

Stadt Nürnberg, Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg

Frankenschnellweg (Kreisstraße N4)
Ersatzneubau Brücke über den Main-Donau-Kanal und die Südwesttangente
BW 1.418

UNTERLAGE 17.2

Immissionstechnische Untersuchungen - Erläuterungen zu den Luftschadstoffen -

Teil 1: Luftschadstoffgutachten nach Verwirklichung des Vorhabens

aufgestellt: Nürnberg, den 10. August 2021	Stadt Nürnberg Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg  Technischer Werkleiter



Lohmeyer

ERNEUERUNG DER HAFENBRÜCKEN IN NÜRNBERG

-LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN-

Auftraggeber:

Stadt Nürnberg
Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg
Sulzbacher Str. 2-6
90489 Nürnberg

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dorsten

M.Sc. Geogr. Jessica Lehmkuhler

Dipl.-Met. G. Ludes

November 2020
Projekt 30020-20-01
Berichtsumfang 54 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	AUFGABENSTELLUNG	5
3	VORGEHENSWEISE	7
	3.1 Betrachtete Schadstoffe	7
	3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	7
	3.3 Berechnungsverfahren MISKAM / LATRANS	9
	3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	10
4	EINGANGSDATEN	12
	4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	12
	4.2 Verkehrszahlen.....	16
	4.3 Meteorologische Daten	17
	4.4 Hintergrundbelastung	18
5	EMISSIONEN	19
	5.1 Straßenverkehr	19
	5.1.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren	19
	5.1.2 Emissionen des untersuchten Straßennetzes	21
6	IMMISSIONEN.....	22
	6.1 Ergebnisse	22
	6.2 Fazit	32
7	LITERATUR	33
	Anhang 1: Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen an Kfz-Strassen.....	39
	Anhang 2: Beschreibung des numerischen Verfahrens zur Immissions- ermittlung und Fehlerdiskussion.....	43
	Anhang 3: Dokumentation der Emissionen.....	47
	Anhang 4: Kohlendioxid-Emissionen (CO ₂).....	51

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch den Namen und die 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 μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/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 der Hintergrundbelastung und der Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/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_2 -Konzentrationen von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht mehr als an 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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_{10} / $\text{PM}_{2.5}$

Mit Feinstaub bzw. $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}$ werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von $10 \mu\text{m}$ bzw. $2.5 \mu\text{m}$ eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM_{10} -Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die $\text{PM}_{2.5}$ -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

Die Stadt Nürnberg plant den Rückbau und den anschließenden Neubau von drei Brückenbauwerken im Bereich des Nürnberger Hafens im Süden der Stadt. Dabei handelt es sich um die Brücken Frankenschnellweg (FSW) über den Main-Donau-Kanal (MDK) und die Südwesttangente (SWT), Hafenstraße (HAS) über die SWT und HAS über den MDK. Hier wurden im Zuge gutachtlicher Prüfungen Spannungsrisskorrosionsgefährdungen nachgewiesen. Sie stellen derzeit ein hohes verkehrliches und wirtschaftliches Gefahrenpotential dar und müssen schnellstmöglich ersetzt werden, da weitere verkehrliche Einschränkungen bis hin zu Bauwerkssperrungen bei weiterer Verschlechterung des Bauwerkzustandes nicht ausgeschlossen werden können. Im Zuge der Brückenbauwerkerneuerung werden ebenfalls die Zu- und Abfahrten zur SWT erneuert bzw. angepasst.

Zur Überprüfung der lufthygienischen Auswirkungen, die aus dem Neubau der Brücken und der angepassten Straßennetzgestaltung resultieren, wurde das Ingenieurbüro Lohmeyer beauftragt, für den Planungsbereich eine Prognose der verkehrsbedingten Luftbelastung im Planungsbereich durchzuführen. Hierbei wurden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$) für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall ermittelt. Die Bewertung der berechneten Immissionskenngößen erfolgt anhand der Grenzwerte der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV).

Die durch den Straßenverkehr verursachten Emissionen wurden fahstreifengenau auf der Grundlage des aktuellen Handbuchs für Emissionsfaktoren 4.1 bestimmt. Hierbei wurde das Prognosejahr 2030 zugrunde gelegt.

Als Grundlage der Ausbreitungsberechnungen wurde eine Windstatistik der Station Nürnberg-Flughafen verwendet, die aufgrund ihrer Lage die Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet sehr gut repräsentiert.

Neben den Luftschadstoffimmissionen, die durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursacht werden, wurden auch die Immissionsbeiträge durch Quellen außerhalb des Untersuchungsgebietes - die so genannte Vorbelastung – berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen, die mit dem mikroskaligen Windfeld- und Ausbreitungsmodell MISKAM durchgeführt wurden, belegen, dass für den Prognose-Nullfall und für den Prognose-Planfall die untersuchten Schadstoffkonzentrationen (NO₂-Jahresmittelwert, NO₂-Stundengrenzwert, PM10-Jahresmittelwert, PM10-Tagesmittelwert und PM2.5-Jahresmittelwert) in allen beurteilungsrelevanten Bereichen deutlich unter den Grenzwerten der 39. BImSchV liegen und oftmals die Vorbelastungswerte nur unwesentlich überschreiten.

Nach Fertigstellung der Baumaßnahmen sind lediglich geringfügige Zunahmen der Kfz-Fahrleistungen von ca. 2 % zu erwarten. Die damit verbundene jährliche Erhöhung von Kohlendioxidemissionen durch die planungsbedingte Verkehrszunahme führt zu einer Zunahme von deutlich weniger als 1 % der prognostizierten Kohlendioxid-Gesamtemissionen für 2030, die durch den Verkehrssektor im gesamten Stadtgebiet freigesetzt werden (Stadt Nürnberg 2020).

Aus lufthygienischer Sicht steht einer Realisierung der Planung somit nichts entgegen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Nürnberg plant den Rückbau und den Neubau von drei Brückenbauwerken im Bereich des Nürnberger Hafens im Süden der Stadt. Es handelt sich hierbei um die Brücken

- Frankenschnellweg (FSW) über den Main-Donau-Kanal (MDK) und die Südwesttangente (SWT) [BW 1.190]
- Hafenstraße (HAS) über die Südwesttangente (SWT) [BW 1.189] und
- Hafenstraße (HAS) über den Main-Donau-Kanal (MDK) [BW 1.188]

(vgl. **Abb. 2.1**). Bei den zuvor genannten Brückenbauwerken wurden im Zuge gutachtlicher Prüfungen Spannungsrissskorrosionsgefährdungen nachgewiesen. Sie stellen derzeit ein hohes verkehrliches und wirtschaftliches Gefahrenpotential dar und müssen schnellstmöglich ersetzt werden, da weitere verkehrliche Einschränkungen bis hin zu Bauwerkssperrungen bei weiterer Verschlechterung des Bauwerkzustandes nicht ausgeschlossen werden können.

Die Brücken haben für die Nürnberger Infrastruktur, die gesamte Metropolregion und insbesondere für den Hafen einschließlich der hafennahen Gewerbegebiete eine hohe Bedeutung. Die Brücke Frankenschnellweg ist die schnellste Verbindung der südlichen Außenstadtteile wie z.B. Eibach, Maiach oder Reichelsdorf zur Nürnberger Innenstadt. Der Streckenabschnitt ist auch Teil der Nord-Süd-Achse durch Nürnberg hindurch.

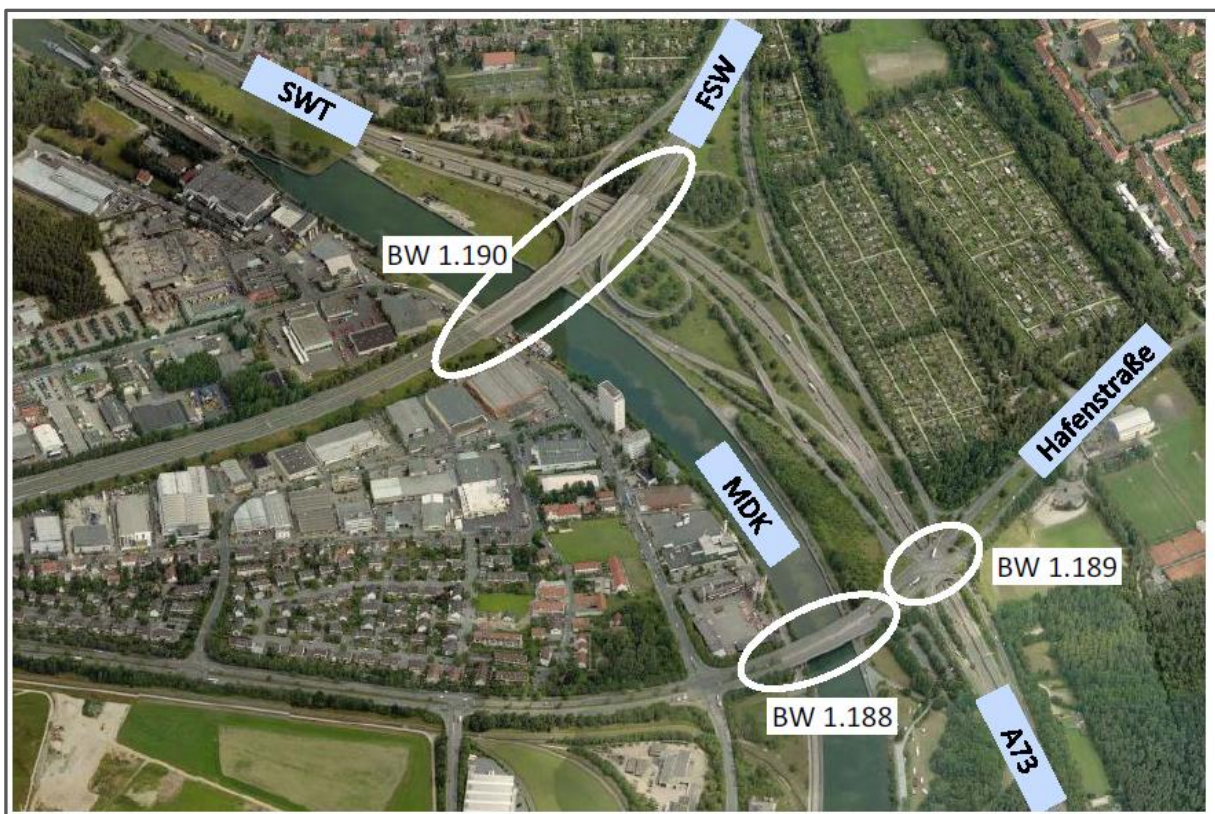


Abb. 2.1: Kennzeichnung der schadhaften Brückenbauwerke

Zur Ermittlung der lufthygienischen Auswirkungen, die aus dem Umbau der Brücken und die geänderte Straßenführung resultieren, wurde das Ingenieurbüro Lohmeyer beauftragt, für den Planungsbereich und die angrenzenden Wohngebiete eine Prognose der verkehrsbedingten Luftbelastung durchzuführen. Diese befinden sich in unmittelbarer Nähe zur Umbaumaßnahme nördlich der Hafenstraße an der Illzstraße und nordöstlich der Südwesttangente am Rüsternweg.

Die Immissionsprognose wurde mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsrechenmodell MISKAM unter Berücksichtigung von Gebäuden durchgeführt. Hierbei werden die Konzentrationen der Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2.5}) ermittelt und die Immissionen anhand der Grenzwerte der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) bewertet.

Die Konzentrationen weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich, wie z.B. Benzol, Blei, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid liegen heute aufgrund der bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen auch an höchstbelasteten „Hot Spots“ deutlich unterhalb gesundheitsbezogener Grenz- und Richtwerte (LANUV 2018). Sie werden daher nicht weiter betrachtet.

Die Immissionsberechnungen wurden für folgende Varianten durchgeführt:

- **Prognose-Nullfall:** aktuelle Verkehrsführung und prognostizierte Verkehrsbelastung für das Jahr 2030, Emissionsfaktoren für das Jahr 2030
- **Prognose-Planfall:** geplante Verkehrsführung, prognostizierte Verkehrsbelastung für das Jahr 2030 unter Berücksichtigung der Planung, Emissionsfaktoren für das Jahr 2030.

3 VORGEHENSWEISE

3.1 Betrachtete Schadstoffe

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden luft-hygienischen Gutachtens ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoff-spezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für die Beurteilung von Auswirkungen des Kfz-Verkehrs ist v. a. die 39. BImSchV relevant.

Die Relevanz der Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM₁₀ erreicht. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, Blei, Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenmonoxid (CO) sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten 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.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub mit den Korngrößen 10 und 2.5 µm (PM₁₀, PM_{2.5}) betrachtet.

3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

In **Tab. 3.1** werden die Beurteilungswerte für die relevanten Abgaskomponenten zusammenfassend dargestellt (siehe auch Anhang A1). Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	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	

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010)

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert. Neben den Jahresmittelwerten wird auch der PM10-Kurzzeitgrenzwert abgeleitet und bewertet. Auf die Berechnung des NO₂-Kurzzeitgrenzwert als Stundenmittelwert von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, der 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf, wird verzichtet, da der NO₂-Jahresmittelgrenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eher überschritten wird, als der Kurzzeitgrenzwert.

Weiter orientiert sich die Bewertung an der Einstufung von Schadstoffimmissionen (siehe **Tab. 3.2**) durch die Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg (LfU, 1993).

