



Lohmeyer

BEBAUUNGSPLAN
„FRANZ-GEUER-STRASSE“ IN KÖLN-
EHRENFELD

- LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN -

Auftraggeber:

CORPUS SIREO Projektentwicklung Beteiligungs GmbH
Firmensitz Köln
Aachener Straße 186
50931 Köln

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dorsten

M.Sc. Geoinformatik S. Deimel

Dipl.-Met. G. Ludes

Dezember 2020 mit redaktionellen Änderungen vom Mai 2026
Projekt 30052-20-01 Berichtsumfang 49 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	AUFGABENSTELLUNG	5
3	VORGEHENSWEISE	8
	3.1 Betrachtete Schadstoffe	8
	3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	8
	3.3 Berechnungsverfahren MISKAM / LATRANS	10
	3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	11
4	EINGANGSDATEN	13
	4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	13
	4.2 Verkehrszahlen.....	16
	4.3 Meteorologische Daten.....	16
	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 Stickstoffdioxid (NO ₂).....	23
	6.2 Feinstaub (PM ₁₀)	26
	6.3 Feinstaub (PM _{2.5})	29
	6.4 Fazit	32
7	LITERATUR	33

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 Vorhabenträgerin CORPUS SIREO Projektentwicklung Beteiligungs-GmbH hat die Einleitung eines Verfahrens zur Aufstellung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanes gemäß §12 BauGB beantragt. Das beantragte Plangebiet umfasst das ca. 1.89 ha große Grundstück östlich der Franz-Geuer-Straße, südlich der Stammstraße und westlich der Bezirkssportanlage in Köln-Ehrenfeld, auf dem sich heute ein durch die Siemens AG genutzter Büro- / Gewerbestandort befindet.

Im Rahmen eines Luftschadstoffgutachtens soll für den Geltungsbereich des Bebauungsplans und die angrenzende Bebauung die lufthygienische Belastungssituation für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall ermittelt werden.

Betrachtet wurden die Komponenten Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}) hinsichtlich des Schutzes der Gesundheit. Die Beurteilung der errechneten Schadstoffkonzentrationen erfolgt anhand der bestehenden Grenzwerte der 39. BImSchV. Hierbei ist zu beachten, dass die Grenzwerte der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit erst dann ihre rechtliche Wirkung entfalten, wenn die Bevölkerung den entsprechenden Schadstoffkonzentrationen über einen Zeitraum ausgesetzt ist, der mit der Mittelungszeit des betreffenden Grenzwertes vergleichbar ist.

Auf der Grundlage der Emissionsfaktoren des HBEFA in seiner Version 4.1 (UBA, 2019) wurden die verkehrsbedingten Emissionen für das Bezugsjahr 2027 ermittelt.

Die Immissionsberechnung erfolgte durch eine Kombination einer Strömungsmodellierung mit MISKAM und einer nachgeschalteten Ausbreitungsrechnung mit dem Lagrange-Partikelmodell LATRANS (Beschreibung siehe Anhang A2). Die Schadstoffausbreitung wurde dabei flächenhaft für die Kombinationen aus Emissionssituationen, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und atmosphärischen Stabilitätsbedingungen unter Berücksichtigung der Bebauung und der Topographie simuliert.

Die berechnete Zusatzbelastung, verursacht vom Kfz-Verkehr, wurde mit der großräumig vorhandenen städtischen Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wurde auf Grundlage von Messdaten angesetzt. Die NO/NO₂-Konversion wurde mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wurde die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen belegen, dass für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall berechneten jahresmittleren Immissionswerte in den planungsrelevanten Bereichen für alle betrachteten Schadstoffkomponenten unterhalb der Grenzwerte der 39. BImSchV liegen.

Auch der PM10-Tagesmittelgrenzwert wird für die untersuchten Szenarien im gesamten Untersuchungsgebiet an der geplanten Bebauung deutlich unterschritten.

Lokal engbegrenzte Überschreitungen des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts treten beim Prognose-Nullfall und beim Prognose-Planfall aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens und ungünstiger Austauschbedingungen auf der Fahrbahn der Inneren Kanalstraße auf. Da Verkehrsteilnehmer diesen erhöhten Immissionen nur kurzzeitig ausgesetzt sind, ist die Überschreitung von Langzeitgrenzwerten im Straßenraum grundsätzlich unkritisch und daher nicht beurteilungsrelevant.

Da bei der Bestimmung der Immissionskenngößen konservative Randannahmen bezüglich einer zukünftig gleichbleibenden Hintergrundbelastung und der Annahme des Prognosejahrs 2027 als frühestmöglichen Zeitpunkt der Planungsrealisierung ist davon auszugehen, dass die tatsächlichen Immissionen nach der vollständigen Umsetzung der Planung geringer sein werden als rechnerisch ermittelt.

Da durch die Planung keine maßgeblichen Verschlechterungen der Luftqualität resultieren, gibt es aus lufthygienischer Sicht keine Bedenken gegen die Umsetzung des Vorhabens.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Vorhabenträgerin CORPUS SIREO Projektentwicklung Beteiligungs-GmbH hat die Einleitung eines Verfahrens zur Aufstellung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanes gemäß §12 BauGB beantragt. Das beantragte Plangebiet umfasst das ca. 1.89 ha große Grundstück östlich der Franz-Geuer-Straße, südlich der Stammstraße und westlich der Bezirkssportanlage in Köln-Ehrenfeld, auf dem sich heute ein durch die Siemens AG genutzter Büro- / Gewerbestandort befindet (vgl. **Abb. 2.1** und **2.2**). Diese Nutzung wird aufgegeben.

Die wesentlichen Entwicklungsziele der Vorhabenträgerin sind die Schaffung von ca. 450 Wohneinheiten, davon 30% (ca. 135) öffentlich gefördert gemäß dem Kooperativen Baulandmodell der Stadt Köln sowie ein urbanes, gemischt genutztes Quartier. Dazu soll auch ein städtebaulich relevanter Anteil gewerblicher Nutzflächen gehören. Eine ursprünglich ebenfalls geplante Kindertagesstätte ist seit Mai 2026 nicht mehr vorgesehen.

Im Rahmen der Planfeststellung wurde ein lufthygienisches Fachgutachten erstellt, um planungsbedingte Veränderungen der lufthygienischen Belastungssituationen im Bereich der Planung und der angrenzenden Wohnbebauung zu ermitteln.

Die lufthygienische Beurteilung der geplanten Maßnahmen erfolgte für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂), und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) im Vergleich mit den bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV für das Jahr 2027, dem Zeitraum der frühestmöglichen Realisierung der Planung.

Die Ausbreitungsrechnungen zur Bestimmung der Luftschadstoffimmissionen erfolgte mit dem Rechenmodell MISKAM. Hierbei wurden folgende Fälle betrachtet:

- **Prognose-Nullfall:** mit aktueller Bestandsbebauung und Berücksichtigung der Verkehrszahlen aus dem Jahr 2020
- **Prognose-Planfall:** mit geplanter Bebauung und Berücksichtigung der Zusatzverkehre für das Jahr 2027

Die Planbebauung wurde auf der Grundlage der uns zur Verfügung gestellten Pläne digitalisiert.

Eine Übersicht und Lage der Planung kann den folgenden Abbildungen entnommen werden.

