

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Nürnberg
Fürther Straße 35
90513 Zirndorf

Telefon +49(911)600445 0
Telefax +49(911)600445 11

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein
Telefon +49(911)600445 40
Frank.Stoecklein@mbbm.com

24. Februar 2022
M154196/08 Version 2 STO/KOP

Bericht über die Durchführung von NO₂-Passivsammler- messungen in Würzburg

Kalenderjahr 2021

Bericht Nr. M154196/08

Auftraggeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Bearbeitet von:

Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein

Berichtsumfang:

Insgesamt 14 Seiten

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

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

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Örtliche Situation / Messstandorte	4
3	Messmethode	7
3.1	Stickstoffdioxid (NO ₂ , Passivsammler)	7
3.2	Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen	8
4	Bewertungsgrundlage	10
5	Messergebnisse	11
6	Bewertung der Messergebnisse	12
7	Grundlagen und Literatur	13
8	Anhang: Einzelmessergebnisse	14

1 Situation und Aufgabenstellung

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (nachfolgend LfU) hat die Müller-BBM GmbH beauftragt, die lufthygienische Situation im Stadtgebiet von Würzburg bezüglich der Stickstoffdioxidkonzentration messtechnisch zu untersuchen.

Die Messungen sollten dabei an zwei Messstandorten, welche bereits in den Jahren 2017 und 2018 durch das LfU beprobt wurden, durchgeführt werden.

Im Rahmen einer Ortseinsicht wurden am 12. Dezember 2018 die zwei Messstandorte kleinräumig festgelegt und installiert.

Die Messungen wurden von 04.01.2021 bis 03.01.2022 über einen Zeitraum von etwa einem Kalenderjahr für den verkehrsrelevanten Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO₂) mittels Passivsammlern durchgeführt.

Der hier vorliegende Abschlussbericht beschreibt die im Zusammenhang mit den durchgeführten Messungen notwendigen Informationen zu den Messstandorten, zum Messumfang und -zeitraum sowie zu den eingesetzten Messverfahren und stellt die Messergebnisse des Kalenderjahres 2021 dar.

2 Örtliche Situation / Messstandorte

Die Stadt Würzburg befindet sich im nordwestlichen Teil Bayerns an der Grenze zu Baden-Württemberg im Regierungsbezirk Unterfranken und besitzt ca. 129.405 Einwohner (Stand: 31.12.2020) [1].

Im Stadtbereich von Würzburg verläuft westlich der Bundesstraße B19 die vielbefahrene Grombühlstraße, an welcher ein Messstandort festgelegt wurde (MW-2 an der Grombühlstraße 51b). Ein weiterer Messstandort wurde südlich der Bundesstraße B8 im Altstadtbereich an der Theaterstraße / Semmelstraße 2 (MW-3) realisiert. Zur Validierung der NO₂-Passivsammlermessungen wurden zudem Vergleichsmessungen an der LÜB¹-Station Würzburg des LfU durchgeführt (MW-1, Stadtring-Süd / Gerbrunner Weg). In der nachfolgenden Abbildung sind die entsprechenden Messstandorte dargestellt.



Abbildung 1. Räumliche Lage der Messstandorte in Würzburg [2].

In den nachfolgenden drei Abbildungen sind die Messstandorte dargestellt. In Tabelle 1 sind zudem die Informationen zu den Messstandorten zusammengefasst.

¹ LÜB - Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern



Abbildung 2. Messstandort MW-1, Stadtring-Süd / Gerbrunner Weg (Vergleichsmessungen an LÜB-Station).



Abbildung 3. Messstandort MW-2, Grombühlstraße 51b (Verkehrsmessstandort).

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\154\M154196\08_BER_2D.DOCX:24. 02. 2022



Abbildung 4. Messstandort MW-3, Theaterstraße / Semmelstraße 2 (Verkehrsmessstandort).

Tabelle 1. Dokumentation der Messstandorte.

	Stadtring-Süd / Gerbrunner Weg	Grombühlstraße 51b	Theaterstraße / Semmelstraße 2
Standort	Geländer LÜB	Lichtmast	Regenfallrohr
Bezeichnung	MW-1	MW-2	MW-3
PLZ Ort	97074 Würzburg	97080 Würzburg	97070 Würzburg
Umgebung des Messpunktes	städtisches Gebiet	städtisches Gebiet	städtisches Gebiet
Art der Probenahmestelle	verkehrsorientiert	verkehrsorientiert	verkehrsorientiert
Entfernung zum Fahrbahnrand	ca. 6,5 m	ca. 1 m	ca. 1,7m
Entfernung vom Rand verkehrsreicher Kreuzungen	> 25 m	> 25 m	> 25 m
Entfernung zu Gebäuden	> 10 m	ca. 1,5 m	ca. 0,5 m
Höhe Probenahme über Grund	ca. 3,8 m	ca. 2,6 m	ca. 2,8 m
Repräsentativität des Streckenabschnittes > 100 m Länge gemäß Anlage 3 b) 39. BImSchV [3]	ja	ja	ja

3 Messmethode

3.1 Stickstoffdioxid (NO₂, Passivsammler)

DIN EN 16339: Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler [4]

DIN EN 13528-1-3: Außenluftqualität – Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren [5] [6] [7]

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. Die Passivsammler befinden sich dabei grundsätzlich in einem Witterungsschutzgehäuse.