Immissionen in % der entsprechenden Grenzwerte	Bewertung
bis 10 %	sehr niedrige Konzentrationen
über 10 % bis 25 %	niedrige Konzentrationen
über 25 % bis 50 %	mittlere Konzentrationen
über 50 % bis 75 %	leicht erhöhte Konzentrationen
über 75 % bis 90 %	erhöhte Konzentrationen
über 90 % bis 100 %	hohe Konzentrationen
über 100 % bis 110 %	geringfügige Überschreitungen
über 110 % bis 150 %	deutliche Überschreitungen
über 150 %	hohe Überschreitungen

Tab. 3.2: Bewertung von Immissionen nach LfU (1993)

3.3 Berechnungsverfahren MISKAM / LATRANS

Die Bestimmung der Luftschadstoffimmissionen erfolgt zweistufig. Im ersten Schritt werden mit MISKAM Windfelder berechnet, die die Umströmung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Gebäudekonfigurationen modellieren. Hierbei werden Lärmschutzwände, -wälle und Brücken explizit aufgelöst, so dass die hieraus resultierenden standortspezifischen Einflüsse auf das Strömungsgeschehen realitätsnah modelliert werden. Hierbei wird der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017; Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle) berücksichtigt. Im zweiten Schritt schließen sich Ausbreitungsrechnungen mit dem Lagrange-Partikelmodell LATRANS an. Eine genauere Beschreibung der Berechnungsmethodik ist im Anhang A2 dokumentiert.

Auf der Grundlage der für das Jahr 2030 prognostizierten Verkehrsdaten aus der Verkehrsuntersuchung (GEVAS 2019) werden für das Bezugsjahr 2030 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) bestimmt. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020) und entspricht somit dem Stand der Technik.

Das Rechengebiet wird mit einem äquidistanten Netz überzogen, dessen horizontale Auflösung 3,0 m beträgt. Es werden 36 Strömungsrechnungen für die Windrichtungen 10° bis 360° sowie anschließend je 36 Ausbreitungsrechnungen für die betrachteten Schadstoffe durchgeführt. Dabei wird jeweils neutrale thermische Schichtung der Atmosphäre angenommen. Im Rahmen der Modellvalidierung zeigte sich, dass die mit der Koppelung MISKAM / LATRANS berechneten Immissionsfelder in sehr guter Näherung mit der Windgeschwindigkeit skalierbar sind. Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass in dicht bebautem Gelände aufgrund der hohen städtischen Rauigkeit genug mechanische Turbulenz erzeugt wird, sodass näherungsweise von einer neutralen Schichtung im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden kann (unabhängig von der großräumigen thermischen Schichtung).

Für jeden Schadstoff werden aus den jeweils 36 Immissionsfeldern unter Verwendung der Windstatistik, der Emissionshäufigkeitsverteilung und der Schadstoffhintergrundbelastung flächendeckend die Jahresmittelwerte als Gesamtbelastung berechnet.

Für die Berechnung der NO-NO₂-Umwandlung wird das vereinfachte Chemiemodell nach Düring et al. (2011) verwendet.

3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, 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/m³ (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM₁₀-Konzentrationen von 50 µg/m³ 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/m³ und dem PM₁₀-Jahresmittelwert gefunden (s. 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 Abbildung 3.1 dargestellt.

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 µg/m³ 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 µg/m³ 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 Vorgehensweise 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 µg/m³ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM₁₀-Jahresmittelwerte ab 29 µg/m³ abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

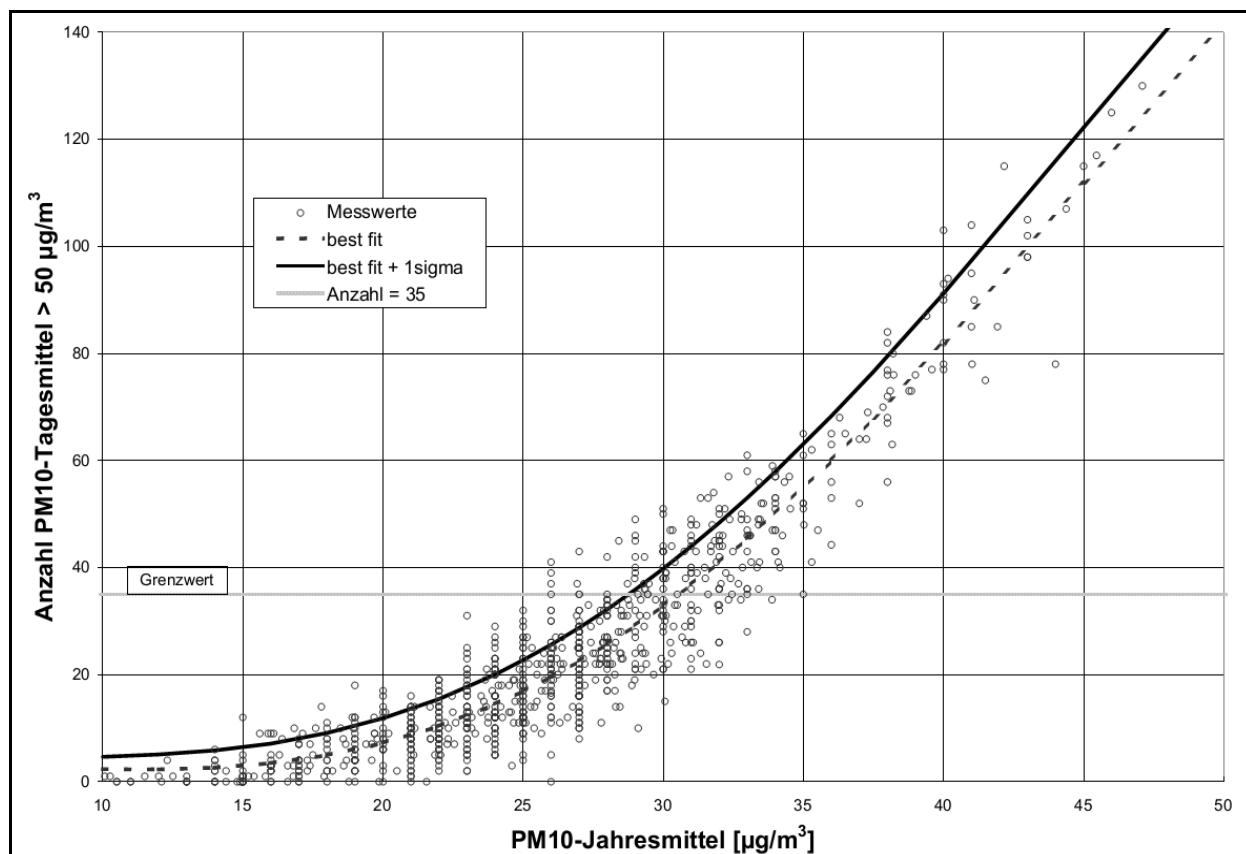


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit PM10-Konzentrationen von mehr als 50 µg/m³ im Tagesmittel in Abhängigkeit des PM10-Jahresmittelwert für Messtationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen

Für die Bewertung des PM10-24 h-Grenzwertes lässt sich die folgende differenzierte Bewertung in Hinblick auf das Eintreten von Überschreitungen ableiten:

PM10-Jahresmittel	Überschreitung PM10-Tagesmittel
<29 µg/m³	keine Überschreitung
29 - 30 µg/m³	selten (Wahrscheinlichkeit <40 %)
31 - 33 µg/m³	öfter möglich (Wahrscheinlichkeit 40 bis 80 %)
34 - 35 µg/m³	wahrscheinlich (Wahrscheinlichkeit >80 %)
≥36 µg/m³	so gut wie sicher

4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen, die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrundeliegenden Daten werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. die nachfolgenden Unterlagen übergeben:

- Technische Planung (Stand Juli 2019 für FSW / Mai 2020 für HAS)
- Luftbilder und digitale Karten (vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt)
- Verkehrsdaten (GEVAS 2019)
- Lage und Höhen von Gebäuden (vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt)
- Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes (vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt)

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im Hafengebiet im Süden der Stadt Nürnberg. Im Wirkungsbereich des Plangebiets liegt mit der von Südost nach Nordwest verlaufende A73 bzw. Südwesttangente eine sehr stark frequentierte Autobahn bzw. Schnellstraße.

Im Rahmen der Brückenerneuerung soll der Frankenschnellweg auf einer Länge von ca. 850 m umgebaut werden. Auf der Brücke FSW erfolgt für beide Fahrtrichtungen eine Spurenreduzierung. Im Anschluss an das Brückenbauwerk kommt es schnellstmöglich zur Anpassung an den Bestand. Im Zuge des Neubaus der Brücke werden auch die Anschlussrampen des FSW zur Südwesttangente erneuert. (vgl. **Abb. 4.1**).

Eine Spurenreduzierung je Richtung erfolgt ebenfalls auf der neuen Brücke Hafenstraße über den Main-Donau-Kanal zugunsten von Fuß- und Radwegen. Zudem wird die Brücke HAS über die SWT mit den zugehörigen Anschlussrampen zurück- und neugebaut (vgl. **Abb. 4.2**). Die Rampen Südwest und Südost werden leicht versetzt neu errichtet und dem neuen Gelände angepasst. Die Zufahrt vom Finkenbrunn auf die SWT Richtung Süden, sowie die Abfahrt von der SWT aus Süden kommend auf die Hafenstraße erfolgen über eine ringförmige Rampe von Norden.

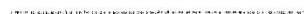


Abb. 4.1: Baumaßnahme Frankenschnellweg (Stand 25.07.2019)

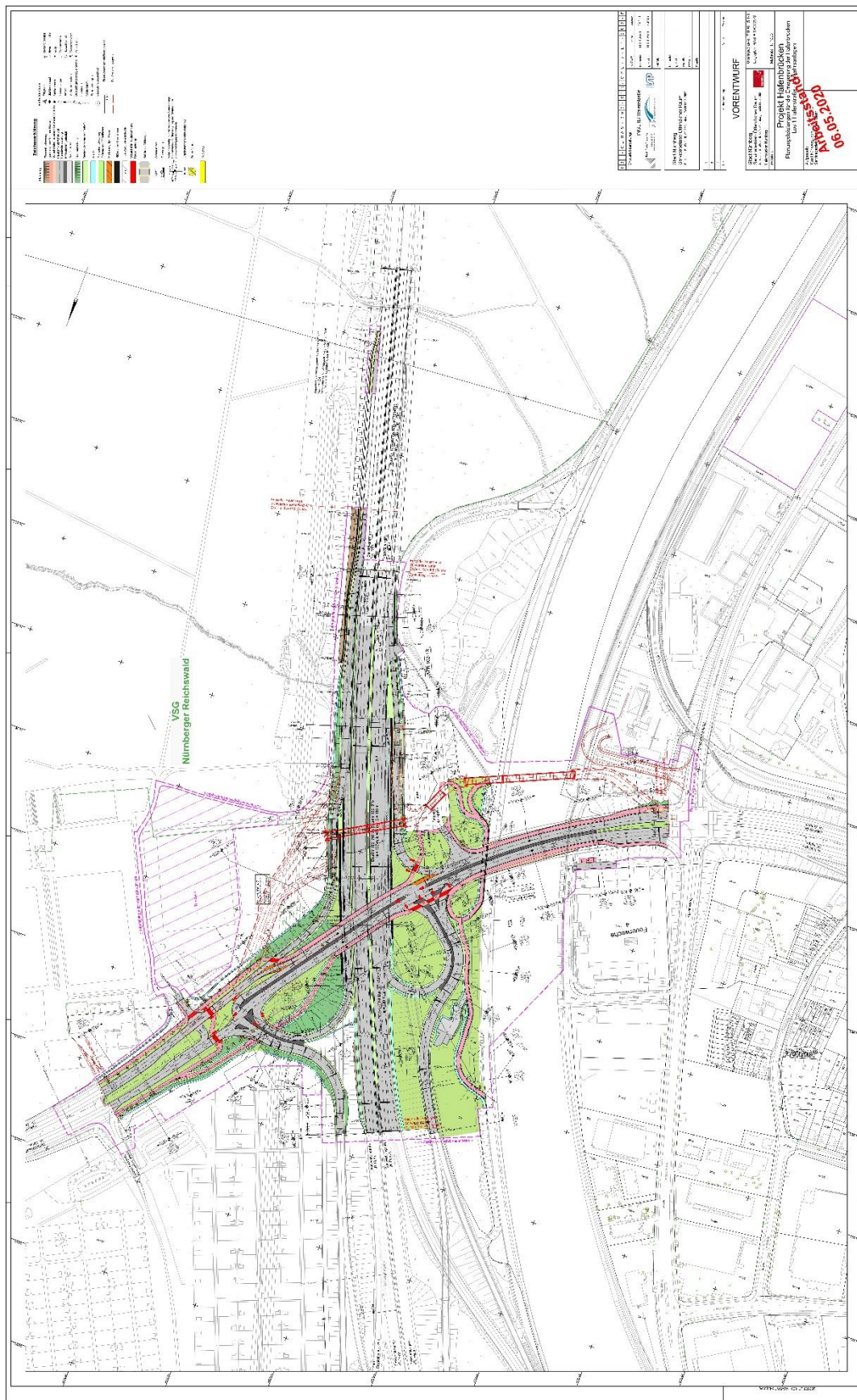


Abb. 4.2: Baumaßnahme Hafenstraße (Stand 06.05.2020)

Die Abbildung 4.3 stellt die Lage des Untersuchungsgebietes dar. Es umfasst den Planfeststellungsbereich des FSW über den MDK und die SWT von der AS Eibach bis auf Höhe Minervastraße, die Südwesttangente zwischen südlich der AS Schweinau und nördlich der AS Königshof sowie die Hafenstraße/Finkenbrunn zwischen AS Eibach und Knoten Minervastraße.

Die Abbildung 4.4 zeigt einen Ausschnitt des 3D-Rechenmodells mit den Eingangsdaten Gebäude, Brücken, Lärmschutzwände, Straßen und Topographie für den Planfall.

