

**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

VERKEHRLÖSUNG SCHÖNEWEIDE IN BERLIN

- AKTUALISIERUNG LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN -

Auftraggeber: SGT-Plan GmbH
Storkower Straße 207b
10369 Berlin
über:
Dipl.-Ing. Christian Imelmann
Schalltechnische Untersuchungen
Eosanderstraße 28
10587 Berlin

E. Nitzsche

Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche

I. Düring

Dr. rer. nat. I. Düring

Oktober 2018
Projekt 71067-14-01
Berichtsumfang 74 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	AUFGABENSTELLUNG	6
3	VORGEHENSWEISE	7
	3.1 Betrachtete Schadstoffe	7
	3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	7
	3.3 Berechnungsverfahren PROKAS.....	8
	3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	9
4	EINGANGSDATEN	12
	4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	12
	4.2 Verkehrsdaten	14
	4.3 Bebauungssituation	19
	4.4 Meteorologische Daten.....	19
	4.5 Hintergrundbelastung der Luft	23
5	EMISSIONEN	25
	5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	25
	5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	25
	5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	27
	5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	29
6	IMMISSIONEN.....	35
	6.1 Stickstoffdioxid (NO ₂).....	37
	6.2 Feinstaub (PM10)	41
	6.3 Feinstaub (PM2.5)	45
7	LITERATUR	50
	ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF- KONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	54

ANHANG A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	58
ANHANG A3: EMISSIONSABBILDUNGEN.....	65

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

Am S-Bahnhof Schöneweide in Berlin ist der Neubau einer Unterführung für die Straßenbahn und den Bus unter der Bahn geplant. Damit kommt es dort zu Veränderungen des Fahrbahnquerschnittes und des Verkehrsflusses und auf dem Sterndamm und umliegenden Straßen sind Veränderungen der Verkehrsmengen zu erwarten. Gleichzeitig sollen die gemeinsamen Haltestellen für Straßenbahn und Linienb-usse sowie die Gleisschleifen auf der Südseite des Bahnhofs Berlin-Schöneweide ausgebaut werden.

In diesem Zusammenhang ist im Rahmen des Planungsprozess die Aktualisierung eines Luftschadstoffgutachtens erforderlich. Durch das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG erfolgte bereits 2007 und 2015 eine Erstellung des Gutachtens (Lohmeyer, 2007 und 2015). Seit dem haben sich die Planungen, Verkehrsbelegungen sowie das Handbuch für Emissionsfaktoren verändert, sodass Neuberechnungen notwendig sind. 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:

- Analysefall 2017 (Verkehrsbelegungen 2014, Emissionsfaktoren 2017)
- Prognose-Nullfall 2022 (ohne Realisierung des Vorhabens, Verkehrsbelegung 2030, Emissionsfaktoren 2022)
- Planfall 2022 (frühestes Jahr der möglichen Inbetriebnahme, nach Realisierung des Vorhabens, Verkehrsbelegung 2030, Emissionsfaktoren 2022).

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO₂) und 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 3.3 (UBA, 2017) wurden die verkehrsbedingten Emissionen für die Jahre 2017 und 2022 ermittelt.

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

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte 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/NO_2 -Konversion wird anhand neuer Erkenntnisse mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wird die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

Ergebnisse

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von $18 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ im Analysefall 2017, Prognose-Nullfall 2022 und Planfall 2022 an der Randbebauung Michael-Brückner-Straße 2-6 sowie im Analysefall 2017 in Straßenschluchten der Schnellerstraße (Höhe Einkaufszentrum), einem weiteren Abschnitt in der Michael-Brückner-Straße 11-13 sowie an einzelnen Punkten am Straßenrand in der Michael-Brückner-Straße zwischen Sterndamm und Fennstraße überschritten. In der Michael-Brückner-Straße werden keine baulichen Maßnahmen durchgeführt. Derzeitige Messungen in der Michael-Brückner-Straße 5 bestätigen diese Überschreitungen des Grenzwertes des NO_2 -Jahresmittelwertes.

Im Bereich der geplanten Haltestellen und Gleisschleifen „S Schöneweide / Sterndamm“ wird je nach Lage der Immissionsorte zur derzeitigen Streckenführung bzw. der geplanten Streckenführung der Linienbusse eine Zunahme oder eine Abnahme der NO_2 -Immissionen im Planfall 2022 gegenüber dem Prognose-Nullfall 2022 prognostiziert. Die Veränderungen liegen bei $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Insgesamt liegen in diesem Bereich die berechneten NO_2 -Immissionen deutlich unter dem Grenzwert. Beurteilungsrelevant ist die Grenzwertüberschreitung in der Michael-Brückner-Straße 2-6. Dort werden im Prognose-Nullfall und Planfall deutliche Grenzwertüberschreitung ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) prognostiziert, wobei dort keine planungsbezogene Erhöhung berechnet wird.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert der 39. BImSchV für PM_{10} -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. Im Bereich der Haltestellen und Gleisschleifen „S Schöneweide / Sterndamm“ werden Konzentrationen von max. $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

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. Es 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.

Im Analysefall 2017, Prognose-Nullfall 2022 und Planfall 2022 werden in der Schnellerstraße, Michael-Brückner Straße und Spreestraße und zusätzlich im Prognose-Nullfall und Planfall 2022 im Groß-Berliner Damm Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes prognostiziert. Im Planfall 2022 werden lediglich entlang der Südostallee, dem Sterndamm und der Brückenstraße keine Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes entlang der Straßen prognostiziert.

In der Nähe der Haltestellen und Gleisschleifen „S Schöneweide / Sterndamm“ werden keine Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes ermittelt.

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen in allen drei betrachteten Varianten nicht überschritten. Im Bereich der Haltestellen und Gleisschleifen „S Schöneweide / Sterndamm“ werden im Planfall 2022 PM2.5-Konzentrationen von 18 bzw. $19 \mu\text{gPM2.5}/\text{m}^3$ ermittelt.

Es sei darauf hingewiesen, dass mit dem Ansatz der Berechnungen der Emissionen und Immissionen für das Jahr 2022, dem frühesten Jahr der Fertigstellung des Vorhabens, eine konservative Herangehensweise gewählt wurde. Für die folgenden Jahre ist von einer Reduzierung der Immissionen auszugehen.

Die abschließende Bewertung obliegt der Planfeststellungsbehörde.

2 AUFGABENSTELLUNG

Am S-Bahnhof Schöneweide in Berlin ist der Neubau einer Unterführung für die Straßenbahn unter der Bahn geplant. Damit kommt es dort zu Veränderungen des Fahrbahnquerschnittes und des Verkehrsflusses und auf dem Sterndamm und umliegenden Straßen sind Veränderungen der Verkehrsmengen zu erwarten. Gleichzeitig sollen die gemeinsamen Haltestellen für Straßenbahn und Linienbusse sowie die Gleisschleifen auf der Südseite des Bahnhofs Berlin-Schöneweide ausgebaut werden.

In diesem Zusammenhang ist im Rahmen des Planungsprozess die Aktualisierung eines Luftschadstoffgutachtens erforderlich. Durch das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG erfolgte bereits 2007 und 2015 eine Erstellung des Gutachtens (Lohmeyer, 2007 und 2015). Seit dem haben sich die Planungen, Verkehrsbelegungen sowie das Handbuch für Emissionsfaktoren verändert, sodass Neuberechnungen notwendig sind. Innerhalb des Gutachtens sind unter Berücksichtigung der geltenden Rechtslage die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens auf die Immissionssituation des Untersuchungsgebietes zu untersuchen und zu bewerten.

Zu betrachten sind folgende Fälle:

- Analysefall 2017 (Verkehrsbelegungen 2014, Emissionsfaktoren 2017)
- Prognose-Nullfall 2022 (ohne Realisierung des Vorhabens, Verkehrsbelegung 2030, Emissionsfaktoren 2022)
- Planfall 2022 (frühestes Jahr der möglichen Inbetriebnahme, nach Realisierung des Vorhabens, Verkehrsbelegung 2030, Emissionsfaktoren 2022).

Die Beurteilung der Maßnahme soll für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstäube (PM₁₀, PM_{2.5}) im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV für das Jahr 2017 und für das Jahr 2022, das früheste Jahr der möglichen Inbetriebnahme der Planungsmaßnahme, 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), Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 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 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 3.3 (UBA, 2017) 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

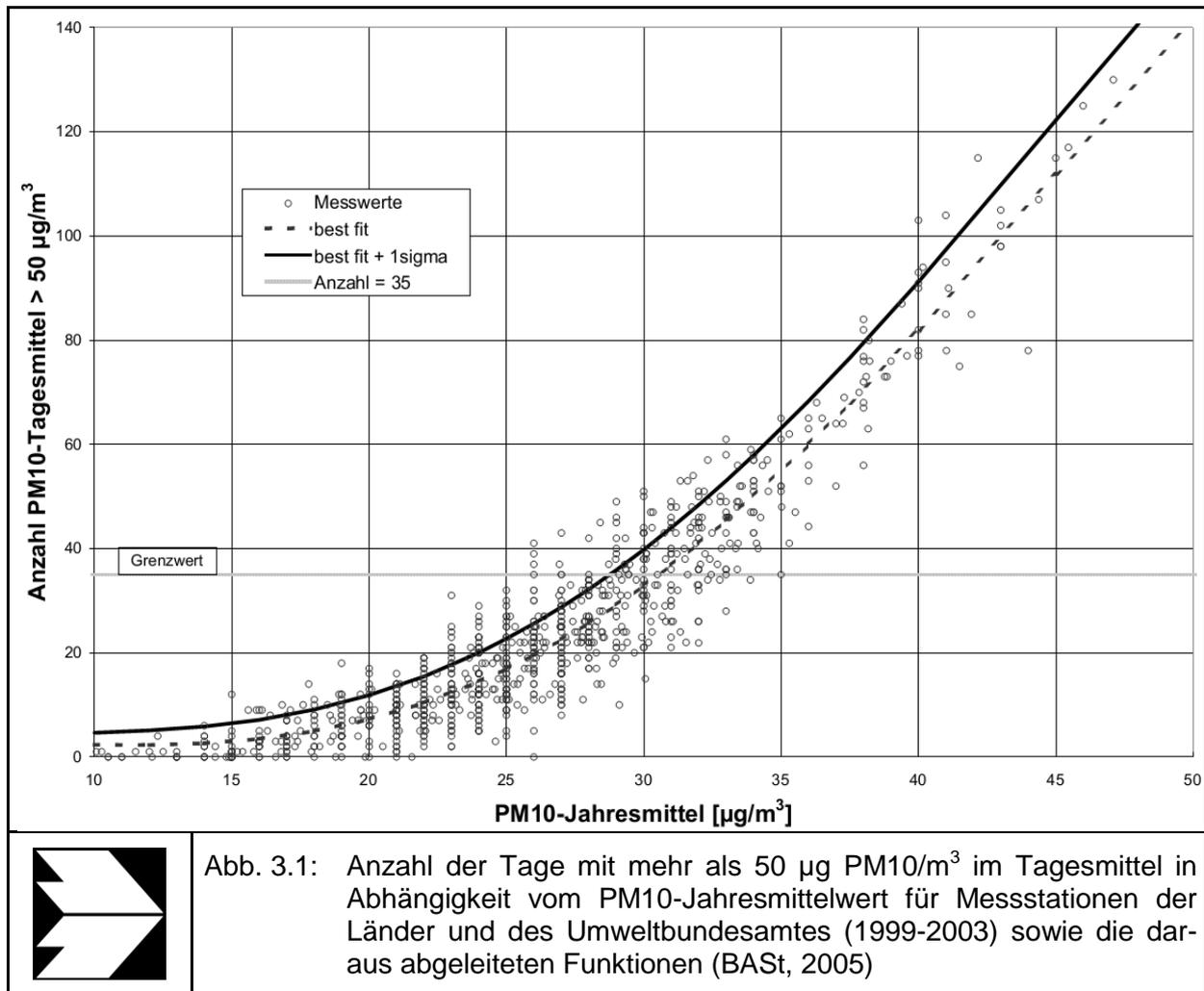
Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012) kann

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 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

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.

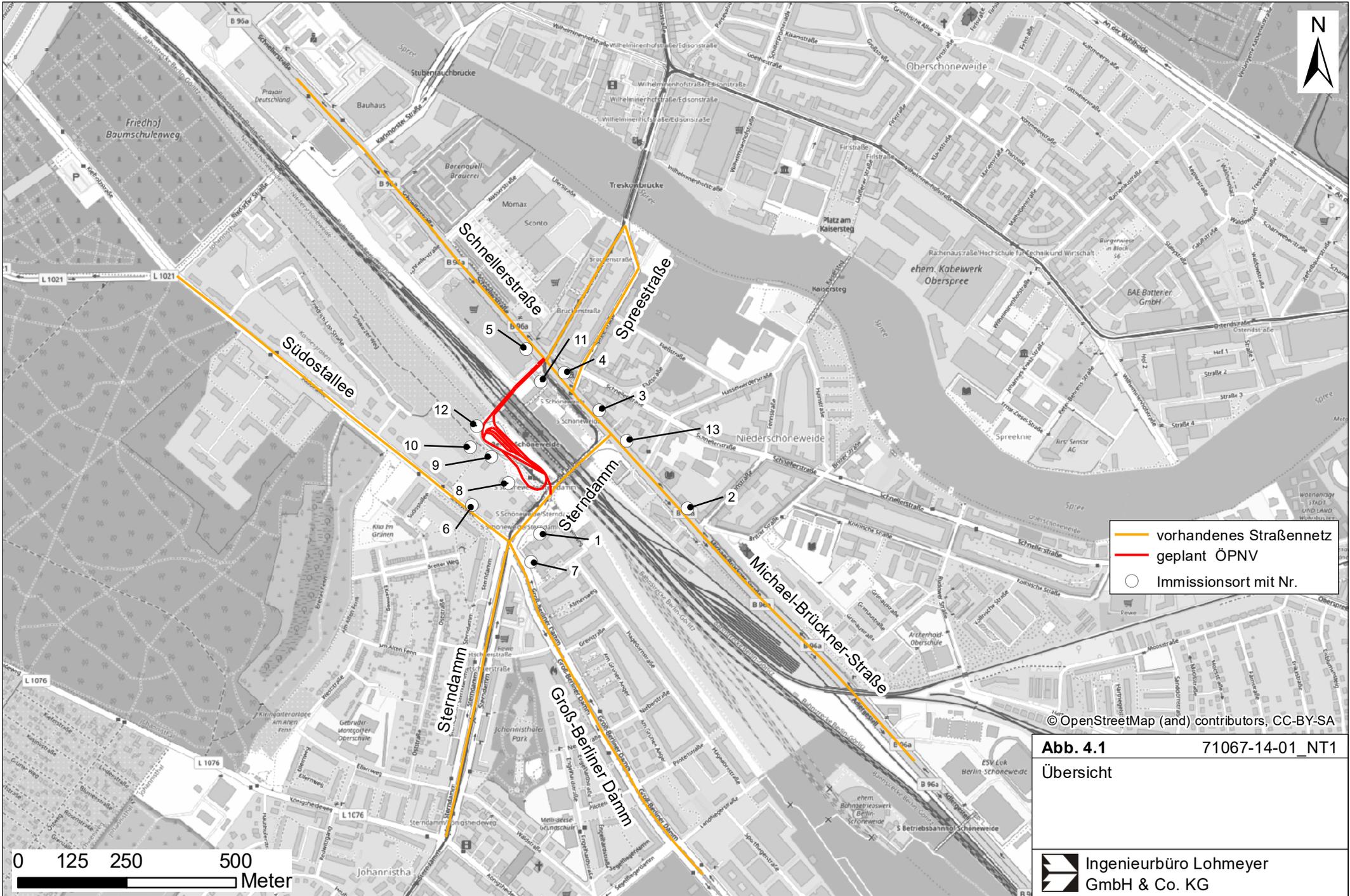
Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. die nachfolgenden Unterlagen übergeben:

- Technische Planung in Form von Lageplänen (letzter Stand Juni 2018)
- Verkehrsbelegungsdaten
- Tempolimits für Streckenabschnitte
- Lage und Höhen von Gebäuden.