Das in der Außenluft enthaltene Stickstoffdioxid (NO₂) wird durch Diffusion zu diesem Adsorbens transportiert und dort adsorbiert. Anschließend wird die Stickstoffdioxidmenge im Labor als Nitrit, z. B. mittels Fotometrie, analysiert. Aus der Analytmenge, dem Expositionszeitraum und der Sammelrate wird die mittlere Konzentration im Expositionszeitraum berechnet.

Gegenüber dem Referenzverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid (NO₂) weisen die Ergebnisse der Passivsammlermessungen eine erhöhte Unsicherheit auf. Nach Untersuchungen des LANUV NRW sowie auf der Basis eigener Untersuchungen können für Jahresmittelwerte die Anforderungen der EU an die Datenqualität für ortsfeste, kontinuierliche Messungen jedoch eingehalten werden [8] [9] [10] [11].

Adsorptions-

einrichtungen: Sammelröhrchen NO₂ (passam ag)
 Komplexierung mit Triethanolamin

Diffusionsbarriere: gesintertes Glas, Typ Vitrapor, ROBU, Porositäts-
 klasse 0, Porenweite 160 – 250 µm

Wetterschutzgehäuse: spezifisches Wetterschutzgehäuse der
 Fa. passam ag

Expositionsdauer: etwa 1 Monat

Probentransfer: verschlossene Sammelröhrchen

Probenlagerung: lichtgeschützt, Temperatur < 20°C

Die Analyse erfolgt nach wässriger Extraktion und Umsetzung mit Farbreagenz gemäß DIN EN 16339 mittels Fotometrie.

UV-VIS-Fotometer: Perkin-Elmer Lambda 35

Wellenlänge: 550 nm

Standards: Nitritlösungen als externe Standards

Querempfindlichkeiten: keine

Sammelrate: 0,734 ml/min (gemäß [8])

Absolute Bestimmungsgrenze:	0,05 µg/Probe
Relative Bestimmungsgrenze:	1,7 µg/m ³ bei 30-tägiger Exposition
Beurteilungskriterium:	40 µg/m ³ (als Jahresmittelwert) gemäß 39. BImSchV
Messunsicherheit:	< 15 % (erweiterte Messunsicherheit bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k=2)

In der nachfolgenden Abbildung ist exemplarisch ein NO₂-Passivsammler dargestellt.



Abbildung 5. NO₂-Passivsammler mit Witterungsschutzgehäuse (Nahaufnahme).

3.2 Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen

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

Das Prüflaboratorium für Schall und Schwingungen, elektromagnetische Felder und Licht, Immissionsschutz und Gefahrstoffe und das Akustische Prüflaboratorium sowie das Kalibrierlaboratorium für Beschleunigung und akustische Messgrößen sind durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt für den in der jeweiligen Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

Die Müller-BBM GmbH ist gemäß § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [12] (BImSchG) in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung (41. BImSchV) [13] 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](http://www.resymesa.de) (www.resymesa.de) veröffentlicht.

Weitere Informationen finden Sie unter www.muellerbbm.de/qualitaet.

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

Für die Stickstoffdioxidpassivsammler wurden über den Messzeitraum hinweg Leerwerte (Blindproben) mitanalysiert, aus deren Ergebnissen die Bestimmungsgrenze des Messverfahrens ermittelt werden kann. Die NO₂-Messungen erfolgten zudem grundsätzlich als Doppelbeprobung. Weiterhin wurden parallel NO₂-Validierungsmessungen zum kontinuierlichen Referenzmessverfahren an verschiedenen Messstandorten des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (nachfolgend LÜB) durchgeführt [12] [14].

4 Bewertungsgrundlage

In der nachfolgenden Tabelle sind die Beurteilungskriterien der 39. BImSchV für Stickstoffdioxid in Bezug zum Schutz der menschlichen Gesundheit zusammengefasst.

Tabelle 2. Beurteilungskriterien zum Schutz der menschlichen Gesundheit [3] [12].