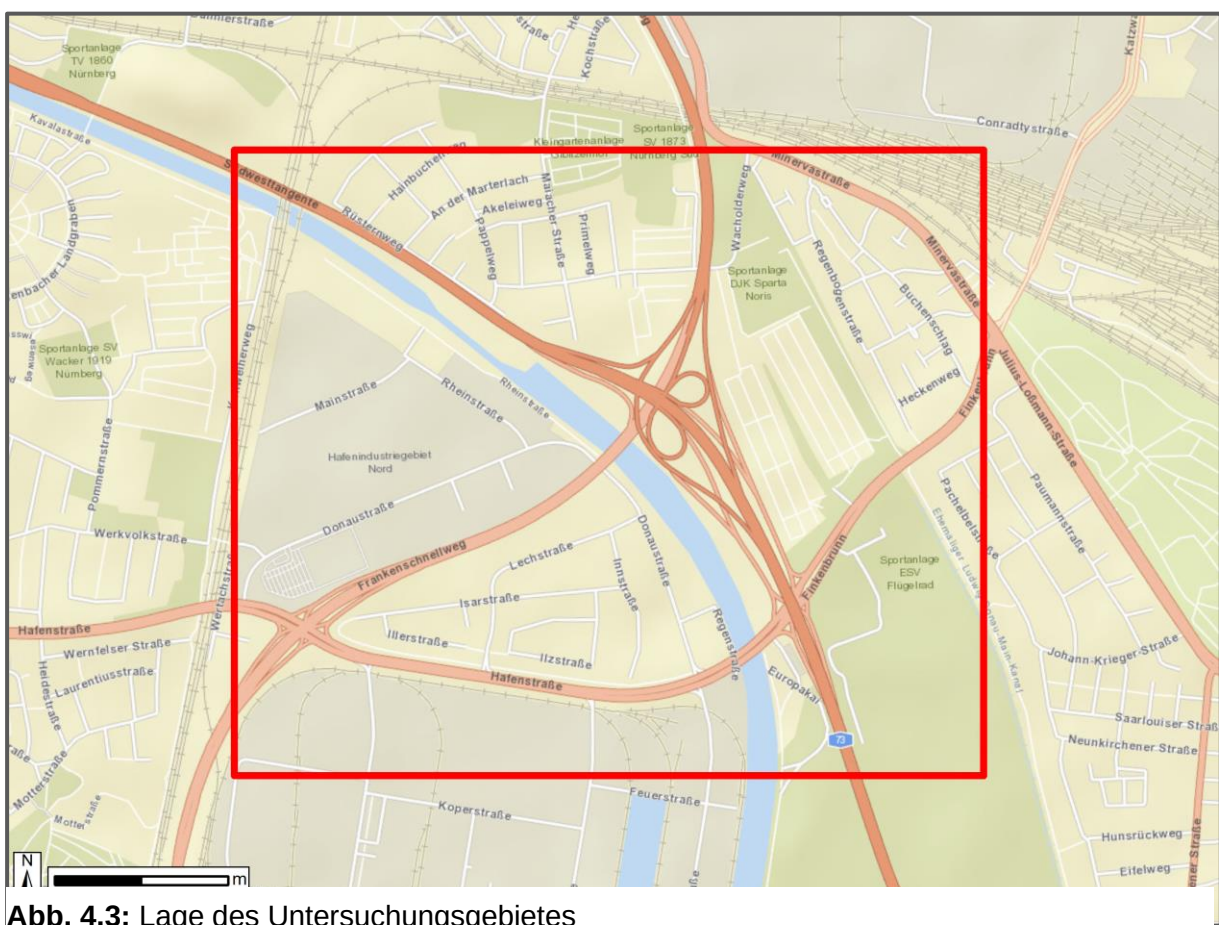


Abb. 4.3: Lage des Untersuchungsgebietes

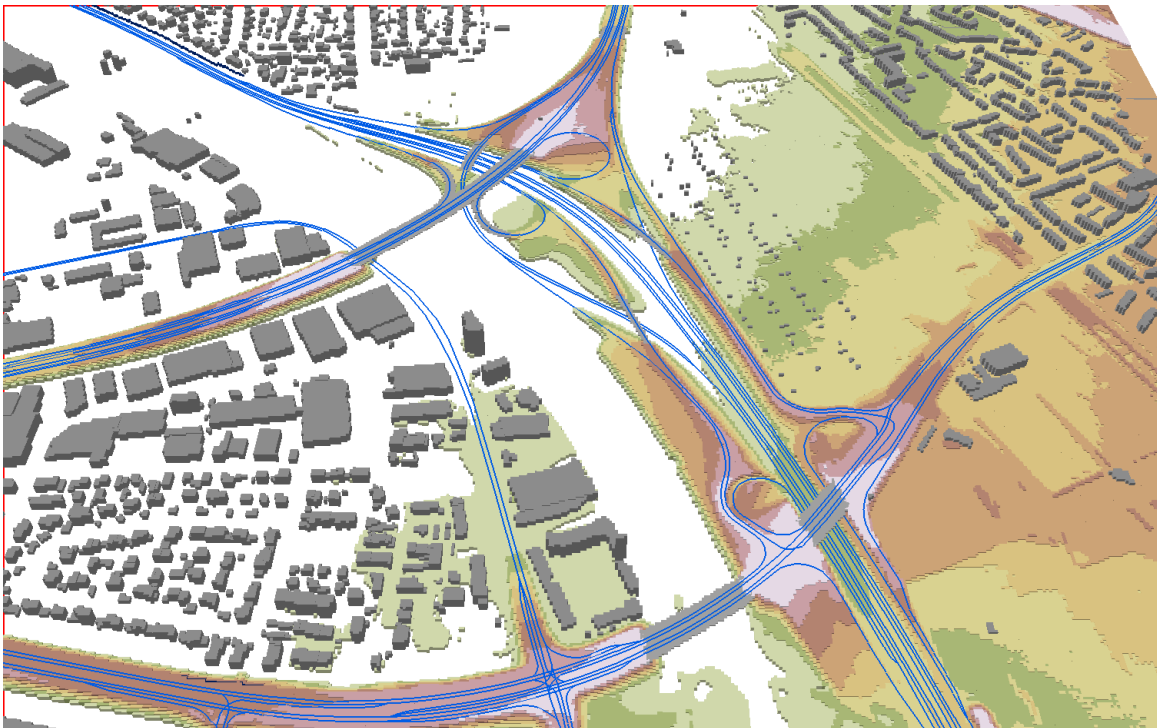


Abb. 4.4: 3D-Modell des Planfalls mit Blick aus Süden

4.2 Verkehrszahlen

Für die Ermittlung der Schadstoffemissionen werden für die Straßen im Untersuchungsraum Verkehrszahlen in Form von DTV-Werten (mittlere tägliche Verkehrsbelastung) und Anteilen schwerer Nutzfahrzeuge $> 3,5\text{ t}$ (SV) benötigt. Für die Berechnungen wurden die Verkehrsmengen des Prognose-Nullfalls und des Prognose-Planfalls für das Prognosejahr 2030 aus dem Verkehrsgutachten des Ingenieurbüros GEVAS Humberg & Partner (GEVAS 2019) zugrunde gelegt.

In der **Tabelle A3.1 und Tabelle A3.2** im Anhang sind die relevanten Eingangsparameter für die Emissionsberechnung zusammengestellt. Die räumliche Zuordnung der Querschnitte ist auf der **Abbildung A3.1** im Anhang dokumentiert.

4.3 Meteorologische Daten

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

Für die Immissionsberechnungen wurden in Abstimmung mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt meteorologische Daten der Jahre 2014 bis 2018 von der vom Deutschen Wetterdienst betriebenen Wetterstation Nürnberg-Flughafen verwendet.

Die **Abb. 4.5** stellt die Windrichtungsverteilung an der Station dar. Sie verdeutlicht, dass der Überdachwind im Untersuchungsgebiet bevorzugt aus östlichen bis südöstlichen Richtungen weht. Ein sekundäres Maximum ist bei westlicher Anströmungsrichtungen zu beobachten. Hierbei treten besonders hohe Windgeschwindigkeiten auf.

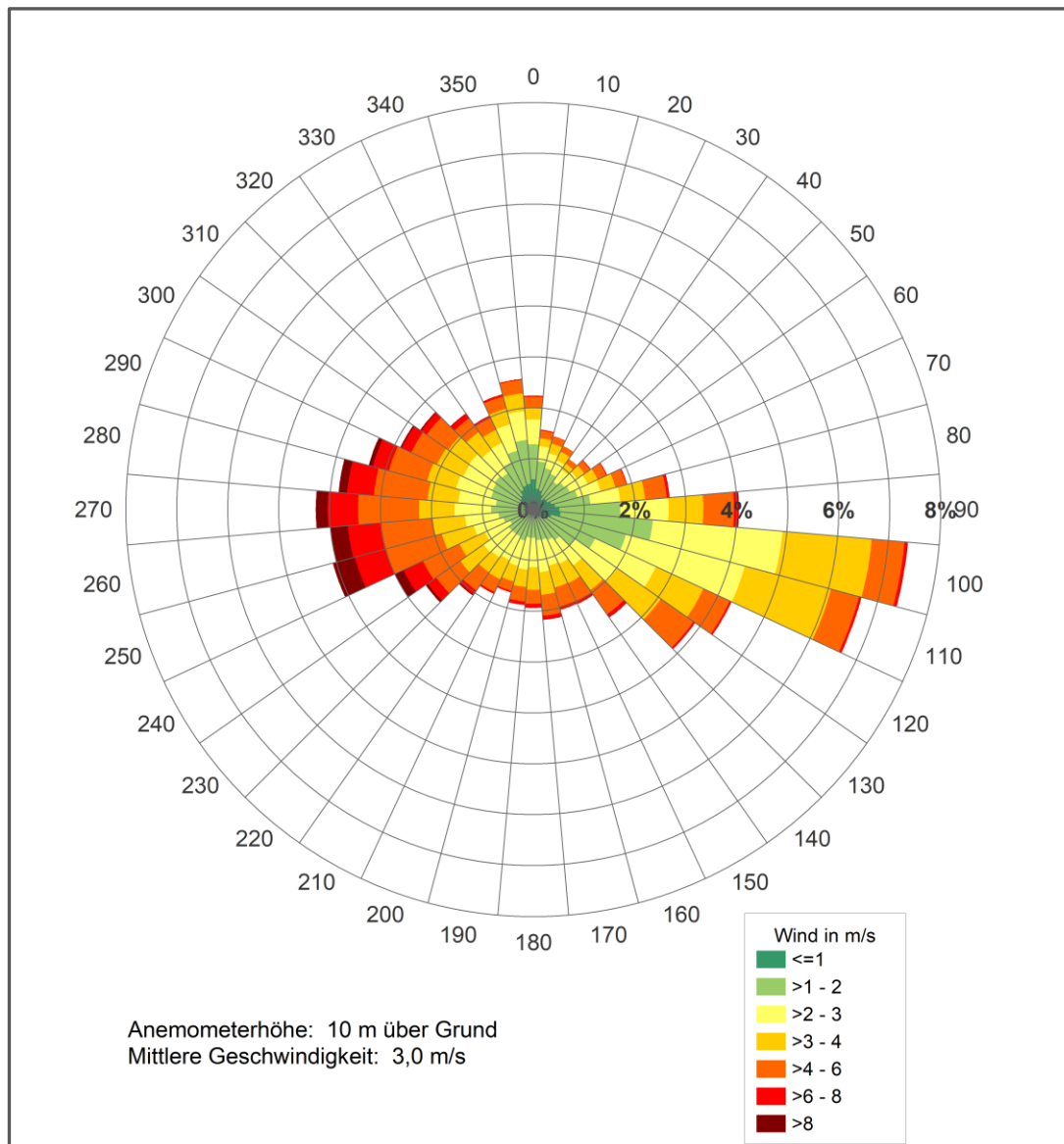


Abb. 4.5: Windrichtungsverteilung der DWD-Messstation Nürnberg-Flughafen

4.4 Hintergrundbelastung

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 Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Die Bestimmung der Werte für die Hintergrundbelastung erfolgte in Abstimmung mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt auf der Grundlage von Immissionskenngrößen der drei LÜB-Messstationen in Nürnberg Muggenhof, Erlangen Krapelinstraße und Schwabach Angerstraße aus den Jahren 2017 bis 2019. Die nachfolgende **Tabelle 4.1** zeigt die zur Bestimmung der Hintergrundbelastung verwendeten Messwerte für NO₂, PM10 und PM2.5. Zudem werden die Hintergrundwerte der Schadstoffe Ozon (O₃) sowie Stickstoffmonoxid (NO) berücksichtigt, die für die Modellierung von NO₂ im Straßenraum benötigt werden.

		NO ₂ -JM [µg/m ³]	PM10-JM [µg/m ³]	PM2.5-JM [µg/m ³]	NO-JM [µg/m ³]	Ozon-JM [µg/m ³]
Nürnberg Muggenhof	2017	29	-	13	11	39
	2018	27	-	14	10	43
	2019	25	-	12	12	44
Erlangen Krapelinstraße	2017	18	-	-	6	46
	2018	18	-	-	4	49
	2019	16	-	-	5	48
Schwabach Angerstraße	2017	22	17	-	10	44
	2018	24	18	-	8	49
	2019	21	15	-	9	46
	Mittelwert	22	17	13	8	45

Tab. 4.1: Werte der Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

Daraus ergeben sich Vorbelastungswerte von 22 µg/m³ für das NO₂-Jahresmittel, von 17 µg/m³ für das PM10-Jahresmittel und von 13 µg/m³ für das PM2.5-Jahresmittel.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass zukünftig auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen tendenziell absinken wird. Im Rahmen dieser Untersuchung wird im Sinne einer konservativen Annahme auf die Berücksichtigung dieser Reduktionen verzichtet.

5 EMISSIONEN

5.1 Straßenverkehr

5.1.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet.

Mit Hilfe des Handbuchs können Emissionsfaktoren zahlreicher Luftschadstoffe und Klimagase in der Maßeinheit „g/km“ pro Fahrzeug abgerufen werden, wie z.B. Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Partikelmasse und Kohlendioxid.

