest nach F. E. Grubbs berechnet werden (Frank E. Grubbs, Sample Criteria for Testing Outlying Observations, In: The Annals of Mathematical Statistics. Band 21, Nr. 1, 1950).

Auf eine rein rechnerische Bestimmung eines solchen Ausreißers wird während der Messungen verzichtet, da diese Berechnung auch reale Immissionsituationen bei starker Streubreite der gemessenen Werte als Ausreißer aus dem Datenkollektiv erkennt.

## 5 **Messbericht**

Dem Auftraggeber wurden die Ergebnisse der passiven Stickstoffdioxidmessungen monatlich in Form einer Messwerttabelle (Tabellenkalkulation) mitgeteilt. Nach Verifizierung durch den Auftraggeber wurden diese auf der Internetpräsenz [www.no2-wuppertal.de](http://www.no2-wuppertal.de) veröffentlicht.

Die meteorologischen Daten wurden direkt auf der vorgenannten Internetpräsenz in Form von graphischen Verläufen des aktuellen Tages, der zurückliegenden 7 Tage und des zurückliegenden Monats veröffentlicht.

Nach Beendigung des ganzjährigen Messprogrammes wurde der hier vorliegende Jahresabschlussbericht erstellt.

## 6 **Darstellung und Bewertung der Messergebnisse**

### 6.1 **Besondere Vorkommnisse während der Probenahme**

Die Messungen am MP 2 „Briller Straße 28“ wurden erst im Februar 2020 und am MP 53 „Ecke Gathe/Wilhelmstraße“ im Monat April 2020 begonnen.

Bei der passiven Messung des Stickstoffdioxids kam es im Monat Juni 2020 am MP 13 „Rudolfstraße 149“ durch entwendete Sammelapparaturen zu einem Ausfall bei der Probenahme.

Im Monat August waren an den beiden MP 17 „Westkotter Straße 111“ und 51 „Westkotter Strasse 73a“ ebenfalls Verluste der Proben zu verzeichnen.

Am MP 48 „gegenüber Briller Straße 28“ kam es in den beiden Monaten März und April 2020 zu ebensolchen Ausfällen bei der Probenahme.

Die meteorologischen Messungen waren im Zeitraum 22.10. bis 27.11.2020 wegen einem Gerätedefekt unterbrochen.

Details dazu finden sich in Kapitel 3.4 „Datenverfügbarkeit“.

## 6.2 Immissionskenngrößen Stickstoffdioxid

Im Folgenden werden die ermittelten Jahresmittelwerte den Beurteilungskriterien gegenübergestellt und bewertet. Im Anhang 1 finden sich die einzelnen Monatsergebnisse in tabellarischer Form.

Die nachfolgende Tabelle listet die im Jahr 2020 an den 30 Messstellen im Stadtgebiet von Wuppertal ermittelten Stickstoffdioxidkonzentrationen auf.

**Tab. 8** Stickstoffdioxidkonzentrationen im Jahr 2020

Messpunkt	NO <sub>2</sub> - Konzentration µg/m <sup>3</sup>	Messpunkt	NO <sub>2</sub> - Konzentration µg/m <sup>3</sup>
<b>MP 1</b>	22,4	<b>MP 27</b>	30,1
Nevigeseer Straße 98	(56)	Bundesallee 30	(75)
<b>MP 2</b>	37,2	<b>MP 28</b>	31,0
Briller Straße 28	(93)	Schwarzbach 79	(78)
<b>MP 4</b>	30,3	<b>MP 33</b>	26,6
Steinbeck 92	(76)	Kaiserstraße 32	(67)
<b>MP 5</b>	31,3	<b>MP 34</b>	29,1
Hochstraße 63	(78)	Haeseler Straße 94	(73)
<b>MP 7</b>	26,1	<b>MP 38</b>	29,9
Uellendahler Straße 198	(65)	Friedrich-Engels-Allee 308	(75)
<b>MP 8</b>	26,9	<b>MP 43</b>	26,6
Hofkamp 86	(67)	Eugen-Langen-Straße 23	(67)
<b>MP 9</b>	32,4	<b>MP 45</b>	30,8
Friedrich-Engels-Allee 198	(81)	Varresbecker Straße 122	(77)
<b>MP 13</b>	33,4	<b>MP 46</b>	23,4
Rudolfstraße 149	(83)	Schützenstraße 74	(59)
<b>MP 14</b>	25,7	<b>MP 47</b>	23,7
Schönebecker Straße 81	(64)	Gewerbeschulstraße 54	(59)
<b>MP 16</b>	36,5	<b>MP 48</b>	30,7
Steinweg 25	(91)	Briller Straße 28 gegenüber	(77)
<b>MP 17</b>	33,7	<b>MP 49</b>	26,0
Westkotter Straße 111	(84)	Briller Straße 100	(65)
<b>MP 20</b>	27,0	<b>MP 50</b>	26,3
Wichlinghauser Straße 70	(68)	Steinweg / Oberdörnen	(66)
<b>MP 21</b>	31,1	<b>MP 51</b>	22,3
Berliner Straße 159	(78)	Westkotter Straße 73a	(56)
<b>MP 22</b>	27,9	<b>MP 52</b>	23,2
Heckinghausr Straße 159	(70)	Gathe 20	(58)
<b>MP 24</b>	21,0	<b>MP 53</b>	33,7
Staasstraße 51	(52)	Ecke Gathe/Wilhelmstraße	(84)

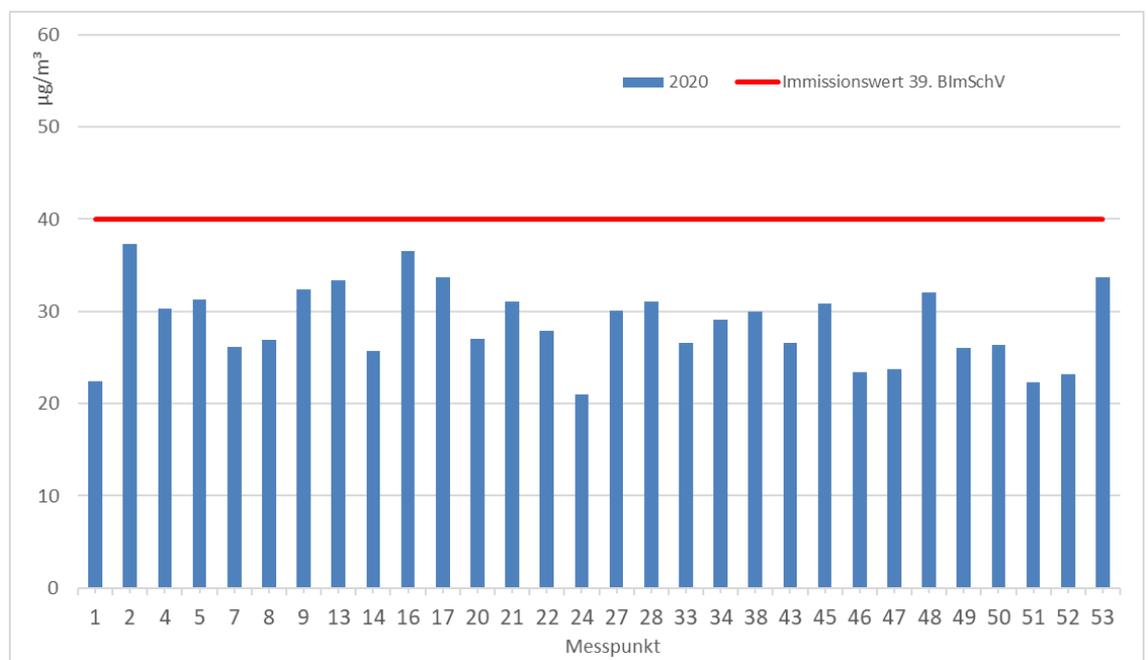
(Wert in Klammern) = Verhältnis zum Immissionswert der 39. BImSchV in Prozent

Aus den dargestellten Messwerten ist zu erkennen, dass erfreulicherweise der Immissionswert für das Jahresmittel der Stickstoffdioxidkonzentration zum Schutz der menschlichen Gesundheit der 39. BImSchV in Höhe von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für das Jahresmittel an allen Messpunkten im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2020 eingehalten wird.

An den Messpunkten MP 1, MP 24, MP 46, MP 47, MP 51 und MP 52 wird der Immissionswert der 39. BImSchV bis zu ca. 60 % ausgeschöpft. Es werden Konzentrationen von  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht. Stickstoffdioxidkonzentrationen in dieser Höhe gliedern sich in die Messwerte der Hintergrundstandorte aus dem Messnetz des LANUV (Jahresbericht 2019) ein. Am Messort MP 24, Staasstraße 51 im Stadtkern von Wuppertal-Ronsdorf wird der geringste Jahresmittelwert gemessen. Hier ist mit weniger Kraftfahrzeugverkehr als in den Stadtzentren von Wuppertal-Elberfeld und Wuppertal-Barmen zu rechnen. Alle anderen Messorte gliedern sich mit der Höhe ihrer Stickstoffdioxidkonzentrationen in die Verkehrsstandorte des LANUV NRW ein. Die Messpunkte MP 2 (Briller Straße 28) und MP16 (Steinweg 25) erreichen die höchsten Stickstoffdioxidkonzentrationen von  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Messjahr 2020 und schöpfen den Beurteilungswert zu über 90 % aus.

Am Messpunkt 53 (Gathe/Wilhelmstraße), an dem vom LANUV-NRW aktive Messungen mit einem Messcontainer betrieben werden, wird die dritthöchste Stickstoffdioxidkonzentration in Höhe von  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Stadtgebiet von Wuppertal gemessen.

In der folgenden Graphik sind die im Rahmen dieses Messprogramms ermittelten Jahresmittelwerte der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen an den 30 Messpunkten im Stadtgebiet von Wuppertal dem Immissionswert der 39. BImSchV gegenübergestellt.



**Abb. 3** Übersicht der  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte

Die Unterschreitung des Immissionswertes der 39. BImSchV an allen 30 Messpunkten im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahr 2020 ist aus der vorstehenden Abbildung offensichtlich.

