

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. März 2022
M152891/08 Version 2 STO/KOP

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

Kalenderjahr 2021

Bericht Nr. M152891/08

Auftraggeber:

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

Bearbeitet von:

Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein

Berichtsumfang:

Insgesamt 17 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	10
3.1	Stickstoffdioxid (NO ₂ , Passivsammler)	10
3.2	Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen	11
4	Bewertungsgrundlage	13
5	Messergebnisse	14
6	Bewertung der Messergebnisse	15
7	Grundlagen und Literatur	16
8	Anhang: Einzelmessergebnisse	17

1 Situation und Aufgabenstellung

Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat die Müller-BBM GmbH beauftragt, die luft-hygienische Situation im Stadtgebiet von Fürth messtechnisch zu untersuchen.

Im Rahmen einer Ortseinsicht zwischen Vertretern der Stadt Fürth, des LfU Bayern und der Müller-BBM GmbH wurden am 27. November 2019 die sechs Messstandorte kleinräumig nach den Vorgaben des Auftragsgebers festgelegt.

Die Messungen wurden vom 31.12.2020 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 Fürth befindet sich im Regierungsbezirk Mittelfranken, im nördlichen Teil Bayerns und besitzt ca. 131.104 Einwohner (Stand Juli 2021) [1].

Im Stadtbereich von Fürth verlaufen mehrere vielbefahrene Straßen, an welchen vier Messstandorte für die NO₂-Passivsammlermessungen festgelegt wurden.

Der Messstandort MF-1 wurde im Bereich der Erlanger Straße 12 und der Messstandort MF-2 wurde im Bereich der Erlanger Straße 26 realisiert. Dieser Straßenabschnitt bildet einen Teil der Verbindungsstraße zwischen der westlich gelegenen Bundesstraße B8 und dem östlich gelegenen Frankenschnellweg (BAB 73).

Die Messstandorte MF-3 und MF-4 wurden im südlichen Stadtbereich Fürths in der Schwabacher Straße 101 und der Schwabacher Straße 159 positioniert. Die Schwabacher Straße ist die Hauptzufahrt ins Fürther Stadtgebiet aus südlicher Richtung.

Zur Bestimmung der NO₂-Hintergrundkonzentration in Fürth wurde ein weiterer fünfter Messstandort (MF-5) in der Friedensanlage, einer Parkanlage südlich des Friedhofes Fürth und begrenzt im Westen von der Pegnitz und im Osten von der Friedenstraße festgelegt.

Der Messstandort MF-6 wurde an der LÜB¹-Station Fürth des LfU in der Theresienstraße im Innenstadtbereich positioniert.

In der nachfolgenden Abbildung sind die entsprechenden Messstandorte dargestellt.

¹ LÜB - Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern



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

In den nachfolgenden sechs Abbildungen sind die Messstandorte dargestellt. In Tabelle 1 und Tabelle 2 sind zudem die Informationen zu den Messstandorten zusammengefasst.



Abbildung 2. Messstandort MF-1, Erlanger Straße 12 (Verkehrsmessstandort).



Abbildung 3. Messstandort MF-2, Erlanger Straße 26 (Verkehrsmessstandort).



Abbildung 4. Messstandort MF-3, Schwabacher Straße 101 (Verkehrsmessstandort).



Abbildung 5. Messstandort MF-4, Schwabacher Straße 159 (Verkehrsmessstandort).



Abbildung 6. Messstandort MF-5, Friedensanlage (Hintergrundmessstandort).



Abbildung 7. Messstandort MF-6, Theresienstraße (LÜB-Station).

Tabelle 1. Dokumentation der Messstandorte MF-1 bis MF-3.