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im südöstlichen Teil von Berlin am S-Bahnhof Schöneweide. Am S-Bahnhof Schöneweide in Berlin ist der Neubau einer Unterführung für die Straßenbahn und den Bus unter der Bahn geplant, um zukünftig auf dem Sterndamm die Straßenbahn vom Kfz-Verkehr zu trennen. Damit kommt es dort zu Veränderungen des Fahrbahnquerschnittes und des Verkehrsflusses und auf dem Sterndamm und umliegenden Straßen sind Veränderungen der Verkehrsmengen zu erwarten. Gleichzeitig sollen die gemeinsamen Haltestellen für Straßenbahn und Linienbusse sowie die Gleisschleifen auf der Südseite des Bahnhofs Berlin-Schöneweide ausgebaut werden.

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigte Straßennetz. Die im Bestand betrachteten Straßenabschnitte sind orange und die geplante ÖPNV-Anbindung ist rot 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 Hintergrundbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5). Die betrachteten

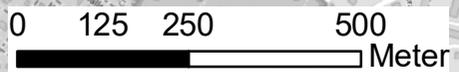


- vorhandenes Straßennetz
- geplant ÖPNV
- Immissionsort mit Nr.

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

Abb. 4.1 71067-14-01_NT1

Übersicht



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 vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden (Imelmann, 2017a), sind für den Analysefall in **Abb. 4.2**, für den Prognose-Nullfall 2020 in **Abb. 4.3** sowie für den Planfall 2022 in **Abb. 4.4** und für das Detail Gleisschleife in **Abb. 4.5** dargestellt. Für den Analysefall 2017 wurden die Verkehrsmengenzählungen 2014 (Verkehrslenkung Berlin - VLB) zu Grunde gelegt. Beim Prognose-Nullfall und Planfall 2022 wurden die Verkehrsprognosen von Hoffmann und Leichter (2017) angesetzt. Dabei werden die Verkehrsbelegungen aus dem Jahr 2030 für das Jahr 2022, dem frühesten Jahr der Inbetriebnahme, verwendet.

Des Weiteren sind die Busbelegungen in den oben genannten Abbildungen ebenfalls mit aufgeführt (Imelmann, 2017b). Für den Planfall wurde entsprechend der übergebenen Buszahlen je Linie an Hand des Lageplanes eine Belegung der einzelnen Straßenabschnitte auf der Gleisschleife festgelegt.

Die Brückenstraße wurde auf Grund ihres geringen Verkehrsaufkommens im Analysefall nicht explizit berücksichtigt. Sie wird über die Hintergrundbelastung mit erfasst.

Für die Berechnungen werden 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. Dabei wurden die für Berlin von der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz; ehem. SenStadtUm (SenUVK, 2017a) empfohlenen Umrechnungsfaktoren verwendet:

$$DTV_{Kfz, Mo-So} = DTV_{Kfz, w} \times 0.90$$

$$DTV_{SV, Mo-So} = DTV_{SV, w} \times 0.81$$

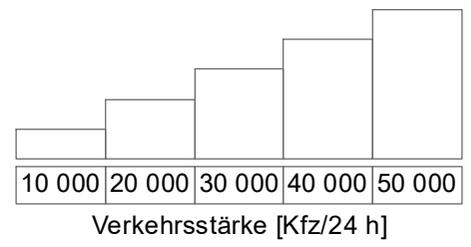
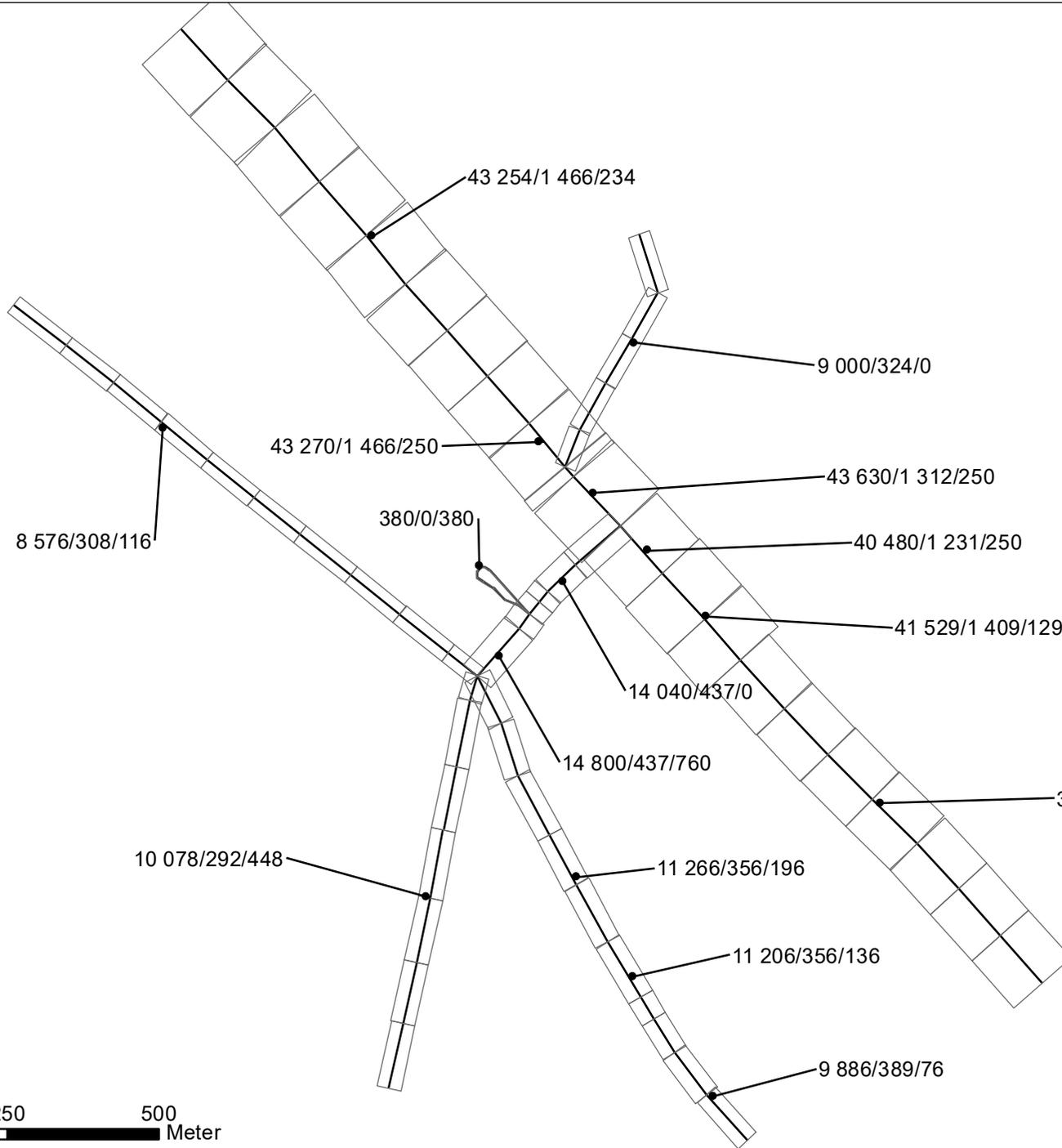


Abb. 4.2 71067-14-01_NT1
Analysefall 2017 (Verkehrsdaten 2014)
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV in Kfz pro Tag/Schwerverkehr
ohne Busse [>3.5 t]/Linienbusse



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

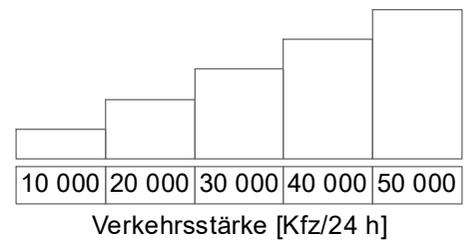
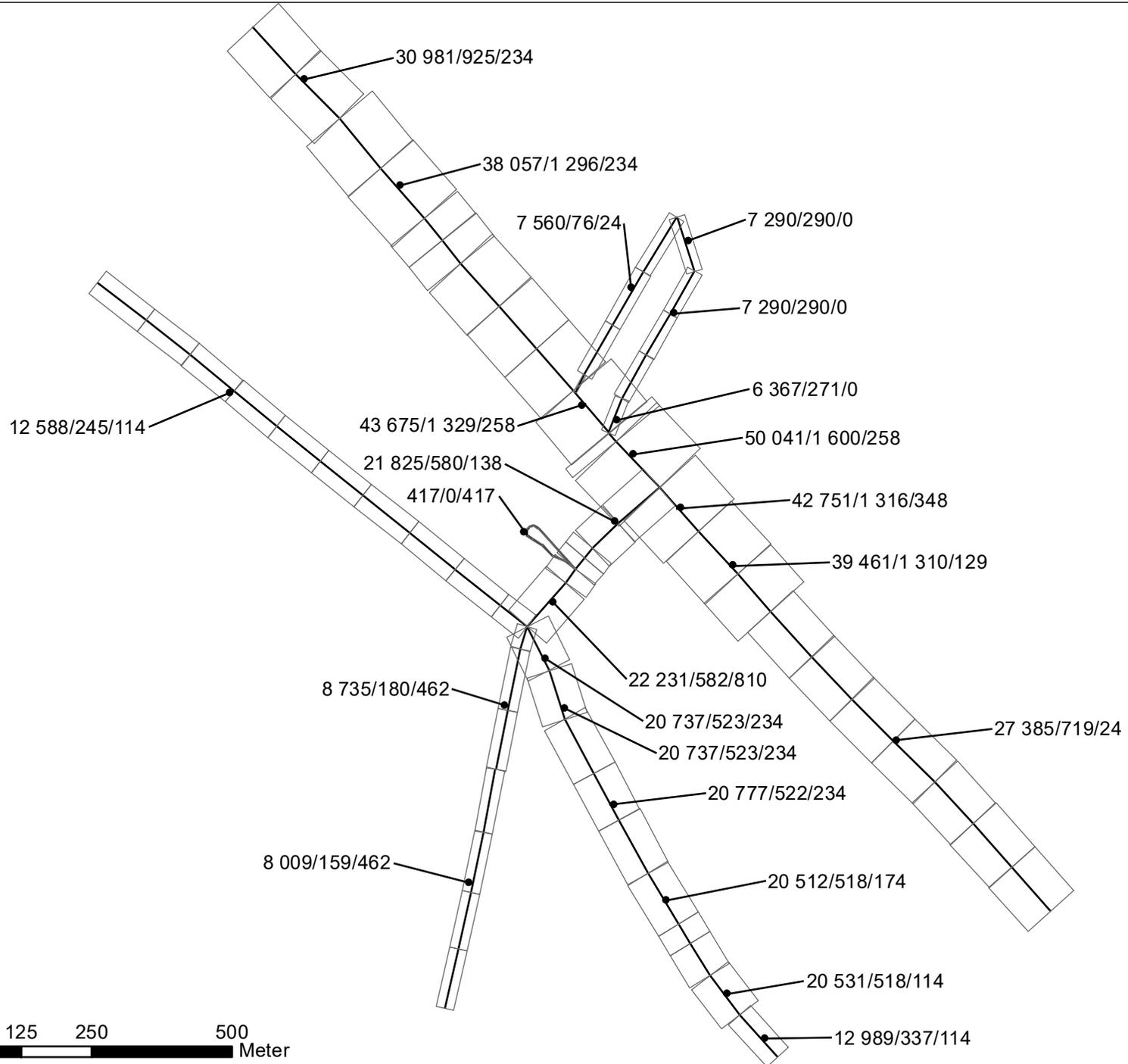


Abb. 4.3 71067-14-01_NT1
Prognose-Nullfall 2022 (Verkehrsprognose 2030), Durchschnittliche Verkehrsstärke DTV in Kfz pro Tag/Schwerverkehr ohne Busse [>3.5 t]/Linienbusse



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

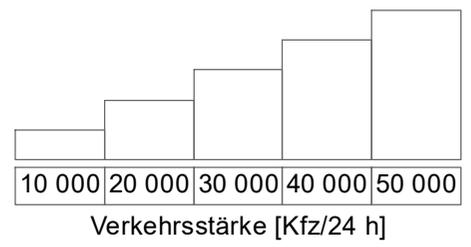


Abb. 4.4 71067-14-01_NT1
Planfall 2022 (Verkehrsprognose 2030)
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV in Kfz pro Tag/Schwerverkehr
ohne Busse [>3.5 t]/Linienbusse



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

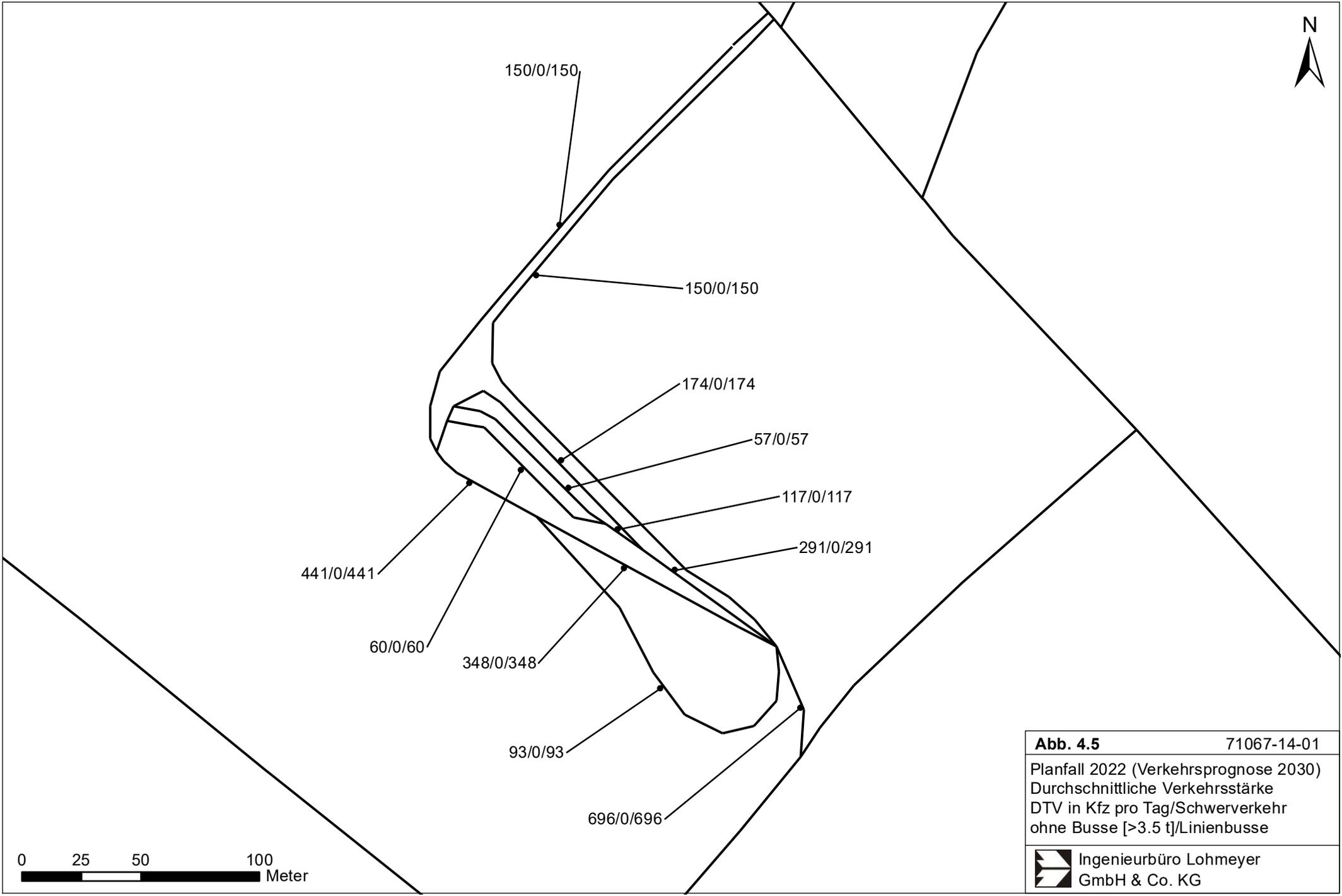


Abb. 4.5 71067-14-01
 Planfall 2022 (Verkehrsprognose 2030)
 Durchschnittliche Verkehrsstärke
 DTV in Kfz pro Tag/Schwerverkehr
 ohne Busse [>3.5 t]/Linienbusse

 Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG

0 25 50 100
 Meter

4.3 Bebauungssituation

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 Frage, ob Bebauung nur auf einer oder auf beiden Seiten der Straße vorhanden ist. Diese idealisierten Straßenrandbebauungstypen werden für jeweils ca. 100 m lange Straßenabschnitte festgelegt.