Bei Feinstäuben (PM2.5 und PM10) sind neben den „motorbedingten“ Emissionen, die über das Abgas freigesetzt werden, auch die Emissionen zu berücksichtigen, die durch das Aufwirbeln von Teilchen aus Reifen- und Straßenabrieb, Kupplungs- und Bremsverschleiß u.a. entstehen. Hierfür sind in HBEFA 4.1 erstmals gesonderte Emissionsfaktoren enthalten.

Die Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien Pkw, LNF, Krad, Lkw und Bussen 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)
- dem Störungsgrad des Verkehrsflusses. Dieser wird im HBEFA 4.1 durch unterschiedliche Emissionsfaktoren durch fünf sogenannte „Level of Service“ (LoS) (flüssig, dicht, gesättigt, stop & go und stop & go 2) abgebildet.
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die nachfolgende **Abb. 5.1** gibt eine Übersicht über die im HBEFA 4.1 zur Verfügung stehenden Verkehrssituationen. Hierin enthalten sind erstmals städtische Hauptverkehrsstraßen mit einem Tempolimit von 30 km/h und 40 km/h.

Gebiet	Strasstyp	Verkehrszustand	Tempo-Limit [km/h]											
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130
laendlich gepraegt	Autobahn	5 VZustaende												
	Semi-Autobahn	5 VZustaende												
	Fern-, Bundesstrasse	5 VZustaende												
	Hauptverkehrsstrasse	5 VZustaende												
	Hauptverkehrsstrasse, kurvig	5 VZustaende												
	Sammelstrasse	5 VZustaende												
	Sammelstrasse, kurvig	5 VZustaende												
	Erschliessungsstrasse	5 VZustaende												
Agglo- meration	Autobahn	5 VZustaende												
	Stadt-Autobahn	5 VZustaende												
	Fern-, Bundesstrasse	5 VZustaende												
	Staedt. Magistrale / Ringstr.	5 VZustaende												
	Hauptverkehrsstrasse	5 VZustaende												
	Sammelstrasse	5 VZustaende												
	Erschliessungsstrasse	5 VZustaende												

Zugeordneter Flottenmix-Typ:
 = Autobahn
 = Land
 = Agglo.

Abb. 5.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1

Die Ermittlung der Emissionen erfolgt entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020; Kfz-Emissionsbestimmung) auf der Grundlage der Verkehrsmengen und den mittleren Emissionsfaktoren der Fahrzeugflotte für die betrachteten Fahrzeugkategorien.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA 4.1 (UBA, 2019) 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 Partikelgrößen kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit auch der PM10- und PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhendaten des Untersuchungsgebietes bekannt. Der Kaltstarteinfluss von NO_x und Partikeln innerorts für Pkw und LNF wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in Summe einen Zuschlag darstellt.

5.1.2 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und SV-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus.

Im verwendeten Emissionsmodell wird der im Tagesverlauf schwankende Störungsgrad des Verkehrsflusses (LoS) automatisch für jede Fahrspur auf Grundlage der Verkehrsbelastung und typischer Straßenkapazitäten berechnet.

Auf der Basis der oben angegebenen Methodik, Daten und Annahmen wurden mit Hilfe von synthetischen Tagesganglinien des Verkehrsaufkommens die NO_x , NO_2 , PM_{10} - und $\text{PM}_{2.5}$ -Emissionen für das Bezugsjahr 2030 bestimmt. In der **Tabelle A3.1** und **Tabelle A3.2** im Anhang sind die Emissionsraten für die wichtigsten Straßen im Untersuchungsraum zusammengestellt.

Die räumliche Zuordnung der Straßenquerschnitte veranschaulicht die **Abb. A3.1** im Anhang.

Ein Vergleich der Emissionsraten vom Prognose-Nullfall zum Prognose-Planfall verdeutlicht, dass sich beim Prognose-Planfall in einigen Querschnitten die Emissionsraten für die untersuchten Schadstoffe aufgrund der prognostizierten Verkehrszunahme gegenüber dem Prognose-Nullfall geringfügig erhöhen.

Minderungen der Emissionsraten ergeben sich im Bereich der SWT (vgl. Q14). Gemäß Leistungsfähigkeitsberechnungen wird sich in diesen Abschnitten nach der Planungsrealisierung der Verkehrsfluss verbessern, so dass Verkehrsstaus, die erhöhte NO_x - und Feinstaub-Emissionen bewirken, vermieden werden.

5.1.3 Kohlenstoffdioxid-Emissionen (CO_2)

Ergänzend zu den Luftschadstoffen hinsichtlich der menschlichen Gesundheit sind im Rahmen eines Umweltberichts Aussagen über die Auswirkungen der Planung auf die verkehrsbedingten CO_2 -Emissionen erforderlich. Betrachtet werden die klimarelevanten Anteile der verkehrsbedingten CO_2 -Emissionen, d.h. ohne den Anteil der CO_2 -Emissionen, der auf den Biokraftstoffanteil am Gesamtkraftstoff zurückgeführt werden kann. Die verkehrsbedingten CO_2 -Emissionen sind vor allem abhängig von der Kfz-Fahrleistung, also die durchschnittlichen täglichen Fahrten auf einer bestimmten Streckenlänge.

Bezogen auf den Ersatzneubau der Brücke FSW sind lediglich geringfügige Zunahmen der Kfz-Fahrleistungen von ca. 2 % zu erwarten (GEVAS 2019). Aufgrund der nahezu gleichbleibenden Kfz-Fahrleistung sind auch keine Zunahmen der CO_2 -Gesamtemissionen zu erwarten.

6 IMMISSIONEN

6.1 Ergebnisse

Auf der Grundlage der Ausbreitungsrechnungen wurden die Immissionskenngrößen nach der in Kapitel 5 beschriebenen Methodik ermittelt und grafisch sowie tabellarisch ausgewertet.

Die Abbildungen 6.4 bis 6.9 zeigen jeweils für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall die berechneten NO_2 -, PM_{10} - sowie $\text{PM}_{2.5}$ -Immissionskenngrößen im Rechengebiet. Die in den Grafiken dargestellten Immissionskenngrößen beziehen sich auf eine Auswertehöhe von 1.75 m über Grund. Aufgrund der zunehmenden Durchmischung in höheren Bezugsniveaus nehmen die Konzentrationswerte der Luftschadstoffe im Umfeld von Straßen in der Regel mit zunehmender Höhe ab.

In den nachfolgenden Tabellen 6.1 und 6.2 sind die prognostizierten Immissionskenngrößen (NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) an sechs repräsentativen Aufpunkten im Wohngebiet Illerstraße nördlich der Hafenstraße, im Wohngebiet Rüsternweg nordöstlich der Südwesttangente sowie im Wohngebiet Finkenbrunn nordöstlich der Ausfahrt Hafen-Ost dargestellt. Die Lage der Aufpunkte kann den Abbildungen 6.1 bis 6.3 entnommen werden.



Abb. 6.1: Aufpunkte P1, P2 und P3 im Bereich Illerstraße / Ilzstraße / Donaustraße



Abb. 6.2: Aufpunkte P4 und P5 im Bereich Rüsternweg

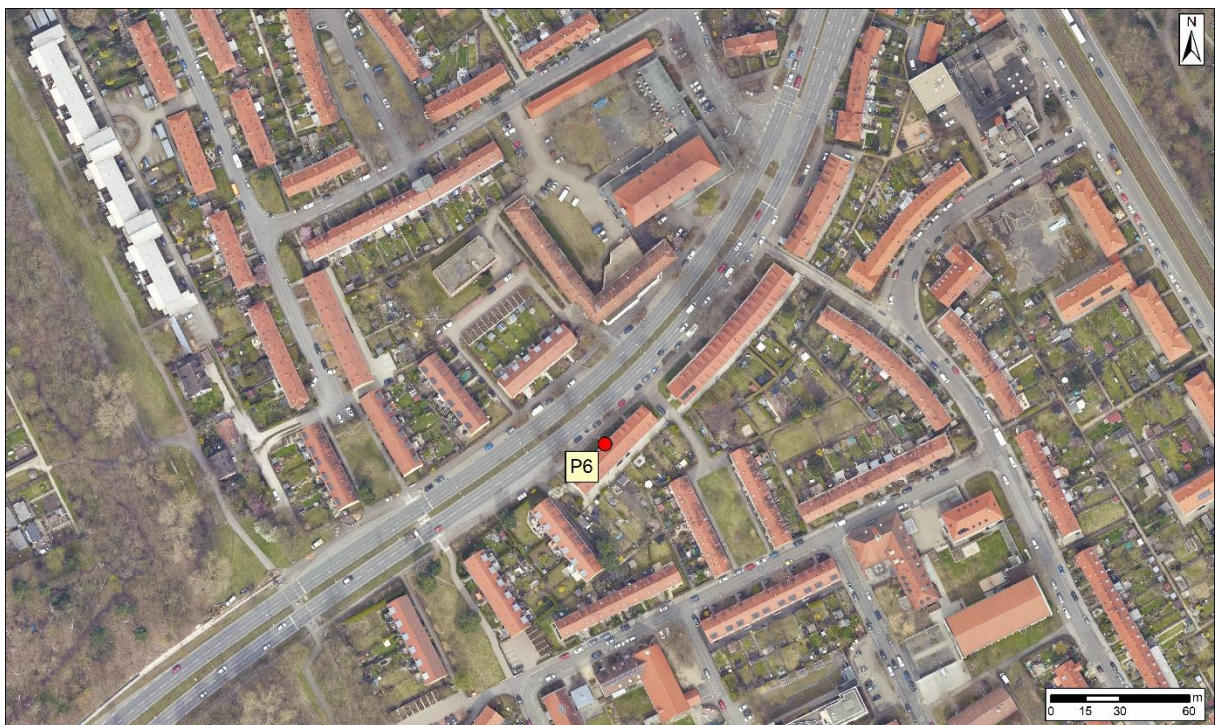


Abb. 6.3: Aufpunkte P6 im Bereich Finkenbrunn

Aufpunkt	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}
	Jahresmittel [µg/m ³]	P _{19h>200} in %	Jahresmittel [µg/m ³]	Tagesmittel > 50 µg/m ³	Jahresmittel [µg/m ³]
Grenzwert 39. BImSchV	40		40	35	25
P1 (Isarstraße 107)	26.1	1.4	18.4	9	13.6
P2 (Innstraße 53)	22.3	1.2	17.0	8	13.0
P3 (Donaustraße 20)	29.4	1.6	19.7	12	14.3
P4 (Maiacher Str. 62)	29.2	1.6	19.6	12	14.1
P5 (An der Materlach 54)	25.9	1.4	18.3	9	13.6
P6 (Finkenbrunn 43)	26.6	1.4	18.9	10	14.0

Tab. 6.1: Prognostizierte Immissionskenngrößen für den Prognose-Nullfall

Aufpunkt	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}
	Jahresmittel [µg/m ³]	P _{19h>200} in %	Jahresmittel [µg/m ³]	Tagesmittel > 50 µg/m ³	Jahresmittel [µg/m ³]
Grenzwert 39. BImSchV	40		40	35	25
P1 (Isarstraße 107)	26.2	1.4	18.4	9	13.6
P2 (Innstraße 53)	24.9	1.3	18.2	9	13.6
P3 (Donaustraße 20)	29.4	1.7	19.7	12	14.3
P4 (Maiacher Str. 62)	28.9	1.6	19.6	12	14.0
P5 (An der Materlach 54)	25.8	1.4	18.3	9	13.6
P6 (Finkenbrunn 43)	26.7	1.4	19.0	10	14.0

Aus den Ergebnistabellen 6.1 und 6.2 und den Ergebnisgrafiken 6.4 bis 6.9 lassen sich

Tab. 6.2: Prognostizierte Immissionskenngrößen für den Prognose-Planfall

folgende Rückschlüsse ziehen:

- Auch bei der konservativen Annahme einer bis zum Jahr 2030 gleichbleibenden Hintergrundbelastung werden beim **Prognose-Nullfall** die NO₂-, PM₁₀- und PM_{2.5}-Grenzwerte an allen Gebäuden im nahen Umfeld des FSW, der SWT sowie der Hafenstraße eingehalten. Dies gilt auch für das unmittelbar nördlich der Hafenstraße gelegene Wohngebiet an der Ilzstraße. Die hier errechneten NO₂-, PM_{2.5}- und PM₁₀-Jahresmittelwerte liegen nur unwesentlich über der städtischen Hintergrundbelastung und unterschreiten die zugehörigen Grenzwerte deutlich. So liegen beispielsweise am Aufpunkt P1 die prognostizierten NO₂-Jahresmittel mit 26 µg/m³ nur 4µg/m³ über dem Wert der Hintergrundbelastung.

- Bereiche, für die Grenzwertüberschreitungen prognostiziert werden, beschränken sich auf die Fahrbahnen der Südwesttangente (vgl. Abb. 6.4 bis 6.9). Hier wird aufgrund des Brückenbauwerks und der Geländekante nordöstlich der nördlichen SWT die Durchlüftung eingeschränkt, so dass sich in diesen Bereichen die Luftschadstoffe in größeren Konzentrationen anreichern können. In allen anderen Bereichen des Plangebiets wird der Grenzwert der Immissionskenngrößen deutlich unterschritten.
- Im Bereich des Gewerbegebiets entlang der Donaustraße liegen die Konzentrationen der Immissionskenngrößen aufgrund des höheren Schwerverkehrsanteil etwas höher als in der Umgebung. Der prognostizierte Jahresmittelwert der Immissionskenngrößen an den Bürogebäuden ist dennoch unkritisch (siehe Tab. 6.1, Ergebnisse Aufpunkt P3).
- Auch im Wohngebiet am Rüsternweg werden die Grenzwerte der Immissionskenngrößen trotz unmittelbarer Nähe zur stark befahrenen SWT deutlich unterschritten (vgl. Aufpunkt P4 und P5). Eine 4 m senkrechte Geländekante zusammen mit der 5 m hohen Lärmschutzwand trennen SWT und Wohnsiedlung voneinander, sodass die Luftschadstoffe aufgrund der eingeschränkten Durchlüftung über der Fahrbahn verweilen und ihre Ausbreitung in Richtung der Wohngebäude eingeschränkt wird.
- Im Bereich des Aufpunktes P6 werden die Grenzwerte aufgrund des ausreichenden Abstands zur Fahrbahn der Straße „Am Finkenbrunn“ ebenfalls eingehalten.
- Beim **Prognose-Planfall** werden im Vergleich zum Prognose-Nullfall keine signifikanten Veränderungen der Immissionen prognostiziert. Der insgesamt gute Luftaustausch im Planungsgebiet verhindert die Anreicherung hoher Luftschadstoffkonzentrationen über den Fahrspuren und der unmittelbaren Umgebung. Im Bereich der A73 im südlichen Plangebiet ist eine deutliche Verbesserung der lufthygienischen Situation zu erkennen. Diese ist auf die neue Zu- und Abfahrtssituation sowie den dreispurigen Ausbau der Autobahn zurückzuführen.
- Nach der Realisierung der Planung wird an den Wohngebäuden im Plangebiet keine signifikante Verschlechterung der lufthygienischen Situation eintreten (vgl. Werte der Tabellen 6.1 und 6.2).