### 6.3 Diskussion Messwerte an Hotspots

Im Rahmen der passiven Stickstoffdioxidmessungen der Stadt Wuppertal wurden die höchsten Stickstoffdioxidkonzentrationen am im Stadtteil Elberfeld gelegenen Messpunkt 2 (Briller Straße 28) und am im Stadtteil Barmen gelegenen Messpunkt 16 (Steinweg 25) ermittelt. Die ermittelte Jahreskenngröße der Stickstoffdioxidkonzentration betrug an beiden Messpunkten  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Am verkehrsbezogenen Messpunkt des LANUV-NRW im Stadtteil Elberfeld an der Gathe (VWEL) wurde im Jahr 2020 eine mittlere Stickstoffdioxidkonzentration von  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.

In der folgenden Tabelle sind die monatlichen Messwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen, sowie die ermittelten Jahreskenngrößen der drei vorgenannten Messpunkte dargestellt.

**Tab 9** Liste der höchsten  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen 2020 (Angaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Monat	MP 2	MP 16	LANUV-VWEL
	Briller Straße 28	Steinweg 25	Gathe
Januar 2020	A	42	42
Februar 2020	36	40	39
März 2020	39	35	37
April 2020	39	35	35
Mai 2020	41	34	35
Juni 2020	34	33	34
Juli 2020	35	35	36
August 2020	41	40	36
September 2020	44	40	42
Oktober 2020	33	35	32
November 2020	35	36	37
Dezember 2020	35	33	33
<b>gew. Mittelwert 2020</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>36</b>

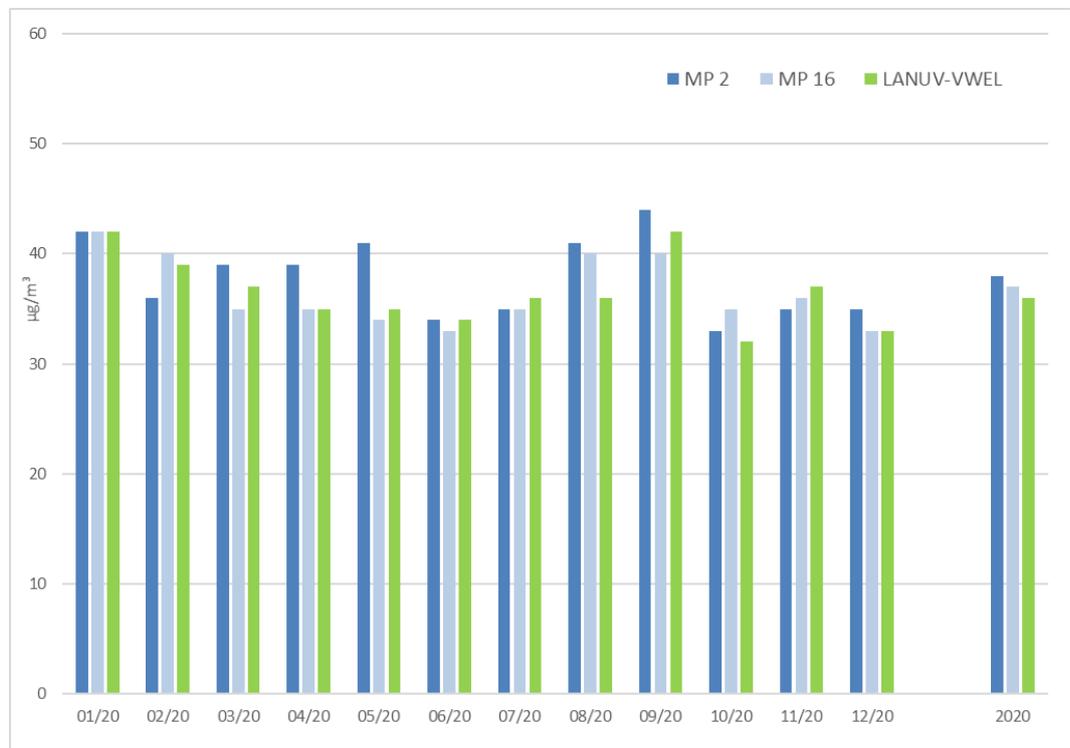
Aus dem Vergleich der Stickstoffdioxidkonzentrationen des Messpunktes 2 (Briller Straße) mit denen des Messpunktes 16 (Steinweg) ist zu erkennen, dass trotz identischer Jahresmittelwerte die monatlich gemessenen Konzentrationen differieren. Es ist zu erkennen, dass am Messpunkt 2 in Elberfeld im Monat September höhere Stickstoffdioxidkonzentrationen gemessen wurden, als am Messpunkt 16 in Barmen.

Im Monat Januar 2020 war am im Stadtteil Elberfeld gelegenen Messpunkt 2 ein Ausfall zu verzeichnen. Bei der Ermittlung der Immissionskenngröße fehlt dieser Messwert eines Monats mit einer eher schlechten lufthygienischen Situation in der Datenbasis.

Vorausgesetzt, dass im Monat Januar 2020 an diesem Messpunkt eine ähnlich hohe Stickstoffdioxidkonzentration wie am Messpunkt 16 (Steinweg) und am LANUV-Messpunkt VWEL in der Gathe gemessen worden wäre, hätte sich das gewichtete Jahresmittel der Stickstoffdioxidkonzentration am Messpunkt 2 (Briller Straße 28) in Wuppertal-Elberfeld erhöht.

In der folgenden Abbildung sind die Stickstoffdioxidkonzentrationen an den beiden Messpunkten MP 2 und MP 16, sowie die der LANUV-Messstation VWEL aus dem Jahr 2020 dargestellt.

Die Datenbasis der Graphik ist für den Messpunkt 2 um die empirisch ermittelte Stickstoffdioxidkonzentration von  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Monat Januar 2020 erweitert worden. Die sich dadurch auf  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verändernde mittlere Stickstoffdioxidkonzentration für das Jahr 2020 ebenfalls.



**Abb. 4** Darstellung der höchsten  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen 2020

Aus der vorstehenden Abbildung ist zu erkennen, dass an den beiden Messpunkten MP 2 (Briller Straße 28) in Wuppertal-Elberfeld und MP 16 (Steinweg 25) in Wuppertal-Barmen im Jahr 2020 höhere Konzentrationen ermittelt worden sind, als an dem verkehrsbezogenen Messpunkt VWEL an der Gathe in Wuppertal-Elberfeld.

Die an den 3 vorgenannten Messpunkten für das Jahr 2020 ermittelten mittleren Stickstoffdioxidkonzentrationen liegen unterhalb des Immissionswertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit der 39. BImSchV in Höhe von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für das Jahresmittel.

## 6.4 Diskussion Messwerte städtischer Hintergrund

Das LANUV-NRW betreibt im Wuppertaler Stadtteil Langerfeld an der Straße „Am Buchenloh“ einen Luftmesscontainer zur Erhebung der Luftqualität im städtischen Hintergrund.

Im Rahmen des städtischen Messprogramms der Stadt Wuppertal im Jahr 2020 wurden an den Messpunkten 1 (Nevigeser Straße 98) in Wuppertal-Uellendahl und Messpunkt 24 (Staasstrasse 51) in Wuppertal-Ronsdorf die niedrigsten Stickstoffdioxidkonzentrationen ermittelt.

In der folgenden Tabelle sind die im Jahr 2020 gemessenen Stickstoffdioxidkonzentrationen der vorgenannten 3 Messpunkte, sowie die ermittelten Jahreskenngrößen für die mittlere Stickstoffdioxidkonzentration aufgelistet.

**Tab 10** Liste der niedrigsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen 2020

Monat	MP 1	MP 24	LANUV-WULA
	Nevigeser Straße 98	Staasstrasse 51	Am Buchenloh
Januar 2020	26	25	24
Februar 2020	20	21	19
März 2020	23	24	18
April 2020	24	19	17
Mai 2020	24	12	14
Juni 2020	19	16	15
Juli 2020	19	20	15
August 2020	21	23	16
September 2020	25	27	21
Oktober 2020	21	21	18
November 2020	25	25	23
Dezember 2020	23	22	22
<b>gew. Mittelwert 2020</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>17</b>

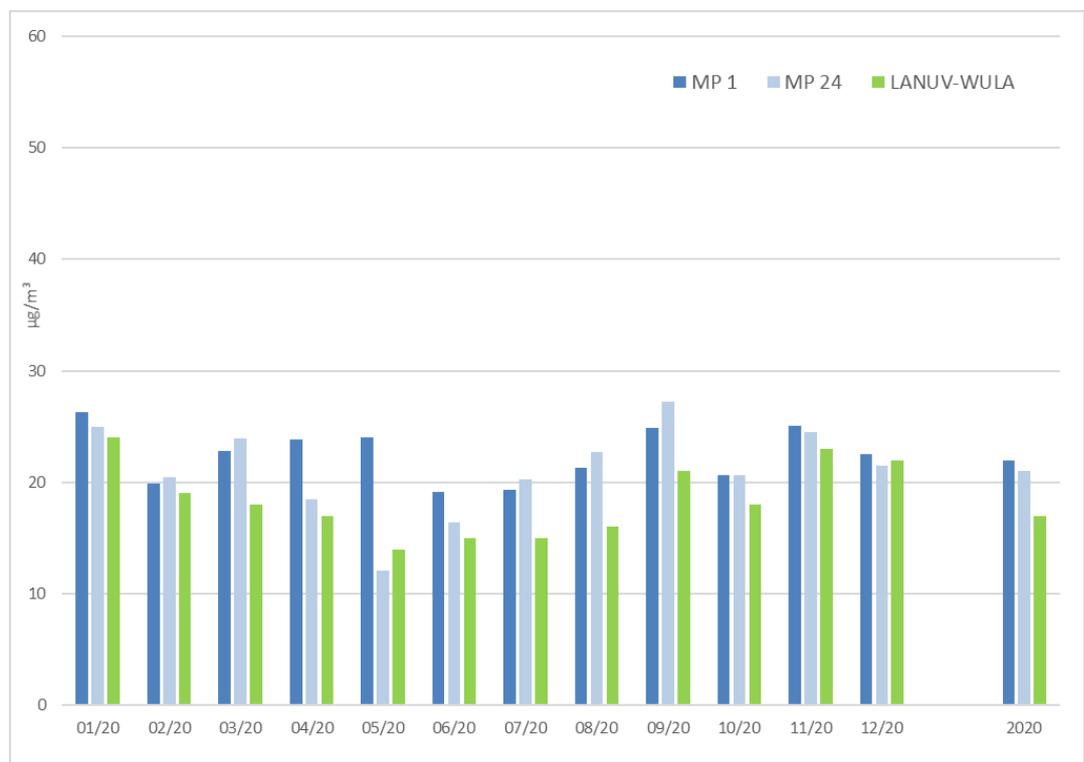
Aus den dargestellten Werten ist zu erkennen, dass an der LANUV-Messstation WULA im vergangenen Jahr 2020 mit 17 µg/m<sup>3</sup> eine mittlere Stickstoffdioxidkonzentration ermittelt worden ist, die deutlich unterhalb der Hälfte des Immissionswertes der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit in Höhe von 40 µg/m<sup>3</sup> für das Jahresmittel liegt.