Die verwendeten Bebauungstypen sind in **Abb. 4.6** für den Analysefall aufgeführt. Die angesetzten Bebauungstypen für den Prognose-Nullfall 2022 und für den Planfall 2022 sind in **Abb. 4.7** aufgezeigt.

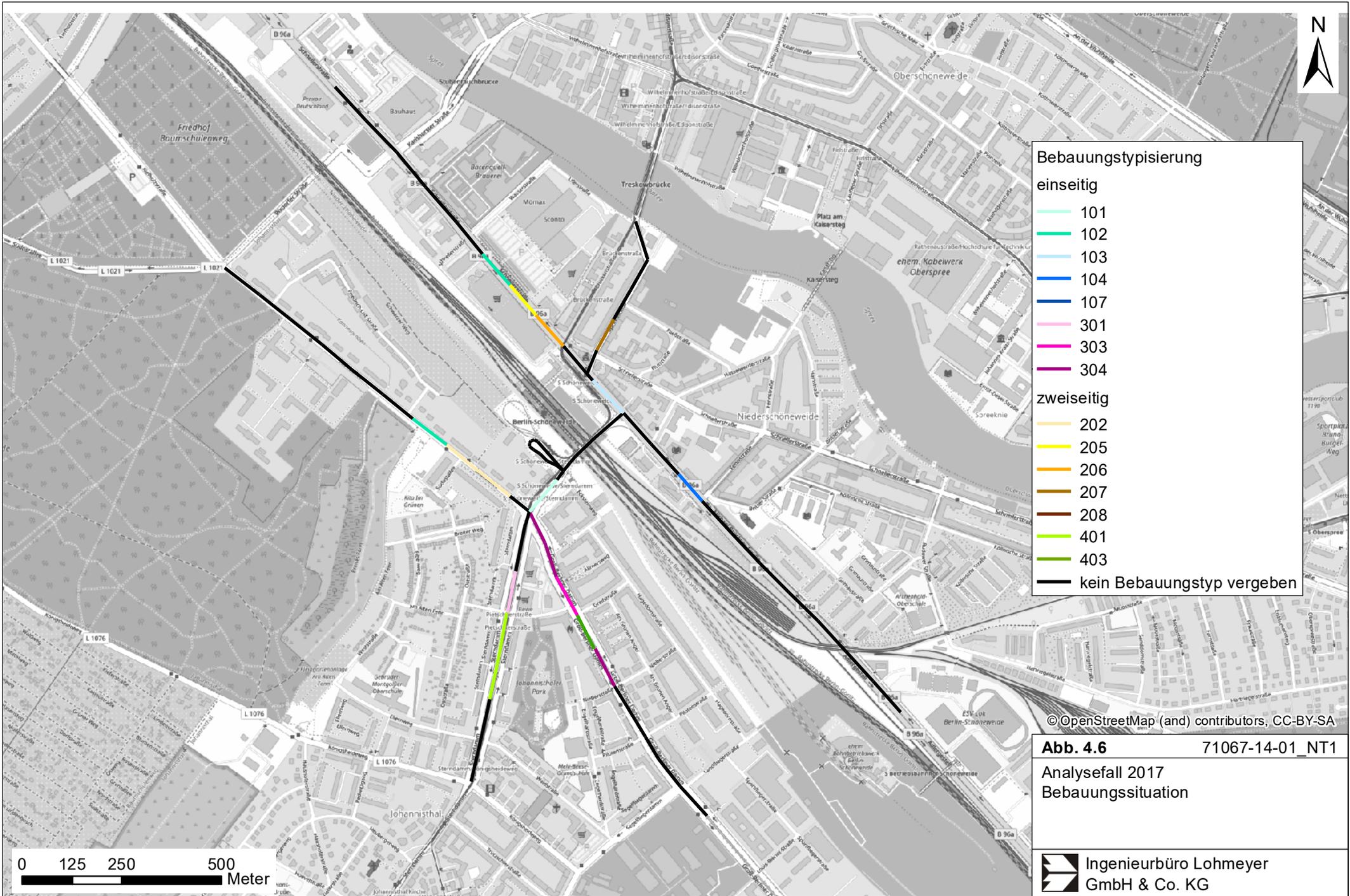
In PROKAS werden diese Straßenabschnitte mit dem so genannten Bebauungsmodul gerechnet (PROKAS_B). Es beruht auf Ausbreitungsrechnungen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM für die idealisierten Straßenrandbebauungen (nähere Erläuterungen sind im Anhang A2 zu finden).

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 SenUVK 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. 4.8** dargestellt. Die Windmessung erfolgte in 27 m Höhe. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2.6 m/s.

Zusätzlich zur Wind- und Ausbreitungsstatistik existiert in der näheren Umgebung eine meteorologische Station des DWD, an der u. a. Temperaturen gemessen werden. Die Station



Bebauungstypisierung

einseitig

- 101
- 102
- 103
- 104
- 107
- 301
- 303
- 304

zweiseitig

- 202
- 205
- 206
- 207
- 208
- 401
- 403

— kein Bebauungstyp vergeben

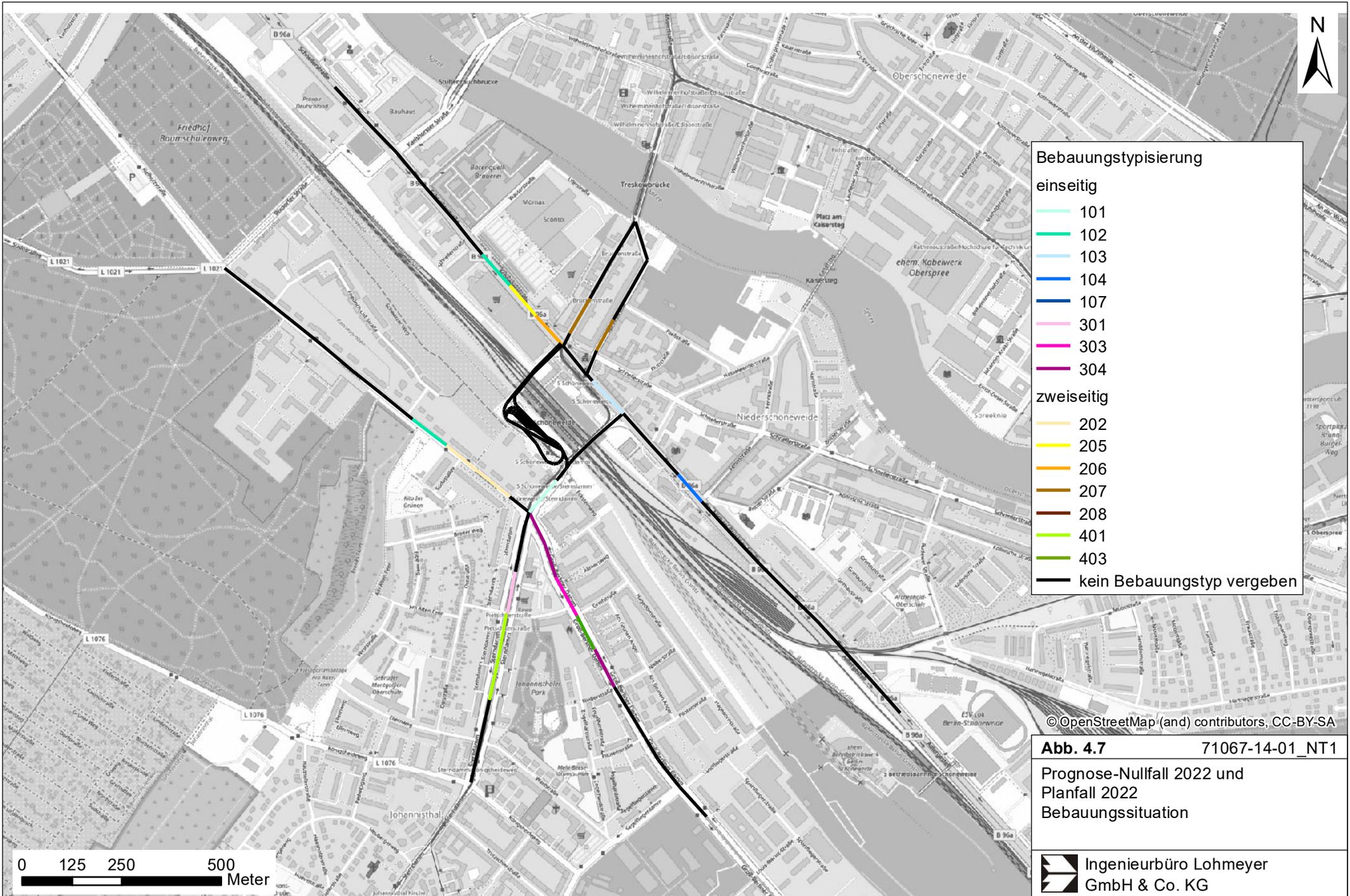
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Abb. 4.6 71067-14-01_NT1

Analysefall 2017
Bebauungssituation

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

0 125 250 500
Meter



Bebauungstypisierung

einseitig

- 101
- 102
- 103
- 104
- 107
- 301
- 303
- 304

zweiseitig

- 202
- 205
- 206
- 207
- 208
- 401
- 403
- kein Bebauungstyp vergeben

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

Abb. 4.7 71067-14-01_NT1
 Prognose-Nullfall 2022 und
 Planfall 2022
 Bebauungssituation

 Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG

0 125 250 500
 Meter

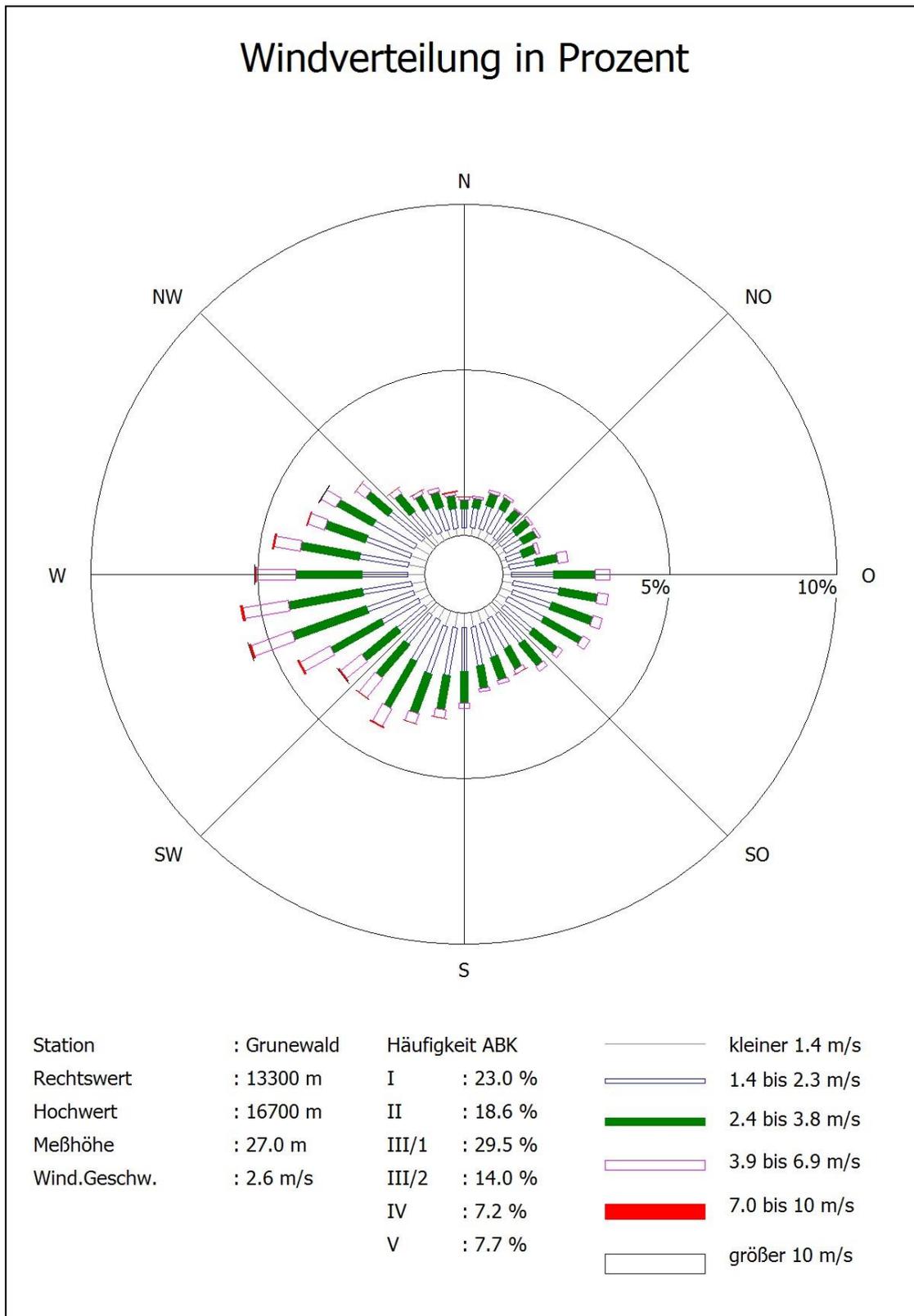


Abb. 4.8: Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik der Station Grunewald 1997-2005
 Quelle: SenGUV, 2010a, eigene Darstellung

Berlin-Tempelhof ist ca. 7 km westlich vom Untersuchungsgebiet gelegen. Für die 10-jährige Temperaturzeitreihe (2007–2016) werden dort im Mittel 10.4°C gemessen.

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.

Zur Bestimmung der Schadstoffhintergrundbelastung standen Werte der nächstgelegenen Messstationen aus dem Luftgüte-Messnetz Berlin zur Verfügung. Aus den Messwerten der Stationen Karlshorst und Neukölln wurde die Jahre 2012 bis 2016 ausgewertet. Aus den Messwerten wurde in Abstimmung mit der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Referat Immissionsschutz; ehem. SenStadtUm (SenUVK, 2017b) die in **Tab. 4.1** dargestellten Werte für das Bezugsjahr 2016 abgeleitet. Diese wurden auch unverändert für den Prognose-Nullfall und Planfall 2022 verwendet.

Schadstoff	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂	18
NO _x	28
O ₃	43
PM10	24
PM2.5	18

Tab. 4.1: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für die Bezugsjahre 2017 und 2022

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. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktionen verzichtet.

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).

Aus fachlicher Sicht ist zu empfehlen, das Jahr der möglichen Inbetriebnahme der geplanten Verkehrslösung Schöneweide (frühestens 2022) unter Berücksichtigung der übergebenen Verkehrsdaten zu untersuchen, da für zukünftige Jahre aus der Emissionsdatenbasis aufgrund fortschreitender Entwicklung der Kfz-Flotte geringere Emissionen ausgelesen werden. Mit solch einer Vorgehensweise wird bewirkt, dass die berechneten Immissionen für die Jahre ab der Inbetriebnahme nicht unterschätzt werden und eine mögliche, planungsbedingte Überschreitung von Beurteilungswerten nicht versehentlich unerkannt bleibt.

Im Folgenden werden der Prognose-Nullfall und der Planfall mit Prognose-Nullfall und Planfall 2022 beschrieben. Dabei liegen aber dennoch die Verkehrszahlen des Prognosejahres 2030 zu Grunde.

