

**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D-01445 Radebeul

Telefon: +49 (0) 351 / 8 39 14 - 0

E-Mail: info.dd@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

GLEISSCHLEIFE GEHRENSEESTRASSE IN BERLIN

- LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN FÜR DAS PLANFESTSTELLUNGSVERFAHREN -

Auftraggeber: Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH
Greifswalder Straße 80A

10405 Berlin

Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche

Dr. rer. nat. I. Düring

Februar 2016
Projekt 70430-07-01
Berichtsumfang 55 Seiten+54 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	AUFGABENSTELLUNG	5
3	VORGEHENSWEISE	6
3.1	Betrachtete Schadstoffe	6
3.2	Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	6
3.3	Berechnungsverfahren PROKAS	7
3.4	Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte	8
4	EINGANGSDATEN	11
4.1	Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes	11
4.2	Verkehrsdaten	12
4.3	Bebauungs- und Lärmschutzsituation	15
4.4	Meteorologische Daten	15
4.5	Hintergrundbelastung der Luft	21
5	EMISSIONEN	22
5.1	Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren	22
5.2	Motorbedingte Emissionsfaktoren	22
5.3	Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	23
5.4	Emissionen des untersuchten Straßennetzes	25
6	IMMISSIONEN	28
6.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	29
6.2	Feinstaub (PM ₁₀)	32
6.3	Feinstaub (PM _{2.5})	36
7	LITERATUR	39
	ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF- KONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	43

ANHANG A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	47
ANHANG A3: EMISSIONSABBILDUNGEN.....	53

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist 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 Hintergrundbelastung und 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 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 gröÙenselektierenden Lufterlass 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.

1 ZUSAMMENFASSUNG

In Berlin-Lichtenberg zwischen Hauptstraße und Paul-König-Straße ist der Neubau der Gleisschleife Gehrenseestraße geplant. Für den Neubau zu dem genannten Vorhaben wurde unser Luftschadstoffgutachten im Juni 2013 erstellt (Lohmeyer, 2013). Dort wurden neben dem Istzustand auch der Nullfall und der Planfall 2025 jeweils vereinbarungsgemäß ohne Berücksichtigung des damals geplanten B-Planes 11-35 betrachtet, da dieser noch nicht rechtskräftig war.

Mittlerweile ist dieser rechtskräftig und im Rahmen der Auslegung der PF-Unterlagen wird von der Senatsverwaltung Abt. IX explizit die Berücksichtigung des B-Plangebietes 11-35 gefordert.

In diesem Zusammenhang ist im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens die Erarbeitung eines Luftschadstoffgutachtens erforderlich. Innerhalb des Gutachtens sind unter Berücksichtigung der geltenden Rechtslage die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens auf die Immissionssituation des Untersuchungsgebietes zu untersuchen und zu bewerten.

Es werden folgende Betrachtungsfälle begutachtet:

- Nullfall 2025 (vor Realisierung des Vorhabens, mit Berücksichtigung des B-Planes 11-35)
- Planfall 2025 (nach Realisierung des Vorhabens, mit Berücksichtigung des B-Planes 11-35).

Zusätzlich wird der Fall betrachtet vor der Realisierung des Vorhabens Gleisschleife Gehrenseestraße und ohne Umsetzung des B-Planes 11-35. Dieser Fall zeigt die Einflüsse der Bebauungsverdichtung durch den B-Plan 11-35 auf.

Betrachtet werden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO₂), Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}). Die Beurteilung der Maßnahme erfolgt im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) in seiner Version 3.2 (UBA, 2014) werden die verkehrsbedingten Emissionen für das Jahr 2025 ermittelt.

Die nicht motorbedingten PM₁₀- und PM_{2.5}-Emissionen werden auf der Grundlage vorliegender Systematisierungen aus der Literatur bestimmt.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgt mit dem Modell PROKAS/PROKAS_B (Beschreibung siehe Anhang A2).

Die so berechnete Zusatzbelastung, verursacht vom Kfz-Verkehr auf den berücksichtigten Straßen, wird mit der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf Grundlage von Messdaten und in Abstimmung mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde der Stadt Berlin angesetzt. Die NO_x/NO₂-Konversion wird mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wird die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

Ergebnisse

Im Planfall 2025 sowie Nullfall 2025 jeweils mit Berücksichtigung B-Plan 11-35 werden jeweils alle Grenzwerte deutlich eingehalten. Im Planfall ist mit geringfügig niedrigeren Luftschadstoffbelastungen zu rechnen als im Nullfall. Dies liegt an der beabsichtigten Konzentration der Haltestellen Bus und Bahn in Mittellage (höhere Abstände zu nächstliegenden Gebäudefassaden) und das damit auch Entfallen von Behinderungen des Kfz-Verkehrs durch das Halten der Busse am Straßenrand. Dies ist positiv zu bewerten.

Die Bebauungsverdichtung durch den B-Plan 11-35 erhöht die beurteilungsrelevanten Luftschadstoffbelastungen um maximal 3 µg/m³ aber deutlich unterhalb der Grenzwerte.

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

2 AUFGABENSTELLUNG

In Berlin-Lichtenberg zwischen Hauptstraße und Paul-König-Straße ist der Neubau der Gleisschleife Gehrenseestraße geplant. Für den Neubau zu dem genannten Vorhaben wurde unser Luftschadstoffgutachten im Juni 2013 erstellt (Lohmeyer, 2013). Dort wurden neben dem Istzustand auch der Nullfall und der Planfall 2025 jeweils vereinbarungsgemäß ohne Berücksichtigung des damals geplanten B-Planes 11-35 betrachtet, da dieser noch nicht rechtskräftig war.

Mittlerweile ist dieser rechtskräftig und im Rahmen der Auslegung der PF-Unterlagen wird von der Senatsverwaltung Abt. IX explizit die Berücksichtigung des B-Plangebietes 11-35 gefordert. Dies wäre hiermit berücksichtigt.

Zu betrachten sind folgende Fälle:

- Nullfall 2025 (vor Realisierung des Vorhabens, ohne Berücksichtigung des B-Planes 11-35)
- Nullfall 2025 (vor Realisierung des Vorhabens, mit Berücksichtigung des B-Planes 11-35)
- Planfall 2025 (nach Realisierung des Vorhabens, mit Berücksichtigung des B-Planes 11-35).

Die Beurteilung der Maßnahme soll für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstäube (PM10, PM2.5) im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV für das Jahr 2025 erfolgen.

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 lufthygienischen 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 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. 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 Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 µm und 2.5 µm (PM10, PM2.5) betrachtet.

3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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

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 PROKAS

Für das gesamte Betrachtungsgebiet wird das Straßennetzmodell PROKAS (Beschreibung: www.lohmeyer.de/prokas) unter Berücksichtigung von lokal repräsentativen Windverhältnissen angewendet; mit diesem Verfahren können Straßennetze, in typisierter Form Randbebauung und Lärmschutzbauten, berücksichtigt werden.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA nicht behandelt. Die Berechnung dieser Emissionen erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von aktuellen Forschungsarbeiten (Düring und Lohmeyer, 2011; CORINAIR, 2007). Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (VDI, 2003).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet.

Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, alle berücksichtigten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

Für die 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 et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-

Perzentilwert $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

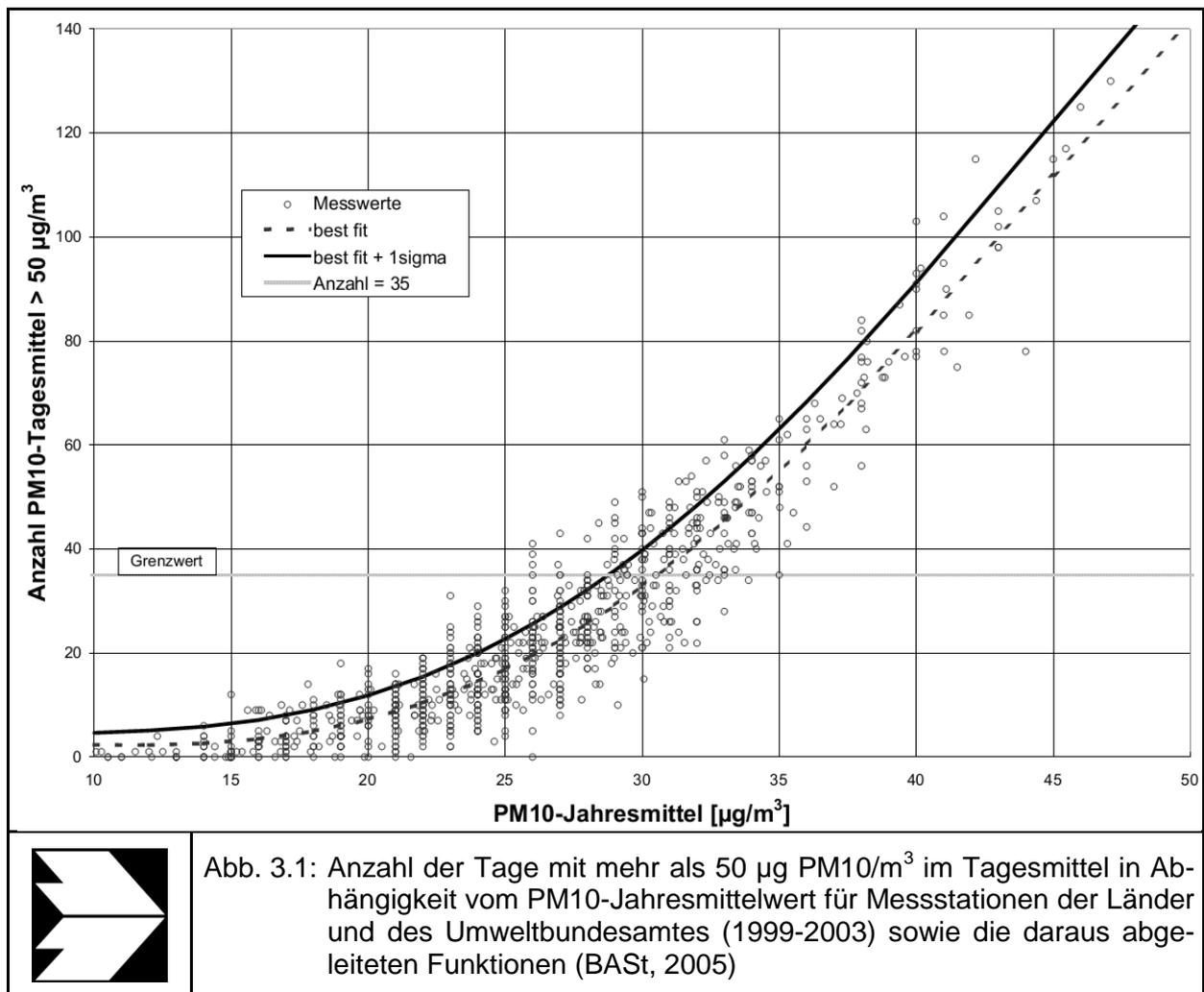
Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO_2 einen Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der Jahresmittelwert $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 PM_{10} -Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM_{10} -Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM_{10} -Überschreitungshäufigkeit vom PM_{10} -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. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einen nahezu identischen Verlauf wie der o. g. „best fit“ nach BASt (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM_{10} -Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM_{10} -Jahresmittelwert von $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM_{10} -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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).



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

PM10-Jahresmittel

- < $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $29 - 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $31 - 33 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $34 - 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $\geq 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Überschreitung PM10-Tagesmittel

- keine Überschreitung
- selten (Wahrscheinlichkeit <40 %)
- öfter möglich (Wahrscheinlichkeit 40 bis 80 %)
- wahrscheinlich (Wahrscheinlichkeit >80 %)
- 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 zugrunde liegenden Verkehrsdaten, die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

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

- Technische Planung in Form von Lage- und Höhenplänen (Stand 2013-05-03)
- Luftbilder und digitale Karten DTK 25
- Verkehrsbelegungsdaten
- Lageplan B-Plan 11-35 (Stand 2013).

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Planungsvorhaben umfasst eine veränderte Führung der Gleisschleife Gehrenseestraße und damit verbunden auf einem kurzen Abschnitt eine veränderte Linienführung. Die Straßenbahnlinie wird von Rhinstraße, Wartenberger Straße gleich in Richtung Norden weitergeführt bzw. umgekehrt und ein zweimaliges Abbiegen der Straßenbahn innerhalb der Wartenberger Straße entfällt. Die Haltestelle Gehrenseestraße befindet sich zentral für Straßenbahn und Bus in der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Rhinstraße.

Im Null- und Planfall wird der derzeit sich in der Umsetzung befindliche B-Plan 11-35 der sich zwischen Wartenberger Straße und Gehrenseestraße erstreckt berücksichtigt. Zusätzlich wird der o. g. Nullfall zum B-Plan 11-35 betrachtet, das heißt die Situation ohne Umsetzung der hier zu betrachtenden Planungsmaßnahmen und ohne Umsetzung B-Plan. In den Nullfällen befinden sich die Haltestellen Gehrenseestraße für Straßenbahn und Bus innerhalb der eben genannten Kreuzungsbereiche räumlich verteilt. Im Planfall wird sich die Haltestelle Gehrenseestraße zentral für Straßenbahn und Bus in der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Rhinstraße befinden.

Die [Abb. 4.1](#) zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigte Straßennetz. [Des Weiteren sind der Lageplan für den Neubau der Gleisschleife Gehrenseestraße sowie der berücksichtigte B-Plan 11-35 gekennzeichnet.](#) In den betrachteten Varianten wurden nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an Werktagen (DTV_w) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Die Emissionen von Straßenabschnitten mit geringerer Verkehrsbelegung werden über die Hintergrundbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5). Die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet weisen zum Teil lockere bis dichte einseitige oder zweiseitige Bebauung auf ([Abschnitt 4.3](#)).

4.2 Verkehrsdaten

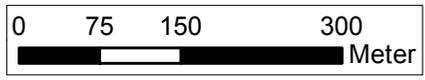
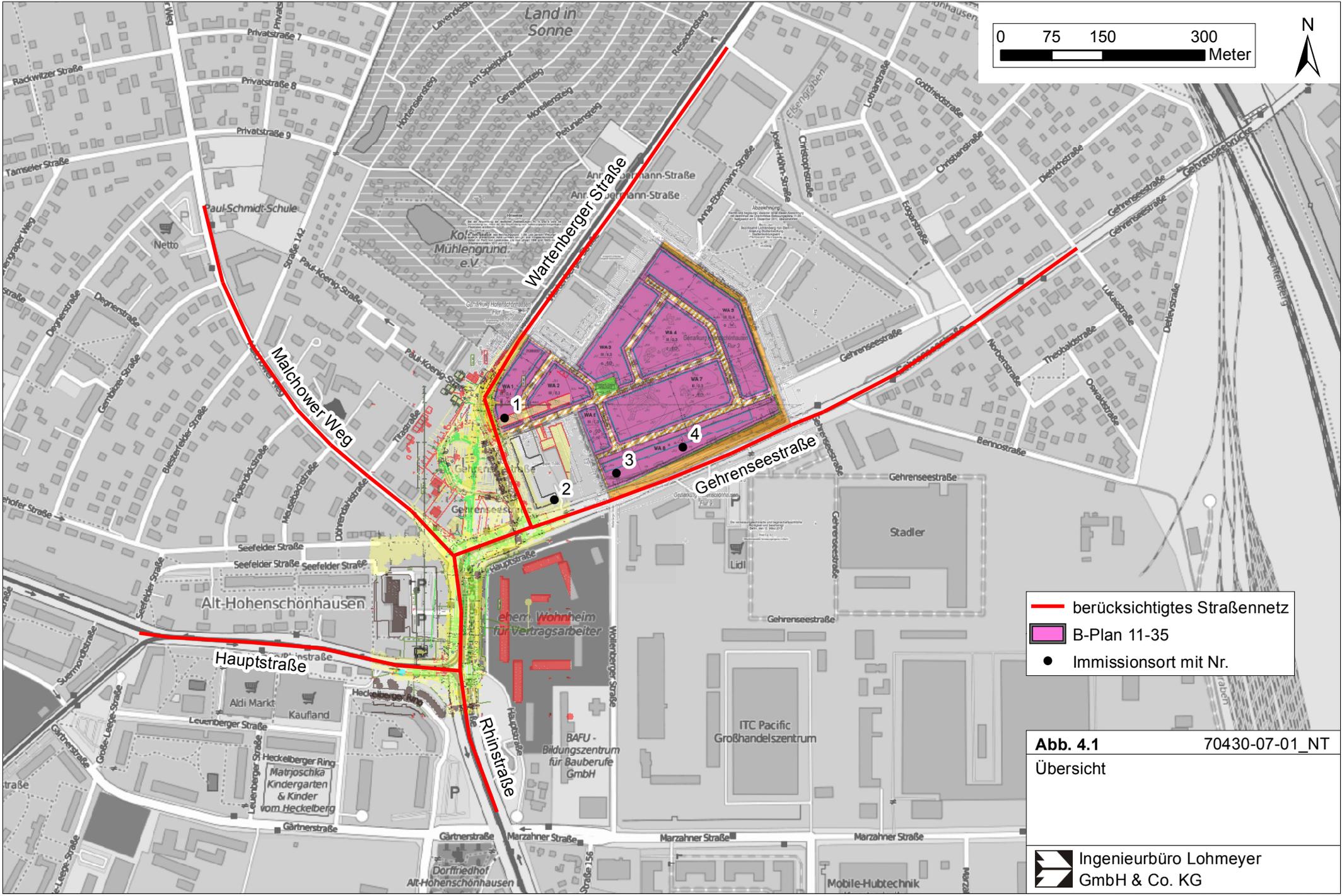
Neben unterschiedlichen DTV-Werten weisen die einzelnen Straßenabschnitte unterschiedliche Schwerverkehrsanteile und unterschiedliche Verkehrssituationen (mittlere Geschwindigkeit, Standanteile, Konstantfahrten) auf, die bei der Bestimmung der Emissionen auf den betrachteten Straßenabschnitten entscheidenden Einfluss haben.

[Die Verkehrsdaten, die für die Berechnungen in dem vorangegangenen Gutachten Lohmeyer \(2013\) verwendet wurden, wurden unverändert übernommen und sind für den Nullfall und Planfall 2025 in \[Abb. 4.2\]\(#\) dargestellt.](#)

[Da für das Vorhaben Neubau der Gleisschleife Gehrensee keine projektspezifische Verkehrsuntersuchung für dieses Planungsvorhaben vorlag, wurde in Absprache mit dem Auftraggeber für den Null- und Planfall 2025 davon ausgegangen, dass eine Erhöhung der Verkehrsmenge um 25 % gegenüber dem Istzustand eintritt. Zwischen Null- und Planfall werden keine Änderungen in den Verkehrsbelegungen erwartet.](#)

Für die Berechnungen wurden die Daten als mittlere Verkehrsstärken (DTV) verwendet, welche den Verkehr von Montag bis Sonntag abbilden. Die verwendeten Schwerverkehrszahlen (SV) beinhalten alle Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zul. GG) größer 3.5 t.

Des Weiteren sind die Anzahl der Linie-Busse auf den jeweiligen Strecken ausgewiesen. Hierbei wurde die Verkehrsbelegung der Linien-Busse von Montag bis Freitag als konservativer Ansatz auf Montag bis Freitag angesetzt. (BVB, 2013). [Diese wurden unverändert übernommen.](#)



- berücksichtigtes Straßennetz
- B-Plan 11-35
- Immissionsort mit Nr.

Abb. 4.1 70430-07-01_NT

Übersicht

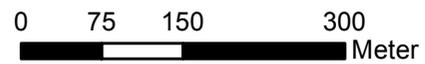
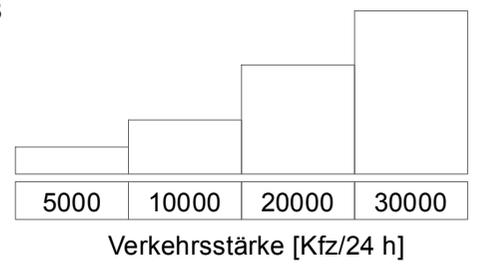
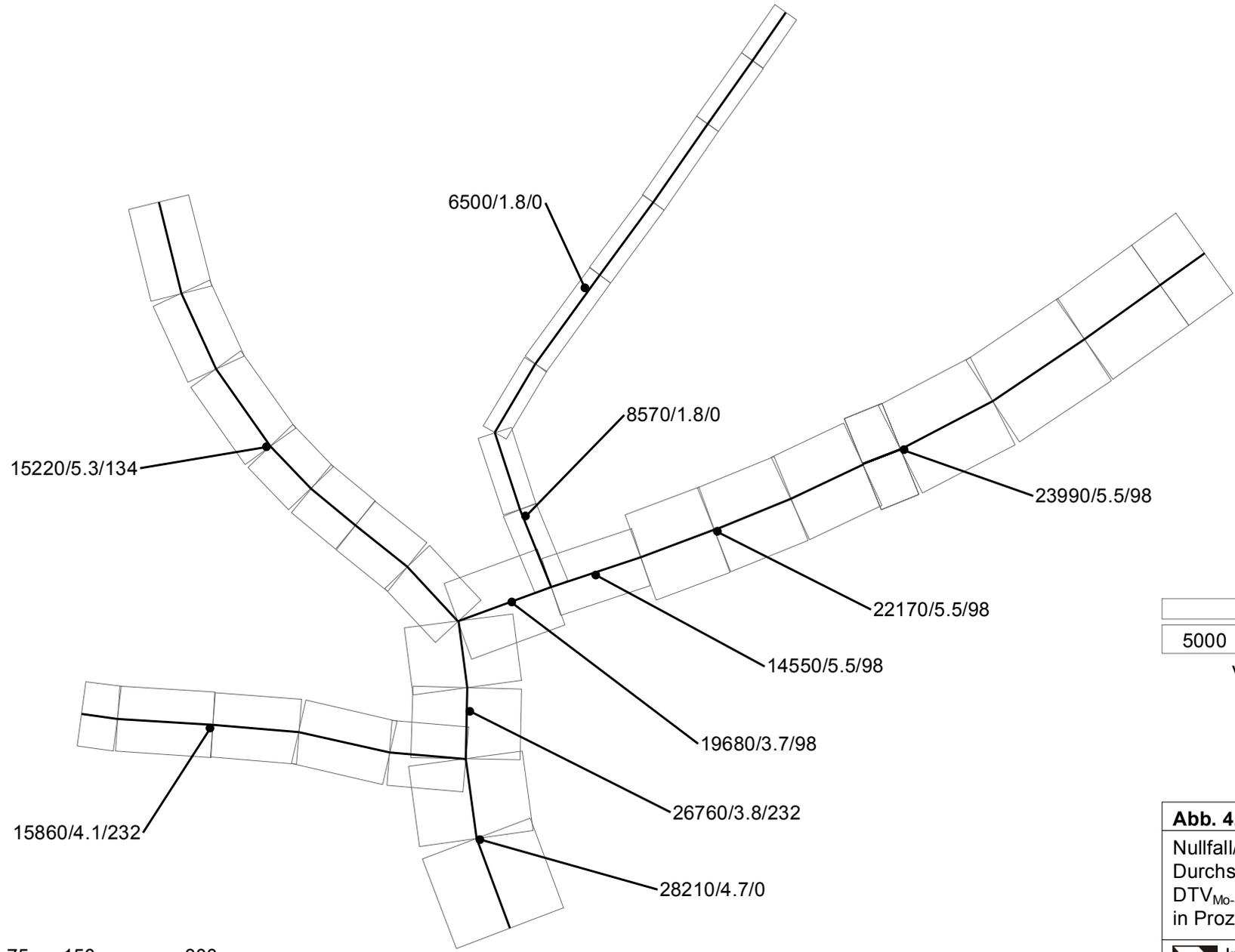


Abb. 4.2 70430-07-01_NT
Nullfall/Planfall 2025
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_{Mo-So} in Kfz pro Tag / SV >3.5 t
in Prozent

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

4.3 Bebauungs- und Lärmschutzsituation

Bei der Ausbreitung der verkehrsbedingten Emissionen spielen die baulichen Gegebenheiten der Straße eine wesentliche Rolle. Bei einer vorliegenden dichten Randbebauung an einem Straßenabschnitt wird diese bei der Ausbreitungsrechnung mit PROKAS über so genannte **Bebauungstypen** berücksichtigt. In die Bestimmung der Bebauungstypen gehen das Verhältnis Gebäudehöhe zu Straßenschluchtbreite, der Lückenanteil, die Schluchtbreite sowie die Ein- oder Beidseitigkeit der vorhandenen Bebauung ein. Diese idealisierten Straßenrandbebauungstypen werden für jeweils ca. 100 m lange Straßenabschnitte festgelegt.

