

Staatliches Bauamt Ansbach

Straße / Abschnittsnummer / Station: B 2\_2330\_0,013 - B 2\_2360\_0,597

## Höhenfreier Umbau der Eichstätter Kreuzung

PROJIS-Nr.:

# Feststellungsentwurf

## Luftschadstoffuntersuchung

aufgestellt:  
staatliches Bauamt Ansbach  
Ansbach, den 21.04.2023



Schmidt, Ltd. Baudirektor





Lohmeyer

**HÖHENFREIER UMBAU DER  
EICHSTÄTTER KREUZUNG  
IN WEISSENBURG**

-

**LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN  
AKTUALISIERUNG**

Auftraggeber:

OBERMEYER  
Infrastruktur GmbH & Co. KG  
Hansastraße 40  
80686 München

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH  
Niederlassung Karlsruhe

Dipl.-Umweltwiss. A. Jost  
Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. T. Flassak

November 2022  
Projekt 20754-22-01  
Berichtsumfang 61 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>7</b>
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen .....	7
3.2 Berechnungsverfahren PROKAS.....	8
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	9
<b>4 EINGANGSDATEN .....</b>	<b>12</b>
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	12
4.2 Verkehrsdaten .....	14
4.3 Meteorologische Daten .....	17
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung .....	17
<b>5 EMISSIONEN .....</b>	<b>22</b>
5.1 Betrachtete Schadstoffe.....	22
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	22
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	27
<b>6 IMMISSIONEN.....</b>	<b>29</b>
6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO <sub>2</sub> ).....	29
6.2 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>10</sub> ) .....	33
6.3 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>2.5</sub> ) .....	37
<b>7 QUELLEN .....</b>	<b>40</b>
7.1 Literatur.....	40
7.2 Materialien und Unterlagen.....	44
<b>A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....</b>	<b>46</b>

---

<b>A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION .....</b>	<b>50</b>
<b>A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE.....</b>	<b>56</b>

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

## ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

### **Emission / Immission**

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist  $\mu\text{g}$  (oder mg) Schadstoff pro  $\text{m}^3$  Luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  oder  $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

### **Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung**

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  oder  $\text{mg}/\text{m}^3$  angegeben.

### **Grenzwerte / Vorsorgewerte**

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z. B. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

### **Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)**

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann

zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM<sub>10</sub>-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

### **Verkehrssituation**

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

### **Feinstaub / PM<sub>10</sub> / PM<sub>2.5</sub>**

Mit Feinstaub beziehungsweise PM<sub>10</sub> / PM<sub>2.5</sub> werden alle Partikel bezeichnet, die einen gröÑenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm beziehungsweise 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM<sub>10</sub>-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM<sub>2.5</sub>-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

In Weißenburg ist der höhenfreie Umbau der Eichstätter Kreuzung (Knotenpunkt Eichstätter Straße/B 2) im Zuge des 3-streifigen Ausbaus der B 2 geplant. Für diese Planungen waren Aussagen zu den verkehrsbedingten Beiträgen zur Luftschadstoffbelastung erforderlich. Im Rahmen der Planfeststellung wurde durch unser Büro im Jahr 2018 ein Luftschadstoffgutachten erstellt (Lohmeyer, 2018). Dabei war zu prüfen, ob sich durch die o. g. Planungen die Luftkonzentrationen verkehrsbedingter Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Aufgrund von aktuellen Planungsdaten für Lärmschutzbauten sowie aktuellen Fachdaten wie der Emissionsdatenbank HBEFA 4.2 war nun eine Aktualisierung des Luftschadstoffgutachtens erforderlich. Zu betrachten waren die in der 39. BImSchV im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit genannten Schadstoffe NO<sub>2</sub> und Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) für den Prognosenullfall und den Planfall.

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf den bestehenden Straßen mit dem Straßennetzmodell PROKAS betrachtet. Aus für das Prognosejahr 2030 übergebenen Verkehrsbelegungsdaten wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsfaktoren (HBEFA4.2, Stand 2022) für das Bezugsjahr 2029 als Jahr der möglichen Inbetriebnahme der Planung die Emissionen auf allen Straßenabschnitten berechnet.

Die Immissionsberechnungen erfolgten mit dem Straßennetzmodell PROKAS unter Einbeziehung der lokalen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik, der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen sowie der aus den Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung. Die Beurteilung der Luftschadstoffimmissionen erfolgt im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

### Ergebnisse

Für die Beurteilung der Immissionen ist maßgebend, ob die berechneten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte der 39. BImSchV im Bereich sensibler Nutzungen, wie Wohnbebauung, führen.

Die Immissionen im Untersuchungsgebiet sind durch die verkehrsbedingten Beiträge der B 2, der B 13 und der Eichstätter Straße geprägt, die sich im Bereich der Eichstätter Kreuzung überlagern und dort zu NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen bis 22 µg/m<sup>3</sup> führen. Zum Schutz der

menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z. B. Wohngebäuden, führen. Südlich der Eichstätter Kreuzung sind an der zur Kreuzung nächstgelegenen Wohnbebauung im Prognosenullfall  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Östlich des Knotenpunktes sind an der zur B13 nächstgelegenen Wohnbebauung Jahresmittelwerte vereinzelt bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Westlich des Knotenpunktes sind an der zur Eichstätter Straße nächstgelegenen Wohnbebauung  $\text{NO}_2$ -Immissionen bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind überwiegend  $\text{NO}_2$ -Immissionen bis  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt, so auch an der nördlich des Knotenpunktes zur Kreuzung nächstgelegenen Wohnbebauung.

Im Planfall führt die mit dem Umbau verbundene Verbesserung des Verkehrsablaufes und die Verlagerung des Abbiegeverkehrs auf die Verbindungsrampen gegenüber dem Prognosenullfall zu etwas geringeren  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen im Bereich des Knotenpunktes. An der nächstgelegenen Wohnbebauung südlich der Eichstätter Kreuzung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um ca.  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Östlich der Eichstätter Kreuzung sind an der zur B 13 nächstgelegenen Wohnbebauung  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Westlich des Knotenpunktes sind an der zur Eichstätter Straße nächstgelegenen Randbebauung im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare  $\text{NO}_2$ -Immissionen bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert.

Damit wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall der derzeit geltende Grenzwert für  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Die berechneten  $\text{PM}_{10}$ -Immissionen führen im Prognosenullfall aufgrund der Überlagerung der verkehrsbedingten Beiträge der an der Eichstätter Straße zusammentreffenden Straßen im Kreuzungsbereich zu Jahresmittelwerten vereinzelt bis  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . An der zum Kreuzungsbereich nächstgelegenen Wohnbebauung sind  $\text{PM}_{10}$ -Immissionen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt, so auch an der zur Eichstätter Straße angrenzenden Wohnbebauung. An der zur B 13 angrenzender Randbebauung sind  $\text{PM}_{10}$ -Immissionen bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall gegenüber der Hintergrundbelastung geringfügig erhöhte  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwerte unter  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.

Im Planfall sind an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung sowohl nördlich als auch südlich der Eichstätter Kreuzung gegenüber dem Prognosenullfall reduzierte  $\text{PM}_{10}$ -Gesamtbe-

lastungen bis  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der zur B 13 nächstgelegenen Wohnbebauung sind gewisse Abnahmen der PM10-Immissionen prognostiziert, die aber unter Berücksichtigung der Randbebauung weiterhin Jahresmittelwerte bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aufweisen. An zur Eichstätter Straße nächstgelegenen Wohnbebauung sind im Planfall zum Prognosenullfall vergleichbare PM10-Jahresmittelwerte bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Damit wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall an den bestehenden Wohngebäuden der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht erreicht und nicht überschritten, der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Für die PM2.5-Fraktion der Feinstaubimmission sind im Prognosenullfall die verkehrsbedingten Beiträge zur PM2.5-Gesamtbelastung gering. An der B 13 sind an Abschnitten mit angrenzender Randbebauung PM2.5-Immissionen bis  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind Immissionen ermittelt, die gegenüber der angesetzten Hintergrundbelastung nur geringfügig erhöht sind. Im Planfall sind bedingt durch Verbesserung des Verkehrsablaufes und den damit geringeren abgeleiteten Emissionen im Kreuzungsbereich PM2.5-Immissionen ermittelt, die sich nur geringfügig von der angesetzten Hintergrundbelastung von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterscheiden.

Im Untersuchungsgebiet werden somit für den Prognosenullfall und für den Planfall an nach der 39. BImSchV beurteilungsrelevanten Bebauung weder der PM2.5-Grenzwert noch der Richtgrenzwert erreicht oder überschritten.

Der geplante höhenfreie Umbau der Eichstätter Kreuzung führt zu einer gewissen Abnahme der Immissionen an nächstgelegenen Wohngebäuden, vorwiegend sind die ermittelten Immissionen an der Wohnbebauung vergleichbar zum Prognosenullfall. Die nach der 39. BImSchV geltenden Grenzwerte für  $\text{NO}_2$ -, PM10- und PM2.5-Jahresmittelwerte werden deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Die Umsetzung der Planung ist aus lufthygienischer Sicht nicht abzulehnen und die Reduktion der verkehrsbedingten Immissionen ist zu begrüßen.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

In Weißenburg ist der höhenfreie Umbau der Eichstätter Kreuzung (Knotenpunkt Eichstätter Straße/B 2) im Zuge des 3-streifigen Ausbaus der B 2 geplant.

Im Rahmen der Planfeststellung sind Aussagen über die Auswirkungen der Planungen auf die Luftschadstoffbelastung zu erstellen. Dabei ist zu prüfen, ob sich durch die o. g. Planungen die Luftkonzentrationen verkehrsbedingter Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Die Beurteilung erfolgt nach der 39. BImSchV. Entsprechende Ausarbeitungen wurden im Jahr 2018 mit dem Luftschadstoffgutachten (Lohmeyer, 2018) vorgelegt. Mittlerweile liegen aktuelle Planungen für Lärmschutzbauten sowie aktuelle Fachdaten wie die Emissionsdatenbank HBEFA 4.2 vor. Dementsprechend ist eine Aktualisierung des Luftschadstoffgutachtens erforderlich.

### 3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, wie die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung verändern. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, zum Beispiel Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt sind, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v. a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO<sub>2</sub> und PM10 die 22. BImSchV ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus in Form einer Schadstoffleitkomponentenbetrachtung auf die v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10 und PM2.5). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich und wird hier nicht durchgeführt.

#### 3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen

In **Tab 3.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Anhang A1 erläuterten Beurteilungswerte für die relevanten Autoabgaskomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO <sub>2</sub>	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	
PM2.5	Richtgrenzwert ab 2020	20	

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010) und EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008)

### 3.2 Berechnungsverfahren PROKAS

Die „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012 (FGSV, 2021) werden für solche Betrachtungen als einfach anwendbares Verfahren bevorzugt. Im Untersuchungsgebiet existieren sich kreuzende Straßen mit Geschwindigkeitsbeschränkungen von 50 km/h. In diesen Bereichen des zu betrachtenden Gebietes wird der Anwendungsbereich der RLuS 2012 überschritten. Damit ist dort RLuS 2012 nicht einsetzbar und es ist nicht sichergestellt, dass Betrachtungen mit RLuS „auf der sicheren Seite“ liegen. Für das gesamte Betrachtungsgebiet wird daher das Straßennetzmodell PROKAS (Beschreibung: [www.lohmeyer.de/PROKAS](http://www.lohmeyer.de/PROKAS)) unter Berücksichtigung von lokal repräsentativen Windverhältnissen angewendet; mit diesem Verfahren können Straßennetze mit Brückenlagen sowie in typisierter Form Randbebauung und Lärmschutzbauten berücksichtigt werden.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) bestimmt. Im HBEFA4.2 sind auch nicht motorbedingte Emissionsfaktoren für Feinstaub (PM10, PM2.5) aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung enthalten. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachteten Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Längsneigungseinflüssen berechnet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht dem Stand der Technik. Sie basiert auf der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik) und der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 4.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) wird die statistische Immissionskenngroße Jahresmittelwert der untersuchten Luftschadstoffe ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

Für die Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Immissionen werden die verkehrsbedingten Direktmissionen und ein vereinfachtes Chemiemodell zur Abbildung der NO-NO<sub>2</sub>-Konversion berücksichtigt (Düring et al., 2011). Gegenüber einem statistischen Modell zur Beschreibung der NO-NO<sub>2</sub>-Konversion wie dem Ansatz nach Romberg et al. (1996) können so bei der Prognose der NO<sub>2</sub>-Immissionen die Flottenentwicklung im betrachteten Bezugsjahr und die damit verbundenen veränderlichen Anteile der NO<sub>2</sub>-Direktmissionen berücksichtigt werden.

### 3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO<sub>2</sub> einen Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz, basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012), kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der Jahresmittelwert 54 µg/m<sup>3</sup> (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von 50 µg/m<sup>3</sup> wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m<sup>3</sup> und dem

PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

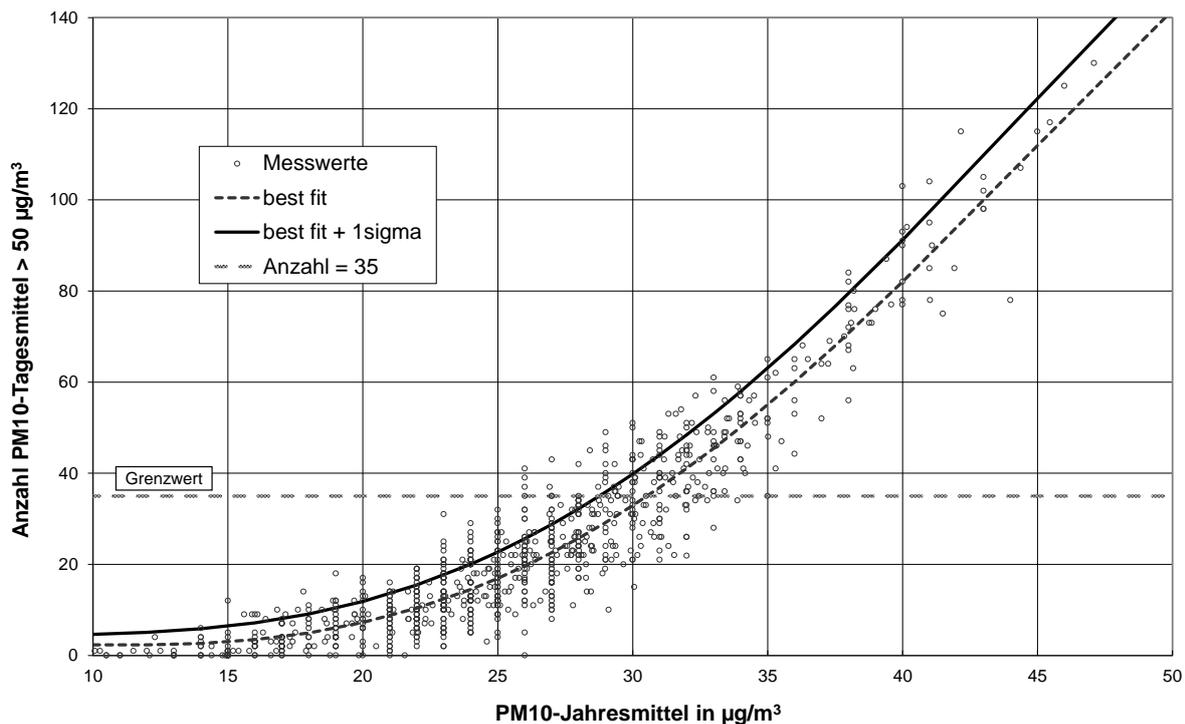


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittel > 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BAST, 2005)

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  einen nahezu identischen Verlauf wie der o. g. „best fit“ nach BAST (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorge-

hensweise gewählt. Dazu wird die in BAST (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

## 4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung.

Für das Untersuchungsgebiet wurden die im Kap. 7.2 aufgeführten, durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten, Unterlagen herangezogen. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Verkehrsdaten, meteorologischen Daten und Schadstoffhintergrundbelastung werden in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 erläutert.

