



ludwig bölkow  
s t i f t u n g

## **NO<sub>2</sub>-Messung mit Passivsammlern in der Gemeinde Gröbenzell**

Endbericht über die Messungen vom Herbst 2017

Dr. Werner Zittel<sup>1</sup>

Ludwig-Bölkow-Stiftung

Daimlerstraße 15

85521 Ottobrunn

[www.lubst.org](http://www.lubst.org)

Ottobrunn, 28. November 2017

---

<sup>1</sup> Messung im Auftrag der Gemeinde Gröbenzell

## Kurzfassung

Die Ludwig-Bölkow-Stiftung hat im Auftrag der Gemeinde Gröbenzell von Mitte September bis Mitte November 2017 an zwei Punkten der viel befahrenen Olchinger Straße mit Passivsammlern die durchschnittliche Stickstoffdioxidkonzentration gemessen. Diese lag am Messpunkt Olchinger Straße 150 bei  $33,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und am Messpunkt Olchinger Straße 119a bei  $22,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . An jedem Punkt wurde unabhängig mit zwei Sonden gemessen, die Streuung der Messwerte um den Mittelwert lag bei 10%.

Ein Vergleich mit den Werten der amtlichen Messstation in Allach (nächstgelegene Messstation) und anderer Messstationen in München legt nahe, dass der Jahresmittelwert vermutlich 5% über den gemessenen 2-Monats-Werten liegen dürfte. Aufgrund der Messunsicherheit des Verfahrens, der Hochrechnung und der Witterungsabhängigkeit kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass an der Messstelle Olchinger Straße 150 der Jahresmittelwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht oder überschritten wird auch wenn die Messergebnisse einen etwas geringeren Jahresmittelwert nahelegen.

In dem Bericht wird auch auf die aktuell gültigen Grenz- und Richtwerte sowie auf gesundheitliche Auswirkungen einer Stickstoffdioxidexposition hingewiesen. Weiterführende Literatur hierzu wird angegeben.

## Einleitung

Der Beschluss des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs vom 27. Februar 2017 verpflichtet den Freistaat Bayern, der Öffentlichkeit ein vollständiges Verzeichnis aller Straßen(abschnitte) im Stadtgebiet der Landeshauptstadt München, an denen der Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid (im Jahresmittel  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nach aktuellsten Kenntnissen überschritten wird, zugänglich zu machen [1].

Das im September 2017 veröffentlichte Straßenverzeichnis weist für die Lochhausener Straße im Bereich der Ortsdurchfahrt Lochhausen einen Jahresmittelwert von  $50\text{-}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aus [2]. Aufgrund dieser Aussage und ähnlicher Baustruktur und Verkehrsmengen liegt der Verdacht nahe, dass auch die Fortsetzung des Straßenabschnitts in der Gemeinde Gröbenzell (Olchinger Straße) vergleichbare Stickoxidbelastungen aufweisen könnte. In einem ersten Schritt hat die Gemeinde daher eine kostengünstige Messung für eine erste Orientierung an zwei ausgewählten Stellen über den Zeitraum von zwei Monaten beauftragt. Diese wird durch sog. Passivsammler gewährleistet. Bei Einhaltung bestimmter Kriterien sind sie zur Durchführung einer sogenannten „Orientierenden Messung“ zulässig und anerkannt.

Die Ludwig-Bölkow-Stiftung hat eine solche orientierende Messung im Gemeindegebiet Gröbenzell von Mitte September bis Mitte November über insgesamt 2 Monate durchgeführt. Dieser Bericht fasst die Messergebnisse zusammen.

## Die Situation im benachbarten Lochhausen

Die im Mai 2017 fertiggestellte und im September 2017 veröffentlichte Untersuchung zur Immissionsbelastung in München – mit Daten und einer Karte mit Einfärbung der  $\text{NO}_2$ -Konzentration in wichtigen Straßenzügen innerhalb der Stadtgrenzen Münchens – wurde vom Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH&Co.KG gemeinsam mit gevas humberg & partner im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) Augsburg erstellt [2, 3]. Dabei handelt es sich nicht um Messergebnisse, sondern um Rechenergebnisse mit anerkannten Simulationsmodellen. Aus lokalen Werten von Verkehrsaufkommen, Emissionsfaktoren für Fahrzeuge, Geländemodell, Baustruktur und Windverhältnissen wurden Jahresmittelwerte für die Immissionsbelastung mit Stickstoffdioxid berechnet. Deren Qualität wird im Vergleich mit den gemessenen Werten der 5 ortsfesten Messstationen überprüft, die Abweichung der Rechenergebnisse lag für das Analysejahr 2015 dort bei maximal 8 Prozent [4].