Komponente	Wert	Zeitbezug	Definition	Richtlinie / Verordnung
Stickstoffdioxid (NO ₂)	200 µg/m ³ (≤ 18 Überschreitungen im Kalenderjahr)	1-h-Mittelwert	Immissionsgrenzwert	39. BImSchV
	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionsgrenzwert	39. BImSchV

Anmerkung NO₂:

Der Stundengrenzwert von 200 µg/m³ kann mit der NO₂-Passivsammlermessmethode nicht überwacht werden. Aus fachlicher Sicht genügt die Bewertung anhand des Jahresgrenzwertes, welcher mit der Passivsammlermethode bestimmt werden kann, da im Gegensatz zum Stundengrenzwert der Jahresgrenzwert wesentlich häufiger überschritten wird.

5 Messergebnisse

Die Ergebnisse der NO₂-Passivsammlermessungen sind in der folgenden Tabelle für den Zeitraum 04.01.2021 bis 03.01.2022 als Mittelwerte für den gesamten Messzeitraum (Kalenderjahr 2021) zusammengefasst.

Die Verfügbarkeit der Messdaten betrug an allen Messstandorten 100 %.

Tabelle 3. Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen an den Messorten MW-1 bis MW-3 in Würzburg für das Kalenderjahr 2021.

Stickstoffdioxid NO ₂ in µg/m ³		
MP-Nr.	Messort	Mittelwert 2021
MW-1	Stadtring Süd / Gerbrunner Weg	26
MW-2	Grombühlstraße 51b	37
MW-3	Theaterstraße / Semmelstraße 2	29
Jahresimmissionsgrenzwert 39. BImSchV		40

In der nachfolgenden Abbildung ist zudem der grafische Verlauf der in den Einzelmessungen ermittelten NO₂-Konzentrationen an den drei Messstandorten grafisch dargestellt. Die Einzelergebnisse der Messmonate können im Anhang (siehe Abschnitt 8) eingesehen werden.

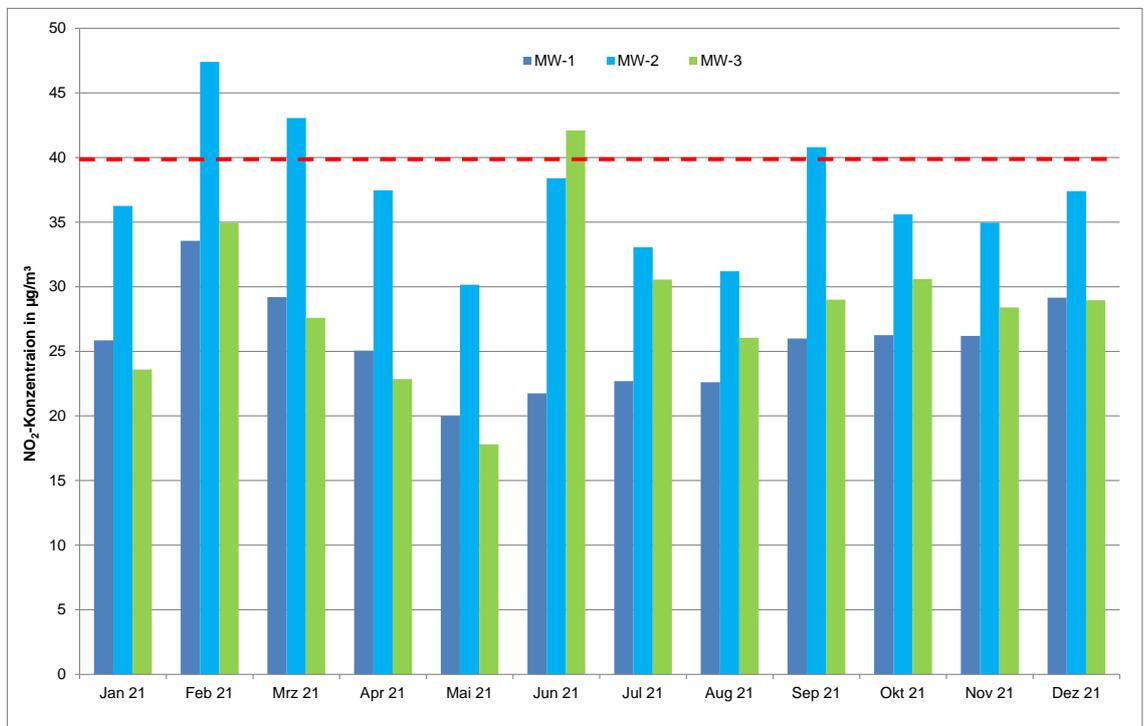


Abbildung 6. Verlauf der gemessenen NO₂-Konzentrationen an den Messstandorten MW-1 bis MW-3 für den Messzeitraum 04.01.2021. - 03.01.2022 (Monatsmittelwerte, NO₂-Grenzwert für das Kalenderjahr 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert).