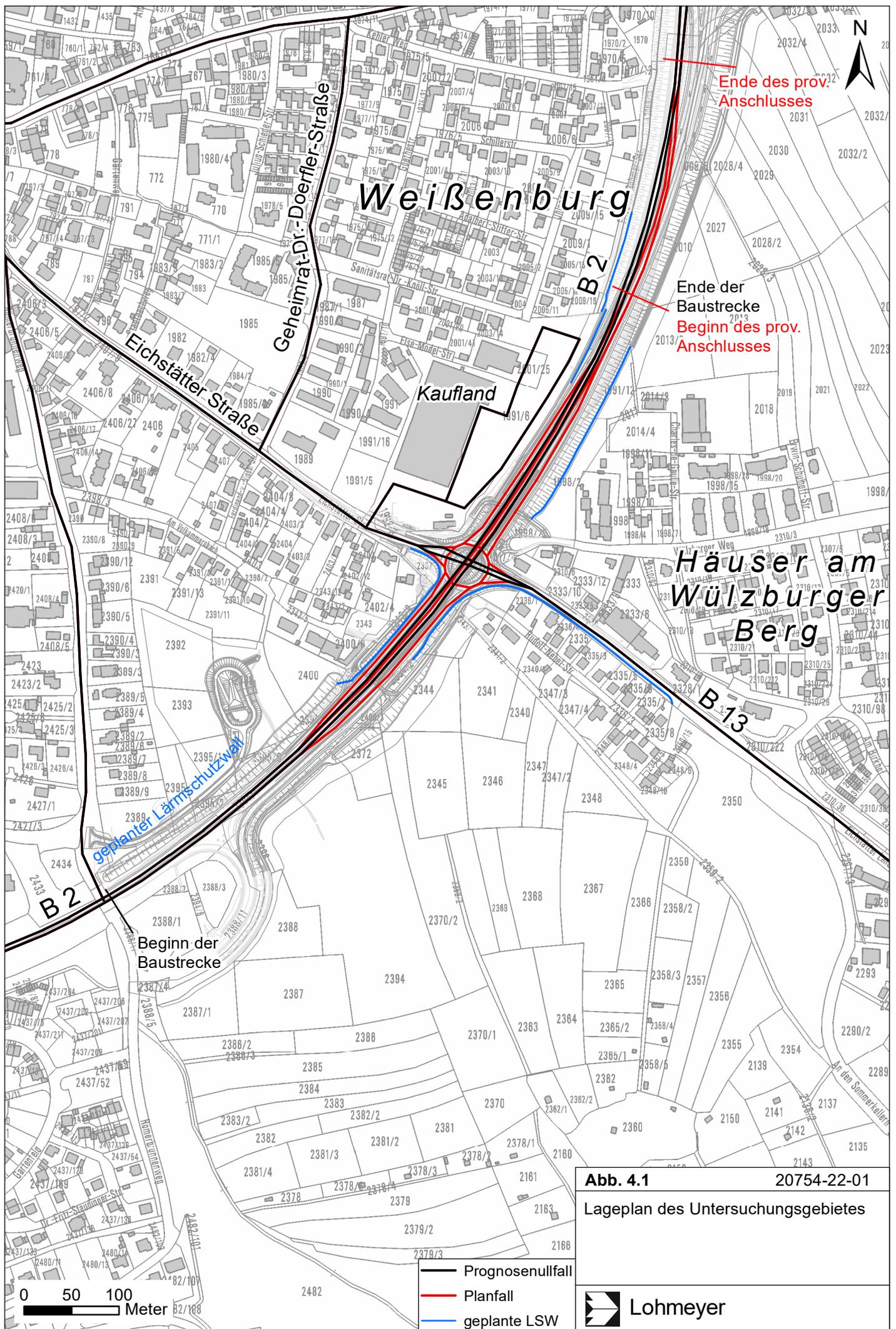
### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das in **Abb. 4.1** dargestellte Untersuchungsgebiet befindet sich ca. 50 km südlich von Nürnberg am Rand der südlichen Fränkischen Alb in überwiegend ebenem Gelände. Es umfasst den östlichen Siedlungsbereich von Weißenburg und den weiter östlich gelegenen Gemeindeteil Häuser am Wülzburger Berg, die durch die in Nord-Süd-Richtung verlaufende B 2 getrennt werden. Auf Höhe von Häuser am Wülzburger Berg treffen an der Eichstätter Kreuzung die B 2 und die aus westlicher Richtung kommende Eichstätter Straße aufeinander. Östlich des plangleichen Knotenpunktes geht die Eichstätter Straße in die B 13 über, die entlang des südlichen Siedlungsbereiches von Häuser am Wülzburger Berg verläuft.

Die Planung umfasst den höhenfreien Umbau der Eichstätter Kreuzung im Zuge des 3-streifigen Ausbaus der B 2 zur Verbesserung des Verkehrsablaufes und der Verkehrsqualität im Bereich des Knotenpunktes. Dabei wird die B 2 mit einem ca. 280 m langen Trogbauwerk unterhalb des Kreuzungsbereiches hindurchgeführt und mittels Verbindungsrampen und eines Kreisverkehrsplatzes mit der B 13 und der Eichstätter Straße verbunden. Im Zuge des Umbaus rücken die zusätzlichen Fahrwege näher an die bestehende Bebauung heran.

Folgende Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Prognosenullfall:** Bestehendes Straßennetz im Untersuchungsgebiet mit Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030
- **Planfall:** Bestehendes Straßennetz unter Berücksichtigung des Knotenpunktumbaus und den damit verbundenen Verkehrsänderungen für das Prognosejahr 2030



**Abb. 4.1** 20754-22-01

Lageplan des Untersuchungsgebietes

- Prognosenullfall
- Planfall
- geplante LSW



**Lohmeyer**

Gegenüber der vorangegangenen Ausarbeitung (Lohmeyer, 2018) liegen zwischenzeitlich geänderte Unterlagen zu geplanten Lärmschutzbauten mit angepassten Wandhöhen- und -längen sowie eines weiteren Lärmschutzwalls auf der Nordseite der B 2 vor. Die geplanten Lärmschutzbauten werden in den Ausbreitungsrechnungen typisiert berücksichtigt.

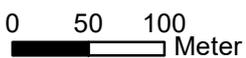
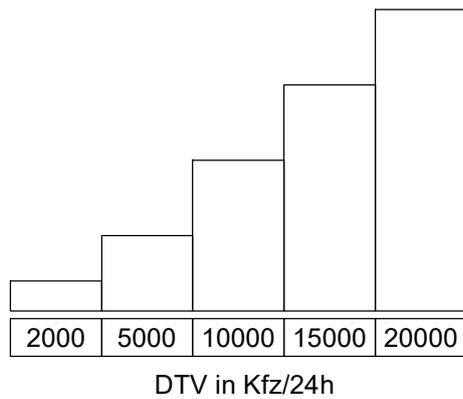
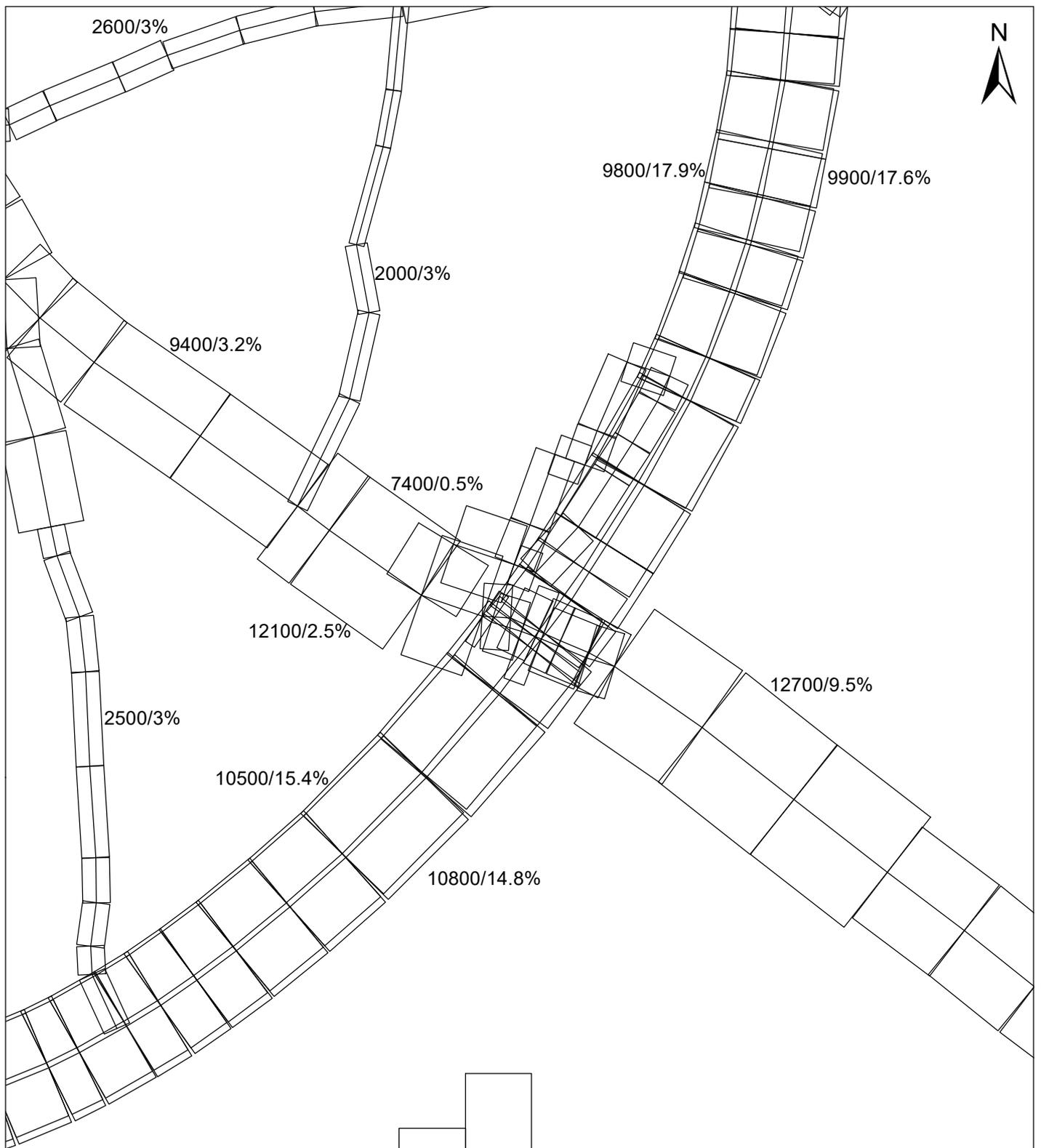
## 4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit der „Verkehrsuntersuchung B 2 – Ausbau im Landkreis Weißenburg – Gunzenhausen“ (Kurzak, 2013) und der „Verkehrsuntersuchung B 2 – Höhenfreier Umbau der Eichstätter Kreuzung in Weißenburg – ergänzende Untersuchungen“ (Kurzak, 2017) für das Prognosejahr 2030 und 3-streifig ausgebauter B 2 zur Verfügung gestellt. Diese umfassen Angaben zu durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) in Form der Verkehrsbelastung des Gesamtverkehrs (Kfz/24h) und Angaben zu den durchschnittlichen täglichen LKW-Verkehrsstärken (SV) in Form der Verkehrsbelastung des Schwerverkehrs (LKW/24h). Aus diesen Angaben wird der prozentuale Anteil des Schwerverkehrs abgeleitet.

Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die betrachteten Untersuchungsfälle in **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** dargestellt, dabei sind die Angaben für die B 2 und die geplanten Zufahrtsrampen fahrtrichtungsfein angegeben. Mit dem höhenfreien Umbau der Eichstätter Kreuzung mit Kreisverkehrsplatz sind zusätzliche Fahrbewegungen im Bereich der Kreisfahrbahn sowie eine teilweise Verlagerung des Abbiegeverkehrs auf die Verbindungsrampen verbunden.

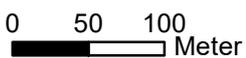
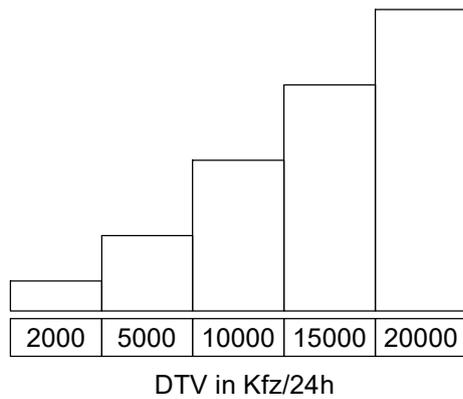
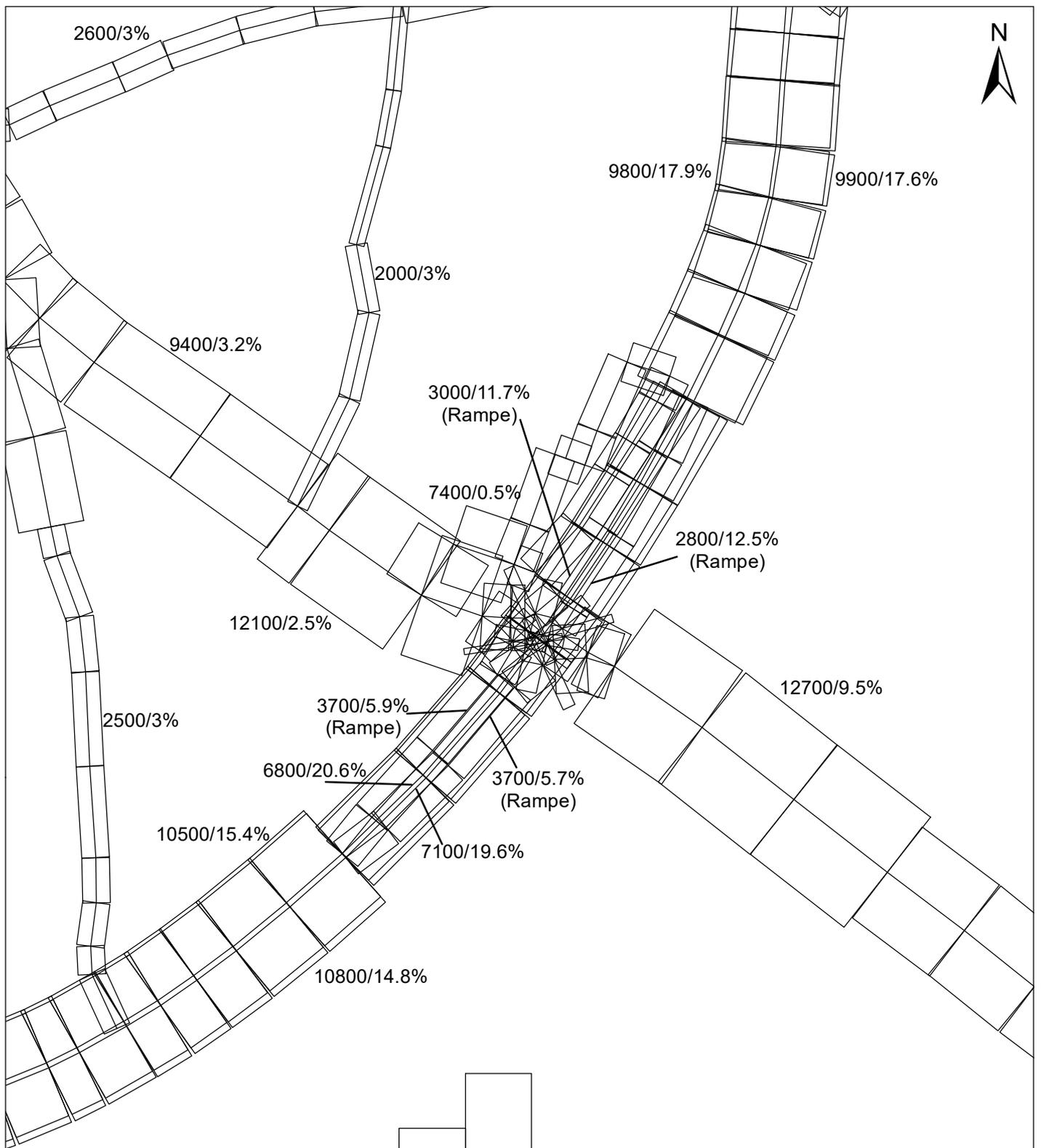
Die beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten werden für das Bezugsjahr 2029 herangezogen, dem Jahr der frühestmöglichen Fertigstellung des Planvorhabens.