In der Untersuchung wurden für den Bereich Lochhausener Straße Höhe 228 – 240 Werte von  $50\text{--}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Übergangsbereich Kleiberweg/Vestastraße (Str 2345) Werte von  $40\text{-}50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Stickstoffdioxidkonzentration für das Jahr 2015 ermittelt. Bild 1 zeigt den entsprechenden Kartenausschnitt für das Gebiet Lochhausen. In den rot und orange eingefärbten Straßenabschnitten wurde der Untersuchung gemäß der Jahresmittelwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten.



**Bild 1:** Ausschnitt aus der Karte mit den für das Jahr 2015 errechneten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerten für das Gebiet Lochhausen (Lochhausener Straße und Vestastraße/Kleiberweg); grün=unter 40µg/m<sup>3</sup>; orange=40-50µg/m<sup>3</sup>; rot = 50-60 µg/m<sup>3</sup>. [3]

Aufgrund der Aufspaltung des Verkehrs in jeweils eine Richtung im Gebiet Kleiberweg/Vestastraße ist aufgrund der Darstellung im Luftreinhalteplan unklar, wie dort die Werte tatsächlich sind, da für beide Straßenabschnitte eine Belastung dargestellt wurde, die interpolierend zwischen den beiden Einbahnstraßenabschnitten liegt (in Bild 1 orange eingefärbt).

Hierbei handelt es sich um aus dem Verkehrsaufkommen und angenommenen NO<sub>2</sub>-Emissionswerten der Fahrzeuge errechnete Jahresmittelwerte. Der Genauigkeitsanspruch der berechneten Werte liegt gemäß 39.BImSchV bei einer Rechengenauigkeit von ±30% [5], wobei der oben bereits erwähnte Abgleich mit den fünf festen Messstationen im Stadtgebiet dort eine Genauigkeit von ±8% ergab. Bei Berücksichtigung der maximal zulässigen Unsicherheitsmarge von 30% liegen die Werte an der Staatsstraße 2345 im Bereich 28 – 65 µg/m<sup>3</sup> und an der Lochhausener Straße im Bereich 35-78 µg/m<sup>3</sup>. Da für den überwiegenden Teil der Lochhausener Straße keine Belastungswerte eingetragen sind, ist anzunehmen, dass für diese keine Berechnung durchgeführt wurde.

## **Grenzwerte und Gesundheitliche Auswirkungen hoher Stickstoffdioxidbelastung**

In Deutschland und der gesamten EU gelten folgende Grenz- und Alarmwerte für die Stickstoffdioxidbelastung der Luft im Außenbereich [5]:

- Jahresgrenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit: 40 µg/m<sup>3</sup> (Kalenderjahr),
- Stundengrenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit: 200 µg/m<sup>3</sup>,  
Dieser Wert darf nicht öfter als 18 Mal im Jahr überschritten werden,
- Kritischer Wert zum Schutz von Ökosystemen: 30 µg/m<sup>3</sup> gemittelt über ein Kalenderjahr,
- Die Alarmschwelle für Stickstoffdioxid beträgt über eine volle Stunde gemittelt 400 µg/m<sup>3</sup>,  
gemessen an drei aufeinanderfolgenden Stunden.