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 3.3 (UBA, 2017) berechnet. Darin wurde eine Korrektur der Stickoxid-Basisemissionsfaktoren für EURO 4- und EURO 6-Diesel-Pkw vorgenommen. Darüber hinaus wird in HBEFA 3.3 erstmals der Einfluss der Umgebungstemperatur berück-

sichtigt, der sich bei Temperaturen unter 20°C erhöhend auf die Stickoxid-Basisemissionsfaktoren auswirkt. Die Berücksichtigung dieses Temperatureinflusses erfolgt in HBEFA 3.3 bei allen Diesel-Pkw der Abgasnorm EURO 4–EURO 6.

Ein analoger Aktualisierungsbedarf ist auf Grund der z. T. gleichen Motorbauweise auch bei den LNF notwendig. Dies ist jedoch mangels verlässlicher Messdaten im HBEFA 3.3 noch nicht umgesetzt. Um dennoch auf der sicheren Seite zu liegen, erfolgen für die LNF die Erhöhungen der Stickoxid-Basisemissionsfaktoren sowie die Berücksichtigung des Temperatureinflusses bzgl. der Stickoxid-Emissionen in gleichem Maße wie bei den Pkw.

Die Berechnung der Emissionsfaktoren erfolgt unter Verwendung der bundesdeutschen Jahresmitteltemperatur, welche den örtlichen Verhältnissen sehr gut entspricht.

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 Bezugsjahr 2017 entsprechend der Ergebnisse einer Kennzeichenerfassung in Berlin inklusive Busse (Lohmeyer, 2016) angesetzt.

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-FernC50	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, flüssiger Verkehr
IOS-FernC50d	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IO5-FernC50s	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau
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-NS50d	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-NS50s	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau
IOS-NS30d	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IOS-NS30s	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stau

5.3 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 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 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 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** und **Tab. 5.2** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

Die dargestellten Emissionsfaktoren für Leicht- und Schwerverkehr umfassen mehrere Fahrzeugkategorien, wobei dort deren Zusammensetzung der mittleren Verkehrszusammensetzung auf Innerortsstraßen im Jahr 2013 entspricht. Auf Abschnitten, auf denen absolute Linienbuszahlen vorlagen, wurde diese Zusammensetzung entsprechend angepasst. Der verwendete SV-Emissionsfaktor kann deshalb bei gleicher Verkehrssituation und Längsneigung variieren.

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-FernC50	±0 %	97	304	300	2 461	4.8	28.9	26	100	20	58
IOS-FernC50d	±0 %	107	361	330	2 963	5.1	34.1	33	350	21	62
IOS-FernC50s	±0 %	178	1 001	546	8 138	9.2	74.2	45	1 200	22	62
IOS-HVS50d	±0 %	110	439	352	3 698	5.7	38.3	33	350	22	62
IOS-HVS50g	±0 %	127	477	404	3 895	6.1	39.3	35	500	22	62
IOS-HVS50s	±0 %	178	1 001	558	8 138	9.6	74.2	45	1 200	22	62
IOS-NS30d	±0 %	119	664	420	5 338	7.2	50.1	35	500	22	62

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2017 für den Analysefall

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-FernC50	±0 %	73	149	239	964	3.8	13.0	26	100	20	58
IOS-FernC50d	±0 %	81	173	266	1 139	4.0	15.3	33	350	21	62
IOS-FernC50s	±0 %	125	709	407	3 930	7.4	34.5	45	1 200	22	62
IOS-HVS50d	±0 %	83	229	277	1 468	4.4	17.5	33	350	22	62
IOS-HVS50g	±0 %	96	263	320	1 614	4.8	18.3	35	500	22	62
IOS-HVS50s	±0 %	125	709	413	3 930	7.7	34.5	45	1 200	22	62
IOS-NS30d	±0 %	89	391	328	2 306	5.7	23.1	35	500	22	62
IOS-NS30s	±0 %	125	709	441	3 930	8.3	34.5	45	1 200	22	62
IOS-NS50d	±0 %	97	225	350	1 462	5.5	18.4	35	500	22	62
IOS-NS50s	±0 %	125	709	441	3 930	8.3	34.5	45	1 200	22	62

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2022 für Null- und Planfall

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 den Analysefall 2017 in **Abb. 5.1** sowie Null- bzw. Planfall 2022 in **Abb. 5.2** und **Abb. 5.3** 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.

Demzufolge bedeutet eine orangefarbene gestrichelte Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1** bis **Abb. 5.3**) eine Verkehrssituation IOS-HVS50 mit dichtem Verkehr.

Zusätzlich werden Stauanteile dargestellt, welche im Nahbereich von Kreuzungen bzw. Lichtsignalanlagen den gestörten Verkehrsfluss gesondert berücksichtigen. Dort wird anteilig ein Stop&Go-Verkehr auf die tägliche Fahrleistung angesetzt. Dieser stellt den Anteil der jeweiligen Stau-Verkehrssituation, z. B. IOS-HVS50s zur verwendeten regulären Verkehrssituationen (IOS-HVS50d) **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2** dar.

Hinweis: Die im HBEFA aufgeführten Verkehrssituationen repräsentieren lange Straßenabschnitte, worin die Beschleunigungsvorgänge, z. B. beim Anfahren an Lichtsignalanlagen, nur einen geringen Anteil besitzen. Kreuzungsbereiche können innerhalb der Kategorie „Hauptverkehrsstraße“ durch das HBEFA nicht direkt abgebildet werden. Die dort ausgewiesenen Stauanteile stellen eine Rechengröße zur bestmöglichen Bestimmung der lokalen Emissionen dar. Sie müssen deshalb nicht zwangsläufig realen Stauhäufigkeiten entsprechen.

Die **Tab. 5.3** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt des Sterndamms die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten. Des Weiteren sind die Emissionsdichten von NO_x, PM10 und PM2.5 für das Straßennetz der Berechnungsfälle im Anhang A3 dargestellt.



