



## Münchener Untersuchungen

Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitung für Stickstoffdioxid



**Ermittlung der Straßenabschnitte in München mit  
Grenzwertüberschreitung für Stickstoffdioxid**

Durchgeführt im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU), Augsburg

Mai 2017

Bearbeiter: gevas humberg & partner  
Dr.-Ing. Gerhard Listl  
Dr.-Ing. Marcus Gerstenberger  
Dipl.-Ing. Veronika Nagel

Ingenieurbüro Lohmeyer:  
Dipl.-Geogr. Torsten Nagel

gevas humberg & partner  
Ingenieurgesellschaft  
für Verkehrsplanung und  
Verkehrstechnik mbH  
München - Karlsruhe  
Grillparzerstraße 12a  
81675 München

Telefon 089 489085-0  
Telefax 089 489085-55  
E-Mail [muenchen@gevas-ingenieure.de](mailto:muenchen@gevas-ingenieure.de)  
[www.gevas-ingenieure.de](http://www.gevas-ingenieure.de)

© gevas humberg & partner 2017

**Inhaltsverzeichnis**

1	Vorbemerkung	4
2	Verwendete Modelle	4
3	Eingangsdaten und Berechnungsschritte	6
4	Erläuterung und Aussagekraft der Ergebnisse	9
5	Quellenverzeichnis	11

## 1 Vorbemerkung

Das vorliegende Dokument beinhaltet ein Verzeichnis der Abschnitte im Münchner Straßennetz, an denen die Luftbelastung mit Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> im Jahr 2015 höher als 40 µg/m<sup>3</sup> liegt und damit den gesetzlich zulässigen Luftqualitätsgrenzwert für das Jahresmittel überschreitet. Grundlage für die nachfolgenden Darstellungen sind Zwischenergebnisse eines noch bis 30.06.2017 laufenden Gutachtens im Rahmen der 6. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für die Landeshauptstadt München.

Zur Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Belastung in den Straßenabschnitten werden einschlägige und aktuelle Berechnungsverfahren und Modelle eingesetzt.

Die Belastungswerte sind in Form einer Übersichtskarte und einer tabellarischen Auflistung der Straßenabschnitte aufbereitet (siehe Anlagen 1 und 2).

## 2 Verwendete Modelle

### Verkehrsmodell

Die Verkehrsbelastung im Straßenverkehr für das Jahr 2015 wurde dem Verkehrsmodell der Landeshauptstadt München für den Individualverkehr (Stand: Januar 2016) entnommen. Bei den Belastungswerten handelt es sich um den Durchschnittlichen Werktäglichen Verkehr außerhalb der Ferien (DTV<sub>w</sub>). Die Umrechnung auf den Durchschnittlichen Täglichen Verkehr (DTV), welcher die Grundlage für die Ermittlung der verkehrsbedingten Immissionen darstellt, erfolgte im Rahmen der Emissionsberechnung durch Abschlagsfaktoren (siehe Abschnitt 3).

Zur Berücksichtigung des - insbesondere mit Lkw abgewickelten - Wirtschaftsverkehrs wurde das in Überarbeitung befindliche Wirtschaftsverkehrsmodell mit dem für das Gutachten verwendbaren Zwischenstand vom August 2016 herangezogen. In diesem Zwischenstand sind die Quelle-Ziel-Beziehungen im Wirtschaftsverkehr aktualisiert und es ist das seit 2008 geltende Lkw-Durchfahrtsverbot enthalten. Sowohl die Quelle-Ziel-Beziehungen als auch das Lkw-Durchfahrtsverbot wurden in das Verkehrsmodell für den Individualverkehr übernommen.

Alle oben beschriebenen (Teil-)Verkehrsmodelle wurden mit der **Verkehrsplanungssoftware VISUM** der ptv AG (Version 14) [1] erstellt.

## Immissionsmodell

Zur Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Immissionen im Straßennetz wurde ein Immissionsberechnungsmodell für ein erweitertes Hauptstraßennetz neu aufgebaut. Um möglichst realitätsnahe Immissionswerte berechnen zu können, müssen die Topografie, die Bebauung an den Straßen und die meteorologischen Einflüsse, insbesondere die Windverhältnisse, bestmöglich im Modell nachgebildet werden. Für diesen Modellierungsschritt wurden folgende, von der Landeshauptstadt München zur Verfügung gestellte Grundlagen verwendet:

- digitale Stadtgrundkarte (Stand Februar.2016)
- digitales Geländemodell (Stand November 2015)
- Gebäudemodell mit Höhenangabe (Stand Februar 2016)
- Windstatistik (Windrose) für die Jahre 2005 bis 2014

Die Erstellung des Immissionsmodells erfolgte mit der **Immissionsberechnungssoftware PROKAS B** (Version 6.8.7) auf der Basis des Gaußschen Fahnenmodells [2].