Darüber hinaus wurde 1998 von der damaligen Ad-Hoc Arbeitsgruppe der Innenraum-Lufthygienekommission und der Arbeitsgemeinschaft der obersten Landesgesundheitsbehörden ein Richtwert für die Belastung der Innenraumluft in Büroräumen und in Privaträumen mit Stickstoffdioxid erarbeitet und auf 60 µg/m<sup>3</sup> festgelegt, der innerhalb einer Woche nicht zu überschreiten ist (sog. Richtwert II L). Innerhalb einer halben Stunde gilt der Richtwert von 350 µg/m<sup>3</sup> (sog. Richtwert II K (½-h)) [6]. Aufgrund des EU-Grenzwertes für die Außenluft von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel und neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse strebt der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) des Umweltbundesamtes die Aktualisierung der Bewertung für Stickstoffdioxid im Innenraum an [7].

Diese im öffentlich zugänglichen Raum gültigen Werte sind nicht zu verwechseln mit dem Wert für die maximale Arbeitsplatzkonzentration an besonders belasteten Arbeitsplätzen (sog. MAK-Wert), dieser wurde im Jahr 2009 auf 0,5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 950 µg/m<sup>3</sup> festgesetzt und wird über jeweils ein 15-Minuten-Intervall gemessen [8]. Dabei wird vorausgesetzt, dass entsprechend exponierte Personen an diesem Arbeitsplatz max. 40 Stunden pro Woche arbeiten und einer regelmäßigen medizinischen Überwachung unterliegen. Unbefugte, insbesondere Kleinkinder, Kinder und gesundheitlich anfällige Personen, dürfen sich hier nicht aufhalten.

Abschließend soll noch erwähnt werden, dass in der Schweiz wesentlich strengere Grenzwerte für Stickstoffdioxid im Außenraum gelten [9]:

- Der Jahresmittelwert von 30 µg/m<sup>3</sup> darf nicht überschritten werden,
- Der 24-Stunden-Mittelwert von 80 µg/m<sup>3</sup> darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden,
- Der ½-Stunden-Mittelwert von 100 µg/m<sup>3</sup> muss in 95% aller ½-Stundenintervalle eines Jahres eingehalten werden.

Die im Auftrag des Schweizerischen Bundesamtes für Umwelt (BAFU) eingerichtete und vom Schweizerischen Tropen- und Public-Health-Institut (TPH) betriebene Dokumentationsstelle Luftverschmutzung und Gesundheit (LUDOK) sammelt und analysiert seit vielen Jahren weltweit Studien und Veröffentlichungen zu Gesundheitsauswirkungen von Luftschadstoffen [10]. Im Frühjahr 2017 erstellte das Schweizerische Tropen und Public Health Institut im Auftrag von Greenpeace Deutschland eine kurze Zusammenfassung des Kenntnisstandes der Gesundheitsbelastung durch die Exposition mit Stickstoffdioxid [11]. In dem Bericht werden auch von der WHO empfohlene Berechnungswerte zur statistischen Ermittlung und Hochrechnung von Gesundheitsrisiken in

Ludwig-Bölkow-Stiftung - NO<sub>2</sub>-Messung im Gemeindegebiet Gröbenzell Seite 5/11

belasteten Regionen angegeben. Grundsätzlich wird dort davon ausgegangen, dass auch bei geringer Belastung (im Bereich von 10-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) gesundheitliche Effekte beobachtet werden können und eher kein Schwellwert existiert. Für entsprechende Hochrechnungen wird eine lineare Dosis-Wirkungsbeziehung angegeben, d.h. jede Belastungszunahme geht mit einer konstanten Zunahme des Gesundheitsrisikos einher. An Gesundheitsfolgen, die mit steigender Konzentration im statistischen Mittel entsprechend der dort angegebenen Relationen zunehmen, werden explizit genannt:

Bei kurzzeitiger Exposition (abhängig von der Tages- und Stundenspitzenbelastung):

- Krankheitsbedingte Sterblichkeit (für alle Altersgruppen ohne Schwellwert),
- Spitaleintritte wegen Atemwegserkrankungen (für alle Altersgruppen ohne Schwellwert).