Demgegenüber wurden an den beiden direkt im öffentlichen Straßenraum befindlichen Messpunkten 1 in Wuppertal Uellendahl (Laterne vor Nevigeser Straße 98) und Messpunkt 24 im Zentrum von Wuppertal-Ronsdorf (Verkehrsschild vor Staasstraße 25) Messwerte ermittelt, die knapp oberhalb der Hälfte des vorgenannten Immissionswertes der 39. BImSchV liegen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Immissionswert der 39. BImSchV für die mittlere jährliche Stickstoffdioxidkonzentration zum Schutz der menschlichen Gesundheit im Stadtgebiet von Wuppertal auch an Messorten mit Verkehrseinfluss sicher eingehalten wird.

Die Stadt Wuppertal hat insbesondere an NO<sub>2</sub>-Belastungsschwerpunkten (Hotspots) passive NO<sub>2</sub>-Messungen durchgeführt. Wenn an diesen "hoch belasteten Stellen im Stadtgebiet" der Grenzwert eingehalten wird, ist davon auszugehen, dass dieser im Jahr 2020 überall im Stadtgebiet eingehalten wird.

In der folgenden Abbildung werden die vorgenannten Daten in einer Graphik dargestellt.



**Abb. 5** Darstellung der niedrigsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen 2020

## 6.5 Zeitliche Entwicklung der Stickstoffdioxidkonzentrationen

Zur Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Stickstoffdioxidkonzentration im Stadtgebiet von Wuppertal sind in der folgenden Tabelle die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen der vergangenen Jahre 2018 bis 2020 aufgelistet.

**Tab 11** Stickstoffdioxidkonzentrationen 2018 bis 2020

Messpunkt	NO <sub>2</sub> -Konzentration in µg/m <sup>3</sup>			Messpunkt	NO <sub>2</sub> -Konzentration in µg/m <sup>3</sup>		
	2018	2019	2020		2018	2019	2020
MP 1	31	28	22	MP 27	24	22	30
MP 2	51	46	37	MP 28	37	37	31
MP 4	44	38	30	MP 33	43	36	27
MP 5	43	39	31	MP 34	38	42	29
MP 7	35	33	26	MP 38	39	37	30
MP 8	32	29	27	MP 43	42	35	27
MP 9	42	41	32	MP 45	32	39	31
MP 13	43	41	33	MP 46	32	31	23
MP 14	33	32	26	MP 47		30	24
MP 16	48	47	37	MP 48		38	32
MP 17	45	45	34	MP 49		32	26
MP 20	36	35	27	MP 50		33	26
MP 21	40	38	31	MP 51		27	22
MP 22	36	35	28	MP 52		29	23
MP 24	33	29	21	MP 53			34

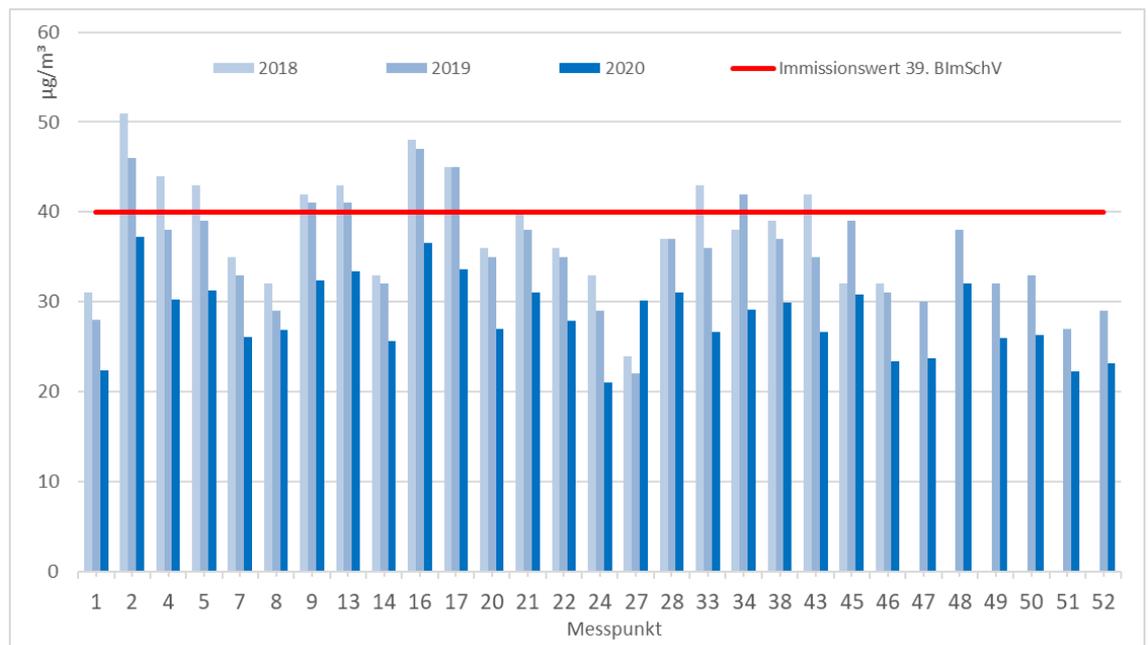
hervorgehobene Werte = Überschreitung des Immissionswertes der 39. BImSchV für das Jahresmittel

Aus den dargestellten Werten ist zu erkennen, dass sich die Luftbelastung durch NO<sub>2</sub> im Stadtgebiet von Wuppertal seit dem Jahr 2018 kontinuierlich an allen Messpunkten verringert hat.

Eine Ausnahme bildet der Messpunkt 27 (Bundesallee) der im Jahr 2020 erstmalig vom Messort auf dem Dach der städtisch-katholischen Grundschule in einer Höhe von ca. 30 Meter über Grund an einem Laternenmast neben dem Schulgelände, direkt an die Bundesallee mit einer Höhe von ca. 3 Meter über Grund verlegt wurde.

Wurden im Jahr 2018 noch an insgesamt 9 Messpunkten der Immissionswert der 39. BImSchV für das Jahresmittel in Höhe von 40 µg/m<sup>3</sup> überschritten, so wurde dieser Grenzwert im Jahr 2019 nur noch an insgesamt 6 Messpunkten überschritten. Demgegenüber wurde im Jahr 2020 dieser Immissionswert an keinem Messpunkt im Stadtgebiet von Wuppertal überschritten.

In der folgenden Abbildung ist dieser Trend nochmals graphisch dargestellt.



**Abb. 6** Übersicht der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte

Um eine bessere chronologische Einordnung der in den vergangenen 3 Jahren im Stadtgebiet von Wuppertal ermittelten Stickstoffdioxidkonzentrationen zu erhalten, sind im Folgenden die Messwerte der Messpunkte 1 bis 47 (insgesamt 24 Messpunkte) an denen in allen 3 zurückliegenden Jahren durchgängig Stickstoffdioxidmessungen durchgeführt wurden, zusammengefasst.

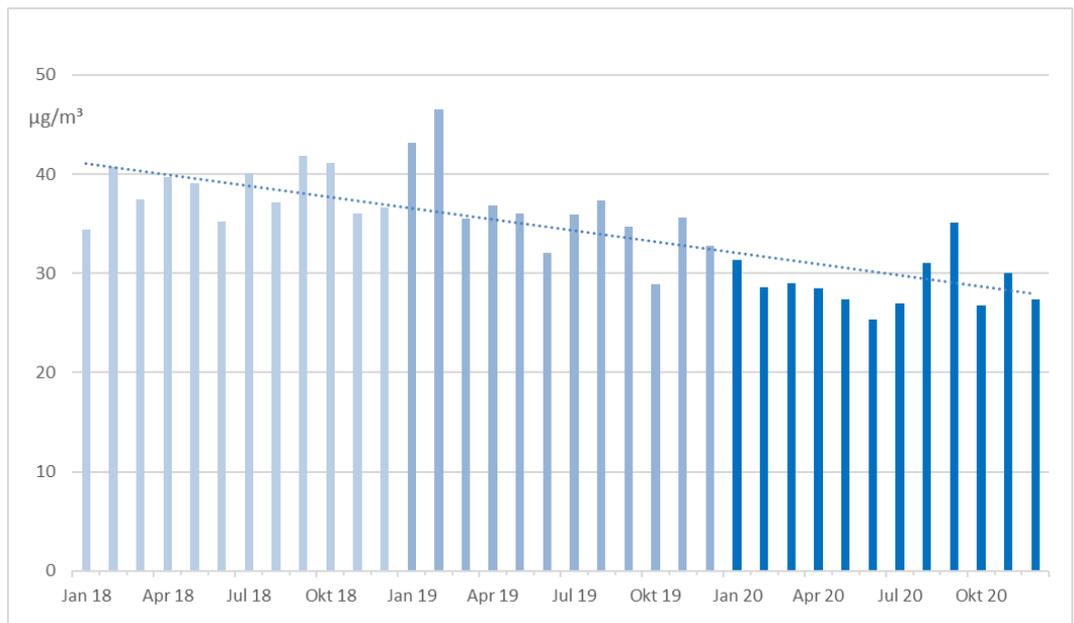
Aus den monatlich ermittelten Messwerten der insgesamt 24 Messpunkte wurden Monatsmittelwerte für das Stadtgebiet von Wuppertal berechnet. Diese Mittelwerte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tab 12** Monatsmittel der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen 2018 bis 2020 (in µg/m<sup>3</sup>)

Monat	2018	2019	2020
Januar	34,4	43,1	31,4
Februar	40,7	46,6	28,6
März	37,4	35,5	29,0
April	39,7	36,8	28,5
Mai	39,1	36,0	27,4
Juni	35,3	32,1	25,3
Juli	40,1	35,9	26,9
August	37,1	37,4	31,0
September	41,8	34,7	35,1
Oktober	41,1	28,9	26,8
November	36,0	35,6	30,1
Dezember	36,7	32,8	27,3

Aus den dargestellten Daten ist zu erkennen, dass die im Stadtgebiet von Wuppertal ermittelten Stickstoffdioxidkonzentrationen, keine ausgeprägten zeitlichen Varianzen, wie zum Beispiel einen Jahresgang aufzeigen. Im Jahr 2018 wurde die höchste Stickstoffdioxidkonzentration im Monat September ermittelt. Demgegenüber wurde im Jahr 2019 die höchste Stickstoffdioxidkonzentration im Wintermonat Februar und im Jahr 2020 wiederum im Monat September ermittelt.