	Erlanger Straße 12	Erlanger Straße 26	Schwabacher Straße 101
Standort	Schilderbrücke	Regenfallrohr	Lichtmast
Bezeichnung	MF-1	MF-2	MF-3
PLZ Ort	90765 Fürth	90765 Fürth	90763 Fürth
Umgebung des Messpunktes	städtisches Gebiet	städtisches Gebiet	städtisches Gebiet
Art der Probenahmestelle	verkehrsorientiert	verkehrsorientiert	verkehrsorientiert
Entfernung zum Fahrbahnrand	ca. 1,4 m	ca. 2,0 m	ca. 1,6 m
Entfernung vom Rand ver- kehrsreicher Kreuzungen	> 25 m	> 25 m	> 25 m
Entfernung zu Gebäuden	ca. 1,0 m	ca. 0,5 m	ca. 0,5 m
Höhe Probenahme über Grund	ca. 3,0 m	ca. 2,8 m	ca. 2,9 m
Repräsentativität des Streckenabschnittes > 100 m Länge gemäß Anlage 3 b) 39. BImSchV [3]	ja	ja	ja
UTM-Koordinaten	32U 644516, 5482725	32U 644652, 5482750	32U 643900, 5481214

Tabelle 2. Dokumentation der Messstandorte MF-4 bis MF-6.

	Schwabacher Straße 159	Friedensanlage	Theresienstraße - LÜB
Standort	Regenfallrohr	Lichtmast	Geländer LÜB
Bezeichnung	MF-4	MF-5	MF-6
PLZ Ort	90763 Fürth	90765 Fürth	90762 Fürth
Umgebung des Messpunktes	städtisches Gebiet	städtisches Gebiet	städtisches Gebiet
Art der Probenahmestelle	verkehrsorientiert	städt. Hintergrund	verkehrsorientiert
Entfernung zum Fahrbahnrand	ca. 1,5 m	ca. 30 m	ca. 7,2 m
Entfernung vom Rand verkehrs- reicher Kreuzungen	> 25 m	> 25 m	entfällt
Entfernung zu Gebäuden	> 5 m	ca. 44 m	> 10 m
Höhe Probenahme über Grund	ca. 2,7m	ca. 3,1 m	ca. 4,2 m
Repräsentativität des Streckenabschnittes > 100 m Länge gemäß Anlage 3 b) 39. BImSchV [3]	ja	entfällt, da Hinter- grundmess- standort	ja
UTM-Koordinaten	32U 643962, 5480792	32U 644424, 5483140	32U 643781, 5481845

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 Probennahmesystem 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, Porositätsklasse 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 8. 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 (BImSchG) [12] 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 Emissionsmesseinrichtungen 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 3. 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 31.12.2020 bis 03.01.2022 als Mittelwerte für den gesamten Messzeitraum (Kalenderjahr 2021) zusammengefasst.

Die Verfügbarkeit der Messdaten betrug an allen Messstandorten 100 %.

Tabelle 4. Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen an den Messorten MF-1 bis MF-6 in Fürth für das Kalenderjahr 2021.

Stickstoffdioxid NO ₂ in µg/m ³		
MP-Nr.	Messort	Mittelwert 2021
MF-1	Erlanger Straße 12	31
MF-2	Erlanger Straße 26	31
MF-3	Schwabacher Straße 101	26
MF-4	Schwabacher Straße 159	29
MF-5	Friedensanlage (Laterne)	16
MF-6	Theresienstraße LÜB	19
Jahresimmissionsgrenzwert 39. BImSchV		40

