



Lohmeyer

**BEBAUUNGSPLAN NR. 01/18
„BERNESTRASSE / STEELER STRASSE“
IN ESSEN**

- LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN -

Auftraggeber:

Stadt Essen

Amt 61-3-5

45121 Essen

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH

Niederlassung Dorsten

M.Sc. Geogr. Jessica Lehmkuhler

Dipl. Met. Georg Ludes

Juni 2021
Projekt 30021-20-01
Berichtsumfang 52 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	6
2	AUFGABENSTELLUNG	7
3	VORGEHENSWEISE	10
	3.1 Betrachtete Schadstoffe	10
	3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	11
	3.3 Berechnungsverfahren MISKAM / LATRANS	12
	3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	13
4	EINGANGSDATEN	15
	4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	15
	4.2 Verkehrszahlen.....	18
	4.3 Meteorologische Daten.....	18
	4.4 Hintergrundbelastung	20
5	EMISSIONEN	21
	5.1 Straßenverkehr	21
	5.1.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren	21
	5.1.2 Emissionen des untersuchten Straßennetzes	23
6	IMMISSIONEN	27
	6.1 Ergebnisse.....	27
	6.2 Fazit	29
7	LITERATUR	30

Hinweise:

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 NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als an 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, 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 / PM10 / PM2.5

Mit Feinstaub bzw. PM10/PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen gröÑenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-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.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg
LNf	Leichte Nutzfahrzeuge (Zulässiges Gesamtgewicht < 3.5 t)
METRAS	mesoskaliges Transport-, Chemie- und Strömungsmodell
MISKAM	mikroskaliges Strömungs- und Ausbreitungsmodell
LATRANS	Lagrange Partikelmodell
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
PEF	Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung
PM	Particulate Matter (Feinstaub)
PM _{2.5}	Feinstaubfraktion mit Durchmesser der Teilchen < 2.5 µm
PM ₁₀	Feinstaubfraktion mit Durchmesser der Teilchen < 10 µm
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge (Zulässiges Gesamtgewicht ≥ 3.5 t)
UBA	Umweltbundesamt

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadt Essen beabsichtigt, auf dem Grundstück des ehemaligen Hauptbades im Bereich der Bernestraße – Varnhorststraße - Steeler Straße am Rande der Essener Innenstadt nach den Bestimmungen des Baugesetzbuches einen Bebauungsplan aufzustellen. Ziel des Bebauungsplanes ist die Schaffung der planungsrechtlichen Voraussetzungen für die Errichtung eines hochmodernen Verwaltungsgebäudes.

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

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstäube (PM₁₀, PM_{2.5}) hinsichtlich des Schutzes der Gesundheit. Die Beurteilung der errechneten Schadstoffkonzentrationen erfolgt anhand der bestehenden Grenzwerte der 39. BImSchV.

Auf der Grundlage der Emissionsfaktoren des Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) in seiner Version 4.1 (UBA, 2019) wurden die verkehrsbedingten Emissionen für das Bezugsjahr 2021 (Analysefall) und 2025 (Prognosejahr) ermittelt.

Die Immissionsberechnung erfolgte durch eine Kombination einer Strömungsmodellierung mit MISKAM (Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell) 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 für den Analysefall, Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall berechneten NO₂-Jahresmittelwerte halten an der geplanten Bebauung und der angrenzenden Bebauung für alle betrachteten Schadstoffkomponenten den Grenzwert der 39. BImSchV ein.

Für PM10 und PM2.5 liegen die prognostizierten Jahresmittelwerte deutlich unter den entsprechenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Die ermittelte Überschreitungshäufigkeit des PM10-Tagesmittelgrenzwert unterschreitet für die untersuchten Szenarien ebenfalls den Grenzwert von 35 Tagen pro Jahr deutlich.

Signifikante planungsbedingte Zunahmen der Luftschadstoffimmissionen können sowohl an der Bestandsbebauung als auch am Plangebäude ausgeschlossen werden.

Aus lufthygienischer Sicht gibt es daher keine Bedenken gegen die Umsetzung des Vorhabens.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Essen beabsichtigt, auf dem Grundstück des ehemaligen Hauptbades im Bereich der Bernestraße – Varnhorststraße - Steeler Straße am Rande der Essener Innenstadt nach den Bestimmungen des Baugesetzbuches einen Bebauungsplan aufzustellen. Ziel des Bebauungsplanes ist die Schaffung der planungsrechtlichen Voraussetzungen für die Errichtung eines hochmodernen Verwaltungsgebäudes.

Zur Überprüfung der lufthygienischen Auswirkungen, die aus den mit dem Vorhaben verbundenen zusätzlichen Verkehre resultieren, wurde für den Planungsbereich eine Prognose der verkehrsbedingten Luftbelastung durchgeführt.

Die Immissionsprognose mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsrechenmodell MISKAM unter Berücksichtigung von Gebäuden und der Topographie 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 Immissionsberechnungen wurden für folgende Varianten durchgeführt:

- Analysefall:** aktuelle Bestandsbebauung, Verkehrszahlen für das Jahr 2019, Emissionsfaktoren für das 2021
- Prognose-Nullfall:** aktuelle Bestandsbebauung, Verkehrszahlen für das Jahr 2025 ohne Berücksichtigung der Planung, Emissionsfaktoren für das Jahr 2025
- Prognose-Planfall:** zukünftige bauliche Situation, Verkehrszahlen unter Berücksichtigung der Planung für das Jahr 2025, Emissionsfaktoren für das Jahr 2025

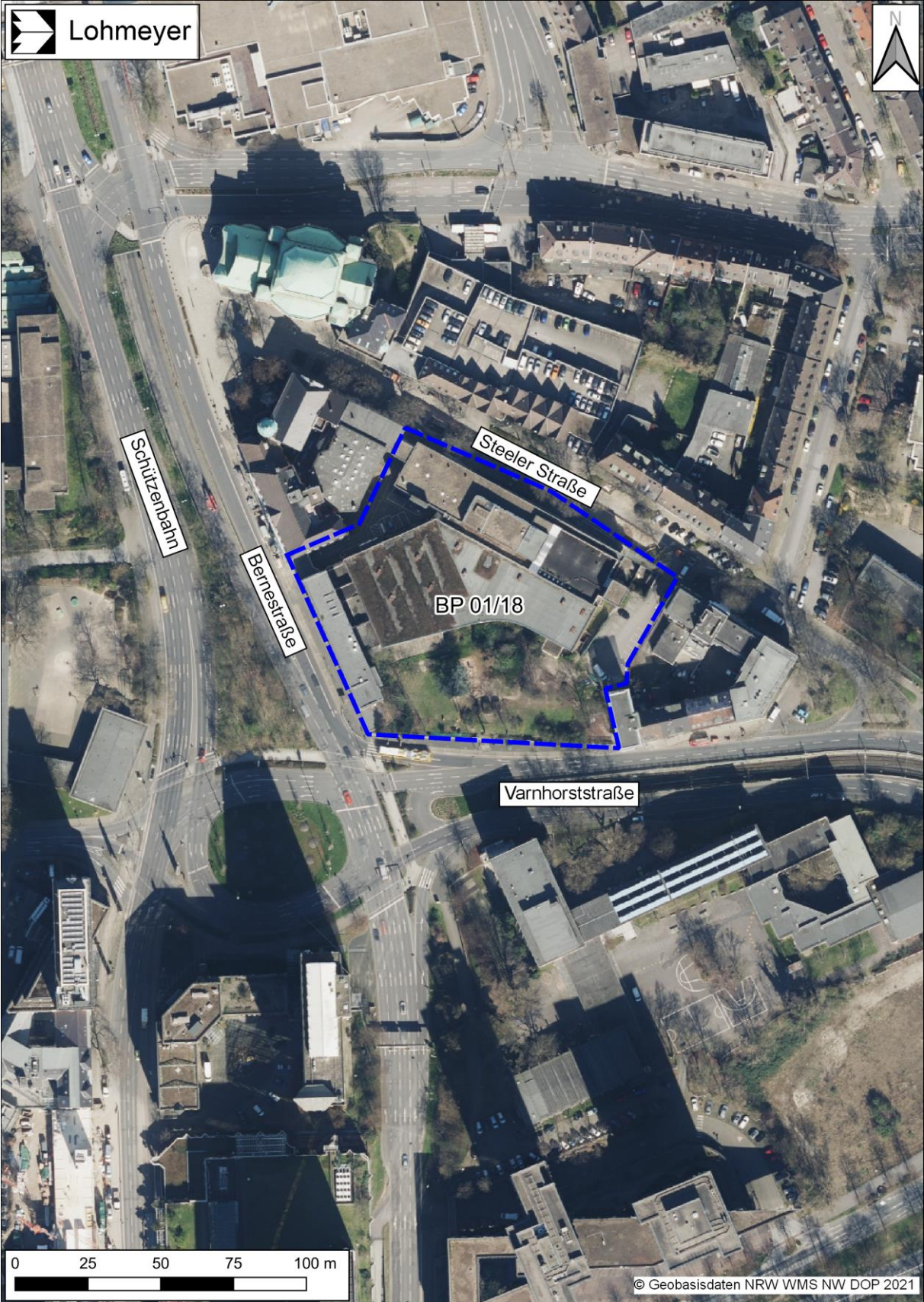


Abb. 2.1: Lage des Plangebietes

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 Konzentrationen der immissionsrechtlich relevanten Luftschadstoffe (Immissionen) im Untersuchungsraum eine zukünftige Wohngebietsplanung auch unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung und etwaiger Verstärkungseffekte bei einer Planungsrealisierung zulassen. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen 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. 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 PM10 und wird damit indirekt mit erfasst.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden die letztlich relevanten Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub mit den Korngrößen 10 und 2.5 µm (PM10, PM2.5) betrachtet.

Die durch den Straßenverkehr verursachten Konzentrationen anderer Luftschadstoffe liegen weit unter den in der 39. BImSchV genannten Grenzwerten. Dies wird durch Immissionsmessungen des Landes Nordrhein-Westfalen belegt. So wurden für Benzol im Jahr 2019 auch an verkehrlich und lufthygienisch extrem stark belasteten Straßen wie beispielsweise der Corneliusstraße in Düsseldorf Jahresmittelwerte von lediglich ca. 1 µg/m³ ermittelt und somit der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV von 5 µg/m³ (Jahresmittelwert) nur zu 20 % ausgeschöpft.

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 (Stundenmittelwert, max. 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	Kein Kurzzeitwert geregelt

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010, in der zuletzt geänderten Fassung vom 19.06.2020)

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert. Neben den Jahresmittelwerten wird auch der PM10-Kurzzeitgrenzwert abgeleitet und bewertet. Immissionsmessungen belegen, dass bei Einhalten des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sichergestellt ist, dass der NO₂-Kurzzeitgrenzwert von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten wird. Auf die Berechnung des NO₂-Kurzzeitgrenzwertes wird daher verzichtet.