In der folgenden Abbildung wurden die vorgenannten Daten in einer Graphik dargestellt und den Messwerten eine lineare chronologische Trendlinie hinzugefügt.



**Abb. 7** Übersicht der NO<sub>2</sub>-Monatsmittel 2018 bis 2020

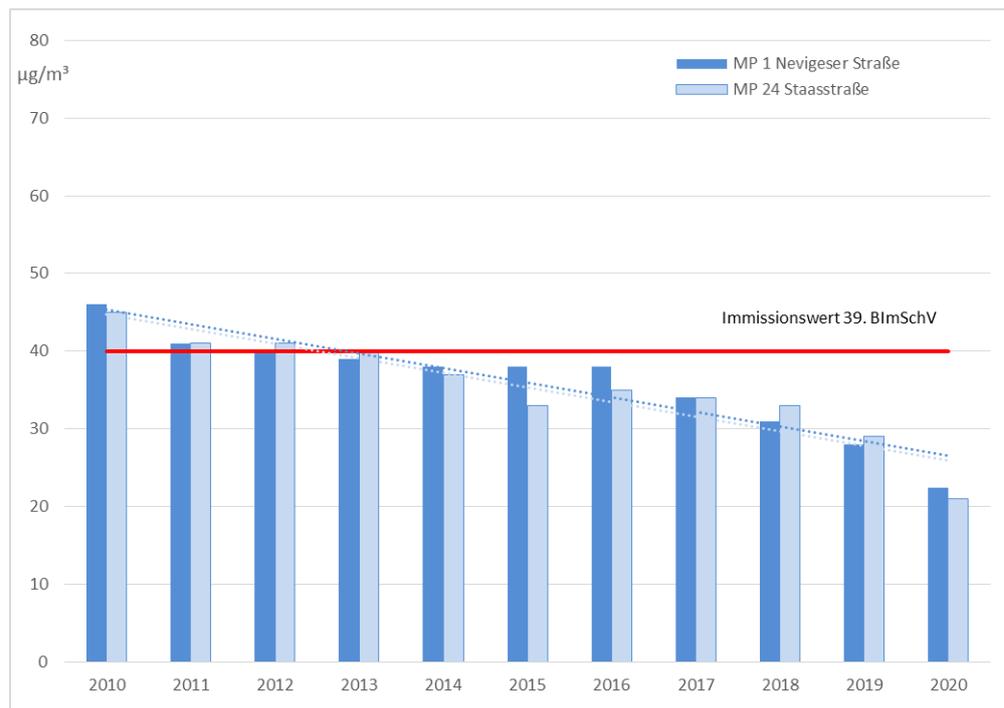
Aus der den Messwerten zugeordneten linearen chronologischen Trendlinie ist zu erkennen, dass sich die Stickstoffdioxidkonzentrationen im Stadtgebiet von Wuppertal im Laufe der dargestellten zurückliegenden 3 Jahren kontinuierlich verringert haben.

Um einen zeitlich weiter zurückliegende Einordnung der Stickstoffdioxidkonzentrationen im Stadtgebiet von Wuppertal in den vergangenen Jahren beurteilen zu können, werden im Folgenden die Messwerte der beiden Messpunkte mit den niedrigsten Stickstoffdioxidkonzentrationen seit dem Jahr 2010 näher betrachtet. Es sind dies der Messpunkt 1 (Nevigeser Straße) und Messpunkt 24 (Staasstraße). Zudem sind die aufgelisteten Messwerte dieser beiden Messpunkte in einer Graphik dargestellt.

**Tab 13** NO<sub>2</sub>-Konzentrationen 2010 bis 2020 (Messpunkte 1 und 24)

	NO <sub>2</sub> -Konzentrationen in µg/m <sup>3</sup>										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MP 1 Nevigeser Straße	<b>46</b>	<b>41</b>	40	39	38	38	38	34	31	28	22
MP 24 Staasstraße	<b>45</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	40	37	33	35	34	33	29	21

Hervorgehobene Werte – Jahresmittelwerte oberhalb des Immissionswertes der 39. BImSchV



**Abb. 8** NO<sub>2</sub>-Konzentrationen 2010 bis 2020 (Messpunkte 1 und 24)

Aus den dargestellten Werten ist zu erkennen, dass neben dem bisher nur für die vergangenen 3 Jahre betrachteten Rückgang schon seit mehreren Jahren ein kontinuierlicher Rückgang der Luftbelastung durch Stickstoffdioxid im Stadtgebiet von Wuppertal festzustellen ist.

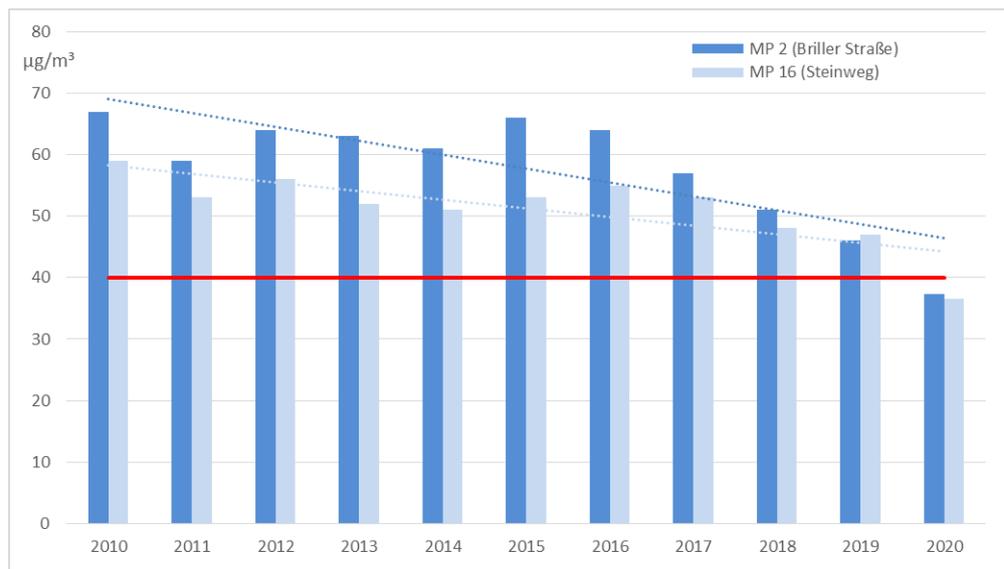
Der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV für Stickstoffdioxid zum Schutz der menschlichen Gesundheit in Höhe von 40 µg/m<sup>3</sup> wurde am Messpunkt 1 (Nevigeser Straße) bereits im Jahr 2012 und am Messpunkt 24 (Staasstraße) im darauffolgenden Jahr 2013 eingehalten.

Wurde in den Jahren bis 2019 ein jährlicher Rückgang von 1 bis zu maximal 5 µg/m<sup>3</sup> an den beiden betrachteten Messpunkten beobachtet, so beträgt der Rückgang im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr 6 µg/m<sup>3</sup> am Messpunkt 1 (Nevigeser Straße) und 8 µg/m<sup>3</sup> am Messpunkt 24 (Staasstraße). Der im Jahr 2020 beobachtete Rückgang der Stickstoffdioxidbelastung zum Vorjahr ist bemerkenswert und reiht sich nicht linear in den langjährig im Stadtgebiet von Wuppertal zu beobachtenden Trend ein.

Um diesen langjährigen Rückgang der Luftbelastung durch Stickstoffdioxid auch an den Hotspots im Stadtgebiet von Wuppertal eruieren zu können, sind in der nachfolgenden Tabelle die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentration an den beiden Messpunkten 2 (Briller Straße) und 16 (Steinweg) tabellarisch aufgelistet und der chronologische Verlauf in einer Graphik dargestellt.

**Tab 14** NO<sub>2</sub>-Konzentrationen 2010 bis 2020 (Messpunkte 2 und 16)

	NO <sub>2</sub> -Konzentrationen in µg/m <sup>3</sup>										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MP 2 Briller Straße	67	59	64	63	61	66	64	57	51	46	37
MP 16 Steinweg	59	53	56	52	51	53	55	53	48	47	37



**Abb. 9** NO<sub>2</sub>-Konzentrationen 2010 bis 2020 (Messpunkte 2 und 16)

Auch aus den dargestellten Messwerten der beiden am höchsten durch den Luftschadstoff Stickstoffdioxid im Stadtgebiet von Wuppertal geprägten Messpunkten 2 (Briller Straße) und 16 (Steinweg) ist ein langjähriger deutlicher Rückgang der Messwerte zu erkennen.

Im zurückliegenden Jahr 2020 wird an diesen beiden Messpunkten erstmals der dem Schutz der menschlichen Gesundheit dienende Immissionswert der 39. BImSchV in Höhe von 40 µg/m<sup>3</sup> für das Jahresmittel mit Messwerten von 37 µg/m<sup>3</sup> an beiden Messpunkten unterschritten.

Bei näherer Betrachtung des zeitlichen Verlaufs, reiht sich der Rückgang der Stickstoffdioxidkonzentration im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr 2019 in Höhe von 9 µg/m<sup>3</sup> am Messpunkt 2 (Briller Straße) und 10 µg/m<sup>3</sup> am Messpunkt 16 (Steinweg) überproportional in den beobachteten rückläufigen Trend ein.

Insbesondere in Zusammenhang mit der deutschlandweiten pandemischen Situation durch das Coronavirus SARS-CoV-2 und den damit im Frühjahr 2020 und Ende 2020 ergriffenen „Lock-Downs“ des öffentlichen Lebens ist von einer temporär positiven Überschätzung der Luftqualität im Jahr 2020 auszugehen. Auf die Möglichkeit einer Verschlechterung der Luftqualität nach Aufhebung der einhergegangenen Beschränkungen des öffentlichen Lebens sei hingewiesen.