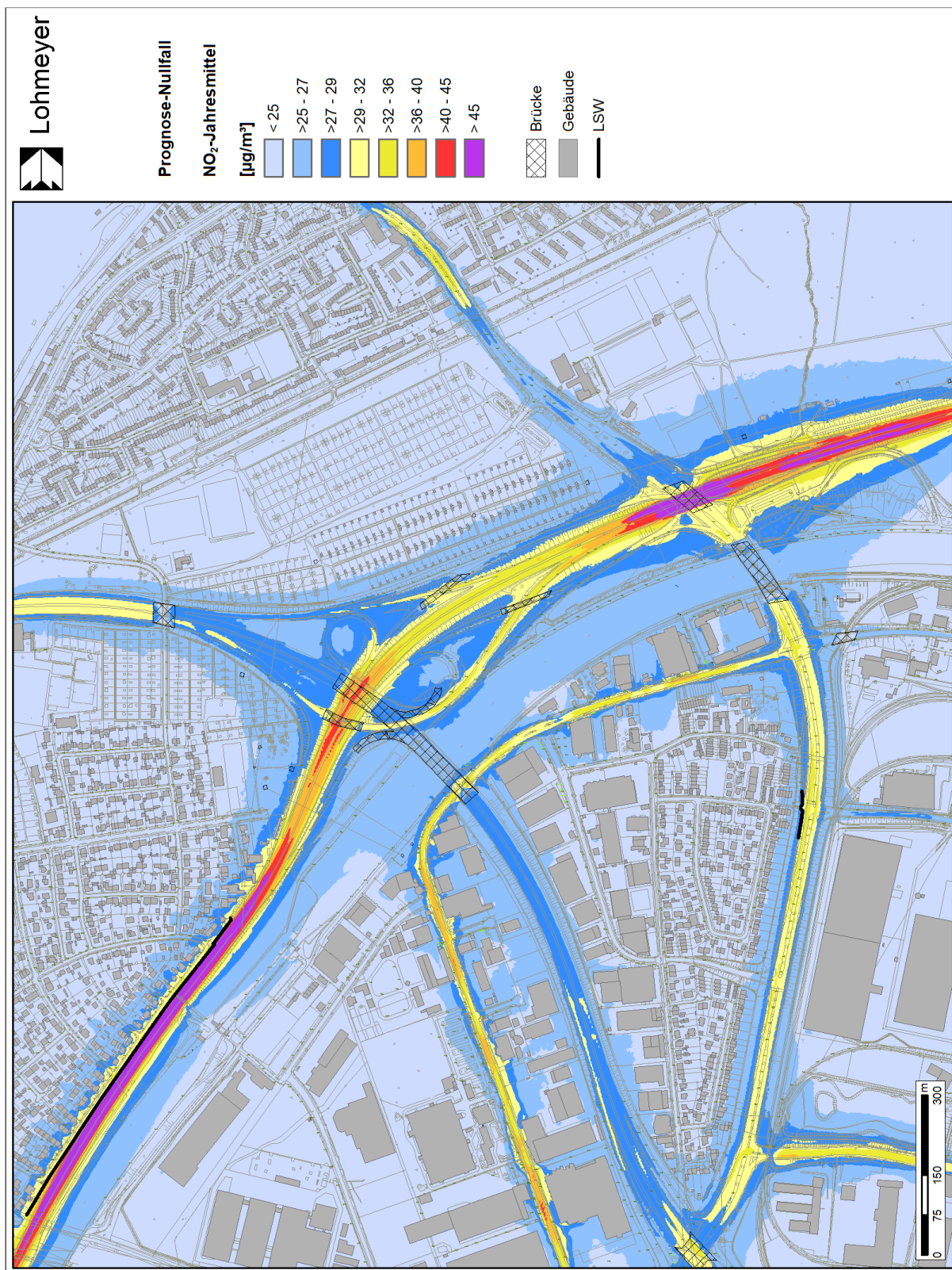


Abb. 6.4: NO₂-Jahresmittelwerte für den Prognose-Nullfall

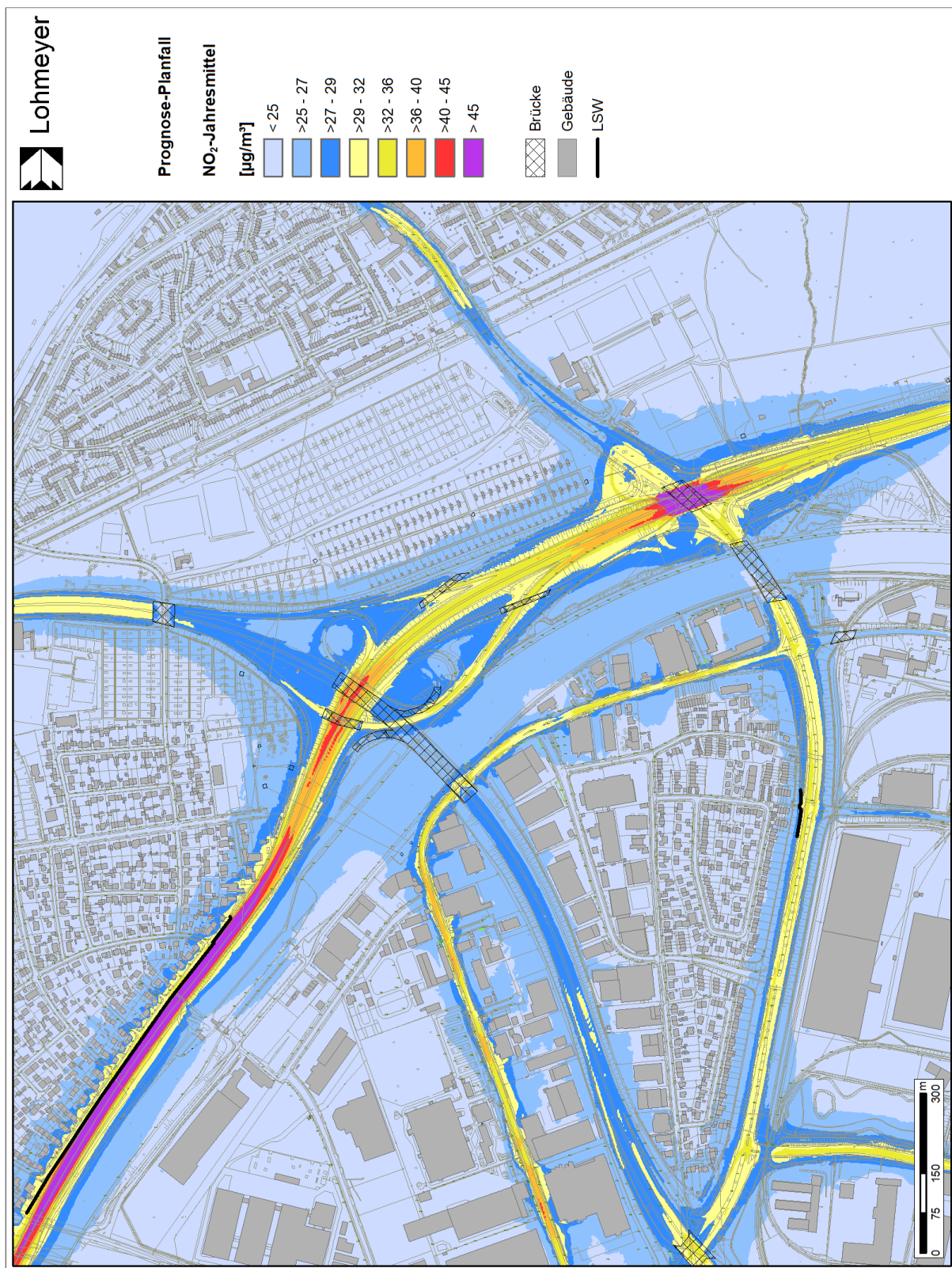


Abb. 6.5: NO₂-Jahresmittelwerte für den Prognose-Planfall

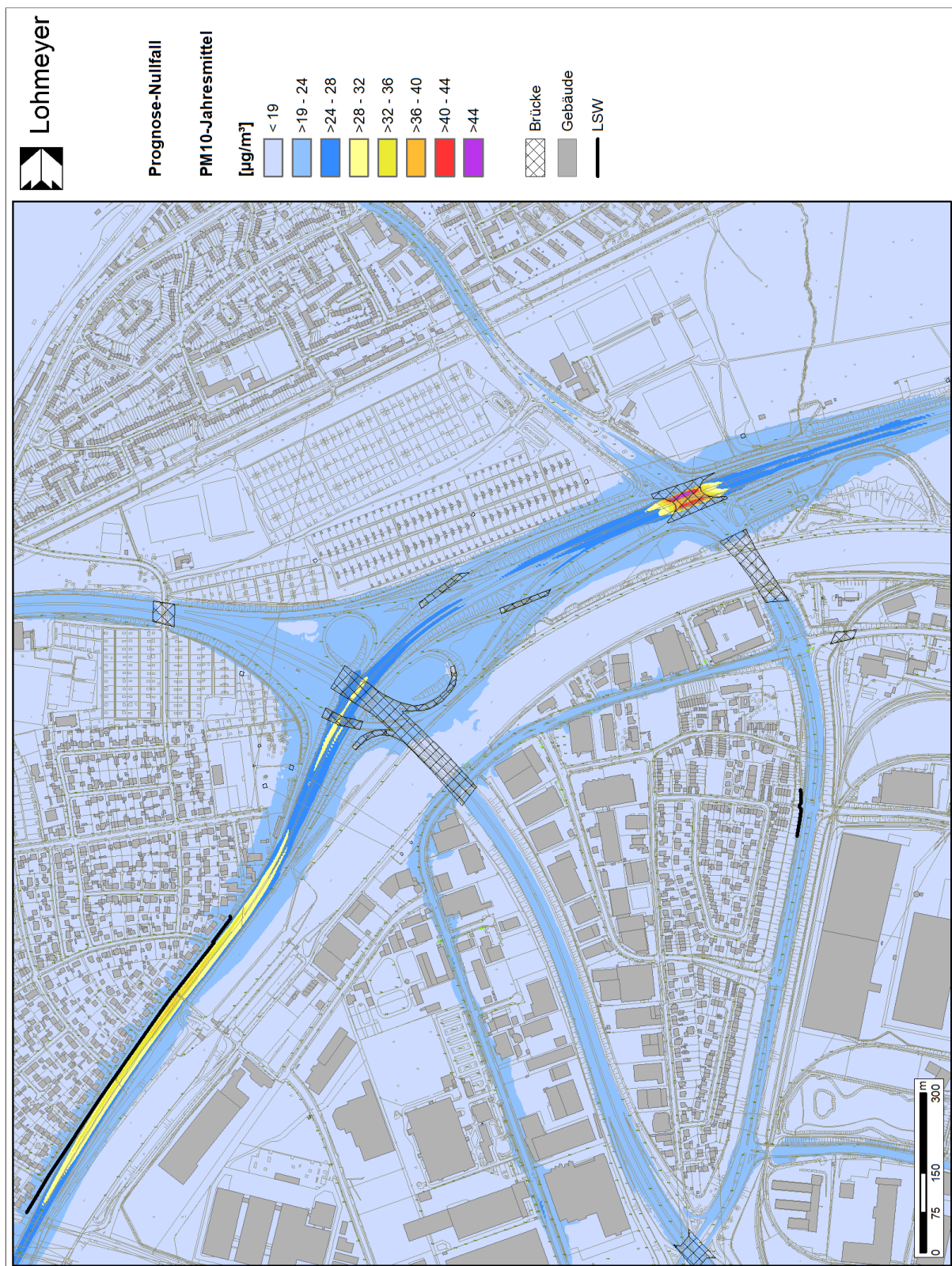


Abb. 6.6: PM10-Jahresmittelwerte für den Prognose-Nullfall

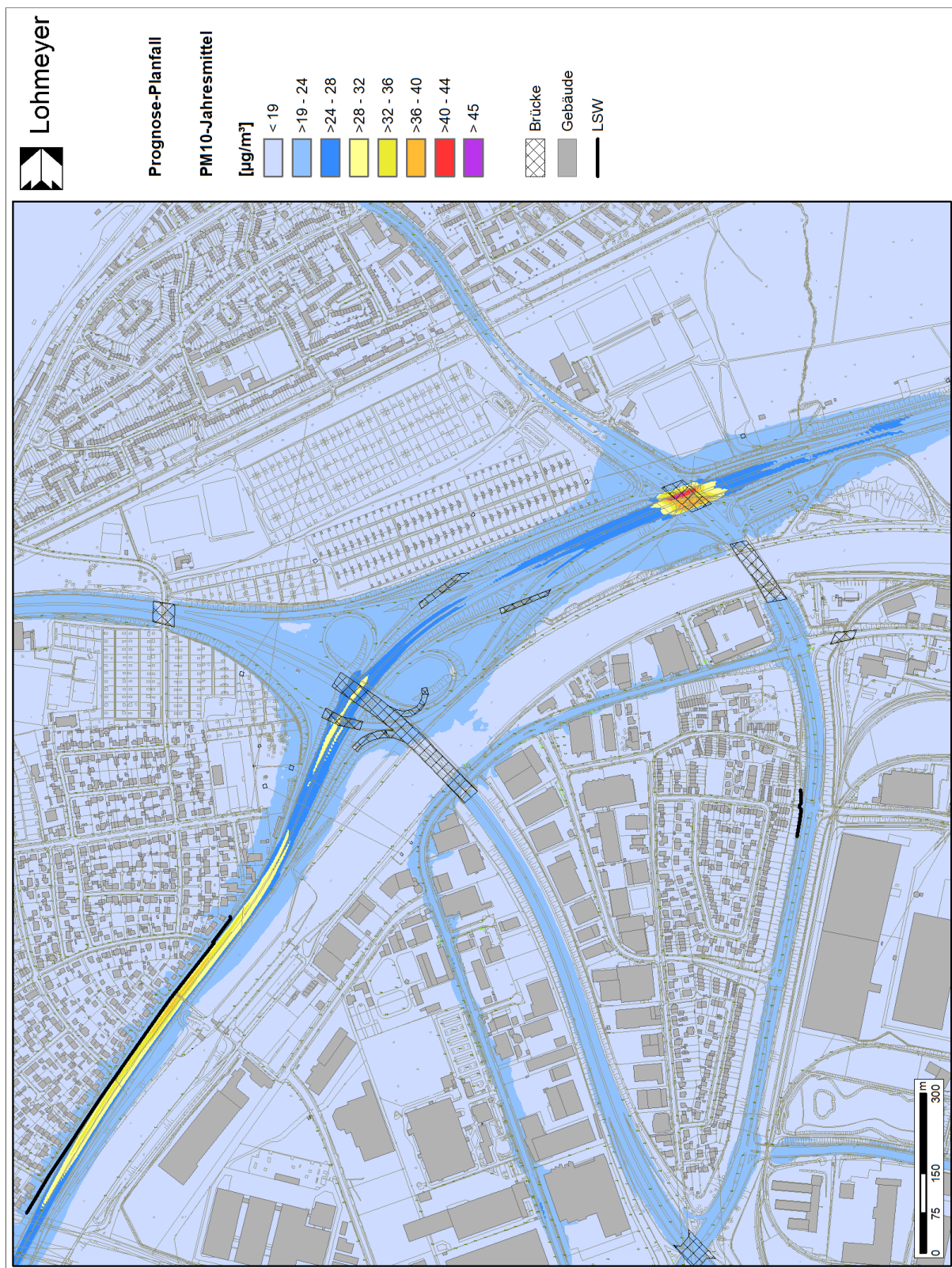


Abb. 6.7: PM10-Jahresmittelwerte für den Prognose-Planfall

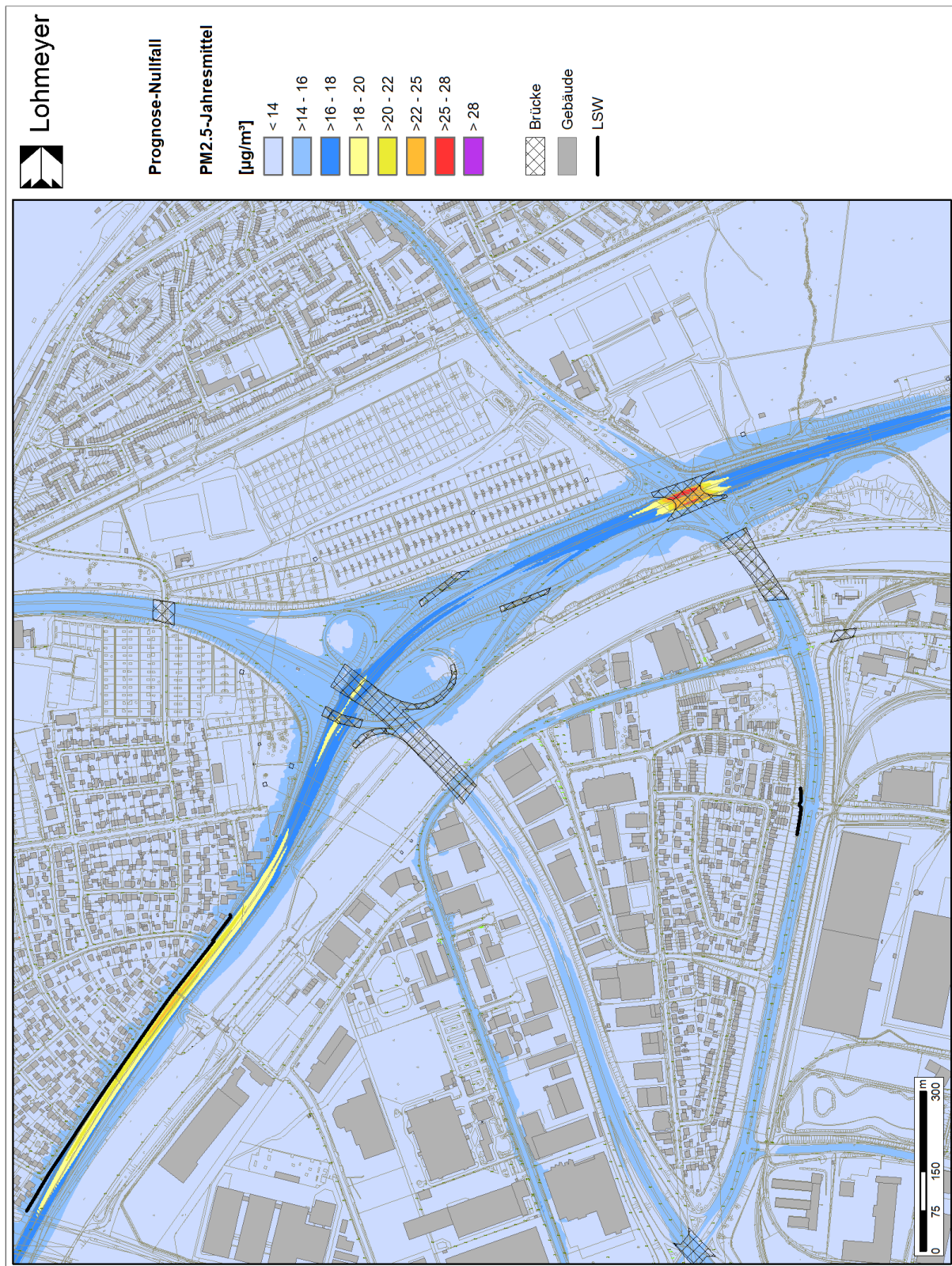


Abb. 6.8: PM2.5-Jahresmittelwert für den Prognose-Nullfall

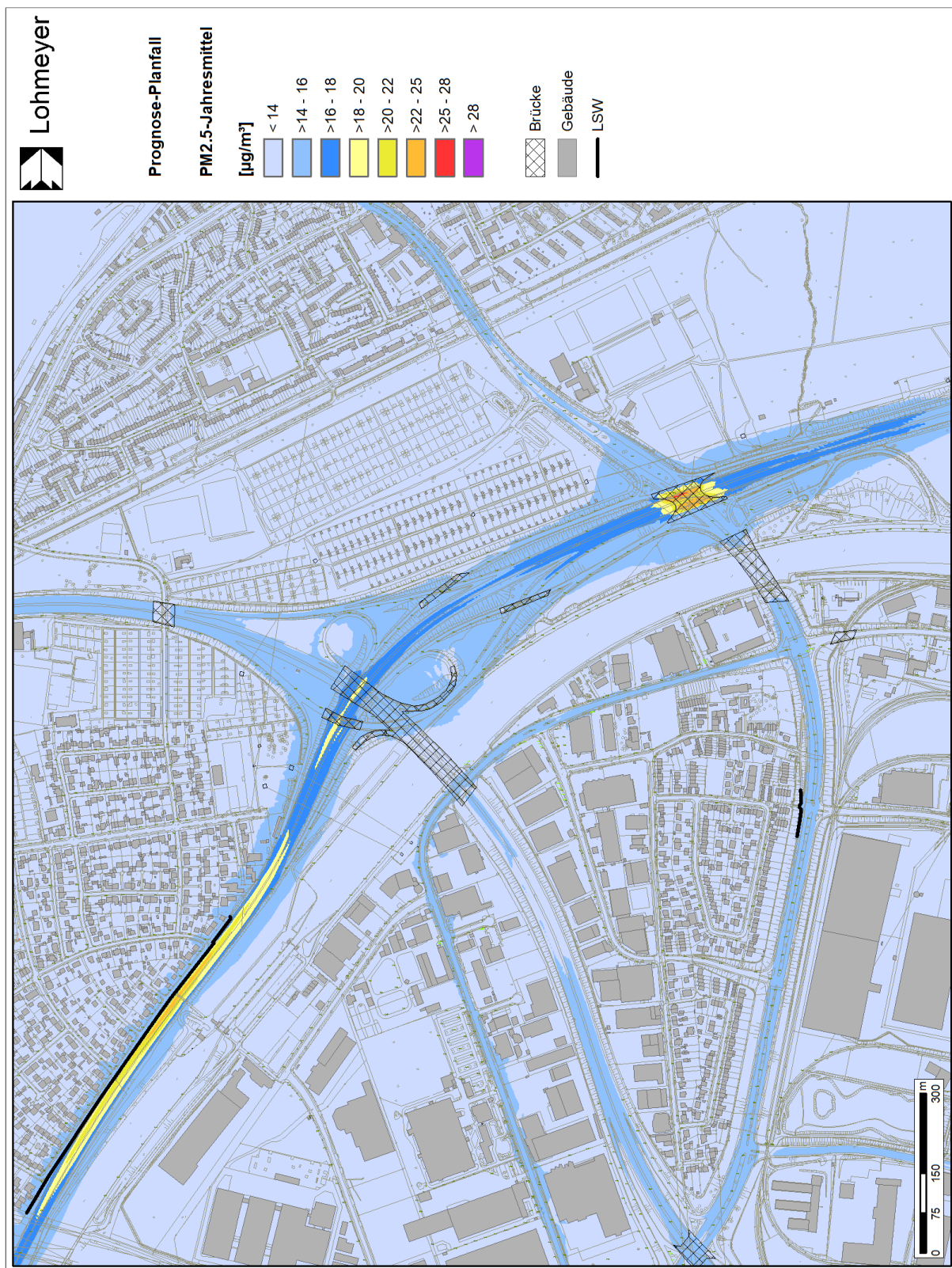


Abb. 6.9: PM2.5-Jahresmittelwerte für den Prognose-Planfall

6.2 Fazit

Die Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen, die mit dem mikroskaligen Windfeld- und Ausbreitungsmodell MISKAM durchgeführt wurden, belegen, dass für den Prognose-Nullfall und für den Prognose-Planfall die untersuchten Schadstoffkonzentrationen (NO₂-Jahresmittelwert, NO₂-Stundengrenzwert, PM10-Jahresmittelwert, PM10-Tagesmittelwert und PM2.5-Jahresmittelwert) in allen beurteilungsrelevanten Bereichen deutlich unter den Grenzwerten der 39. BImSchV liegen und oftmals nur unwesentlich über der städtischen Hintergrundbelastung liegen.

Aus lufthygienischer Sicht steht einer Realisierung der Planung somit nichts entgegen.

7 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV), Neufassung vom 4. Juni 2007. In: BGBl Jahrgang 2007 Teil I Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 12.06.2007 (nach 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 (nach Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- Bachhiesl, M., Narodoslawsky, M., Sturm, P.-J. (2002): Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen. UVP-report 1+2/2002.
- Bächlin et al. (2008): Untersuchungen zu Stickstoffdioxid-Konzentrationen, Los 1 Überprüfung der Rombergformel. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 60976-04-01. Gutachten im Auftrag von: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- Balla, S; Uhl, R.; Schlutow, A.; Lorentz, H.; Förster, M.; Becker, C.; Müller-Pfannstiel, K.; Lüttmann, J.; Scheuschner, Th.; Kiebel, A.; Düring, I. und Herzog, W. (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Bericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Band 1099; BMVBS Abteilung Straßenbau, Bonn; Carl Schünemann Verlag, Bremen; 2013.