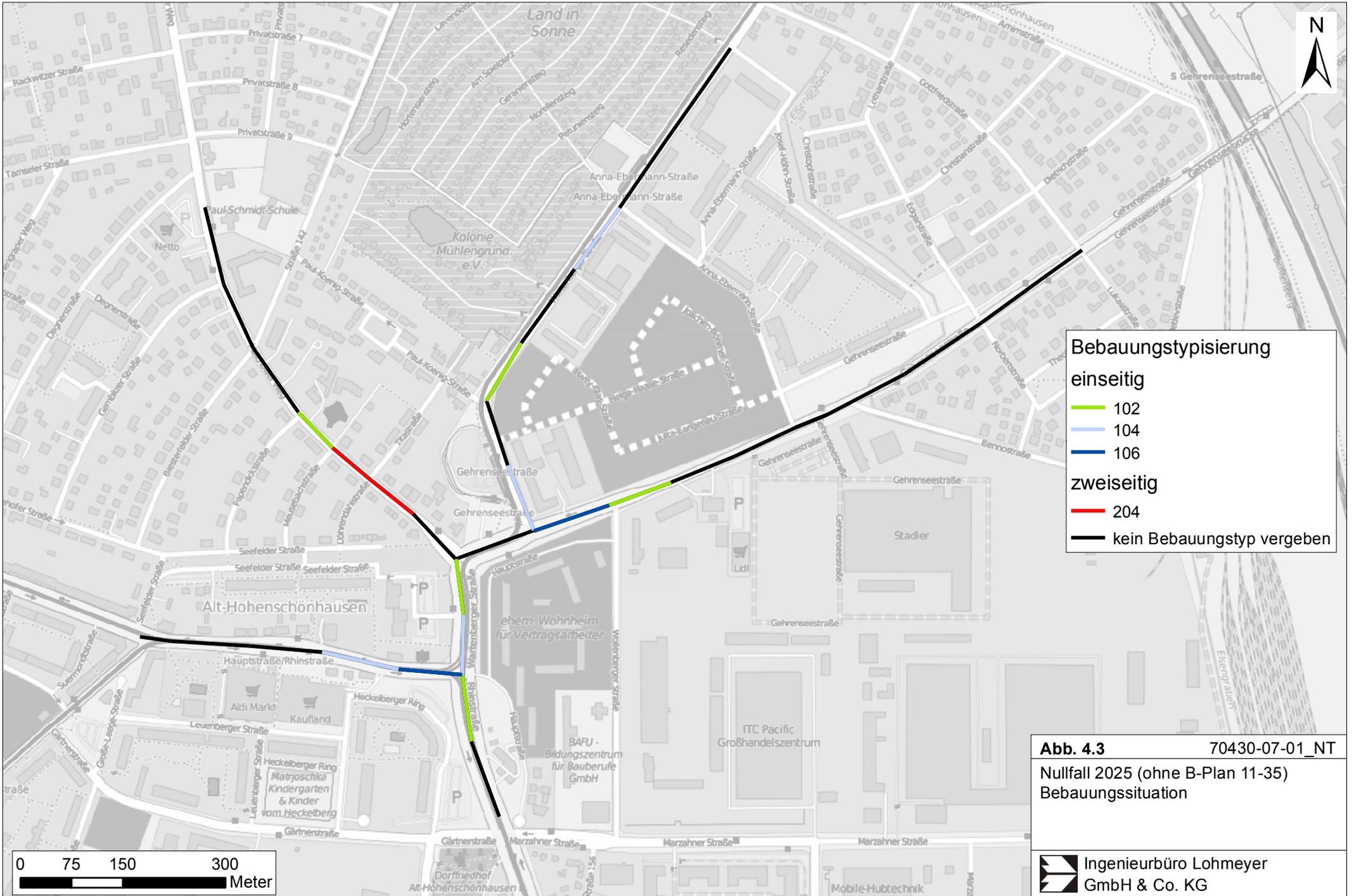
Die betrachteten Varianten unterscheiden sich durch die Berücksichtigung der Planung Gleisschleife Gehrenseestraße sowie in der Umsetzung des B-Planes 11-35. Die angesetzten Bebauungstypen für den Nullfall 2025 (ohne B-Plan 11-35) sind in **Abb. 4.3** dargestellt. Bei den Berechnungen des Nullfalles 2025 (mit B-Plan 11-35) und Planfalles 2025 wurde der B-Plan 11-35 berücksichtigt. Die verwendeten Bebauungstypen sind in der **Abb. 4.4** aufgezeigt.

In PROKAS werden diese Straßenabschnitte mit dem so genannten Bebauungsmodul gerechnet (PROKAS_B). Es beruht auf Ausbreitungsrechnungen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM für die idealisierten Straßenrandbebauungen (nähere Erläuterungen sind im Anhang A2 zu finden).

4.4 Meteorologische Daten

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

Bei SenGUV liegen aus vorangegangenen Jahren Vergleichsmessungen in anderen Stadtbereichen vor, die aufzeigen, dass die Daten der Station Grunewald sehr gut auf das Stadtgebiet übertragbar sind (SenGUV, 2010b). Die Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik der Station Grunewald wurde von SenGUV III D (2010a) zur Verfügung gestellt und ist in **Abb. 4.5** dargestellt. Die Windmessung erfolgte in 27 m Höhe. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2.6 m/s.



Bebauungstypisierung

einseitig

- 102
- 104
- 106

zweiseitig

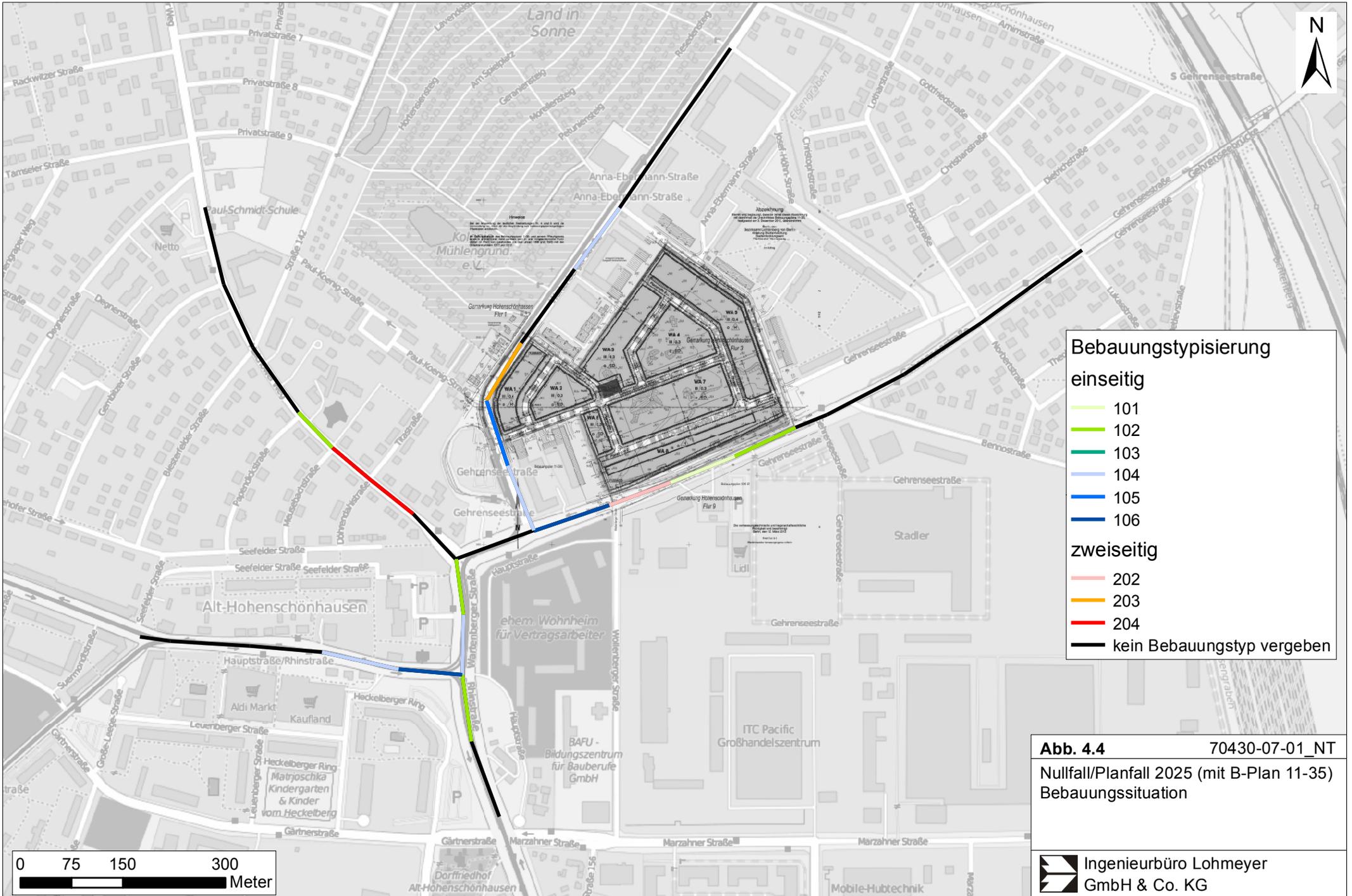
- 204

kein Bebauungstyp vergeben

Abb. 4.3 70430-07-01_NT
 Nullfall 2025 (ohne B-Plan 11-35)
 Bebauungssituation

**Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG**

0 75 150 300
 Meter



Bebauungstypisierung

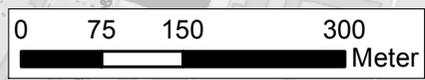
einseitig

- 101
- 102
- 103
- 104
- 105
- 106

zweiseitig

- 202
- 203
- 204
- kein Bauungstyp vergeben

Abb. 4.4 70430-07-01_NT
 Nullfall/Planfall 2025 (mit B-Plan 11-35)
 Bebauungssituation



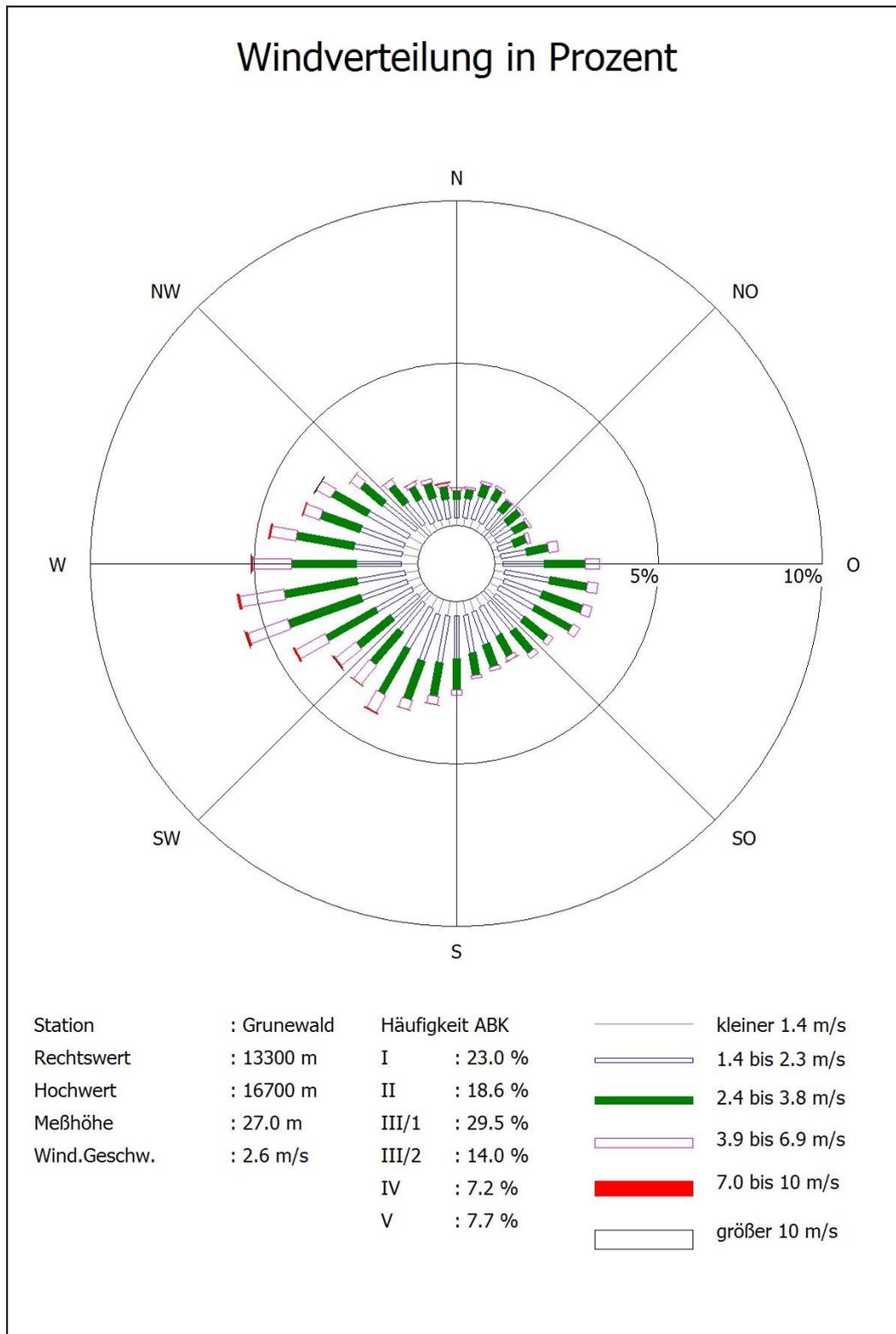


Abb. 4.5: Windklassenstatistik der Station Grunewald 1997-2005
 Quelle: SenGUV, 2010a, eigene Darstellung

Aus klimatischen Modellrechnungen, die im Umweltatlas Berlin (FIS Broker) (SenStadtUm, 2013) thematisiert werden geht hervor, dass im geplanten Bereich der Gehrenseestraße bei autochthonen Wetterlagen lokale bodennahe Strömungen auftreten, welche vorherrschende Strömungskomponenten aus Nordwest bis Nord aufweisen. Nach diesen Berechnungen ist es also möglich, dass bodennahe Schadstoffemissionen der Gehrenseestraße bei diesen Wetterlagen bevorzugt in südsüdöstliche Richtungen verfrachtet werden könnten.

In der o. g. Ausbreitungsklassenstatistik der Station Berlin-Grunewald ist dieser lokale Effekt nicht enthalten. Ortsbezogene Messungen, welche die lokalen Strömungseffekte im geplanten Bereich der Gehrenseestraße enthalten, existieren nicht.

Um die genannten lokalen Strömungseffekte in der Windstatistik zu berücksichtigen, wurde die Ausbreitungsklassenstatistik Grunewald entsprechend der zu erwartenden Situation angepasst. Dafür wird eine vereinfachte empirische Methodik genutzt, bei der die Windrichtungshäufigkeiten der Ausbreitungsklasse I (AK I, stark stabile Ausbreitungsbedingungen) aus anderen Sektoren gleichmäßig auf die aus den Modellrechnungen abgeleiteten nordwestliche bis nördliche Windrichtungen verteilt werden. Die Häufigkeit dieser Situation wurde mit 10 % nach fachlichen Vorgaben (SenStadtUm, 2011) angesetzt.

Die verwendete Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik für den Untersuchungsstandort ist in **Abb. 4.6** dargestellt.

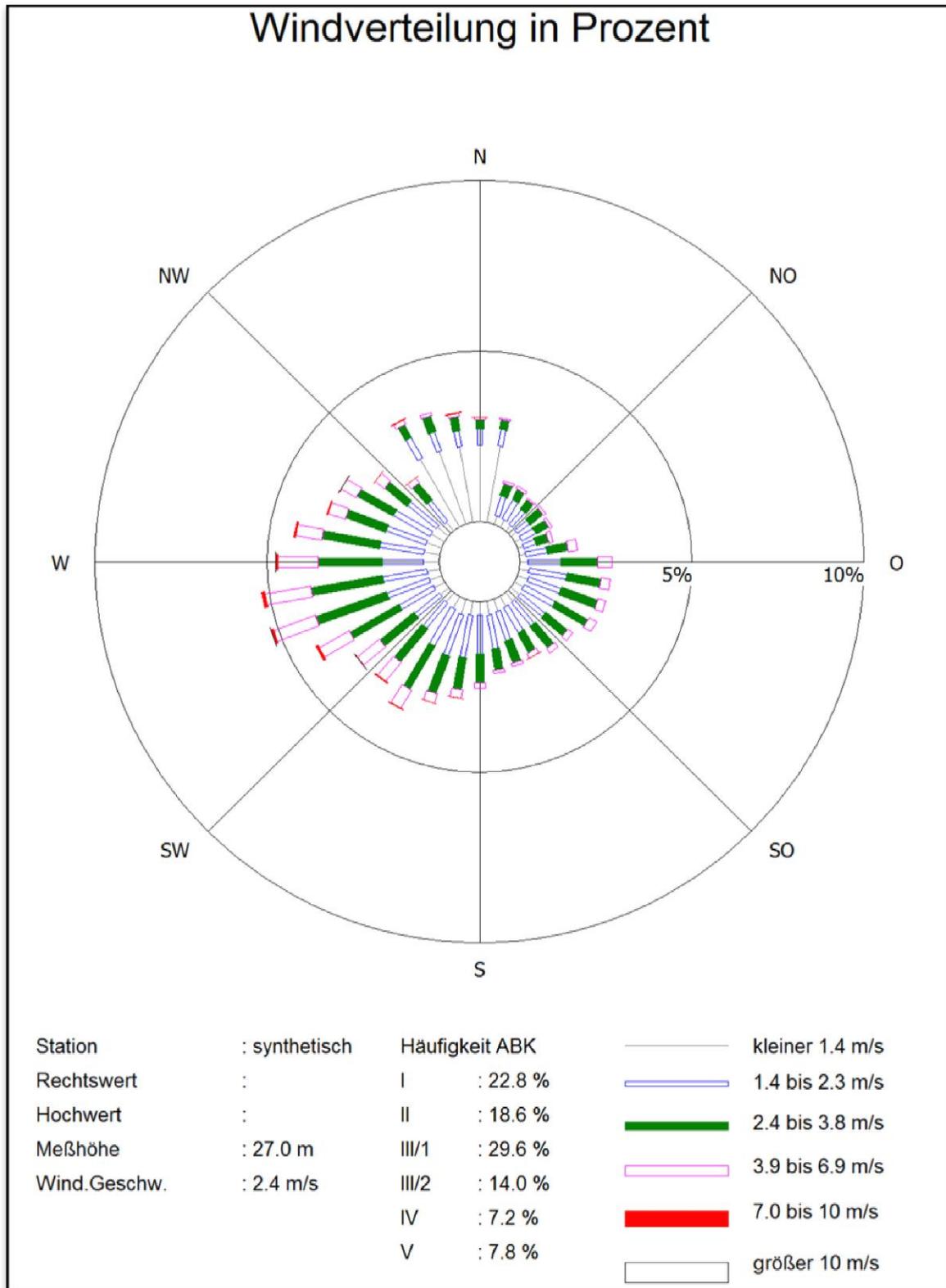


Abb. 4.6: Synthetische Windstatistik für das Untersuchungsgebiet aus Daten der Station Grunewald 1997-2005. Quelle: eigene Darstellung

4.5 Hintergrundbelastung der Luft

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.

Stickoxide unterliegen auf dem Ausbreitungspfad chemischen Umwandlungsprozessen. Die Berechnung der NO₂-Schadstoffbelastung erfolgt deshalb mit Hilfe eines Chemiemodells (siehe Anhang A2), welche als zusätzliche Hintergrundbelastungen NO_x und O₃ benötigt.

Durch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt wurde die Hintergrundbelastung für den Prognosehorizont 2020 bzw. 2025 ausgehend von Messwerten für die Jahre 2009 und 2011 und den Modellrechnungen für die Jahre 2015 und 2020 abgeschätzt (SenStadtUm, 2013). Auf Grund von Messungen für das Jahr 2015 wurden die im vorangegangenen Gutachten Lohmeyer (2013) angesetzten Hintergrundbelastungen für 2025 korrigiert. Es wird in Absprache mit der Senatsverwaltung zuständigen Behörde (SenStadtUm, 2016) von folgenden in **Tab. 4.1** dargestellten Werte für das Bezugsjahr 2025 ausgegangen.

Schadstoff	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂	16
NO _x	20
O ₃	53
PM10	23
PM2.5	15

Tab. 4.1: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2025

5 EMISSIONEN

5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die Pkw, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusiv zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM10 und PM2.5) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ [Version 3.2 \(UBA, 2014\)](#) berechnet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien Pkw, Lkw und Linienbusse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z. B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und

- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2014) 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; Israël 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 Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Der Kaltstarteinfluss von NO_x und Partikeln innerorts für Pkw und INfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

IOS-HVS50d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50g	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-HVS50s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau
IOS-Sam50d	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-Sam50g	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-Sam50s	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau

5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA nicht enthalten, sie sind auch derzeit nicht mit zufrieden stellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM₁₀-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub entsprechend Düring und Lohmeyer (2011) verwendet

Die nicht motorbedingten PM_{2.5}-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) werden in der vorliegenden Untersuchung entsprechend der im Emission Inventory Guidebook von EMEP/CORINAIR (CORINAIR, 2007) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Eine Differenzierung nach verschiedenen Verkehrssituationen ist durch eine dort angegebene Geschwindigkeitsabhängigkeit (für Reifen und Bremsabrieb) möglich.

Die Resuspension von eingetragem Straßenstaub gehört entsprechend derzeitigem Kenntnisstand eher der Partikelfraktion zwischen 2,5 µm und 10 µm an und wird deshalb bei der Betrachtung von PM_{2.5} nicht mit berücksichtigt.

Abrieb von Kupplungsbelägen wird ebenfalls nicht berücksichtigt, da dieser weitestgehend in den Kupplungsgehäusen zurückgehalten wird.

Es sei darauf verwiesen, dass insbesondere die Emissionsfaktoren für Straßenabrieb von den Autoren wegen fehlender systematischer Untersuchungen mit sehr großen Unsicherheiten bewertet werden. Palmgren et al. (2003) setzt z. B. die PM_{2.5}-Straßenabriebsemissionen auf Basis von Untersuchungen von TNO aus dem Jahr 1997 zu Null. Um auf der sicheren Seite zu liegen, werden dennoch Emissionsfaktoren verwendet.

Auf Grundlage der o. a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM₁₀- und PM_{2.5}-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in den **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

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

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz									
Verkehrssituation	Längsneigung	NO ₂ (direkt) [mg/km]		NO _x [mg/km]		PM10/PM2.5 (nur Abgas) [mg/km]		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung) [mg/km]		PM2.5 (nur Abrieb) [mg/km]	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-HVS50d	±0 %	42	167	151	979	3.4	12.2	33	350	22	62
IOS-HVS50g	±0 %	47	195	168	1 103	3.7	12.9	35	500	22	62
IOS-HVS50s	±0 %	71	606	250	2 986	6.0	24.0	45	1 200	22	62
IOS-Sam50d	±0 %	44	171	165	999	3.7	12.3	33	350	22	62
IOS-Sam50g	±0 %	48	219	178	1 209	3.9	13.5	40	700	22	62
IOS-Sam50s	±0 %	71	606	258	2 986	6.1	24.0	45	1 200	22	62

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2025

5.4 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.