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 Umfeld des Plangebietes vorhandenen Objekten 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 A3 dokumentiert.

Auf der Grundlage der (RKP GmbH 2021) werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte und schwere 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 eine 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.

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) ist eine Einhaltung dieses Grenzwertes gewährleistet, wenn der Jahresmittelwert 54 µg/m³ (= Äquivalentwert) nicht überschreitet. Dieser wird hier eindeutig nicht überschritten (s. Kapitel 6.1).

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 (BAST) 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 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, die hier ausgeschlossen werden können (s. Kapitel 6). Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

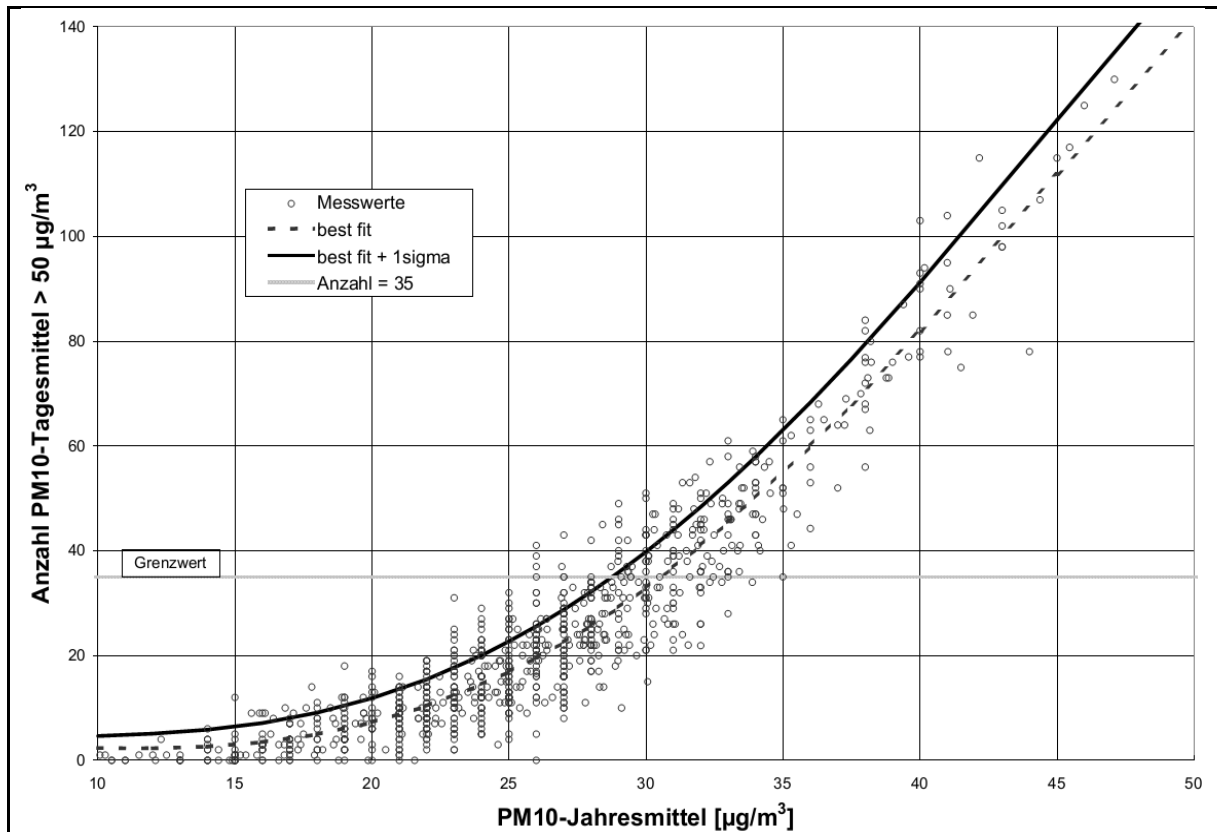


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit PM10-Konzentrationen von mehr als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Tagesmittel in Abhängigkeit des PM10-Tagesmittelwerts für Messtationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen

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
$<29 \mu\text{g}/\text{m}^3$	keine Überschreitung
$29 - 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	selten (Wahrscheinlichkeit $<40 \%$)
$31 - 33 \mu\text{g}/\text{m}^3$	öfter möglich (Wahrscheinlichkeit 40 bis 80 %)
$34 - 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$	wahrscheinlich (Wahrscheinlichkeit $>80 \%$)
$\geq 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$	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 Oktober 2020)
- Luftbilder und digitale Karten (Geoportal NRW)
- Verkehrsdaten (RKP GmbH 2021)
- 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 ha große Fläche östlich der Innenstadt der Stadt Essen und liegt östlich der Bernerstraße, nördlich der Varnhorststraße und südlich der Steeler Straße.

Auf dem Plangebiet befindet sich derzeit das ehemalige Hauptbad. An den nordwestlichen und südöstlichen Rändern grenzen Büro- und Wohnbaugrundstücke an.

Die Zufahrt zur Tiefgarage für PKWs erfolgt über die Bernestraße und die Ausfahrt aus der Tiefgarage über die Varnhorststraße (siehe **Abb. 4.3**). Für den Lieferverkehr befindet sich die Einfahrt auf der Steeler Straße und die Ausfahrt erfolgt über die Varnhorststraße.

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

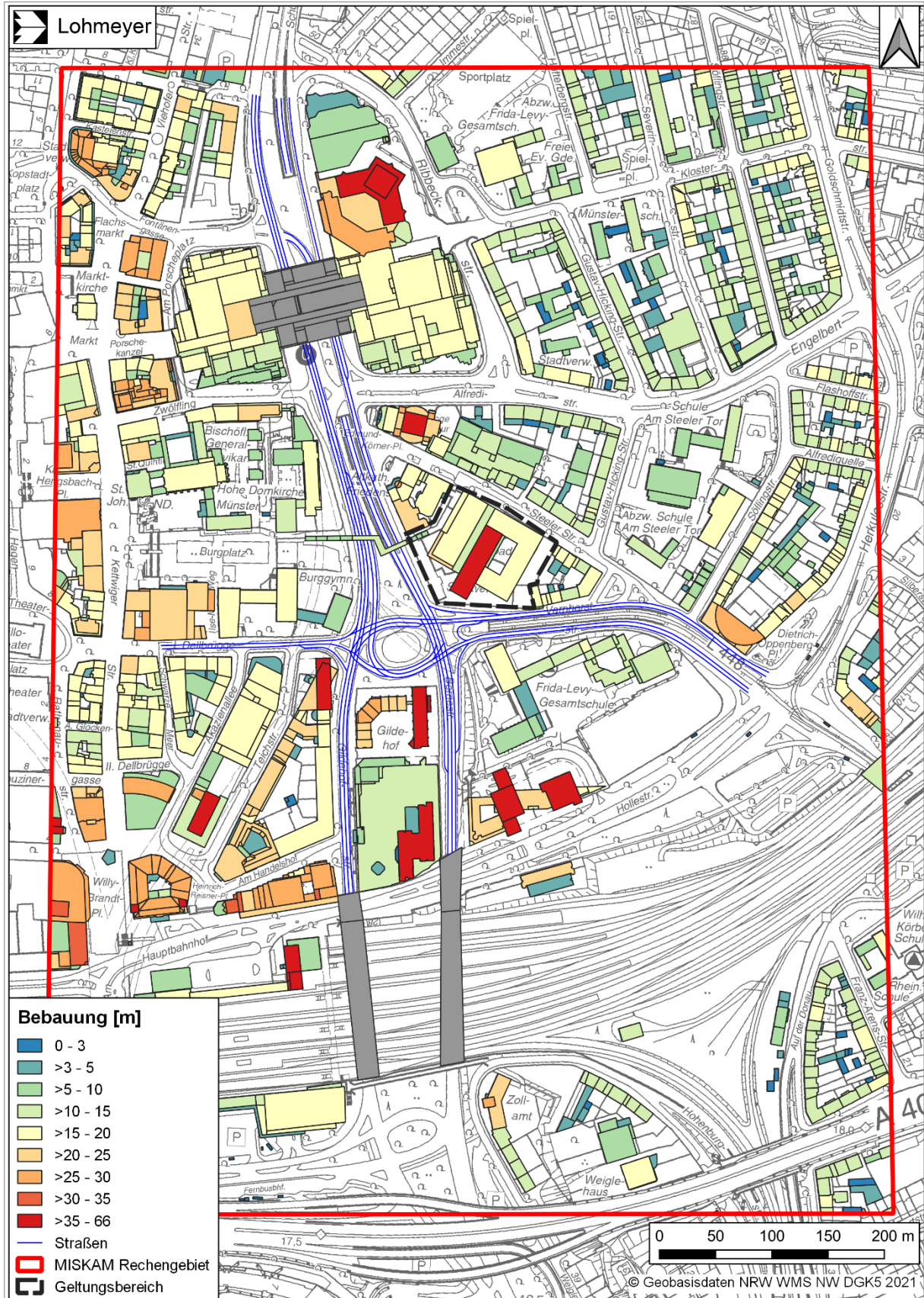


Abb. 4.1: Abgrenzung des MISKAM-Rechengebietes mit Abgrenzung des Bebauungsplan- gebiets und Lage der explizit berücksichtigten Straßenabschnitt