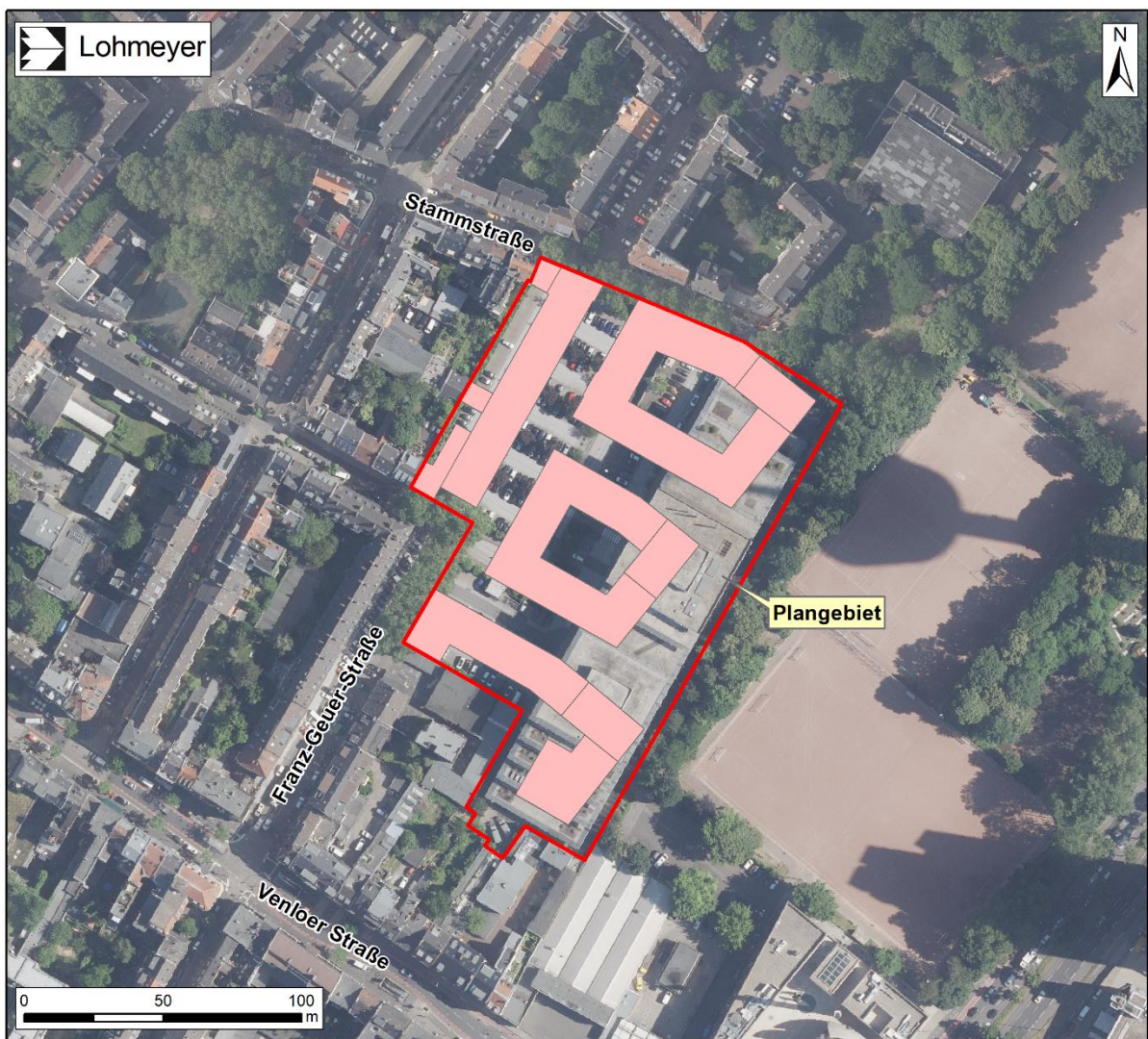


Abb. 2.1: Lage der geplanten Bebauung

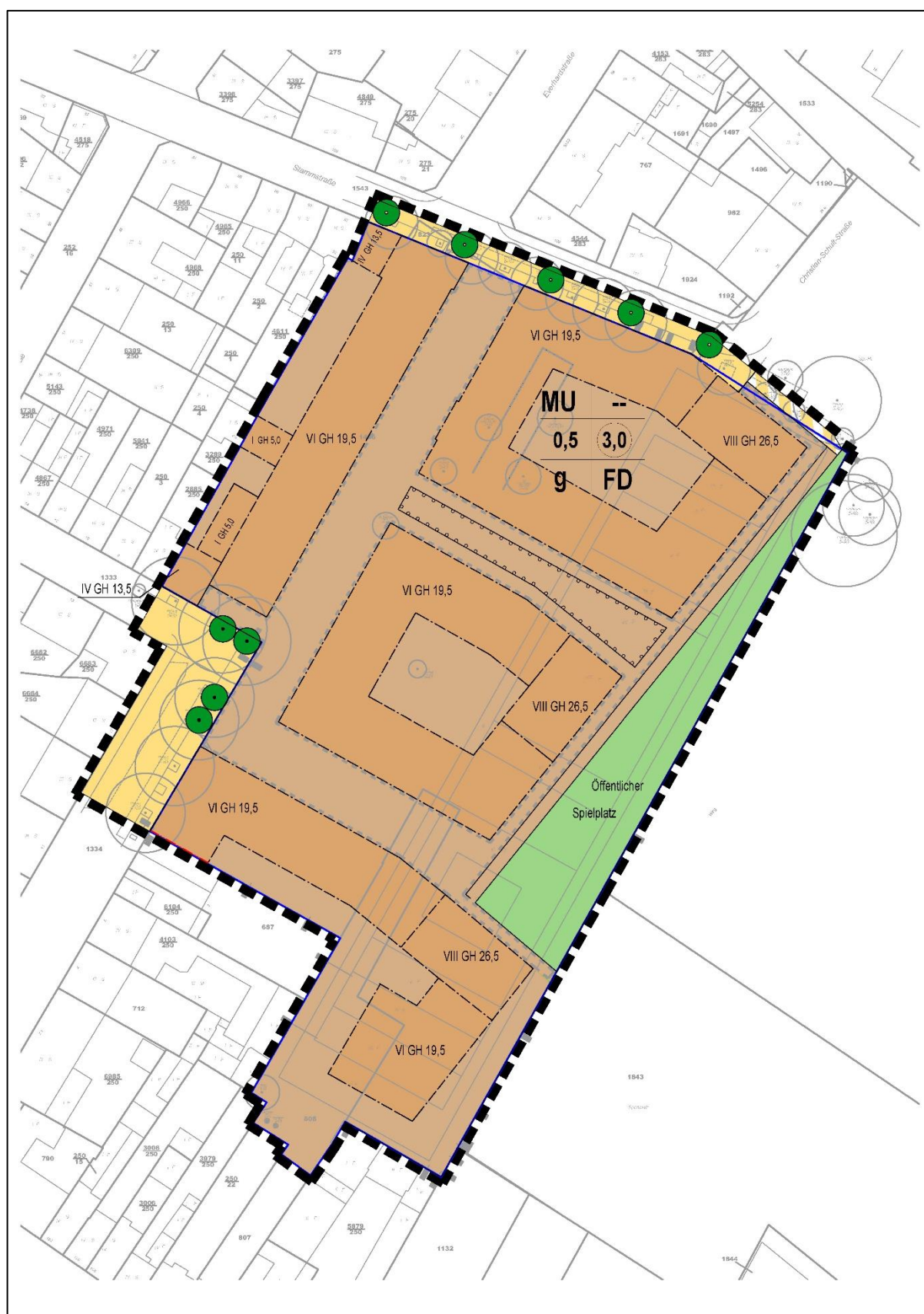


Abb. 2.2: Übersichtsplan (Planungsstand Mitte 2020)

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 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 2027 prognostizierten Verkehrsdaten aus der Verkehrsuntersuchung (emig-vs, 2020) werden für das Bezugsjahr 2027 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 1.5 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 **Abb. 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).

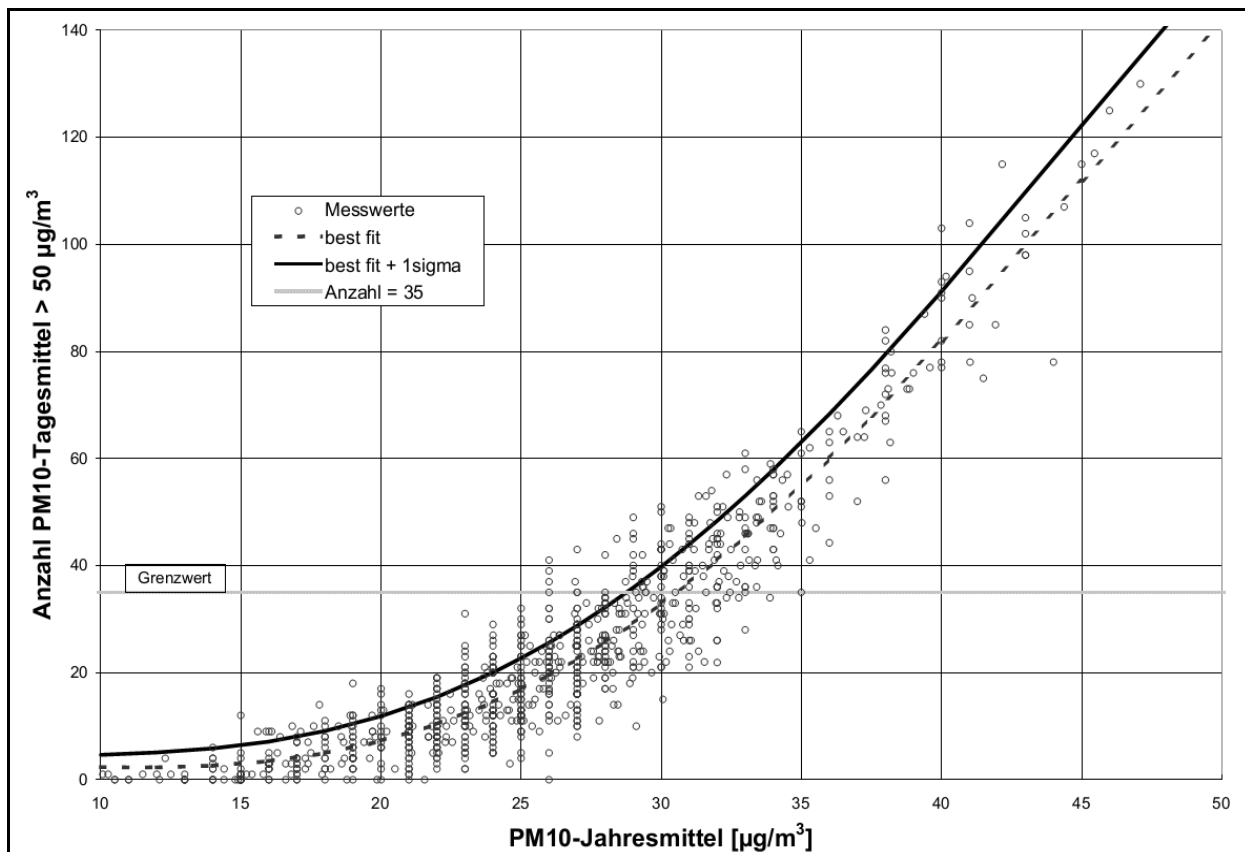


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit PM10-Konzentrationen von mehr als 50 µg/m³ im Tagesmittel in Abhängigkeit des PM10-Tagesmittelwerts für Messtationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen

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 in Form von Lage- und Höhenplänen (Stand 14.10.2020)
- Luftbilder und digitale Karten (Geoportal NRW)
- Verkehrsdaten (emig-vs, 2020)
- Lage und Höhen von Gebäuden (Geoportal NRW)
- Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes (Geoportal NRW)

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Der räumliche Geltungsbereich des Bebauungsplanes umfasst eine ca. 1.89 ha große Fläche im Kölner Ortsteil Ehrenfeld und liegt östlich der Franz-Geuer-Straße, südlich der Stammstraße und westlich der Bezirkssportanlage Köln-Ehrenfeld. Südlich der Planung verläuft die B59 / Venloer Straße. Die Verkehrserschließung soll hauptsächlich über die Franz-Geuer-Straße erfolgen.