Die Verkehrssituationen sind für [die Nullfälle- bzw. den Planfall 2025 in Abb. 5.1](#) aufgezeigt. Die darin verwendeten Signaturen setzen sich aus folgenden Eigenschaften zusammen: eigentliche Verkehrssituation (Fahrmuster, siehe Abschnitt 5.2), Verkehrszustand (Level-of-Service) und Längsneigung. Die Verkehrssituation wird durch die Farbe der Signatur wiedergegeben. Das Muster (durchgezogene Linie, gestrichelt, gepunktet etc.) zeigt den Verkehrszustand und die Strichstärke die Längsneigung an.

Demzufolge bedeutet [eine rote durchgezogene Liniensignatur \(vgl. Abb. 5.1\)](#) eine Verkehrssituation IOS-HVS50 mit [gesättigtem Verkehr](#).



Verkehrssituation

- IOS-HVS50g
- IOS-HVS50d
- IOS-Sam50g
- IOS-Sam50d

Stauanteil

- 10 %

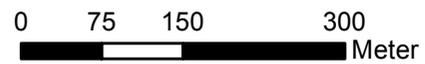


Abb. 5.1 70430-07-01_NT

Nullfall/Planfall 2025
Verkehrssituation

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Die **Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Gehrenseestraße die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten. Des Weiteren sind die Emissionsdichten von NO_x und PM_{10} für das Straßennetz der Berechnungsfälle im Anhang A3 dargestellt.

DTV [Kfz/24 h]	LKW- Anteil [%]	Verkehrs- situation und Stauanteil [%]	Linienbusse [Kfz/24 h]	NO_2 , direkt [mg/(m s)]	NO_x [mg/(m s)]	PM_{10} [mg/(m s)]	$\text{PM}_{2.5}$ [mg/(m s)]
Null- (mit u. ohne B-Plan 11-35 und Planfall 2025)							
19 680	3.7	IOS-HVS50g 10 %	98	0.01311	0.051051	0.0143	0.00628

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Gehrenseestraße

Wie bereits im Abschnitt 4.1 erwähnt unterscheiden sich der Null- und Planfall planerisch nur sehr gering. Der Einfluss der Haltestellen, der zu einer kurzzeitigen Verminderung des Verkehrsflusses während des Haltens der Busse bzw. Straßenbahn führt, wird bereits durch die Standzeiten an den Lichtsignalanlagen an den großen Straßenkreuzungen mit berücksichtigt. Dieses zeigt sich in der Veränderung des Verkehrszustandes von **dicht bzw. gesättigt** bzw. durch die Berücksichtigung eines Stauanteiles von **10 %** an den Lichtsignalanlagen. Da im Bereich der Bushaltestelle im Nullfall mehrere Fahrstreifen zur Verfügung stehen, ist die Behinderung des Verkehrsflusses bereits im Nullfall gering. Im Planfall führt die Verlagerung der zentralen Haltestelle auf das Gleisbett in der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Rhinstraße zu einer geringen Verbesserung des Verkehrsflusses.

6 IMMISSIONEN

Für das Untersuchungsgebiet ist eine flächendeckende Auskunft über die Immissions-situation in Bodennähe (in ca. 1.5 m Höhe) durch eine Vielzahl an Untersuchungspunkten gegeben. Die horizontale Auflösung der Immissionspunkte beträgt **10 m × 10 m**. Zusätzlich wurden auch an Straßen mit dichter Randbebauung die Konzentrationswerte an der Randbebauung **ebenfalls in einer Höhe von ca. 1.5 m** angegeben.

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (siehe Kapitel 5) der Betrachtungsjahre auf der Grundlage der jeweiligen Verkehrsstärken der berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Daher wird nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Ergebnisse für die Leitkomponenten NO₂, PM10 und PM2.5 sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + verkehrsbedingte Zusatzbelastung) sind in den jeweiligen Abschnitten dargestellt. Die flächenhafte grafische Darstellung erfolgt in Form von farbigen Quadraten bzw. bei Straßen mit dichter Randbebauung mit farbigen Linien. Die Farben sind bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentration ist jeweils in der Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Sofern in diese Stufen besondere Kennwerte fallen, werden diese dargestellt (z. B. beim NO₂-Jahresmittelwert der Grenzwert von 40 µg/m³).

Zusätzlich wurden für ausgewählte, repräsentative Immissionsorte (IO) die berechneten Luftschadstoffbelastungen für den Planfall sowie den Nullfall ohne B-Plan 11-35 separat ausgewiesen (Tab. 6.1). Sie stellen sensible Nutzungen (Wohnbebauung) im Untersuchungsgebiet dar. Sofern ein Bebauungstyp im Bereich des Immissionsortes vergeben wurde (vgl. Abb. 4.3 und Abb. 4.4) werden die berechneten Konzentrationen in der Straßenschlucht angegeben, ansonsten der nächstgelegene Berechnungspunkt. Die zu erwartenden Veränderungen zwischen Nullfall und Planfall werden qualitativ diskutiert.

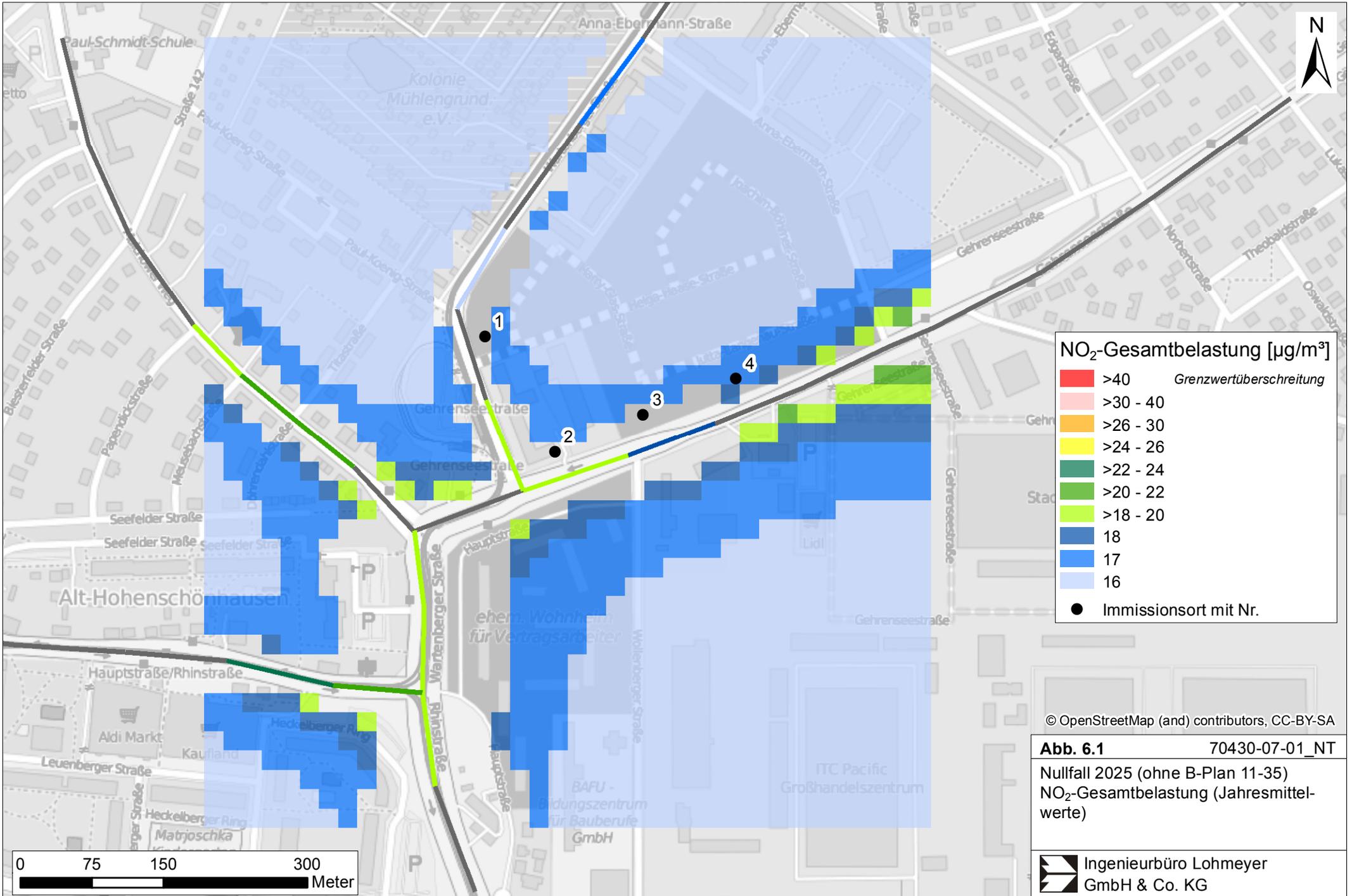
Nr.	Immissionsort (Nutzung)	NO ₂ -I1 [µg/m ³]	PM10-I1 [µg/m ³]	PM2.5-I1 [µg/m ³]	Anzahl der Überschreitungen des PM10-24 h-Werts von 50 µg/m ³ im Jahr
Nullfall (ohne B-Plan 11-35) 2018					
1	Wartenberger Straße Höhe B-Plan 11-35	16.8	23.9	15.5	20
2	Gehrenseestraße (Q1 Büro- und Ärztehaus)	19.1	25.5	16.0	26
3	Gehrenseestraße (B-Plan 11-35)	17.7	24.7	15.7	23
4	Gehrenseestraße (B-Plan 11-35) Osdorfer Weg	17.4	24.6	15.7	23
Planfall (mit B-Plan 11-35) 2018					
1	Wartenberger Straße Höhe B-Plan 11-35	19.8	25.4	16.4	23
2	Gehrenseestraße (Q1 Büro- und Ärztehaus)	19.1	25.5	16.0	26
3	Gehrenseestraße (B-Plan 11-35)	17.9	24.8	15.8	23
4	Gehrenseestraße (B-Plan 11-35) Osdorfer Weg	18.8	25.4	16.0	23
Beurteilungswerte		40	40	25	35

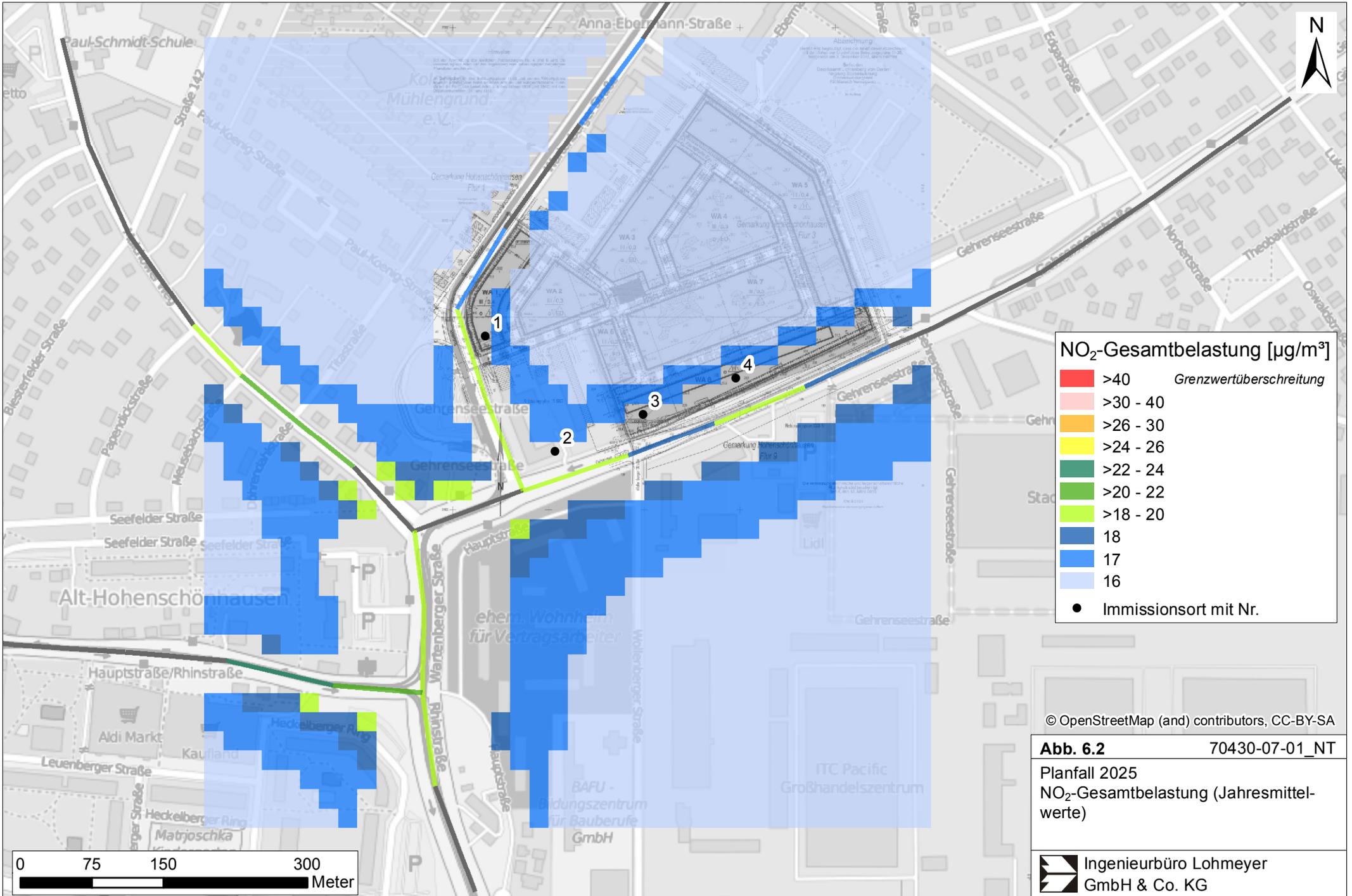
Tab. 6.1: Immissionen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte

I1 = Jahresmittelwert; fett = Grenzwertüberschreitung

6.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Gesamtbelastungen der NO₂-Jahresmittelwerte sind flächendeckend in **Abb. 6.1** für den Nullfall 2025 (ohne B-Plan 11-35) und in **Abb. 6.2** für den Planfall 2025 (mit B-Plan 11-35) dargestellt. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 16 µg/m³ treten keine Überschreitungen des geltenden Grenzwertes für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ auf. Die höchsten flächenhaften NO₂-Jahresmittelwerte werden im Nullfall 2025 (ohne B-Plan 11-35) in der Gehrenseestraße berechnet, die max. 22 µg/m³ betragen. Generell werden in den Kreuzungsbereichen im Nullfall und Planfall um 20 µg/m³ berechnet.





Im Nullfall 2025 (mit B-Plan 11-35) werden leicht höhere NO₂-Jahresmittelwerte erwartet als im Planfall 2025 (siehe Abschnitt 5.5, letzter Satz), diese werden aber ebenfalls deutlich unter dem NO₂-Grenzwert liegen. Der Planfall mit einer Konzentration der Haltestelle für Bus und Straßenbahn in der Mittelage der Straße (auf den Straßenbahngleisen) wird aus lufthygienischer Sicht günstiger angesehen.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen. Die Gesamtbelastungen der NO₂-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt. Im Planfall 2025 mit Berücksichtigung des B-Planes 11-35 werden im Vergleich zum Nullfall ohne B-Plan 11-35 an drei weiteren Straßenabschnitten (1 Wartenberger Straße, 2 Gehrenseestraße) Bebauungstypen vergeben und an einem Abschnitt wird der Bebauungstyp verändert. Der Vergleich der Ergebnisse zeigt, dass an den IO 1 und IO 4 eine Zunahme und am IO 3 eine sehr geringe Zunahme berechnet wird. Am IO 2 bleiben auf Grund der unveränderten Eingangsdaten die Immissionen zwischen Nullfall ohne B-Plan 11-35 und Planfall unverändert.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird den Berechnungsergebnissen zu Folge im Planfall 2025 im Betrachtungsgebiet an der nächstgelegenen Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten. Die NO₂-Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** an der Bebauung als mittlere bis leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

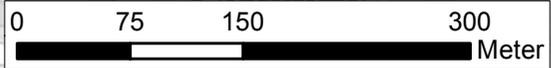
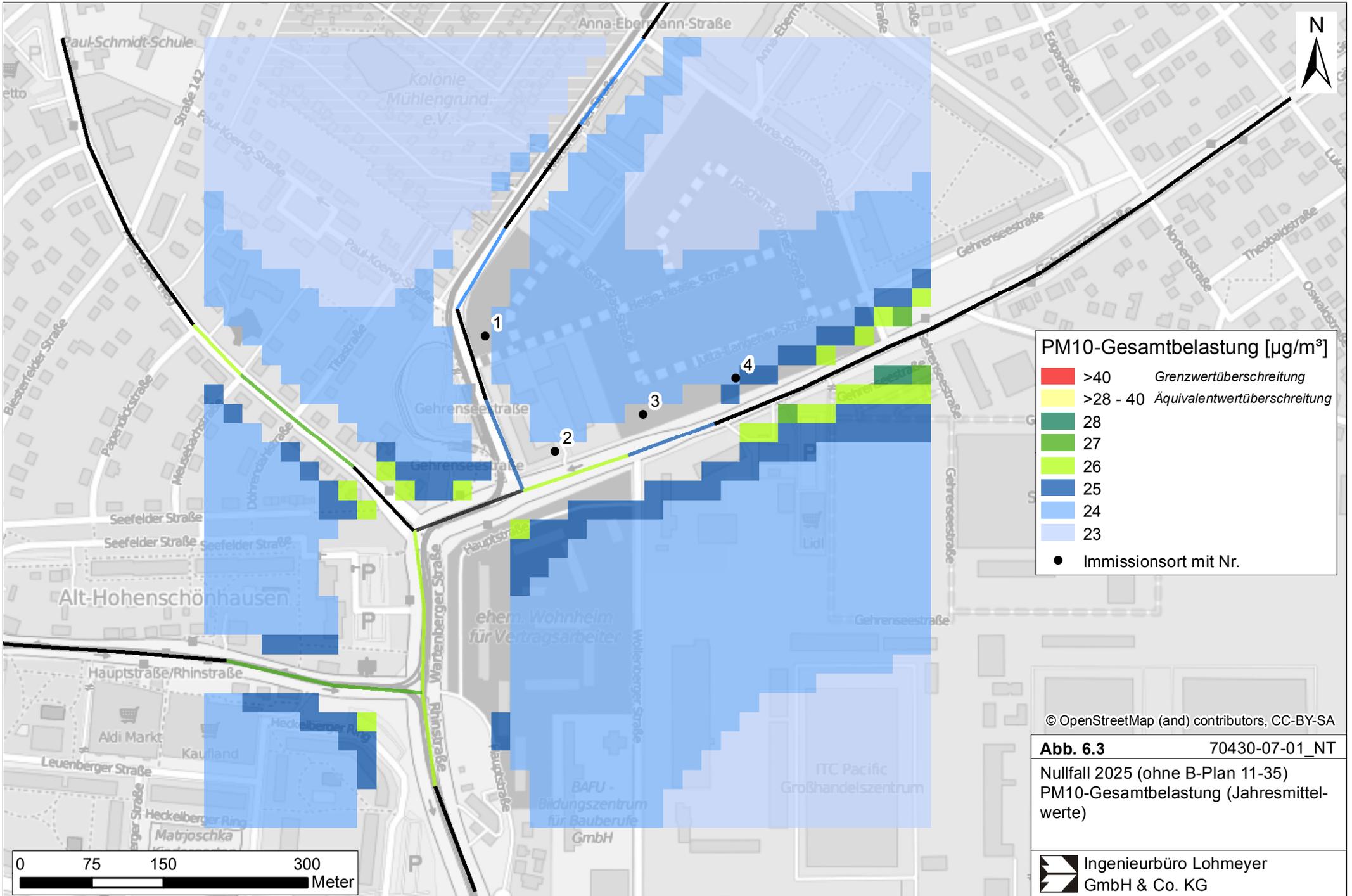
Eine Überschreitung der NO₂-Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d. h. einem Stundenwert von 200 µg/m³ mehr als 18-mal im Jahr, ist bei Jahresmittelwerten unter 40 µg/m³ nicht zu erwarten.

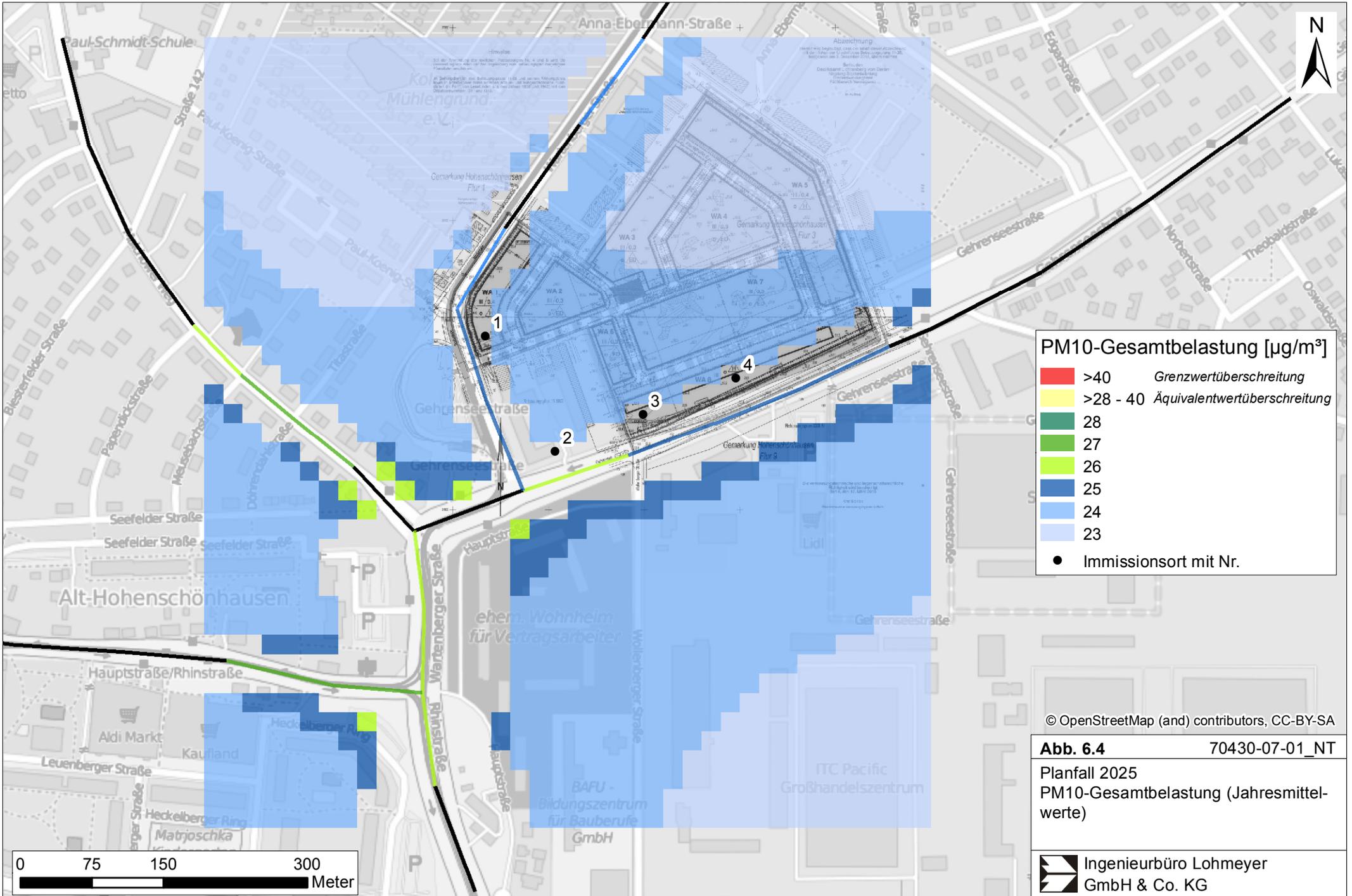
6.2 Feinstaub (PM10)

Einen Überblick über die flächendeckende PM10-Belastung geben die **Abb. 6.3** für den Nullfall 2025 und die **Abb. 6.4** für den Planfall 2025.