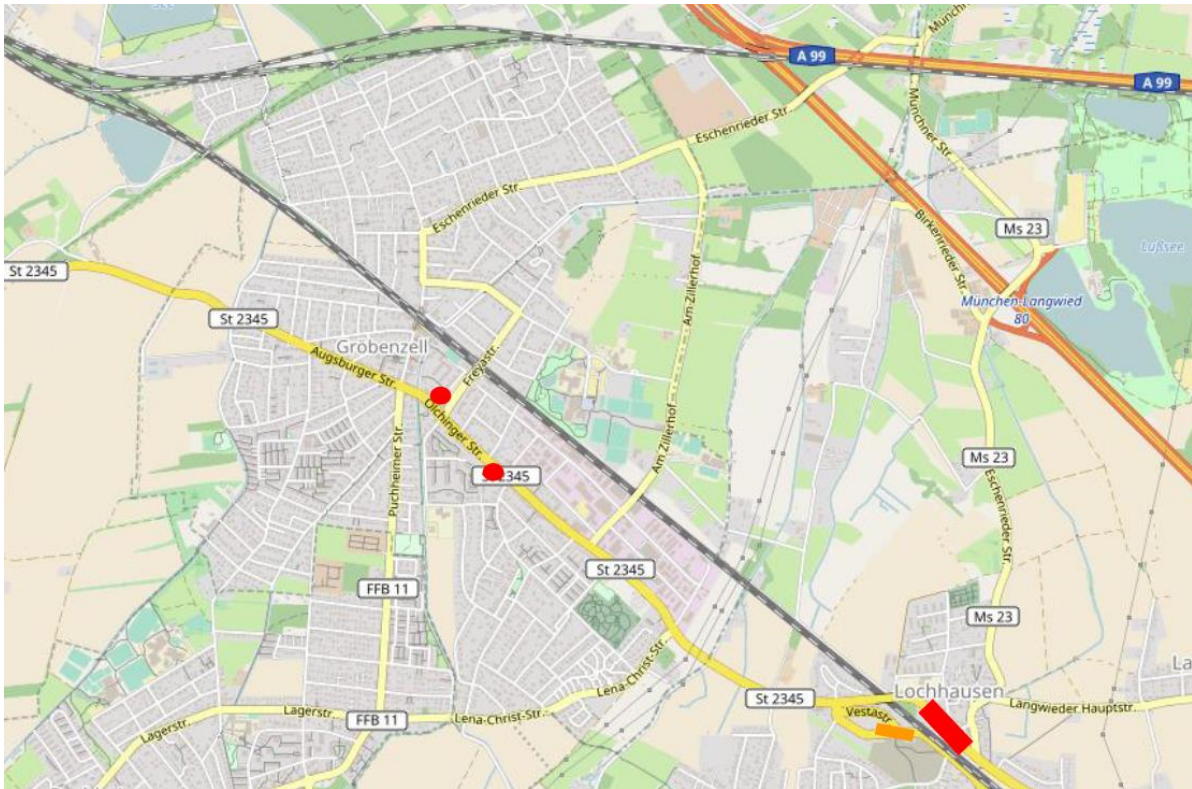
Bei langzeitlicher Exposition (abhängig von der Jahresdurchschnittsbelastung):

- Krankheitsbedingte Sterblichkeit (ab 30 Jahren und 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Belastung),
- Atemwegsbeschwerden bei asthmatischen Kindern (5-14 Jährige ohne Schwellwert),
- Asthmaentstehung bei Kindern,
- Verringertes Lungenwachstum bei Kindern (10-18 Jährige),
- Begünstigung der Erkrankung an Diabetes Typ 2,
- Verringertes Geburtsgewicht.

Weitere Informationen zu gesundheitlichen Auswirkungen können der Literatur entnommen werden [10, 11].

Im ländlichen Raum gilt ein Jahresmittelwert um 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  als typisch, die städtische Hintergrundbelastung (ohne starken lokalen Verkehr) wird meist mit 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  angegeben. Beispielsweise lag die Jahresdurchschnittsbelastung an den städtischen Messstationen in Johanneskirchen und Allach im Jahr 2016 bei 22 bzw. 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Für das Jahr 2017 zeichnet sich an der Messstation Johanneskirchen bis Ende Oktober ein Anstieg des Mittelwertes um fast 40% auf ca. 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ab.