Verkehrssituation

- IOS-FemC50
- IOS-HVS50
- IOS-NS30

Verkehrszustand

- flüssig
- dicht
- gesättigt

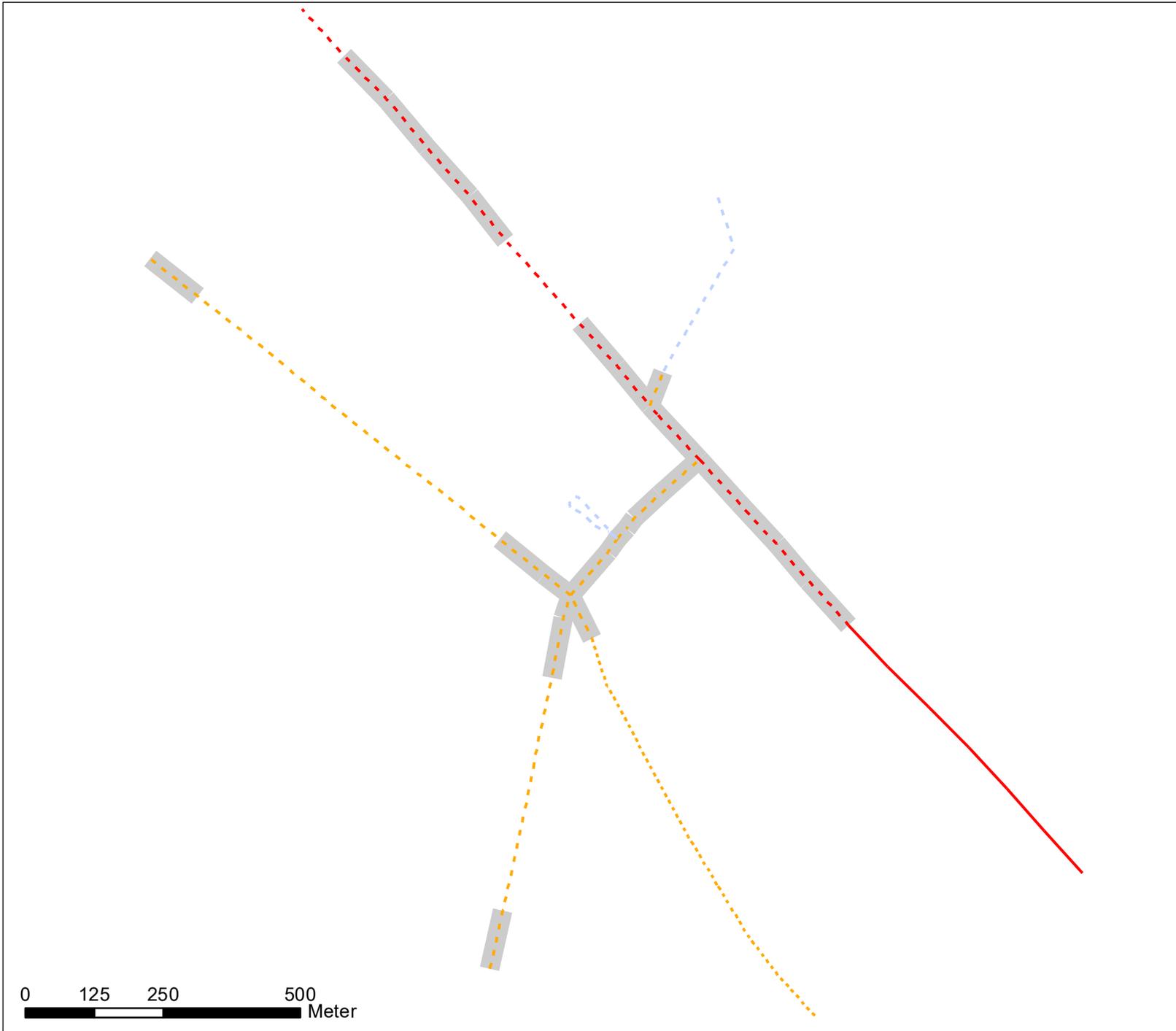
Stauanteil

- 20 %

Abb. 5.1 71067-14-01_NT1

Analysefall 2017
Verkehrssituation

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG





Verkehrssituation

- IOS-FernC50
- IOS-HVS50
- IOS-NS30

Verkehrszustand

- flüssig
- dicht
- gesättigt

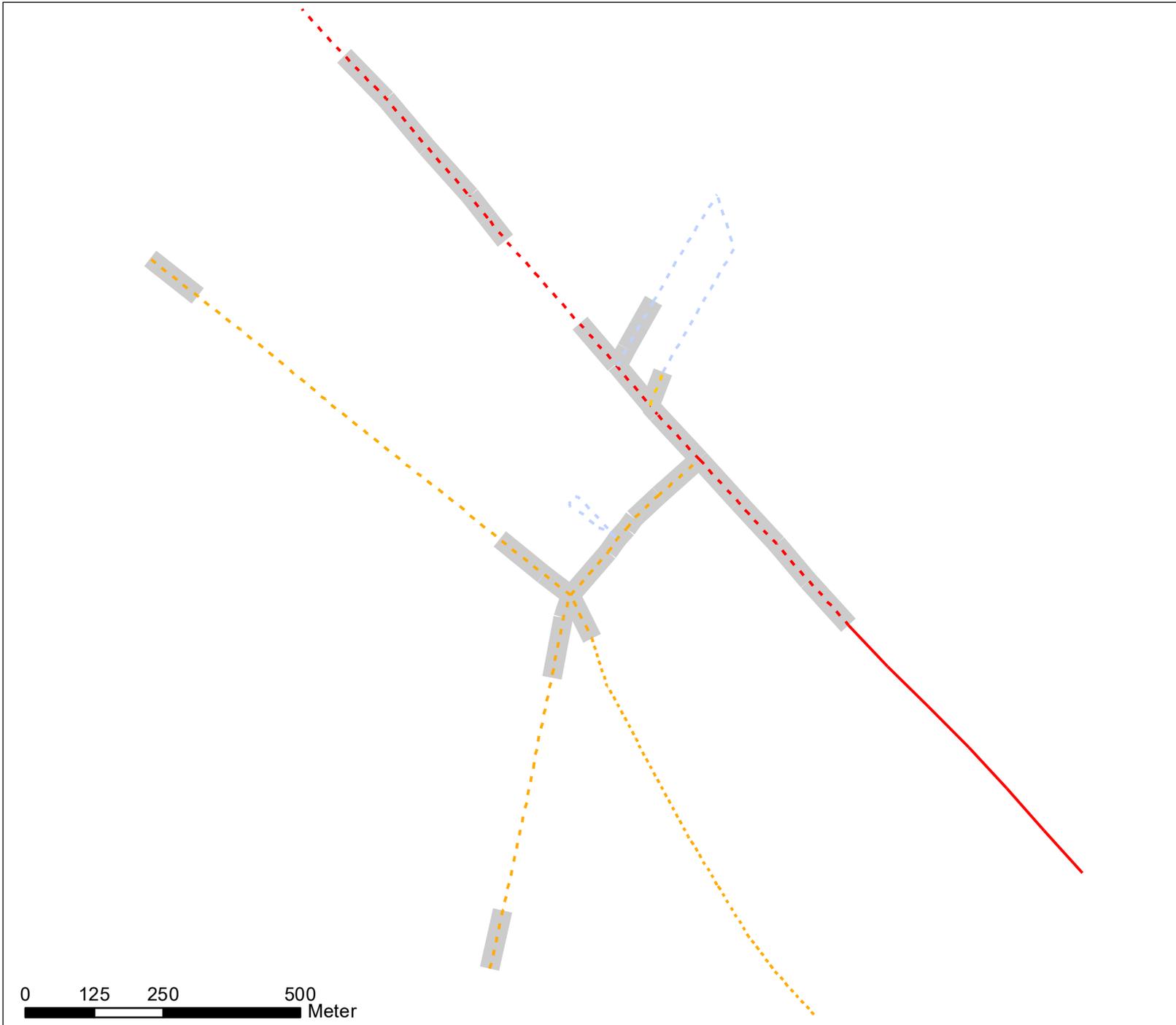
Stauanteil

- 20 %

Abb. 5.2 71067-14-01_NT1

Prognose-Nullfall 2022
Verkehrssituation

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG





Verkehrssituation

- IOS-FernC50
- IOS-HVS50
- IOS-NS50
- IOS-NS30

Verkehrszustand

- flüssig
- dicht
- gesättigt

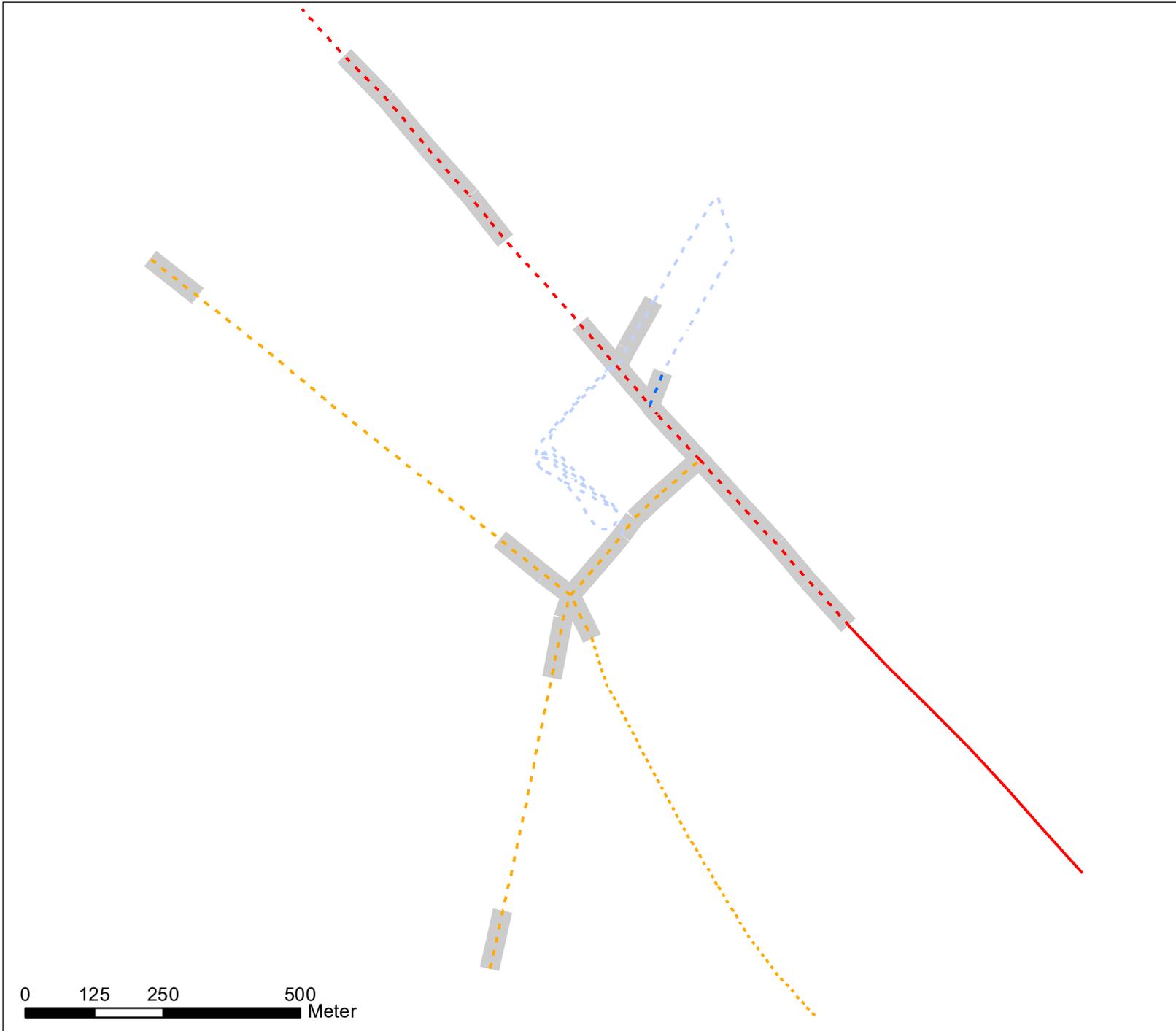
Stauanteil

- 20 %

Abb. 5.3 71067-14-01_NT1

Planfall 2022
Verkehrssituation

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0 125 250 500
Meter

DTV [Kfz/24 h]	SV-ohne Bus [Kfz/24h]	Verkehrssituation	Stop- & Go-Anteil[%]	Linienbus [Kfz/24h]	NO _{2, direkt} [mg/(m s)]	NO _x [mg/(m s)]	PM10 [mg/(m s)]	PM2.5 [mg/(m s)]
Analysefall 2017								
14 800	437	IOS-HVS50d	20	760	0.034978	0.141989	0.014241	0.005697
Prognose-Nullfall 2022								
22 231	582	IOS-HVS50d	20	810	0.030462	0.114482	0.018524	0.007748
Planfall 2022								
22 652	711	IOS-HVS50d	20	696	0.030385	0.114451	0.01874	0.007881

Tab. 5.3: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt des Sterndamms

6 IMMISSIONEN

Für das Untersuchungsgebiet ist eine flächendeckende Auskunft über die Immissionsituation 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 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).

An Straßen mit dichter Randbebauung (= Straßenschluchten) werden die Konzentrationswerte an der Randbebauung in einer Höhe von ca. 1.5 m angegeben. Hierbei werden für ca. 100 m lange Straßenabschnitte Konzentrationswerte an der höchst belasteten Stelle berechnet, die auf dem gesamten Straßenabschnitt ausgewiesen werden. Es handelt sich dabei um die berechneten Konzentrationen an der nächstgelegenen Bebauung. Dies entspricht dem Charakter einer Screening-Betrachtung. In Bereichen außerhalb der Straßenschluchten treten deutlich geringere Belastungen auf.

Zusätzlich wurden für ausgewählte, repräsentative Immissionsorte (IO) die berechneten Luftschadstoffbelastungen separat ausgewiesen (**Tab. 6.1**). Sie stellen sensible Nutzungen

Nr.	Immissionsort (Nutzung)	NO ₂ -I1 [µg/m ³]	PM10-I1 [µg/m ³]	PM2.5-I1 [µg/m ³]	Anzahl der Über- schreitungen des PM10-24 h-Werts von 50 µg/m ³ im Jahr
Analysefall 2017					
1	Sterndamm 7-11	26	26	19	26
2	Michael-Brückner-Str. 11-13	46	32	22	48
3	Michael-Brückner-Str. 2-6	55	35	23	63
4	Michael-Brückner-Str. 1	43	32	22	48
5	Schnellerstraße 129, 130, 131	39	30	21	40
6	Südostallee 223-239	25	26	19	26
7	Groß-Berliner-Damm 13-15	33	28	20	32
8	Sterndamm 8e	23	25	19	23
9	Friedrich-List-Str. 2b	21	25	18	23
10	Kleingärten	20	25	18	23
11	Bahnhofsgebäude	26	26	19	26
12	Kleingärten (Garagen)	20	25	18	23
13	Michael-Brückner-Straße 8	40	31	21	44
Prognose-Nullfall 2022					
1	Sterndamm 7-11	25	26	19	26
2	Michael-Brückner-Str. 11-13	37	31	22	44
3	Michael-Brückner-Str. 2-6	49	36	24	68
4	Michael-Brückner-Str. 1	36	32	22	48
5	Schnellerstraße 129, 130, 131	32	29	21	36
6	Südostallee 223-239	24	26	19	26
7	Groß-Berliner-Damm 13-15	32	29	20	36
8	Sterndamm 8e	22	25	19	23
9	Friedrich-List-Str. 2b	20	25	18	23
10	Kleingärten	20	25	18	23
11	Bahnhofsgebäude	23	26	19	26
12	Kleingärten (Garagen)	20	25	18	23
13	Michael-Brückner-Straße 8	35	31	21	44
Planfall 2022					
1	Sterndamm 7-11	25	26	19	26
2	Michael-Brückner-Str. 11-13	38	32	22	48
3	Michael-Brückner-Str. 2-6	49	37	24	74
4	Michael-Brückner-Str. 1	37	32	22	48
5	Schnellerstraße 129, 130, 131	33	30	21	40
6	Südostallee 223-239	24	26	19	26
7	Groß-Berliner-Damm 13-15	32	29	20	36
8	Sterndamm 8e	21	25	19	23
9	Friedrich-List-Str. 2b	21	25	18	23
10	Kleingärten	20	25	18	23
11	Bahnhofsgebäude	24	27	19	29
12	Kleingärten (Garagen)	21	25	18	23
13	Michael-Brückner-Straße 8	35	32	22	48
Beurteilungswerte		40	40	25	35

Tab. 6.1: Immissionen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte
I1 = Jahresmittelwert; fett = Grenzwertüberschreitung

(Wohnbebauung, Kleingärten) im Untersuchungsgebiet dar. Dabei handelte es sich zum einen um Straßenschluchtpunkte als auch separat betrachtete Immissionsorte (vgl. **Abb. 4.1**).

6.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Gesamtbelastungen der NO₂-Jahresmittelwerte sind flächendeckend in **Abb. 6.1** für den Analysefall 2017, in **Abb. 6.2** für den Prognose-Nullfall 2022 und in **Abb. 6.3** für den Planfall 2022 dargestellt. 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.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 18 µgNO₂/m³ in allen drei betrachteten Varianten an der Randbebauung Michael-Brückner-Straße 2-6 sowie im Analysefall 2017 in Straßenschluchten der Schnellerstraße (Höhe Einkaufszentrum), einem weiteren Abschnitt in der Michael-Brückner-Straße 11-13 sowie an einzelnen Punkten am Straßenrand in der Michael-Brückner-Straße zwischen Sterndamm und Fennstraße überschritten. In der Michael-Brückner-Straße werden keine baulichen Maßnahmen durchgeführt. Derzeitige Messungen in der Michael-Brückner-Straße 5 bestätigen diese Überschreitungen des Grenzwertes des NO₂-Jahresmittelwertes.

Die NO₂-Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** an der Bebauung als leicht erhöhte Konzentrationen bis deutliche Überschreitung einzustufen.

An den ausgewählten Immissionsorten (**Tab. 6.1**) werden damit im Analysefall 2017 an den IO 2 - IO 4 und im Prognose-Nullfall 2022 sowie im Planfall 2022 am IO 3 Überschreitungen des Grenzwertes für NO₂-Jahresmittelwert prognostiziert.

Insgesamt wird zumeist im Prognose-Nullfall 2022 und im Planfall 2022 gegenüber dem Analysefall 2017 eine Abnahme der NO₂-Immissionen erwartet. Ursache für die Abnahme der NO₂-Immissionen im Jahr 2022 gegenüber 2017 ist die Abnahme der NO_x-Emissionen je Fahrzeug und gefahrenem Kilometer. Die Abnahme der fahrzeugspezifischen Emissionen ist durch die Veränderung in der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und die Einführung zukünftiger Schadstoffminderungskonzepte begründet. Zwischen dem Prognose-Nullfall und dem Planfall kommt es auf Grund der veränderten Verkehrsbelegung z. T. zur Zunahme, aber auf manchen Straßen auch zur Abnahme der Immissionen. So werden am IO 4, IO 5,

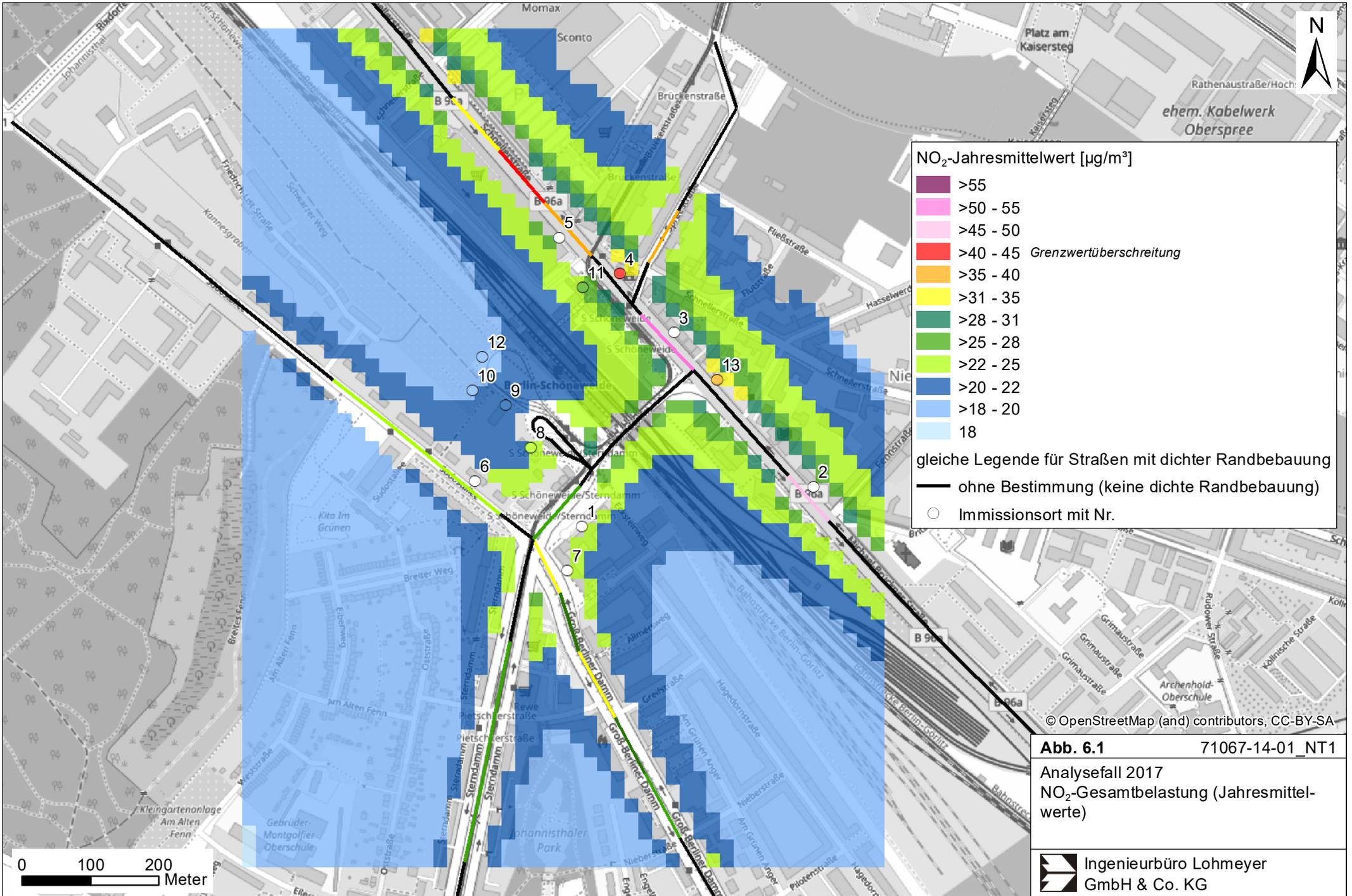
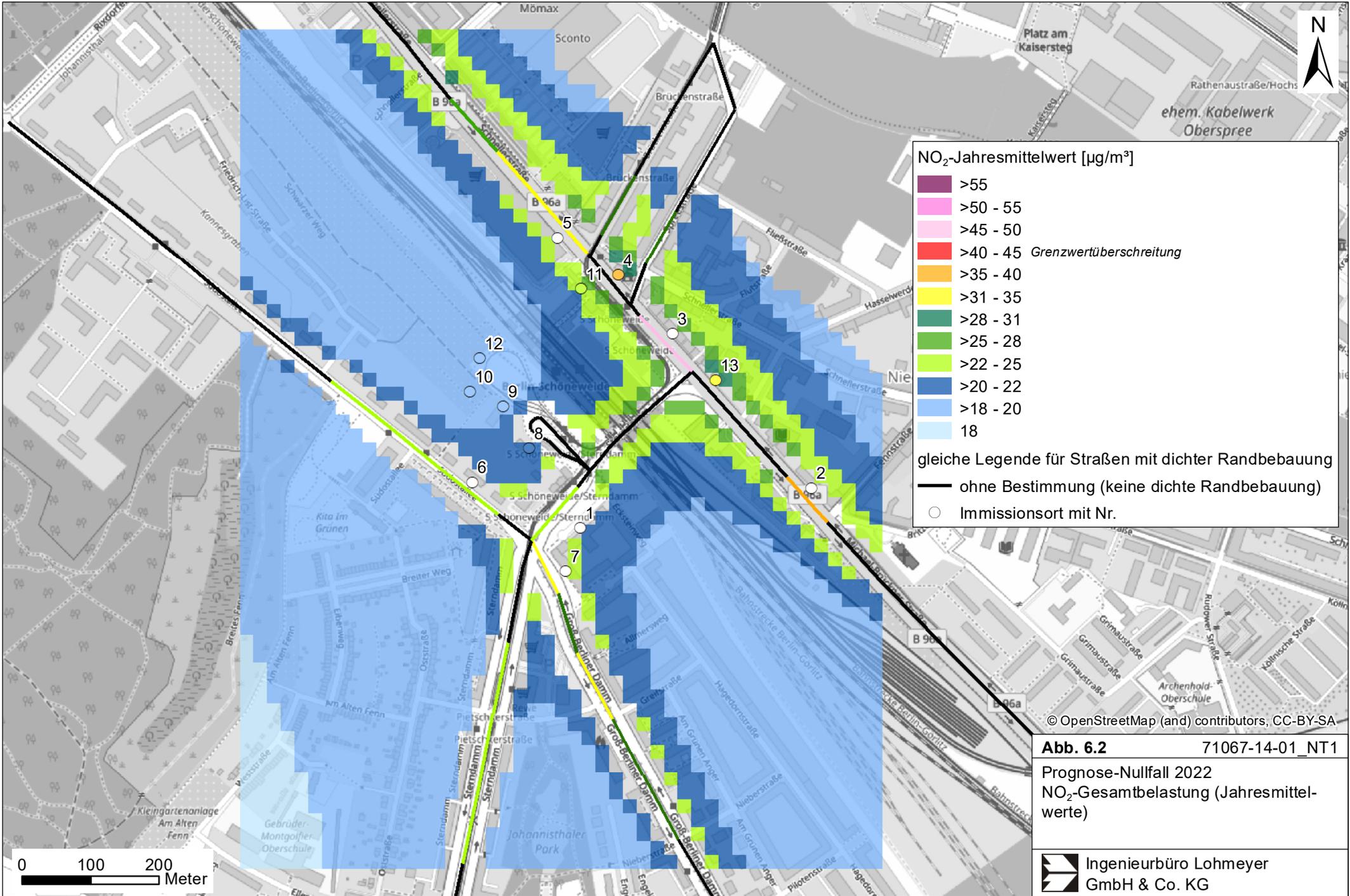