PM10-Jahresmittelwert

Die **Abb. 6.3** und **Abb. 6.4** zeigen, dass keine PM10-Konzentrationen erwartet werden, die den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³ überschreiten. Es werden im Nullfall 2025 ohne B-Plan 11-35 am Straßenrand maximal 28 µgPM10/m³ in der Gehrenseestraße berechnet.





PM10-Gesamtbelastung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

	>40	Grenzwertüberschreitung
	>28 - 40	Äquivalentwertüberschreitung
	28	
	27	
	26	
	25	
	24	
	23	

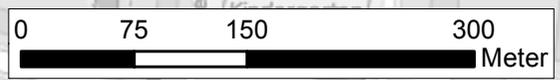
● Immissionsort mit Nr.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Abb. 6.4 70430-07-01_NT

Planfall 2025
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Insgesamt werden die höchsten PM10-Konzentrationen in den Kreuzungsbereichen prognostiziert.

An den ausgewählten Immissionsorten werden für die IO 1 und IO 4 eine leichte Zunahme und am IO 3 eine minimale Zunahme gegenüber den Fall ohne B-Plan (auf Grund der geänderten Bebauungssituation) berechnet. Am IO 2 bleiben die PM10-Konzentrationen unverändert.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Nullfall 2025 und im Planfall 2025 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. Dies gilt auch für den Nullfall 2025 (mit B-Plan 11-35).

PM10-24 h-Grenzwert

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stundengrenzwert für Partikel (PM10) von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definiert, der 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 $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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).

Im Nullfall ohne B-Plan 11-35 werden in der flächenhaften Darstellung maximal $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Planfall maximal $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert (vgl. **Abb. 6.3** und **Abb. 6.4**). Damit wird der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterschritten.

In den Straßenschluchten werden an der nächstgelegenen Wohnbebauung im Nullfall ohne B-Plan 11-35 und im Planfall an der Bebauung max. $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Bei den ausgewählten Immissionsorten (vgl. **Tab. 6.1**) werden maximal $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Damit liegen die berechneten PM10-Konzentrationen sowohl in den Straßenschluchten als auch in der flächenhaften Ausbreitung unterhalb des Schwellenwertes von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit wird der 24-Stundengrenzwert für Partikel (PM10) von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf, nicht erreicht und nicht überschritten. Dies betrifft auch den Nullfall mit B-Plan 11-35.

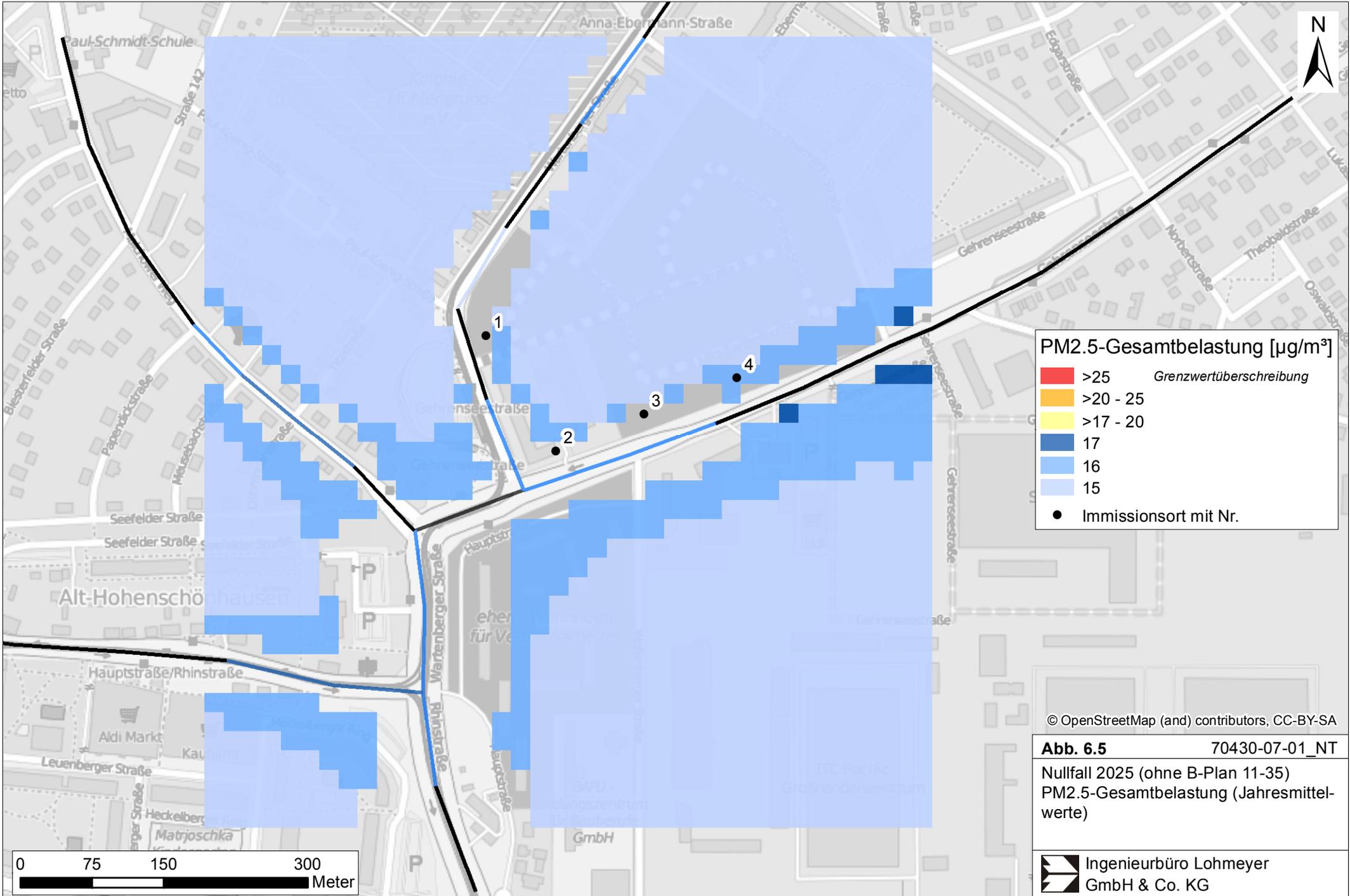
6.3 Feinstaub (PM2.5)

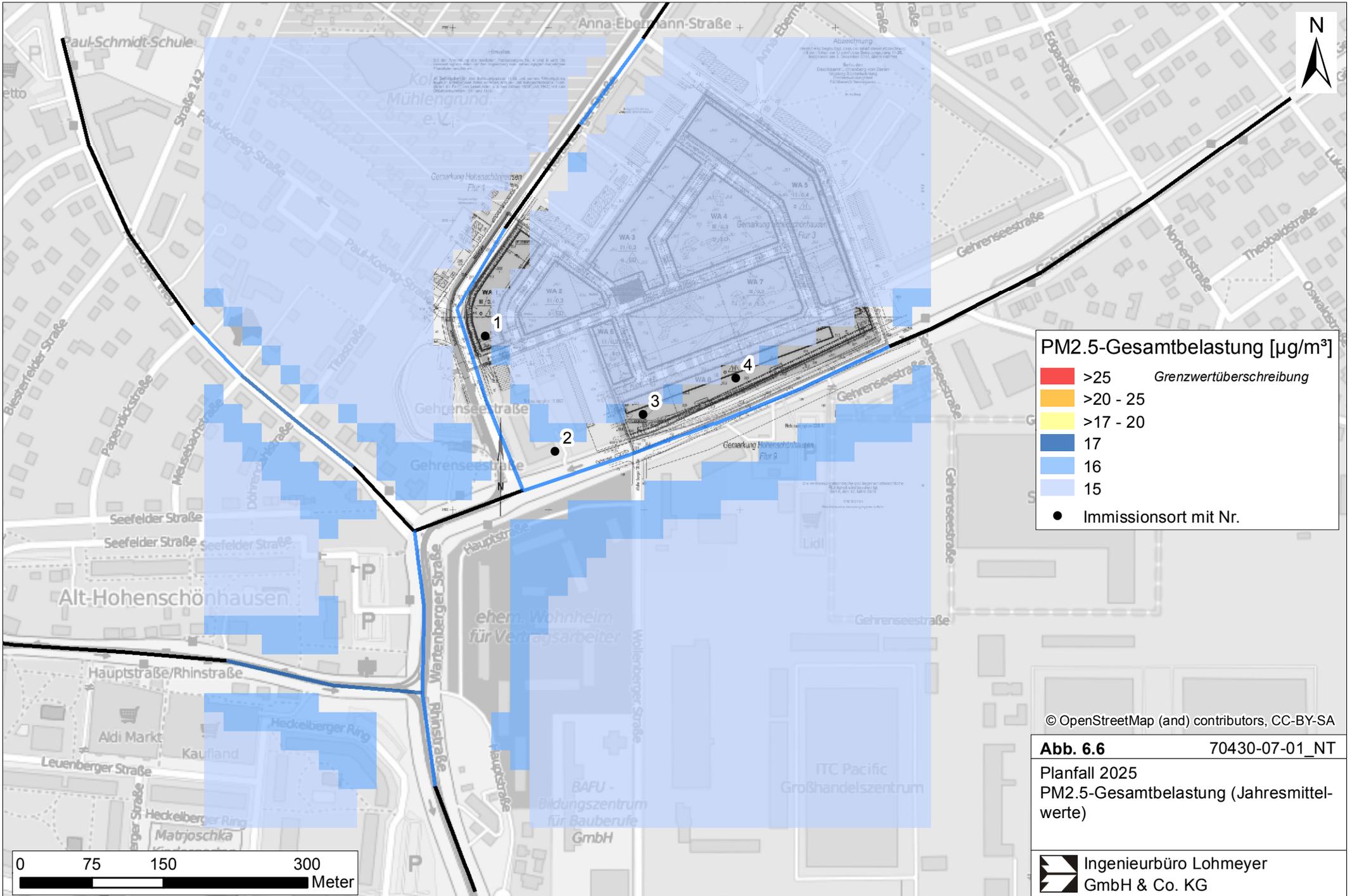
In **Abb. 6.5** sind für den Nullfall 2025 ohne B-Plan 11-35 und in **Abb. 6.6** für den Planfall 2025 flächendeckend die PM2.5-Konzentrationen gezeigt.

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen somit sowohl im Nullfall ohne B-Plan 11-35 als auch im Planfall 2025 im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Im Nullfall 2025 ohne B-Plan 11-35 werden mit $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die höchsten Konzentrationen am Straßenrand in der Gehrenseestraße berechnet. Im Planfall 2025 werden maximal $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Damit sind die Zusatzbelastungen mit max. $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hintergrundbelastung 2025 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) als sehr gering zu bezeichnen. Dies gilt auch für den Nullfall mit B-Plan 11-35.

In den Straßenschluchten werden maximal $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an den ausgewählten Immissionsorten (**Tab. 6.1**) max. $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. In Bezug auf den ab dem Jahr 2015 einzuhaltenen Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind die PM2.5-Immissionen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.





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.
- 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.
- BVB (2013): Internetrecherche bezüglich Fahrpläne der Busse der Berliner Verkehrsbetriebe, www.BVB.de, zuletzt aufgerufen am 23.05.2013.
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.; 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.
- 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).
- 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.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, 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 PM_{2.5} concentrations based on long-term Swiss monitoring data. Atmospheric Environment 37 (2003).
- 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.
- 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 Reichenbacher, 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, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.
- 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 (2013): Neubau der Gleisschleife Gehrenseestraße in Berlin-Lichtenberg, Lufthygienisches Gutachten. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul. Projekt 70430-07.01, Juni 2013. Gutachten im Auftrag von: Schüßler Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin.
- 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/rappporter/FR460.PDF.
- 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).
- SenGUV - Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz - III D (2010a): Persönliche Mitteilung von Herrn Reichenbacher zu den meteorologischen Daten an der Station Grunewald des BLUME-Messnetzes, E-Mail vom 23.06.2010. Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.

SenGUV - Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz - III D (2010b): Persönliche Mitteilung von Herrn Diekmann zu der Übertragbarkeit von Windmessungen an der Station Grunewald auf das Stadtgebiet von Berlin. Telefonische Mitteilung vom September 2010. Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.

SenStadtUm - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt – III F (2011): Persönliche Mitteilung von Hr. Welsch zur Kaltluft im Untersuchungsgebiet im Rahmen der Untersuchungen zur Ost-West-Trasse (Projekt-Nr. 70731-10-01), E-Mail vom 08.12.2011

SenStadtUm - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt-IX C 64 (2013): Persönliche Mitteilung zur Hintergrundbelastung. E-Mail von Hr. Reichenbächer vom 28.05.2013.

[SenStadtUm - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Referat Immissionsschutz \(2016\): Persönliche Mitteilung zur Hintergrundbelastung. E-Mail von Hr. Dr. Kerschbaumer vom 29.01.2016.](#)

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.

UBA (2014): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2. (HBEFA 3.2) (aktualisierte Version vom 25.07.2014). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin.

UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.

VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.

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

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO 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 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.

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. Im Jahr 2013 wird dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft.

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
IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

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

A2.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

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

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2008). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO₂-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

A2.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS_B

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

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

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen c zu

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

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

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS_V für die Hintergrundbelastung und von PROKAS_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

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

Tab. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

A2.3 Fehlerdiskussion

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

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

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

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

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

Nach BASt (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zählwerten 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 ent-

sprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von $\pm 20\%$ aufweisen.

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

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

A N H A N G A3:
EMISSIONSABBILDUNGEN

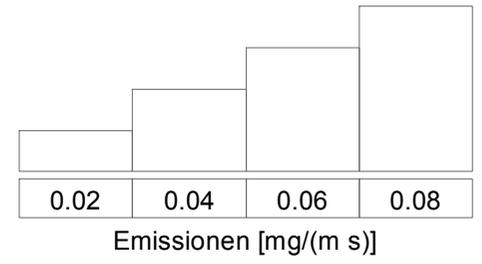


Abb. A3.1	70430-07-01_NT
Nullfall/Planfall 2025 NO _x -Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

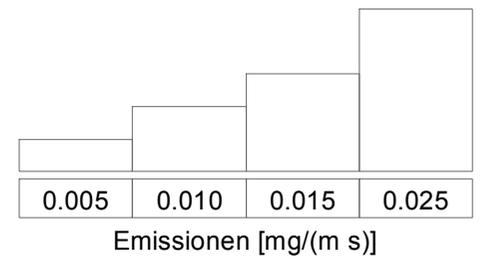
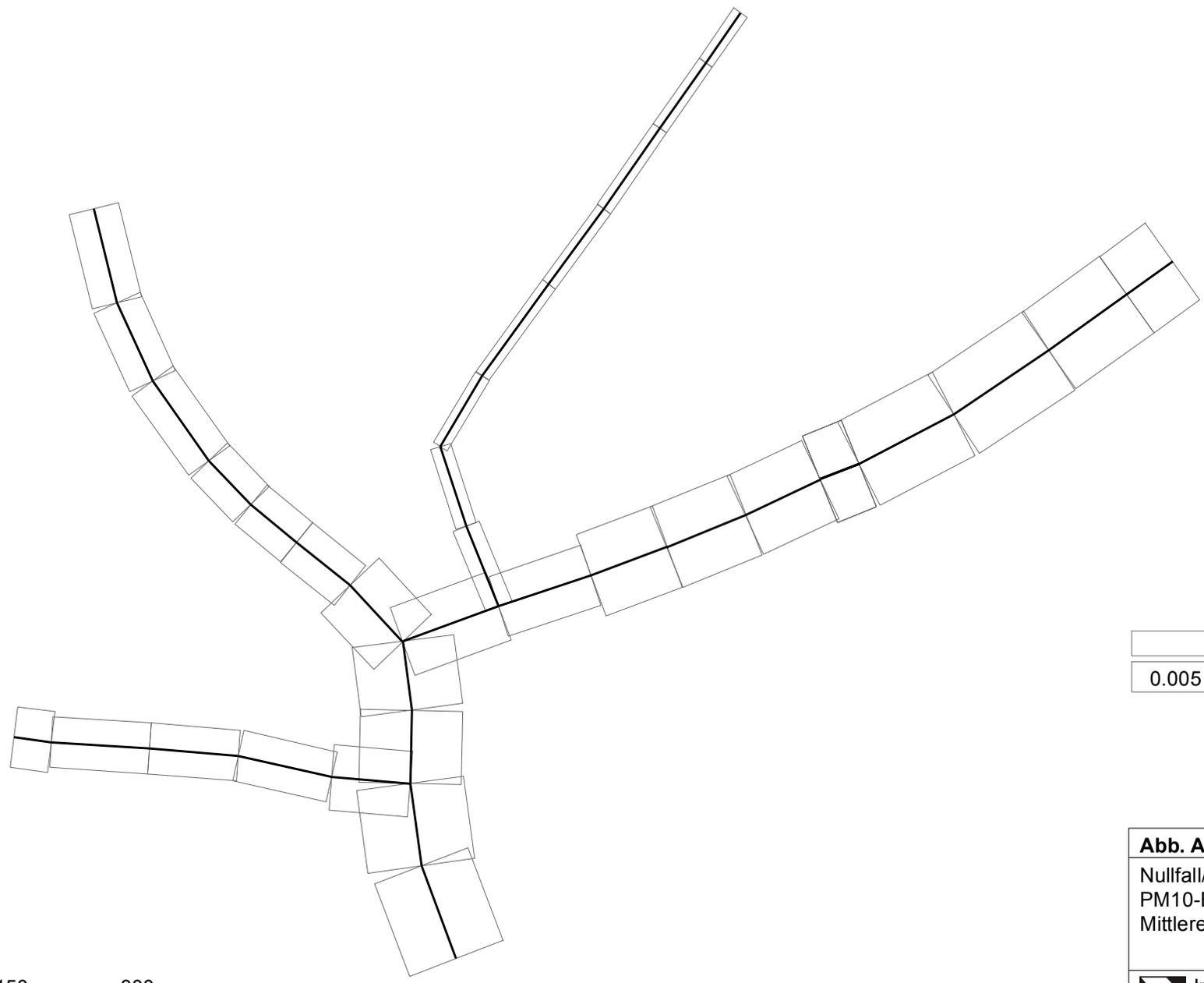
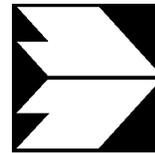


Abb. A3.2	70430-07-01_NT
Nullfall/Planfall 2025 PM10-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima
Aerodynamik, Umweltschutzsoftware**

Mohrenstraße 14, D-76185 Radebeul

Telefon: +49 (0) 7141 39 14 - 0

E-Mail: info@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

**NEUBAU DER GLEISSCHLEIFE
GEHRENSEESTRAÙE
IN BERLIN-LICHTENBERG
LUFTHYGIENISCHES GUTACHTEN**

Auftraggeber: Schüßler-Plan Ingenieur-
gesellschaft mbH
Greifswalder Straße 80A
10405 Berlin

Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche

Dr. rer. nat. I. Düring

Juni 2013
Projekt 70430-07-01
Berichtsumfang 54 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	AUFGABENSTELLUNG	5
3	VORGEHENSWEISE	6
	3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	6
	3.2 Berechnungsverfahren	7
	3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte	8
4	EINGANGSDATEN	11
	4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes	11
	4.2 Verkehrsdaten	13
	4.3 Bebauungs- und Lärmschutzsituation	13
	4.4 Meteorologische Daten	16
	4.5 Hintergrundbelastung der Luft	19
5	EMISSIONEN	23
	5.1 Betrachtete Schadstoffe	23
	5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren	23
	5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren	23
	5.4 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	25
	5.5 Emissionen des untersuchten Straßennetzes	27
6	IMMISSIONEN	31
	6.1 Stickstoffdioxid (NO ₂)	31
	6.2 Feinstaub (PM ₁₀)	34
	6.3 Feinstaub (PM _{2.5})	37
	6.4 Gesamtbewertung	40
7	LITERATUR	41
	ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF- KONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	45

ANHANG A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	49
---	-----------

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich 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 Sekunde. 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 Straßenzweig oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder 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 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 sogenannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbauten, 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 / PM_{2.5}

Mit Feinstaub bzw. PM₁₀ / PM_{2.5} werden alle Partikel bezeichnet, die einen gröÙenselektierenden Lufterlass 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 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

In Berlin-Lichtenberg zwischen Hauptstraße und Paul-König-Straße ist der Neubau der Gleisschleife Gehrenseestraße geplant. Damit kommt es dort zu Veränderungen des Fahr-
bahnquerschnittes und des Verkehrsflusses auf der Wartenberger Straße. In diesem Zu-
sammenhang ist im Rahmen der Planfeststellung auch die Erarbeitung eines Luftschad-
stoffgutachtens erforderlich. Innerhalb des Gutachtens sind unter Berücksichtigung der gel-
tenden Rechtslage die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens auf die Immissionssitua-
tion des Untersuchungsgebietes zu untersuchen und zu bewerten.

Es werden folgende Betrachtungsfälle begutachtet:

- Analysefall 2009/2013
- Nullfall 2025 (ohne Realisierung des Vorhabens und ohne Berücksichtigung des B-Planes 11-35)
- Planfall 2025 (nach Realisierung des Vorhabens und ohne Berücksichtigung des B-Planes 11-35).

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM10, PM2.5). Die Beurteilung der Maßnahmen erfolgt im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) in seiner Version 3.1 (UBA, 2010) wur-
den die verkehrsbedingten Emissionen für die Jahre 2013 und 2025 ermittelt.

Die nicht motorbedingten PM10- und PM2.5-Emissionen wurden auf der Grundlage vorlie-
gender Systematisierungen aus der Literatur bestimmt.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem Modell PROKAS/PROKAS_B (Beschreibung
siehe Anhang A).

Die so berechnete Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr z. B. auf der Gehrenseestraße
und dem Straßennetz, wird mit der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung überlagert.
Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berück-
sichtigten Straßen vorläge, wird auf Grundlage von Messdaten und in Abstimmung mit der
zuständigen Immissionsschutzbehörde der Stadt Berlin angesetzt. Die NO_x/NO₂-Konversion

wird anhand neuer Erkenntnisse mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Berechnet und bewertet wird die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

Ergebnisse

Im Planfall 2025 sowie Nullfall 2025 werden jeweils ohne Berücksichtigung des B-Planes 11-35 alle Grenzwerte deutlich eingehalten.

Im Planfall ist mit geringfügig niedrigeren Luftschadstoffbelastungen zu rechnen als im Nullfall. Dies liegt an der beabsichtigten Konzentration der Haltestellen Bus und Bahn in Mittellage (höhere Abstände zu nächstliegenden Gebäudefassaden) und dies damit auch Entfallen von Behinderungen des Kfz-Verkehrs durch das Halten der Busse am Straßenrand.

Mit B-Plan 11-35 werden höhere Luftschadstoffbelastungen erwartet (Bebauungsverdichtung, höhere Verkehrsmengen), die aber auf die o. g. positiven vorhabenbezogenen Auswirkungen keinen Einfluss haben.

Aus lufthygienischer Sicht gibt es keine Bedenken wegen der Umsetzung des hier beantragten Vorhabens.

2 AUFGABENSTELLUNG

In Berlin-Lichtenberg zwischen Hauptstraße und Paul-König-Straße ist der Neubau der Gleisschleife Gehrenseestraße geplant. Damit kommt es dort zu Veränderungen des Fahr-
bahnquerschnittes und des Verkehrsflusses auf der Wartenberger Straße. In diesem Zu-
sammenhang ist im Rahmen der Planfeststellung auch die Erarbeitung eines Luftschad-
stoffgutachtens erforderlich. Innerhalb des Gutachtens sind unter Berücksichtigung der gel-
tenden Rechtslage die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens auf die Immissionssitua-
tion des Untersuchungsgebietes zu untersuchen und zu bewerten.