## Auswahl der Messpunkte in Gröbenzell



*Bild 2: Straßennetzplan der Gemeinde Gröbenzell und Darstellung der ausgewählten Messstellen (rote Kreise) im Ortszentrum Gröbenzell. Der rote und orange Balken in Lochhausen rechts unten im Bild zeigen die auf der Basis von Verkehrszählungen und Bebauungsplänen errechnete Belastung im das Jahr 2015. [Grafik: openstreetmap.org, ergänzt]*

Aus der Verkehrsmengenkarte für das Jahr 2010 kann man folgende Verkehrsmengen entnehmen[12]: Am südöstlichen Ortseingang Zählstelle direkt an der Gemeindegrenze: 23562 Kfz; In Ortsmitte an Olchinger Straße Zählstelle 18644 Kfz; Am nordwestlichen Ortsausgang Zählstelle: 11167 Kfz; Die Straße von Puchheim FFB 11 (Kreisstraße 11) zeigt ein Verkehrsaufkommen am südlichen Ortseingang von etwa 10.000 Kfz und nahe der Einmündung in die Olchinger Straße von etwa 5500 Kfz.

Ausgehend vom Verkehrsaufkommen und der Bebauungsstruktur wurden die in der Karte (Bild 2) als rote Kreise eingezeichneten zwei Messstellen ausgewählt, da an diesen Punkten relativ hohe Konzentrationswerte erwartet werden.





Bild 3: Messpunkt an der Olchinger Straße auf Höhe Hausnummer 150 (Weiße Schutzhülle unterhalb des Verkehrsschildes in ca. 2,5 m Höhe) [Foto: W. Zittel]

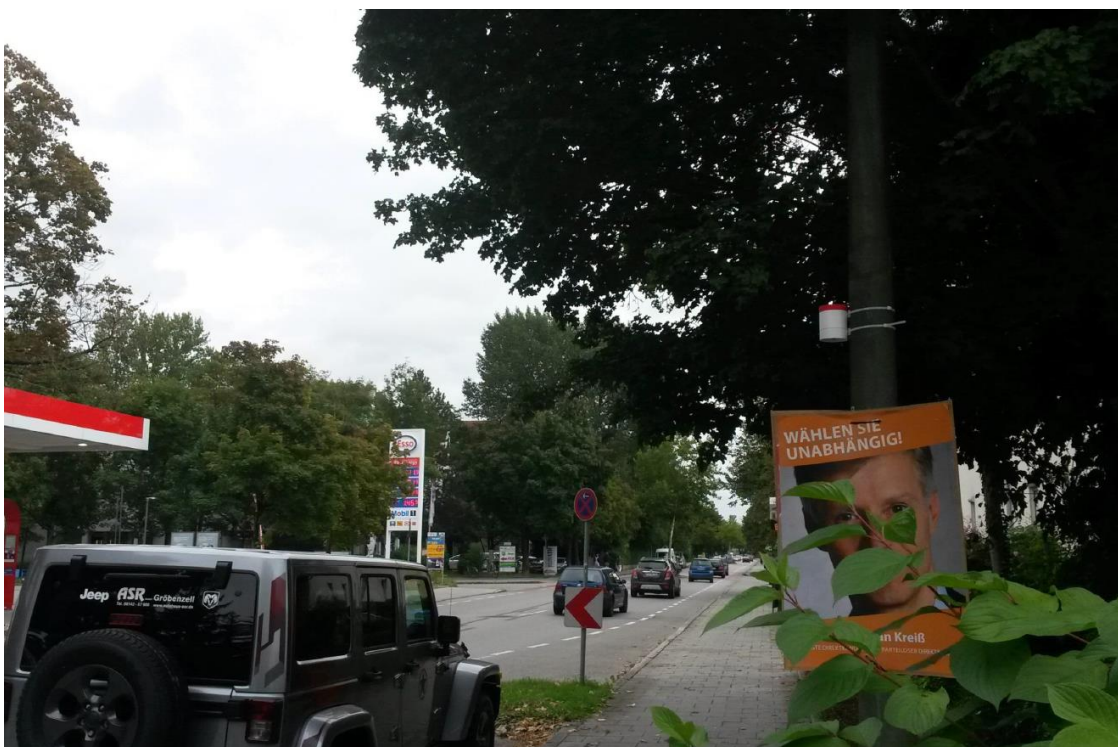


Bild 4: Messpunkt auf Höhe Olchinger Straße 119a (weiße Schutzhülle mit rotem Deckel über dem Plakat) [Foto: W. Zittel]