Voraussetzung für die Immissionsberechnung ist die Ermittlung der fahrzeugbedingten Emissionen. Diese wurden auf der Grundlage des **Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs - HBEFA** [3] in der zum Zeitpunkt der Berechnungen gültigen Version 3.2 bestimmt. Für die Ermittlung der zur Berechnung notwendigen Fahrzeugflottenzusammensetzung nach Fahrzeugart und Schadstoffemissionsklasse wurde von der Landeshauptstadt München eine Zulassungsstatistik mit dem Stand vom 01.01.2015 übergeben. Die Emissionsfaktoren geben das Abgasverhalten dieser Fahrzeugklassen in realen Fahrsituationen wieder. Um die aktuell bekannt gewordenen höheren Emissionen im Realbetrieb der Fahrzeuge besser abzubilden, wurden die Emissionsfaktoren des HBEFAs für die Diesel-Pkw mit Schadstoffklasse Euro 6 mit Zuschlagsfaktoren multipliziert (innerorts: 1,7; außerorts: 1,4).

### **3 Eingangsdaten und Berechnungsschritte**

#### **Festlegung des berücksichtigten Straßennetzes**

Die in den Anlagen 1 und 2 dargestellten NO<sub>2</sub>-Belastungswerte beziehen sich auf ein erweitertes Hauptverkehrsstraßennetz. Die Festlegung beruht im Wesentlichen auf den folgenden zwei Kriterien:

- Das Netz beinhaltet grundsätzlich alle Straßenabschnitte mit einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsbelastung von mehr als 5.000 Kfz/24h.
- Um ein zusammenhängendes Straßennetz zu erhalten, werden Lückenschlüsse vorgenommen.

Daraus ergibt sich für das zu Grunde gelegte Straßennetz eine Gesamtstreckenlänge von 511 km. Davon sind 330 km an einer oder an beiden Seiten durch Randbebauung gekennzeichnet.

#### **Ermittlung der Emissionen**

Für die Ermittlung der verkehrlichen Emissionen gemäß dem HBEFA sind folgende Eingangsdaten von Relevanz:

- typisierte Straßenabschnitte im Verkehrsmodell, beschrieben durch
  - die Fahrstreifenanzahl
  - die Ortslage (innerorts/außerorts)
  - die Streckenkapazität
- der Durchschnittliche Werktägliche Verkehr (DTV<sub>w</sub>) aus dem Verkehrsmodell, gesamt sowie differenziert nach Pkw, Lkw und Bus – über einen Faktor auf den Durchschnittlichen Täglichen Verkehr (DTV) umgerechnet
- der charakteristische Verkehrsablauf auf den Straßenabschnitten, beschrieben durch die geschätzte mittlere Fahrtgeschwindigkeit.

Mit diesen grundlegenden Informationen werden den Straßenabschnitten folgende typische Verkehrszustände gemäß dem HBEFA zugewiesen:

- 1 – frei fließender Verkehr  
(freie Fließbedingungen, niedriger und beständiger Verkehrsfluss, konstante und relativ hohe Geschwindigkeit)
- 2 - dichter Verkehr  
(freie Fließbedingungen mit dichtem Verkehr, einigermaßen konstante Geschwindigkeit)
- 3 – gesättigter Verkehr  
(unstetiger Fluss, gesättigter Verkehr, schwankende mittlere Geschwindigkeiten mit möglichen Stopps)
- 4 – stop + go  
(stark verstopfter Verkehr, Stop and Go oder Verkehrsstillstand, schwankende und niedrige Geschwindigkeiten und Stopps)

Unter Berücksichtigung des typischen Verkehrszustandes, der Flottenzusammensetzung und der spezifischen Emissionsfaktoren je Fahrzeugflotte ergeben sich die fahrzeugbedingten Emissionen.

### **Ermittlung der Immissionen**

Im Immissionsmodell wurden unter Berücksichtigung

- der in drei Klassen typisierten Randbebauung (keine, einseitige oder zweiseitige Randbebauung),
- der Gebäudehöhen,
- der meteorologischen Verhältnisse, im Wesentlichen geprägt durch die Windverteilung nach Himmelsrichtung, und
- der ermittelten Emissionen

über so genannte Ausbreitungsrechnungen die verkehrsbedingten Immissionen berechnet.