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, H. 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM₁₀-Emissionen an Außerortsstraßen mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM₁₀-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungs-

- rechnungen (Düring, I., Bösing, R., Lohmeyer, A.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 125, ISBN 3-86509-307-8, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- Bäumer, D. (2003): Transport und chemische Umwandlung von Luftschadstoffen im Nahbereich von Autobahnen - Numerische Simulationen. Wissenschaftliche Berichte des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung der Universität Karlsruhe Nr. 32. Juni 2003.
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2020): http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf, bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.
- BWPLUS (2003): Ermittlung der Feinstaubemissionen in Baden-Württemberg und Betrachtung möglicher Minderungsmaßnahmen. Schlussbericht BWE 20005 von Thomas Pregger und Rainer Friedrich vom Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) Universität Stuttgart, April 2003.
- CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007. EEA (European Environment Agency). Publish date: 5 Dec 2007. In: Technical report No 16/2007.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011).
- Düring, I., Lohmeyer, A. (2011): Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt 70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- 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.
- Eichhorn, J. (2005): MISKAM Handbuch zu Version 5.01. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim.
- Eichhorn, J. (2014): MISKAM Handbuch zu Version 6.3. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim, April 2014.
- FGSV (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung - RLuS 2012. Hrsg.: FGSV Verlag GmbH, Köln (ISBN 978-3-86446-047-0). Ausgabe 2012.