## Messergebnisse und Bewertung

Die beiden Messungen wurden über die folgenden Zeiträume durchgeführt:

1. Messung: Vom 12.9.2017 (12:00) bis 11.10.2017 (13:00)
2. Messung: Vom 11.10.2017 (13:00) bis 11.11.2017 (15:00)

An jedem Standort wurde mit zwei Röhrchen innerhalb der unten offenen Schutzhülle gemessen und daraus für den jeweiligen Standort ein Mittelwert gebildet. Die Abweichungen bilden mögliche turbulente Schwankungen der den Messbecher durchströmenden Luft, aber auch Messungenauigkeiten der einzelnen Messröhrchen ab. Der Abstand der Messung zur Straßenkante betrug jeweils 1-2 m. Es wurde in einer Höhe über der Straße von 2,5 m gemessen.

Der Messpunkt auf Höhe Olchinger Straße 119a lag südwestlich der Olchinger Straße, der Messpunkt auf Höhe Olchinger Straße 150 lag nordöstlich der Olchinger Straße.

In Tabelle 1 sind die einzelnen Messergebnisse und die jeweiligen Mittelwerte zusammengestellt.

**Tabelle 1:** *Ergebnis der Konzentrationsmessungen in Gröbenzell im Herbst 2017*

	1. Messung	2. Messung	Mittelwert
Olchinger Str. 119a (a)	20,3 µg/m <sup>3</sup>	23,2 µg/m <sup>3</sup>	
Olchinger Str. 119a (b)	21,3 µg/m <sup>3</sup>	24,5 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Mittelung:</b>	<b>20,8 µg/m<sup>3</sup>±2,5%</b>	<b>23,85 µg/m<sup>3</sup>±2,7%</b>	<b>22,3 µg/m<sup>3</sup></b>
Olchinger Str. 150 (a)	35,1 µg/m <sup>3</sup>	36,7 µg/m <sup>3</sup>	
Olchinger Str. 150 (b)	29,7 µg/m <sup>3</sup>	32,5 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Mittelung:</b>	<b>32,4 µg/m<sup>3</sup>±8,3%</b>	<b>34,6 µg/m<sup>3</sup>±6%</b>	<b>33,5 µg/m<sup>3</sup></b>

Tabelle 2 zeigt den Vergleich mit den Messergebnissen der städtischen Messstationen über exakt denselben stundengenau gewählten Zeitraum. In der rechten Spalte ist zum Vergleich auch der Mittelwert der offiziellen Messstationen über den bisherigen Zeitraum des Jahres 2017 (1.1.2017/00:00 – 22.11.2017/21:00) dargestellt – dieser entspricht bereits recht genau dem zu erwartenden Jahresmittelwert.

Es zeigt sich, dass insbesondere an der Allacher Straße – diese ist der Gemeinde Gröbenzell am nächsten – der zu erwartende Jahresmittelwert gut 5% höher liegt als der Wert über den Messzeitraum 12.9.-11.11.2017; Auch an den hoch belasteten Stationen Stachus und Landshuter Allee liegt der Mittelwert geringfügig über dem 2-Monatsmesswert.

**Tabelle 2: Vergleich der Messergebnisse (Mittelwert über zwei Monate und jeweils zwei Messröhrchen) mit den Werten an den fünf offiziellen stationären Messstationen im Stadtgebiet von München**

	Mittelwert 12.9.-11.11.2017	Mittelwert 1.1.-22.11.2017
Olchinger Straße 119a	22,3 µg/m <sup>3</sup>	--
Olchinger Straße 150	33,5 µg/m <sup>3</sup>	--
Allach	23,7	25,0
Johanneskirchen	21,5	21,0
Lothstraße	33,8	31,5
Stachus	51,7	53,6
Landhuter Allee	76,5	78,9

Die Messungen lassen den Schluss zu, dass auf Höhe Olchinger Straße 119a der Jahresmittelwert mit großer Wahrscheinlichkeit im Bereich 20-25 µg/m<sup>3</sup> liegen wird. Auf Höhe Olchinger Straße 150 wird der Jahresmittelwert im Bereich 30-40 µg/m<sup>3</sup> erwartet. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass bei ganzjähriger Messung mit dieser oder einer genaueren Messmethode der Jahresgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> überschritten wird. Zumal da die Schadstoffbelastung auch wetterabhängig ist, wäre eine Empfehlung für eine genauere Messung, entweder durchgängig mit kostengünstigen Passivsammlern oder einem anderen anerkannten Messverfahren zu messen.