Dabei wurde die NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung, das heißt die Belastung ohne verkehrsbedingte Immissionen, auf der Grundlage von Messwerten aus dem Lufthygienischen Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) mit 20 µg/m<sup>3</sup> angesetzt.

In der Immissionsberechnung sind die Straßenabschnitte mit vorhandener, mindestens einseitiger Randbebauung berücksichtigt. Diese Straßenabschnitte mit Randbebauung ergeben aufsummiert eine Streckenlänge von 330 km. Das entspricht etwa 65 % des betrachteten Hauptverkehrsstraßennetzes.

Bei Abschnitten ohne Randbebauung ist aus fachlicher Sicht erfahrungsgemäß wegen der günstigeren Ausbreitungsbedingungen von Luftschadstoffen aufgrund besserer Durchlüftung von keinen Grenzwertüberschreitungen auszugehen.

Abbildung 1 zeigt die Übersicht der genutzten Modelle und der entsprechenden Berechnungsschritte zur Ermittlung der Gesamtimmissionen im betrachteten Straßennetz. Die jeweils verwendeten Eingangsdaten der einzelnen Berechnungsschritte sind auf der linken, die Ausgangsdaten der Teilmodelle auf der rechten Seite dargestellt.

Die Prognose von Immissionen gemäß dem in Abbildung 1 dargestellten Vorgehen ist komplex und wissenschaftlich sehr anspruchsvoll.

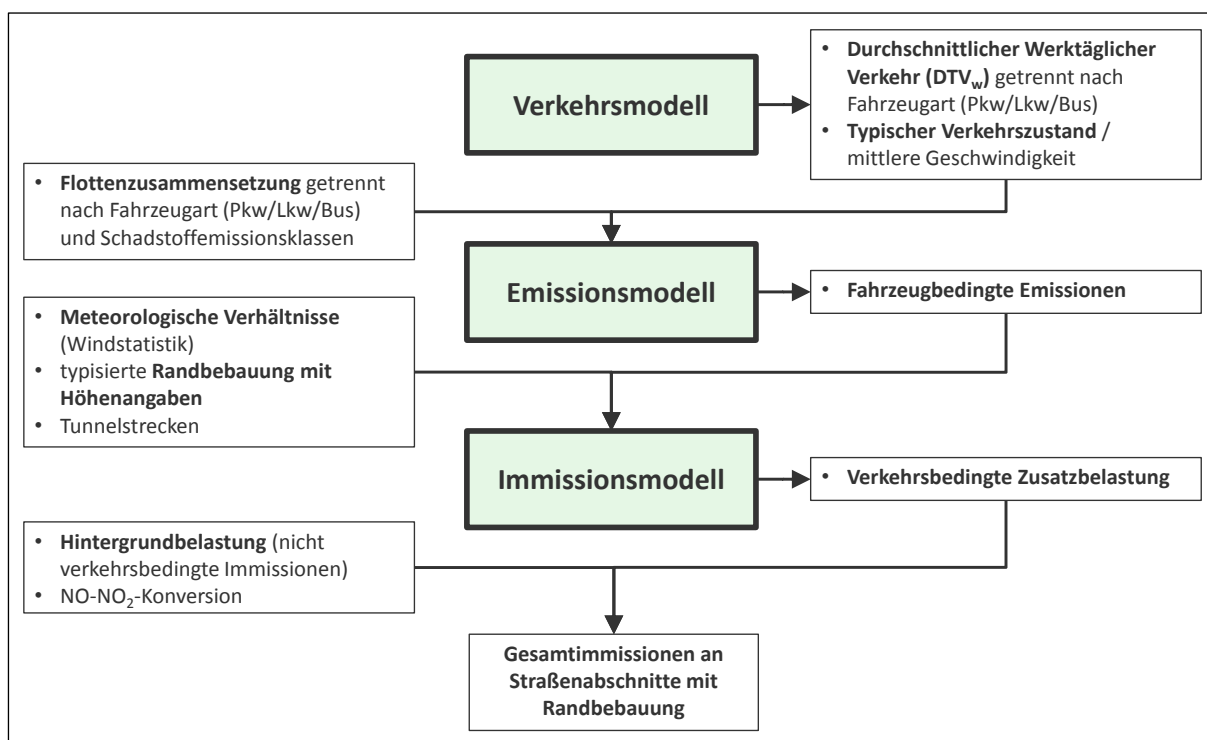


Abbildung 1 Übersicht des Modellsystems zur Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Belastung