Bereits im Juli 2020 hat der Deutsche Wetterdienst (DWD) mit seiner Veröffentlichung „Reduktion von Stickstoffdioxid in deutschen Städten nach Corona-Lockdown - Materialien, Methoden und Analysen zum GAW Brief 76 des DWD“ auf die Besonderheiten der Luftbelastung durch Stickstoffdioxid in Folge der pandemischen Situation im Jahr 2020 in Deutschland hingewiesen.

Auch das Landesamt für Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV-NRW), zitiert in Ihrem LANUV-Fachbericht 109 „Auswirkung der Covid-19-Schutzmaßnahmen auf die Luftschadstoffkonzentrationen“ vom März 2021 von einer sich positiv auf die Luftschadstoffkonzentration in NRW Wirkung der pandemischen Situation hin.

Laut Umweltbundesamt sanken an verkehrsnahen Messstationen in Städten die gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Zeitraum des Corona-Lockdowns im Frühjahr 2020 im Mittel um 20 bis 30 Prozent. Dies zeigen Auswertungen, in denen die meteorologischen Einflüsse herausgerechnet wurden. Abhängig vom jeweiligen Verkehrsrückgang und den meteorologischen Randbedingungen fiel die Abnahme regional und lokal jedoch sehr unterschiedlich aus. Da sich der Verkehrsrückgang durch den Lockdown vor allem auf den Zeitraum von vier Wochen (23.03. bis 19.04.) beschränkte, ist der Einfluss auf die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte gering und der zugehörige Rückgang wird auf  $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  geschätzt.

## **6.6 Vergleichsmessungen**

Um die Qualität der passiven Stickstoffdioxidmessungen nach der DIN EN 16339 mit dem Referenzverfahren der 39. BImSchV (Chemielumineszenzverfahren der DIN EN 14211) vergleichen zu können, wurden ab Mai 2020 Vergleichsmessungen am Messcontainer VWEL des LANUV-NRW an der Gathe in Wuppertal Elberfeld durchgeführt. Dazu wurde Anfang April 2020 der Messpunkt 52 (Gathe/Ecke Wilhelmstraße) auf dem Dach des Messcontainers des LANUV-NRW in Betrieb genommen.

Die folgende Tabelle listet die ermittelten Stickstoffdioxidkonzentrationen im Jahr 2020 an den beiden Messpunkten auf.

**Tab 15** NO<sub>2</sub>-Konzentrationen Vergleichsmessungen

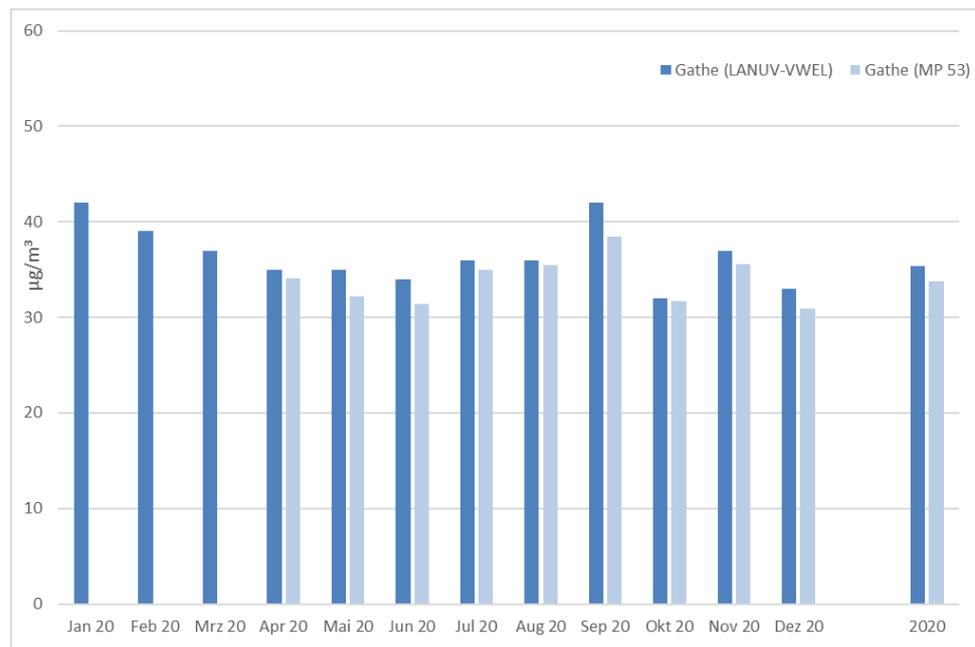
Monat	LANUV-VWEL Messpunkt 53	
	NO <sub>2</sub> -Konzentration in µg/m <sup>3</sup>	
Januar 2020	42	
Februar 2020	39	
März 2020	37	
April 2020	35	34
Mai 2020	35	32
Juni 2020	34	31
Juli 2020	36	35
August 2020	36	36
September 2020	42	38
Oktober 2020	32	32
November 2020	37	36
Dezember 2020	33	31
<b>gew. Mittelwert 05/2020...12/2020</b>	<b>35</b>	<b>34</b>

Im Rahmen der Vergleichsmessungen am Messpunkt an der Gathe in Wuppertal-Ei-berfeld wurde im Zeitraum Mai bis Dezember 2020 mit dem aktiven Referenzmessver-fahren der 39. BImSchV eine über die Zeit gewichtete mittlere Stickstoffdioxid-konzentration von 35 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Im Vergleich dazu wurde mit dem passiven Mess-verfahren der DIN EN 16339 eine Stickstoffdioxidkonzentration von 34 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Die über einen Zeitraum von insgesamt 9 Monaten verglichenen Stickstoffdioxidkon-zentrationen unterscheiden sich lediglich um 1 µg/m<sup>3</sup>. Die Datenqualität des zur Ermitt-lung der Stickstoffdioxidkonzentration im Stadtgebiet von Wuppertal eingesetzten passiven Messverfahrens ist somit gut für die Ermittlung zeitlich längerer Beurteilungs-kriterien geeignet.

Demgegenüber ist bei Betrachtung der einzelnen Monatswerte eine im Bereich von bis zu 4 µg/m<sup>3</sup> unterschätzende Tendenz des passiven Messverfahrens der DIN EN 16339 gegenüber dem aktiven Referenzmessverfahren der DIN EN 14211 zu erkennen.

Wie schon im Kapitel 3.5 (Messverfahren Stickstoffdioxid) beschrieben, weist die DIN EN 16339 in Anhang C darauf hin, dass die Aufnahme rate der verwendeten Pas-sivsammler äußeren Einflüssen, wie der Temperatur während der Messung unterliegt und bei Temperaturen unterhalb der Referenztemperatur der 39. BImSchV in Höhe von 20 °C die Aufnahme rate geringer ist als angenommen.

In der folgenden Abbildung sind die vorgenannten Daten nochmals graphisch darge-stellt.



**Abb. 10** NO<sub>2</sub>-Konzentrationen Vergleichsmessungen

Die tendenziell niedrigeren Messwerte des passiven Messverfahrens der DIN EN 16339 gegenüber dem Referenzverfahren der DIN EN 14211 ist aus der vorstehenden Abbildung zu erkennen.

## 6.7 Bewertung meteorologische Parameter

Im Rahmen dieses Messprogramms wurde ca. 30 m über Grund auf dem Dach der städtisch-katholischen Hauptschule Sankt Laurentius in Wuppertal-Elberfeld an der Bundesallee 30 eine meteorologische Messstation zur Ermittlung der meteorologischen Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung betrieben.

Im Folgenden werden die im Rahmen dieses Projektes ermittelten meteorologischen Parameter denen des DWD gegenübergestellt.

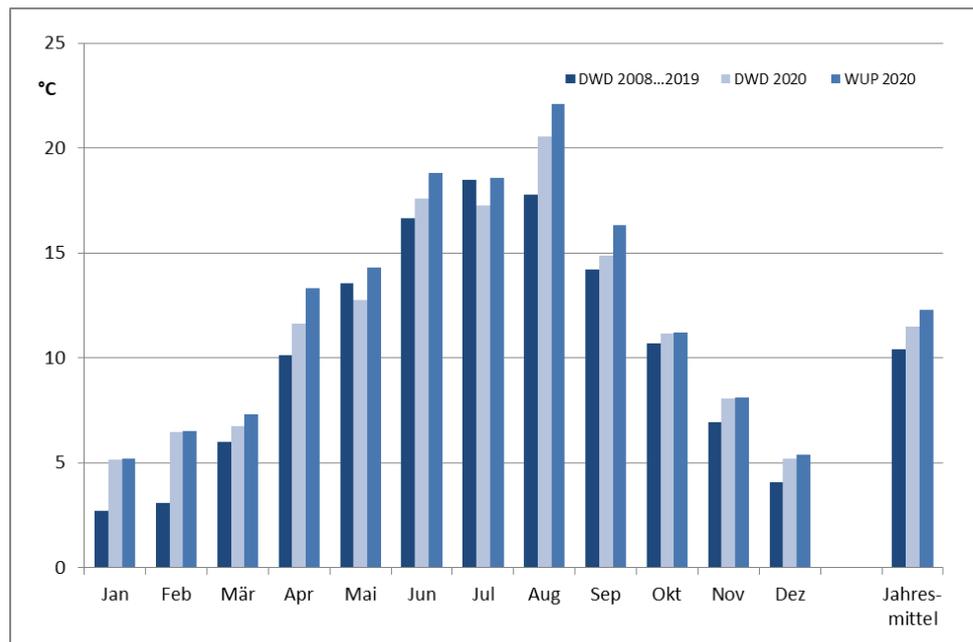
### 6.7.1 Bewertung Lufttemperatur

Im Folgenden sind die im Rahmen dieses Messprogramms im Jahr 2020 an der meteorologischen Messstation auf dem Dach der städtisch-katholischen Hauptschule Sankt Laurentius in Wuppertal-Elberfeld aufgezeichneten Lufttemperaturen den langfristig aufgezeichneten Daten der meteorologischen Messstation des DWD in Wuppertal-Buchenhofen gegenübergestellt.

Um die im Jahr 2020 ermittelten Lufttemperaturen in Wuppertal im Vergleich zu den Vorjahren einordnen zu können, sind in der folgenden Tabelle und Abbildung die Monatswerte der Lufttemperatur an der DWD-Messstation Buchenhofen in den Jahren 2008 bis 2019 dargestellt.