## Literatur

- [1] Beschluss des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs vom 27.2.2017 zur Veröffentlichung der Straßenabschnitte mit erhöhten Schadstoffkonzentrationswerten. Siehe <http://www.vgh.bayern.de/media/bayvgh/presse/16a01427u.pdf> (aufgerufen am 20.11.2017)
- [2] Münchner Untersuchungen – mit Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes von 40µg/m<sup>3</sup>; Straßenverzeichnis von gevas, humberg und Partner und Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU), Augsburg, Mai 2017. Siehe <https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/imperia/md/content/regob/internet/dokumente/bereich5/technischerumweltschutz/lrp/no2-strassenverzeichnis.pdf> (aufgerufen am 20.11.2017)
- [3] Münchner Untersuchungen – Übersichtskarte von München mit Markierung der Straßenzüge mit Überschreitung des zulässigen Jahresmittelwertes für die Stickstoffdioxidkonzentration für den Analysefall 2015, Mai 2017. Siehe [https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/imperia/md/content/regob/internet/dokumente/bereich5/technischerumweltschutz/lrp/no2\\_uebersichtskarte.pdf](https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/imperia/md/content/regob/internet/dokumente/bereich5/technischerumweltschutz/lrp/no2_uebersichtskarte.pdf) (aufgerufen am 20.11.2017)
- [4] Ermittlung der Straßenabschnitte in München mit Grenzwertüberschreitung für Stickstoffdioxid, Bericht von gevas, humberg und Partner und Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU), Augsburg vom Mai 2017. Siehe [https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/imperia/md/content/regob/internet/dokumente/bereich5/technischerumweltschutz/lrp/no2\\_dokumentation.pdf](https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/imperia/md/content/regob/internet/dokumente/bereich5/technischerumweltschutz/lrp/no2_dokumentation.pdf) (aufgerufen am 20.11.2017)
- [5] 39. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) in der Fassung vom 2.8.2010; §3
- [6] Siehe <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc#textpart-4> und <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/Stickstoffdioxid.pdf> (jeweils aufgerufen am 3.11.2017)
- [7] Siehe <https://www.umweltbundesamt.de/themen/unterschied-zwischen-aussenluft> (aufgerufen am 3.11.2017)

[8] Technische Regeln für Gefahrstoffe, Arbeitsplatzgrenzwerte, TRGS900, vom Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt am 17.10.2017, siehe [https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf;jsessionid=0660FE61CA658D7543F497FA46633C47.s1t2?\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf;jsessionid=0660FE61CA658D7543F497FA46633C47.s1t2?_blob=publicationFile&v=6) (aufgerufen am 3.11.2017)

[9] siehe <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/schadstoffglossar-shift/stickstoffoxide--nox-.html> (aufgerufen am 3.11.2017)

[10] siehe [http://ludok.swisstph.ch/fmi/iwp/cgi?-db=ludok\\_web&loadframes](http://ludok.swisstph.ch/fmi/iwp/cgi?-db=ludok_web&loadframes) (aufgerufen am 3.11.2017)

[11] Gesundheitsrisiken der NO<sub>2</sub>-Belastung für den Menschen, Schweizerisches Tropen und Public Health Institut im Auftrag von Greenpeace Deutschland, März 2017, siehe [https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/170331\\_no2\\_gesundheitsstudie.pdf](https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/170331_no2_gesundheitsstudie.pdf) (aufgerufen am 3.11.2017)

[12] Verkehrsmengenkarte 2010, siehe <https://www.baysis.bayern.de/web/content/verkehrsdaten/SVZ/kennwerteundkarten.aspx> (aufgerufen am 21.11.2017)