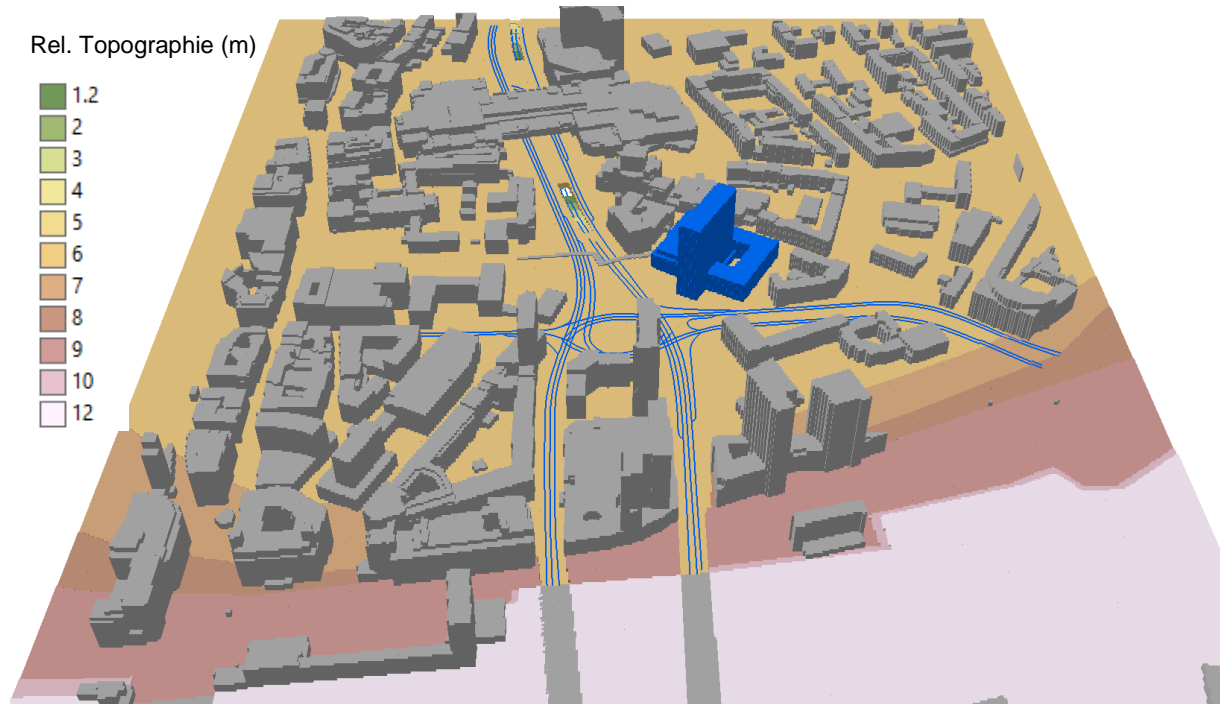


Abb. 4.2: 3D-Darstellung des Rechenmodells mit Blick aus Süden für den Prognose-Planfall (Plangebäude blau)

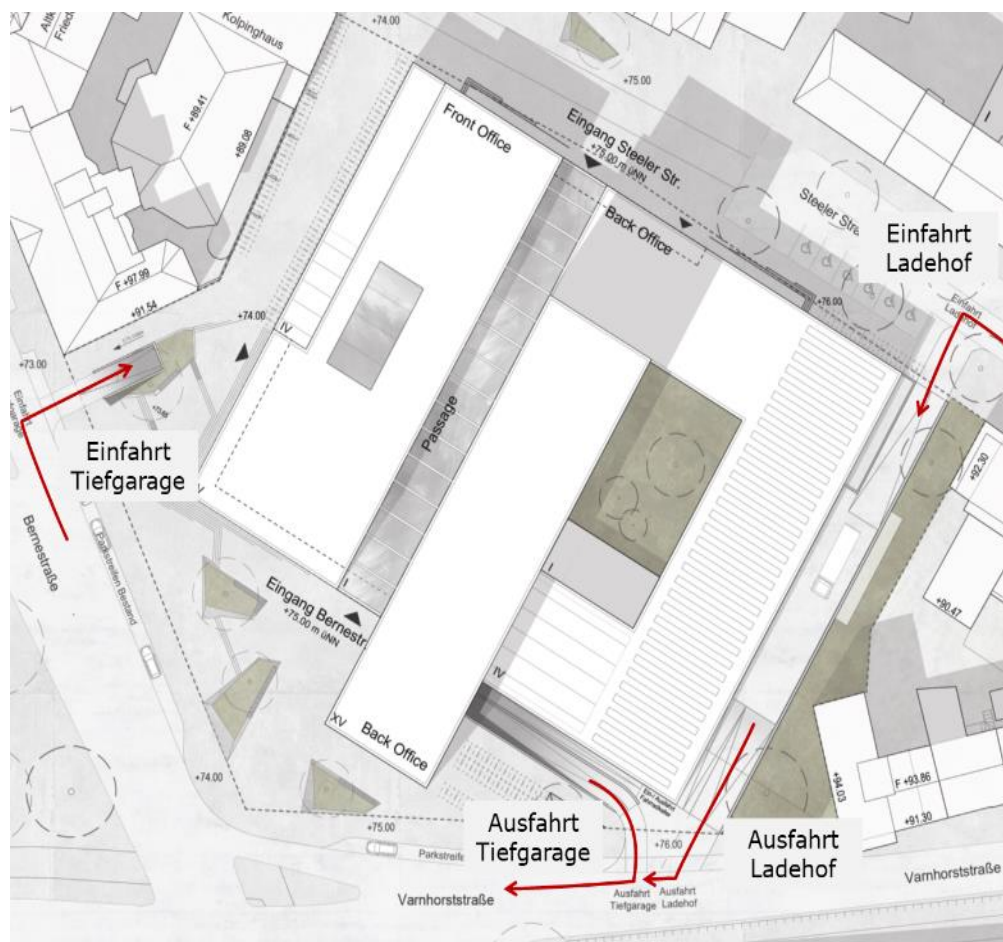


Abb. 4.3: Lage der Ein- und Ausfahrten an Bernestraße und Varnhorststraße (RKP GmbH 2020)

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 Analysefalls für das Jahr 2019, Prognose-Nullfalls und des Prognose-Planfalls für das Prognosejahr 2025 aus dem Verkehrsgutachten von der Rudolf Keller Verkehrsingenieure GmbH (RKP GmbH 2020) zugrunde gelegt.

In den Tabellen **Tab. 5.1** bis **5.3** im Kapitel 5 sind die relevanten Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen zusammengestellt.

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 meteorologische Daten der vom Landesamt für Natur-, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) betriebenen Wetterstation Essen-Vogelheim genutzt. Die Daten decken den Zeitraum 01.01.2013 bis 31.12.2017 ab, so dass die langjährigen Windverhältnisse im Untersuchungsraum sehr gut repräsentiert werden.

Die **Abb. 4.4** stellt die Windrichtungsverteilung an der Station dar. Sie verdeutlicht, dass der Überdachwind im Untersuchungsgebiet bevorzugt aus südwestlichen Richtungen weht. Ein sekundäres Maximum tritt bei nordöstlichen Anströmungsrichtungen auf. Nördliche und südöstliche Windrichtungen sind hingegen kaum zu verzeichnen.

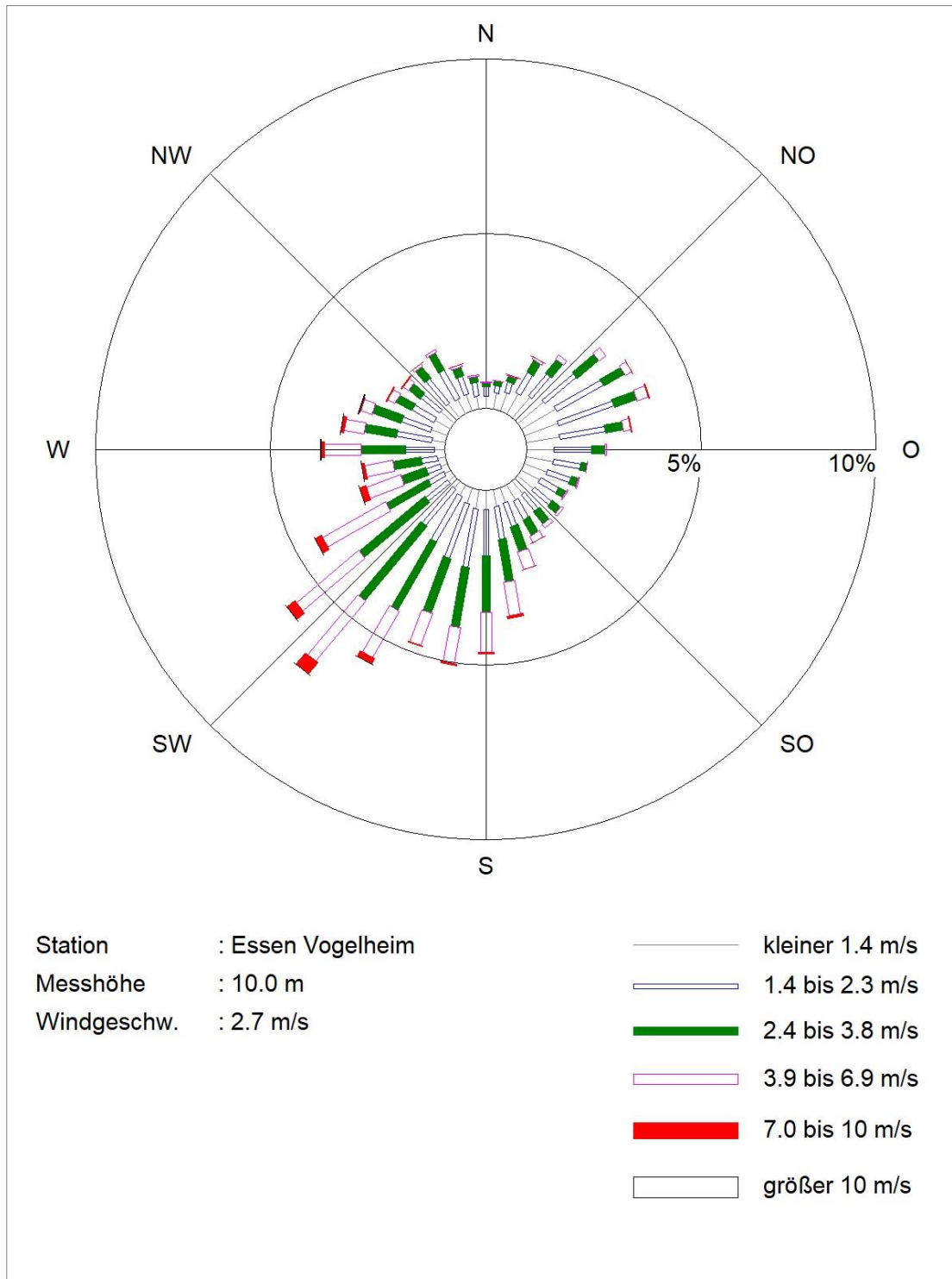


Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung

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 die 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.

Zur Abschätzung des Hintergrundniveaus im Bereich des Planungsgebiets wurde in Abstimmung mit dem LANUV die nahegelegene Messstation Essen-Vogelheim herangezogen. Die regionale Hintergrundbelastung wird aus den Messdaten der Jahre 2016 bis 2019 ermittelt (vgl. **Tab. 4.1**). Aufgrund der außergewöhnlichen Entwicklungen im Jahr 2020 durch die intensiven Einschränkungen des öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens werden die Messwerte der Luftschadstoffe für dieses Jahr nicht für die Abschätzung der Hintergrundkonzentration herangezogen.