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und SV-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen. Die in diesem Gutachten verwendeten Verkehrstagesganglinien beruhen auf typisierten Tagesganglinien der B 2 südlich der Eichstätter Kreuzung und wurden dem Bayerischen Straßeninformationssystem (BAYSIS) des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr entnommen.



**Abb. 4.2** 20754-22-01  
 Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Prognosefall





**Abb. 4.3** 20754-22-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall



### 4.3 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden sogenannte Ausbreitungsklassenstatistiken benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Bei Weißenburg werden an der Messstation Weißenburg, die südwestlich von Weißenburg gelegen ist, durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) meteorologische Messdaten erfasst. Für das vorangegangene Luftschadstoffgutachten (Lohmeyer, 2018) wurde aus den zum damaligen Zeitpunkt vorliegenden Messdaten der letzten 10 Jahre die in **Abb. 4.4** aufgezeigte Windrose abgeleitet. Als Hauptwindrichtungen sind Winde aus südsüdwestlichen Richtungen ermittelt. Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit ist mit ca. 2.7 m/s in 10 m Höhe erfasst. Zwischenzeitlich wurde der Standort der Messstation um ca. 2 km südwestlich nach Emetzheim verlegt und weist nun eine abweichende Windrichtungsverteilung entsprechend der Ausrichtung der Ausläufer des Altmühltals und eine höhere mittlere Windgeschwindigkeit auf. Daher werden in diesem Gutachten weiterhin die am alten Messstellenstandort erfassten und als repräsentativ für das Untersuchungsgebiet betrachteten Messdaten herangezogen.

Aus den meteorologischen Messdaten an der DWD-Station Weißenburg wurde entsprechend der Vorgehensweise in (Lohmeyer, 2018) unter Berücksichtigung von Beobachtungsdaten des Wolkenbedeckungsgrades eine Ausbreitungsklassenstatistik erzeugt. Diese Ausbreitungsklassenstatistik wird für die Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung der durch die Landnutzung bedingten Rauigkeit im Untersuchungsgebiet angewendet.

### 4.4 Schadstoffhintergrundbelastung

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die flächenhafte Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

## Windverteilung in Prozent

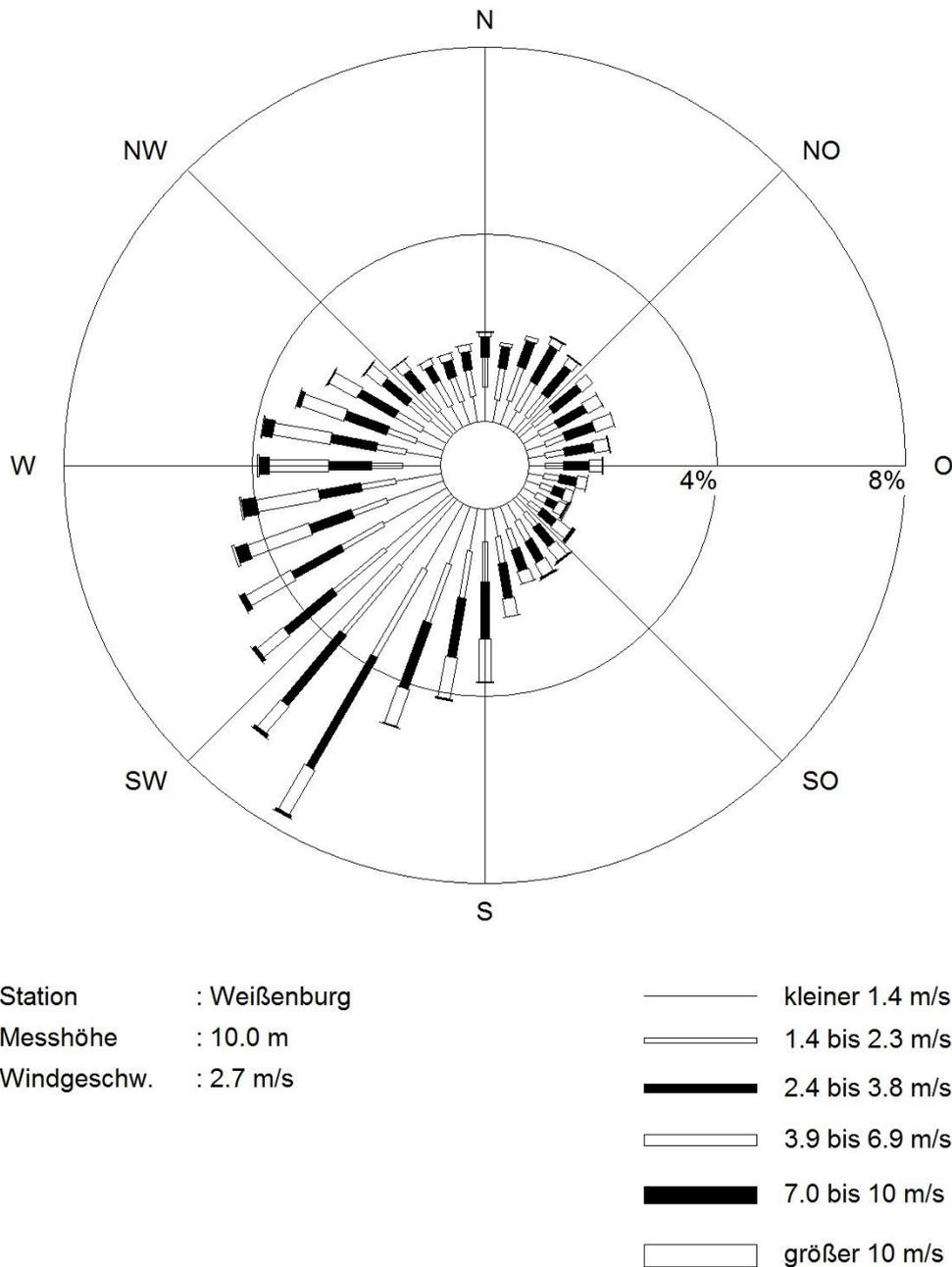


Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der DWD-Station Weißenburg, basierend auf Messdaten aus dem Zeitraum 2008-2017 (Quelle: DWD).

Das Luftmessnetz für Bayern wird vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU Bayern) im Rahmen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) betrieben. In den Lufthygienischen Jahresberichten sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LfU Bayern, 2013-2022). Seit dem Jahr 2020 wurde die Analyse auf Streusalz eingestellt.

Die vorliegenden Daten der dem Untersuchungsgebiet umliegenden Messstationen sind auszugsweise in **Tab. 4.1** aufgeführt. Die nächstgelegene Messstation Oettingen/Goethestraße befindet sich südwestlich des Untersuchungsgebietes in ca. 30 km Entfernung; durch die Lage abseits von Hauptverkehrsstraße sind die dort erfassten Kenngrößen der Luftqualität nur gering durch verkehrsbedingte Beiträge beeinflusst. In Schwabach, ca. 35 km nördlich vom Untersuchungsgebiet entfernt, weisen die an der Station Schwabach/Angerstraße erfassten Messdaten ebenfalls nur einen geringen Beitrag des Straßenverkehrs auf. Im ca. 45 km südöstlich entfernten Ingolstadt weisen die an einer Kreuzung gelegenen Messstation Ingolstadt/Rechbergstraße eine gewisse Beeinflussung durch den Straßenverkehr auf. In Nürnberg, ca. 50 km nördlich vom Untersuchungsgebiet entfernt, werden Luftqualitätsmessungen an einem Standort mit geringem Verkehrsbeitrag (Nürnberg/Muggenhof) sowie an einem verkehrsnahen Standort (Nürnberg/Von-der-Tann-Straße) durchgeführt.

Interpretationen der NO<sub>2</sub>-Messdaten hinsichtlich möglicher Entwicklungen sind mit Vorsicht zu versehen, da insbesondere die Jahre 2020 und 2021 außergewöhnliche Entwicklungen aufgrund intensiver Einschränkungen des öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens aufwiesen.

Auf Grundlage der Messwerte an den Stationen Oettingen/Goethestraße und Schwabach/Angerstraße wird unter Berücksichtigung der zeitlichen Entwicklung der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für NO<sub>2</sub> von 15 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> ebenfalls von 15 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet.

Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub>. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein PM<sub>2.5</sub> zu PM<sub>10</sub>-Verhältnis zwischen 0.5 und 0.8. Bruckmann et al. (2009) beziffern das Verhältnis zwischen 0.63 und 0.71. Dabei wird hier an Hintergrundstationen im Vergleich zu Stationen in Quellnähe (Verkehr und Industrie) ein höheres PM<sub>2.5</sub>- zu PM<sub>10</sub>-Verhältnis bestimmt.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Oettingen/ Goethe- straße	Schwabach/ Angerstraße	Ingolstadt/ Rechberg- straße	Nürnberg/ Muggenhof	Nürnberg/ Von-der- Tann-Straße
NO <sub>2</sub> - Jahresmittel	2012	-	-	34	29	46
	2013	15	27	29	27	47
	2014	15	24	27	28	49
	2015	18	26	27	29	48
	2016	16	23	26	28	46
	2017	15	22	25	29	43
	2018	17	24	24	27	46
	2019	15	21	23	25	40
	2020	14	18	20	23	36
	2021	12	17	18	23	33
PM10- Jahresmittel	2012	-	-	21	-	25
	2013	-	20	22	-	28
	2014	-	19	20	-	27
	2015	-	18	19	-	26
	2016	-	17	17	-	24
	2017	-	17	18	-	23
	2018	-	18	19	-	26
	2019	-	15	16	-	22
	2020	-	14	15	-	21
	2021	-	14	15	-	21
Anzahl PM10- Überschreitungen > 50 µg/m <sup>3</sup> im Tagesmittel	2012	-	-	12	-	17
	2013	-	8	18	-	21 (31*)
	2014	-	9	14	-	23 (24*)
	2015	-	3	5	-	14 (21*)
	2016	-	0	2	-	4 (6*)
	2017	-	10	12	-	15 (22*)
	2018	-	4	8	-	23 (24*)
	2019	-	1	1	-	5 (10*)
	2020	-	1	4	-	7
	2021	-	2	2	-	10
PM2.5- Jahresmittel	2012	-	-	-	14	-
	2013	15	-	16	15	-
	2014	13	-	13	14	-
	2015	13	-	13	14	-
	2016	11	-	12	12	-
	2017	12	-	13	14	-
	2018	13	-	13	14	-
	2019	10	-	11	11	-
	2020	10	-	10	10	-
	2021	8	-	9	10	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m<sup>3</sup> in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LfU Bayern, 2013-2022); in Klammern Anzahl an Überschreitungstagen ohne Abzug des Streusalzanteils nach § 25 der 39. BImSchV

Auf Grundlage der oben genannten PM2.5- zu PM10-Verhältnisse und der in **Tab. 4.1** aufgeführten Messwerte wird für das Untersuchungsgebiet eine PM2.5-Hintergrundbelastung von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  angesetzt. In **Tab. 4.2** sind die angesetzten Werte für die Schadstoffhintergrundbelastung dargestellt.

Schadstoff	Hintergrundbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwert	15
PM10-Jahresmittelwert	15
PM2.5-Jahresmittelwert	10

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2019/2029.

Für das Chemiemodell zur Beschreibung der NO-NO<sub>2</sub>-Konversion (Düring et al., 2011) wird in Orientierung an den Messungen der in **Tab. 4.1** aufgeführten Messstationen der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für Ozon von  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  angesetzt.

## 5 EMISSIONEN

### 5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO<sub>2</sub> erreicht, weshalb dieser Stoff im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet wird, ergänzt um Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>). Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO<sub>2</sub>, CO, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer und werden deshalb hier nicht betrachtet.

### 5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die PKW, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2020) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschleppern, Bussen usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

Die Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berechnet und enthalten auch nicht motorbedingte Emissionsfaktoren für Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung.

Die motorbedingten Emissionsfaktoren hängen für die Fahrzeugarten PKW und LKW im Wesentlichen ab von

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,

- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z.B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2022) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israel et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgröße kleiner 1  $\mu\text{m}$  (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, soweit dieser Prozess in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen relevant wird. Für die kleineren Entfernungen sind die sekundären Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berechnet, in dem eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Diesel-PKW sowie der Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW berücksichtigt sind; vergleichbare Anpassungen sind auch für leichte Nutzfahrzeuge enthalten. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Emissionsfaktoren berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet die im HBEFA genannten mittleren deutschen Temperaturverhältnisse von ca. 9°C, die etwas niedriger sind gegenüber der mittleren Lufttemperatur an der nächstgelegenen DWD-Station Weißenburg im Zeitraum 2008-2017 mit einer mittleren Lufttemperatur von ca. 9.6°C.

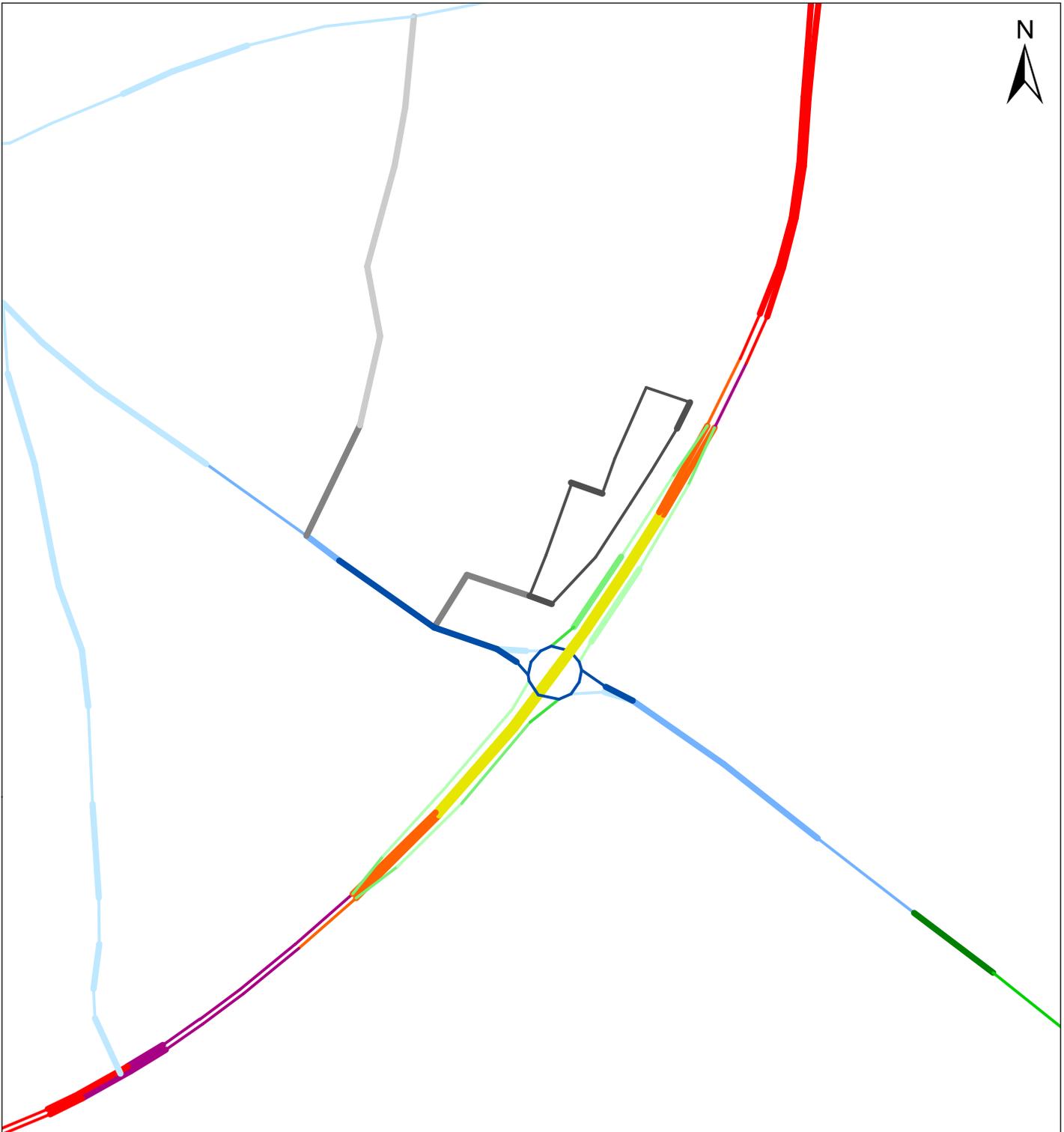
Die Längsneigung der Straßen wird aus Höhenplänen, Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes entnommen. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. INfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

- AO-HVS100: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h
- AO-HVS100d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, dichter Verkehr
- AO-HVS80: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h
- AO-HVS80d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
- AO-HVS70: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
- AO-HVS70d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
- AO-HVS70g: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, gesättigter Verkehr
- IO-HVS60: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h
- IO-HVS60d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
- IO-HVS60g: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, gesättigter Verkehr
- IO-HVS50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
- IO-HVS50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
- IO-HVS50g: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
- IO-NS30: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h
- IO-NS30d: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
- IO-NS30s: Innerörtliche Nebenstraße, Stop-and-Go Verkehr

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2029 aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Steigungs- und Gefällestrecken sowie Gegenverkehrsstrecken (gekennzeichnet durch vorangestellte „+“-Plus-, „-“-Minus- und „\_“-Unterstrichzeichen).

Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt. Die Emissionen werden auf der Grundlage der im Verkehrsgutachten genannten Verkehrsprognosen 2030 im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit für das Bezugsjahr 2029, dem frühestmöglichen Jahr der Fertigstellung wesentlicher Teile der Planung, berechnet.



**Verkehrssituationen**

- AO-HVS100d
- AO-HVS100
- AO-HVS80d
- AO-HVS80
- AO-HVS70g
- AO-HVS70d
- IO-HVS60g
- IO-HVS60d
- IO-HVS60
- IO-HVS50g
- IO-HVS50d
- IO-HVS50
- IO-NS30s
- IO-NS30d
- IO-NS30

0 50 100  
Meter

**Abb. 5.1**

20754-22-01

Verkehrssituation auf dem Straßennetz für den Planfall. Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet



Lohmeyer

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2029									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit	NO <sub>x</sub>		PM10 / PM 2.5 (nur Abgase)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)		NO <sub>2,direkt</sub>	
		PKW	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV
AO-HVS100	94.0	0.110	0.469	0.0022	0.0062	0.030	0.130	0.009	0.048	0.0164	0.0777
AO-HVS100-2	94.0	0.067	0.518	0.0017	0.0028	0.030	0.130	0.009	0.048	0.0098	0.0887
AO-HVS100+2	94.0	0.172	0.592	0.0032	0.0087	0.030	0.130	0.009	0.048	0.0258	0.0960
AO-HVS100_2	94.0	0.120	0.555	0.0025	0.0057	0.030	0.130	0.009	0.048	0.0178	0.0924
AO-HVS100_4	94.0	0.149	0.506	0.0033	0.0059	0.029	0.130	0.009	0.048	0.0225	0.0820
AO-HVS100d	77.0	0.091	0.463	0.0019	0.0059	0.030	0.130	0.011	0.055	0.0132	0.0724
AO-HVS100d-2	77.0	0.058	0.580	0.0016	0.0030	0.030	0.130	0.011	0.055	0.0084	0.0918
AO-HVS100d+2	77.0	0.142	0.597	0.0024	0.0086	0.030	0.130	0.011	0.055	0.0211	0.0944
AO-HVS80-4	76.1	0.036	0.263	0.0013	0.0015	0.030	0.130	0.011	0.052	0.0053	0.0423
AO-HVS80+4	76.1	0.197	0.684	0.0032	0.0105	0.030	0.130	0.011	0.052	0.0300	0.1038
AO-HVS80d	62.0	0.079	0.469	0.0018	0.0056	0.030	0.130	0.012	0.059	0.0116	0.0723
AO-HVS80d-4	62.0	0.036	0.434	0.0013	0.0018	0.030	0.130	0.012	0.059	0.0052	0.0756
AO-HVS80d+4	62.0	0.172	0.697	0.0027	0.0109	0.030	0.130	0.012	0.059	0.0257	0.1075
AO-HVS70d	53.8	0.102	0.510	0.0020	0.0061	0.033	0.350	0.013	0.064	0.0149	0.0767
AO-HVS70g_4	37.0	0.158	0.759	0.0032	0.0098	0.039	0.700	0.015	0.068	0.0237	0.1142
IO-HVS60	58.0	0.103	0.564	0.0043	0.0060	0.026	0.100	0.013	0.061	0.0103	0.0831
IO-HVS60-2	58.0	0.078	0.693	0.0041	0.0032	0.026	0.100	0.013	0.061	0.0079	0.1091
IO-HVS60d	47.1	0.126	0.656	0.0046	0.0069	0.032	0.350	0.014	0.067	0.0126	0.0941
IO-HVS60d+2	47.1	0.167	0.705	0.0050	0.0098	0.032	0.350	0.014	0.067	0.0168	0.1092
IO-HVS60g	29.6	0.174	0.855	0.0052	0.0098	0.039	0.700	0.015	0.068	0.0175	0.1211
IO-HVS50	49.0	0.103	0.627	0.0044	0.0063	0.026	0.100	0.014	0.066	0.0104	0.0891
IO-HVS50-2	49.0	0.080	0.812	0.0042	0.0036	0.026	0.100	0.014	0.066	0.0081	0.1344
IO-HVS50+2	49.0	0.136	0.708	0.0048	0.0096	0.026	0.100	0.014	0.066	0.0135	0.1117
IO-HVS50_2	49.0	0.108	0.760	0.0045	0.0066	0.026	0.100	0.014	0.066	0.0108	0.1231
IO-HVS50_4	49.0	0.122	0.620	0.0046	0.0072	0.026	0.100	0.014	0.066	0.0122	0.0971
IO-HVS50d	39.6	0.127	0.769	0.0046	0.0075	0.032	0.350	0.015	0.068	0.0128	0.1091
IO-HVS50d-2	39.6	0.101	1.033	0.0043	0.0046	0.032	0.350	0.015	0.068	0.0102	0.1695
IO-HVS50d+2	39.6	0.161	0.770	0.0050	0.0110	0.032	0.350	0.015	0.068	0.0161	0.1179
IO-HVS50d_2	39.6	0.131	0.901	0.0047	0.0078	0.032	0.350	0.015	0.068	0.0132	0.1437
IO-HVS50g	24.9	0.176	1.091	0.0051	0.0126	0.039	0.700	0.015	0.068	0.0177	0.1354
IO-HVS50g-2	24.9	0.146	1.034	0.0048	0.0104	0.039	0.700	0.015	0.068	0.0147	0.1277
IO-HVS50g+2	24.9	0.217	1.124	0.0056	0.0150	0.039	0.700	0.015	0.068	0.0218	0.1425
IO-HVS50g_2	24.9	0.181	1.079	0.0052	0.0127	0.039	0.700	0.015	0.068	0.0183	0.1351
IO-NS30_2	33.6	0.164	0.928	0.0049	0.0098	0.026	0.280	0.015	0.068	0.0156	0.1246
IO-NS30d_2	26.5	0.180	1.094	0.0051	0.0116	0.034	0.500	0.015	0.068	0.0172	0.1465
IO-NS30d_6	26.5	0.208	0.911	0.0053	0.0133	0.034	0.500	0.015	0.068	0.0201	0.1247

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2029									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit	NO <sub>x</sub>		PM10 / PM 2.5 (nur Abgase)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)		NO <sub>2,direkt</sub>	
		PKW	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV
IO-NS30s	9.6	0.234	2.209	0.0061	0.0204	0.044	1.200	0.015	0.068	0.0230	0.2851
IO-NS30s_2	9.6	0.239	2.229	0.0061	0.0206	0.044	1.200	0.015	0.068	0.0235	0.2944

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2029

### 5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO<sub>x</sub>, PM10 und PM2.5 werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO<sub>x</sub>, PM10 und PM2.5 dargestellt.

In **Tab. 5.2** sind exemplarisch die Verkehrskennwerte und daraus abgeleitete Emissionen für einen Querschnitt der B 2 ca. 100 m südlich der Eichstätter Kreuzung dargestellt. Dieser Querschnitt liegt außerhalb des angesetzten Beschleunigungsbereichs des in südlicher Richtung fahrenden Verkehrs, umfasst aber bereits den Aufstellbereich des in Nordrichtung orientierten Straßenverkehrs. Weiter umfasst dieser Querschnitt für den Planfall die geplanten Verbindungsrampen. Mit dem geplanten Umbau des Knotenpunktes ist eine Abnahme der Stickoxid-Emissionen um ca. 12%, der NO<sub>2,direkt</sub>-Emissionen um ca. 9% und der PM2.5-Emissionen um ca. 5 % verbunden. Die um ca. 25 % geringere PM10-Freisetzung im betrachteten Abschnitt ist auf den im Planfall verbesserten Verkehrsablauf im Bereich des Knotenpunktes sowie den geringeren Fahrgeschwindigkeiten zurückzuführen.

Für die Fahrstrecken auf der nordwestlich der Eichstätter Kreuzung gelegenen Parkplatzfläche des Supermarkts wird zur Berücksichtigung des Parkplatzsuchverkehrs und der Emissionen beim Parkvorgang (Leerlauf, Startvorgänge, etc.) für den jeweiligen PKW- und LKW-Verkehr ein innerörtlicher Stop-and-Go-Verkehr (IO-NS30s) angesetzt.

		DTV in Kfz/24h	LKW-Anteil in %	Verkehrssituation	Mittlere Emissionsdichte			
					NO <sub>x</sub> in mg/(m*s)	NO <sub>2</sub> direkt in mg/(m*s)	PM10 in mg/(m*s)	PM2.5 in mg/(m*s)
Prognose- nullfall	B 2 FR Nord	10 800	14.8	IO-HVS50d	0.02780	0.00338	0.01055	0.00353
	B 2 FR Süd	10 500	15.4	AO-HVS100	0.02011	0.00314	0.00581	0.00218
	<b>Summe</b>	<b>21 300</b>	<b>15.1</b>		<b>0.04791</b>	<b>0.00651</b>	<b>0.01637</b>	<b>0.00571</b>
Planfall	B 2 FR Nord	7 100	19.6	AO-HVS80-4	0.00663	0.00103	0.00416	0.00168
	B 2 FR Süd	6 800	20.6	AO-HVS80+4	0.02340	0.00356	0.00433	0.00191
	Verbindungs- rampe FR Nord	3 700	5.7	IO-HVS60d	0.00669	0.00074	0.00236	0.00094
	Verbindungs- rampe FR Süd	3 700	5.9	IO-HVS60	0.00557	0.00062	0.00147	0.00088
	<b>Summe</b>	<b>21 300</b>	<b>15.1</b>		<b>0.04230</b>	<b>0.00595</b>	<b>0.01231</b>	<b>0.00541</b>

Tab. 5.2: Verkehrskennwerte und Emissionen der Fahrwege im Bereich der B 2 südlich der Eichstätter Kreuzung (FR  $\triangleq$  Fahrtrichtung).

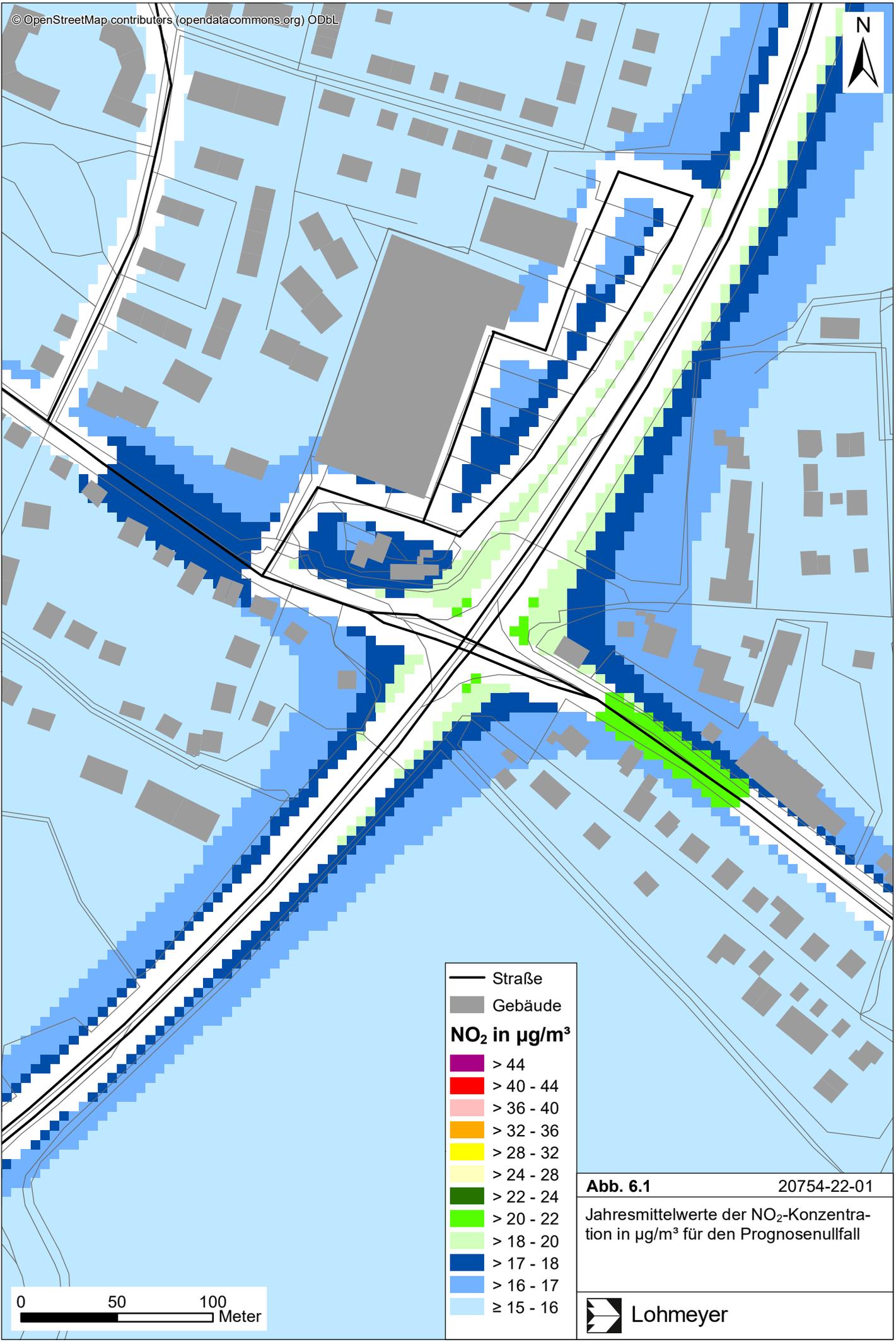
## 6 IMMISSIONEN

Im Untersuchungsgebiet, d. h. im Plangebiet wurden Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Das Rechengebiet deckt eine Fläche von ca. 1.0 km x 1.0 km ab, bei einer horizontalen Auflösung von 5 m x 5 m. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen, bestehend aus der Überlagerung der Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes, werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Bereiche außerhalb des ausgewerteten Rechengebietes sind ohne Farbe dargestellt. Beurteilungsrelevanten Kenngrößen sind einheitliche Farben zugeordnet. Damit werden Grenzwerte der 39. BImSchV mit roten Farben für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte sowie für PM10- und PM2.5-Jahresmittelwerte und der Schwellenwert für PM10-Kurzzeitbelastungen sowie der Zielwert für PM2.5-Jahresmittelwerte mit der gelben Farbe belegt.