Abb. 6.1 71067-14-01_NT1

Analysefall 2017
 NO₂-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

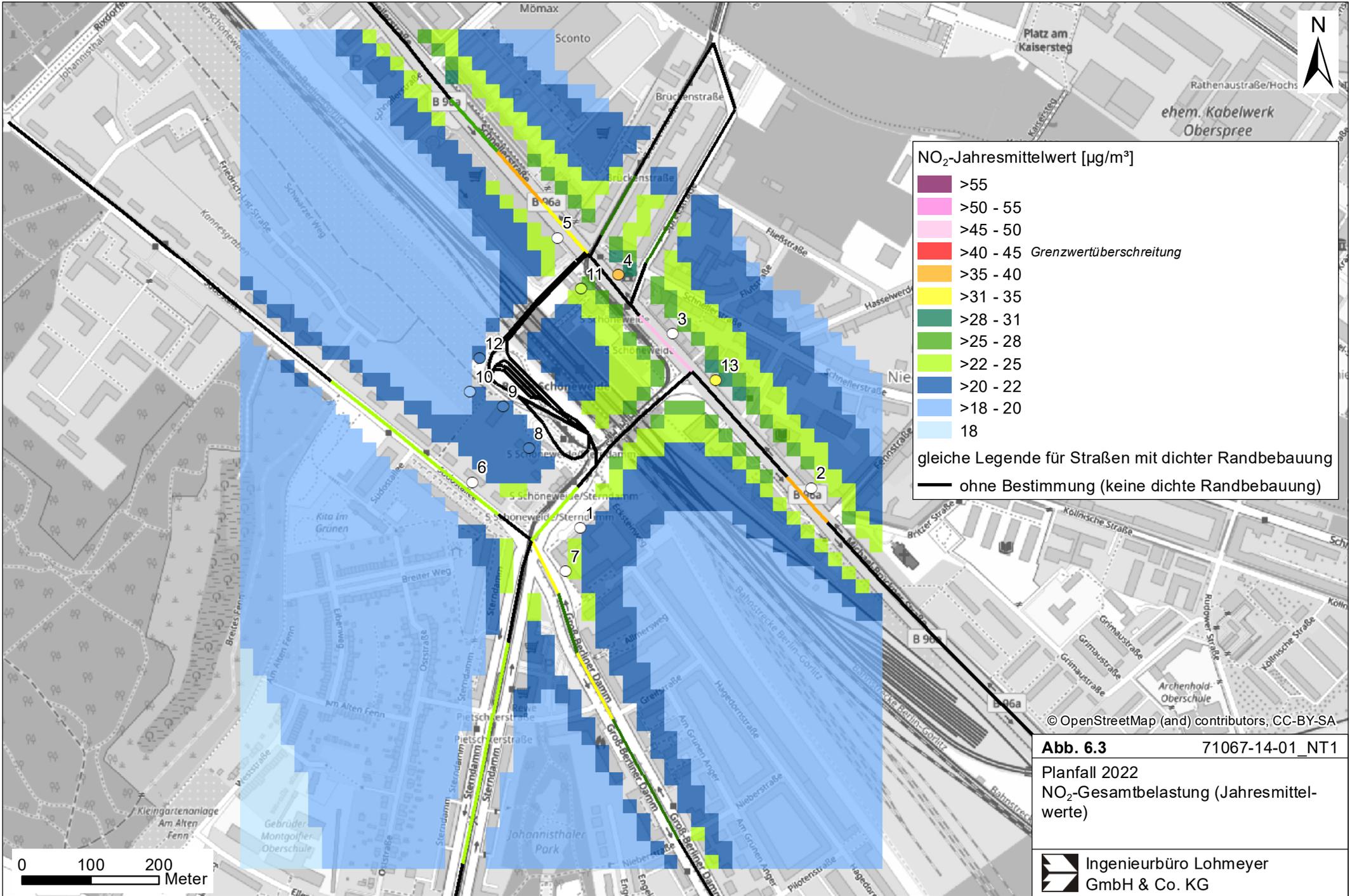


© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Abb. 6.2 71067-14-01_NT1

Prognose-Nullfall 2022
NO₂-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Abb. 6.3 71067-14-01_NT1

Planfall 2022
 NO₂-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

IO 8, IO 9, IO 11 und IO 12 im Planfall 2022 gegenüber dem Prognose-Nullfall 2022 eine Erhöhung der Immissionen auf Grund des höheren Verkehrsaufkommens erreicht. Diese betragen jedoch max. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Im Bereich der geplanten Haltestellen und Gleisschleifen „S Schöneweide / Sterndamm“ werden je nach Lage der Immissionsorte zur derzeitigen Streckenführung bzw. der geplanten Streckenführung der Linienbusse eine Zunahme oder eine Abnahme der NO_2 -Immissionen im Planfall 2022 gegenüber dem Prognose-Nullfall 2022 prognostiziert. Die Veränderungen liegen bei $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Insgesamt liegen in diesem Bereich die berechneten NO_2 -Immissionen deutlich unter dem Grenzwert. Beurteilungsrelevant ist die Grenzwertüberschreitung in der Michael-Brückner-Straße 2-6. Dort werden im Prognose-Nullfall und Planfall deutliche Grenzwertüberschreitung ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) prognostiziert, wobei aber dort keine planungsbezogene Erhöhung berechnet wird.

6.2 Feinstaub (PM10)

Einen Überblick über die flächendeckende PM10-Belastung geben die **Abb. 6.4** (Analysefall), **Abb. 6.5** (Prognose-Nullfall 2022) und **Abb. 6.6** (Planfall 2022). Die Gesamtbelastungen der PM10-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

PM10-Jahresmittelwert

Die **Abb. 6.4** bis **Abb. 6.6** zeigen, dass keine PM10-Konzentrationen erwartet werden, die den Grenzwert der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten.

Die höchsten PM10 Konzentrationen werden in allen drei Varianten entlang der Michael-Brückner-Straße zwischen Fennstraße und Spreestraße sowie entlang der Schnellerstraße, prognostiziert. Im Bereich der Haltestellen und Gleisschleifen „S Schöneweide / Sterndamm“ werden Konzentrationen von max. $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

An den ausgewählten Immissionsorten werden am IO 3 (Michael-Brückner-Straße 2-6) im Analysefall 2017 sowie im Prognose-Nullfall 2022 und Planfall 2022 mit $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die höchsten Konzentrationen ermittelt (Hintergrund = $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Insgesamt werden an den Immissionsorten 2 bis 5 und 13 (alle an der Fernverkehrsstraße, Michael-Brückner-Straße und Schnellerstraße gelegen) die höchsten PM10-Konzentrationen berechnet.

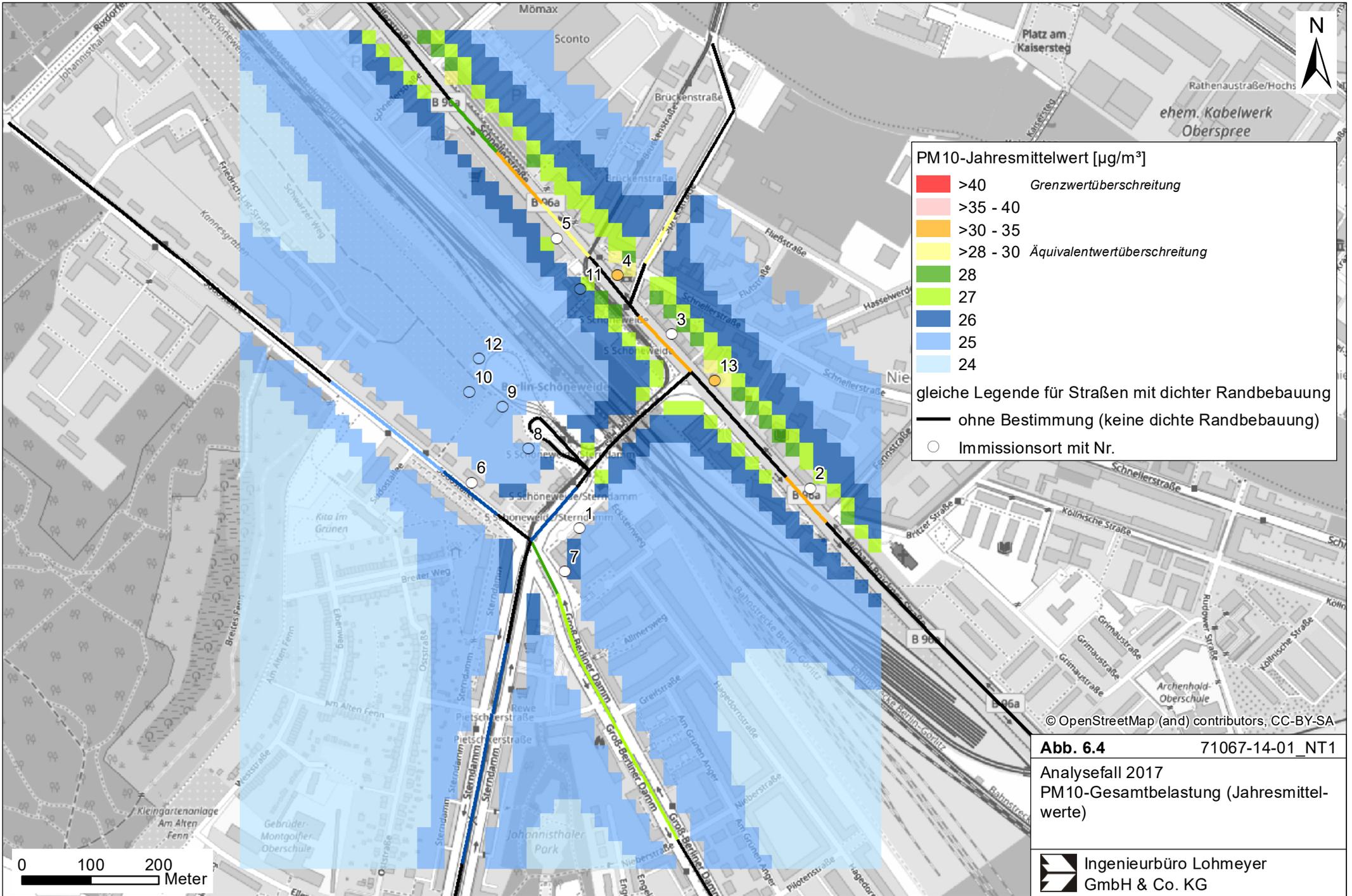


Abb. 6.4 71067-14-01_NT1
 Analysefall 2017
 PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

 Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG

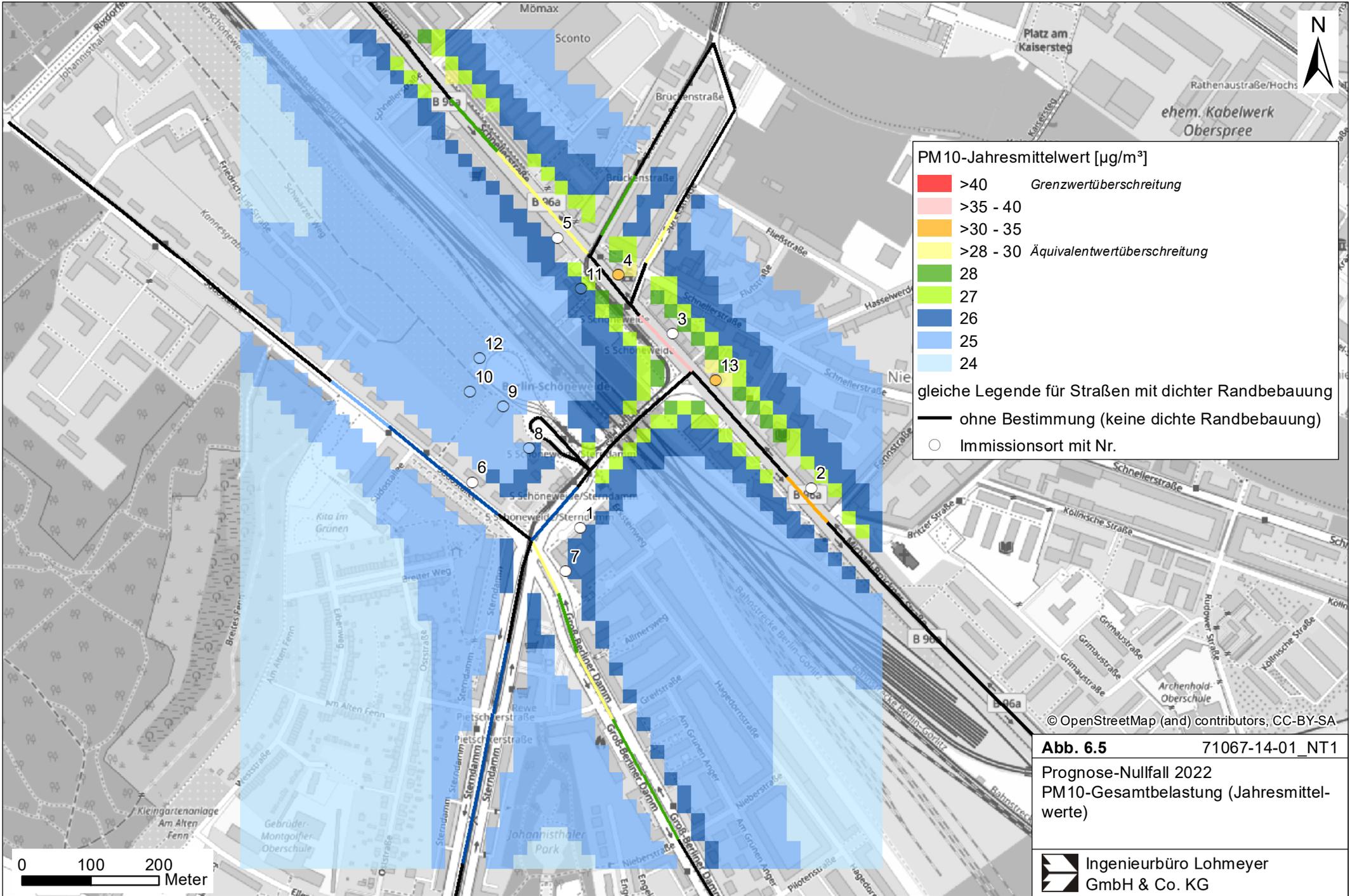
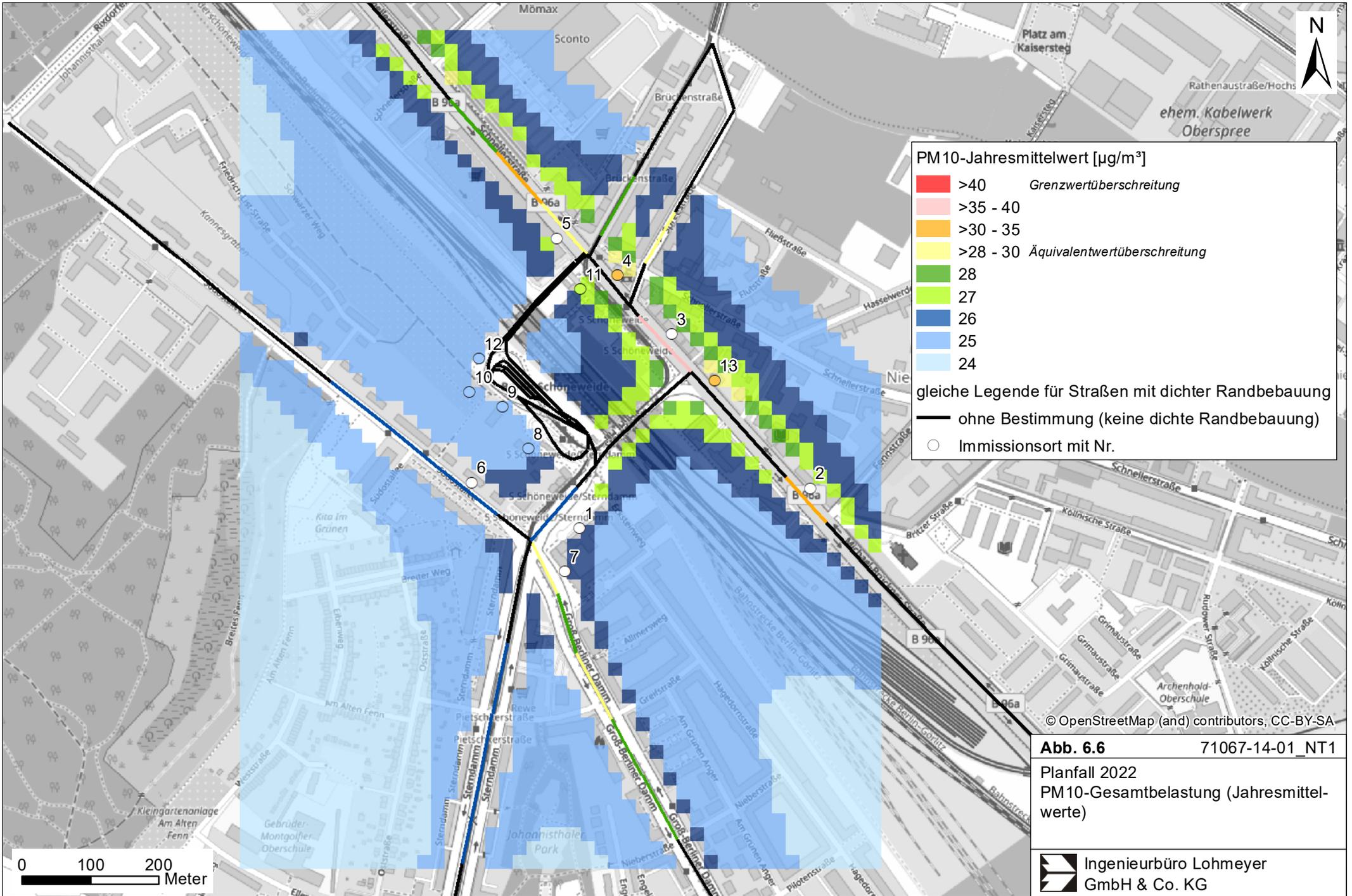


Abb. 6.5 71067-14-01_NT1

Prognose-Nullfall 2022
 PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)



Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten.