Auf dem Plangebiet befindet sich derzeit ein Bürogebäude mit Parkflächen, an die nördlich, westlich und südlich vorhandene Wohnbaugrundstücke angrenzen.

Die Planung sieht auf der Fläche die Entwicklung eines urbanen, gemischt genutzten Quartiers mit ca. 450 Wohneinheiten vor. Der ruhende Verkehr wird in Tiefgaragen untergebracht. Das neue Quartier soll weitgehend autofrei sein, Durchgangsverkehre sollen unterbunden werden.

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei der Ausbreitungsrechnung berücksichtigte Straßennetz.

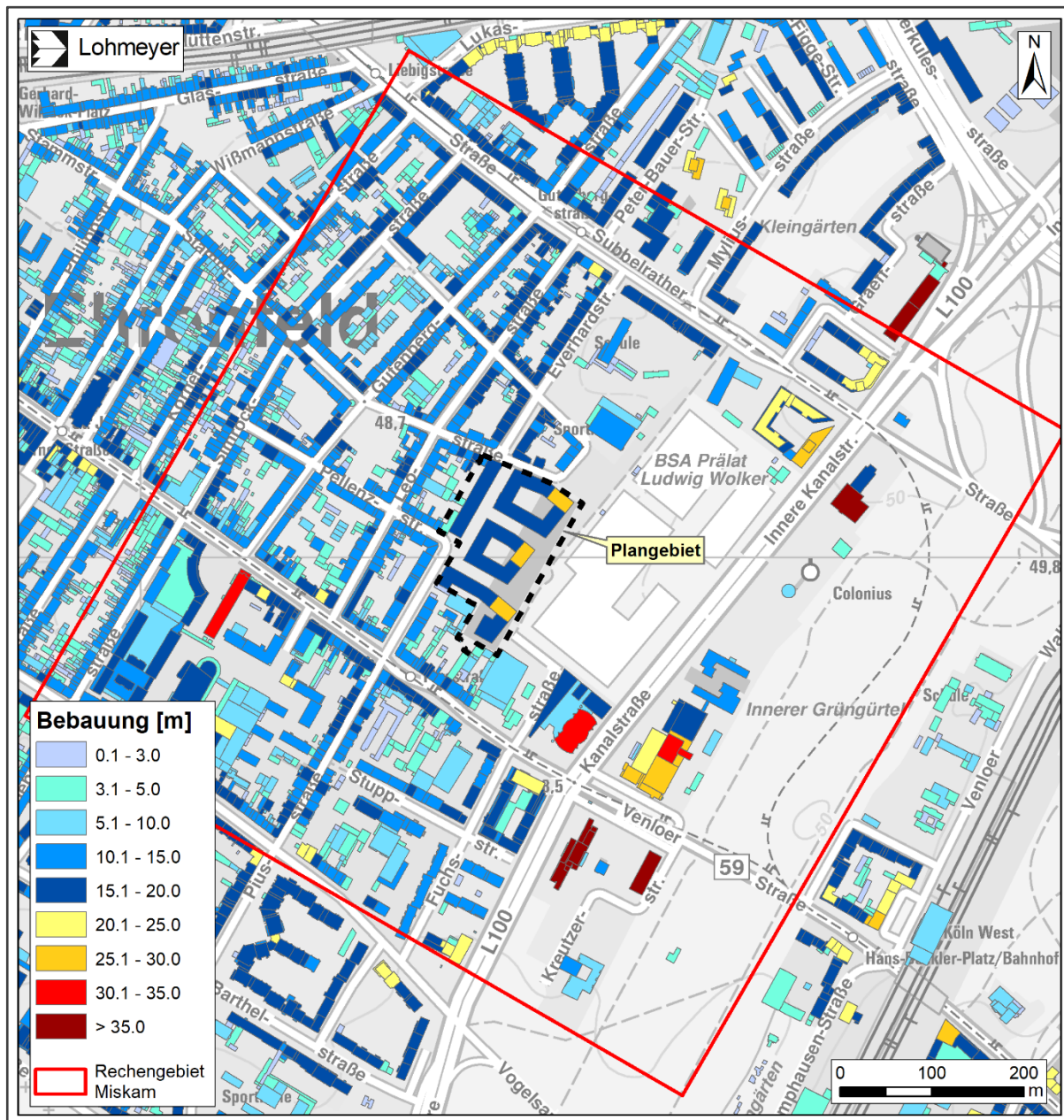


Abb. 4.1: Abgrenzung des MISKAM-Rechengebietes mit Abgrenzung des Bebauungsplan- gebiets und Lage der explizit berücksichtigten Straßenabschnitte

Die **Abb. 4.2** veranschaulicht die Bebauungssituation für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall.

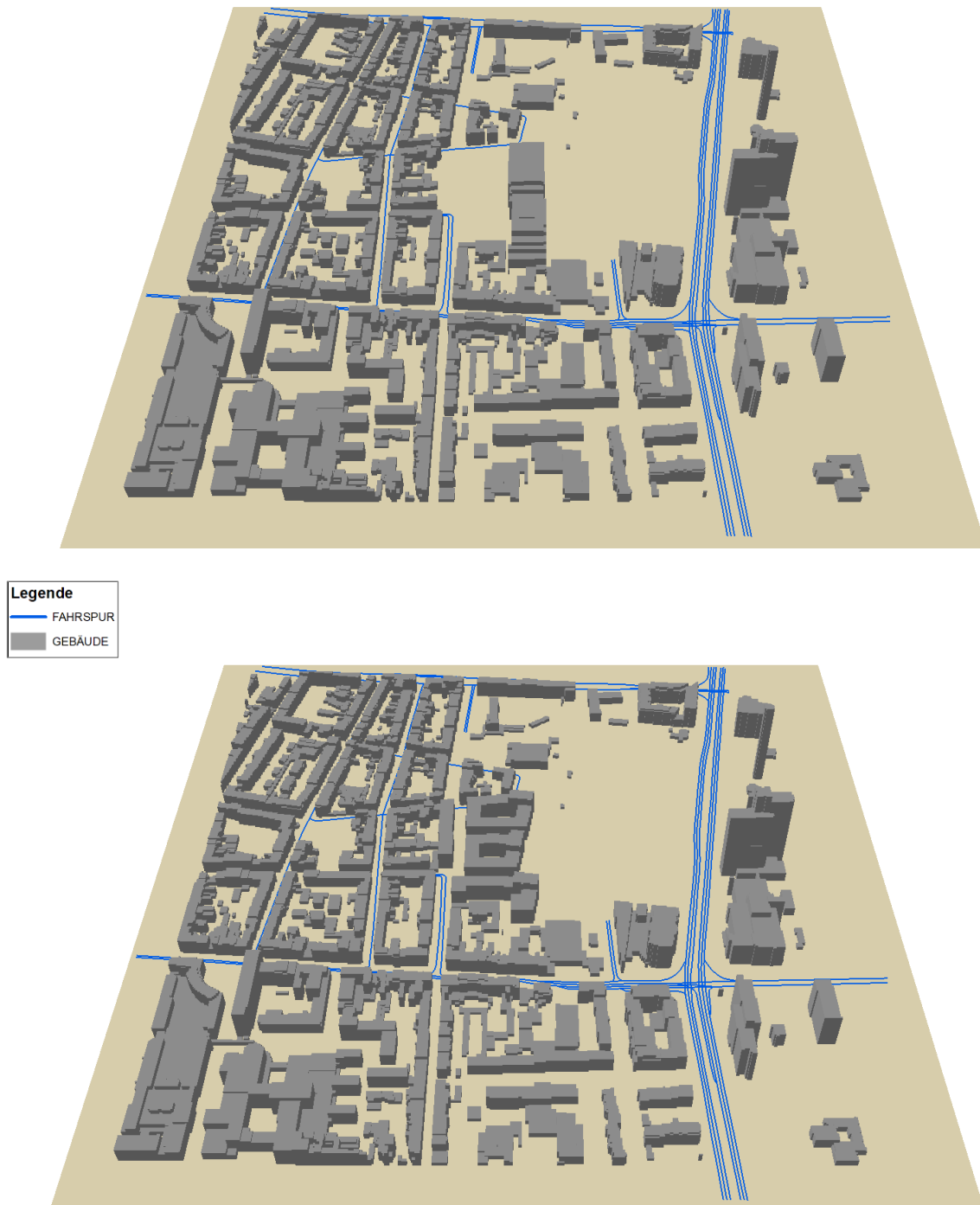


Abb. 4.2: Bebauungssituation für den Prognose-Nullfall (oben) und den -Planfall (unten) (Blick nach Norden)

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 t (SV) benötigt. Für die Berechnungen wurden die Verkehrsmengen des Prognose-Nullfalls und des Prognose-Planfalls aus dem Verkehrsgutachten der emig-vs - Ingenieurgesellschaft für Verkehrs- und Stadtplanung mbH (emig-vs 2020) zugrunde gelegt. Dabei wurde angenommen, dass der DTV_w-Wert zwischen 6:00 und 22:00 Uhr dem jährlichen DTV-Wert entspricht.