### 6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO<sub>2</sub>)

Die für den Prognosenullfall berechneten Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Immissionen sind in **Abb. 6.1** dargestellt. Die Immissionen im Untersuchungsgebiet sind durch die verkehrsbedingten Beiträge der B 2, der B 13 und der Eichstätter Straße geprägt, die sich im Bereich der Eichstätter Kreuzung überlagern und dort zu NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung bis 22 µg/m<sup>3</sup> führen. Die Immissionen werden neben der Überlagerung der verkehrsbedingten Beiträge durch die Qualität des Verkehrsablaufes der aufeinandertreffenden Straßen beeinflusst. Im Nahbereich der B 2 sind NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 20 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Westlich des Knotenpunktes sind im Nahbereich der Eichstätter Straße mit zur Straße nahegelegener Randbebauung Gesamtbelastungen bis 18 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Östlich der Eichstätter Kreuzung sind im Nahbereich



**Abb. 6.1** 20754-22-01

Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Prognosenullfall

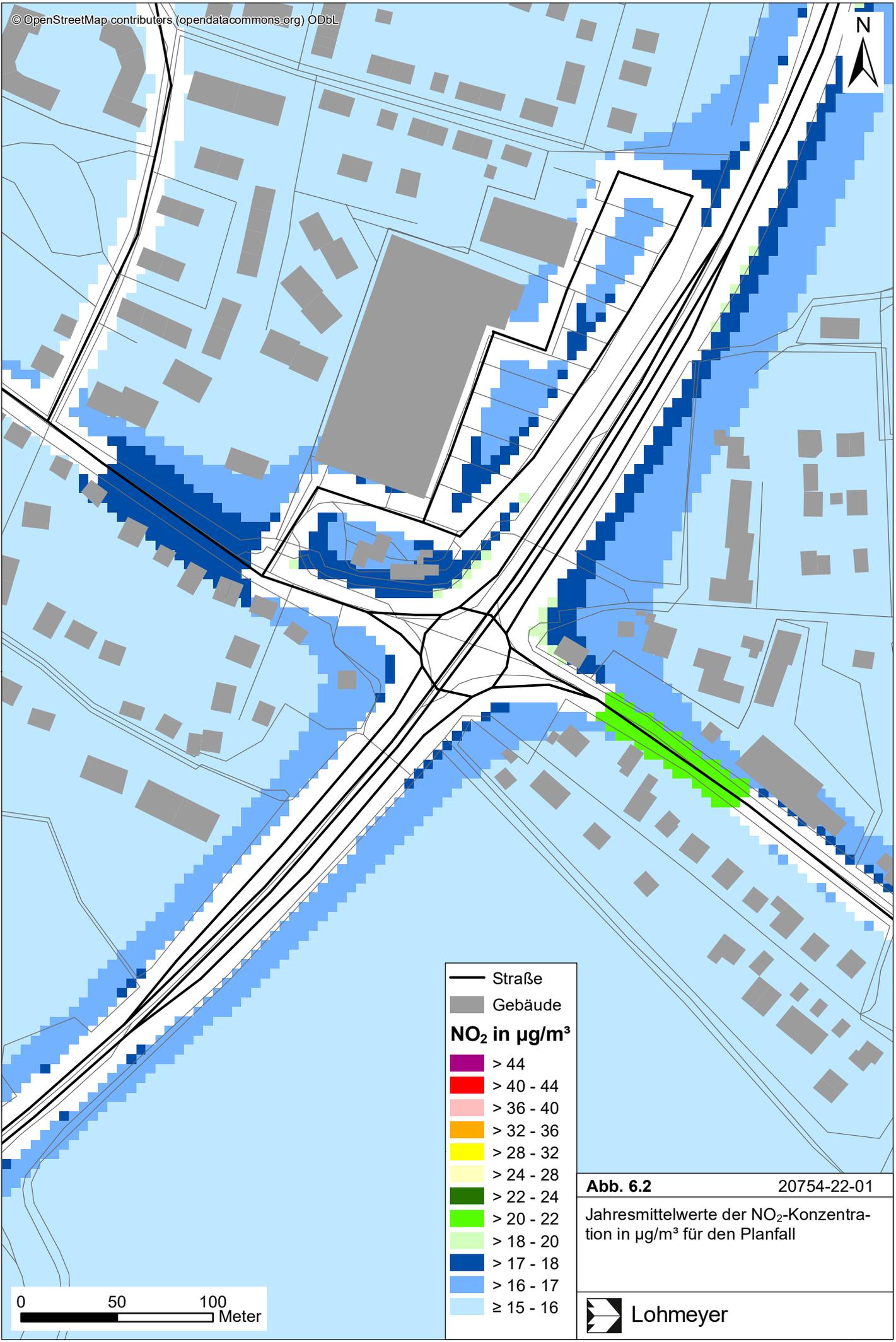


der B 13 NO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 16 µg/m<sup>3</sup> und unter Berücksichtigung der Randbebauung bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Im Nahbereich der Geheimrat-Dr.-Doerfler-Straße beträgt die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung im Bereich der Einmündung zur Eichstätter Straße durch Überlagerung der verkehrsbedingten Beiträge 18 µg/m<sup>2</sup> im Jahresmittel.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z. B. Wohngebäuden, führen. Die Bewertung der Luftqualität auf dem Gelände von Arbeitsstätten ist in der 39. BImSchV ausgeschlossen. Südlich der Eichstätter Kreuzung sind an der zur Kreuzung nächstgelegenen Wohnbebauung NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 18 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Östlich des Knotenpunktes sind an der zur B13 südlichen nächstgelegenen Wohnbebauung Jahresmittelwerte vereinzelt bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Westlich des Knotenpunktes sind an der zur Eichstätter Straße nächstgelegenen Wohnbebauung NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 18 µg/m<sup>3</sup> ermittelt, so auch auf dem Supermarktgelände. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind überwiegend NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 16 µg/m<sup>3</sup> ermittelt, so auch an der nördlich des Knotenpunktes zur Kreuzung nächstgelegenen Wohnbebauung.

Damit wird im Prognosenullfall der derzeit geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

In **Abb. 6.2** ist die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung für den Planfall mit höhenfrei umgebauter Eichstätter Kreuzung dargestellt. Die mit dem Umbau verbundene Verbesserung des Verkehrsablaufes und die Verlagerung des Abbiegeverkehrs auf die Verbindungsrampen führt zu etwas geringer ermittelten Stickoxidemissionen und damit zu gegenüber zum Prognosenullfall etwas geringeren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Bereich des Knotenpunktes. Im direkten Kreuzungsbereich sind NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte vereinzelt bis 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel prognostiziert. Südlich der Eichstätter Kreuzung sind durch die geplanten Lärmschutzwände entlang den parallel zur B 2 verlaufenden Verbindungsrampen im Nahbereich der Fahrwege NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 18 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Nördlich der Eichstätter Kreuzung sind im Nahbereich der Fahrwege im Planfall vereinzelt NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 20 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Westlich des Knotenpunktes sind im Nahbereich der Eichstätter Straße mit zur Straße nahegelegener Randbebauung zum Prognosenullfall vergleichbare Gesamtbelastungen bis 18 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Östlich der Eichstätter Kreuzung sind im Nahbereich der B 13 ebenfalls zum Prognosenullfall vergleichbare NO<sub>2</sub>-Konzentrationen ermittelt, die unter Berücksichtigung der Randbe-



0 50 100  
Meter

**Abb. 6.2** 20754-22-01  
Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Planfall



bauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 22 µg/m<sup>3</sup> aufweisen. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind ebenfalls zum Prognosenullfall vergleichbare NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen berechnet.

An der nächstgelegenen Wohnbebauung südlich der Eichstätter Kreuzung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um ca. 1 µg/m<sup>3</sup> reduzierte NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis 17 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Nördlich des Knotenpunktes ist ebenfalls ein Rückgang der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung ermittelt, die an der zur Kreuzung nächstgelegenen bestehenden Bebauung zu NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 18 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel führt. Östlich der Eichstätter Kreuzung sind an der zur B 13 nächstgelegenen Wohnbebauung ebenfalls geringe Abnahmen der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung abgeleitet, die aber weiterhin vereinzelt Jahresmittelwerte bis 22 µg/m<sup>3</sup> aufweisen. Westlich des Knotenpunktes sind an der zur Eichstätter Straße nächstgelegenen Randbebauung im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 18 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert.

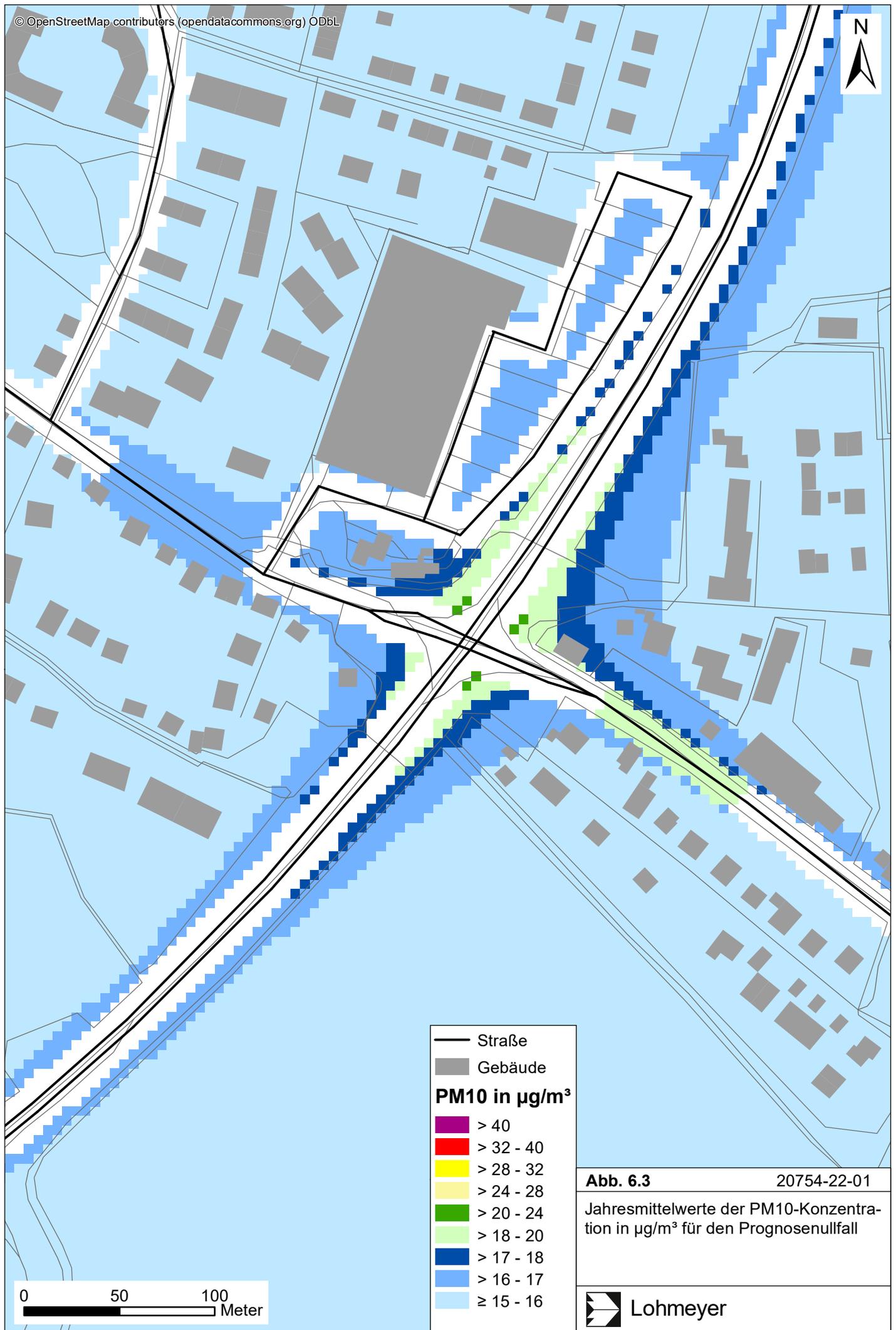
Damit wird auch im Planfall der derzeit geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Die 39. BImSchV sieht eine Bestimmung der Kurzzeitbelastung von NO<sub>2</sub> vor (siehe Abschnitt 3.3). Eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d. h. einem Stundenwert von 200 µg/m<sup>3</sup> mehr als 18-mal im Jahr, ist bei Jahresmittelwerten unter 40 µg/m<sup>3</sup> nicht zu erwarten. Auf eine grafische Darstellung wird verzichtet.

## 6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10)

Für die Bewertung der PM10-Immissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von 29 µg/m<sup>3</sup> der Kurzzeitwert überschritten werden kann. Im Folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von 29 µg/m<sup>3</sup> und 40 µg/m<sup>3</sup> diskutiert.

Die **Abb. 6.3** zeigt die im Prognosenullfall berechneten PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte). Die Überlagerung der verkehrsbedingten Beiträge der an der Eichstätter Straße zusammentreffenden Straßen führen im Kreuzungsbereich PM10-Gesamtbelastungen mit Jahres-



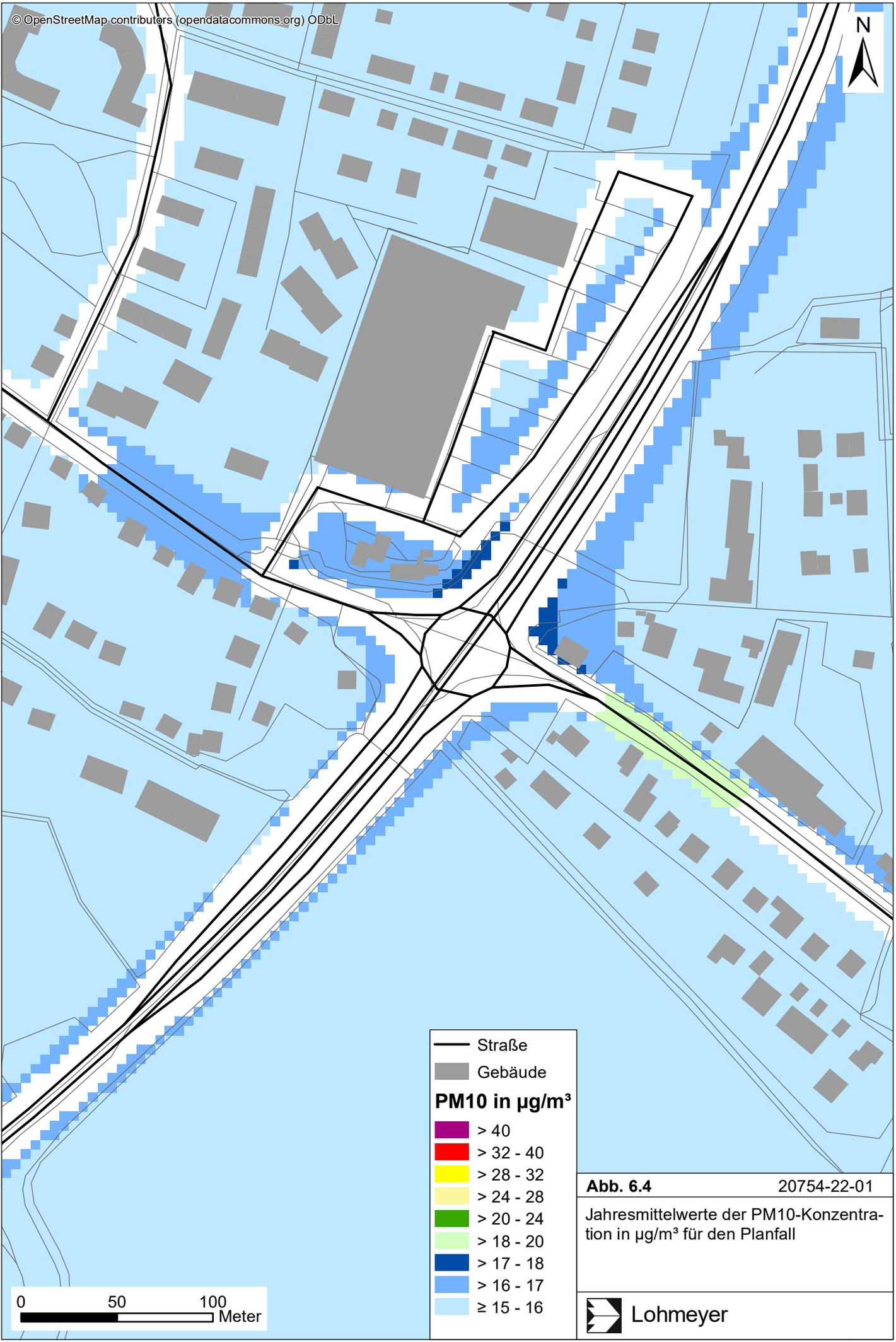
mittelwerten über  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mit Ausnahme von Straßenabschnitten der B 13 mit nahegelegener Randbebauung, an denen die PM10-Gesamtbelastung Jahresmittelwerte bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aufweist, sind im Nahbereich der B 2, B 13 und Eichstätter Straße PM10-Immissionen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Überwiegend sind im Untersuchungsgebiet PM10-Immissionen ermittelt, die sich nur geringfügig von der angesetzten Hintergrundbelastung von  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterscheiden.

An der zum Kreuzungsbereich nächstgelegenen Wohnbebauung sind PM10-Immissionen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt, so auch an der zur Eichstätter Straße angrenzenden Wohnbebauung. An der zur B 13 angrenzender Randbebauung sind PM10-Immissionen bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall gegenüber der Hintergrundbelastung geringfügig erhöhte PM10-Jahresmittelwerte unter  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.