- FGSV (2019): Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen (HPSE) Stickstoffleitfaden Straße. Ausgabe 2019. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Köln. ISBN 978-3-86446-231-3.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Böisinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Buchmann, B. (2003): Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM10 and PM2.5 concentrations based on long-term Swiss monitoring data. Atmospheric Environment 37 (2003).
- GEVAS Humberg & Partner (2019): Verkehrsgutachten Hafenbrücken Nürnberg, März 2019.
- Hausberger, S. (2016): E-Mail vom 27.04.2016 von Stefan Hausberger zu den Korrekturfaktoren EURO 6, TU Graz.
- Herpertz, St., Tegethof, U. (2005): Untersuchungen zu Fremdstoffbelastungen im Straßenraum. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik Heft V 122, Mai 2005. ISBN 3-86509-280-2.
- Israël, G.W., Schlums, C., Treffeisen, R. Pesch, M. (1994): Rußimmissionen in Berlin, Herkunftsbestimmung - Kfz-Flottenemissionsfaktoren – Vergleichbarkeit von Probenahmemethoden. Fortschrittberichte VDI, Reihe Umwelttechnik, Nr. 152.
- Janicke (2019): Dispersion Model LASAT Version 3.4, Referenz Book. Janicke Consulting, Überlingen, Januar 2019.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.
- Kühlwein, Jörg (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.
- Kutzner, K., Diekmann, H. und Reichenbächer, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Lohmeyer (2012): Aktualisierung des MLuS 02 bzgl. Emission, Lärmschutzmodul, NO/NO2-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 (2016): Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 an 7 Standorten in Berlin. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit von Planungsbüro Dr. Hunger, Dresden und CAT Traffic, Cichon Automatisierungstechnik GmbH. Projekt 71183-15-10, April 2016. Gutachten im Auftrag von: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.
- Lohmeyer (2017): Handbuch WinMiskam ab Version 2017.5.4. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Stand: 01.08.2017.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.
- Lükewille, A., Bertok, I., Amann, M., Cofala, J., Gyarmas, F., Heyes, C., Karvosenoja, N., Klimont, Z., Schöpp, W. (2002): A Framework to Estimate the Potential and Costs for the Control of Fine Particulate Emissions in Europe. IIASA – International Institute for Applied Systems Analysis, Interim Report IR-01-023.
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J. B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460.
http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR460.PDF.
- Romberg, E., Niemann, H.-J. und Brilon, W. (1986): Windkanaluntersuchungen über die Ausbreitung von Abgasen an Hochleistungsstraßen. 3. Teilstudie. Forschungsbericht im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen vom Institut für Konstruktiven Ingenieurbau und Lehrstuhl für Verkehrswesen I, Ruhruniversität Bochum.
- Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlußbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- 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).

- Stern, R., Yamartino, R. J. (2001): Development and first evaluation of micro-calgrid: a 3-D, urban-canopy-scale photochemical model. *Atmospheric Environment* 35, S149-S165, ISSN: 13522310
- TREMOT (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- TA Luft (1986): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 27. Februar 1986 (GMBL., 37. J., Nr. 7, S. 95-143).
- TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft). GMBL. 2002, Heft 25 - 29, S. 511 - 605.
- UBA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1. (HBEFA 4.1) (aktualisierte Version vom 03.11.2019). 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 1 (2016): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gaußsches Fahnmodell zur Bestimmung von Immissionskenngößen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 1. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Januar 2016.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), Düsseldorf, Mai 2020.
- VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie - Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017
- VDI 3945 Blatt 3 (2020): Umweltmeteorologie. Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikelmodell. Richtlinie VDI 3945 Blatt 3. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) - Normenausschuss, Düsseldorf, April 2020.

- Wiedmann, T., Kersten, J., Ballschmiter, K. (2000): Art und Menge von stofflichen Emissionen aus dem Verkehrsbereich, Literaturstudie. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart, Arbeitsbericht Nr. 146/Mai 2000. ISBN 3-932013-84-0, ISSN 0945-9553.
- Wunderlin, D., Klaus, T., Schneider, A., Schläpfer, K. (1999): Emissionsfaktoren ausgewählter Nichtlimitierter Schadstoffe im Straßenverkehr. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Arbeitsunterlage 12, März 1999.

A N H A N G A1:
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 (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (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 NO_2 , 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 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 PM_{10} -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 ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen/Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m ³	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. In der 39. BImSchV wurden u. a. die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben wurden. 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.

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen PM2.5-Jahresmittelwert von 25 µg/m³ aus, der seit dem Jahr 2015 ein Grenzwert ist.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM2.5-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM2.5-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 PM2.5-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20 %, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m³ 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.

A1.4 Schutz der Vegetation

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide (NO_x) von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Dieser „kritische Wert“ ist ein auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse festgelegter Wert, dessen Überschreitung unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann. Die Erfassung und Anwendung ist für Bereiche vorbehalten, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind.

A N H A N G A2:
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSER-
MITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2 AUSBREITUNGSRECHNUNG MIT MISKAM / LATRANS-KOPPELUNG

A2.1 MISKAM und LATRANS

Die Berechnungen erfolgen mit dem Strömungsteil des prognostischen Rechenmodells MISKAM in Version 6.3 (Eichhorn, 2014) und dem nachgeschalteten Lagrange-Ausbreitungsmodell LATRANS, das die in der Richtlinie VDI 3945, Blatt 3 (2000) genannten Anforderungen erfüllt. Der Strömungsteil von MISKAM ermöglicht die realitätsnahe Modellierung der Umströmung von Gebäuden und liefert die für die Lagrange-Ausbreitungsrechnung benötigten dreidimensionalen Windfelder und Turbulenzgrößen (turbulente kinetische Energie, turbulenter Austauschkoefizient).

Bei den Berechnungen der Windfelder und Turbulenzgrößen wurden die Hinweise aus Eichhorn (2014) sowie der VDI-Richtlinie für prognostische Modelle (VDI 3783 Blatt 9, (2005)) beachtet.

Das Lagrange-Ausbreitungsmodell LATRANS wurde in den Jahren 1995 bis 1997 im Institut für Umweltschutz des RWTÜV in Essen entwickelt, mit dem Ziel die Ausbreitung von KFZ-Emissionen auf der Grundlage von MISKAM-Strömungsfeldern realitätsnah zu berechnen. Nach der programmtechnischen Umsetzung wurde eine sorgfältige Modellvalidierung vorgenommen. Hierzu wurden umfangreiche Rechnungen durchgeführt, um die rechnerisch ermittelten Konzentrationswerte mit Ergebnissen aus Windkanalexperimenten zu vergleichen. Hierzu wurden unterschiedliche Quell- und Gebäudeanordnungen untersucht, die in den PEF-Projekten (Röckle und Richter (1995), Schädler et al. (1996): und Horsch, et al. (1997)) dokumentiert sind. Hierbei ergaben sich gegenüber dem in MISKAM integrierten Euler-Ausbreitungsmodell zum Teil signifikante Verbesserungen der Prognosegenauigkeit.

A2.2 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.

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, Emissions-faktoren, 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_x-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 entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von ± 20 % aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle und 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 Gesamtmissionsbelastung geringer sind.

A N H A N G A3:
DOKUMENTATION DER EMISSIONEN



Abb. A3.1: Lage der Querschnitte

Prognose-Nullfall														
QS	Bez.	DTV	SV	Verkehrssituation	Neigung	LOS-1	LOS-2	LOS-3	LOS-4	LOS-5	NO _x	NO ₂	PM10	PM2.5
		[Kfz/d]	[%]		+/- [%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]
1	Hauptfahrbahn Südwesttangente	81610	11.6	IOS-AB80	0	19	50.7	15.1	15.3	0	252.3	69.4	44.0	21.4
2	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Frankenschnellweg (SW)	5160	16.7	AOS-FernC80	3.8	100	0	0	0	0	19.1	5.4	3.1	1.4
3	Abfahrt Frankenschnellweg (NO) auf Südwesttangente (NW)	3680	5.7	IOS-FernC60	4	100	0	0	0	0	4.5	1.3	1.6	0.8
4	Hauptfahrbahn Südwesttangente, östlich QS2 und QS3	72770	11.5	IOS-AB80	0	25.3	63.6	11.1	0	0	162.6	44.6	38.7	17.9
5	Hauptfahrbahn Südwesttangente, östlich QS6 und QS7	55280	11.0	IOS-AB80	0	45.8	54.2	0	0	0	104.6	28.7	29.0	13.0
6	Abfahrt Frankenschnellweg (SW) auf Südwesttangente (NW)	4820	23.4	IOS-Sam40	2.9	53.4	46.6	0	0	0	27.5	7.2	4.7	1.9
7	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Frankenschnellweg (NO)	2310	6.5	IOS-Sam40	2.9	100	0	0	0	0	7.7	2.0	1.1	0.7
8	Abfahrt Südwesttangente (SO) auf Frankenschnellweg (NO)	14680	8.3	IOS-AB80	2.1	41.7	58.3	0	0	0	32.2	9.1	7.3	3.3
9	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Hafenstr./Finkenbrunn	5590	7.7	IOS-AB80	1.4	100	0	0	0	0	11.1	3.1	2.7	1.2
10	Abfahrt Frankenschnellweg (NW) auf Hafenstr./Finkenbrunn	2620	19.5	IOS-FernC60	3	100	0	0	0	0	10.3	2.8	1.7	0.9
11	Abfahrt Frankenschnellweg (NO) auf Südwesttangente (SO)	20250	10.3	IOS-FernC60	0	50.3	49.7	0	0	0	53.7	14.7	13.2	5.7
12	Auffahrt Hafenstr./Finkenbrunn auf Frankenschnellweg (NO)	1580	25.3	IOS-AB80	1.4	100	0	0	0	0	8.1	2.2	1.1	0.5
13	Auffahrt Hafenstr./Finkenbrunn auf Südwesttangente (NW)	4770	10.9	IOS-AB80	3.2	100	0	0	0	0	8.5	2.3	2.4	1.0
14	Hauptfahrbahn Südwesttangente, Höhe Hafenstr./Finkenbrunn	90210	10.4	IOS-AB80	0	27	46.7	11.6	7.6	7.2	270.6	74.7	47.4	22.9
15	Auffahrt Hafenstraße auf Südwesttangente (SO)	7250	31.3	IOS-HVS50	0	43.7	56.3	0	0	0	58.4	15.4	9.5	3.4
16	Auffahrt Finkenbrunn auf Südwesttangente (SO)	3250	5.8	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	8.8	2.4	1.6	0.9
17	Abfahrt Südwesttangente (SO) auf Hafenstraße	7730	26.5	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	52.8	14.0	7.1	3.3
18	Abfahrt Südwesttangente (SO) auf Finkenbrunn	3770	4.2	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	9.1	2.5	1.7	1.0
19	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Hafenstraße	3880	22.9	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	23.3	6.2	2.8	1.5
20	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Finkenbrunn	4410	1.6	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	8.2	2.2	1.7	1.1
21	Auffahrt Hafenstraße auf Südwesttangente (NW)	2980	28.2	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	20.9	5.5	2.3	1.3
22	Auffahrt Finkenbrunn auf Südwesttangente (NW)	3370	2.4	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	6.9	1.9	1.4	0.8
23	Frankenschnellweg, südlich Kreuz Nürnberg-Hafen	36620	14.1	AOS-FernC80	1.2	100	0	0	0	0	92.5	26.0	19.8	7.9
24	Frankenschnellweg, nördlich Kreuz Nürnberg-Hafen	71760	10.8	AOS-FernC80	0	44.9	53.8	1.3	0	0	150.9	42.6	35.9	15.7
25	Hafenstraße, westlich Donaustraße	24410	14.8	IOS-HVS50	0	61.2	38.8	0	0	0	113.0	30.1	18.8	8.3
26	Hafenstraße, östlich Donaustraße	34720	18.7	IOS-HVS50	0	69.1	30.9	0	0	0	187.9	49.9	29.8	12.8
27	Finkenbrunn	27760	3.6	IOS-HVS50	1.2	52.7	47.3	0	0	0	66.8	18.1	13.6	7.2

Tab. A3.1: Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnungen für den Prognose-Nullfall