**Tab 16** Lufttemperaturen Wuppertal (in °C)

Monat	DWD Buchenhofen		Bundesallee
	2008...2019	2020	2020
Januar	2,7	5,2	5,2
Februar	3,1	6,5	6,5
März	6,0	6,8	7,3
April	10,1	11,6	13,3
Mai	13,6	12,7	14,3
Juni	16,7	17,6	18,8
Juli	18,5	17,2	18,6
August	17,8	20,6	22,1
September	14,2	14,9	16,3
Oktober	10,7	11,2	11,2
November	6,9	8,1	8,1
Dezember	4,1	5,2	5,4
gew. Mittel	10,4	11,5	12,3



**Abb. 11** Lufttemperaturen Wuppertal

Aus den dargestellten Werten des vergangenen Jahres 2020 ist zu erkennen, dass die auf dem Dach der Sankt Laurentius-Schule an der Bundesallee in Elberfeld ermittelten Lufttemperaturen gegenüber den Daten der Messstation des DWD in Wuppertal-Buchenhofen im Mittel um ca. 1 °C höher ermittelt wurden. Bei detaillierter Betrachtung der monatlichen Einzelwerte ist dieser Effekt ausschließlich in den wärmeren Monaten März bis September festzustellen. Dieser Wäreminseleffekt einer Stadt (urban heat island) wird seit mehr als 30 Jahren beobachtet.

In der kalten Witterungsperiode Oktober bis Februar sind die Messwerte beider meteorologischer Messstationen identisch.

Die städtische meteorologische Messstation befindet sich nahe dem Zentrum des dicht bebauten Stadtteils Elberfeld, demgegenüber sich die Messstation des DWD auf dem Gelände einer Kläranlage in einem Seitental der Wupper in einem wenig bebauten Umfeld befindet. Ein Einfluss der verstädterten Lage der städtischen Messstation auf höhere Lufttemperaturen ist zu vermuten.

Aus dem Vergleich der Lufttemperaturen in den Jahren 2008 bis 2019 der DWD-Messstation-Buchenhofen ist zu erkennen, dass im Jahr 2020 eine um 1 °C über dem langjährigen Mittel liegende Temperatur gemessen worden ist. Demgegenüber liegt der Jahresmittelwert des vergangenen Jahres 2020 an der städtischen Messstation an der Bundesallee annähernd 2 °C über dem langjährigen Mittelwert.

Nach der Pressemitteilung „Deutschlandwetter im Jahr 2020“ des DWD vom 31.12.2020 ist das Jahr 2020 *„...das zweitwärmste Jahr seit Beginn flächendeckender Wetteraufzeichnung im Jahr 1881. Geringfügig wärmer war nur das Jahr 2018...“*.

Der DWD weist eindringlich darauf hin, dass *„...die wissenschaftlichen Klimafakten des nationalen Wetterdienstes alarmierend sind...“*.

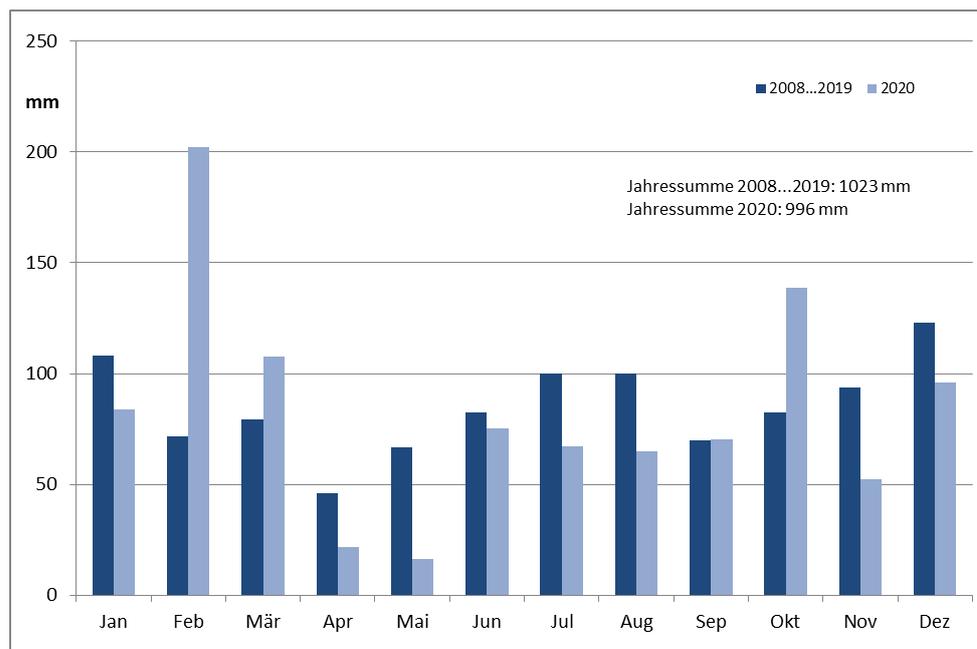
### **6.7.2 Bewertung Niederschlag**

Im Folgenden sind die Niederschlagsmengen an der DWD-Messstation Buchenhofen seit dem Jahr 2008 dargestellt und dem Jahr 2020 gegenübergestellt.

Eine Erfassung dieses meteorologischen Parameters fand an der städtischen Messstation Bundesallee nicht statt.

**Tab 17** Niederschlagsmengen 2008 bis 2020 (in mm)

Monat	DWD Buchenhofen	
	2008...2019	2020
Januar	108	84
Februar	72	202
März	79	108
April	46	22
Mai	67	16
Juni	82	75
Juli	100	67
August	100	65
September	70	71
Oktober	83	139
November	94	52
Dezember	123	96
Jahressumme	1023	996



**Abb. 12** Niederschlagsmengen 2008 bis 2020

Aus dem langjährigen Vergleich der Niederschlagssummen ist zu erkennen, dass es im vergangenen Jahr 2020 im Mittel nur um ca. 30 mm trockener als im langjährigen Mittel 2008 bis 2019 war.

Da im Jahr 2020 die Monate Februar annähernd 130 mm, März ca. 30 mm und Oktober ca. 60 mm feuchter als die langfristigen Mittelwerte waren, fehlen diese Niederschlagsmengen in der dazwischenliegenden Wachstumsphase der Vegetation. Der Sommer 2020 war somit deutlich trockener, als das langjährige Mittel.

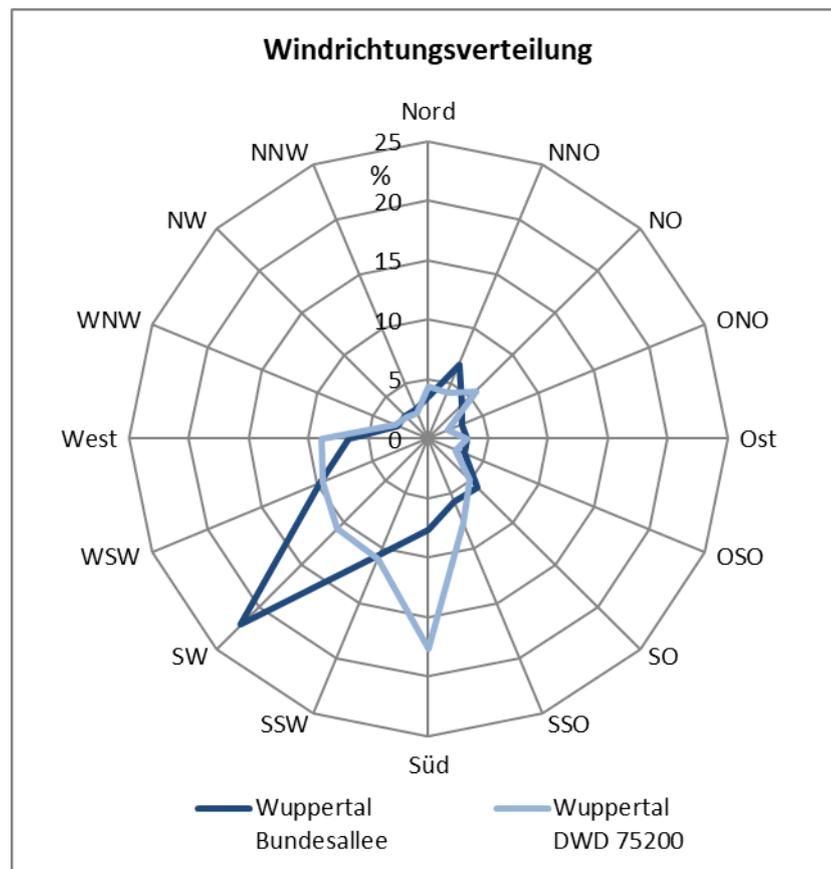
In Folge der schon in den Jahren 2018 und 2019 deutlich zu trockenen Sommer, sind nachhaltige Schädigungen der Vegetation zu erwarten.

### 6.7.3 Bewertung Windrichtung

Im Folgenden sind die im Jahr 2020 ermittelten Windrichtungen an der städtischen meteorologischen Messstation an der Bundesallee und die an der DWD-Messstation im Naherholungsgebiet Scharpenacken tabellarisch aufgelistet und in einer nachfolgenden Graphik dargestellt.

**Tab 18** Windrichtungsverteilung 2020 (in %)

Wind- richtung	Wuppertal Bundesallee	Wuppertal DWD 75200
Nord	3,5	4,4
NNO	6,7	4,2
NO	4,0	5,6
ONO	3,0	1,8
Ost	3,3	3,2
OSO	3,3	2,5
SO	5,8	4,9
SSO	5,8	7,7
Süd	7,6	17,6
SSW	10,4	10,9
SW	22,1	10,7
WSW	9,7	9,5
West	6,6	8,9
WNW	2,8	3,0
NW	2,7	2,6
NNW	2,7	2,3



**Abb. 13** Windrichtungsverteilung 2020

Aus den dargestellten Werten ist zu erkennen, dass an der städtischen meteorologischen Station an der Bundesallee die häufigste Windrichtung aus dem Sektor Südwest ermittelt worden ist. Demgegenüber ist an der DWD-Messstation Wuppertal-Scharpenacken die häufigste Windrichtung aus dem Sektor Süd gemessen worden. Die hauptsächlichen Windrichtungen verteilen sich an der DWD-Messstation im südlichen bis westlichen Sektor, wohin gehend an der städtischen meteorologischen Station an der Bundesallee ein sehr ausgeprägtes Maximum aus dem Sektor Südwest zu beobachten ist.