Damit wird im Prognosenullfall der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sehr deutlich nicht erreicht und nicht überschritten; Konflikte mit dem Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung sind im Prognosenullfall ebenfalls nicht abgeleitet.

Im Planfall (**Abb. 6.4**) sind durch Verbesserung des Verkehrsablaufes im Zuge des höhenfreien Umbaus der Eichstätter Kreuzung geringere PM10-Emissionen ermittelt und damit verbunden geringere PM10-Immissionen prognostiziert. Im Bereich des Knotenpunktes sind im Planfall vereinzelt PM10-Jahresmittelwerte bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festzustellen. Südlich der Eichstätter Kreuzung sind aufgrund der geplanten Lärmschutzbauten im Nahbereich der B 2 PM10-Immissionen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel berechnet. Östlich des Knotenpunktes sind im Nahbereich der B 13 gewisse Abnahmen der PM10-Gesamtbelastungen berechnet, die an Abschnitten mit angrenzender Randbebauung aber weiterhin bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt sind. Im Nahbereich der übrigen Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet sind zum Prognosenullfall vergleichbare PM10-Konzentrationen berechnet.

An der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung sowohl nördlich als auch südlich der Eichstätter Kreuzung sind im Planfall mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare PM10-Gesamtbelastungen bis  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der zur B 13 nächstgelegenen Wohnbebauung sind gewisse Abnahmen der PM10-Immissionen prognostiziert, die aber unter Berücksichtigung der Randbebauung weiterhin Jahresmittelwerte bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aufweisen. An der zur Eichstätter Straße nächstgelegenen Wohnbebauung sind im Planfall zum Prognosenullfall vergleichbare PM10-Jahresmittelwerte bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der übrigen Wohnbebau-



**Abb. 6.4** 20754-22-01  
Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Planfall



ung im Untersuchungsgebiet sind im Planfall mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare PM10-Konzentrationen unter  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.

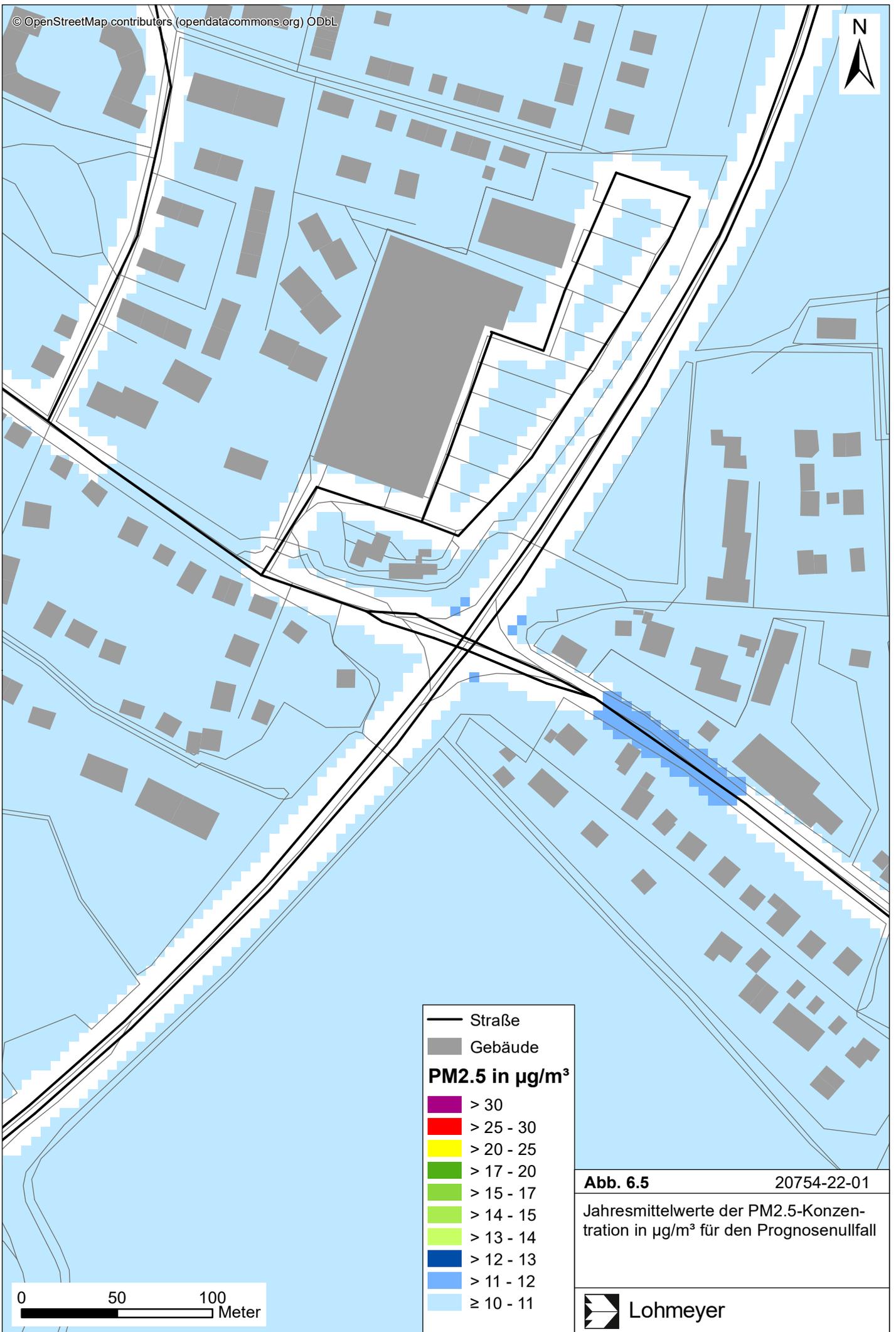
Damit wird auch im Planfall an den bestehenden Wohngebäuden der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sehr deutlich nicht erreicht und nicht überschritten, der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird ebenfalls sehr deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

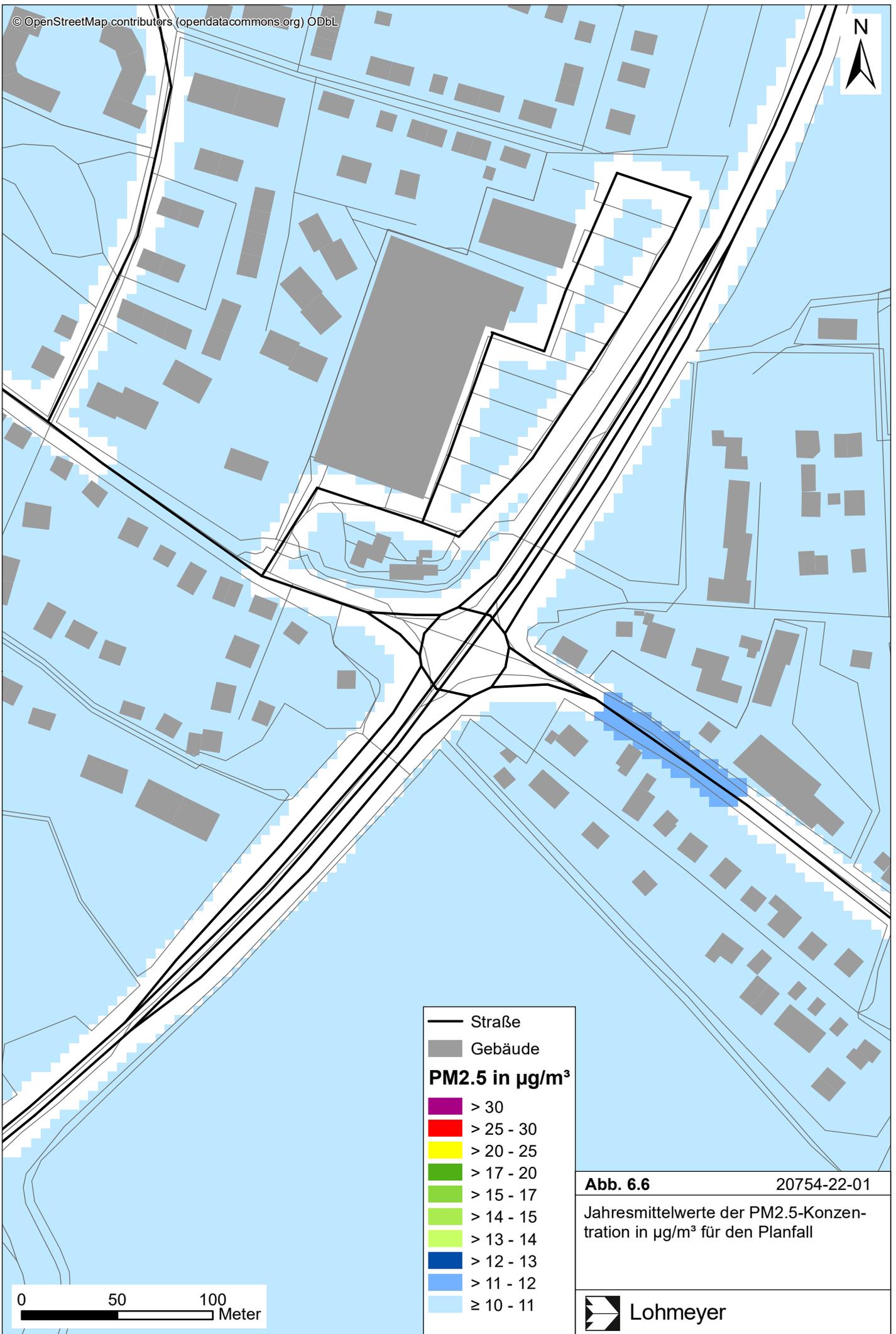
### 6.3 Feinstaub-Immissionen (PM2.5)

Für die Bewertung der PM2.5-Immissionen werden zwei Beurteilungswerte genannt. Diese sind der PM2.5-Grenzwert (Jahresmittelwert) von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der seit dem Jahr 2015 einzuhalten ist, und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM2.5-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diskutiert.

Die für den Prognosenullfall und den Planfall berechneten PM2.5-Immissionen im Jahresmittel sind in **Abb. 6.5** bzw. **Abb. 6.6** dargestellt. Die ermittelten PM2.5-Emissionen tragen nur geringfügig zur PM2.5-Gesamtbelastung bei. Im direkten Kreuzungsbereich sind im Prognosenullfall vereinzelt Jahresmittelwerte bis  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. Im Planfall sind bedingt durch Verbesserung des Verkehrsablaufes und den damit geringeren abgeleiteten Emissionen im Kreuzungsbereich PM2.5-Immissionen ermittelt, die sich nur geringfügig von der angesetzten Hintergrundbelastung von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterscheiden. An der B 13 sind an Abschnitten mit angrenzender Randbebauung PM2.5-Immissionen bis  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind Immissionen ermittelt, die gegenüber der angesetzten Hintergrundbelastung nur geringfügig erhöht sind.

Im Untersuchungsgebiet wird somit für den Prognosenullfall und für den Planfall an nach der 39. BImSchV beurteilungsrelevanter Bebauung weder der PM2.5-Grenzwert noch der Richtgrenzwert erreicht oder überschritten.





## 7 QUELLEN

### 7.1 Literatur

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962. (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004. (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010, zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222).
- Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM<sub>10</sub>-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbrei-

- tungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BAST (2018): Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2015. Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Bergisch-Gladbach, 2018.
- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu der Feinstaubfraktion  $PM_{2.5}$  an den Immissionsschutz? Immissionsschutz 3/09.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of the health impacts of exposure to  $PM_{2.5}$  at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate change, June 2009.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified  $NO/NO_2$  conversion model under consideration of direct  $NO_2$ -emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011).
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152.
- FGSV (2021): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf. Ausgabe 2012, Fassung 2020, veröffentlicht 2021.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bösinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von  $PM_{10}$ -Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003.  
[www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1](http://www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1).

- Israël, G.W., Pesch, M., Schlums, C. (1994): Bedeutung des Reifenabriebs für die Rußemission des Kfz-Verkehrs. In: Staub - Reinhaltung der Luft 54, S. 423-430. Springer-Verlag, Berlin.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.
- Kühlwein, J. (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- Kurzak (2013): Verkehrsuntersuchung B2 – Ausbau im Landkreis Weißenburg - Gunzhausen. Prof. Dr.-Ing. Harald Kurzak, München, September 2013.
- Kurzak (2017): Verkehrsuntersuchung B2 – Höhenfreier Umbau der Eichstätter Kreuzung in Weißenburg – ergänzende Unterlagen. Prof. Dr.-Ing. Harald Kurzak, München, August 2017.
- Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.
- LfU Bayern (2013-2022): Lufthygienischer Jahresbericht 2012-2021. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- Lohmeyer (2012): Aktualisierung des MLuS 02 bzgl. Emission, Lärmschutzmodul, NO/NO<sub>2</sub>-Konversion, Vorbelastung und Fortschreibung 22. BImSchV - FE 02.0255/2004/LRB. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit von Institut für Energie und Umwelt, Heidelberg. Projekt 70405-07-10, Abschlussbericht vom Jan. 2012, Gutachten im Auftrag von: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- Lohmeyer (2018): Höhenfreier Umbau der Eichstätter Kreuzung in Weissenburg - Luftschadstoffgutachten. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 63582-17-01, September 2018. Gutachten im Auftrag von: Obermeyer Planen + Beraten GmbH, München.

- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de) bzw. [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de).
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Böisinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhalte der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- TREMOM (2020): Transport Emission Model: „Aktualisierung der Modelle TREMOM/ TREMOM-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)“ / Berichtsteil „TREMOM“. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 116/2020. Dessau-Roßlau, Juni 2020.
- UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2. (HBEFA 4.2) (aktualisierte Version 24.02.2022). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.

## 7.2 Materialien und Unterlagen

Für die vorliegende Untersuchung wurden u. a. die nachfolgenden Unterlagen verwendet, die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden:

- Lageplan „B 2 Augsburg-Nürnberg, Höhenfreier Umbau der Eichstätter Kreuzung in Weißenburg, Bau-km 0-258 – Bau-km 0+857“, Stand 07/2022
- Verkehrsgutachten (Kurzak, 2013; Kurzak, 2017)
- Digitales Geländemodell Bestand, Stand 06/2018
- Luftbilder, Stand 06/2018
- Topographische Karten, Stand 06/2018

**A N H A N G A 1**  
**BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-**  
**STRASSEN**

## A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

### A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z. B. Stickoxide ( $\text{NO}_x$  als Summe von  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von  $\text{PM}_{10}$  und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

Ergänzend zu diesen Grenzwerten nennt die 39. BImSchV Toleranzmargen; das sind in jährlichen Stufen abnehmende Werte, um die der jeweilige Grenzwert innerhalb festgesetzter Fristen überschritten werden darf, ohne in Deutschland die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Diese Werte werden als Übergangsbeurteilungswerte bezeichnet, sofern sie aufgrund der zeitlichen Zusammenhänge in den Betrachtungen der Planungen Berücksichtigung finden.

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für  $\text{PM}_{2.5}$ , Arsen, Kadmium, Nickel und

Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO <sub>2</sub>	Stundenmittelwert	200 µg/m <sup>3</sup> maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO <sub>2</sub>	Jahresmittelwert	40 µg/m <sup>3</sup>	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m <sup>3</sup> maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m <sup>3</sup>	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m <sup>3</sup>	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m <sup>3</sup>	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m <sup>3</sup>	seit 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. Die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV werden u.a. in der 39. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben werden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der seit dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist.

## A1.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu den Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte bzw. Zielwerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20%, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2020 erreicht werden.

### **A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen**

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit ihrer Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union am 11. Juni 2008 in Kraft getreten. Mit der 39. BImSchV hat die Bundesregierung die EU-Richtlinie weitgehend in nationales Recht umgesetzt.

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM<sub>2.5</sub>-Richtgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 sollte dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft werden. Die Überprüfung steht derzeit noch aus.

**A N H A N G A 2**  
**BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG**  
**UND FEHLERDISKUSSION**

## **A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION**

Für die Berechnung der Schadstoffimmission an einem Untersuchungspunkt kommt das Berechnungsverfahren PROKAS zur Anwendung, welches den Einfluss des umgebenden Straßennetzes bis in eine Entfernung von mehreren Kilometern vom Untersuchungspunkt berücksichtigt. Es besteht aus dem Basismodul PROKAS\_V (Gaußfahnenmodell) und dem integrierten Bebauungsmodul PROKAS\_B, das für die Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung eingesetzt wird.