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

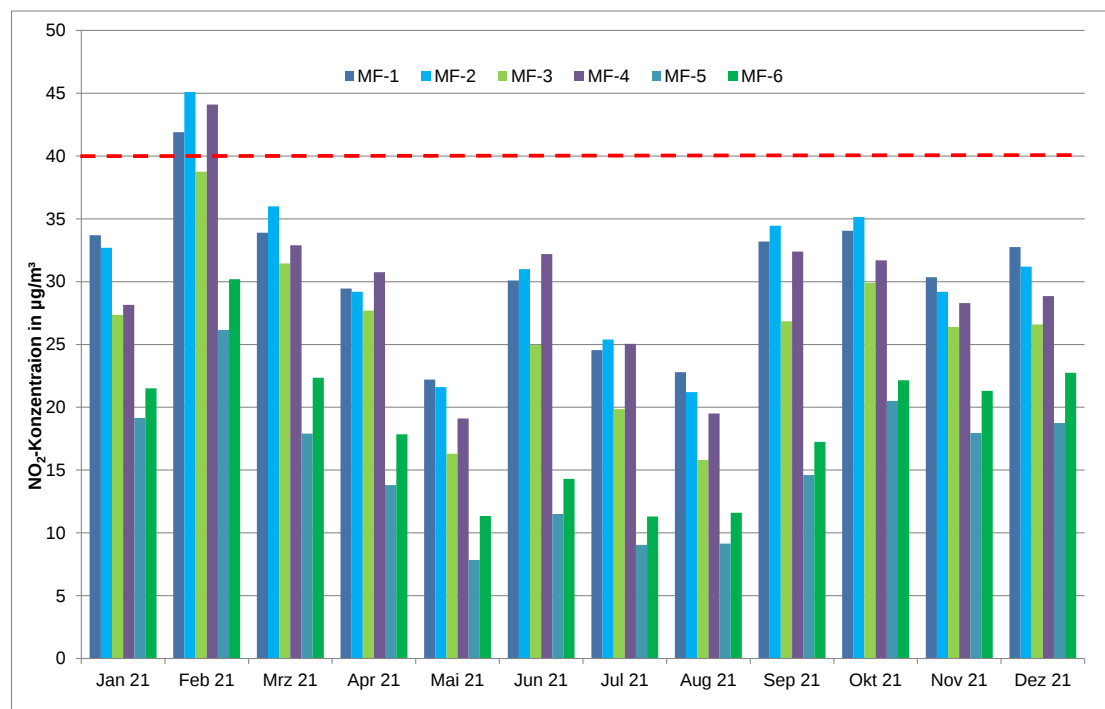


Abbildung 9. Verlauf der gemessenen NO₂-Konzentrationen an den Messstandorten MF-1 bis MF-6 für den Messzeitraum 31.12.20 – 03.01.22 (Monatsmittelwerte, NO₂-Grenzwert für das Kalenderjahr 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert).

6 Bewertung der Messergebnisse

An den Messstandorten MF-1 bis MF-4 wurden mit den Passivsammlermessungen Jahresmittelwerte 2021 für Stickstoffdioxid (NO₂) von 26 µg/m³ bis 31 µg/m³ ermittelt. An diesen Messstandorten wurde der Jahresimmissionsgrenzwert der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung von 40 µg/m³ sicher eingehalten.

Am Hintergrundmessstandort MF-5 in der Friedensanlage wurde erwartungsgemäß mit einem Jahresmittelwert 2021 von 16 µg/m³ der Grenzwert für das Kalenderjahr der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung von 40 µg/m³ deutlich unterschritten. Ein ähnliches NO₂-Konzentrationsniveau (19 µg/m³) wurde am LÜB-Standort MF-6 ermittelt.

Langjährige Auswertungen an den LÜB-Stationen des LfU zeigen, dass durchschnittlich bereits unterhalb eines NO₂-Jahresmittelwertes von 78 µg/m³ der Stundenmittelwert von 200 µg/m³ 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 Fürth:
https://www.fuerth.de/PortalData/1/Resources/fuertherrathaus/statistisches/zahlen_2021-2022/2021-07-monatszahlen.pdf, Stand Juli 2021
- [2] Geoportal Bayern: <https://www.geoportal.bayern.de/>
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen – 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. S. 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 17.02.2022

8 Anhang: Einzelmessergebnisse

Tabelle 5. Einzelergebnisse der NO₂-Passivsammlermessungen in Fürth.

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	Oct 21	Nov 21	Dez 21	
MF-1	Erlanger Straße 12	34	42	34	29	22	30	25	23	33	34	30	33	31
MF-2	Erlanger Straße 26	33	45	36	29	22	31	25	21	34	35	29	31	31
MF-3	Schwabacher Straße 101	27	39	31	28	16	25	20	16	27	30	26	27	26
MF-4	Schwabacher Straße 159	28	44	33	31	19	32	25	20	32	32	28	29	29
MF-5	Friedensanlage (Laterne)	19	26	18	14	8	12	9	9	15	21	18	19	16
MF-6	Theresienstraße LÜB	22	30	22	18	11	14	11	12	17	22	21	23	19
Jahresimmissionsgrenzwert 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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\152M152891\152891_08_BER_2D.DOCX:24. 03. 2022