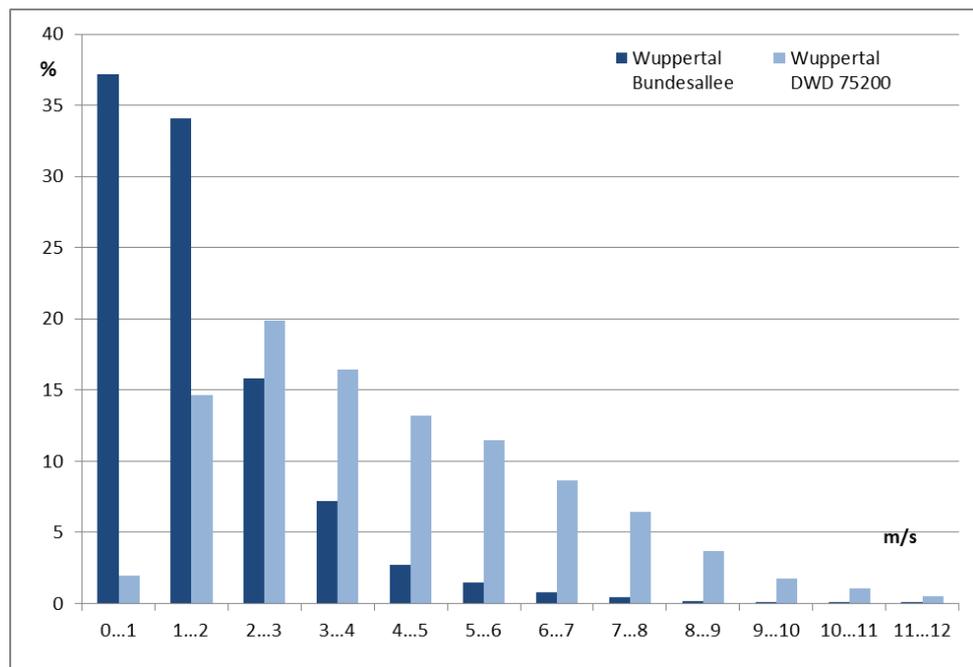
Eine Ausrichtung der typischerweise aus dem südlichen bis westlichen Sektor kommenden Winde dem Verlauf der Wupper ist zu erkennen.

#### 6.7.4 Bewertung Windgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die im Jahr 2020 ermittelten Windgeschwindigkeiten an der städtischen meteorologischen Messstation an der Bundesallee und die an der DWD-Messstation im Naherholungsgebiet Scharpenacken tabellarisch aufgelistet und in einer nachfolgenden Graphik dargestellt.

**Tab 19** Windgeschwindigkeitsverteilung im Jahr 2020I

Wind- geschwindigkeit m/s	Wuppertal Bundesallee in %	Wuppertal DWD 75200 in %
0...1	37,2	1,9
1...2	34,1	14,6
2...3	15,8	19,9
3...4	7,2	16,4
4...5	2,7	13,2
5...6	1,5	11,5
6...7	0,8	8,6
7...8	0,4	6,5
8...9	0,1	3,7
9...10	0,1	1,8
10...11	0,1	1,1
11...12	0,0	0,5



**Abb. 14** Windgeschwindigkeitsverteilung 2020

Aus den dargestellten Werten ist zu erkennen, dass an der städtischen meteorologischen Überdachstation an der Bundesallee die Häufigkeiten zu den schwach ausgeprägten Windklassen verschoben ist. Im Jahr 2020 wurden zu einem ganz überwiegenden Anteil Winde unterhalb von 3 m/s ermittelt. Demgegenüber werden im vergangenen Jahr 2020 an der DWD-Messstation 75200 (Wuppertal-Scharpenacken) eine Windrichtungsverteilung ermittelt, deren Hauptteil zwischen 1 und 7 m/s liegt.

Es ist davon auszugehen, dass die orographische Struktur, sowie die Bebauungsstruktur im direkten Umfeld der städtischen meteorologischen Messstation die Ausbildung eines uneingeschränkten Windfeldes hemmt.

## **7 Feinstaub PM10 und PM2,5 im Jahr 2020**

Das LANUV-NRW ermittelt an der Messstelle Gathe (VWEL) in Wuppertal-Elberfeld und an der Messstelle im Stadtteil Langerfeld (WULA) sowohl die Feinstaub PM10-, als auch die Feinstaub PM2,5-Konzentration.

Im Jahresmittel 2020 lagen an den beiden Landesmessstellen Gathe und Langerfeld sowohl die PM10- als auch die PM2,5-Konzentrationen deutlich unterhalb der Beurteilungswerte des BImSchG.

An der Station Gathe (Belastungsschwerpunkt) wurde hierbei, wie schon in den letzten Jahren, aufgrund der lokalen Emissions- und Austauschbedingungen mit  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Vergleich zu 2018) eine höhere PM10-Belastung ermittelt als an der Hintergrundstation Langerfeld mit  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). An beiden Messstationen lag kein Überschreitungstag des maximalen Tagesmittelwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vor. Der PM2,5-Jahresmittelwert von  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist um  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Vergleich zum Vorjahr gesunken. Seit 2011 konnte bei den Feinstaub-Messergebnissen ein anhaltender rückläufiger Trend beobachtet werden.

Insgesamt kann die Luftbelastungssituation in Wuppertal im Hinblick auf PM10 und PM2,5 als unkritisch bezeichnet werden. Sowohl die Langzeit- als auch die Kurzzeitwerte liegen seit dem Jahr 2008 sicher unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte des BImSchG. Auch die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahresmittelwert für Feinstaub PM10 (mit nicht mehr als drei Tagesmittelwerten  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahresmittelwert für Feinstaub PM2,5 (mit nicht mehr als drei Tagesmittelwerten  $> 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) konnten im Jahr 2020 in Wuppertal eingehalten werden.

**8**

**Abschlussklärung**

Die auf Wunsch des Auftraggebers in dieser Berichtsversion (Datum Deckblatt) vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen orientieren sich an den in Kap. 1.3 genannten Grundsätzen und Akkreditierungsvorgaben, erfolgten jedoch zu einem Zeitpunkt als die Notifizierung gem. § 4 der Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) bereits erloschen war.

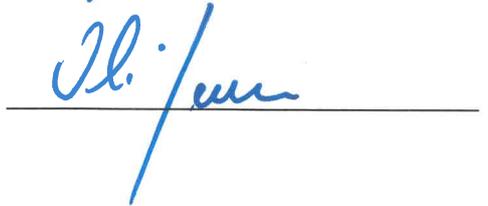
Eine Bestätigung der sachlich und fachlich in dieser Berichtsversion vorgenommenen Änderungen zur Version 1 vom 27.01.2021 sowie zur Version 2 vom 17.05.2021 und damit eine im Sinne der Akkreditierungsvorgaben rechtsverbindliche Unterschrift des vorliegenden Berichts kann aus o.g. Gründen nicht erfolgen.

Die UCL bestätigt mit Unterschrift der Geschäftsleitung lediglich die redaktionelle Neufassung des Berichtes.

André Vollmer  
Prokurist  
Mitglied der Geschäftsführung



Oliver Koenen  
Geschäftsführung



## **Anhang**

Fotos Messpunkte

Einzelmesswerte



**Abb. A1** Messpunkt 1 (Nevigeser Straße 8)



**Abb. A2** Messpunkt 2 (Briller Straße 28)



**Abb. A3** Messpunkt 4 (Steinbeck 92)



**Abb. A4** Messpunkt 5 (Hochstraße 63)



**Abb. A5** Messpunkt 7 (Uellendahler Straße 63)



**Abb. A6** Messpunkt 8 (Hofkamp 86)



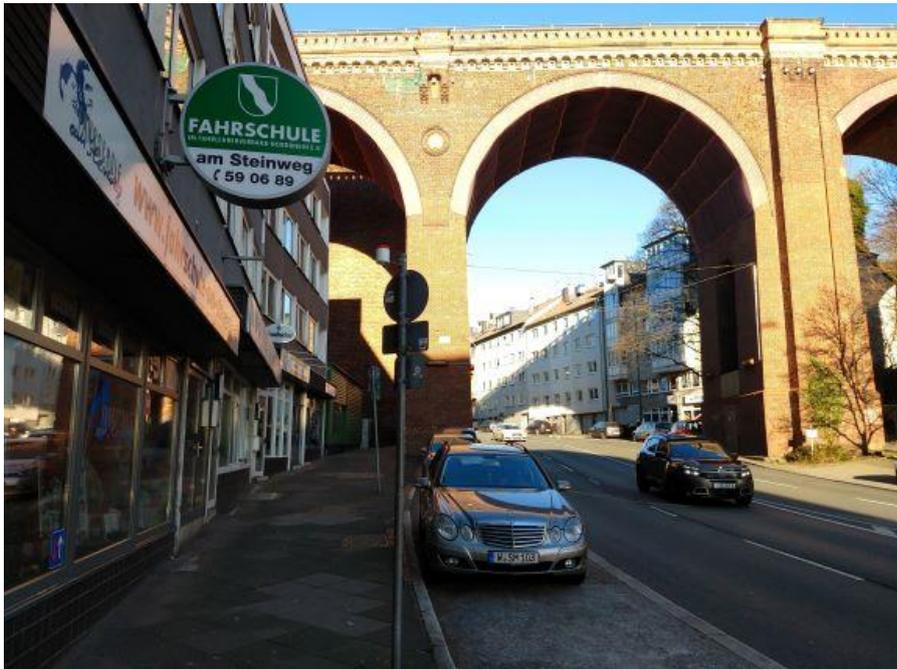
**Abb. A7** Messpunkt 9 (Friedrich-Engels-Allee 198)