### **A2.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS\_V**

Die Zusatzbelastung infolge des Straßenverkehrs in Gebieten ohne oder mit lockerer Randbebauung wird mit dem Modell PROKAS ermittelt. Es werden jeweils für 36 verschiedene Windrichtungsklassen und 9 verschiedene Windgeschwindigkeitsklassen die Schadstoffkonzentrationen berechnet. Die Zusatzbelastung wird außerdem für 6 verschiedene Ausbreitungsklassen ermittelt. Mit den berechneten Konzentrationen werden auf der Grundlage von Emissionsganglinien bzw. Emissionshäufigkeitsverteilungen und einer repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- und 98-Perzentilwert ermittelt.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO<sub>2</sub> erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2006). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO<sub>2</sub>-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

### **A2.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS\_B**

Im Falle von teilweise oder vollständig geschlossener Randbebauung (etwa einer Straßenschlucht) ist die Immissionsberechnung nicht mit PROKAS\_V durchführbar. Hier wird das ergänzende Bebauungsmodul PROKAS\_B verwendet. Es basiert auf Modellrechnungen mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM für idealisierte Bebauungstypen. Dabei wurden für 20 Bebauungstypen und jeweils 36 Anströmrichtungen die dimensionslosen Abgaskonzentrationen  $c^*$  in 1.5 m Höhe und 1 m Abstand zum nächsten Gebäude bestimmt.

Die Bebauungstypen werden unterschieden in Straßenschluchten mit ein- oder beidseitiger Randbebauung mit verschiedenen Gebäudehöhe-zu-Straßenschluchtbreite-Verhältnissen und unterschiedlichen Lückenanteilen in der Randbebauung. Unter Lückigkeit ist der Anteil nicht verbauter Flächen am Straßenrand mit (einseitiger oder beidseitiger) Randbebauung zu verstehen. Die Straßenschluchtbreite ist jeweils definiert als der zweifache Abstand zwischen Straßenmitte und straßennächster Randbebauung. Die **Tab. A2.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10% bis 30% geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen  $c$  zu

$$c = \frac{c^* \cdot Q}{B \cdot u'}$$

- wobei:  $c$  = Abgaskonzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
 $c^*$  = dimensionslose Abgaskonzentration  
 $Q$  = emittierter Schadstoffmassenstrom in  $\mu\text{g}/(\text{m}^*\text{s})$   
 $B$  = Straßenschluchtbreite in m beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung  
 $u'$  = Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der fahrzeuginduzierten Turbulenz in m/s

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS\_V für die Hintergrundbelastung und von PROKAS\_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

Typ	Randbebauung	Gebäudehöhe/ Straßenschluchtbreite	Lückenanteil in %
0*	locker	-	61 - 100
101	einseitig	1:3	0 - 20
102	"	1:3	21 - 60
103	"	1:2	0 - 20
104	"	1:2	21 - 60
105	"	1:1.5	0 - 20
106	"	1:1.5	21 - 60
107	"	1:1	0 - 20
108	"	1:1	21 - 60
109	"	1.5:1	0 - 20
110	"	1.5:1	21 - 60
201	beidseitig	1:3	0 - 20
202	"	1:3	21 - 60
203	"	1:2	0 - 20
204	"	1:2	21 - 60
205	"	1:1.5	0 - 20
206	"	1:1.5	21 - 60
207	"	1:1	0 - 20
208	"	1:1	21 - 60
209	"	1.5:1	0 - 20
210	"	1.5:1	21 - 60

Tab. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

### A2.3 Fehlerdiskussion

Immissionsprognosen als Folge der Emissionen des Kfz-Verkehrs sind ebenso wie Messungen der Schadstoffkonzentrationen fehlerbehaftet. Bei der Frage nach der Zuverlässigkeit der Berechnungen und der Güte der Ergebnisse stehen meistens die Ausbreitungsmodelle im Vordergrund. Die berechneten Immissionen sind aber nicht nur abhängig von den Ausbreitungsmodellen, sondern auch von einer Reihe von Eingangsinformationen, wobei jede Einzelne dieser Größen einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die prognostizierten Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

\* Typ 0 wird angesetzt, wenn mindestens eines der beiden Kriterien (Straßenschluchtbreite  $\geq 5 \times$  Gebäudehöhe bzw. Lückenanteil  $\geq 61\%$ ) erfüllt ist.

Es ist nicht möglich, auf Basis der Fehlerbandbreiten aller Eingangsdaten und Rechenschritte eine klassische Fehlerberechnung durchzuführen, da die Fehlerbandbreite der einzelnen Parameter bzw. Teilschritte nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt sind. Es können jedoch für die einzelnen Modelle Vergleiche zwischen Naturmessungen und Rechnungen gezeigt werden, anhand derer der Anwender einen Eindruck über die Güte der Rechenergebnisse erlangen kann.

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung - PEF" (Flassak et al., 1996) wird der Einfluss von Unschärfen der Eingangsgrößen betrachtet. Einen großen Einfluss auf die Immissionskenngrößen zeigen demnach die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen sowie die Bebauungsdichte, die lichten Abstände zwischen der Straßenrandbebauung und die Windrichtungsverteilung.

Hinsichtlich der Fehlerabschätzung für die Kfz-Emissionen ist anzufügen, dass die Emissionen im Straßenverkehr bislang nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen ermittelt werden. Die Genauigkeit der Emissionen ist unmittelbar abhängig von den Fehlerbandbreiten der Basisdaten (d. h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

Nach BASt (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zählraten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10%.

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10% bis 20% für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

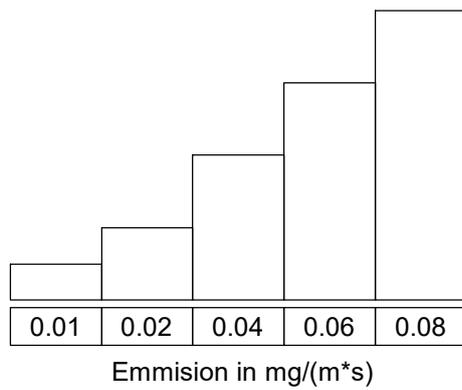
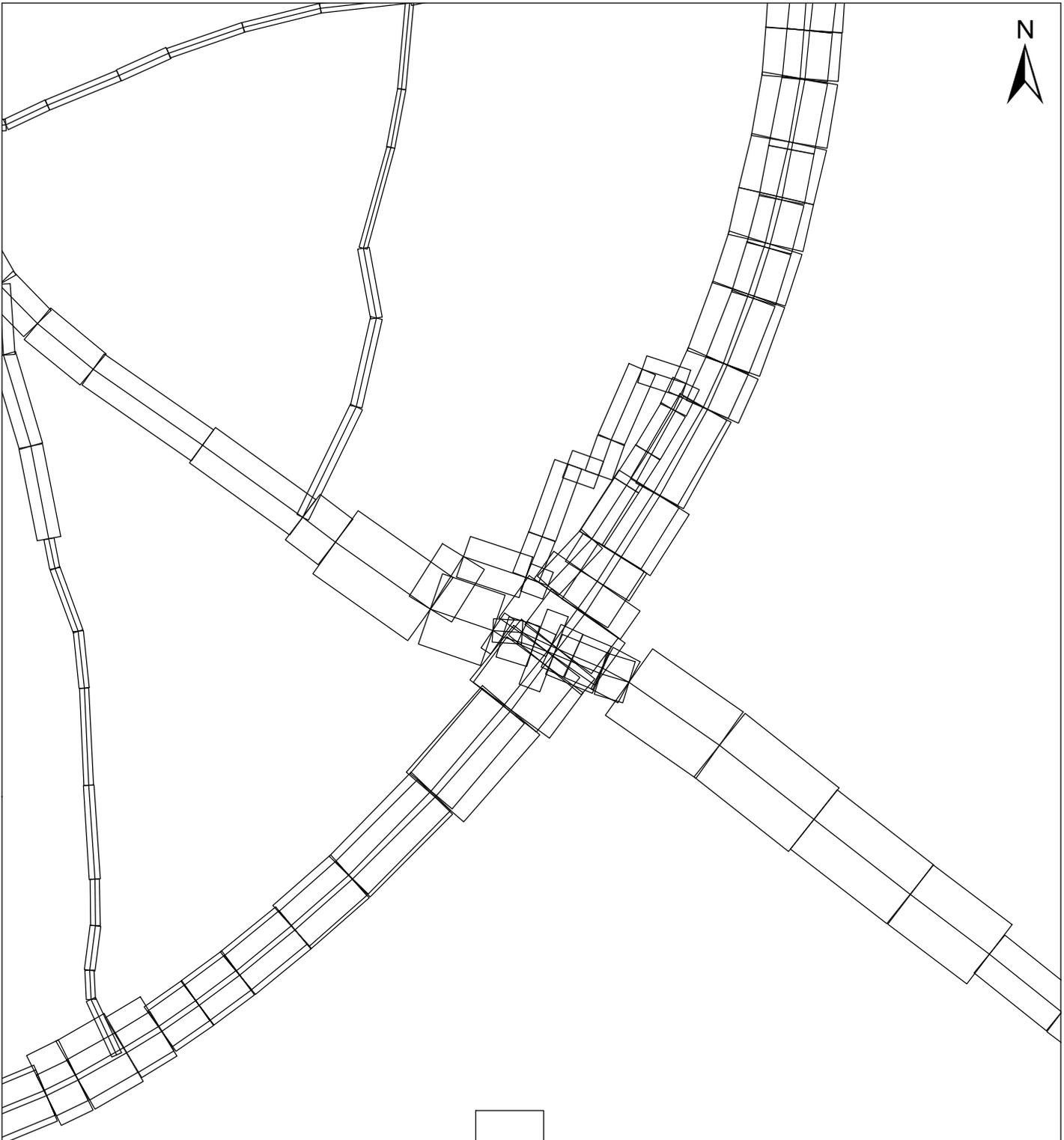
Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung ent-

sprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20% aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechenergebnissen durch. Die Abweichungen zwischen Mess- und Rechenergebnissen lagen im Bereich von 10%, wobei die Eingangsdaten im Fall der Göttinger Straße sehr genau bekannt waren. Bei größeren Unsicherheiten in den Eingangsdaten sind höhere Rechenunsicherheiten zu erwarten. Dieser Vergleich zwischen Mess- und Rechenergebnissen dient der Validierung des Modells, wobei anzumerken ist, dass sowohl Messung als auch Rechnung fehlerbehaftet sind.

Hinzuzufügen ist, dass der Fehler der Emissionen sich direkt auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Hintergrundbelastung, d.h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtimmisionsbelastung geringer sind.

**A N H A N G A 3**  
**EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE**



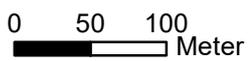
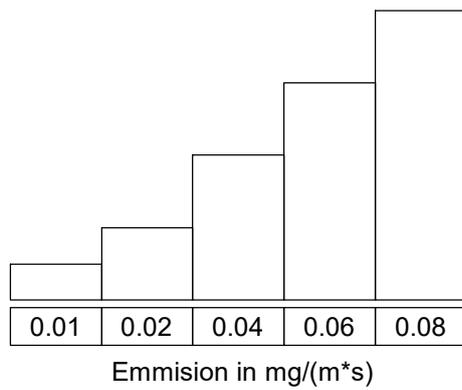
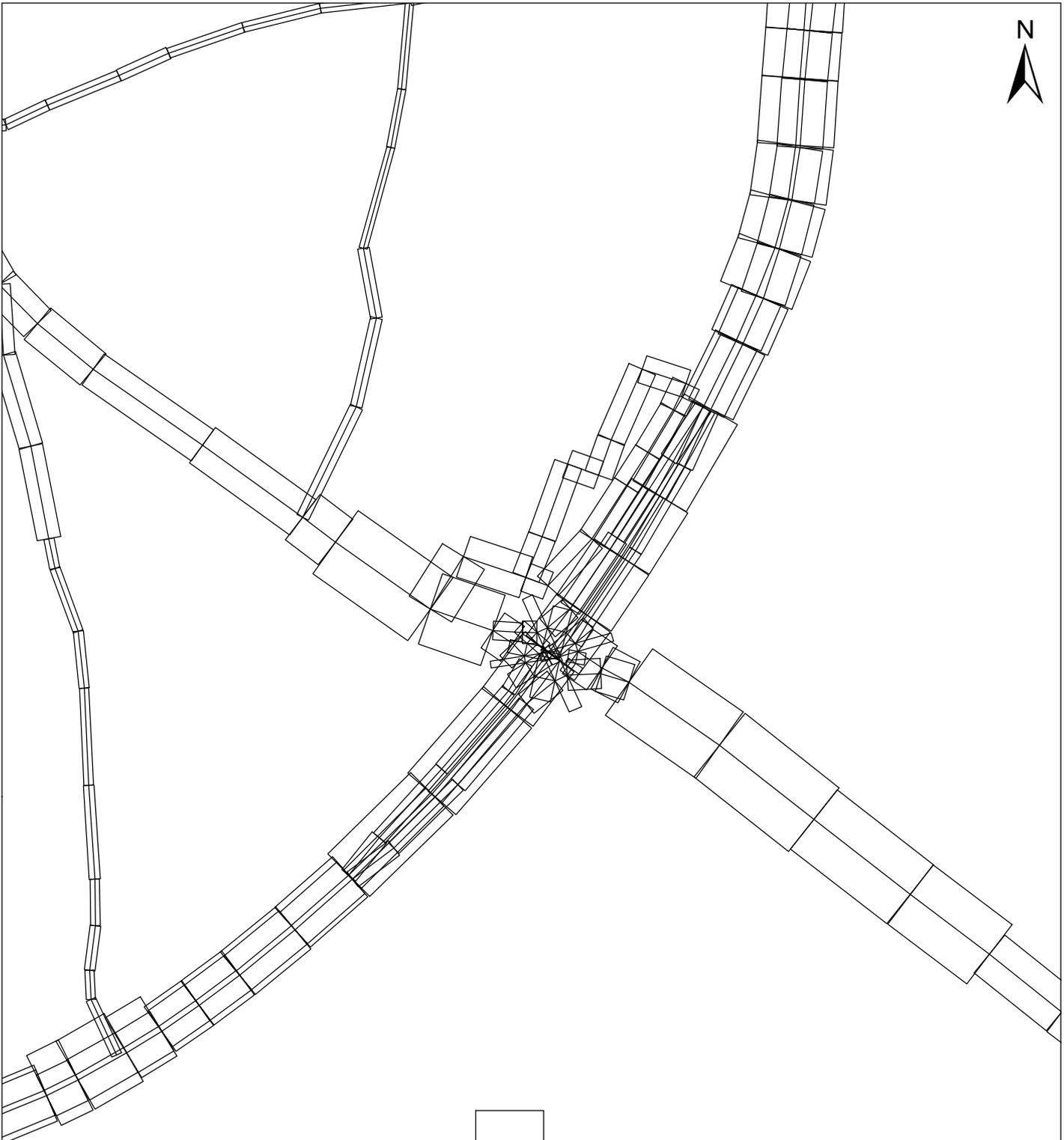
0 50 100  
Meter