In der **Tab. A3.1** und **Tab. A3.2** im Anhang sind die relevanten Eingangsparameter für die Emissionsberechnung zusammengestellt. Die räumliche Zuordnung der Querschnitte ist auf der **Abb. 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 wurde eine meteorologische Zeitreihe der nahegelegenen Wetterstation Köln-Chorweiler, die vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) betrieben wird. Die Daten stammen aus dem Zeitraum 2015 bis 2019 und repräsentieren daher sehr gut die langjährigen Windverhältnisse im Untersuchungsraum.

Die **Abb. 4.3** verdeutlicht, dass im Untersuchungsgebiet bevorzugt Winde aus südwestlichen und nordöstlichen Richtungen auftreten. Hohe Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeiten treten insbesondere bei südwestlichen und westlichen Windrichtungen auf.

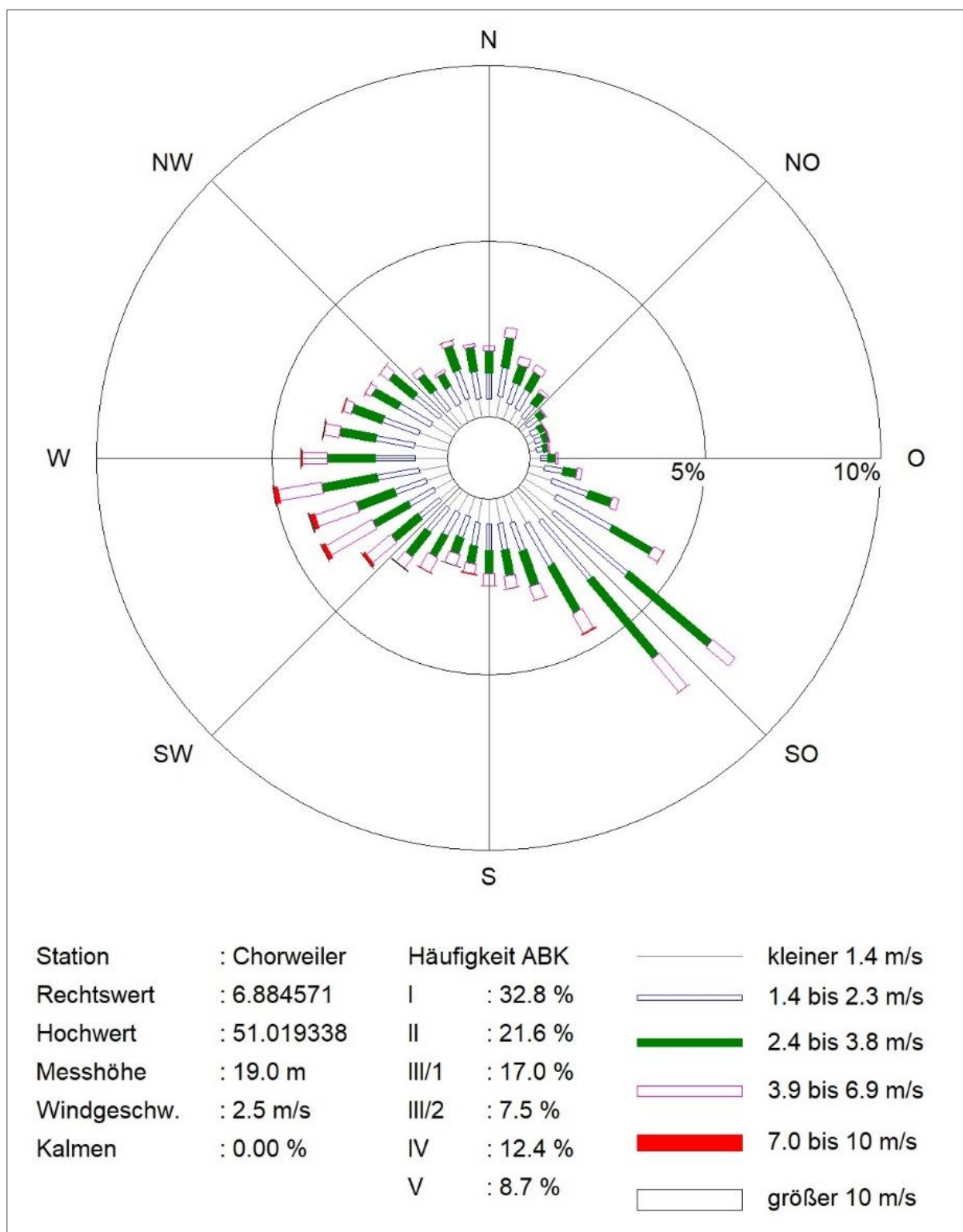


Abb. 4.3: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung

Abgeleitet aus Daten der Wetterstation Köln-Chorweiler 2015 bis 2019
 Quelle: LANUV, eigene Darstellung

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 auf der Grundlage von Immissionskenngrößen der Hintergrundstationen Köln-Chorweiler aus den Jahren 2015 bis 2019, die den Jahresberichten des LANUV entnommen wurden (siehe **Tab. 4.1**).

	NO₂-JM [µg/m³]	PM10-JM [µg/m³]	PM2,5-JM [µg/m³]
2015	25	20	14
2016	25	18	13
2017	23	17	12
2018	24	18	13
2019	23	16	10
Mittelwert	24	18	12

Tab. 4.1: Werte der Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

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.

Aus fachlicher Sicht ist zu empfehlen, bei der Emissionsberechnung das Jahr der frühestmöglichen vollständigen Umsetzung der städtebaulichen Planungen zugrunde zu legen, da die Emissionsdatenbasis des HBEFA 4.1 für zukünftige Jahre aufgrund fortschreitender technischer Entwicklung der Kfz-Flotte zurückgehende Emissionsraten ausweist. Mit solch einer Vorgehensweise wird sichergestellt, dass die berechneten Immissionen für die Jahre nach der Planungsrealisierung nicht unterschätzt werden und eine

mögliche, planungsbedingte Überschreitung von Beurteilungswerten nicht versehentlich unerkannt bleibt.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber erfolgte daher unter dem Gesichtspunkt der Gesundheitsvorsorge die Emissionsberechnung für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall für das Bezugsjahr 2027.

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 2027 bestimmt. In der **Tab. A3.1** und **Tab. 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.

6 IMMISSIONEN

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen liefern eine räumlich hoch aufgelöste flächendeckende Auskunft über die Immissionssituation in Bodennähe (in ca. 1.5 m Höhe).

In die Immissionsberechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (siehe Kapitel 5.1) für das Jahr 2027 auf der Grundlage der jeweiligen Verkehrsstärken der berücksichtigten Straßen ein. Im Zusammenwirken dieser Emissionen wird die lokale Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet verursacht. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Daher wird nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus der Zusatzbelastung und der großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Ergebnisse für die Leitkomponenten NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + Zusatzbelastung durch lokale Emittenten) in **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.6** dargestellt. Die Farben in den flächenhaften grafischen Darstellungen kennzeichnen bestimmte Konzentrationsintervalle. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentration ist jeweils in der Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für Immissionen entspricht der kleinste Wert der angesetzten Hintergrundbelastung.

Zusätzlich werden für ausgewählte, repräsentative Immissionsorte (IO) die berechneten Luftschadstoffbelastungen separat ausgewiesen (siehe **Tab.°6.1** bis **Tab. 6.3**). Sie stellen sensible Nutzungen im Untersuchungsgebiet dar. Die Lage der Aufpunkte ist **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.6** zu entnehmen.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z.B. Wohnbebauung, führen.

6.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Gesamtbelastungen der NO₂-Jahresmittelwerte für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall sind flächendeckend auf der **Abb. 6.1** und **6.2** dargestellt und zusätzlich in der **Tab. 6.1** für repräsentative Immissionsorte (IO) ausgewiesen.

Immissionsort (IO)	NO ₂ -Kenngrößen			
	Prognose-Nullfall		Prognose-Planfall	
	Jahresmittel in µg/m ³	P _{19>200} in %	Jahresmittel in µg/m ³	P _{19>200} in %
P1 – Franz-Geuer-Straße	26	1	27	2
P2 – Venloer Straße	33	2	33	2
P3 - Innere Kanalstraße	38	4	38	3
P4 - Subbelrather Straße	34	2	34	2

Tab. 6.1: Prognostizierte NO₂-Jahresmittelwerte an repräsentativen Immissionsorten (IO)

Die Ergebnisabbildung und die tabellarischen Ergebnisse belegen, dass der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für den NO₂-Jahresmittelwert von 40 µg/m³ beim Prognose-Nullfall und Prognose-Planfall an der Bestandsbebauung eingehalten wird.

Die **Tab 6.1** und die **Abb. 6.1** zeigen, dass beim **Prognose-Nullfall** in der Franz-Geuer-Straße an der Randbebauung NO₂-Immissionswerte auftreten, die nur unwesentlich über den Werten der Hintergrundbelastung liegen (vgl. Aufpunkt P1).