Station	Jahr	NO ₂ -JM [µg/m ³]	PM10-JM [µg/m ³]	PM2.5-JM [µg/m ³]
Essen Vogelheim	2017	27	21	15
	2018	26	22	14
	2019	24	20	12
	Mittelwert	26	21	14

Tab. 4.1: Werte der Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

Daraus ergeben sich Vorbelastungswerte von 26 µg/m³ für das NO₂-Jahresmittel, von 21 µg/m³ für das PM10-Jahresmittel und von 14 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 und schwere 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. Bei Bebauungsplanungen in der Nähe von stark befahrenen Straßen sind hiervon gesundheitlich und immissionsrechtlich relevant NO₂ und Feinstäube (PM_{2.5} und PM₁₀).

Bei Feinstäuben (PM_{2.5} 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, leichte Nutzfahrzeuge, 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 ein bestimmter 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 % den 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 leichte Nutzfahrzeuge 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 Planung 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 – unter der empirisch bestätigten Annahme insgesamt im Laufe der Jahre abnehmender Schadstoffemissionen der Kraffahrzeuge – 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 2025.

5.1.2 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x, PM10 und PM2.5 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, NO₂-, PM10- und PM2.5-Emissionen für das Bezugsjahr 2021 (Analysefall) und 2025 (Prognosefall) bestimmt. In den Tabellen **Tab. 5.1**, **Tab. 5.2** und **Tab. 5.3** sind die Emissionsraten für die wichtigsten Straßen im Untersuchungsraum zusammengestellt. Die räumliche Zuordnung der Straßenquerschnitte veranschaulicht die **Abb. 5.2**.

Die Werte der Tab. 5.1 und 5.2 belegen, dass sich die Emissionsraten für den Prognosehorizont 2025 gegenüber dem Analysefall 2021 trotz Zunahme der Verkehrsmenge reduzieren. Besonders deutliche Minderungen ergeben sich aufgrund der zukünftigen Verbesserungen der Abgasreinigung für NO_x. Da bei Feinstaub die Emissionen, die durch das Aufwirbeln verursacht werden, gleichbleiben, sind für PM10 und PM2.5 die Emissionsminderungen wesentlich geringer.

Beim Prognose-Planfall bewirken die planungsbedingten Zusatzverkehre eine geringfügige Erhöhung der Emissionsraten gegenüber dem Prognose-Nullfall bei allen Luftschadstoffen von ca. 1 - 4 %.

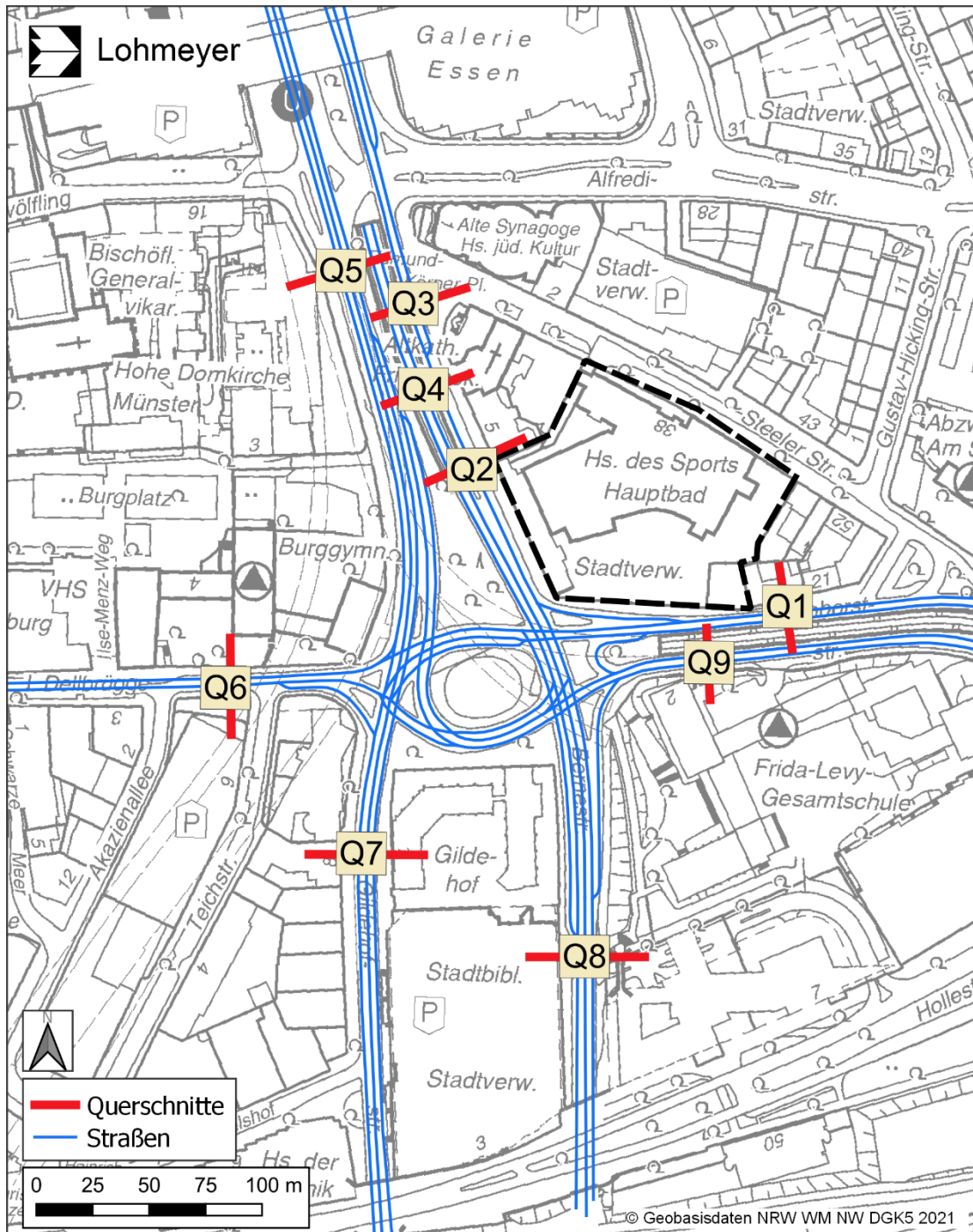


Abb. 5.2: Lage der Querschnitte

Analysefall									
QS	Bez.	DTV	SV	Verkehrssituation	Neigung	NO _x	NO ₂	PM10	PM2.5
		[Kfz/d]	[%]		+/- [%]	[µg/(m ³ s)]	[µg/(m ³ s)]	[µg/(m ³ s)]	[µg/(m ³ s)]
Q1	Varnhorststraße Richtung West	5 187	6.1	HVS 50 Innerorts	0	28.055	7.516	2.651	1.570
Q2	Bernestraße östl. Fahrbahn	8 585	3.9	HVS 50 Innerorts	0	46.700	13.047	4.878	2.475
Q3	Bernestraße östl. Fahrbahn	8 585	3.9	HVS 50 Innerorts	0	42.954	11.919	4.198	2.442
Q4	Bernestraße westl. Fahrbahn	16 633	1.8	HVS 50 Innerorts	4	49.777	13.981	7.869	4.230
Q5	Schützenbahn nördl. Kreisverkehr	27 142	2.4	HVS 50 Innerorts	0	143.130	41.262	14.743	7.558
Q6	I. Dellbrügge	5 622	1.2	HVS 50 Innerorts	0	27.888	7.343	2.617	1.532
Q7	Schützenbahn südl. Kreisverkehr	25 945	1.8	HVS 50 Innerorts	0	129.323	37.674	13.086	7.052
Q8	Bernestraße südl. Kreisverkehr	25 395	2	HVS 50 Innerorts	0	125.939	36.501	12.75	6.919
Q9	Varnhorststraße Richtung Ost	6 865	5.3	HVS 50 Innerorts	0	36.269	9.850	3.463	2.041

Tab. 5.1: Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnung für A0

Prognose-Nullfall									
QS	Bez.	DTV	SV	Verkehrssituation	Neigung	NO _x	NO ₂	PM10	PM2.5
		[Kfz/d]	[%]		+/- [%]	[µg/(m ³ s)]	[µg/(m ³ s)]	[µg/(m ³ s)]	[µg/(m ³ s)]
Q1	Varnhorststraße Richtung West	7 281	6.1	HVS 50 Innerorts	0	28.888	7.734	3.750	2.053
Q2	Bernestraße östl. Fahrbahn	5 960	3.9	HVS 50 Innerorts	0	21.603	5.902	2.956	1.584
Q3	Bernestraße östl. Fahrbahn	5 960	3.9	HVS 50 Innerorts	0	20.610	5.601	2.672	1.574
Q4	Bernestraße westl. Fahrbahn	17 722	1.8	HVS 50 Innerorts	4	39.800	10.705	8.560	4.295
Q5	Schützenbahn nördl. Kreisverkehr	28 966	2.4	HVS 50 Innerorts	0	112.498	31.588	16.030	7.557
Q6	I. Dellbrügge	6 133	1.2	HVS 50 Innerorts	0	21.988	5.424	2.748	1.541
Q7	Schützenbahn südl. Kreisverkehr	27 655	1.8	HVS 50 Innerorts	0	98.383	27.744	14.109	7.023
Q8	Bernestraße südl. Kreisverkehr	22 320	2	HVS 50 Innerorts	0	74.175	20.769	10.390	5.635
Q9	Varnhorststraße Richtung Ost	7 645	5.3	HVS 50 Innerorts	0	29.012	7.819	3.752	2.113

Tab. 5.2: Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnung für P0

Prognose-Planfall									
QS	Bez.	DTV	SV	Verkehrssituation	Neigung	NO _x	NO ₂	PM10	PM2.5
		[Kfz/d]	[%]		+/- [%]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]	[µg/(m*s)]
Q1	Varnhorststraße Richtung West	8 379	5.3	HVS 50 Innerorts	0	31.840	8.563	4.163	2.305
Q2	Bernestraße östl. Fahrbahn	6 135	3.8	HVS 50 Innerorts	0	22.162	6.060	3.043	1.625
Q3	Bernestraße östl. Fahrbahn	6 135	3.8	HVS 50 Innerorts	0	21.113	5.742	2.747	1.615
Q4	Bernestraße wesstl. Fahrbahn	18 013	1.8	HVS 50 Innerorts	4	41.093	11.070	8.801	4.368
Q5	Schützenbahn nördl. Kreisverkehr	29 425	2.4	HVS 50 Innerorts	0	117.529	33.069	16.445	7.704
Q6	I. Dellbrügge	6 258	1.1	HVS 50 Innerorts	0	22.403	5.526	2.804	1.570
Q7	Schützenbahn südl. Kreisverkehr	28 088	1.8	HVS 50 Innerorts	0	100.670	28.402	14.475	7.136
Q8	Bernestraße südl. Kreisverkehr	22 677	2.1	HVS 50 Innerorts	0	75.730	21.194	10.620	5.734
Q9	Varnhorststraße Richtung Ost	7 764	5.3	HVS 50 Innerorts	0	29.393	7.926	3.809	2.142

Tab. 5.3: Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnung für PL

6 IMMISSIONEN

6.1 Ergebnisse

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 2021 (Analysefall) und das Jahr 2025 (Prognosejahr) auf der Grundlage der Verkehrsstärke der berücksichtigten Straßen im Plangebiet 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 PM2.5 sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + Zusatzbelastung durch den Straßenverkehr) in **Abb. A1.1 bis Abb. A1.9 im Anhang 1** 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 die berechneten Luftschadstoffbelastungen separat ausgewiesen (siehe **Tab.°6.1**). Die Immissionsorte repräsentieren die höchsten Immissionen an beurteilungsrelevanten Fassaden im Untersuchungsgebiet. Die Lage der Immissionsorte ist **Abb. A1.1 bis Abb. A1.9** zu entnehmen.