**Abb. A3.1**

20754-22-01

Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

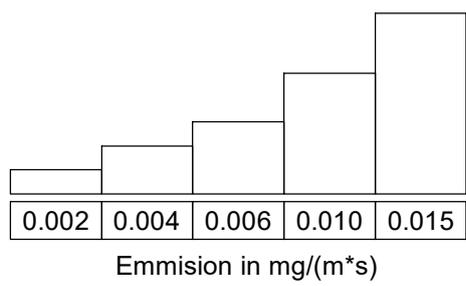
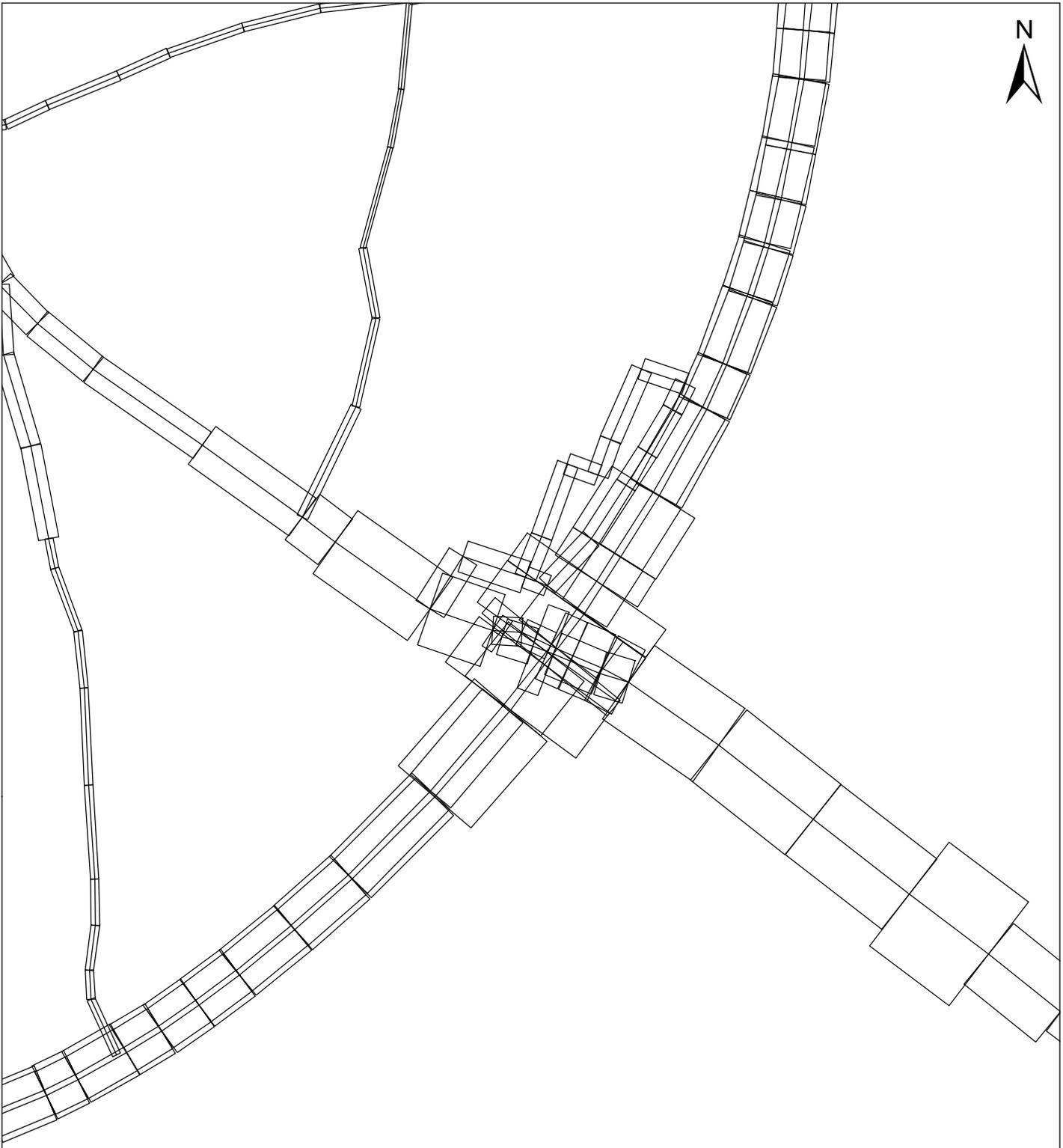




**Abb. A3.2** 20754-22-01

Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall





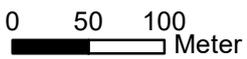
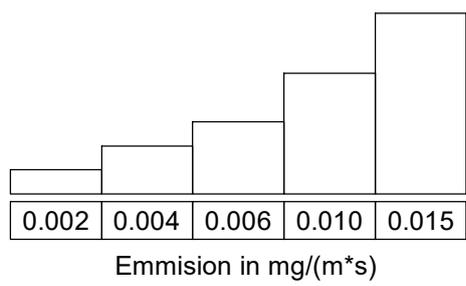
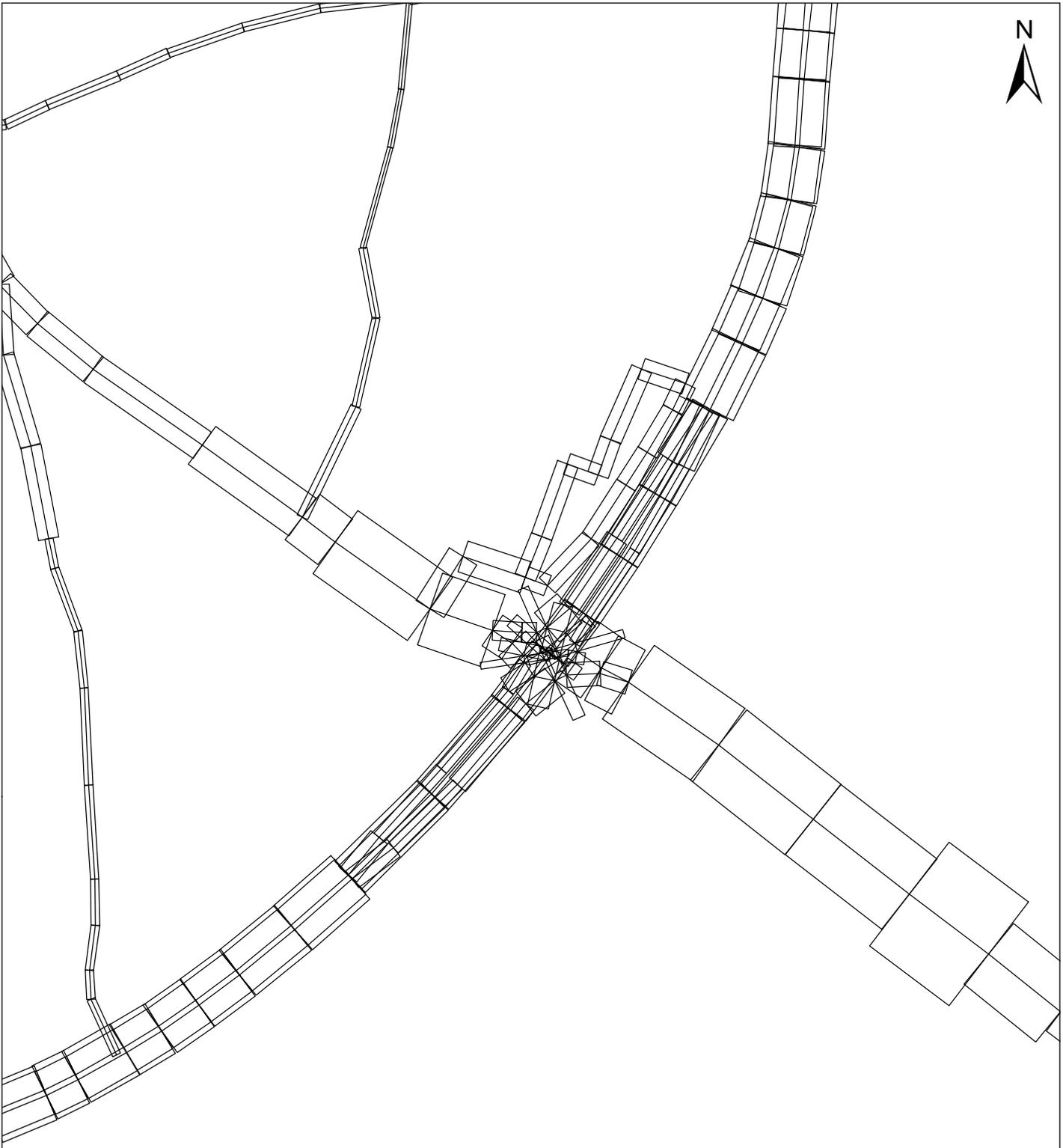
0 50 100  
Meter

**Abb. A3.3**

20754-22-01

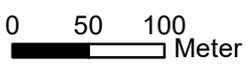
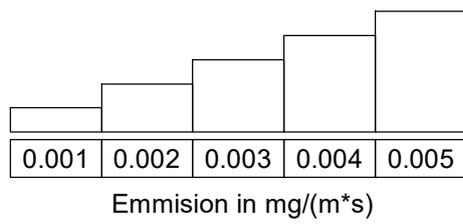
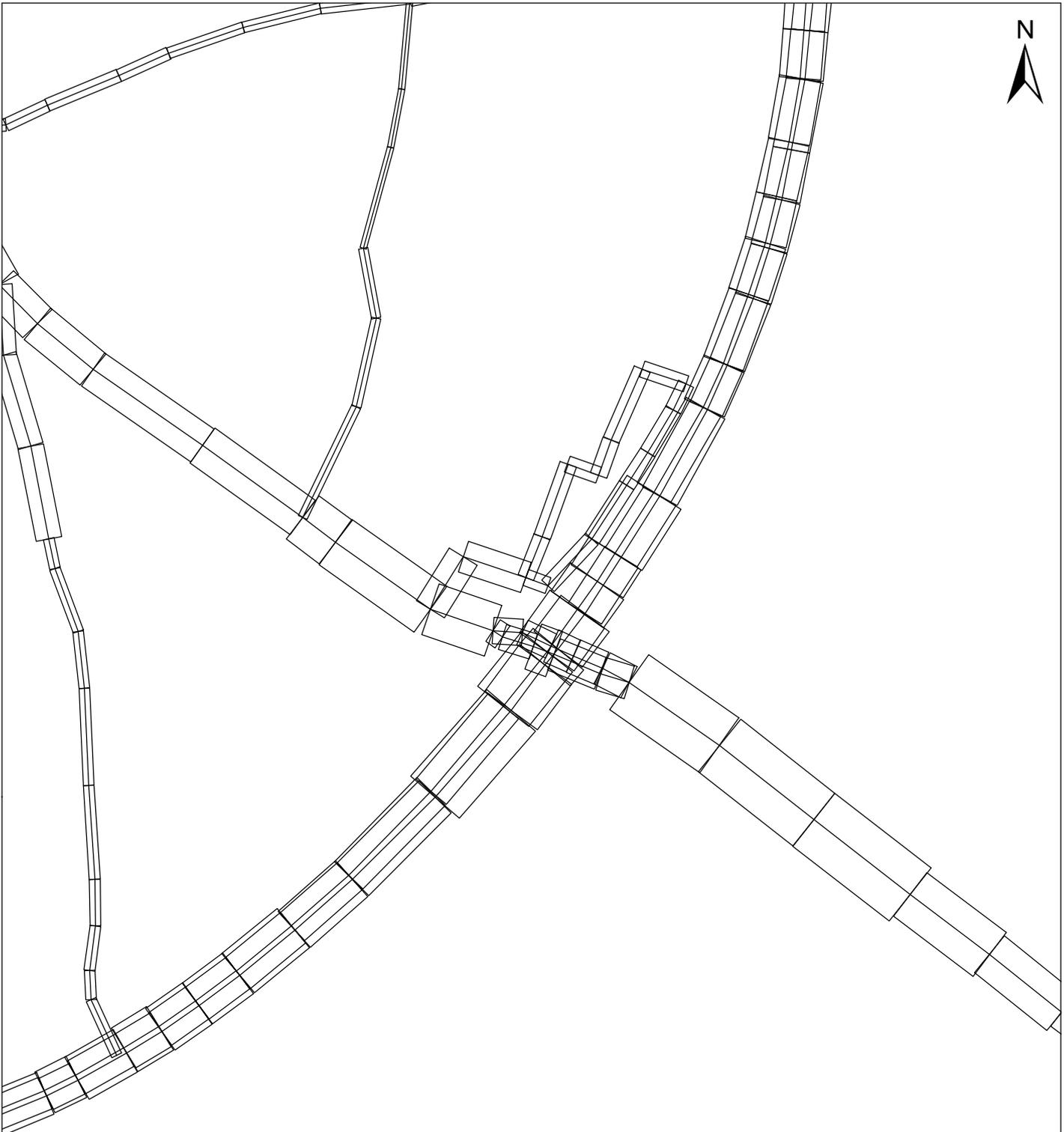
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall





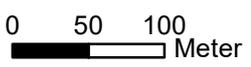
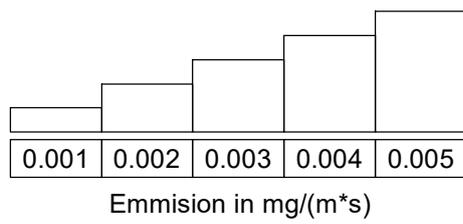
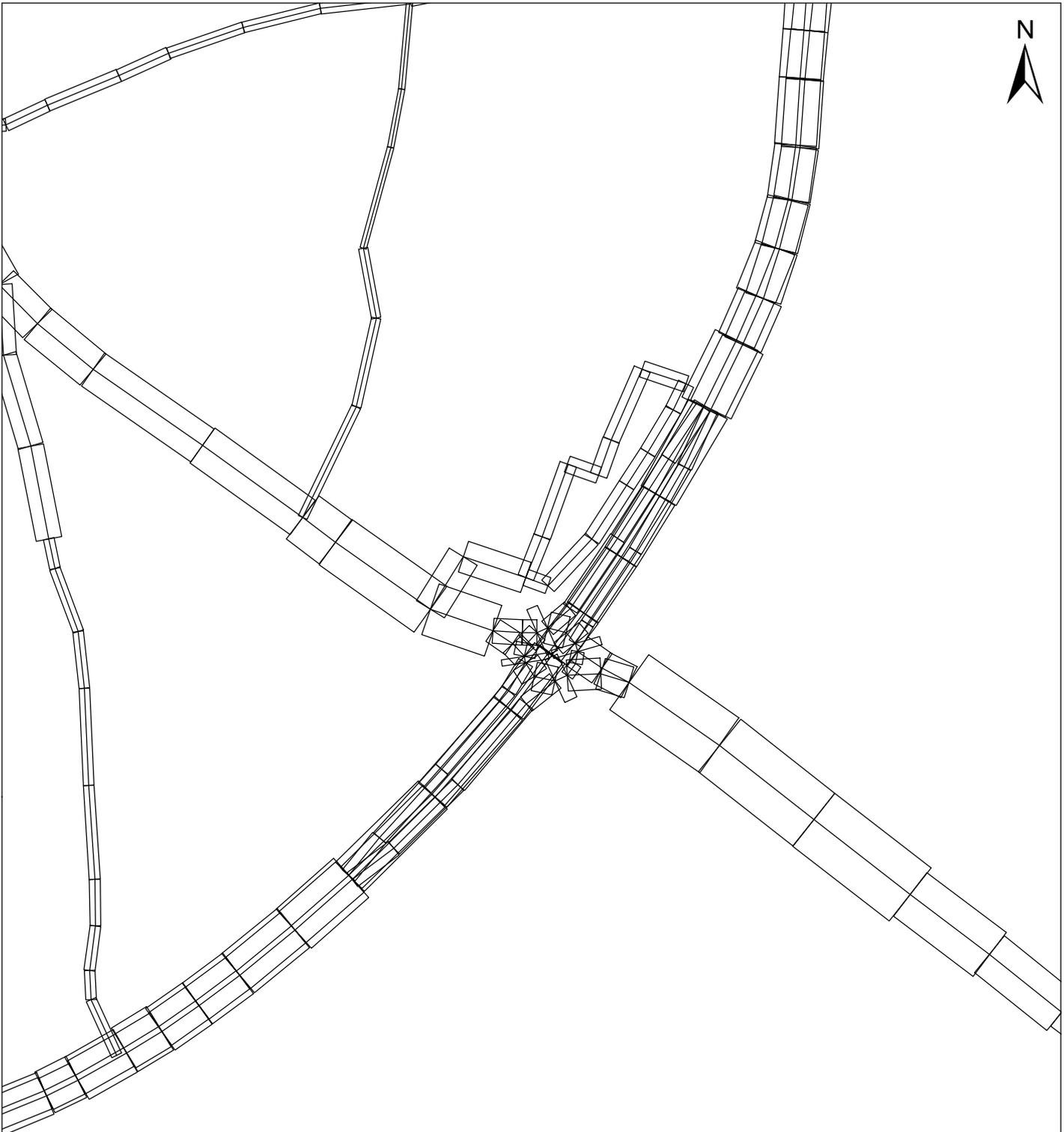
**Abb. A3.4** 20754-22-01  
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall





**Abb. A3.5** 20754-22-01  
Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

 **Lohmeyer**



**Abb. A3.6** 20754-22-01  
Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

 **Lohmeyer**