#### 4 Erläuterung und Aussagekraft der Ergebnisse

Das Modellierungsergebnis weist für 24 % des betrachteten 511 km langen Hauptverkehrsstraßennetzes innerhalb des Stadtgebietes der Landeshauptstadt München eine NO<sub>2</sub>-Belastung > 40 µg/m<sup>3</sup> und damit eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes für das Jahresmittel auf. Bezogen auf das betrachtete Hauptverkehrsstraßennetz mit vorhandener Bebauung (330 km) beträgt der Anteil mit einer Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes 37 %.

Die jeweiligen Anteile des betrachteten Straßennetzes bezogen auf NO<sub>2</sub>-Belastungsklassen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

NO <sub>2</sub> - Belastungsklasse	Hauptverkehrsstraßennetz im Stadtgebiet München (511 km)		Hauptverkehrsstraßennetz mit vorhandener Randbebauung im Stadtgebiet München (330 km)	
	Länge	Anteil	Länge	Anteil
≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	388 km	76,0 %	207 km	62,7 %
> 40 – 50 µg/m <sup>3</sup>	80 km	15,7 %	80 km	24,4 %
> 50 – 60 µg/m <sup>3</sup>	27 km	5,2 %	27 km	8,0 %
> 60 µg/m <sup>3</sup>	16 km	3,1 %	16 km	4,9 %

**Tabelle 1** NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastungsklassen und Anteile am Hauptverkehrsstraßennetz

Da eine kontinuierliche Immissionsmessung nicht an jedem Straßenabschnitt möglich ist, werden Immissionsprognosen entsprechend dem Stand der Technik - und konform mit der EU-Luftqualitätsrichtlinie bzw. der Verordnung über Luftqualitätsstandards (39. BImSchV) [4] durchgeführt. Gemäß dem dort angegebenen Datenqualitätsziel für NO<sub>2</sub> sind bei Berechnungsergebnissen maximale Unsicherheiten von 30 % zulässig. Das Genauigkeitskriterium ist definiert als die maximal zulässige Abweichung der berechneten von den gemessenen Konzentrationswerten.

In Tabelle 2 ist der Vergleich der berechneten und gemessenen NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte im Jahr 2015 an den fünf LÜB-Messstationen im Münchner Stadtgebiet dargestellt.

LÜB-Messstation	NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwert im Jahr 2015		Abweichung
	Berechnung	Messung	
Landshuter Allee	78 µg/m <sup>3</sup>	84 µg/m <sup>3</sup>	-7 %
Stachus	59 µg/m <sup>3</sup>	64 µg/m <sup>3</sup>	-8 %
Lothstraße	32 µg/m <sup>3</sup>	33 µg/m <sup>3</sup>	-3 %
Allach	26 µg/m <sup>3</sup>	26 µg/m <sup>3</sup>	0 %
Johanneskirchen	23 µg/m <sup>3</sup>	23 µg/m <sup>3</sup>	0 %

**Tabelle 2** Vergleich der modellierten und gemessenen NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2015 im Umfeld der LÜB-Messstationen

Die Abweichungen zwischen den modellierten Werten und den gemessenen Werten betragen maximal 8 %, und liegen somit innerhalb des Datenqualitätsziels der 39. BImSchV [4].

Zusammenfassend ist festzuhalten, auch unter Berücksichtigung von durchgeführten Vergleichen von Modellwerten mit Messwerten im Rahmen früherer Projekte, dass die berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwertüberschreitungen im Sinne der Genauigkeitskriterien der 39. BImSchV belastbar sind.

## 5 Quellenverzeichnis

- [1] ptv AG:  
Verkehrssimulationssoftware PTV VISUM (Version 14)  
<http://vision-traffic.ptvgroup.com/de/produkte/ptv-visum/>  
Karlsruhe, 2014
- [2] Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG  
Immissionsberechnungssoftware PROKAS B (Version 6.8.7)  
<http://www.lohmeyer.de/de/content/ueber-uns/arbeitsmethoden/numerische-modelle/prokas>  
Karlsruhe, 2016
- [3] INFRAS im Auftrag des Umweltbundesamtes:  
Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) Version 3.2  
<http://www.hbefa.net/d/>  
Zürich, 2014
- [4] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-  
Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und  
Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV)  
Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil I Nr. 40,  
Bonn, 05. 08.2010