In Bereichen mit ungünstigen Austauschbedingungen und höheren Verkehrsbelastungen (Venloer Straße, Innere Kanalstraße und Subbelrather Straße) treten an der Randbebauung erhöhte NO₂-Immissionswerte auf (siehe Werte für P2 bis P4 in Tab. 6.1). Der NO₂-Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m³ wird aber überall eingehalten. Lediglich über der Fahrbahn der Innere Kanalstraße treten in engbegrenzten Bereichen Grenzwertüberschreitungen auf.

Im **Prognose-Planfall** erhöhen sich die Konzentrationen der NO₂-Immissionskenngröße im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung nur geringfügig und liegen weiterhin deutlich unter den Grenzwerten. (vgl. **Abb. 6.1** und **Tab. 6.1**). Für die Fahrbahn in der Inneren Kanalstraße wird weiterhin eine Grenzwertüberschreitung ausgewiesen.

Eine Überschreitung des NO₂-Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d.h. einem Stundenwert von 200 µg/m³ mehr als 18-mal im Jahr, kann für beide Szenarien ausgeschlossen werden.

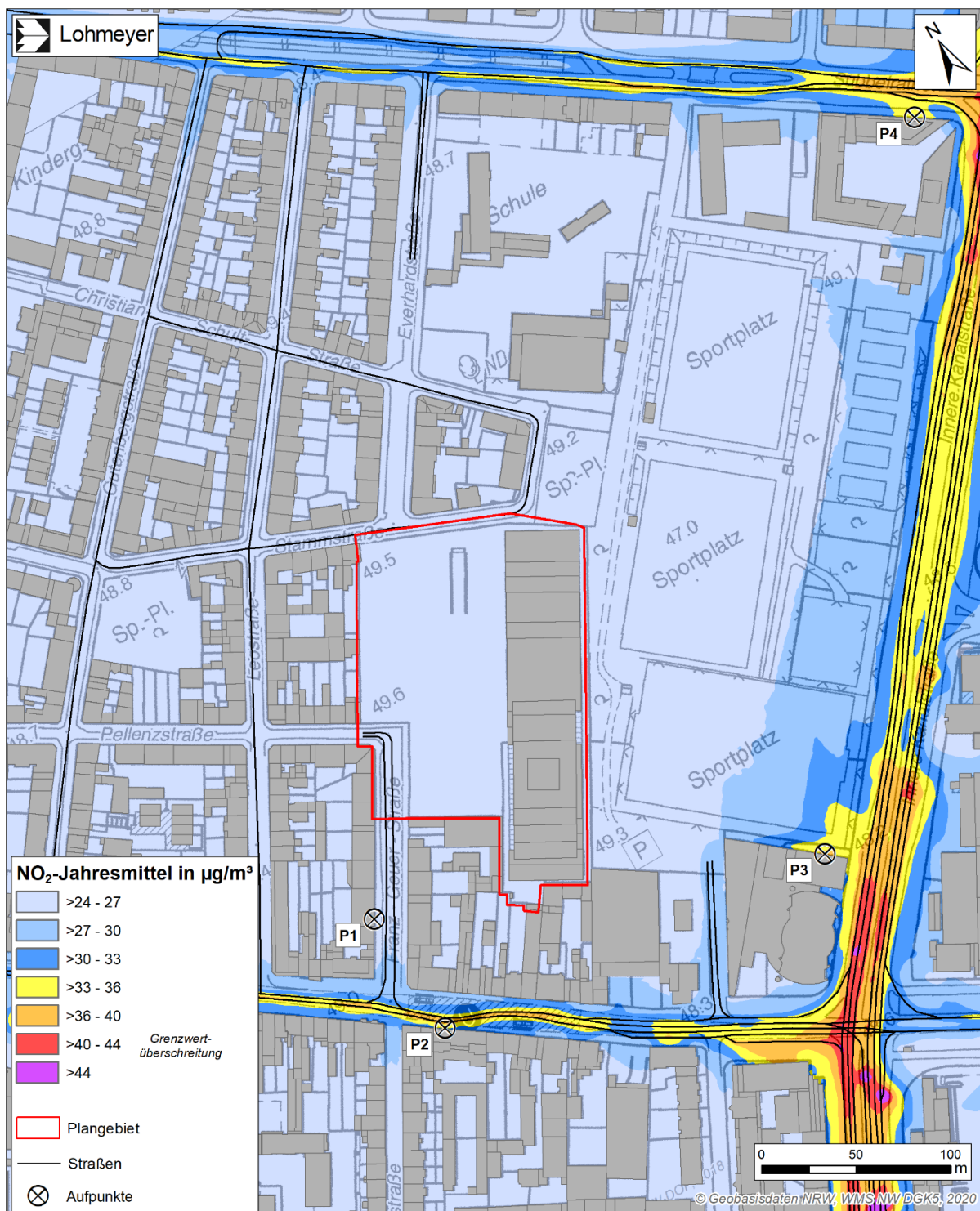


Abb. 6.1: Jahresmittel der NO₂-Immissionen für den Prognose-Nullfall

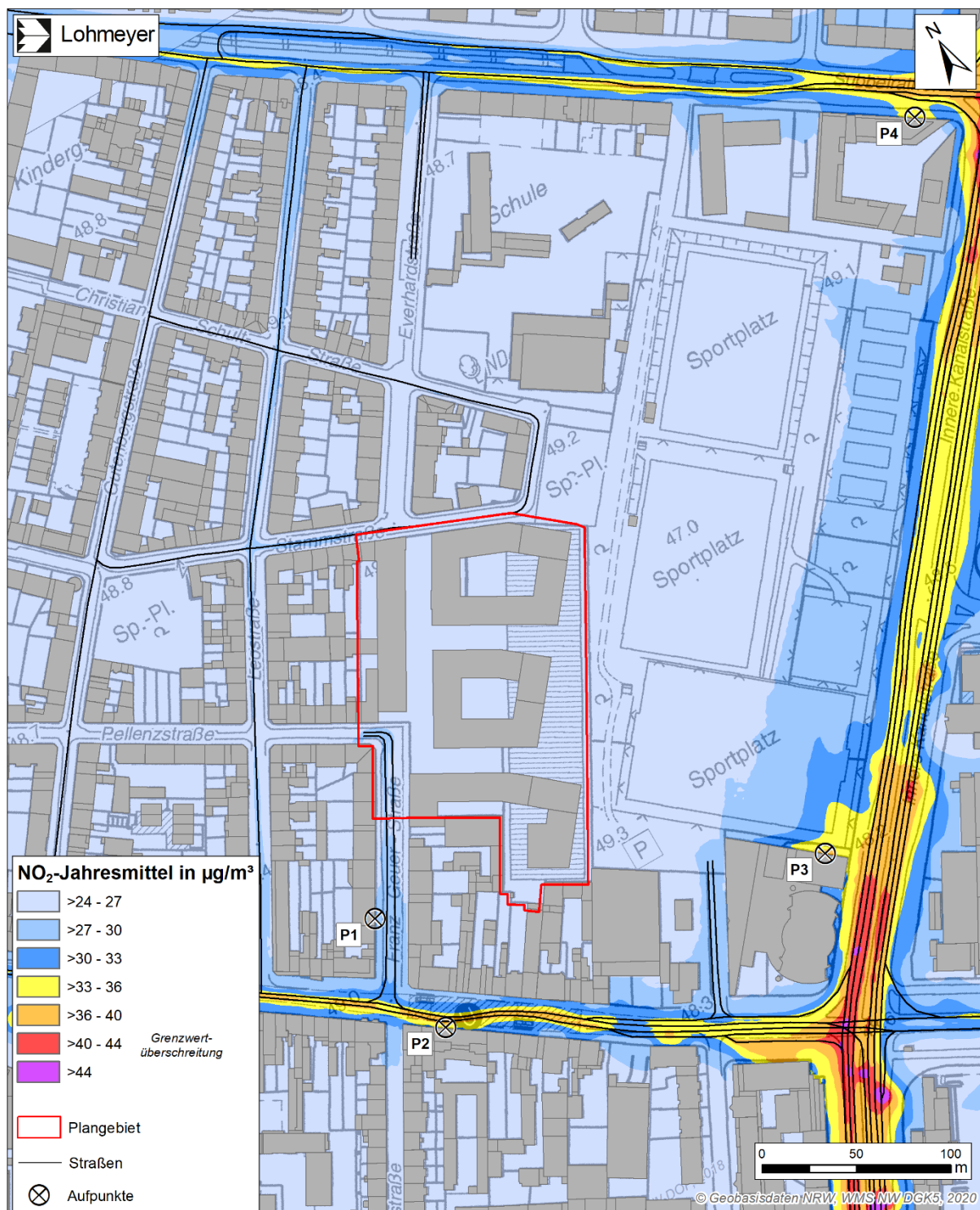


Abb. 6.2: Jahresmittel der NO₂-Immissionen für den Prognose-Planfall

6.2 Feinstaub (PM10)

Die Gesamtbelastungen der PM10-Jahresmittelwerte für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall sind flächendeckend auf den **Abb. 6.3** und **6.4** dargestellt. Zusätzlich werden die prognostizierten Jahresmittelwerte der PM10-Immissionen für repräsentative Immissionsorte in der **Tab. 6.2** ausgewiesen. Die Tabelle enthält weiterhin die Anzahl der Tage im Jahr, an denen der Grenzwert für das PM10-Tagesmittel von 50 µg/m³ überschritten wird.