Dabei sind folgende Planungsfälle zu betrachten:

- Analysefall 2009/2013
- Nullfall 2025 (ohne Realisierung des Vorhabens und ohne Berücksichtigung des B-Planes 11-35)
- Planfall 2025 (nach Realisierung des Vorhabens und ohne Berücksichtigung des B-Planes 11-35).

3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, 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 schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v. a. die 39. BImSchV.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10 und PM2.5). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit dem 1.1.2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß nach nicht mehr erforderlich und wird hier nicht durchgeführt.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/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 ab 2015	25	

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

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

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)

3.2 Berechnungsverfahren

Für das gesamte Betrachtungsgebiet wird das Straßennetzmodell PROKAS (Beschreibung: www.lohmeyer.de/prokas) unter Berücksichtigung von lokal repräsentativen Windverhältnissen angewendet; mit diesem Verfahren können Straßennetze, in typisierter Form Randbebauung und Lärmschutzbauwerk, berücksichtigt werden.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden für das Prognosejahr 2020 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Reifenbelag werden im HBEFA nicht behandelt. Die Berechnung dieser Emissionen erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von aktuellen Forschungsarbeiten (Düring und Lohmeyer, 2011; CORINAIR, 2007). Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung ent-

spricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (Lohmeyer et al., 2003).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Ausbreitungswegs der Emissionen sowie der typisiert berücksichtigten Lärmschutzbauten werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet.

Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 4.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionsgrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten eingeschätzt.

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

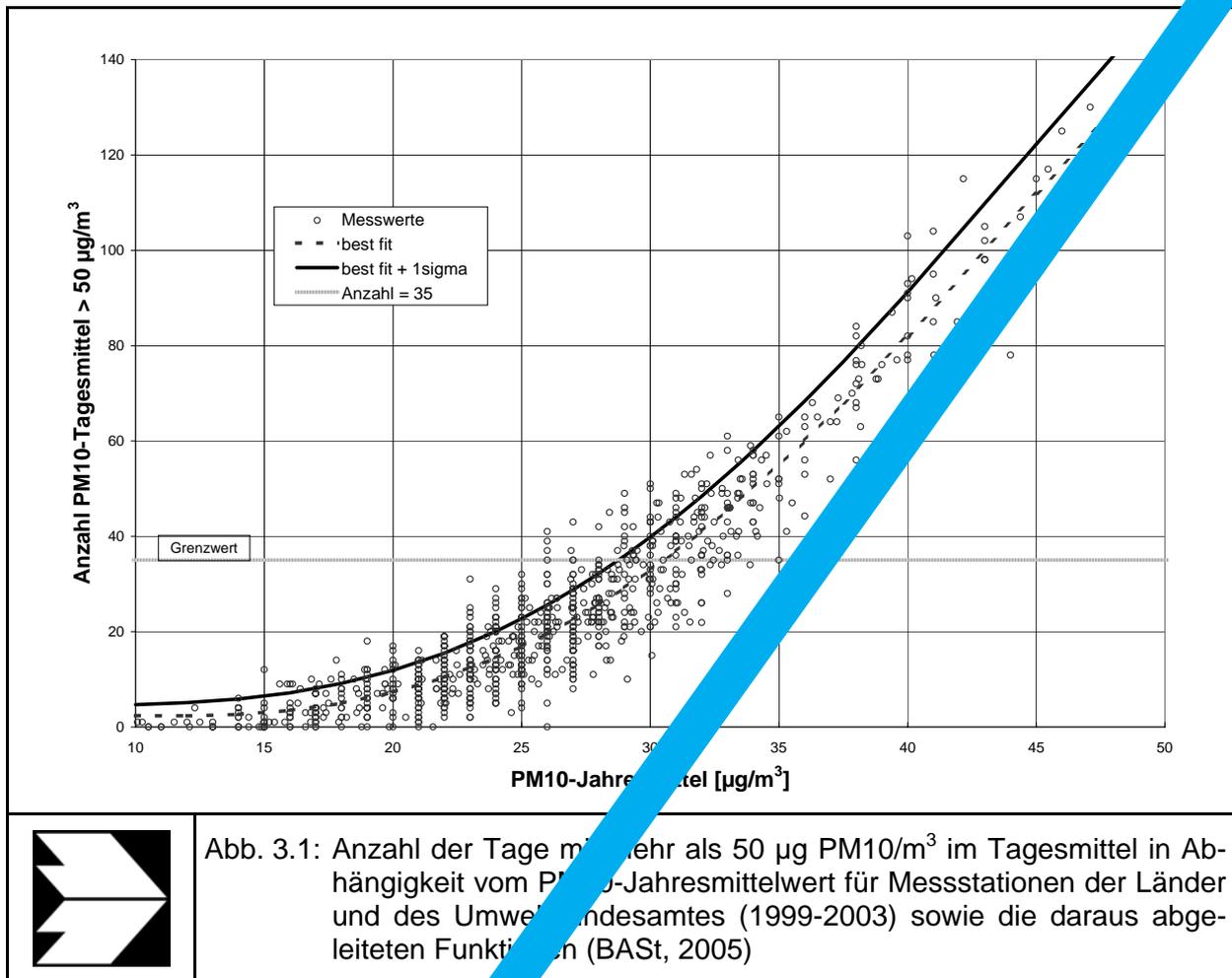
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

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 et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert 110 µg/m³ bis 170 µg/m³ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von 130 µg/m³ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BASt, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

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

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).



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

PM10-Jahresmittel

- <29 µg/m³
- 29 - 30 µg/m³
- 31 - 33 µg/m³
- 34 - 35 µg/m³
- ≥36 µg/m³

Überschreitung PM10-Tagesmittel

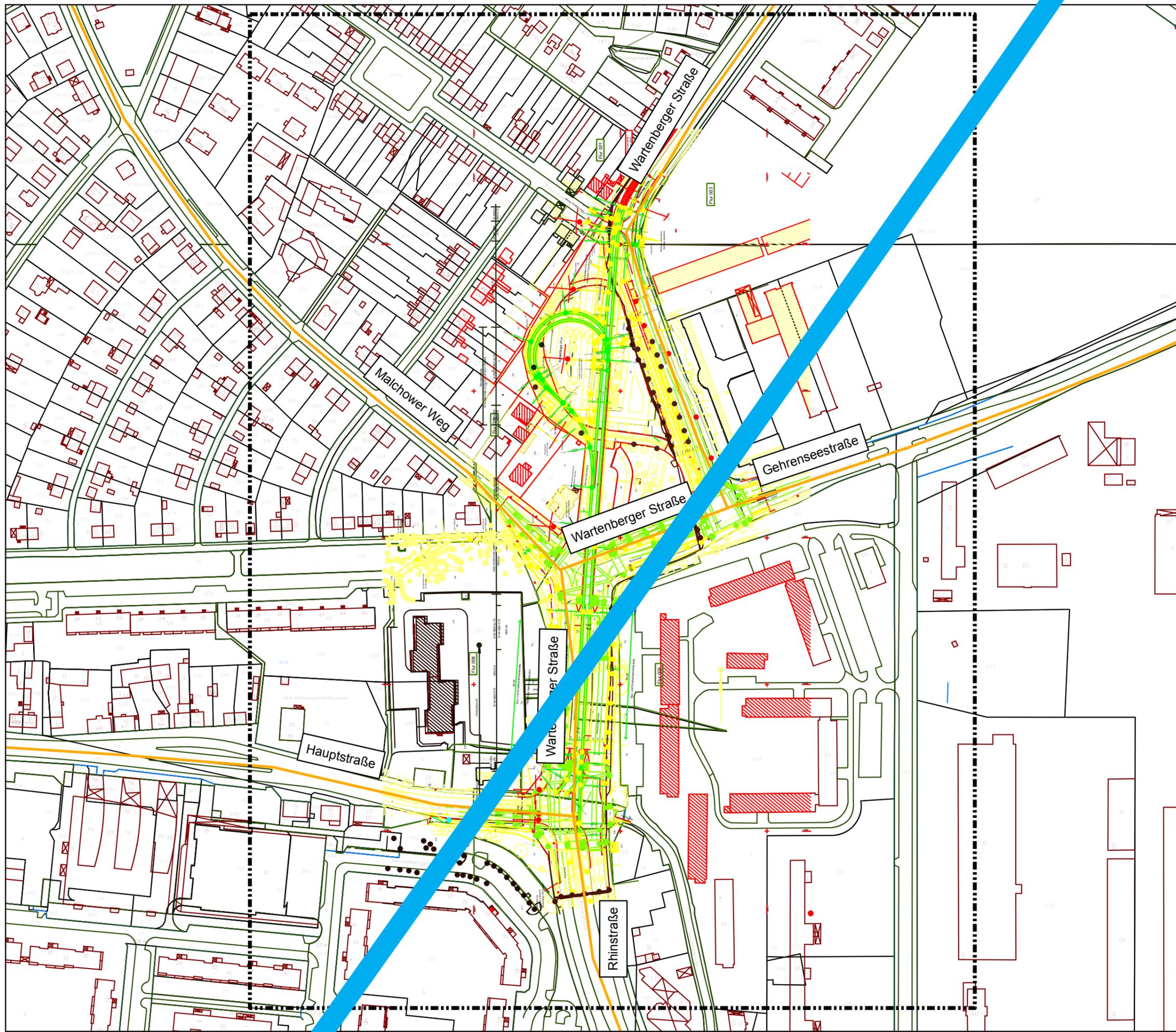
- keine Überschreitung
- selten (Wahrscheinlichkeit <40 %)
- öfter möglich (Wahrscheinlichkeit 40 bis 80 %)
- wahrscheinlich (Wahrscheinlichkeit >80 %)
- so gut wie sicher

4 EINGANGSDATEN

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigte Straßennetz. Die im Bestand betrachteten Straßenabschnitte sind orange dargestellt. In den betrachteten Varianten wurden nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an Werktagen (DTV_W) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Die Emissionen von Straßenabschnitten mit geringerer Verkehrsbelegung werden über die Vorbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5). Die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet weisen zum Teil lockere bis dichte einseitige oder zweiseitige Belegung auf (Abschnitt 4.6).

Das Planungsvorhaben umfasst eine veränderte Führung der Gleisschleife Gehrenseestraße und damit verbunden auf einem kurzen Abschnitt eine veränderte Linienführung. Die Straßenbahnlinie wird im Planfall von Rhinstraße, Wartenberger Straße gleich in Richtung Norden weitergeführt bzw. umgekehrt und ein zweimotives Abbiegen der Straßenbahn innerhalb der Wartenberger Straße entfällt. Im Istzustand und Nullfall befinden sich die Haltestellen Gehrenseestraße für Straßenbahn und Bus innerhalb der eben genannten Kreuzungsbereiche räumlich verteilt. Im Planfall wird sich die Haltestelle Gehrenseestraße zentral für Straßenbahn und Bus in der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Rhinstraße befinden.



Übersichtsabbildung

- Legende**
- Untersuchungsgebiet
 - vorhandenes Straßennetz

Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
 Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
 Telefon 0351/ 83914-0



	Datum	Zeichen
	gezeichnet 24.05.13	Gei
	geprüft 24.05.13	EN
Projekt		70430-07-01

Abb. 4.1

Lage im Stadtgebiet



4.2 Verkehrsdaten

Neben unterschiedlichen DTV-Werten weisen die einzelnen Straßenabschnitte unterschiedliche Schwerverkehrsanteile und unterschiedliche Verkehrssituationen (mittlere Geschwindigkeit, Standanteile, Konstantfahrten) auf, die bei der Bestimmung der Emissionen auf den betrachteten Straßenabschnitten entscheidenden Einfluss haben.

Die Daten des Istzustandes wurden aus FIS-Broker (SenStadt, 2013a) übernommen.

Da für den Planfall keine projektspezifische Verkehrsuntersuchung für dieses Planungsvorhaben vorlag, wurde in Absprache mit dem Auftraggeber für den Null- und Planfall 2025 davon ausgegangen, dass eine Erhöhung der Verkehrsmenge um 25 % gegenüber dem Istzustand eintritt. Zwischen Null- und Planfall werden keine Änderungen in den Verkehrsbelegungen erwartet.

Die verwendeten Verkehrsdaten sind für den Istzustand in **Abb. 4.2**, für den Nullfall 2025 bzw. den Planfall 2025 in **Abb. 4.3** dargestellt.

Für die Berechnungen wurden die Daten als mittlere Verkehrsstärken (DTV) verwendet, welche den Verkehr von Montag bis Sonntag abdecken. Die verwendeten Schwerverkehrszahlen (SV) beinhalten alle Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zul. GG) größer 3,5 t.

Des Weiteren sind die Anzahl der Linien-Busse auf den jeweiligen Strecken ausgewiesen. Hierbei wurde die Verkehrsbelegung der Linien-Busse von Montag bis Freitag als konservativer Ansatz auf Montag bis Freitag angesetzt. (BVB, 2013).

4.3 Bebauungs- und Lärmschutzsituation

Im Falle von vorliegender Randbebauung an einem Straßenabschnitt wird diese bei der Ausbreitungsrechnung mit PROKAS über so genannte Bebauungstypen berücksichtigt. In die Bestimmung der Bebauungstypen gehen das Verhältnis Gebäudehöhe zu Straßenschluchtbreite, der Lückanteil, die Schluchtbreite sowie die Ein- oder Beidseitigkeit der vorhandenen Bebauung ein. Diese idealisierten Straßenrandbebauungstypen werden für jeweils ca. 100 m langer Straßenabschnitte festgelegt.

Verkehrsstärke

Durchschnittliche Verkehrsstärke
 DTV_{Mo-So} in Kfz pro Tag,
 SV >3.5 t in Prozent und
 Linienbus pro 24h

Analysefall 2009/2013

 DTV Istzustand 2009/2013
 Untersuchungsgebiet

Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
 Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
 Telefon 0351/ 83914-0

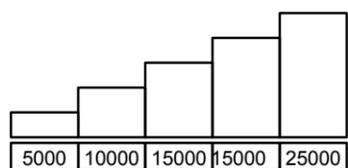
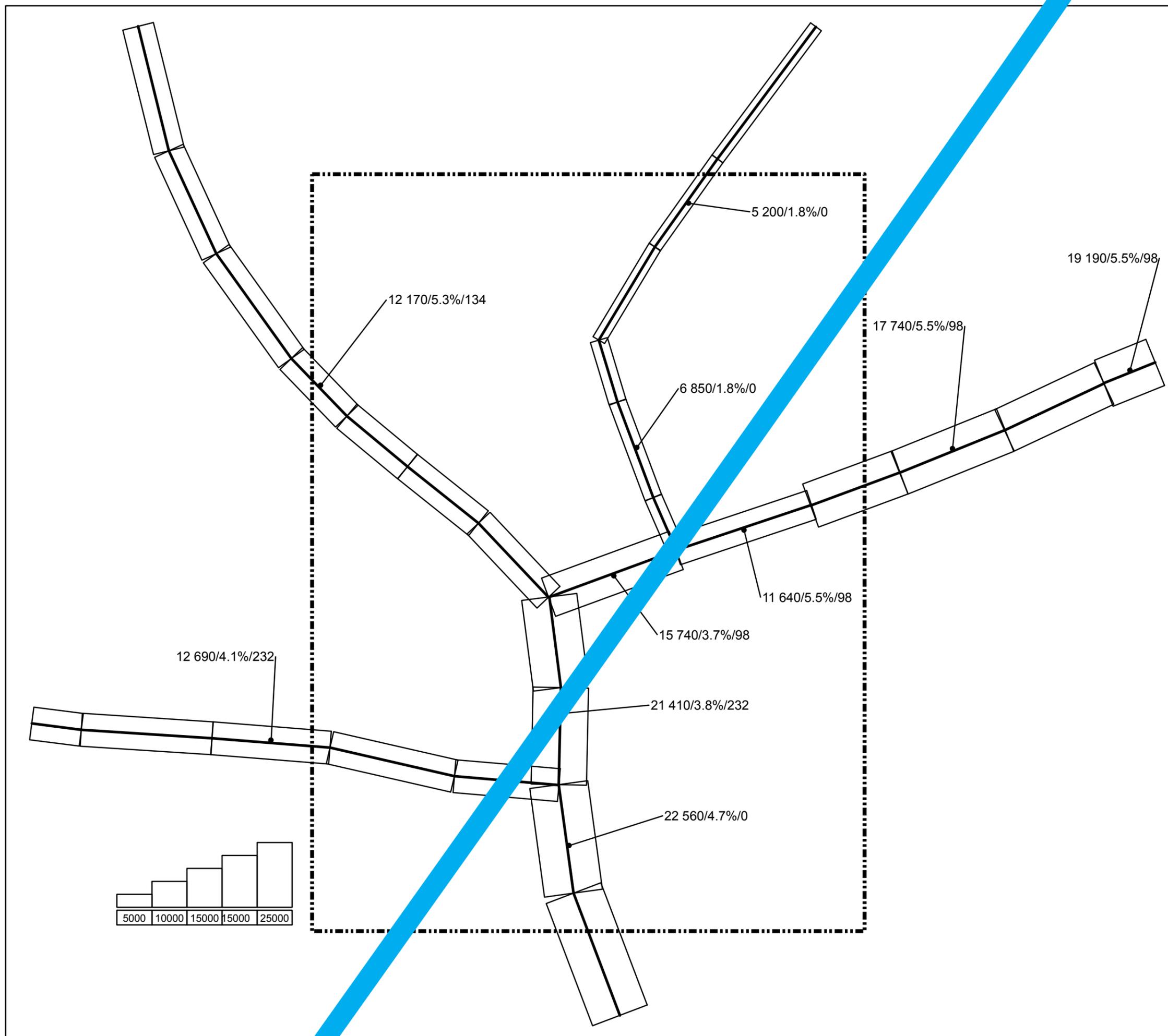
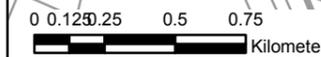


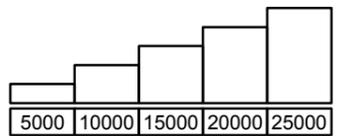
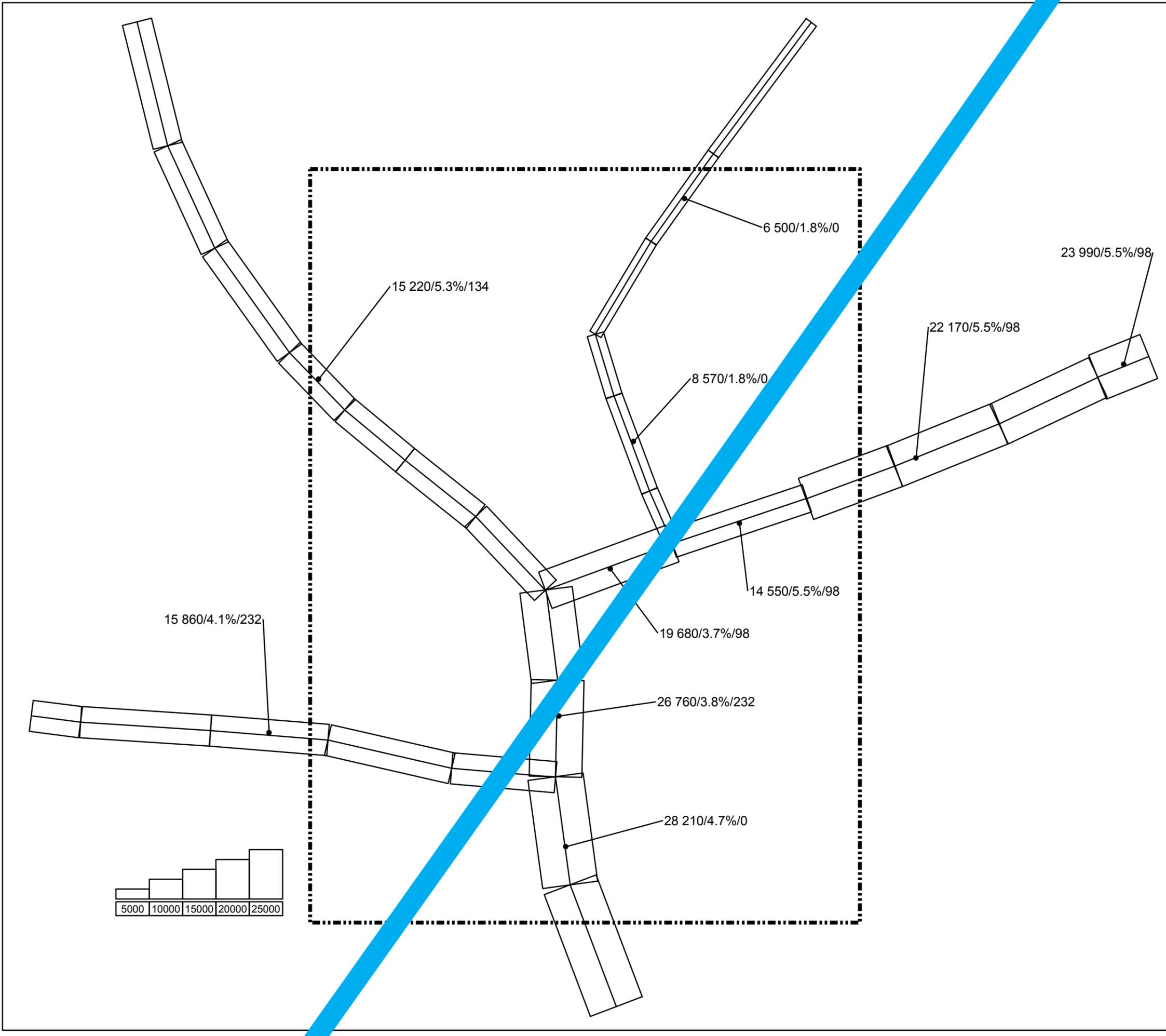
		Datum	Zeichen
	gezeichnet	27.05.13	TB
	geprüft	27.05.13	EN
	Projekt	70430-07-01	

Abb. 4.2

Lage im Stadtgebiet

 vorhandenes Straßennetz





Verkehrsstärke

Durchschnittliche Verkehrsstärke
 DTV_{Mo-So} in Kfz pro Tag,
 SV >3.5 t in Prozent und
 Linienbus pro 24 h

Planfall 2025

DTV Planfall 2025
 Untersuchungsgebiet

Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
 Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
 Telefon 0351/ 83914-0



N ↑		Datum	Zeichen
	gezeichnet	28.05.13	Gei
	geprüft	28.05.13	EN
	Projekt	70430-07-01	

Abb. 4.3



Die verwendeten Bebauungstypen sind für alle Fälle identisch* und in **Abb. 4.4** exemplarisch für den Analysefall 2013 dargestellt.

In PROKAS wird für diese Straßenabschnitte mit dem so genannten Bebauungsmodul gerechnet (PROKAS_B). Es beruht auf Ausbreitungsrechnungen mit dem mikroskopischen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM für die idealisierten Straßenrandbebauungen (nähere Erläuterungen sind im Anhang A2 zu finden).