Prognose-Planfall														
QS	Bez.	DTV	SV	Verkehrssituation	Neigung	LOS-1	LOS-2	LOS-3	LOS-4	LOS-5	NO _x	NO ₂	PM10	PM2.5
		[Kfz/d]	[%]		+/- [%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]
1	Hauptfahrbahn Südwesttangente	82200	11.5	IOS-AB80	0	18.8	50	15.1	11.8	4.3	260.2	71.6	44.3	21.6
2	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Frankenschnellweg (SW)	5120	17.4	AOS-FernC80	3.8	100	0	0	0	0	19.3	5.4	3.1	1.4
3	Abfahrt Frankenschnellweg (NO) auf Südwesttangente (NW)	3700	5.7	IOS-FernC60	4	100	0	0	0	0	4.6	1.3	1.6	0.9
4	Hauptfahrbahn Südwesttangente, östlich QS2 und QS3	73380	11.4	IOS-AB80	0	24.9	63.7	9.3	2.1	0	166.7	45.7	39.0	18.1
5	Hauptfahrbahn Südwesttangente, östlich QS6 und QS7	55990	11	IOS-AB80	0	45.1	54.9	0	0	0	105.7	29.0	29.3	13.1
6	Abfahrt Frankenschnellweg (SW) auf Südwesttangente (NW)	4820	22.8	IOS-Sam40	3.1	53.5	46.5	0	0	0	26.2	6.9	4.6	1.9
7	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Frankenschnellweg (NO)	2250	6.7	IOS-Sam40	3.1	100	0	0	0	0	7.7	2.0	1.1	0.6
8	Abfahrt Südwesttangente (SO) auf Frankenschnellweg (NO)	14680	8.2	IOS-AB80	2.1	41.8	58.2	0	0	0	32.1	9.1	7.3	3.3
9	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Hafenstr./Finkenbrunn	5640	7.6	IOS-AB80	1.4	100	0	0	0	0	11.1	3.2	2.8	1.2
10	Abfahrt Frankenschnellweg (NW) auf Hafenstr./Finkenbrunn	2620	19.5	IOS-FernC60	3	100	0	0	0	0	10.3	2.8	1.8	0.9
11	Abfahrt Frankenschnellweg (NO) auf Südwesttangente (SO)	20800	10	IOS-FernC60	0	49	51	0	0	0	54.5	15.0	13.5	5.8
12	Auffahrt Hafenstr./Finkenbrunn auf Frankenschnellweg (NO)	1600	25	IOS-AB80	1.4	100	0	0	0	0	8.1	2.2	1.1	0.5
13	Auffahrt Hafenstr./Finkenbrunn auf Südwesttangente (NW)	4680	11.1	IOS-AB80	0	100	0	0	0	0	8.9	2.4	2.5	1.1
14	Hauptfahrbahn Südwesttangente, Höhe Hafenstr./Finkenbrunn	91470	10.3	IOS-AB80	0	38.5	54.2	3.6	3.7	0	193.4	53.2	47.3	21.6
15	Auffahrt Hafenstraße auf Südwesttangente (SO)	7290	31.1	IOS-HVS50	0	43.4	56.6	0	0	0	58.5	15.4	9.6	3.4
16	Auffahrt Finkenbrunn auf Südwesttangente (SO)	3720	5.9	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	10.3	2.8	1.8	1.0
17	Abfahrt Südwesttangente (SO) auf Hafenstraße	8750	25.9	IOS-Sam30	3.6	28.3	71.7	0	0	0	68.1	17.7	11.3	4.2
18	Abfahrt Südwesttangente (SO) auf Finkenbrunn	3870	4.4	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	9.5	2.6	1.8	1.0
19	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Hafenstraße	3410	25.2	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	22.4	5.9	2.9	1.4
20	Abfahrt Südwesttangente (NW) auf Finkenbrunn	4850	1.6	IOS-HVS50	0	82.6	17.4	0	0	0	9.4	2.6	2.0	1.2
21	Auffahrt Hafenstraße auf Südwesttangente (NW)	3070	27.4	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	21.4	5.7	2.7	1.3
22	Auffahrt Finkenbrunn auf Südwesttangente (NW)	3210	2.5	IOS-HVS50	0	100	0	0	0	0	6.6	1.8	1.3	0.8
23	Frankenschnellweg, südlich Kreuz Nürnberg-Hafen	37180	13.8	AOS-FernN100	1.1	70.4	29.6	0	0	0	96.7	27.2	19.9	7.6
24	Frankenschnellweg, nördlich Kreuz Nürnberg-Hafen	72891	10.5	AOS-FernN100	0	43	55.7	1.3	0	0	148.6	42.2	36.1	14.3
25	Hafenstraße, westlich Donaustraße	24636	15	IOS-HVS50	0	61.7	38.3	0	0	0	115.2	30.6	19.1	8.4
26	Hafenstraße, östlich Donaustraße	35260	18.9	IOS-HVS50	0	28.9	71.1	0	0	0	201.1	53.4	36.5	13.2
27	Finkenbrunn	28390	3.4	IOS-HVS50	1.2	50.1	49.9	0	0	0	72.5	20.0	14.0	7.4

Tab. A3.2: Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnungen für den Prognose-Planfall

A N H A N G A4:
KOHLENDIOXID-EMISSIONEN (CO₂)

Ergänzend zu den Luftschadstoffen hinsichtlich der menschlichen Gesundheit sind im Rahmen eines Umweltberichts Aussagen die Auswirkungen der Planung auf die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen erforderlich. Betrachtet werden die klimarelevanten Anteile der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen, d.h. ohne den Anteil der CO₂-Emissionen, der auf den Biokraftstoffanteil am Gesamtkraftstoff zurückgeführt werden kann.

Hierbei werden die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen des Prognose-Planfalls nach Realisierung des Bauvorhabens mit den CO₂-Emissionen des Prognose-Nullfalls vor Realisierung des Bauvorhabens verglichen. Die Bestimmung der Emissionen erfolgt für den Bereich des Straßennetzes von Nürnberg, der für die Untersuchung über die Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Luftschadstoffbelastung im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit herangezogen wurde (**Abb. A3**).

Die Emissionsbestimmung erfolgt auf Grundlage der übergebenen Verkehrsdaten (GEVAS, 2019), der angesetzten Verkehrssituationen (**Tab. A3.1 und Tab. A3.2**) und der Emissionsfaktoren des HBEFA4.1 für Kohlendioxid für das Bezugsjahr 2030. Das HBEFA umfasst sowohl Emissionsfaktoren für die verkehrsbedingte CO₂-Freisetzung insgesamt („total“) als auch Emissionsfaktoren für den klimarelevanten Anteil („reported“).

In **Tab. A4.1** sind die verwendeten Emissionsfaktoren für die herangezogenen Verkehrssituationen aufgeführt. Diese Angaben beziehen sich auf die Freisetzung von Kohlendioxid durch die Erzeugung der Antriebsenergie während des Betriebs der Kfz („Tank-to-Wheel“), hier durch die Verbrennung von Kraftstoff. Kohlendioxid, das während der Bereitstellung der Antriebsenergie freigesetzt wird („Well-to-Tank“) sind in den Angaben nicht enthalten, damit ist der Betrieb von Elektrofahrzeugen in der vorliegenden Untersuchung nicht mit Kohlendioxidfreisetzungen verbunden; der Anteil der Elektrofahrzeuge umfasst für das betrachtete Bezugsjahr knapp 7 %.

Für die beiden Untersuchungsfälle werden die CO₂-Gesamtemissionen ermittelt, die auf dem jeweiligen Straßennetz im Tagesverlauf durchschnittlich freigesetzt werden. Ergänzend zu den verkehrsbedingten CO₂-Emissionen werden auf Basis der durchschnittlichen täglichen Fahrten und der Streckenlänge die täglichen Kfz-Fahrleistungen in Kilometern berechnet.

Straßenparameter		Spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2030	
Verkehrssituation	Geschwindigkeit	CO ₂	
	PKW	LV	SV
IOS-AB80	79.0	108.067	487.155
AOS-FernN100	95.1	116.901	502.039
IOS-FernC60	57.2	118.283	456.874
AOS-FernC80	74.4	111.513	468.197
IOS-HVS50	42.9	133.834	547.183
IOS-HVS30	31.0	136.656	471.618
IOS-Sam40	38.0	129.598	540.240
IOS-Sam50	41.6	131.219	539.488

Tab. A4.1. Emissionsfaktoren in g/km für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2030

Im Prognose-Planfall ergeben sich im Untersuchungsgebiet gegenüber dem Prognose-Nullfall sowohl Zunahmen der Kfz-Fahrleistungen als auch der CO₂-Gesamtemissionen (**Abb. A4.1 und Abb. A4.2**). Diese Zunahme ist relativ gering und beträgt ca. 2 %. Im gesamten Jahresverlauf sind die genannten Zusammenhänge vergleichbar abgeleitet. Dabei wird während den Baumaßnahmen pro Jahr ca. 689 t Kohlendioxid zusätzlich durch die planungsbedingte Verkehrszunahme freigesetzt.

Für das Stadtgebiet von Nürnberg sind im „Klimaschutzfahrplan Nürnberg – 2020-2030“ (Stadt Nürnberg, 2020) Angaben über die prognostizierten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) u. a. für den Verkehrssektor enthalten und ausgedrückt als Kohlendioxidäquivalente. Dabei werden für den Verkehrssektor THG-Gesamtemissionen für das Jahr 2030 von ca. 615 000 t genannt. Die oben genannte jährliche Erhöhung von Kohlendioxidemissionen durch die planungsbedingte Verkehrszunahme führt somit zu einer Zunahme von deutlich weniger als 1 % der prognostizierten Kohlendioxid-Gesamtemissionen für 2030, die durch den Verkehrssektor im gesamten Stadtgebiet freigesetzt werden.

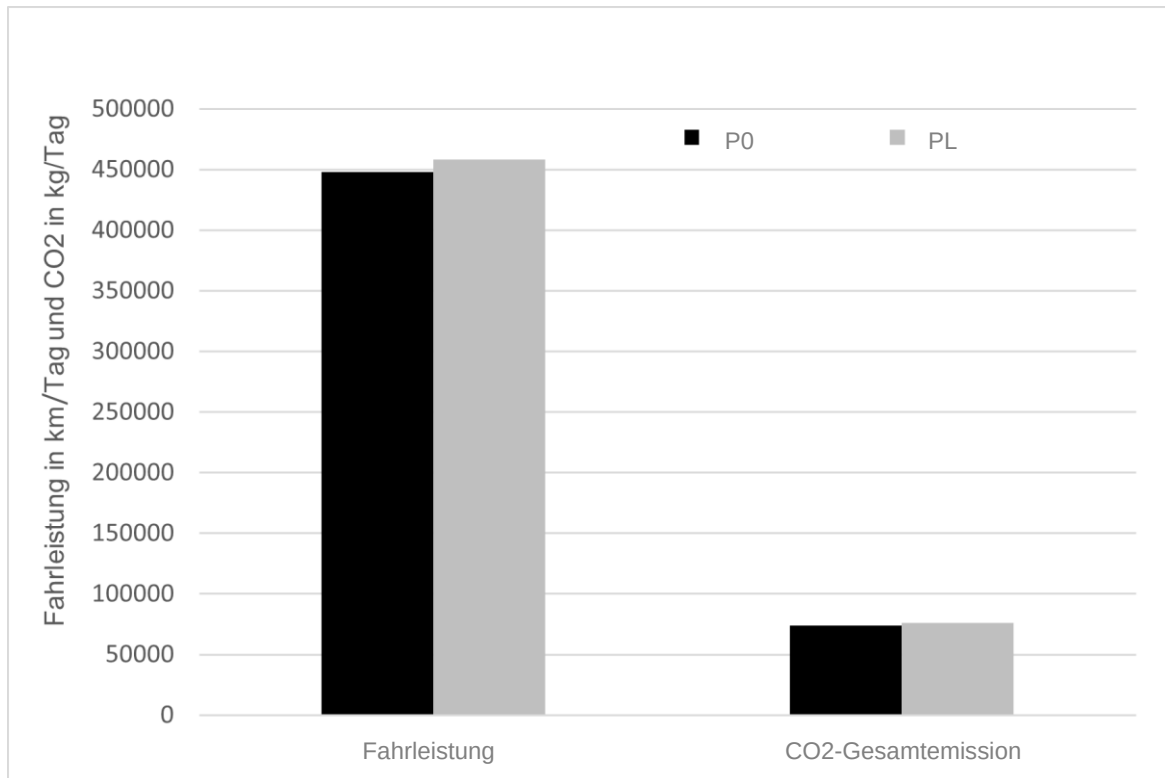


Abb. A4.1: Summe der klimarelevanten CO₂-Emissionen für Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet

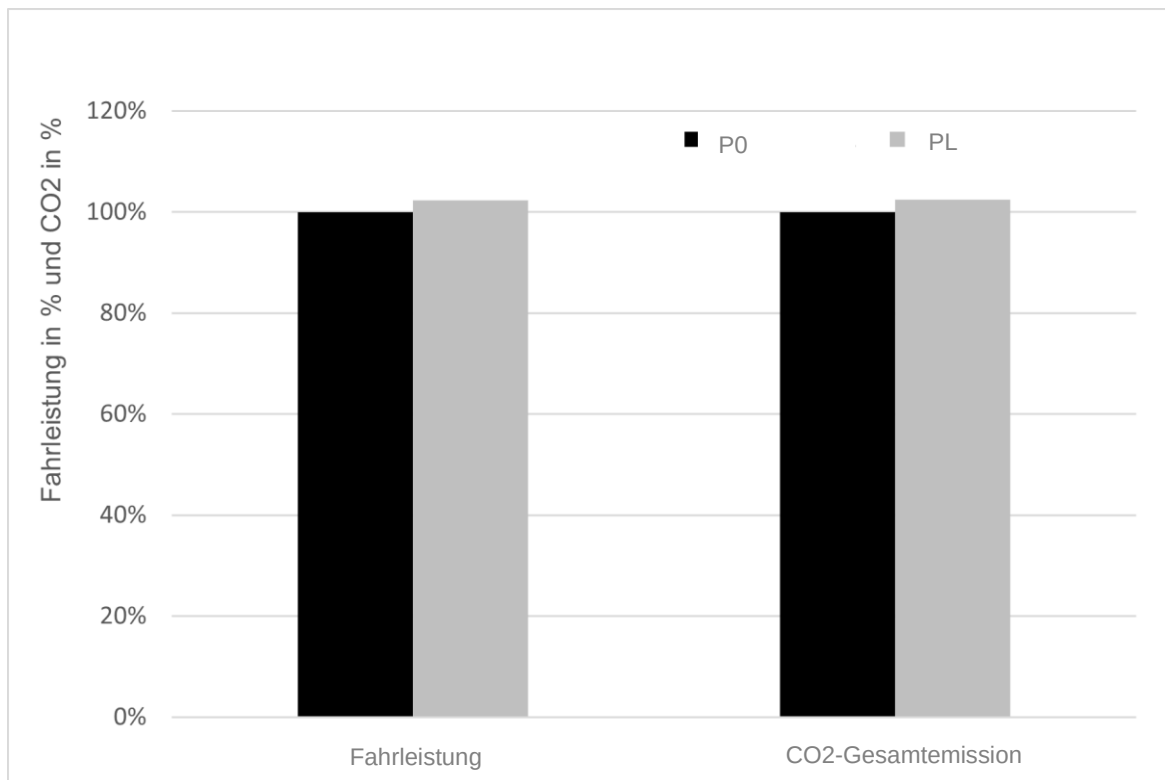


Abb. A4.2: Summe der mittlerem werktäglichen Kfz-Fahrleistungen