Immissionsort (IO)	PM10-Kenngrößen			
	Prognose-Nullfall		Prognose-Planfall	
	Jahresmittel in µg/m³	Tagesmittel > 50 µg/m³	Jahresmittel in µg/m³	Tagesmittel > 50 µg/m³
P1 – Franz-Geuer-Straße	19	10	19	10
P2 – Venloer Straße	23	18	23	18
P3 - Innere Kanalstraße	27	29	27	29
P4 - Subbelrather Straße	24	20	24	20

Tab. 6.2: Prognostizierte PM10-Kenngrößen an repräsentativen Immissionsorten (IO)

Die Ergebnisauswertungen weisen nach, dass der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für den PM10-Jahresmittelwert von 40 µg/m³ im **Prognose-Nullfall** an der Bestandsbebauung deutlich unterschritten wird. Bei den PM10-Konzentrationen wird an der Bestandsbebauung ein Maximalwert von 27 µg/m³ ermittelt (vgl. Aufpunkt 3 in **Tab. 6.2**). In weiten Bereichen des Untersuchungsgebietes liegen die PM10-Immissionen nur unwesentlich über der Hintergrundbelastung und können somit im Hinblick auf den Grenzwert als mittlere Konzentrationen eingestuft werden (vgl. **Abb. 6.3**). Im **Prognose-Planfall** erhöhen sich die PM10-Konzentrationen nur geringfügig (vgl. **Abb. 6.4** und **Tab. 6.2**).

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stundengrenzwert für PM10 von 50 µg/m³ definiert, der gemäß 39. BImSchV nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend den Darstellungen im Kapitel 3 wird angesetzt, dass bei Konzentrationen unterhalb des entsprechenden Schwellenwertes von 29 µg/m³ (Jahresmittelwert) auch der PM10-24 h-Grenzwert sicher eingehalten wird. Der PM10-24 h-Grenzwert ist somit eine strengere Kenngröße als der Jahresmittelgrenzwert (vgl. Kapitel 3). Aus den Ergebnisauswertungen lässt sich ableiten, dass der PM10-Kurzzeitgrenzwert für alle Immissionsorte für den Prognosehorizont 2027 deutlich unterschritten wird.

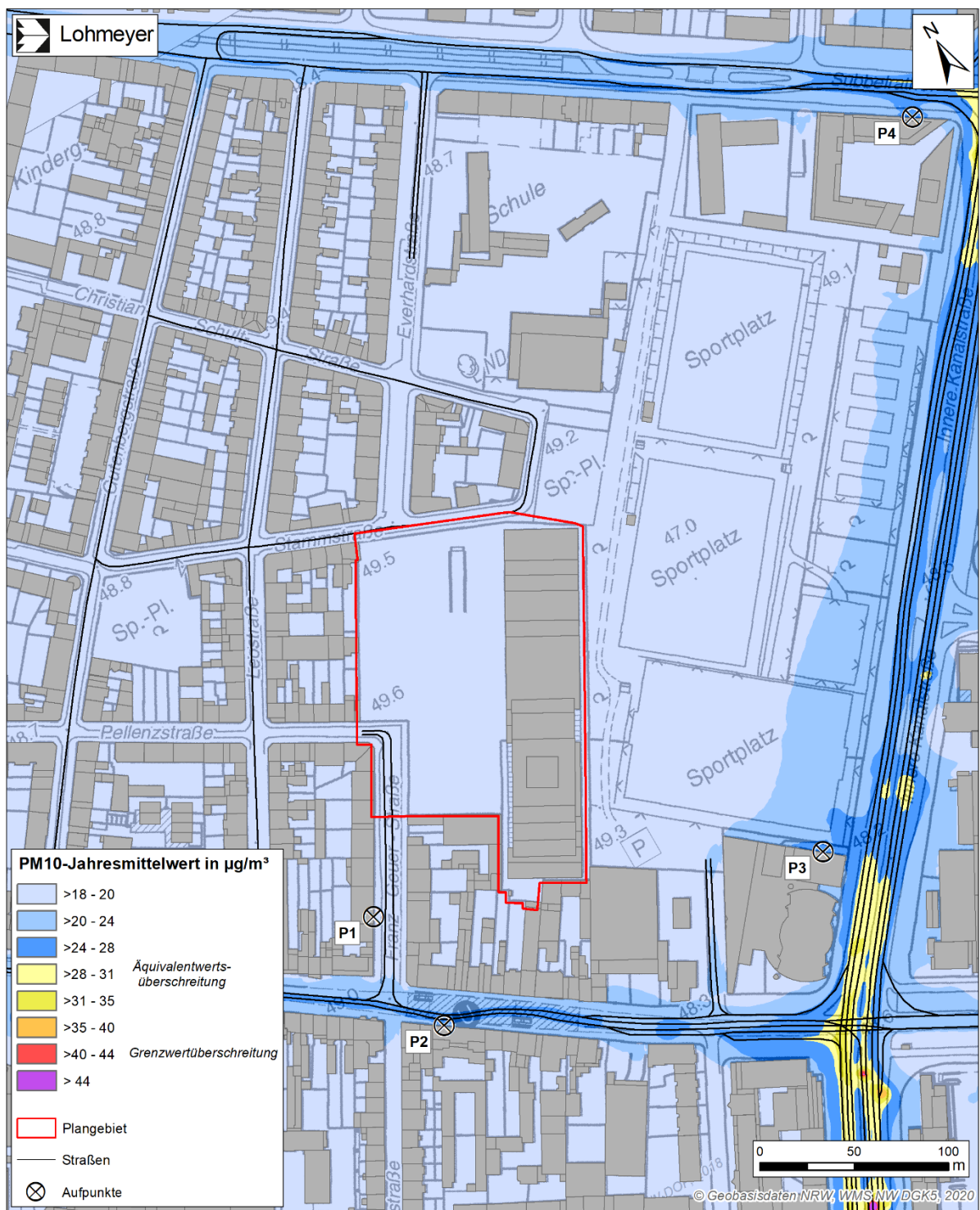


Abb. 6.3: Jahresmittel der PM10-Immissionen für den Prognose-Nullfall

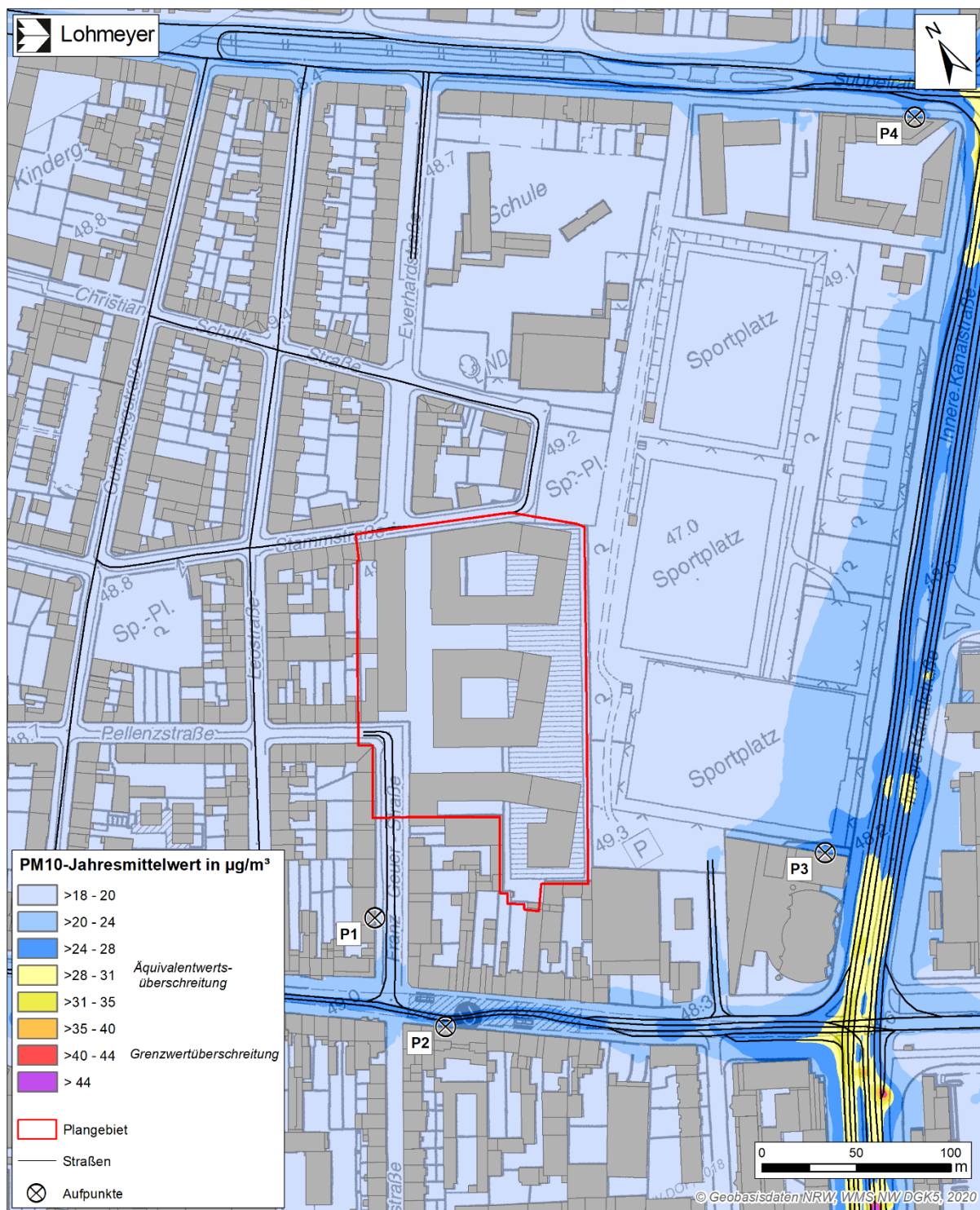


Abb. 6.4: Jahresmittel der PM10-Immissionen für den Prognose-Planfall

6.3 Feinstaub (PM2.5)

Die Gesamtbelastungen der PM2.5-Jahresmittelwerte für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall sind flächendeckend auf den **Abb. 6.5** und **6.6** dargestellt und zusätzlich in der **Tab. 6.3** für repräsentative Immissionsorte ausgewiesen.