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).

Die flächendeckenden Ergebnisdarstellungen (**Abb. 6.4** bis **Abb. 6.6** dort gelb, orangefarbene, rosa und rote Signaturen) bzw. für die Immissionsorte (**Tab. 6.1**) zeigen im Analysefall 2017, Prognose-Nullfall 2022 und Planfall 2022 Überschreitungen des PM10-24 h-Grenzwerts.

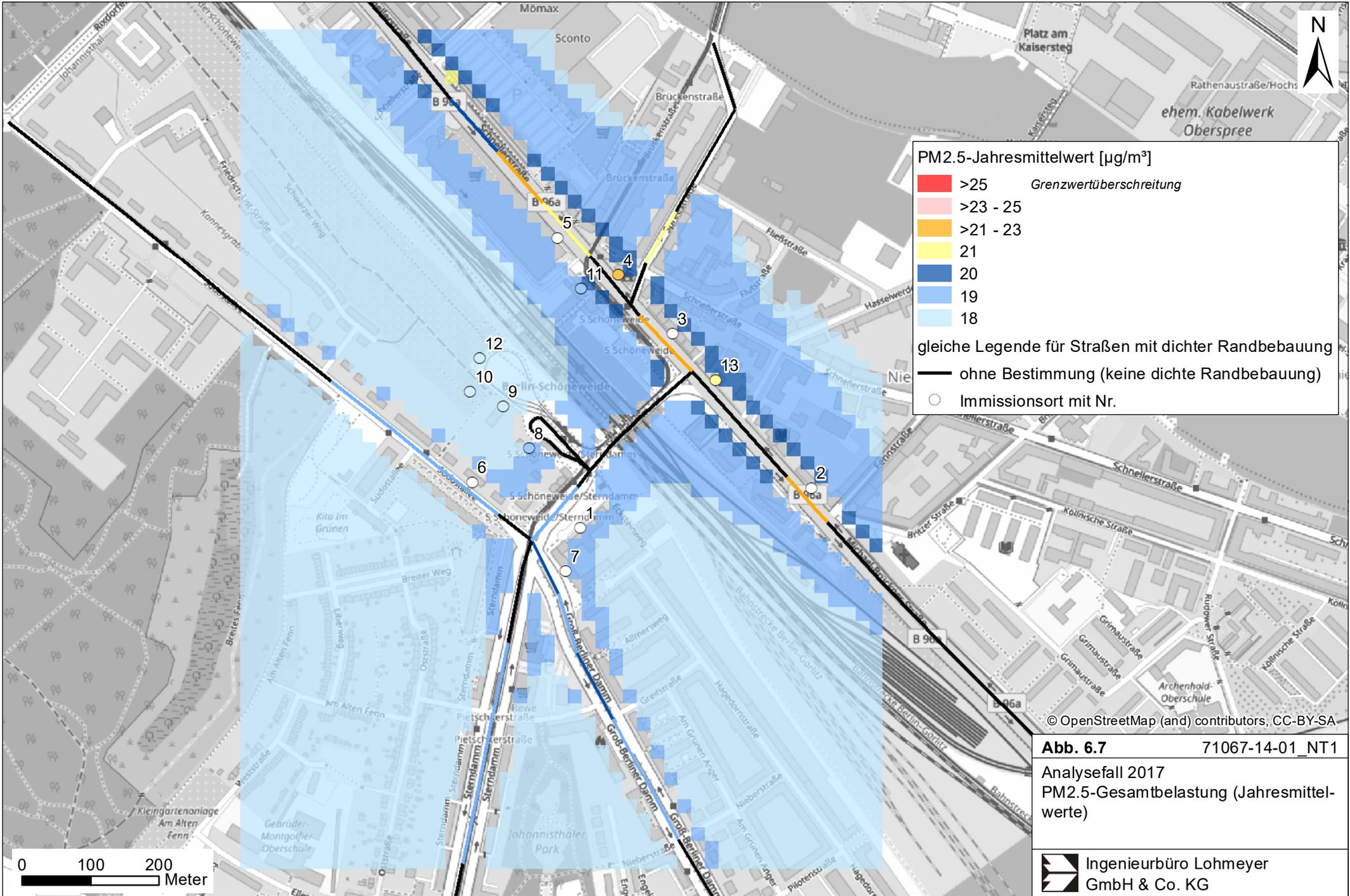
In allen drei betrachteten Varianten werden in der Schnellerstraße, Michael-Brückner Straße und Spreestraße und zusätzlich im Prognose-Nullfall und Planfall 2022 im Groß-Berliner Damm Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes prognostiziert. Im Planfall 2022 werden lediglich entlang der Südostallee, dem Sterndamm und der Brückenstraße keine Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes entlang der Straßen prognostiziert.

An den ausgewählten Immissionsorten werden in allen drei betrachteten Varianten an den IO 2 bis IO 5 und IO 13 sowie im Prognose-Nullfall und Planfall am IO 7 Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes berechnet. Wie bereits erwähnt, werden die höchsten PM10-Konzentrationen am IO 3 in allen 3 Varianten ermittelt, die im Planfall 2022 bei $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen.

An den ausgewählten Immissionsorten in der Nähe der Haltestellen und Gleisschleifen „S Schöneweide / Sterndamm“ werden keine Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes (IO 8-IO 12) ermittelt.

6.3 Feinstaub (PM2.5)

In **Abb. 6.7** (Analysefall 2017), **Abb. 6.8** (Prognose-Nullfall 2022) und **Abb. 6.9** (Planfall 2022) werden die flächendeckenden PM2.5-Konzentrationen gezeigt.



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

Abb. 6.7 71067-14-01_NT1

Analysefall 2017
 PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

 Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG

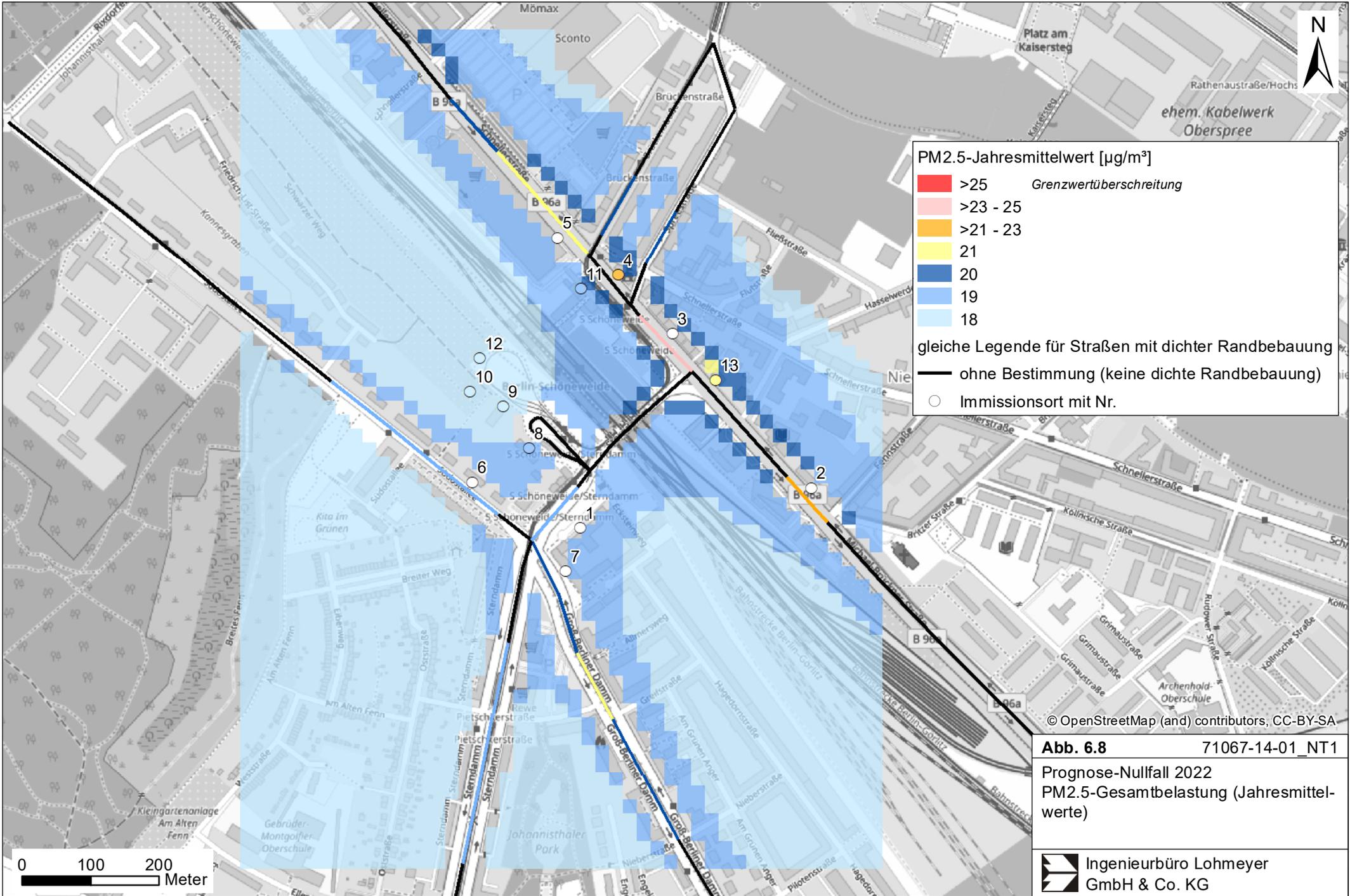
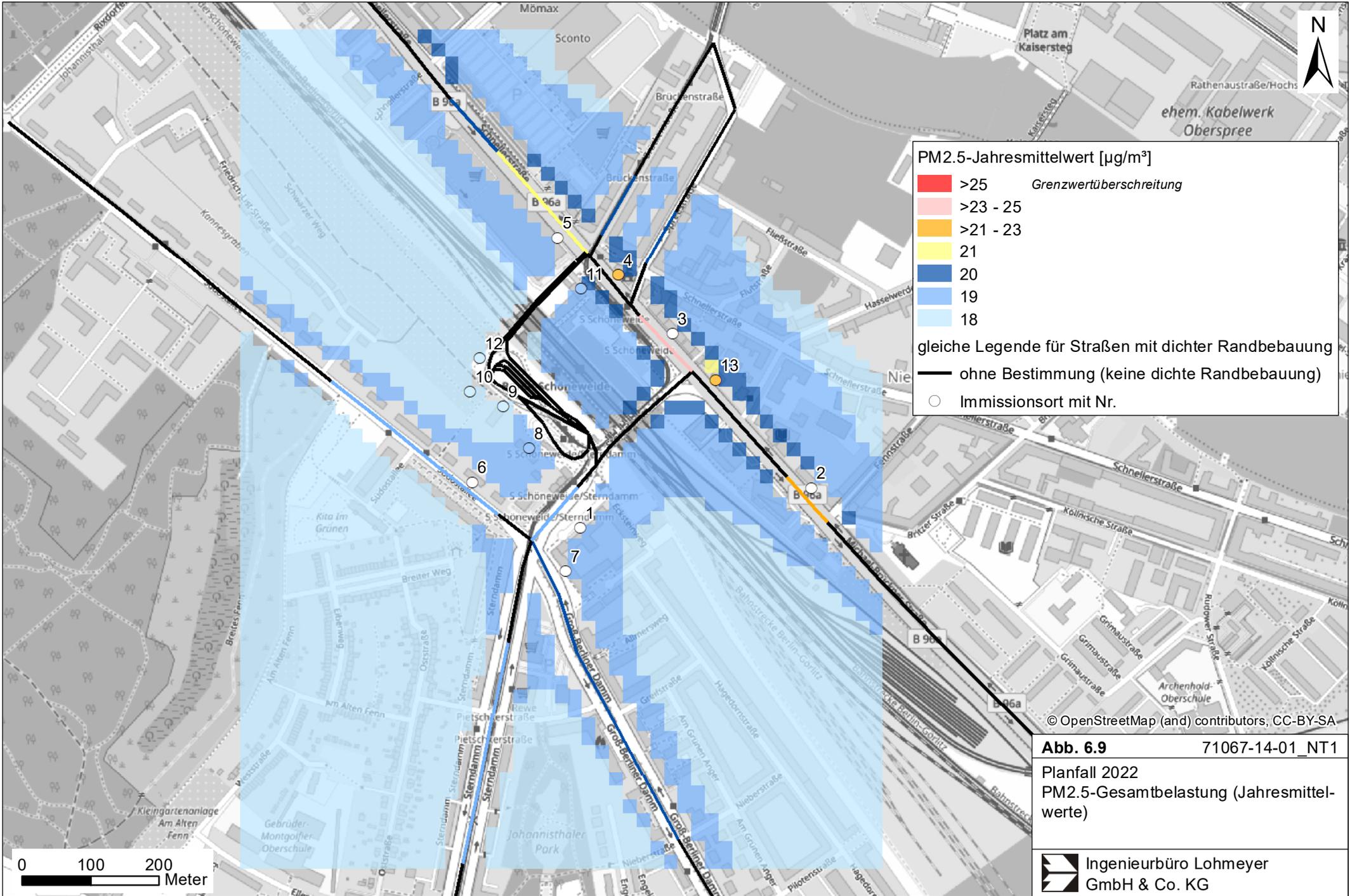


Abb. 6.8 71067-14-01_NT1
 Prognose-Nullfall 2022
 PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

 Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG



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

- >25 *Grenzwertüberschreitung*
- >23 - 25
- >21 - 23
- 21
- 20
- 19
- 18

gleiche Legende für Straßen mit dichter Randbebauung

- ohne Bestimmung (keine dichte Randbebauung)
- Immissionsort mit Nr.

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

Abb. 6.9 71067-14-01_NT1

Planfall 2022
 PM2.5-Gesambelastung (Jahresmittelwerte)

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ wird entsprechend den Immissionsberechnungen in allen drei betrachteten Varianten nicht überschritten.