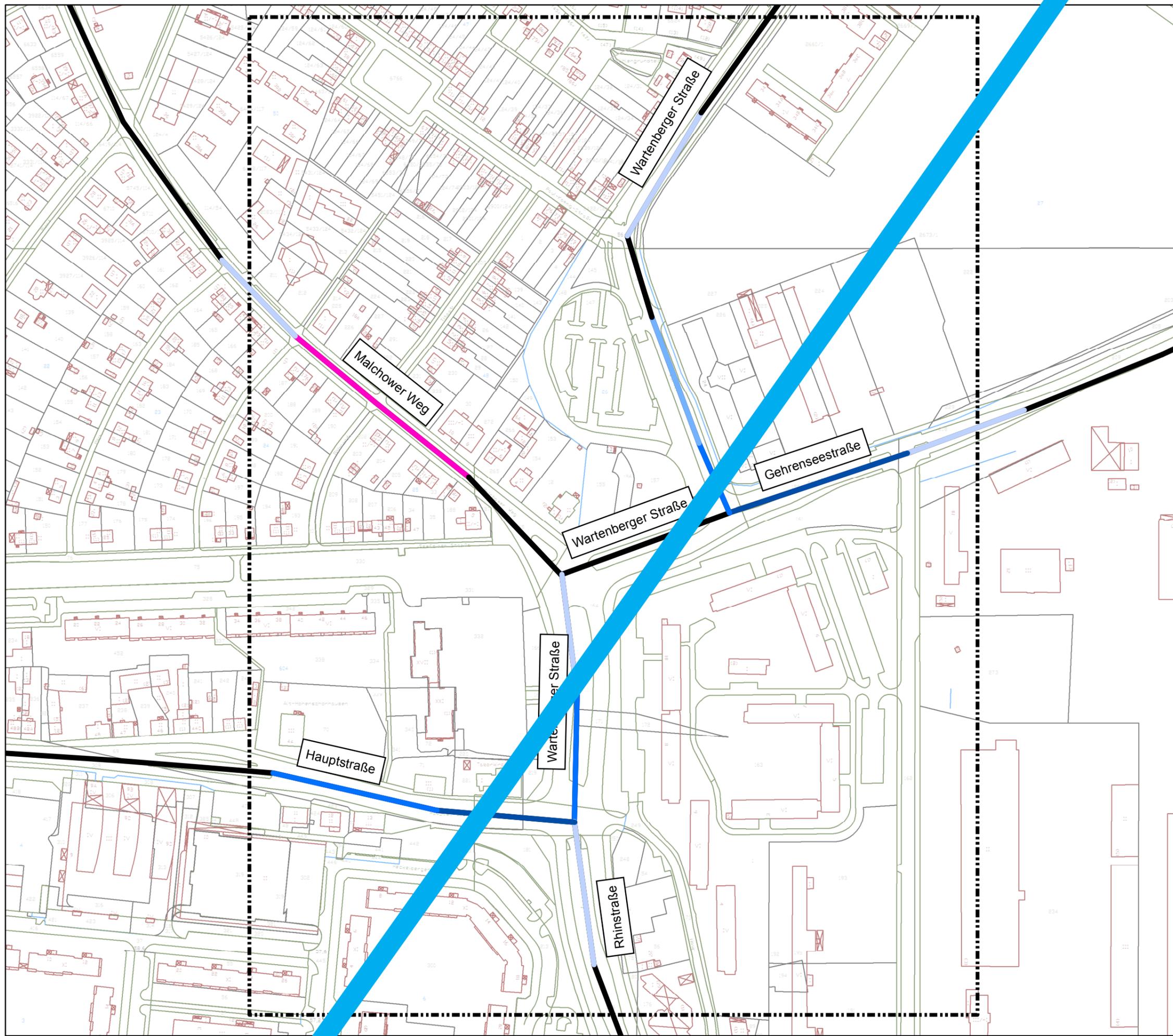
4.4 Meteorologische Daten

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

Bei SenGUV liegen aus vorangegangenen Jahren Vergleichsmessungen in anderen Stadtbereichen vor, die aufzeigen, dass die Daten der Station Grunewald sehr gut auf das Stadtgebiet übertragbar sind (SenGUV, 2010b). Die Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik der Station Grunewald wurde von SenGUV III (2010a) zur Verfügung gestellt und ist in **Abb. 4.5** dargestellt. Die Windmessung erfolgte in 27 m Höhe. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2.6 m/s.

Aus klimatischen Modellrechnungen, die im Umweltatlas Berlin (FIS Broker) (SenStadtUm, 2013b) thematisiert werden geht hervor, dass im geplanten Bereich der Gehrenseestraße bei autochthonen Wetterlagen lokale bodennahe Strömungen auftreten, welche vorherrschende Strömungskomponenten aus Nordwest bis Nord aufweisen. Nach diesen Berechnungen ist es also möglich, dass bodennahe Schadstoffemissionen der Gehrenseestraße bei diesen Wetterlagen bevorzugt in südsüdöstliche Richtungen verfrachtet werden könnten.

* Hinweis: Nach Redaktionsschluss des Gutachtens wurde bekannt, dass im Untersuchungsgebiet der B-Plan 11-35 aufgestellt wird. Die Auswirkungen auf die lufthygienische Situation durch Bebauungsverdichtung und ggf. Veränderung der Verkehrsmengen konnten hier nicht berücksichtigt werden. Dieser Nachweis ist im Rahmen des B-Planverfahrens zu erbringen.

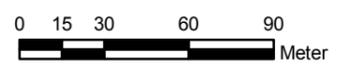


Bebauungstyp

für Analysefall 2013
Nullfall und Planfall 2025

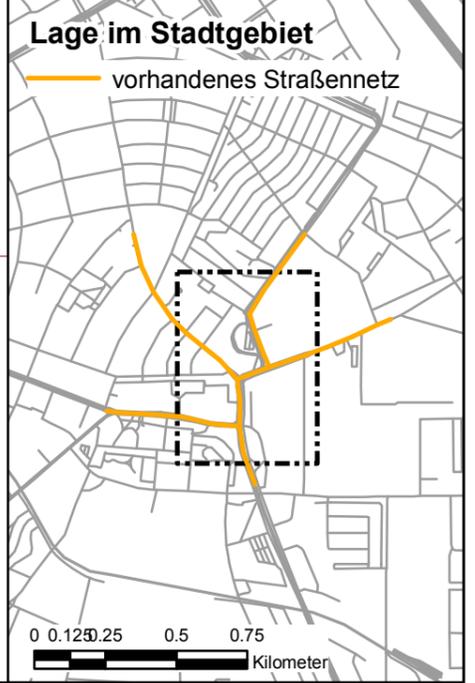
- Bebauungstyp**
- kein Bebauungstyp vergeben
 - 102
 - 103
 - 104
 - 204
 - Untersuchungsgebiet

Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
 Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
 Telefon 0351/ 83914-0



	Datum	Zeichen
gezeichnet	31.05.13	Gei
geprüft	31.05.13	EN
Projekt	70430-07-01	

Abb. 4.4



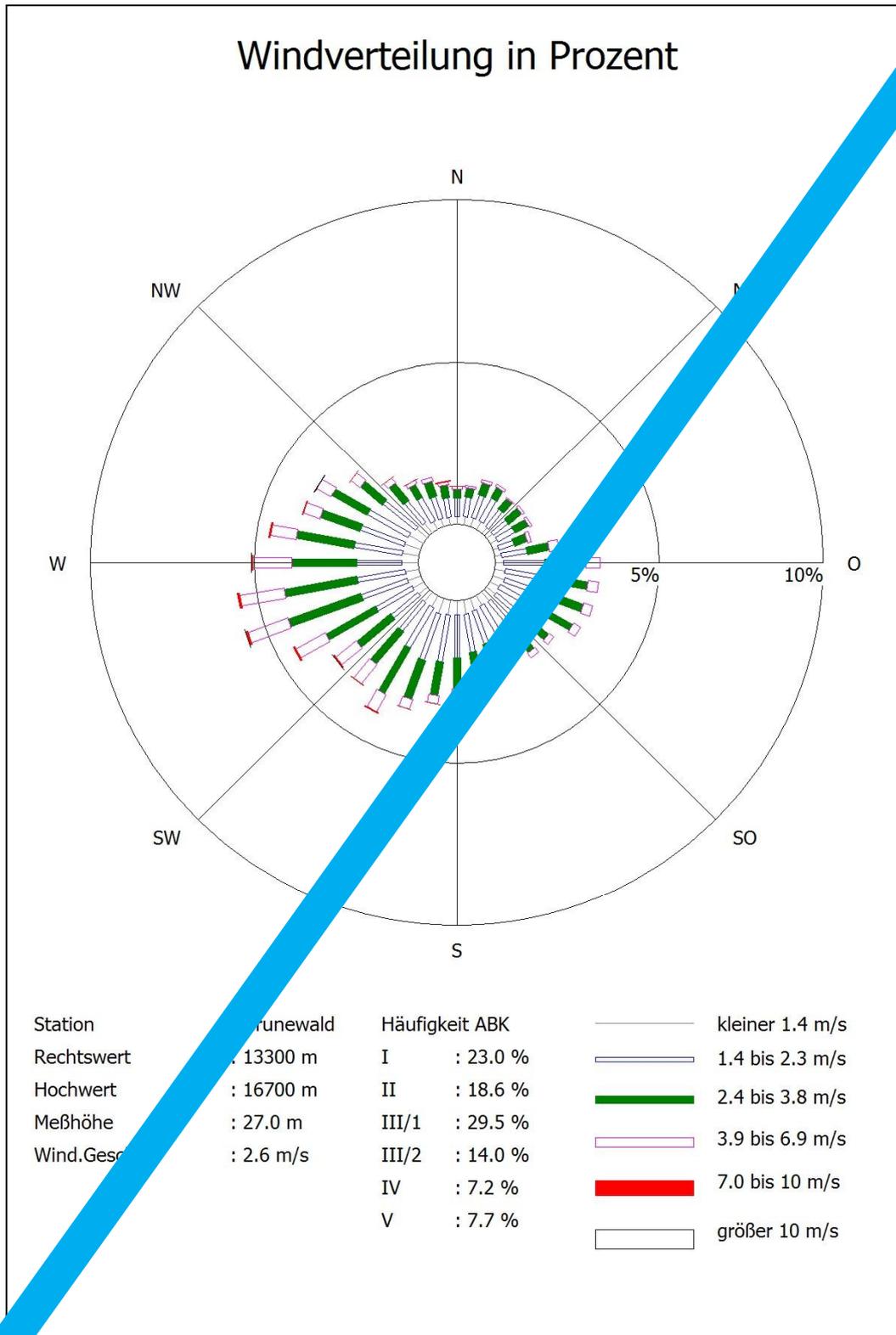


Abb. 4.5: Windklassenstatistik der Station Grunewald 1997-2005
 Quelle: SenGUV, 2010a, eigene Darstellung

In der o. g. Ausbreitungsklassenstatistik der Station Berlin-Grunewald ist dieser lokale Effekt nicht enthalten. Ortsbezogene Messungen, welche die lokalen Strömungseffekte im genannten Bereich der Gehrenseestraße enthalten, existieren nicht.

Um die genannten lokalen Strömungseffekte in der Windstatistik zu berücksichtigen, wurde die Ausbreitungsklassenstatistik Grunewald entsprechend der zu erwartenden Situation angepasst. Dafür wird eine vereinfachte empirische Methodik genutzt, bei der die Windrichtungshäufigkeiten der Ausbreitungsklasse I (AK I, stark stabile Ausbreitungsbedingungen) aus anderen Sektoren gleichmäßig auf die aus den Modellrechnungen abgeleiteten nordwestliche bis nördliche Windrichtungen verteilt werden. Die Häufigkeit dieser Situation wurde mit 10 % nach fachlichen Vorgaben (SenStadtUm, 2011) angepasst.

Die verwendete Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik für den Untersuchungsstandort ist in **Abb. 4.6** dargestellt.

4.5 Hintergrundbelastung der Luft

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.

Im Vergleich zu den Grenzwerten sind die Schadstoffe Blei, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid von untergeordneter Bedeutung. Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden im vorliegenden Gutachten die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2), und Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 und 2.5 μm (PM10, PM2.5) betrachtet. Neben den Jahresmittelwerten wird auch der PM10-Kurzzeitgrenzwert abgeleitet und bewertet. Der NO_2 -Kurzzeitgrenzwert als Stundenmittelwert von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, der 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf, wurde in Berlin laut Aussagen von SenGUV (2011) im Zeitraum 2007–2010 an allen Messstationen (inkl. der Verkehrsmessstationen) nicht mehr überschritten. Dennoch der NO_2 -Jahresmittelgrenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eher überschritten wird, als der Kurzzeitgrenzwert, wird auf die Berechnung des Kurzzeitgrenzwerts verzichtet.

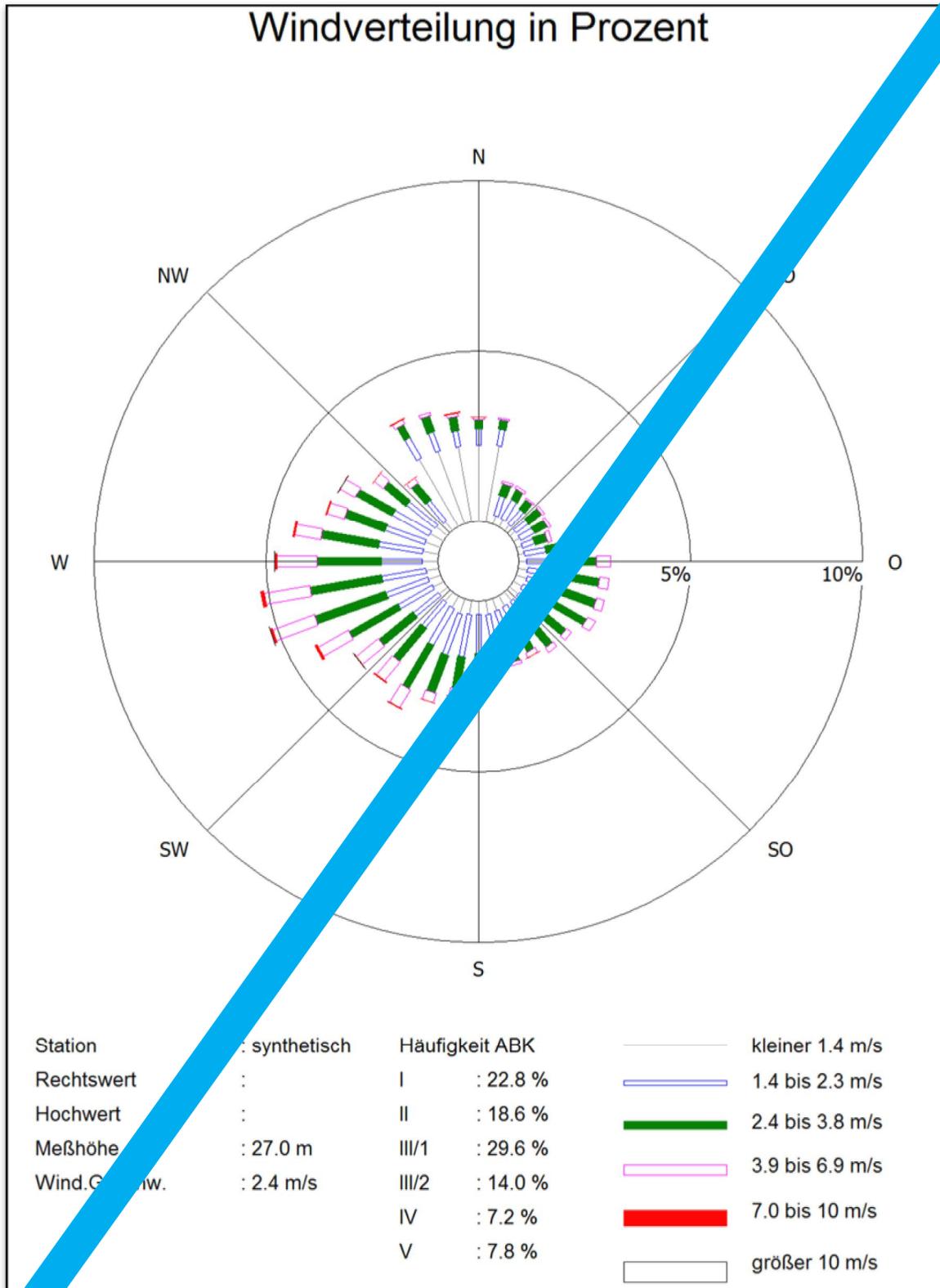


Abbildung 4.6: Synthetische Windstatistik für das Untersuchungsgebiet aus Daten der Station Grunewald 1997-2005. Quelle: eigene Darstellung

Anders als bei inerten Schadstoffen (z. B. PM10) finden bei Stickoxiden chemische Umwandlungsprozesse statt. Die Berechnung der NO₂-Schadstoffbelastung erfolgt mit Hilfe eines Chemiemodells (siehe Anhang A2), welche als zusätzliche Hintergrundbelastung an NO_x und O₃ benötigt.

Da es in diesem Untersuchungsgebiet keine regelmäßigen Messungen der Schadstoffbelastungen mit Messstationen des Berliner Luftgüte Messnetzes (BLUME) gibt, wurde auf die Rechnungen für das Jahr 2009 für die Maßnahmeplanungen zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes Berlin zurückgegriffen. In Abstimmung mit Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (SenStadtUm, 2013c) werden die in **Tab. 4.1** dargestellten Werte für das Bezugsjahr 2011 verwendet und unverändert für den Analysefall 2013 übernommen.

Schadstoff	Hintergrundbelastung
NO ₂ -I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	19
NO _x -I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	28
O ₃ -I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53
PM10-I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	25
PM2.5-I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	17

Tab. 4.1: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2011/2013
I1 = Jahresmittelwert

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 auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Das Absinken der Hintergrundbelastung kann im Einzelfall aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen vom Mittel abweichen.

Aus den Berechnungen zum Luftreinhalteplan für Berlin wurden die Schadstoffkonzentrationen für das Jahr 2020 für das Untersuchungsgebiet übermittelt. Diese Zahlen wurden in Abstimmung mit der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtUm, 2013c) unverändert für das Jahr 2025 herangezogen.

Zusammenfassend sind die verwendeten Hintergrundbelastungswerte für das Analyse- und das Prognosejahr in **Tab. 4.2** aufgezeigt.

Schadstoff	Hintergrundbelastung	
	Analysefall 2013	Prognosejahr 2025
NO ₂ -I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	19	19
NO _x -I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	28	26
O ₃ -I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	53	53
PM10-I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	25	23
PM2.5-I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	17	15

Tab. 4.2: Hintergrundbelastung im Analysefall- (2013) und Prognosejahr (2025)
I1 = Jahresmittelwert

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM₁₀ erreicht, deshalb werden diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet. Zudem werden die PM_{2.5}-Immissionen abgeschätzt. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO₂, CO, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer, deshalb werden sie hier nicht betrachtet.

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die PKW, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) in der zeitlichen Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse und

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM₁₀, PM_{2.5}) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) berechnet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien PKW, LKW und Linienbusse wesentlich ab von:

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

Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israël 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 Kartenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Der Kaltstarteinfluss von NO_x und Partikeln innerorts für PKW und INfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in Summe einen Zuschlag darstellt.

Diese Emissionsfaktoren werden im Folgenden als Grundlage für die Berechnung der fahrzeugspezifischen Emissionsfaktoren verwendet. Folgende Einflüsse wurden dabei berücksichtigt:

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

IOS-HVS50	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, flüssiger Verkehr
IOS-HVS50d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau
IOS-Sam50	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, flüssiger Verkehr
IOS-Sam50d	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-Sam50s	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau

5.4 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA nicht enthalten, sie sind auch derzeit nicht mit zufrieden stellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache dafür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM₁₀-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub entsprechend Düring und Lohmeyer (2011) verwendet.

Die nicht motorbedingten PM_{2.5}-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) werden in der vorliegenden Untersuchung entsprechend der im Emission Inventory Guidebook von EMEP/CORINAIR (CORINAIR, 2007) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Eine Differenzierung nach verschiedenen Verkehrssituationen ist durch eine dort angegebene Geschwindigkeitsabhängigkeit (für Reifen- und Bremsabrieb) möglich.

Die Resuspension von eingetragenen Straßenstaub gehört entsprechend derzeitigem Kenntnisstand eher der Partikelfraktion zwischen 2,5 µm und 10 µm an und wird deshalb bei der Betrachtung von PM_{2.5} nicht mehr berücksichtigt.

Abrieb von Kupplungsbelägen wird ebenfalls nicht berücksichtigt, da dieser weitestgehend in den Kupplungsgehäusen zurückgehalten wird.

Es sei darauf verwiesen, dass insbesondere die Emissionsfaktoren für Straßenabrieb von den Autoren wegen mangelnder systematischer Untersuchungen mit sehr großen Unsicherheiten bewertet wurden. Palmgren et al. (2003) setzt z. B. die PM_{2.5}-Straßenabriebsemissionen auf Basis von Untersuchungen von TNO aus dem Jahr 1997 zu Null. Um auf der sicheren Seite zu liegen, werden dennoch Emissionsfaktoren verwendet.

Auf Grundlage der o. a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM₁₀- und PM_{2.5}-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in den **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz									
Verkehrssituation	Längs- neigung	NO ₂ (direkt) [mg/km]		NO _x [mg/km]		PM10/PM2.5 (nur Abgas) [mg/km]		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung) [mg/km]		PM2.5 (nur Abrieb) [mg/km]	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-HVS50	±0 %	96	484	330	4 603	13.3	56.6	26	100	21	62
IOS-HVS50d	±0 %	127	576	426	5 628	15.3	80.8	33	350	22	62
IOS-Sam50	±0 %	98	475	349	4 477	13.7	55.6	26	100	20	61
IOS-Sam50d	±0 %	128	583	442	5 724	15.9	81.2	33	350	22	62

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2013 Emissionsfaktoren für SV bei einem Linien-Bus-Anteil von 9.3 %

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz									
Verkehrssituation	Längs- neigung	NO ₂ (direkt) [mg/km]		NO _x [mg/km]		PM10/PM2.5 (nur Abgas) [mg/km]		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung) [mg/km]		PM2.5 (nur Abrieb) [mg/km]	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-HVS50	±0 %	42	180	162	948	2.8	7.8	26	100	21	62
IOS-HVS50d	±0 %	55	260	208	1 268	3.3	10.6	33	350	22	62
IOS-HVS50s	±0 %		737	324	3 352	5.5	19.4	45	1 200	22	62
IOS-Sam50	±0 %	43	178	174	900	3.0	7.7	26	100	20	61
IOS-Sam50d	±0 %	55	267	218	1 300	3.5	10.6	33	350	22	62
IOS-Sam50s	±0 %	89	737	333	3 352	5.6	19.4	45	1 200	22	62

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2025 für SV bei einem Linien-Bus-Anteil von 9.3 %

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, soweit dieser Prozess in großen Entfernungen (10 km bis 100 km) von den Schadstoffquellen relevant wird. Für die kleineren Entfernungen sind die sekundären Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

5.5 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x, PM₁₀ und 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.

Die Verkehrssituationen sind für den Analysefall 2013 in **Abb. 5.1** und für den Null- bzw. Planfall 2025 in **Abb. 5.2** aufgezeigt. Die darin verwendeten Signaturen setzen sich aus folgenden Eigenschaften zusammen: eigentliche Verkehrssituation (Fahrmuster, siehe Abschnitt 5.3), Verkehrszustandes (Level-of-Service) und Längsneigung. Die Verkehrssituation wird durch die Farbe der Signatur wiedergegeben, das Muster (durchgezogene Linie, gestrichelt, gepunktet etc.) zeigt den Verkehrszustand und die Strichstärke die Längsneigung an.

Demzufolge bedeutet eine dünn gezeichnete pink gestrichelte Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1** bis **Abb. 5.2**) eine Verkehrssituation IO bis IVS50 mit dichtem Verkehr und einer Längsneigung von 0 %.