6 Bewertung der Messergebnisse

Der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV beträgt für das Kalenderjahr $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Er wurde am Messstandort MW-2 an der Grombühlstraße 51b im Kalenderjahr 2021 mit $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ knapp unterschritten. Am Messstandort MW-3 an der Theaterstraße wurde 2021 mit $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Jahresimmissionsgrenzwert der 39. BImSchV deutlich eingehalten. Im Vergleich hierzu wurde an der LÜB-Station Würzburg Stadtring-Süd ein Jahresmittelwert von $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit den NO_2 -Passivsammlern ermittelt.

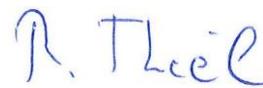
Die sehr stark erhöhten NO_2 -Mittelwerte im Juni 2021 und die etwas höheren NO_2 -Mittelwerte im Juli 2021 rühren von einer Baustelle in der Theaterstraße her. Diese Baustelle war im August 2021 weitgehend abgeschlossen, während der Bautätigkeit war die Straße halbseitig gesperrt.

Langjährige Auswertungen an den LÜB-Stationen des LfU zeigen, dass durchschnittlich bereits unterhalb eines NO_2 -Jahresmittelwertes von $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Verbindung mit 18 zulässigen Überschreitungen im Jahr eingehalten wird [14].

Für den Bericht zeichnen verantwortlich:



Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein
Berichterstellung
Tel.: +49(911)600445-40



Dipl.-Ing. (BA) Rebecca Thiel
Qualitätssicherung
Tel.: +49(89)85602-359

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



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

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

7 Grundlagen und Literatur

- [1] Stadt Würzburg: <https://statistik.wuerzburg.de/>, Stand 31.12.2020
- [2] Geoportal Bayern: <https://www.geoportal.bayern.de/>
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065) (FNA 2129-8-39), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328, 1341)
- [4] DIN EN 16339 (2013-11): Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler
- [5] DIN EN 13528-1 (2002-12): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [6] DIN EN 13528-2 (2002-12): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 2: Spezifische Anforderungen und Prüfverfahren
- [7] DIN EN 13528-3 (2004-04): Außenluftqualität - Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 3: Anleitung zur Auswahl, Anwendung und Handhabung
- [8] 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
- [9] LANUV NRW (2010): Kalibrierung von Passivsammlern zur Messung von Stickstoffdioxid (NO₂), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen, 2010
- [10] Pfeffer, U., Zang, T., Rumpf, E.-M., Zang, S. (2010): Calibration of diffusive samplers for nitrogen dioxide with the reference method – Evaluation of measurement uncertainty; Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Vol. 70 (2010), Nr. 11/12; S. 500-506
- [11] Müller-BBM (2017): Gleichwertigkeitsnachweis NO₂-Passivsammler zum Referenzverfahren (DIN EN 14211 – Chemilumineszenz), Bericht Nr. M139222/01not
- [12] 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, ber. 25. Januar 2021, BGBl. I S. 123) (FNA 2129-8), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I S. 4458)
- [13] Einundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Bekanntgabeverordnung - 41. BImSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973, 1001, ber. f. 3756) (FNA 2129-8-41); zuletzt geändert durch Artikel 15 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436, 3448)
- [14] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Bereitstellung LÜB-Messdaten und Unterlagen zu langjährigen NO₂-Messungen, Stand 25.01.2022

8 Anhang: Einzelmessergebnisse

Tabelle 4. Einzelergebnisse der NO₂-Passivsammlermessungen in Würzburg.

Stickstoffdioxid NO ₂ in µg/m ³		Mittelwert 2021												
MP-Nr.	Messort	Jan 21	Feb 21	Mrz 21	Apr 21	Mai 21	Jun 21	Jul 21	Aug 21	Sep 21	Okt 21	Nov 21	Dez 21	
MW-1	Stadtring Süd / Gerbrunner Weg	26	34	29	25	20	22	23	23	26	26	26	29	26
MW-2	Grombühlstraße 51b	36	47	43	37	30	38	33	31	41	36	35	37	37
MW-3	Theaterstraße / Semmelstraße 2	24	35	28	23	18	42	31	26	29	31	28	29	29
Jahresmissionsgrenzwert 39. BImSchV		40												

Anmerkung: Die Mittelwerte in der letzten Spalte werden aus Monatsmittelwerten mit einer zusätzlichen Nachkommastelle ermittelt (analog TA Luft 2002 Kapitel 2.9 "Rundung") und können aus den hier dokumentierten Werten nicht exakt abgeleitet werden