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

Immissionsort (IO)	NO ₂ -Jahresmittel [µg/m ³]			PM10-Jahresmittel [µg/m ³]			PM2.5-Jahresmittel [µg/m ³]		
	A0 2021	P0 2025	PL 2025	A0 2021	P0 2025	PL 2025	A0 2021	P0 2025	PL 2025
P1 – Bernestraße 5	35	32	32	23	23	23	15	15	15
P2 – altes Bestandsgebäude	35	32	-	23	23	-	15	15	-
P3 – Plangebäude	-	-	29	-	-	22	-	-	15
P4 – Burggymnasium	33	32	32	23	23	23	15	15	15
P5 – Moxy Hotel	38	35	35	24	24	24	15	15	15
P6 – Gildenhofstraße Süd	40	37	37	24	24	24	16	16	16

Tab. 6.1: Prognostizierte Jahresmittelwerte an repräsentativen Immissionsorten

Die Ergebnisgrafiken der Simulationsrechnungen und die tabellarischen Ergebnisse lassen folgende Rückschlüsse zu:

- Die prognostizierten Jahresmittelwerte liegen im Plangebiet und an der beurteilungsrelevanten Bebauung der untersuchten Straßenabschnitte für NO₂ und Feinstaub (PM10 und PM2.5) unter den Grenzwerten der 39. BImSchV bzw. halten diese ein. In Bereichen mit ungünstigen Austauschbedingungen und höheren Verkehrsbelastungen - insbesondere in der Gildenhofstraße - treten erhöhte Immissionen auf.
- Die Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. bis **A 1.3** belegen, dass der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für den **NO₂-Jahresmittelwert** von 40 µg/m³ beim Analysefall (A0), Prognose-Nullfall (P0) und Prognose-Planfall (PL) an der beurteilungsrelevanten Bestandsbebauung eingehalten wird. Die Abb. 1.1 zeigt, dass beim Analysefall in Bereichen mit ungünstigen Austauschbedingungen erhöhte NO₂-Immissionen auftreten. Am Aufpunkt P6, der sich in Nähe der Einfahrt der Bahnunterführung befindet, wird der Grenzwert von 40 µg/m³ erreicht. Im Bereich des Plangebiets liegt der NO₂-Jahresmittel aufgrund der besseren Austauschbedingungen bei maximal 35 µg/m³ und somit deutlich unter dem Grenzwert (vgl. P1 und P2). Aufgrund der zukünftigen Maßnahmen zur Minderung der Abgasemissionen gehen die Immissionen beim Prognose-Nullfall gegenüber dem Analysefall insgesamt zurück. An dem am stärksten belasteten Immissionsort P6 ergibt sich eine Immissionsminderung von 40 µg/m³ auf 36 µg/m³. Im Plangebiet liegen die maximalen Immissionen bei 32 µg/m³. Planungsbedingte Zunahmen der NO₂-Immissionen sind nur gering ausgeprägt und räumlich engbegrenzt (vgl. Abb. A.1.2 mit Abb. A1.3). Signifikante Zunahmen der NO₂-Immissionen gegenüber dem Prognose-Nullfall können sowohl an der Bestandsbebauung als auch am Plangebäude ausgeschlossen werden.

- Die Ergebnisauswertungen belegen, dass der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für den **PM10-Jahresmittelwert** von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im gesamten Untersuchungsgebiet und für alle drei Szenarien deutlich unterschritten wird. Bei den PM10-Konzentrationen werden die höchsten Werte von ca. $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Bereich der Gildenhofstraße ermittelt. In weiten Bereichen des Untersuchungsgebietes liegen die PM10-Immissionen nur unwesentlich über der Hintergrundbelastung von $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vgl. **Abb.°A1.4** bis **Abb. A1.6**).
- Die flächendeckenden **PM2.5-Jahresmittelwerte** (siehe **Abb.°A1.7** bis **Abb. A1.9**) zeigen, dass der Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemäß 39. BImSchV im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich unterschritten wird.

6.2 Fazit

Die für den Analysefall, Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall berechneten NO_2 -Jahresmittelwerte halten an der geplanten Bebauung und der angrenzenden Bebauung für alle betrachteten Schadstoffkomponenten den Grenzwert der 39. BImSchV ein.

Für PM10 und PM2.5 liegen die prognostizierten Jahresmittelwerte deutlich unter den entsprechenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Die ermittelte Überschreitungshäufigkeit des PM10-Tagesmittelgrenzwert unterschreitet für die untersuchten Szenarien ebenfalls den Grenzwert von 35 Tagen pro Jahr deutlich.

Signifikante planungsbedingte Zunahmen der Luftschadstoffimmissionen können sowohl an der Bestandsbebauung als auch am Plangebäude ausgeschlossen werden.

Aus lufthygienischer Sicht gibt es daher 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., Böisinger, 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.
- 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).
- 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_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF.
- Rudolf Keller Verkehrsingenieure GmbH (2021): Verkehrszahlen für das Untersuchungsgebiet. Wülfrath.
- 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., Bössinger, 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

- Straßen.NRW (2020): Pressemitteilung vom 17.04.2020, zu finden auf <https://www.strassen.nrw.de/de/presse/meldungen/meldung/strassen-nrw-verkehrszaehlung-2020-wegen-corona-kontaktverbot-verschoben.html>
- TREMODO (2010): TREMODO – 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 Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen. 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 A 1:
ERGEBNISGRAFIKEN