**Abb. A8** Messpunkt 13 (Rudolfstraße 149)



**Abb. A9** Messpunkt 14 (Schönebecker Straße 81)



**Abb. A10** Messpunkt 16 (Steinweg 25)



**Abb. A11** Messpunkt 17 (Westkoter Straße 111)



**Abb. A12** Messpunkt 20 (Wichlinghauser Straße 70)



**Abb. A13** Messpunkt 21 (Berliner Straße 159)



**Abb. A14** Messpunkt 22 (Heckinghauser Straße 159)



**Abb. A15** Messpunkt 24 (Staastraße 51))



**Abb. A16** Messpunkt 27 (Bundesallee 30)



**Abb. A17** Messpunkt 28 (Schwarzbach 79)



**Abb. A18** Messpunkt 33 (Kaiserstraße 32)



**Abb. A19** Messpunkt 34 (Haeseler Straße 94)



**Abb. A20** Messpunkt 38 (Friedrich-Engels-Allee 308)



**Abb. A21** Messpunkt 43 (Eugen-Langen-Straße 23)



**Abb. A22** Messpunkt 45 (Varresbescker Straße 122)



**Abb. A23** Messpunkt 46 (Schützenstraße 74)



**Abb. A24** Messpunkt 47 (Gewerbeschulstraße 54)



**Abb. A25** Messpunkt 48 (gegenüber Briller Straße 28)



**Abb. A26** Messpunkt 49 (Briller Straße 100)



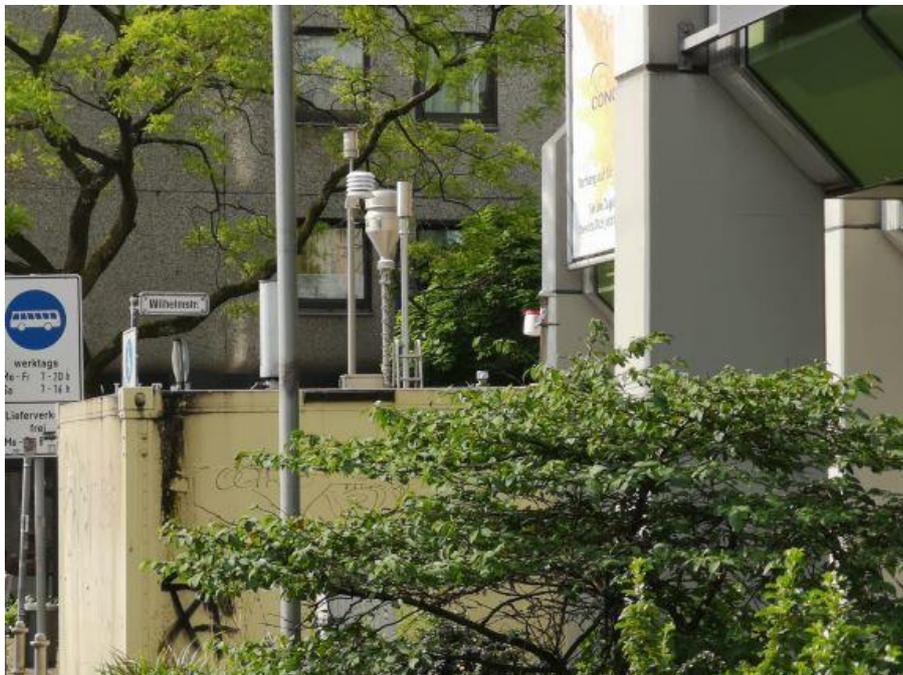
**Abb. A27** Messpunkt 50 (Steinweg/Oberdörnen)



**Abb. A28** Messpunkt 51 (Westkötter Straße 73a)



**Abb. A29** Messpunkt 52 (Gathe 20)



**Abb. A30** Messpunkt 53 (Ecke Gathe/Wilhelmstraße)

**Tab. A1** Übersicht der Messzeiträume

<b>Monat</b>	<i>Messzeitraum</i>	<b>Anzahl Tage</b>
Januar 2019	<i>Mi, 02.01.2019 bis Mo, 04.02.2019</i>	33
Februar 2019	<i>Mo, 04.02.2019 bis Mo, 04.03.2019</i>	28
März 2019	<i>Mo, 04.03.2019 bis Di, 02.04.2019</i>	29
April 2019	<i>Di, 02.04.2019 bis Fr, 03.05.2019</i>	31
Mai 2019	<i>Fr, 03.05.2019 bis Di, 04.06.2019</i>	32
Juni 2019	<i>Di, 04.06.2019 bis Mi, 03.07.2019</i>	29
Juli 2019	<i>Mi, 03.07.2019 bis Fr, 02.08.2019</i>	30
August 2019	<i>Fr, 02.08.2019 bis Mi, 04.09.2019</i>	33
September 2019	<i>Mi, 04.09.2019 bis Mi, 02.10.2019</i>	28
Oktober 2019	<i>Mi, 02.10.2019 bis Sa, 02.11.2019</i>	31
November 2019	<i>Sa, 02.11.2019 bis Sa, 30.11.2019</i>	28
Dezember 2019	<i>Sa, 30.11.2019 bis Mo, 06.01.2020</i>	37

**Tab. A2** Übersicht der Stickstoffdioxidergebnisse in µg/m³

Messpunkt	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	08/20	09/20	10/20	11/20	12/20
	30.12. 31.01.	31.01. 03.03.	03.03. 29.03.	29.03. 02.05.	02.05. 31.05.	31.05. 05.07.	05.07. 02.08.	02.08. 06.09.	06.09. 03.10.	03.10. 01.11.	01.11. 28.11.	28.11. 03.01.
<b>MP 1</b> Nevigeser Straße 98	26,3	19,9	22,8	23,8	24,0	19,1	19,3	21,3	24,9	20,6	25,1	22,5
<b>MP 2</b> Briller Straße 28	A	36,0	38,5	39,0	40,7	34,0	35,3	41,0	43,5	33,1	34,7	34,6
<b>MP 4</b> Steinbeck 92	35,1	31,5	29,9	29,8	27,3	26,9	28,2	33,5	31,9	28,9	31,5	28,9
<b>MP 5</b> Hochstraße 63	30,1	24,8	32,1	35,2	37,7	28,0	32,8	34,4	41,5	23,8	30,7	26,2
<b>MP 7</b> Uellendahler Straße 198	30,1	29,3	25,9	25,5	22,1	24,1	22,2	27,3	29,1	23,5	27,5	26,3
<b>MP 8</b> Hofkamp 86	31,3	27,5	27,4	24,5	22,7	23,5	25,2	28,4	33,6	25,2	29,4	25,1
<b>MP 9</b> Friedrich-Engels-Allee 198	35,4	33,1	33,5	30,3	28,4	27,1	28,6	36,5	39,4	30,4	35,4	31,6
<b>MP 13</b> Rudolfstraße 149	33,3	28,8	33,5	36,9	37,5	A	34,5	37,9	41,9	25,8	31,4	26,7
<b>MP 14</b> Schönebecker Straße 81	29,1	22,8	22,9	25,8	24,8	22,2	26,4	26,5	33,0	24,0	28,2	23,9
<b>MP 16</b> Steinweg 25	42,4	40,2	35,2	34,6	34,1	32,9	35,0	39,6	40,1	35,1	36,1	33,1
<b>MP 17</b> Westkotter Straße 111	37,4	37,1	34,5	33,3	32,0	30,4	30,8	A	38,0	31,4	34,0	32,2
<b>MP 20</b> Wichlinghauser Straße 70	30,1	24,5	27,1	27,3	25,5	23,5	25,6	27,6	32,7	24,3	29,8	27,3
<b>MP 21</b> Berliner Straße 159	28,4	27,2	30,8	32,5	35,3	36,4	31,5	35,9	36,8	25,2	27,4	25,1
<b>MP 22</b> Heckinghausr Straße 159	28,8	26,0	30,4	28,7	27,9	23,8	26,9	29,2	33,8	24,3	28,8	27,3
<b>MP 24</b> Staasstraße 51	25,0	20,5	23,9	18,5	12,1	16,4	20,3	22,7	27,2	20,6	24,5	21,5

**Tab. A3** Übersicht der Stickstoffdioxidergebnisse in µg/m<sup>3</sup>

Messpunkt	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	08/20	09/20	10/20	11/20	12/20
	30.12. 31.01.	31.01. 03.03.	03.03. 29.03.	29.03. 02.05.	02.05. 31.05.	31.05. 05.07.	05.07. 02.08.	02.08. 06.09.	06.09. 03.10.	03.10. 01.11.	01.11. 28.11.	28.11. 03.01.
<b>MP 27</b> Bundesallee 30	32,5	29,9	27,5	26,7	27,0	25,8	28,8	33,0	39,3	31,2	34,0	27,5
<b>MP 28</b> Schwarzbach 79	33,9	32,3	30,6	29,5	31,8	29,2	31,8	33,4	37,5	27,4	29,1	27,0
<b>MP 33</b> Kaiserstraße 32	28,5	26,7	25,2	24,7	20,9	22,2	22,5	29,9	34,7	27,6	28,0	28,7
<b>MP 34</b> Haeseler Straße 94	31,5	30,3	28,3	28,3	26,0	26,4	24,9	33,9	36,8	26,6	29,5	27,3
<b>MP 38</b> Friedrich-Engels-Allee 308	32,3	30,0	28,9	27,7	27,0	23,8	26,7	33,7	39,1	30,2	33,5	28,1
<b>MP 43</b> Eugen-Langen-Straße 23	30,5	25,7	25,0	25,6	23,4	23,7	23,2	29,0	33,3	26,9	27,0	26,2
<b>MP 45</b> Varresbecker Straße 122	32,1	28,8	31,6	31,6	29,5	26,0	26,9	34,2	38,0	29,7	32,6	29,9
<b>MP 46</b> Schützenstraße 74	28,0	26,7	23,2	20,9	19,4	18,3	20,1	21,4	27,9	22,5	27,7	25,9
<b>MP 47</b> Gewerbeschulstraße 54	29,2	26,1	26,2	23,7	19,6	18,1	18,6	22,7	28,2	23,9	25,8	23,3
<b>MP 48</b> Briller Straße 28 gegenüber	32,9	30,0	A	A	35,7	27,5	28,8	33,5	37,1	26,5	28,6	27,2
<b>MP 49</b> Briller Straße 100	34,0	27,0	28,0	29,0	26,3	22,7	23,5	28,7	33,5	23,2	27,0	24,0
<b>MP 50</b> Steinweg / Oberdörnen	37,0	29,0	31,0	29,0	24,5	21,1	24,3	27,6	31,9	24,3	30,0	28,0
<b>MP 51</b> Westkoter Straße 73a	32,0	24,0	24,0	26,0	20,3	17,6	19,3	A	27,6	21,4	27,3	23,9
<b>MP 52</b> Gathe 20	35,0	27,0	25,0	23,0	19,8	17,4	20,6	21,8	29,4	24,2	28,6	25,2
<b>MP 53</b> Ecke Gathe/Wilhelmstraße				34,1	32,2	31,4	35,0	35,5	38,4	31,7	35,6	30,9