Verkehrssituation und Längsneigung

Istzustand 2009/2013

Verkehrssituation Ist 2009/2013

IOS-HVS50

IOS-Sam50

Verkehrszustand

flüssig

dicht

Längsneigung

±0 %

Untersuchungsgebiet

Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
Telefon 0351/ 83914-0



	Datum	Zeichen
gezeichnet	27.05.13	TB
geprüft	27.05.13	EN
Projekt	70430-07-01	

Abb. 5.1

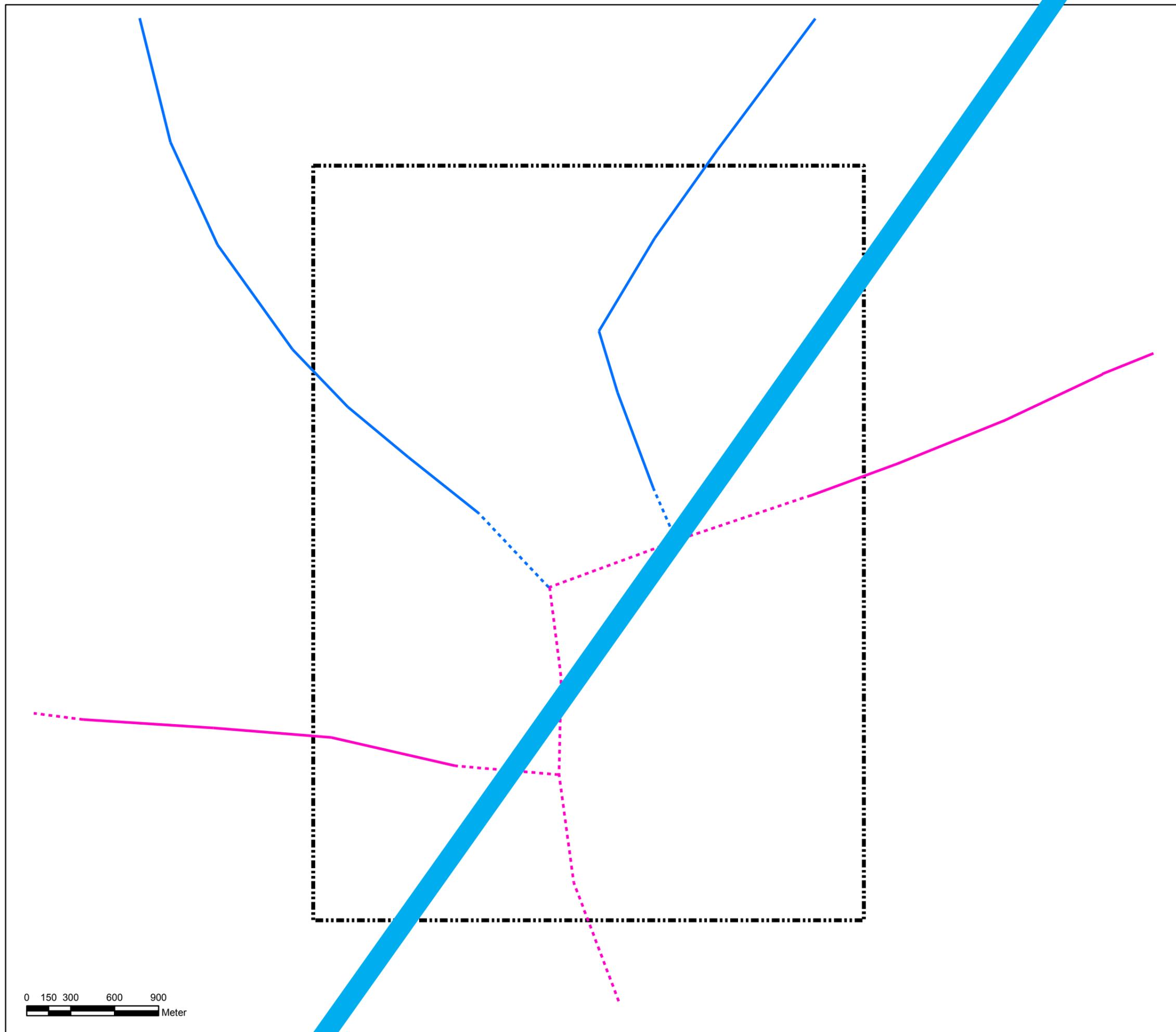
Lage im Stadtgebiet

vorhandenes Straßennetz



0 0.125 0.25 0.5 0.75
Kilometer

0 150 300 600 900
Meter



Verkehrssituation und Längsneigung

Nullfall und Planfall 2025

Verkehrssituation Plan 2025

- IOS-HVS50
- IOS-Sam50

Verkehrszustand

- flüssig
- dicht

Längsneigung

- ±0 %

Stauanteil

- 20 %

- Untersuchungsgebiet

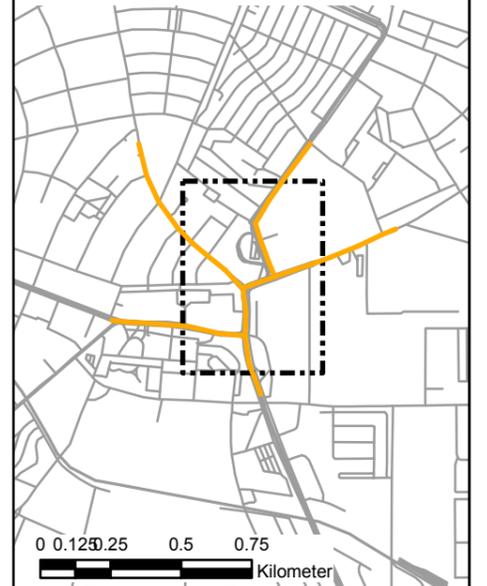
Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
 Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
 Telefon 0351/ 83914-0

		Datum	Zeichen
	gezeichnet	27.05.13	TB
	geprüft	27.05.13	EN
	Projekt	70430-07-01	

Abb. 5.2

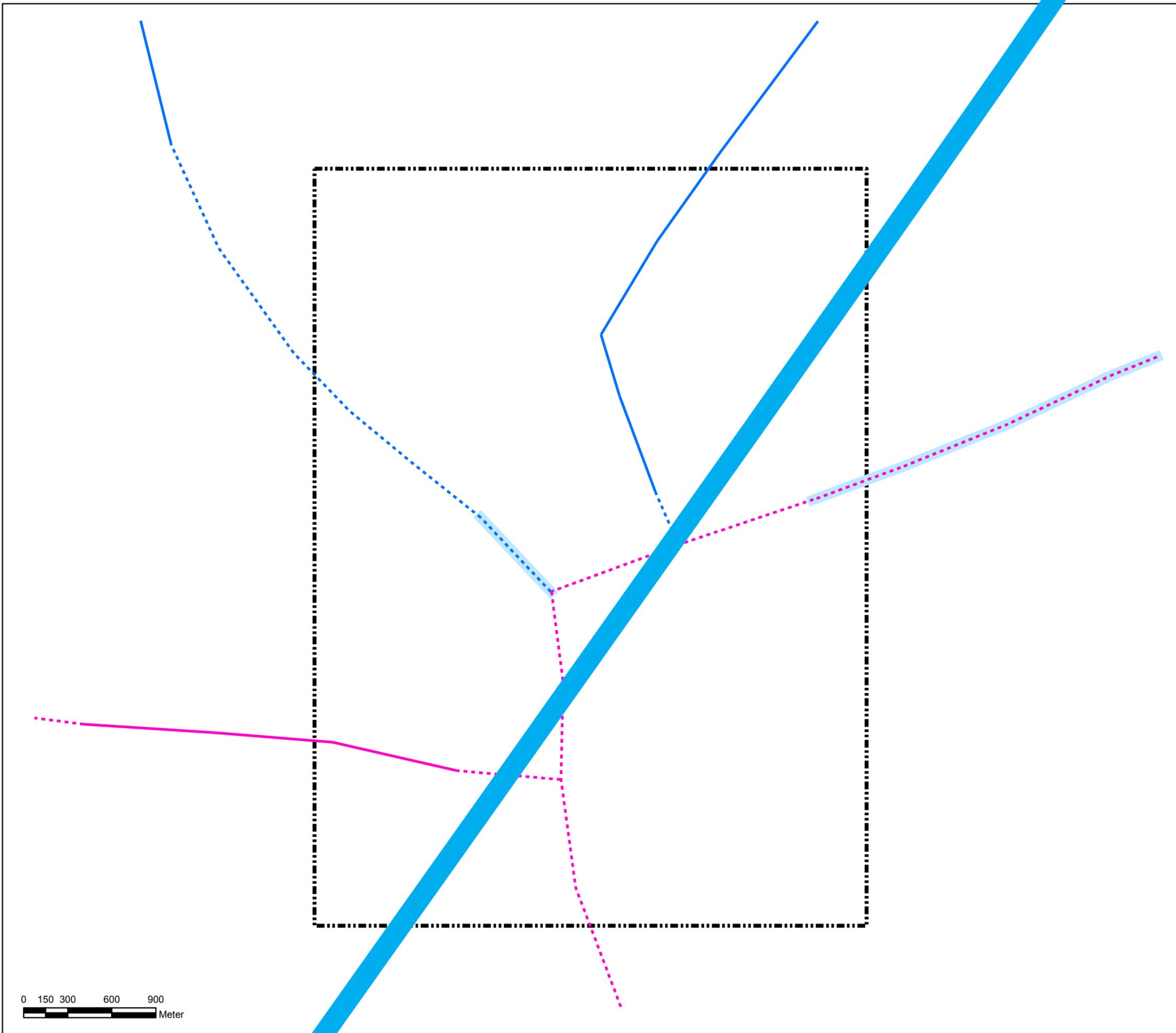
Lage im Stadtgebiet

- vorhandenes Straßennetz



0 0.125 0.25 0.5 0.75
 Kilometer

0 150 300 600 900
 Meter



Tab. 5.3 zeigt exemplarisch für alle Berechnungsfälle der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Gehrenseestraße die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten.

DTV [Kfz/24 h]	SV- Anteil [%]	Verkehrs- situation	Linie - Busse [Kfz/24h]	NO ₂ [mg/(m×s)]	NO _x [mg/(m×s)]	PM10 [mg/(m×s)]	PM2.5 [mg/(m×s)]
Analysefall 2013							
15 740	3.7	IOS-HVS50d	98	0.02681	0.11432	0.01137	0.00742
Planfall 2025							
19 680	3.7	IOS-HVS50d	98	0.01431	0.0564	0.01100	0.00606

Tab. 5.3: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Gehrenseestraße

Im Nullfall wurde wegen der höheren Verkehrsbelegung in Straßenabschnitten, die nur über eine begrenzte Kapazität verfügen, von einem gegenüber dem Istzustand schlechteren Verkehrsfluss ausgegangen. So z. B. auf einigen Abschnitten der Gehrenseestraße und dem Kreuzungsbereich des Malchower Weges mit der Wartenberger Straße

Wie bereits im Abschnitt 4.1 erwähnt unterscheiden sich der Null- und Planfall planerisch nur sehr gering. Der Einfluss der Haltestellen, der zu einer kurzzeitigen Verminderung des Verkehrsflusses während des Haltens von Busse bzw. Straßenbahn führt, wird bereits durch die Standzeiten an den Lichtsignalanlagen an den großen Straßenkreuzungen mit berücksichtigt. Dieses zeigt sich in der Veränderung des Verkehrszustandes von flüssig zu dicht bzw. durch die Berücksichtigung eines Stauanteiles von 20 % an den Lichtsignalanlagen. Da im Bereich der Bushaltestellen im Nullfall mehrere Fahrstreifen zur Verfügung stehen, ist die Behinderung des Verkehrsflusses bereits im Nullfall gering. Im Planfall führt die Verlagerung der zentralen Haltestelle auf das Gleisbett in der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Rhinstraße zu einer geringen Verbesserung des Verkehrsflusses.

6 IMMISSIONEN

Für das Untersuchungsgebiet ist eine flächendeckende Auskunft über die Immissions-situation in Bodennähe (in ca. 1.5 m Höhe) durch eine Vielzahl an Untersuchungspunkten gegeben. Die horizontale Auflösung der Immissionspunkte beträgt 20 m × 20 m. Zusätzlich wurden auch an Straßen mit dichter Randbebauung die Konzentrationswerte an der Randbebauung angegeben.

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (siehe Kapitel 5) der Betrachtungsjahre (2013 und 2025) auf der Grundlage der jeweiligen Verkehrsstärken der berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Daher wird nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Ergebnisse für die Leitkomponenten NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + verkehrsbedingte Zusatzbelastung) in den jeweiligen Abschnitten dargestellt. Die flächenhafte grafische Darstellung erfolgt in Form von farbigen Quadraten bzw. bei Straßen mit dichter Randbebauung in farbigen Linien. Die Farben sind bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentration ist jeweils in der Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der anzunehmenden Hintergrundbelastung zugeordnet. Sofern in diese Stufen besondere Kennwertswerte fallen, werden diese dargestellt (z. B. beim NO₂-Jahresmittelwert der Grenzwert von 40 µg/m³).

6.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

NO₂-Jahresmittelwert

Die berechneten flächendeckenden NO₂-Gesamtbelastungen sind in **Abb. 6.1** und **Abb. 6.2** dargestellt.

Die höchsten NO₂-Jahresmittelwerte werden in der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Gehrenseestraße sowie in der Hauptstraße (Straßenschlucht) berechnet. Diese liegen im Analysefall bei 35 µg/m³ (**Abb. 6.1**). Der Jahresmittel-Grenzwert von 40 µg/m³ wird damit unterschritten. Im Planfall 2025 (**Abb. 6.2**) sinken die Luftschadstoffkonzentrationen wegen der prognostizierten Reduktion der Hintergrundbelastung sowie der jüngeren Fahrzeugflotte trotz höheren Verkehrsmengen

Immission

NO₂-Jahresmittelwerte

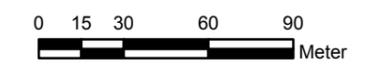
Analysefall 2013

NO₂-Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

- >40 Grenzwert der 39. BImSchV
- 37 - 40
- 34 - 36
- 31 - 33
- 28 - 30
- 25 - 27
- 22 - 24
- 20 - 21
- 16 - 19
- 13 - 15
- 11 - 12

— Straßenabschnitt ohne Bebauungstyp

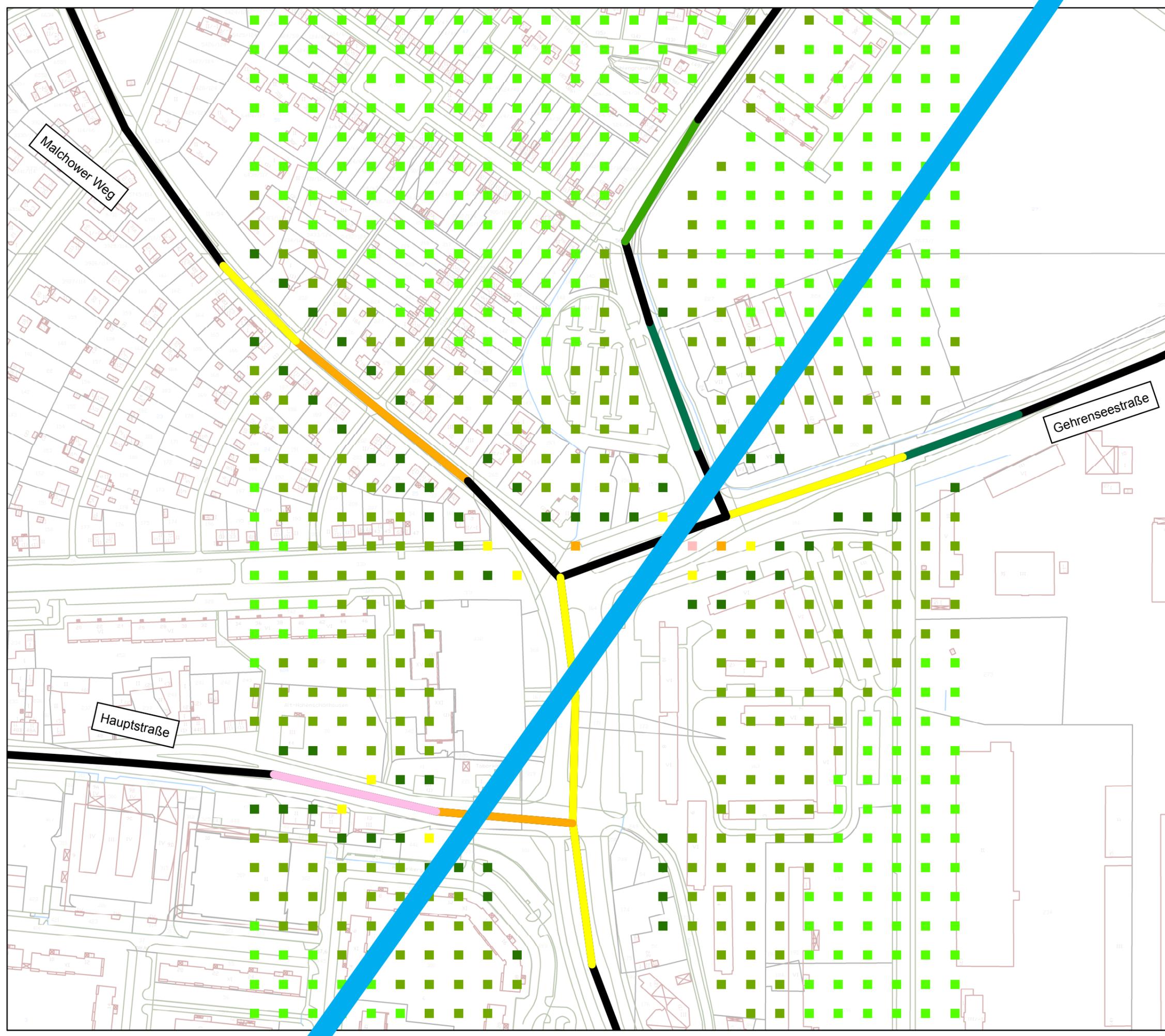
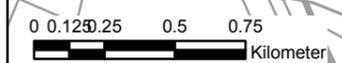
Auftragnehmer: Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG
Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
Telefon 0351/ 83914-0



	gezeichnet	Datum	Zeichen
	geprüft	31.05.13	Gei
	Projekt	31.05.13	EN
		70430-07-01	

Abb. 6.1

Lage im Stadtgebiet



Immission

NO₂-Jahresmittelwerte

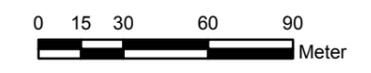
Planfall 2025

NO₂-Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

- > 40 Grenzwert der 39. BImSchV
- 37 - 40
- 34 - 36
- 31 - 33
- 28 - 30
- 25 - 27
- 22 - 24
- 20 - 21
- 16 - 19
- 13 - 15
- 11 - 12

— Straßenabschnitt ohne Bebauungstyp

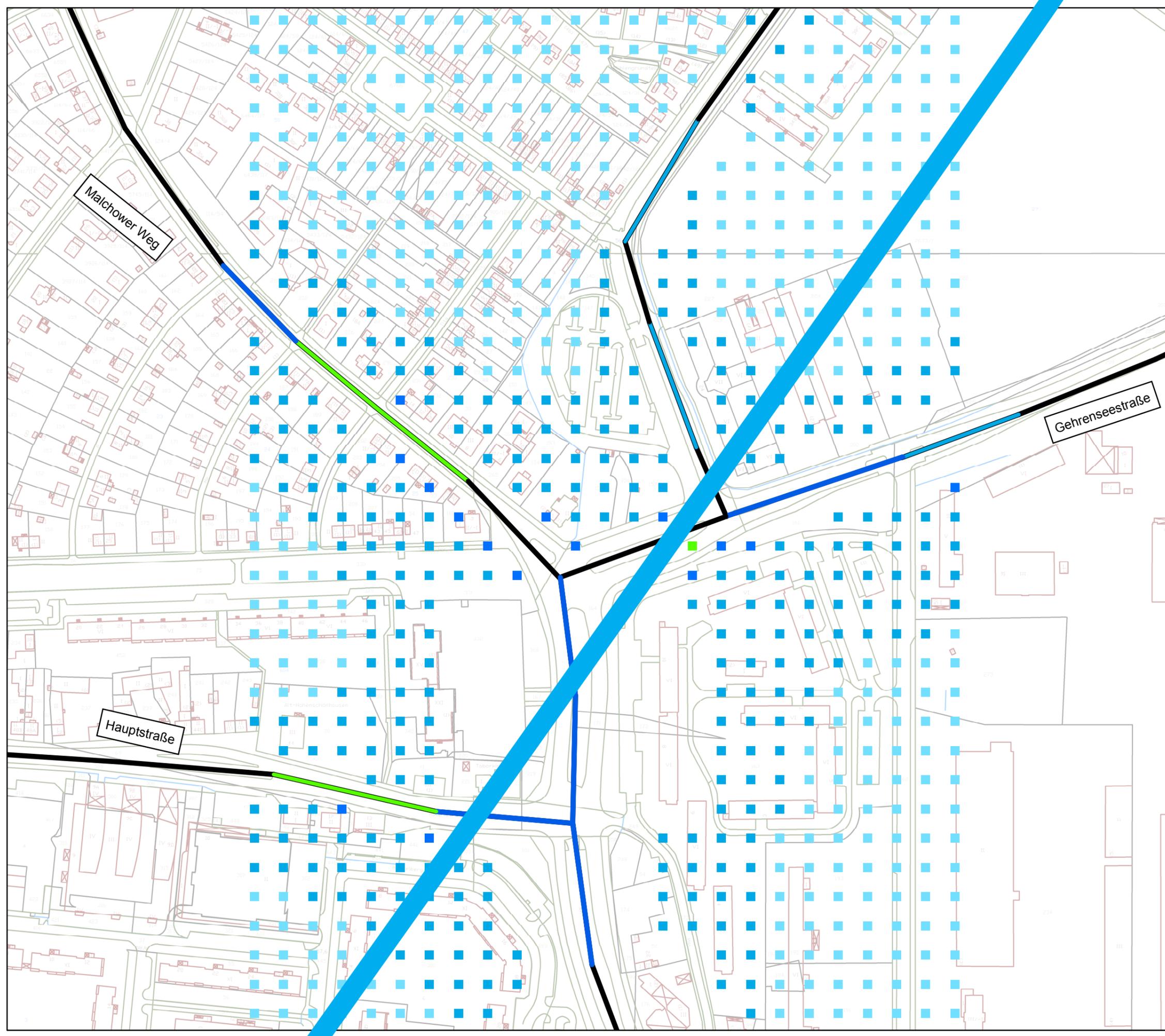
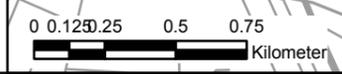
Auftragnehmer: Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG
Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
Telefon 0351/ 83914-0



	gezeichnet	Datum	Zeichen
	geprüft	31.05.13	Gei
	Projekt	31.05.13	EN
		70430-07-01	

Abb. 6.2

Lage im Stadtgebiet



deutlich ab. Es werden keine Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes im Jahresmittelwert erwartet. Die maximalen NO₂-Jahresmittelwerte werden im Planfall mit 20 µg/m³ berechnet. Im Nullfall 2025 werden leicht höhere NO₂-Jahresmittelwerte erwartet als im Planfall 2025 (siehe Abschnitt 5.5, letzter Satz), werden aber ebenfalls deutlich unter dem NO₂-Grenzwert liegen. Der Planfall mit einer Konzentration der Haltestelle für Bus und Straßenbahn in der Mittelage der Straße (auf den Straßenbahngleisen) wird aus lufthygienischer Sicht günstiger angesehen.

6.2 Feinstaub (PM10)

Einen Überblick über die berechnete flächendeckende PM10-Belastung geben die **Abb. 6.3** und **Abb. 6.4**.

PM10-Jahresmittelwert

Die **Abb. 6.3** (Analysefall 2013) zeigt, dass keine PM10-Konzentrationen erwartet werden, die den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³ überschreiten. Die höchsten PM10-Konzentration werden im Bereich der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und Gehrenseestraße mit 29 µg/m³ berechnet. Im Planfall 2025 (**Abb. 6.4**) und damit auch im Nullfall 2025 wird ebenfalls der Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³ deutlich unterschritten. Die höchsten PM10-Konzentrationen wurden für den Planfall mit 27 µg/m³ berechnet.