Immissionsort (IO)	PM2.5-Kenngröße	
	Prognose-Null-Fall	Prognose-Mit-Fall
	Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P1 – Franz-Geuer-Straße	13	13
P2 – Venloer Straße	16	16
P3 - Innere Kanalstraße	19	19
P4 - Subbelrather Straße	17	17

Tab. 6.3: Prognostizierte PM2.5-Kenngrößen an repräsentativen Immissionsorten (IO)

Die flächendeckenden PM2.5-Jahresmittelwerte (siehe **Abb. 6.5** und **Abb. 6.6**) zeigen, dass der Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemäß 39. BImSchV für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall im gesamten Untersuchungsgebiet an der Bestandsbebauung deutlich unterschritten wird.

Beim **Prognose-Nullfall** liegen die Immissionswerte im Plangebiet nur geringfügig über dem Niveau der Hintergrundbelastung, welches $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel beträgt. Am Immissionsort P3 wird eine leicht erhöhte Konzentration nachgewiesen, die aber deutlich unter dem Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt.

Beim **Prognose-Planfall** ergeben sich gegenüber dem Prognose-Nullfall, ähnlich wie bei PM10, keine beurteilungsrelevanten Erhöhungen bzw. Abnahmen der Konzentrationen.

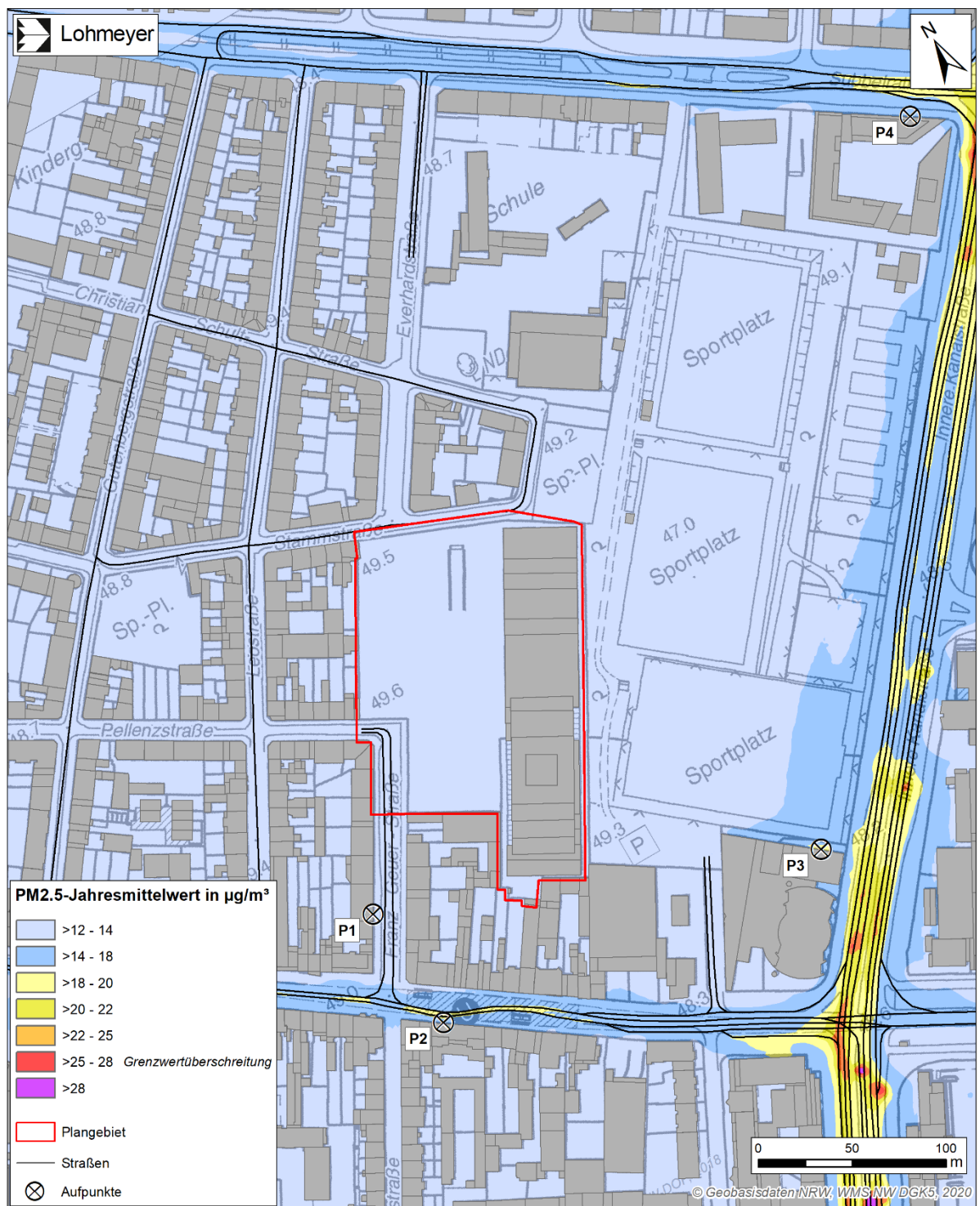


Abb. 6.5: Jahresmittel der PM2.5-Immissionen für den Prognose-Nullfall

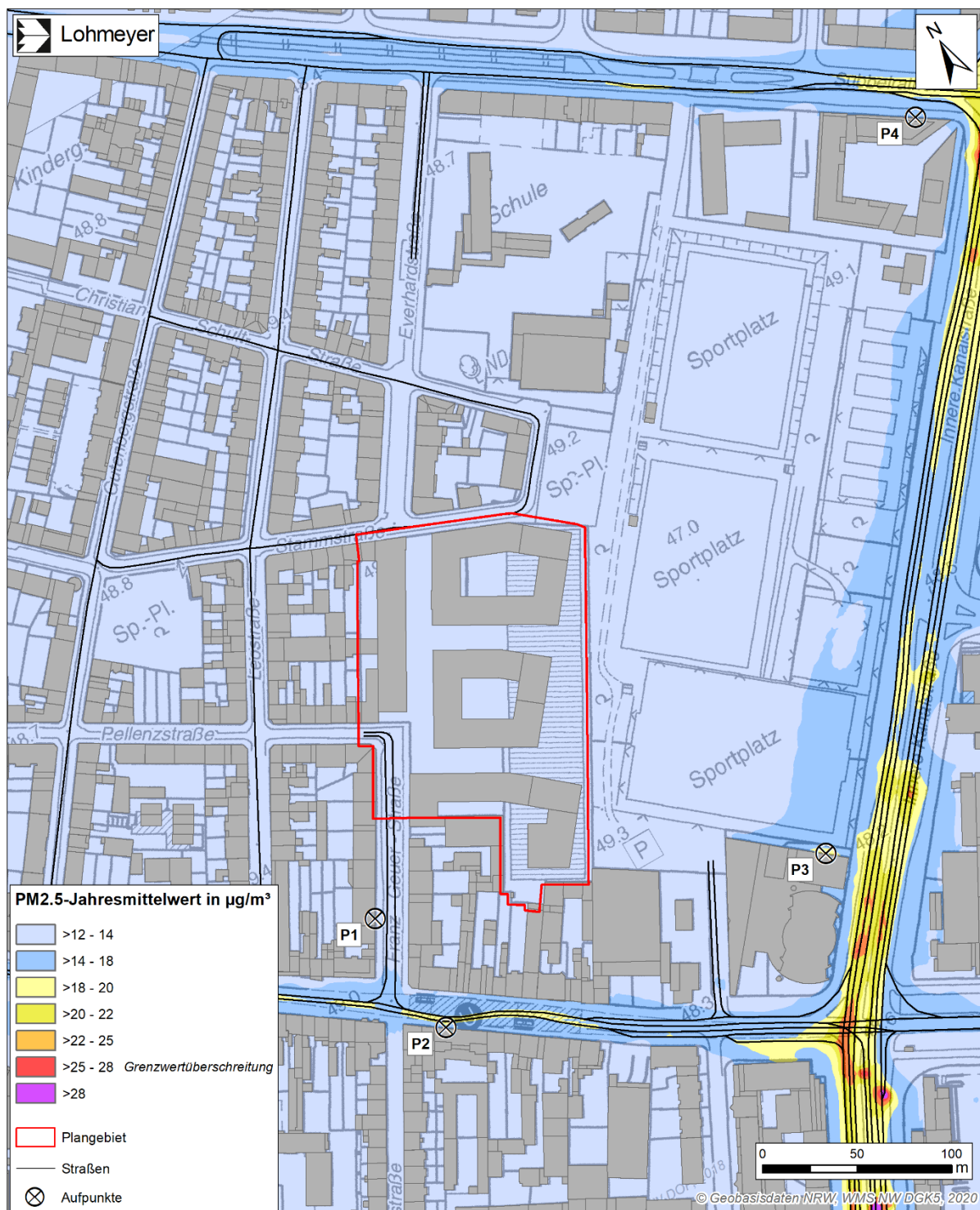


Abb. 6.6: Jahresmittel der PM2.5-Immissionen für den Prognose-Planfall

6.4 Fazit

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen belegen, dass für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall berechneten jahresmittleren Immissionswerte in den planungsrelevanten Bereichen für alle betrachteten Schadstoffkomponenten unterhalb der Grenzwerte der 39. BImSchV liegen.