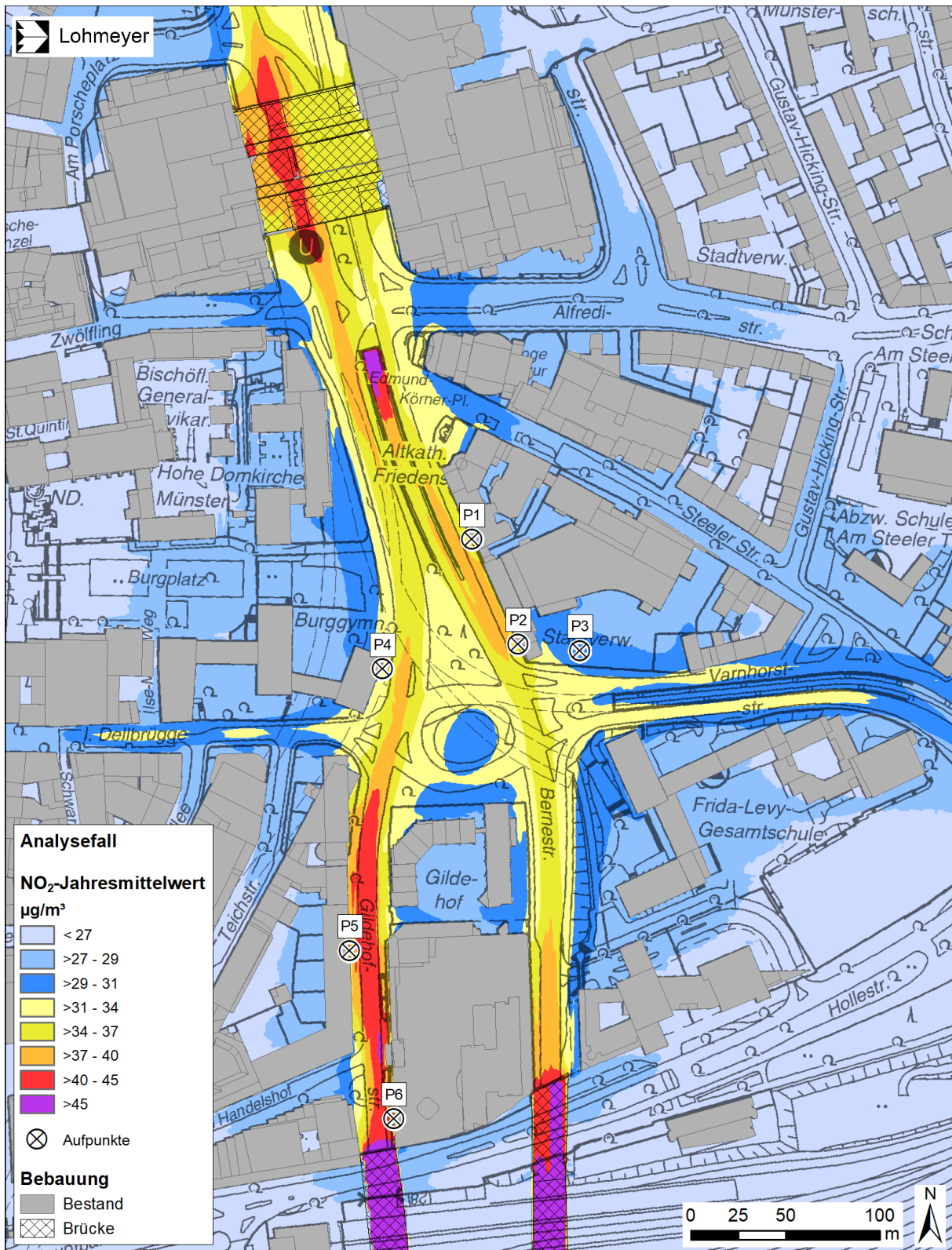


Abb. A1.1: NO₂-Jahresmittelwerte für den Analysefall

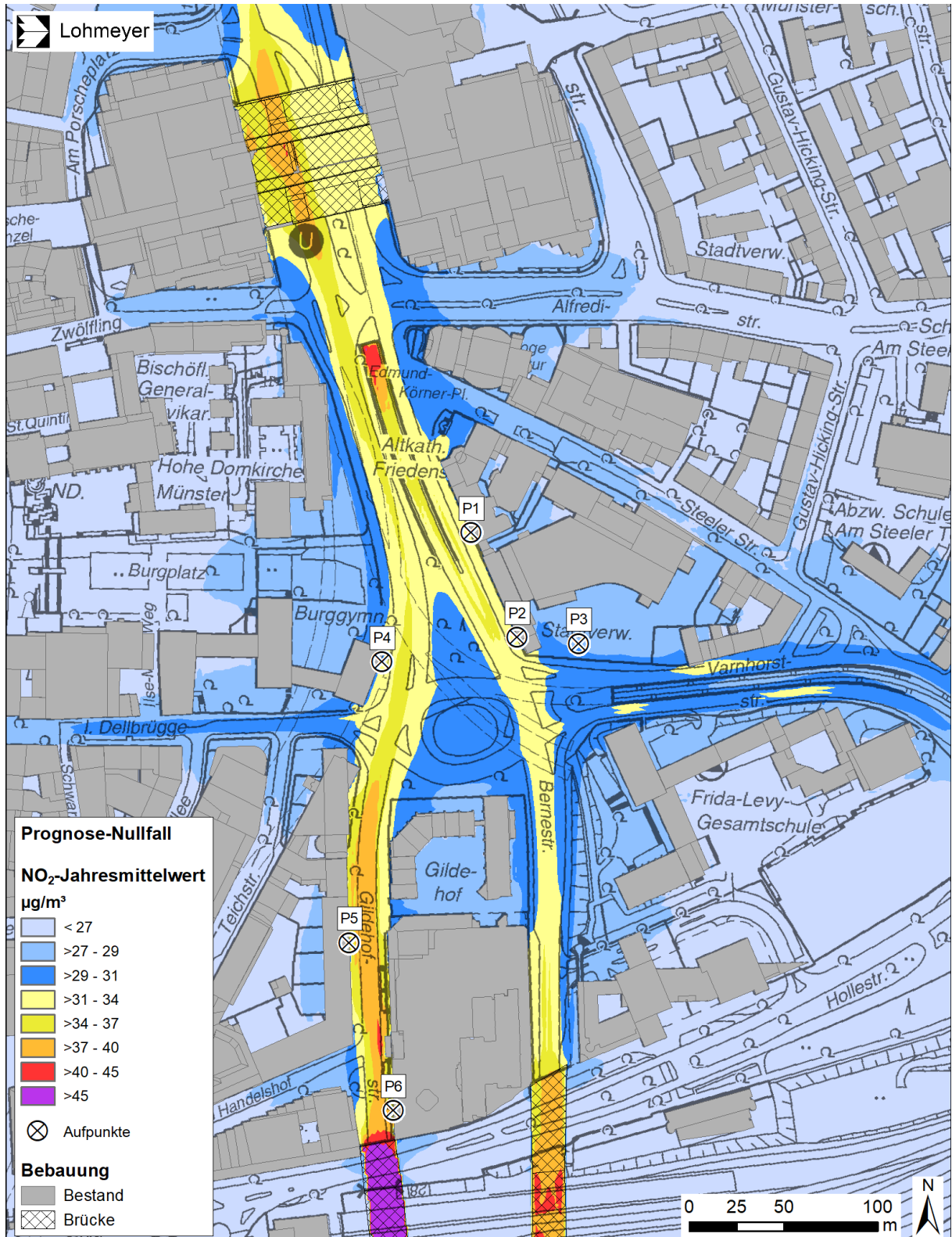


Abb. A1.2: NO₂-Jahresmittelwerte für den Prognose-Nullfall

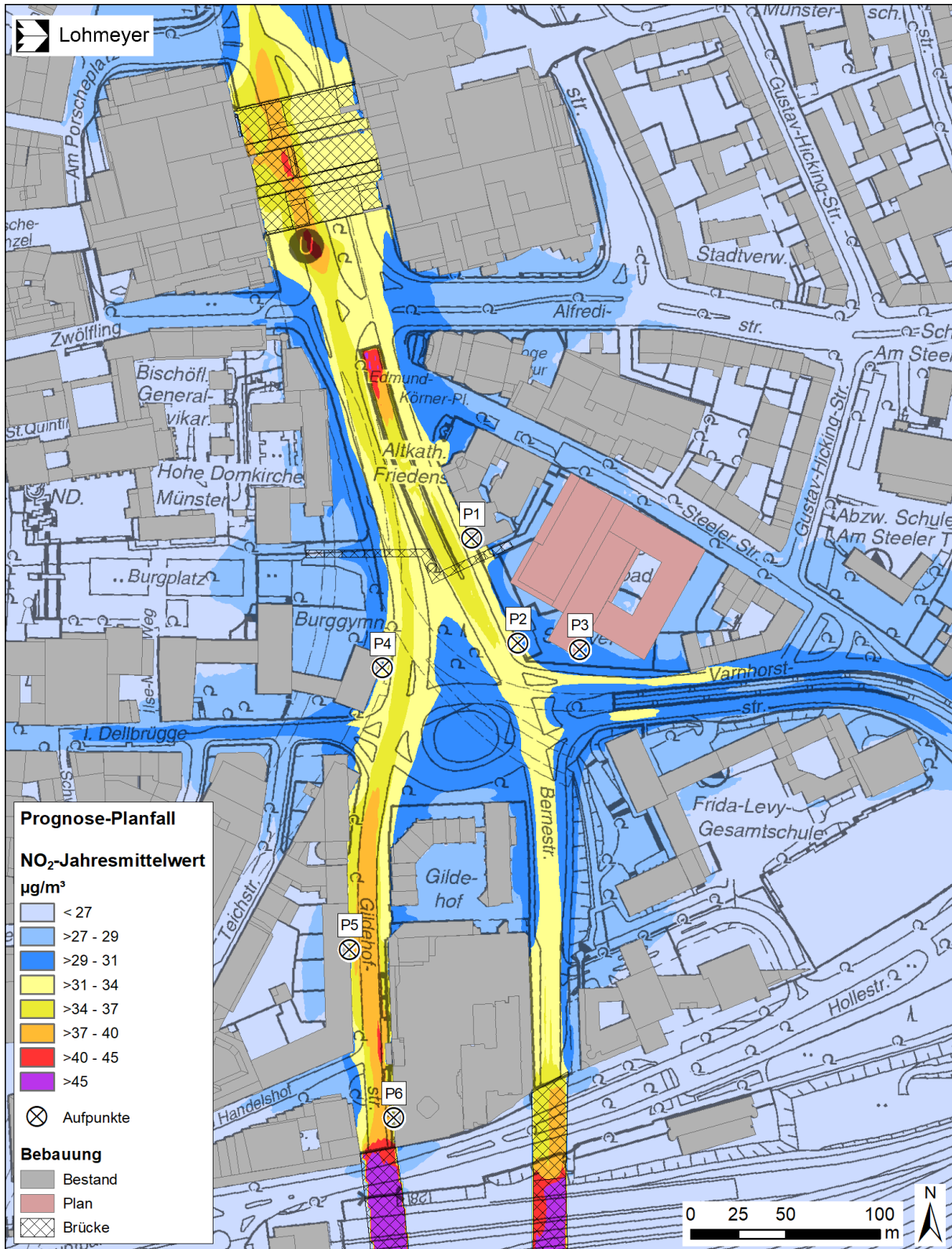


Abb. A1.3: NO₂-Jahresmittelwerte für den Prognose-Planfall

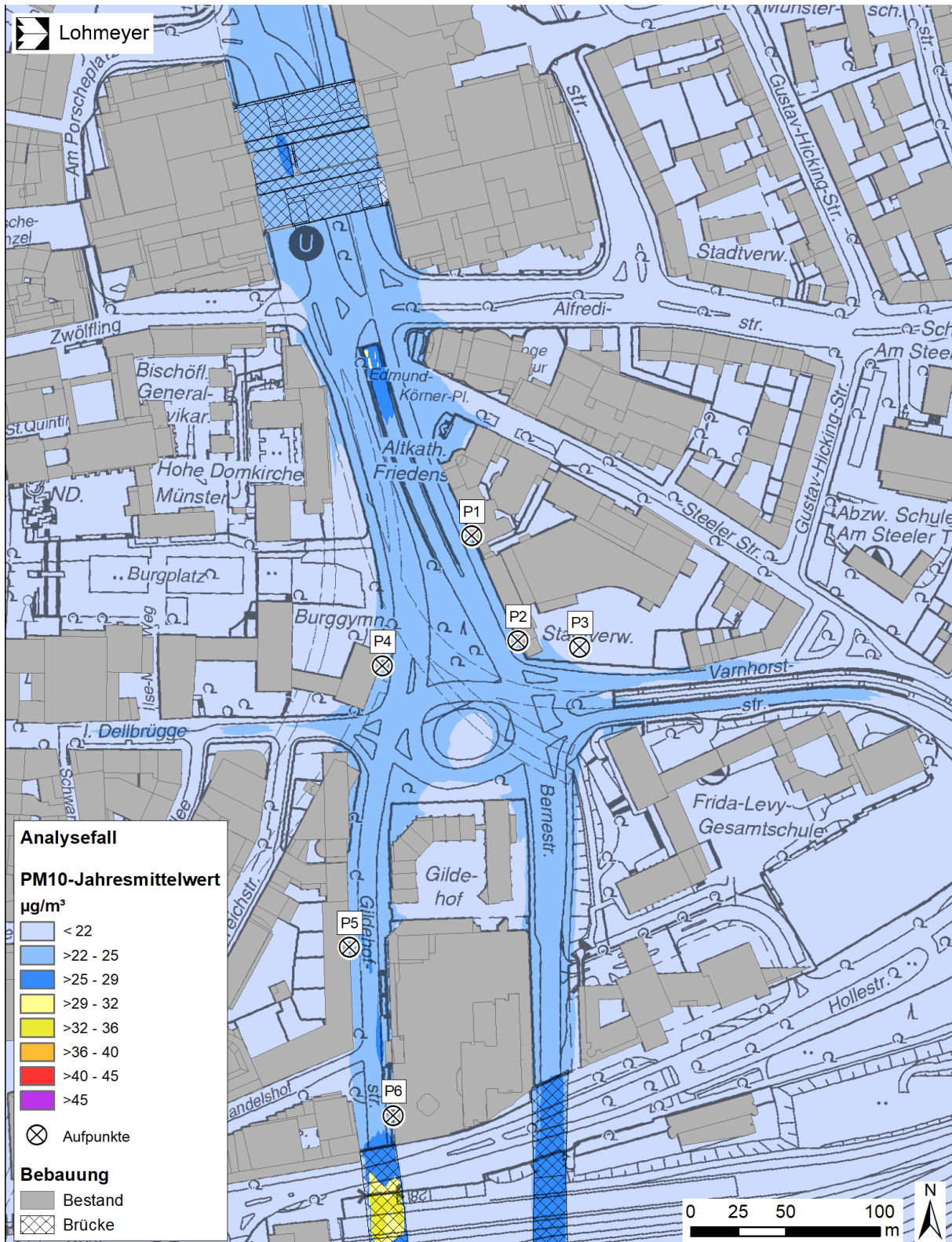


Abb. A1.4: PM10-Jahresmittelwerte für den Analysefall

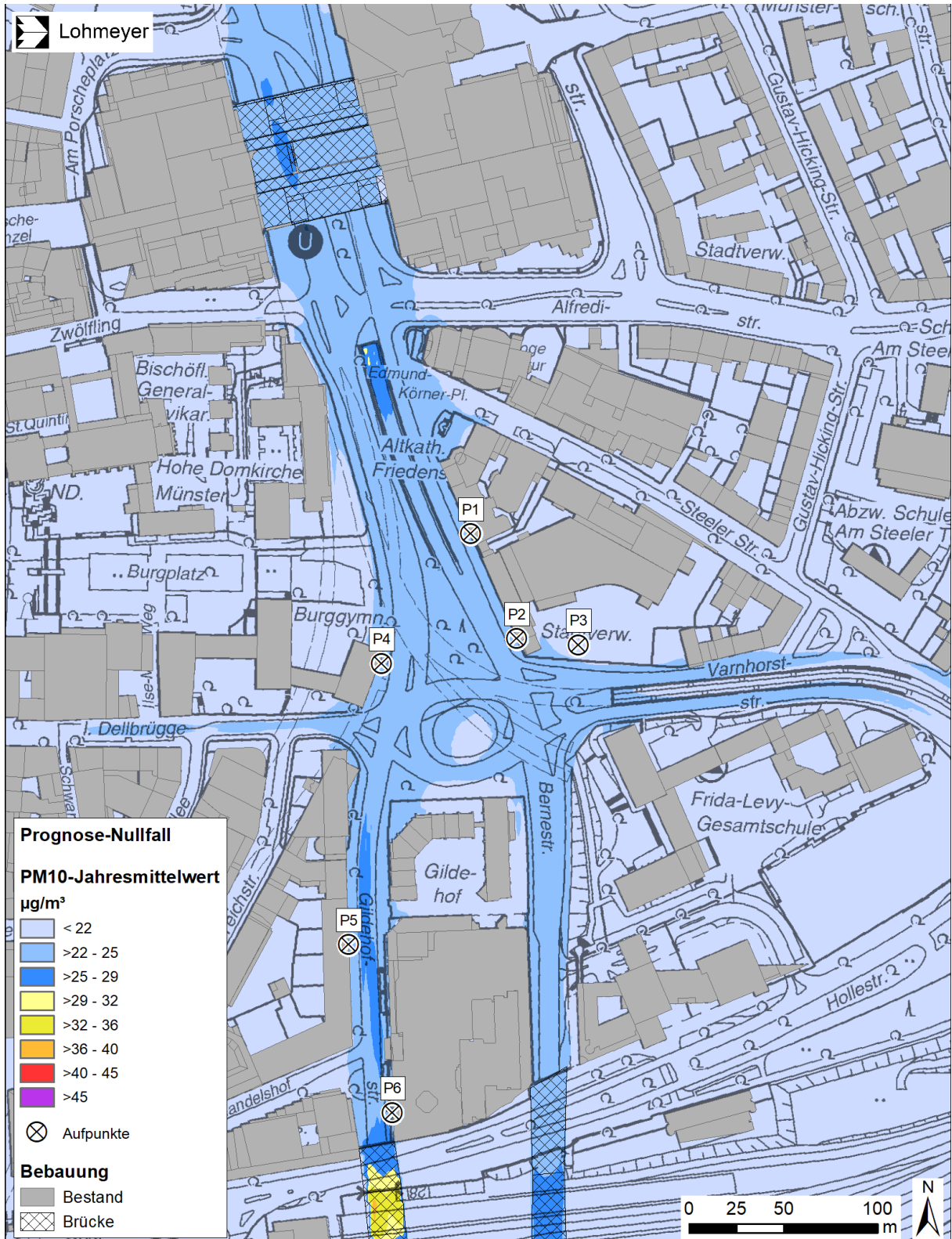


Abb. A1.5: PM10-Jahresmittelwerte für den Prognose-Nullfall

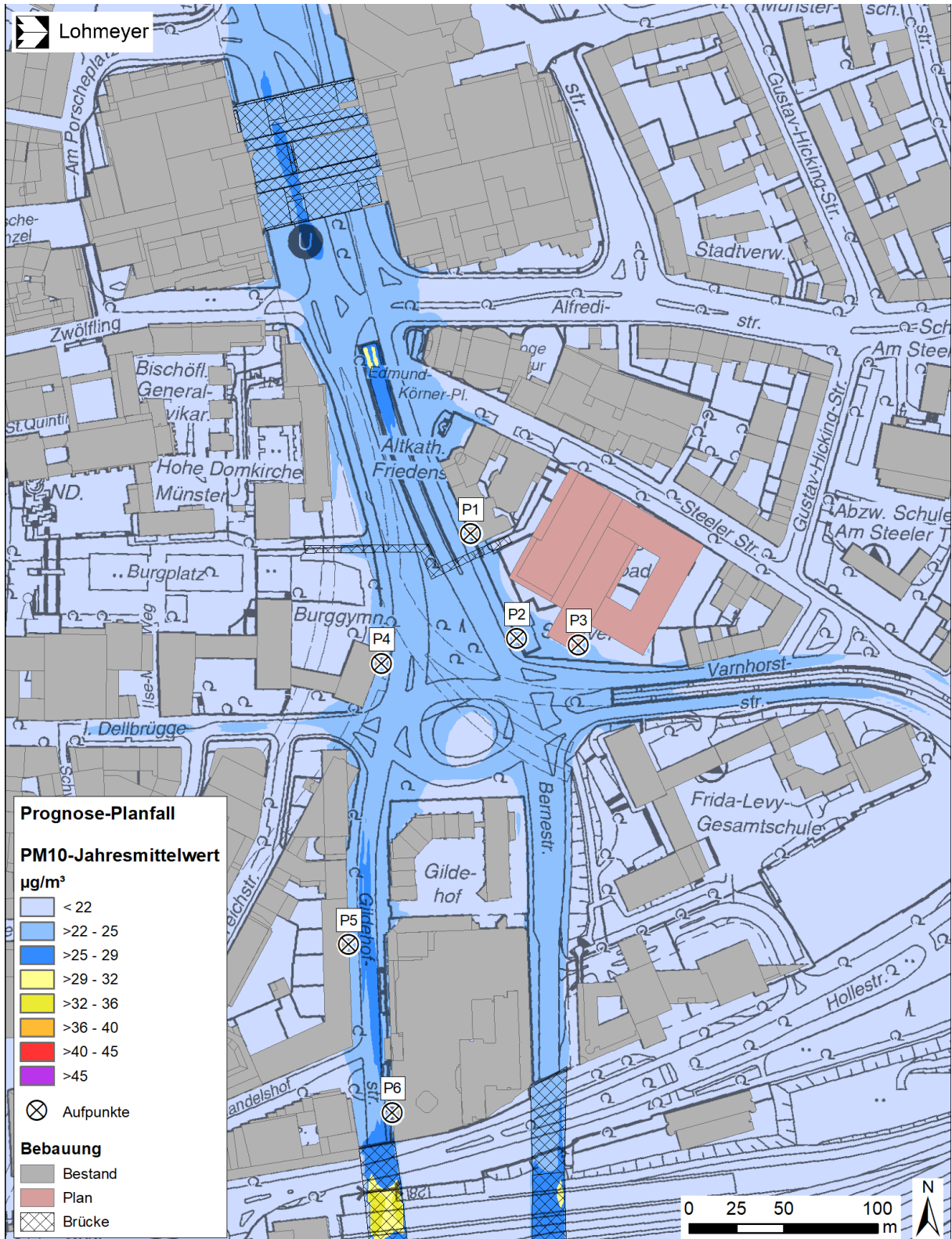


Abb. A1.6: PM10-Jahresmittelwerte für den Prognose-Planfall

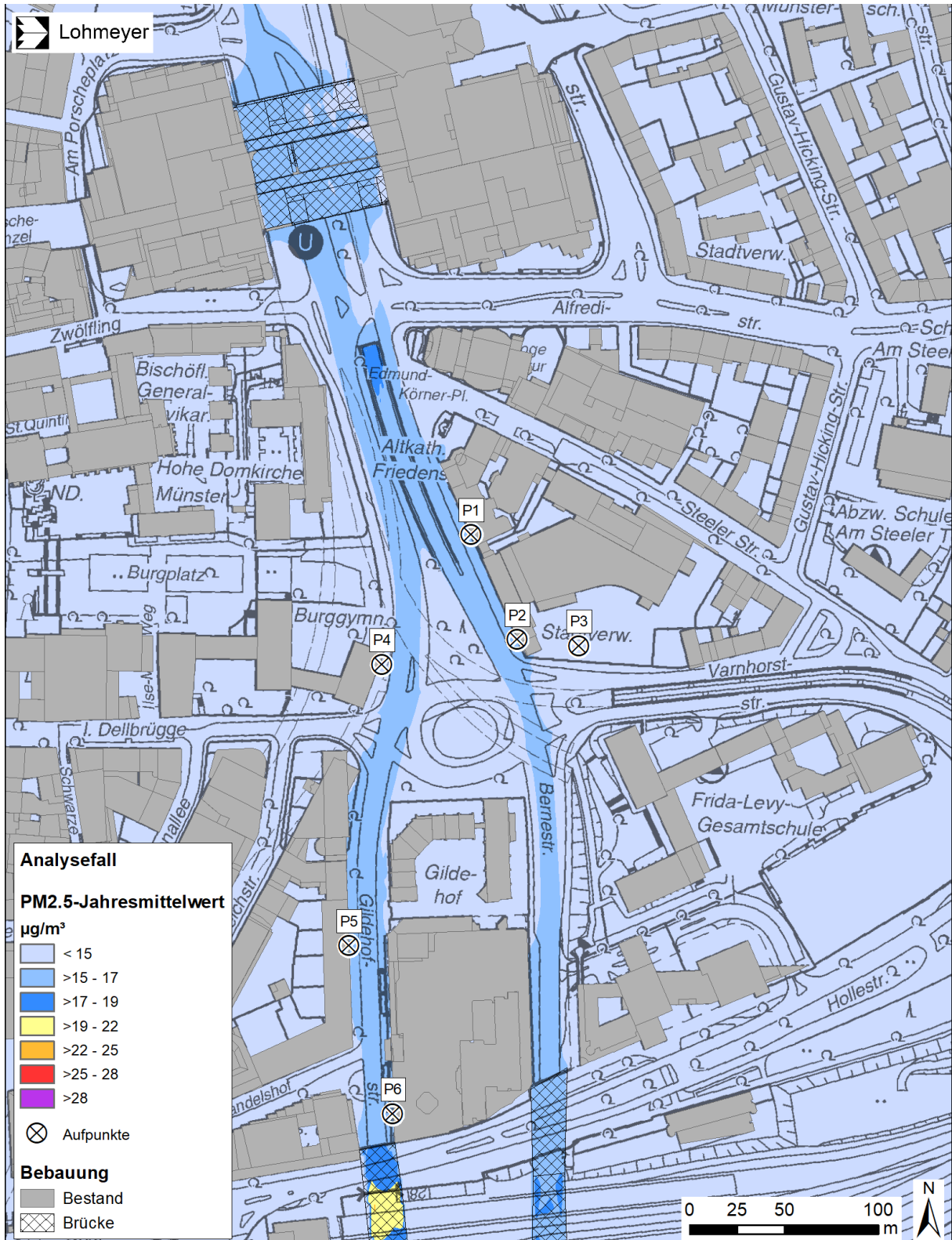


Abb. A1.7: PM2.5-Jahresmittelwerte für den Analysefall

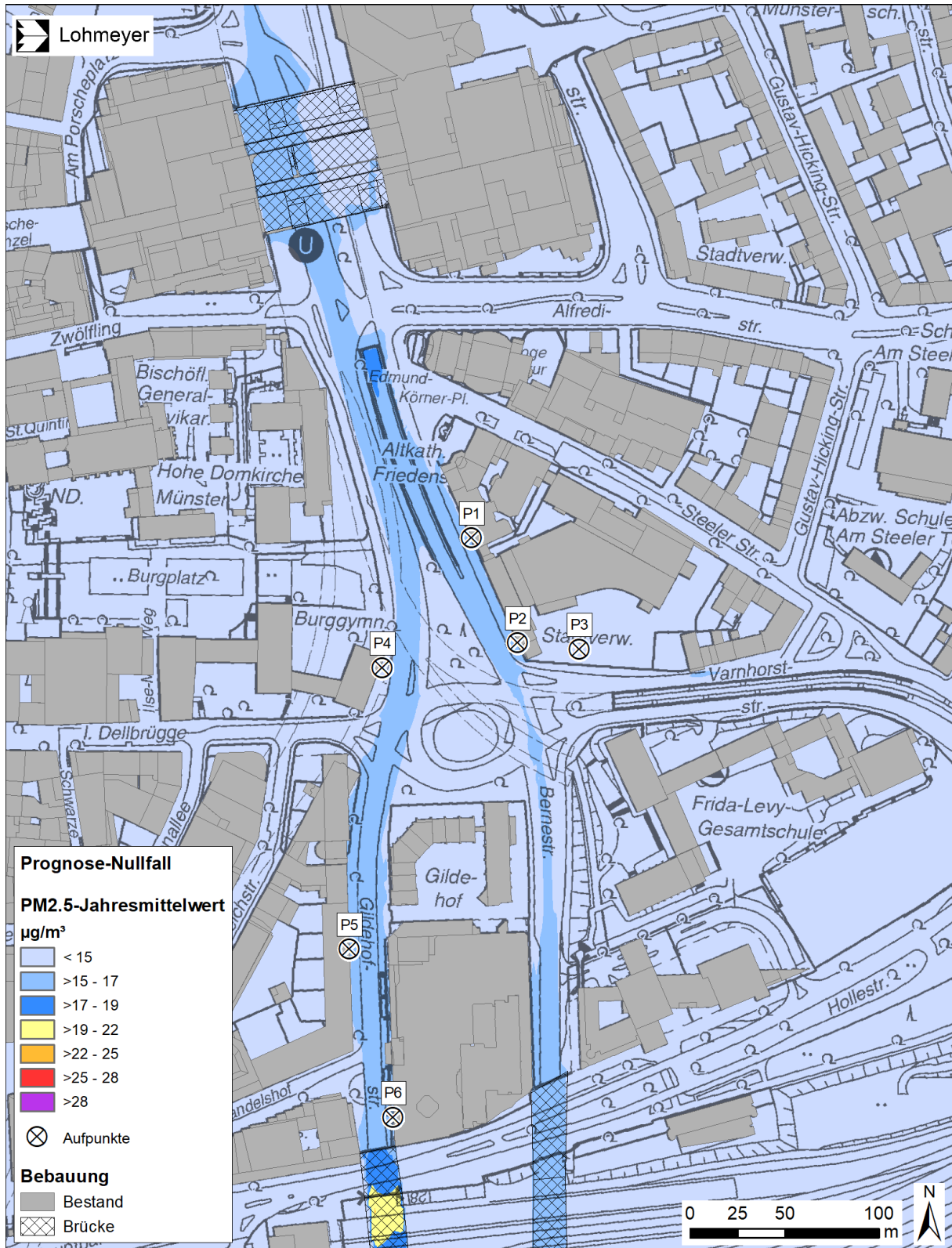


Abb. A1.8: PM2.5-Jahresmittelwerte für den Prognose-Nullfall

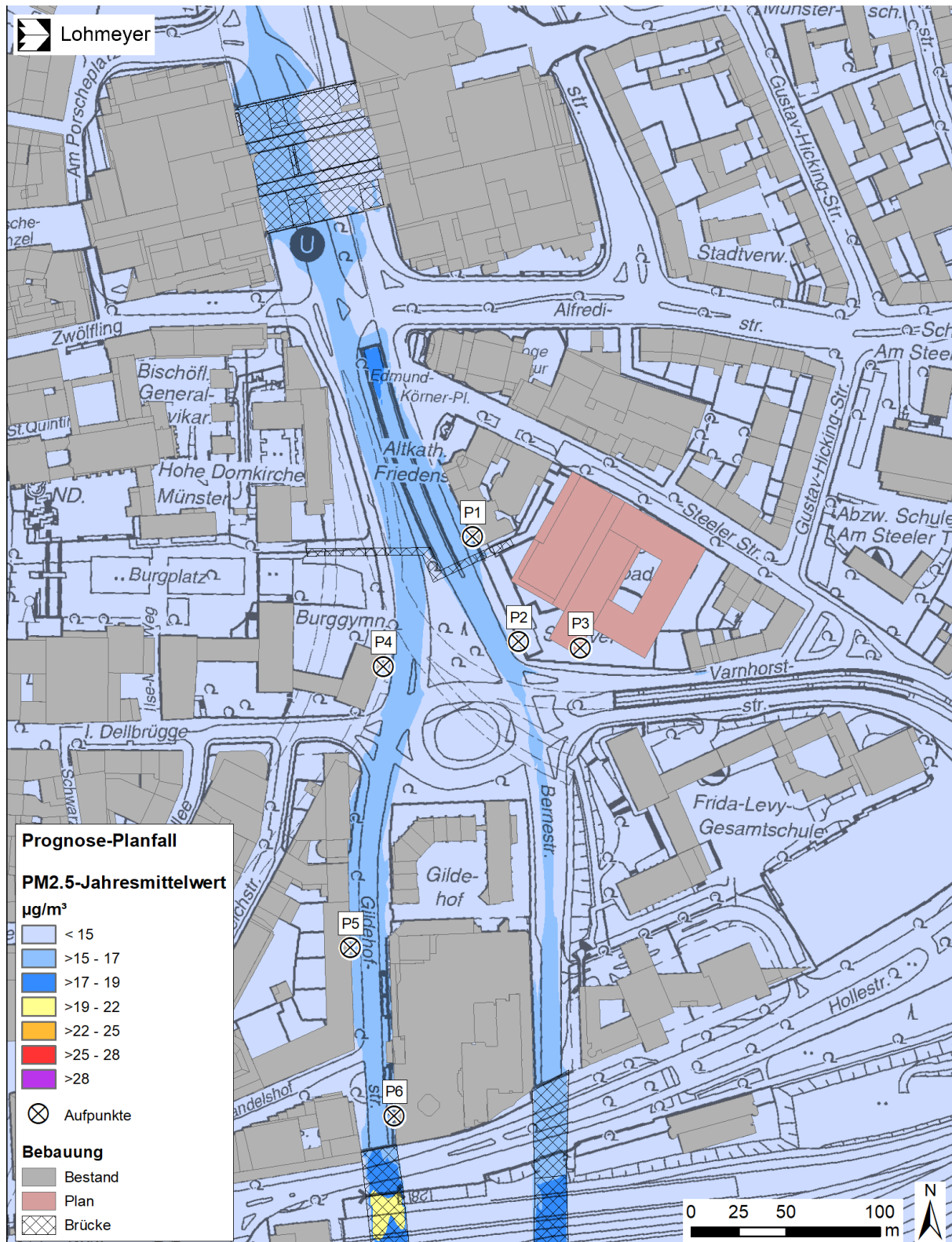


Abb. A1.9: PM2.5-Jahresmittelwerte für den Prognose-Planfall

A N H A N G A 2:
BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN
AN KFZ-STRASSEN

A2 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A2.