Immission

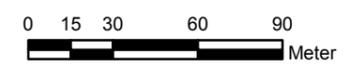
PM10-Jahresmittelwerte

Analysefall 2013

PM10-Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

- 30 - 40 *Grenzwert der 39. BImSchV*
- 29 *Äquivalenzwert zur Beurteilung des 24-h-Grenzwertes der 39. BImSchV*
- 27 - 28
- 26
- 25
- 24
- 22 - 23
- Straßenabschnitt ohne Bebauungstyp

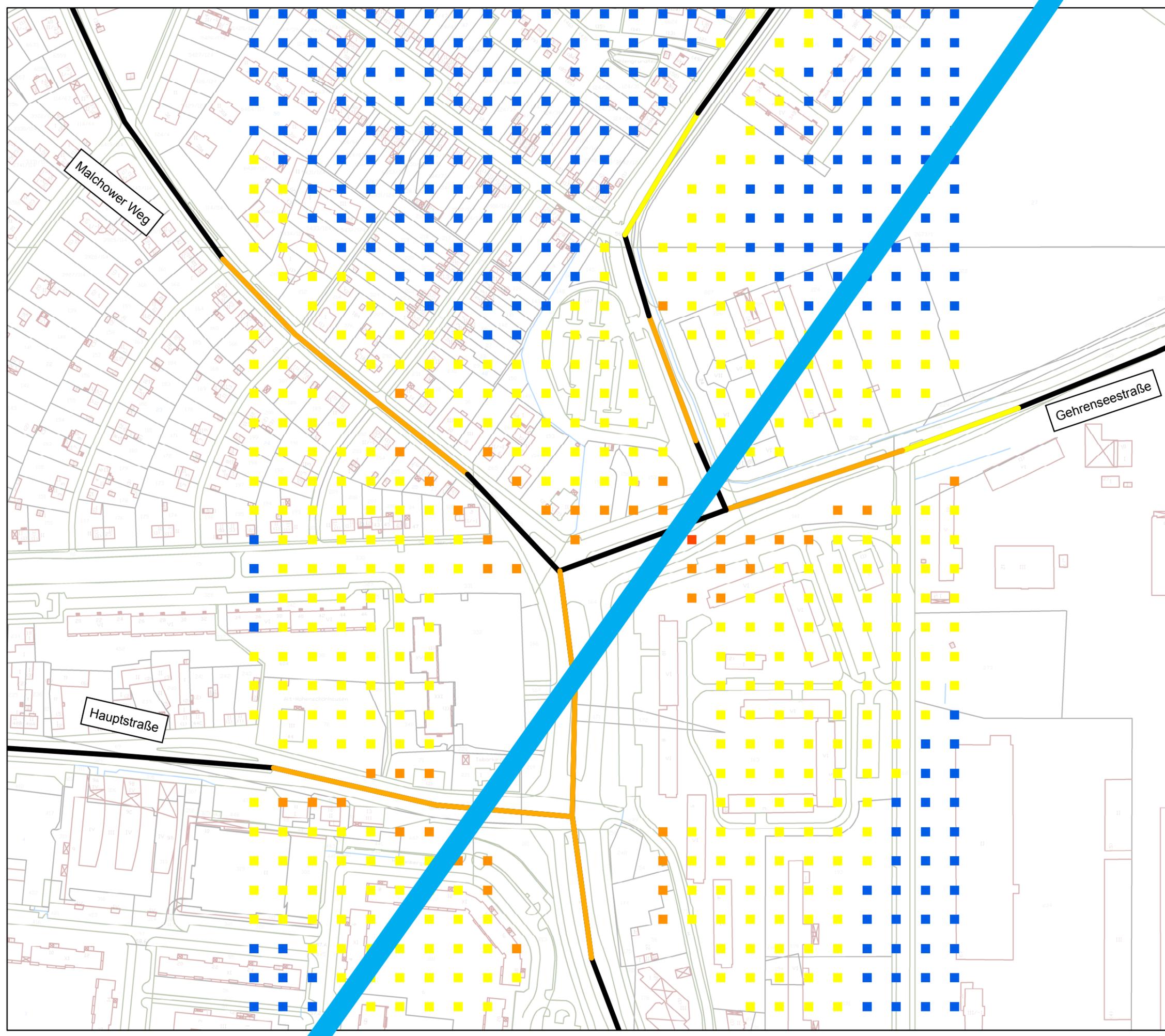
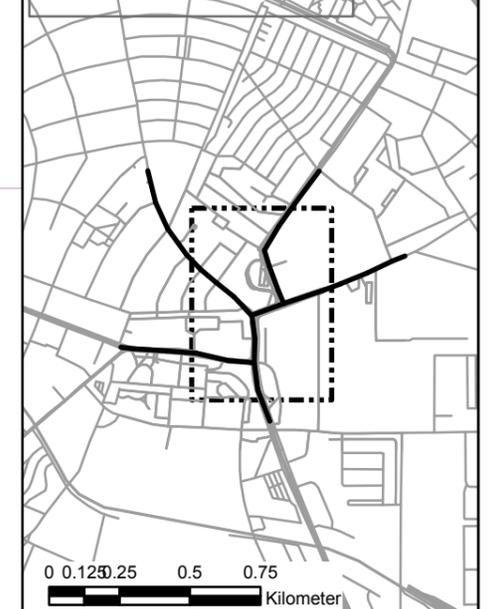
Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
Telefon 0351/ 83914-0



N 	gezeichnet	31.05.13	Gei
	geprüft	31.05.13	EN
	Projekt	70430-07-01	

Abb. 6.3

Lage im Stadtgebiet



Immission

PM10-Jahresmittelwerte

Planfall 2025

PM10-Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

- 30 - 40 *Grenzwert der 39. BImSchV*
Äquivalenzwert zur Beurteilung des 24-h-Grenzwertes der 39. BImSchV
- 29
- 27 - 28
- 26
- 25
- 24
- 22 - 23

— Straßenabschnitt ohne Bebauungstyp

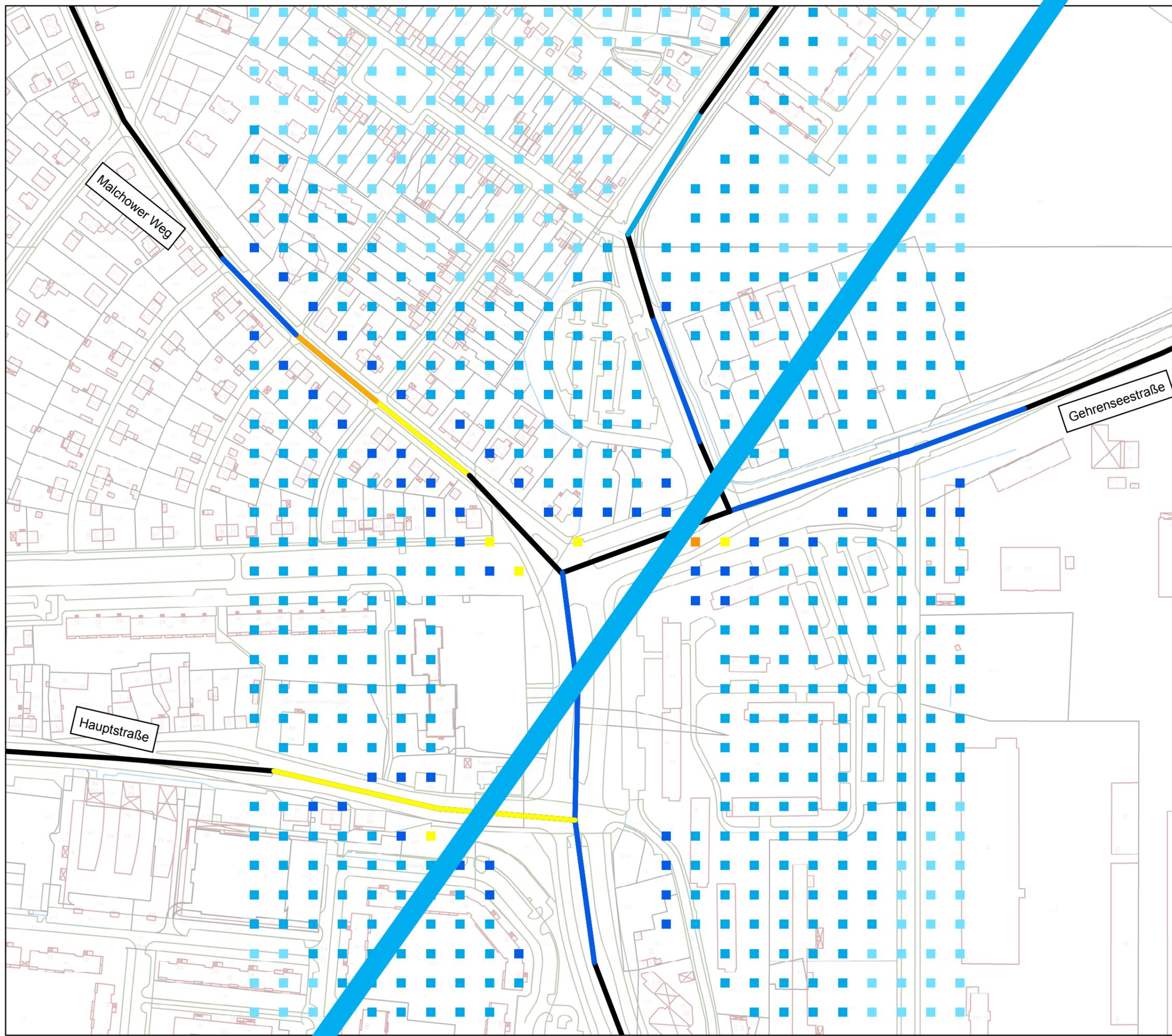
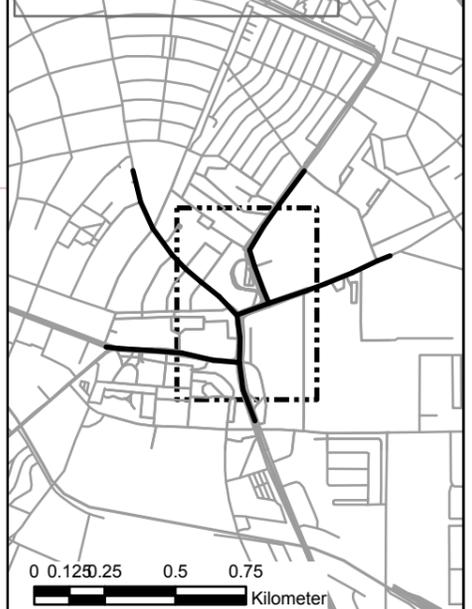
Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
Telefon 0351/ 83914-0

0 150 300 600 900
Meter

	gezeichnet	Datum	Zeichen
	geprüft	31.05.13	Gei
	Projekt	31.05.13	EN
		70430-07-01	

Abb. 6.4

Lage im Stadtgebiet



PM10-24 h-Grenzwert

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stunden-Grenzwert für Partikel (PM10) von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definiert, der 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 $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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).

Die flächendeckenden Ergebnisdarstellungen (**Abb. 6.3** dort rote Signaturen) zeigen, dass im Analysefall 2013 im Nahbereich der Wartenberger Straße zwischen Malchower Weg und der Gehrenseestraße der PM10-24 h-Grenzwert mit $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gerade erreicht wird.

Die Berechnungen zum Planfall 2025 (**Abb. 6.4**) lassen keine Grenzwertüberschreitung der PM10-Kurzzeitbelastung erwarten (Jahresmittel max. $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dies gilt auch für den Nullfall 2025 (nicht dargestellt).

6.3 Feinstaub (PM2.5)

In **Abb. 6.5** und **Abb. 6.6** werden die berechneten flächendeckenden PM2.5-Konzentrationen des Analysefalls 2013 und Planfalls 2025 dargestellt.

An keiner Stelle im Untersuchungsgebiet und in keinem Fall wird der Grenzwert der 39. BImSchV von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten. Im Analysefall 2013 werden die höchsten PM2.5-Konzentrationen mit $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet (Hintergrundbelastung $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die maximale PM2.5-Zusatzbelastung im Analysefall beträgt damit $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Für den Null- und Planfall 2025 ergeben sich max. Zusatzbelastungen von $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hintergrund 2025 = $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Immission

PM2.5-Jahresmittelwerte

Analysefall 2013

PM2.5-Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

- 23 - 25 *Grenzwert der 39. BImSchV*
- 21 - 22
- 20
- 19
- 18
- 17
- 16
- 15

— Straßenabschnitt ohne Bebauungstyp

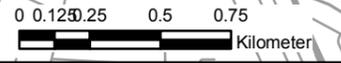
Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
Telefon 0351/ 83914-0



	gezeichnet	Datum	Zeichen
	geprüft	31.05.13	Gei
	Projekt	31.05.13	EN
		70430-07-01	

Abb. 6.5

Lage im Stadtgebiet



Immission

PM2.5-Jahresmittelwerte

Planfall 2025

PM2.5-Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

- 23 - 25 *Grenzwert der 39. BImSchV*
- 21 - 22
- 20
- 19
- 18
- 17
- 16
- 15

Straßenabschnitt ohne Bebauungstyp

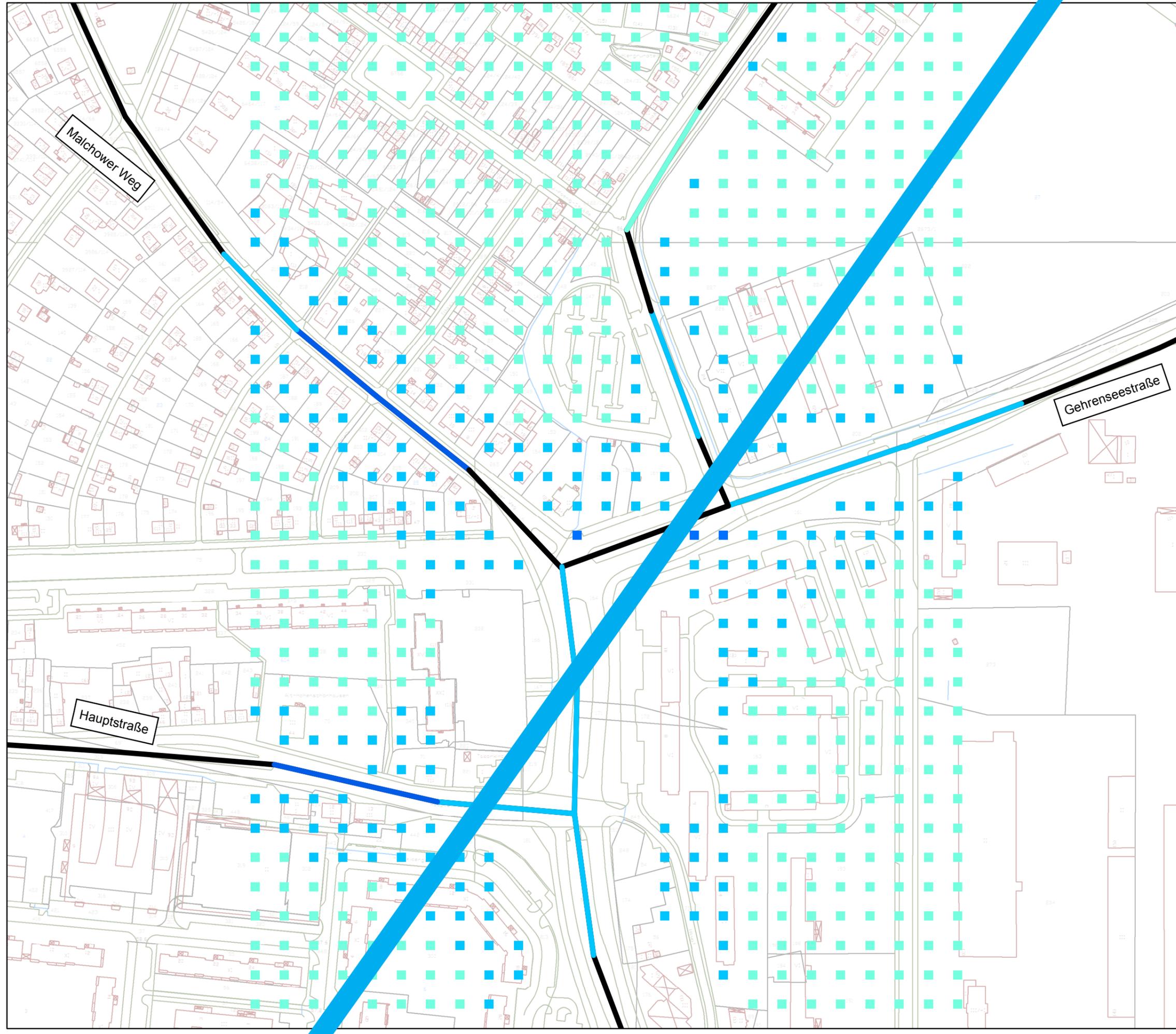
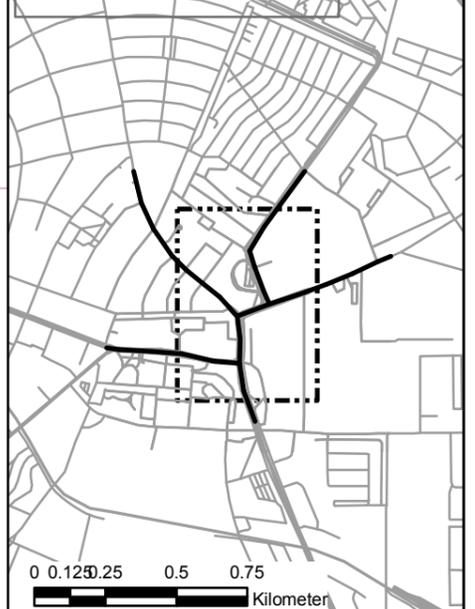
Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG**
Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul
Telefon 0351/ 83914-0



	Datum	Zeichen
gezeichnet	31.05.13	Gei
geprüft	31.05.13	EN
Projekt	70430-07-01	

Abb. 6.6

Lage im Stadtgebiet



6.4 Gesamtbewertung

Im Planfall 2025 sowie Nullfall 2025 werden jeweils ohne Berücksichtigung des B-Plans 11-35 alle Grenzwerte deutlich eingehalten.

Im Planfall ist mit geringfügig niedrigeren Luftschadstoffbelastungen zu rechnen als im Nullfall. Dies liegt an der beabsichtigten Konzentration der Haltestellen Bus und Bahn in Mittel- lage (höhere Abstände zu nächstliegenden Gebäudefassaden) und das damit auch Entfallen von Behinderungen des Kfz-Verkehrs durch das Halten der Busse am Straßenrand.

Mit B-Plan 11-35 werden höhere Luftschadstoffbelastungen erwartet (Bebauungsverdich- tung, höhere Verkehrsmengen), die aber auf die o. g. positiven Vorhabenbezogenen Auswir- kungen keinen Einfluss haben.

Aus lufthygienischer Sicht gibt es keine Bedenken gegen die Umsetzung des hier beantrag- ten 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.
- Bächlin, W., Böisinger, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).
- 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 Straße in Hamburg und Ausbreitungsrechnungen (Düring, I., Böisinger, R., Lohmeyer, M.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 125, ISBN 3-86509-307-8, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BVB (2013): Internetrecherche bezüglich Fahrpläne der Busse der Berliner Verkehrsbetrieb, BVB.de, zuletzt aufgerufen am 23.05.2013
22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV), Neufassung vom 4. April 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. 36, 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): Sechsunndreißigste 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., Würzler, 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.
- 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.
- Filliger, P., Puybonnieux-Textier, V., Schneider, J. (1999): PM₁₀ Population Exposure - Technical Report on Air Pollution, Prepared for the WHO Ministerial Conference for Environment and Health, London, June 1999, Published by the Federal Department of Environment, Transport, Energy and Communications, Bureau for Transport Studies, Bern, Switzerland.
- Gehrig, R., Buchmann, B. (2003): Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM₁₀ and PM_{2.5} concentrations based on long-term Swiss monitoring data. Atmospheric Environment 37 (2003).
- 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.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-J. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 105-131.
- 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 Wachenbächer, 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, A., Nagel, G., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten und Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 07/08.01/2000.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2006 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.
- Palmgren, S., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J. B., Nielsen, M., Winther, M., Gryllus, 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.

- 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-Abgasemissionen: Gefahrstoffe-Reinhalte 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).
- SenGUV - Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz - III D (2010a): Persönliche Mitteilung von Herrn Reichenbächer zu den meteorologischen Daten an der Station Grunewald des BLUME-Messnetzes, E-Mail vom 23.06.2010. Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.
- SenGUV - Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz - III D (2010b): Persönliche Mitteilung von Herrn Diekmann zu der Übertragbarkeit von Windmessungen an der Station Grunewald auf das Stadtkornet von Berlin. Telefonische Mitteilung vom September 2010. Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.
- SenGUV - Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz - III D (2011): Persönliche Mitteilung zur Hintergrundbelastung von Herrn Reichenbächer, E-Mail von Herrn Reichenbächer vom 01.03.2011.
- SenStadtUm - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt – III F (2011): Persönliche Mitteilung von Hr. Welsch zur Konzentration der Luft im Untersuchungsgebiet im Rahmen der Untersuchungen zur Ost-West-Trasse (FKZ 70731), E-Mail vom 08.12.2011.
- SenStadtUm - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (2013a): Umweltatlas Berlin, webbasiertes Fachinformationssystem, <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/fis-broker/>, Verkehrsmengen 2009 (Umweltatlas), zuletzt abgerufen am 17.05.2013.
- SenStadtUm - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (2013b): Umweltatlas Berlin, webbasiertes Fachinformationssystem, <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/fis-broker/>, zuletzt abgerufen am 22.05.2013.
- SenStadtUm - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt-IX C 64 (2013c): Persönliche Mitteilung zur Hintergrundbelastung von Herrn Reichenbächer, E-Mail von Herrn Reichenbächer vom 28.05.2013.
- 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 707 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).

- UBA (1987) (Fath, J., Lühring, P.-G.): Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft. - Anwendungshandbuch zur Durchführung mit dem Programmsystem AUSTAL 86 (UBA-Materialien 2/87). Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1987.
- UBA (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1/Januar 2010. Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/ Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. <http://www.hbefa.net/d/start.html>.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK des „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftkonzentrationen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, November 2003.
- VDI (2009): Gauß'sches Fahnenmodell zum Bestimmen von Immissionskenngrößen. VDI-Richtlinie 3782 Blatt 1. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, August 2009.

**ANHANG A1:
BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN
AN KREUZSTRASSEN**

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 eingehalten 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 Übergangsbewertungswerte bezeichnet, sofern sie aufgrund räumlicher Zusammenhänge in den Betrachtungen der Planungen Berücksichtigung finden.

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

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

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 2 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	ab 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 30. 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 ab dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist. Für davor liegende Jahre werden Toleranzmargen genannt, die hier im Abschnitt A1.2 beschrieben werden.

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 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus, der bereits heute eingehalten werden sollte und ab dem Jahr 2015 ein Grenzwert wird.

Für den Immissionsgrenzwert für PM2.5 von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab dem Jahr 2015 wurde eine Toleranzmarge von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erlassen, die sich ab dem 1. Januar 2009 in jährlichen Schritten um ein Siebentel (ca. $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vermindert. Diese Toleranzmarge darf überschritten werden, ohne die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Der jeweilige jährliche Wert wird hier als Übergangsbeurteilungswert bezeichnet.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwerts als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM2.5-Exposition von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM2.5-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem weitesten 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 $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 PM2.5-Richtgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 wird dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft.

**ANHANG A2:
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR
IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION**

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

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

A2.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

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

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2007). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO₂-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

A2.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS_B

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

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

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen c zu

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

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

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS_V für die Hintergrundbelastung und von PROKAS_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

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

Tab. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

A2.3 Fehlerdiskussion

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

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

Es ist nicht möglich, auf Basis der Fehlerbandbreiten aller Eingangsdaten und Rechen-schritte 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 Rechen-ergebnisse erlangen kann.

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungsprogramm 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. Verkehrsmessungen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

Nach BAST (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zählwerten 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 betrachteten 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 Fahrgeschwindigkeiten im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung ent-

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

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Köckle & 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 nicht auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Hintergrundbelastung, d.h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtimmisionsbelastung geringer sind.