Auch der PM10-Tagesmittelgrenzwert wird für die untersuchten Szenarien im gesamten Untersuchungsgebiet an der geplanten Bebauung deutlich unterschritten.

Lokal engbegrenzte Überschreitungen des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts treten beim Prognose-Nullfall und beim Prognose-Planfall aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens und ungünstiger Austauschbedingungen auf der Fahrbahn der Inneren Kanalstraße auf. Da Verkehrsteilnehmer diesen erhöhten Immissionen nur kurzzeitig ausgesetzt sind, ist die Überschreitung von Langzeitgrenzwerten im Straßenraum grundsätzlich unkritisch und daher nicht beurteilungsrelevant.

Da bei der Bestimmung der Immissionskenngößen konservative Randannahmen bezüglich einer zukünftig gleichbleibenden Hintergrundbelastung und der Annahme des Prognosejahrs 2027 als frühestmöglichen Zeitpunkt der Planungsrealisierung ist davon auszugehen, dass die tatsächlichen Immissionen nach der vollständigen Umsetzung der Planung geringer sein werden als rechnerisch ermittelt.

Da durch die Planung keine maßgeblichen Verschlechterungen der Luftqualität resultieren, gibt es aus lufthygienischer Sicht keine Bedenken gegen die Umsetzung des Vorhabens.

7 LITERATUR

- 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 Biotop. 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 Ausbreitungsrechnungen (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.
- 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.
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 Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- 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., Ketzler, 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.
- Emig-vs (2020): Verkehrsuntersuchung Franz-Geuer-Straße in Köln, Düsseldorf.
- 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., Bösing, 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).
- 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.
- Horsch, F., Bittlingmaier, W., Filby, W.G., Fund, S., Gross, S. (1997): 13. Statuskolloquium des PEF am 11. und 12. März 1997 im Forschungszentrum Karlsruhe (FZKA-PEF 153).
- 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.
- Keller, M. (2019): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1, 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

- TREMOD (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 (GMBI., 37. J., Nr. 7, S. 95-143).
- TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft). GMBI. 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 Fahrenmodell 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.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, 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 3787 Blatt 4 (2019): Umweltmeteorologie - Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung (Entwurf), Düsseldorf, September 2019
- VDI 3945 Blatt 3 (2000): Umweltmeteorologie; Atmosphärische Ausbreitungsmodelle; Partikelmodell. Richtlinie VDI 3945 Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf, September 2000.

- 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.

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM_{2.5}-Richtgrenzwert von 20 µg/m³ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden.

A1.4 Schutz der Vegetation

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide (NO_x) von 30 µg/m³ 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 IMMISSIONS-
ERMITTLUNG 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

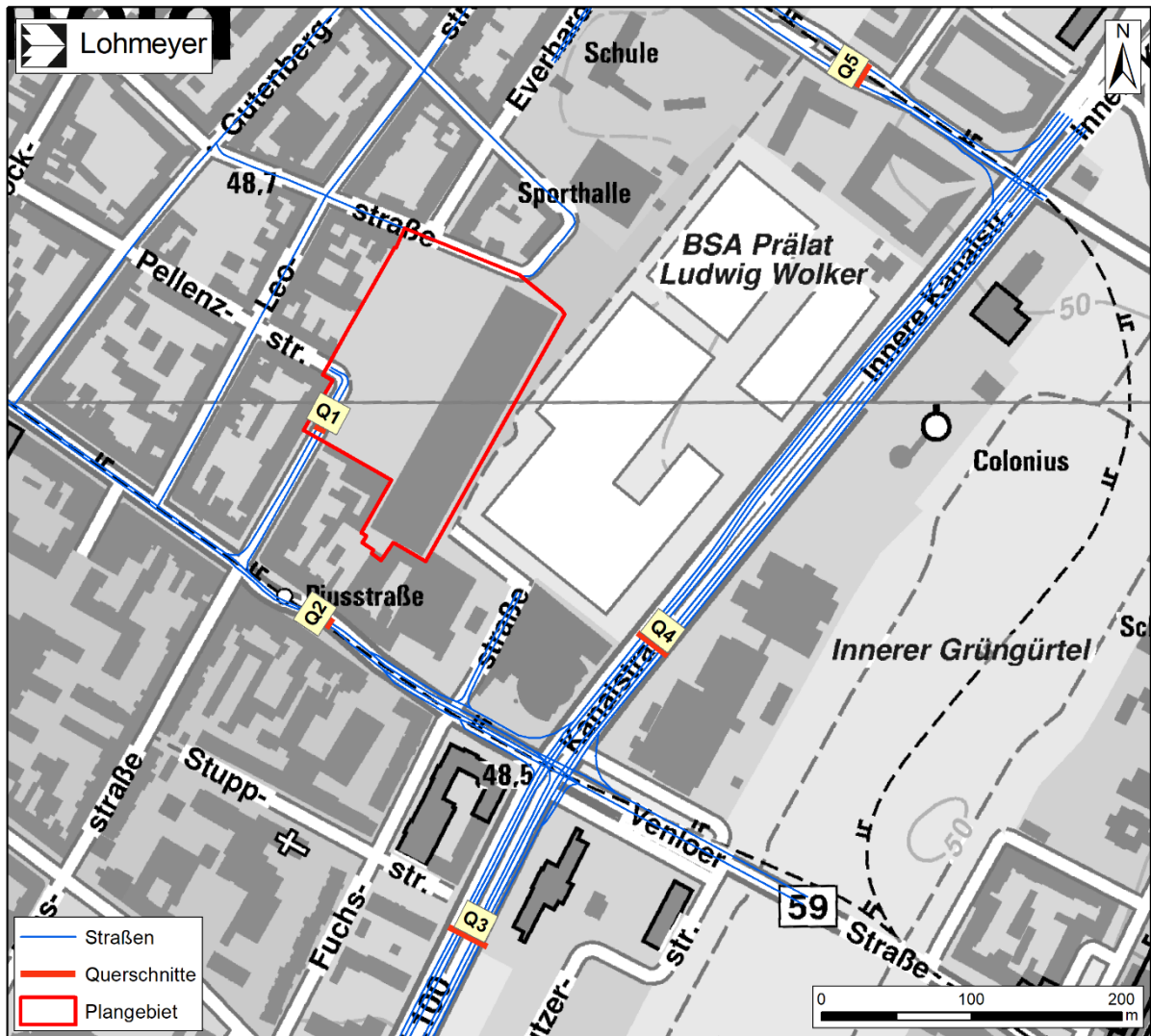


Abb. A3.1: Lage der Querschnitte

Prognose-Nullfall																	
QS	DTV	SV	Verkehrssituation	Neigung	LOS-1	LOS-2	LOS-3	LOS-4	LOS-5	NOx	NO ₂	PM10	PM2.5	NOx-SV	NO ₂ -SV	PM10-SV	PM2.5-SV
	[Kfz/d]	[%]		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]
1	1084	1.6	IOS-NS30	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.317	0.813	0.455	0.273	0.554	0.139	0.064	0.019
2	11 041	1.2	IOS-HVS30	0.0	73.1	26.9	0.0	0.0	0.0	26.198	7.187	4.624	2.696	3.830	0.955	0.360	0.139
3	53 245	1.7	IOS-HVS50	0.0	38.4	61.6	0.0	0.0	0.0	145.845	41.001	24.637	13.237	20.691	5.12	3.289	0.905
4	56 578	1.6	IOS-HVS70	0.0	34.6	65.4	0.0	0.0	0.0	132.764	37.325	25.995	12.722	13.102	3.222	3.277	0.821
5	13 993	1.4	IOS-HVS50	0.0	49.3	50.7	0.0	0.0	0.0	36.874	10.385	6.148	3.438	4.404	1.091	0.613	0.195

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

Prognose-Planfall																	
QS	DTV	SV	Verkehrssituation	Neigung	LOS-1	LOS-2	LOS-3	LOS-4	LOS-5	NOx	NO ₂	PM10	PM2.5	NOx-SV	NO ₂ -SV	PM10-SV	PM2.5-SV
	[Kfz/d]	[%]		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]
1	1991	4.4	IOS-NS30	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.782	1.918	1.042	0.550	2.832	0.709	0.335	0.097
2	11 585	1.5	IOS-HVS30	0.0	71.8	28.2	0.0	0.0	0.0	28.508	7.795	4.966	2.858	5.056	1.261	0.484	0.182
3	53 789	1.8	IOS-HVS50	0.0	37.8	62.2	0.0	0.0	0.0	148.635	41.749	25.117	13.417	22.151	5.48	3.541	0.968
4	56 805	1.6	IOS-HVS70	0.0	34.4	65.6	0.0	0.0	0.0	133.332	37.484	26.121	12.778	13.165	3.237	3.298	0.824
5	14 446	1.6	IOS-HVS50	0.0	45.1	54.9	0.0	0.0	0.0	38.792	10.906	6.462	3.574	5.207	1.290	0.735	0.230

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