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, wie Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO₂), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO₂), Benzol und Partikel. Mit einem Vergleich von gemessenen oder rechnerisch bestimmten Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenz- oder Vorsorgewerten, lässt sich die Luftqualität bewerten.

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 NO₂, PM10 und PM2.5 von Bedeutung. Für Benzol und Kohlenmonoxid liegen die Jahresmittelwerte auch an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen deutlich unter den Grenzwerten der 39. BImSchV und werden deshalb nicht mitbetrachtet. 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 PM10 und wird damit indirekt erfasst.

Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A2.1** angegeben.

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. A2.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

A2.2 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 PM_{2.5}-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 PM_{2.5}-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM_{2.5}-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 PM_{2.5}-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.

A2.3 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.

A2.4 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 A3:
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-
ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A3 AUSBREITUNGSRECHNUNG MIT MISKAM / LATRANS-KOPPELUNG

A3.1 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. Zu diesem Zweck wurden unterschiedliche Quell- und Gebäudeanordnungen untersucht, die in den Projekten Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung (PEF) (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.

A3.2 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, meteorologische Daten, die Hintergrundbelastung und ggf. die vorhandene Bebauung im Untersuchungsraum.

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 ist. 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 (Flassak et al. (1996)) wurde 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 oftmals nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen ermittelt werden. Die Genauigkeit der Emissionen ist unmittelbar abhängig von den Fehlerbandbreiten der Basisdaten (d. h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

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 Gesamtimmissionsbelastung geringer sind.