An den ausgewählten Immissionsorten wird am IO 3 der höchste PM2.5-Jahresmittelwert ermittelt. Im Planfall 2022 beträgt er 24 µg/m³.

An den Immissionsorten im Bereich der Haltestellen und Gleisschleifen „S Schöneweide / Sterndamm“ werden im Planfall 2022 PM2.5-Konzentrationen von 18 bzw. 19 µgPM2.5/m³ ermittelt. In Bezug auf den ab dem Jahr 2015 einzuhaltenden Grenzwert von 25 µg/m³ sind die PM2.5-Immissionen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung als leicht erhöhte bis hohe 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.
22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV), Neufassung vom 4. Juni 2007. In: BGBl Jahrgang 2007 Teil I Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 12.06.2007 (nach Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen - 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004 (nach Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007. EEA (European Environment Agency). Publish date: 5 Dec 2007. In: Technical report No 16/2007.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., 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.
- Gehrig, R., Buchmann, B. (2003): Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM10 and PM2.5 concentrations based on long-term Swiss monitoring data. *Atmospheric Environment* 37 (2003).
- Hoffmann und Leichter (2017): Objektkonkrete Verkehrsprognose für den Straßenneubau Wissenschaftsstadt Schöneweide, Sterndamm / Adlershof II in Berlin Treptow-Köpenick, Stand 20.10.2017.
- Imelmann (2017a): Angaben zu den Verkehrsbelegungen Stand 20.10.2017. E-Mail vom 01.11.2017 an Fr. Nitzsche. Dipl.-Ing. Christian Imelmann, Schalltechnische Untersuchungen, Berlin.
- Imelmann (2017b): Angaben zu den Buszahlen. E-Mail vom 02.11.2017 an Fr. Nitzsche. Dipl.-Ing. Christian Imelmann, Schalltechnische Untersuchungen, Berlin.
- Israël, G.W., Schlums, C., Treffeisen, R. Pesch, M. (1994): Rußimmissionen in Berlin, Herkunftsbestimmung - Kfz-Flottenemissionsfaktoren – Vergleichbarkeit von Probenahmemethoden. *Fortschrittberichte VDI, Reihe Umweltechnik*, Nr. 152.
- Janicke (2013): Dispersion Model LASAT Version 3.3 Referenz Book. Janicke Consulting, Überlingen, Juli, 2013.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: *VDI-Bericht Nr. 888*, S. 119-131.
- Kühlwein, Jörg (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- Kutzner, K., Diekmann, H. und Reichenbächer, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. *VDI-Bericht 1228*, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Lohmeyer (2007): Verkehrslösung Schöneweide in Berlin, Lufthygienische Untersuchung. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul. Projekt 70297-06-01, April 2007. Gutachten im Auftrag von: Dipl.-Ing. Christian Imelmann, Berlin.
- 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): Ermittlung der täglichen Emissionen aus dem Kfz-Verkehr an 7 Standorten in Berlin 2012. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG unter Mitarbeit vom Planungsbüro Dr. Hunger, Dresden und CAT Traffic, Cichon Automatisierungstechnik GmbH, Radebeul. Projekt 70881-12-01, März 2013. Gutachten im Auftrag von: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.

- Lohmeyer (2015): Verkehrslösung Schöneweide in Berlin, Aktualisierung Luftschadstoffgutachten. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul. Projekt 71067-14-01, Oktober 2015. Gutachten im Auftrag von: SGT Plan GmbH, Berlin über Dipl.-Ing. Christian Imelmann, Berlin.
- Lohmeyer (2016): Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 an 7 Standorten in Berlin. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG unter Mitarbeit von SVU Dresden, Planungsbüro Dr. Hunger und CAT Traffic, Cichon Automatisierungstechnik GmbH, Radebeul. Projekt 71183-12-01, April 2016. Gutachten im Auftrag von: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J. B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460.
http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF.
- Romberg, E., Bösinger, 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 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 Stadtgebiet von Berlin. Telefonische Mitteilung vom September 2010. Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.
- SenUVK – Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz; ehem. SenStadtUm (2017a): Hinweise und Faktoren zur Umrechnung von Verkehrsmengen, Anforderungen an Datengrundlagen aufgrund unterschiedlicher Bezugsgrößen aus Richtlinien und Verordnungen. März 2017.
- SenUVK – Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz; ehem. SenStadtUm (2017b): Persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Kerschbaumer zur Abstimmung der Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet. E-Mail vom 06.09.2017 an Fr. Nitzsche Ing. Büro Dr. Lohmeyer.
- TREMOT (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motori-

sierten 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 (2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3. (HBEFA 3.3) (aktualisierte Version vom 02.05.2017). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.

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

VDI (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.

VLB - Verkehrslenkung Berlin (2014): Straßenverkehrserhebungen VLB C, Straßenverkehrszählungen Berlin 2014 , Ergebnisbericht und Verkehrsmengenkarte DTV_w Kfz/LKW Herausgeber: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt.

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

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z. B. Stickoxide (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.

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 40 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. Zu den Quelllagen „mittig“ und „Drittellage“ siehe **Abb. A2.1** und **Abb. A2.2**. 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.

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

Typ	Randbebauung	Quelllage	Gebäudehöhe/ Straßenschluchtbreite	Lückenanteil [%]
208	beidseitig	mittig	1:1	21 - 60
209	"	mittig	1.5:1	0 - 20
210	"	mittig	1.5:1	21 - 60
301	einseitig	Drittellage	1:3	0 - 20
302	"	Drittellage	1:3	21 - 60
303	"	Drittellage	1:2	0 - 20
304	"	Drittellage	1:2	21 - 60
305	"	Drittellage	1:1.5	0 - 20
306	"	Drittellage	1:1.5	21 - 60
307	"	Drittellage	1:1	0 - 20
308	"	Drittellage	1:1	21 - 60
309	"	Drittellage	1.5:1	0 - 20
410	"	Drittellage	1.5:1	21 - 60
401	beidseitig	Drittellage	1:3	0 - 20
402	"	Drittellage	1:3	21 - 60
403	"	Drittellage	1:2	0 - 20
404	"	Drittellage	1:2	21 - 60
405	"	Drittellage	1:1.5	0 - 20
406	"	Drittellage	1:1.5	21 - 60
407	"	Drittellage	1:1	0 - 20
408	"	Drittellage	1:1	21 - 60
409	"	Drittellage	1.5:1	0 - 20
410	"	Drittellage	1.5:1	21 - 60

Tab. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

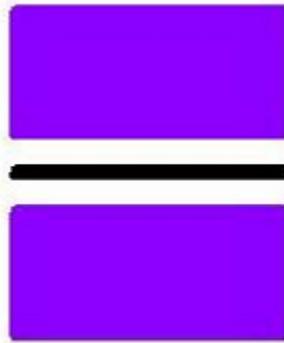


Abb. A2.1: Schematische Darstellung der Quelllage „mittig“. Gebäude sind lila, die Straßenquelle ist schwarz gekennzeichnet.



Abb. A2.2: Schematische Darstellung der Quelllage „Drittellage“. Gebäude sind lila, die beiden Straßenquellen sind schwarz gekennzeichnet.

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 fahrzeuginduzierten Turbulenz [m/s]

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

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.

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. Innerorts-

straßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20 % aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & 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

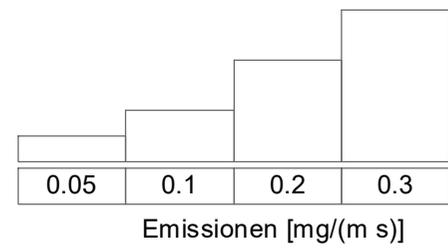
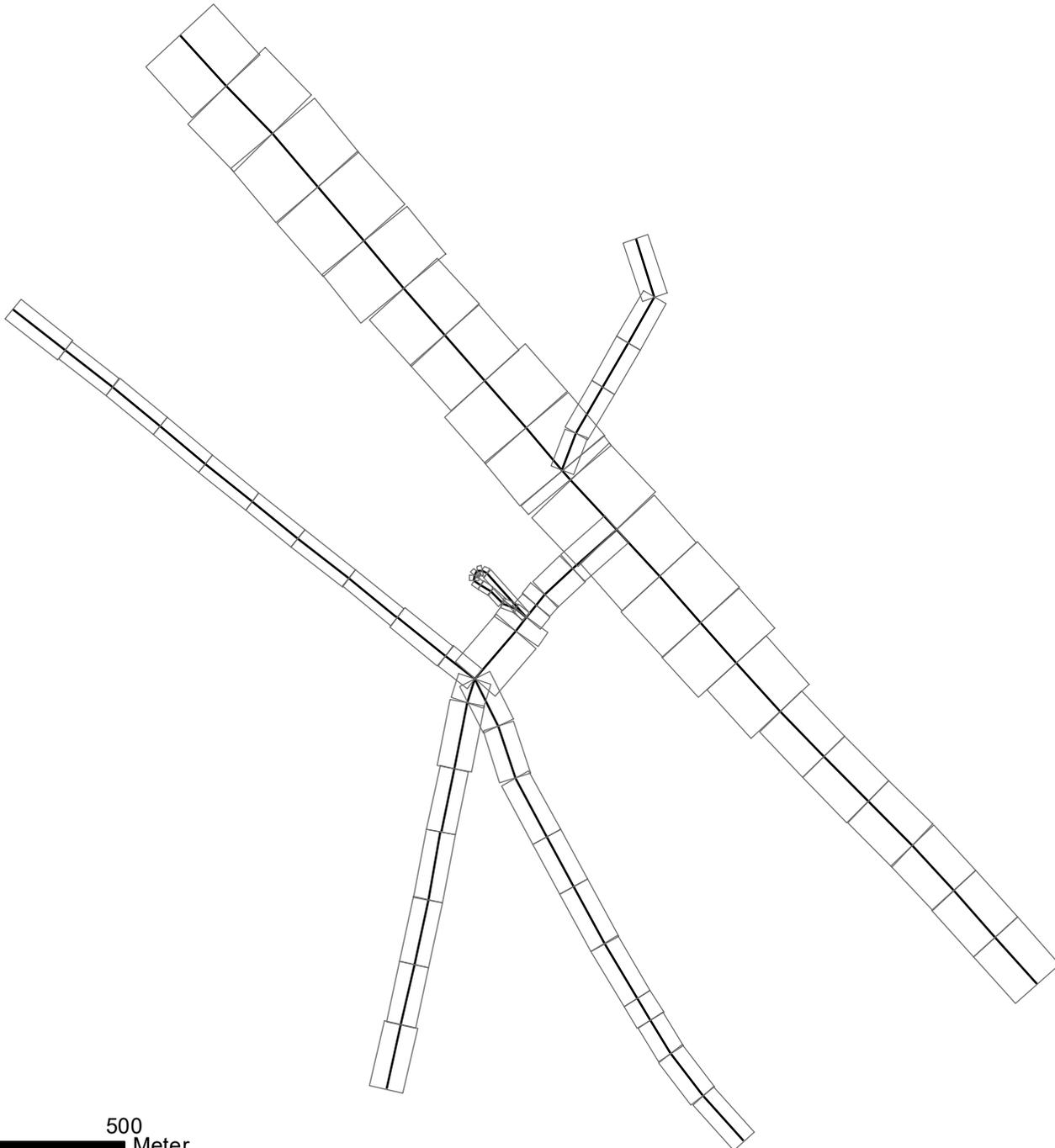


Abb. A3.1 71067-14-01_NT1
Analysefall 2017
NO_x-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

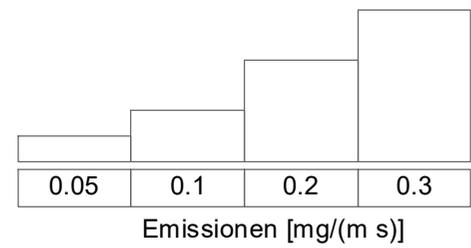
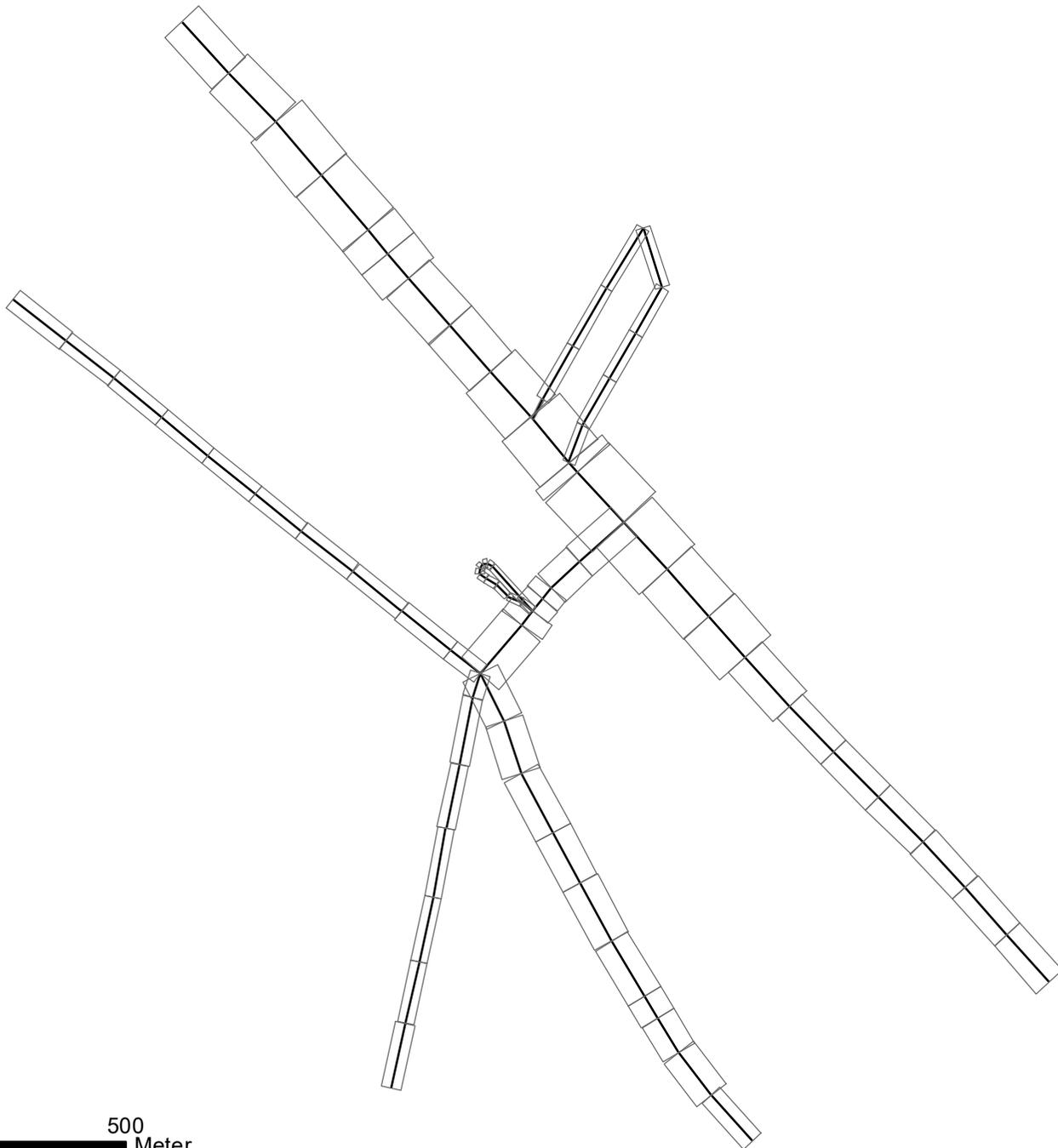


Abb. A3.2	71067-14-01_NT1
Prognose-Nullfall 2022 NO _x -Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

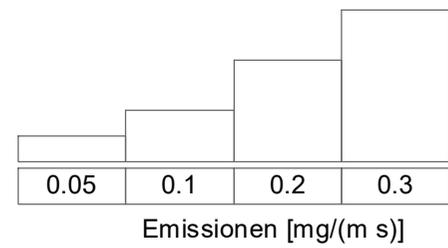
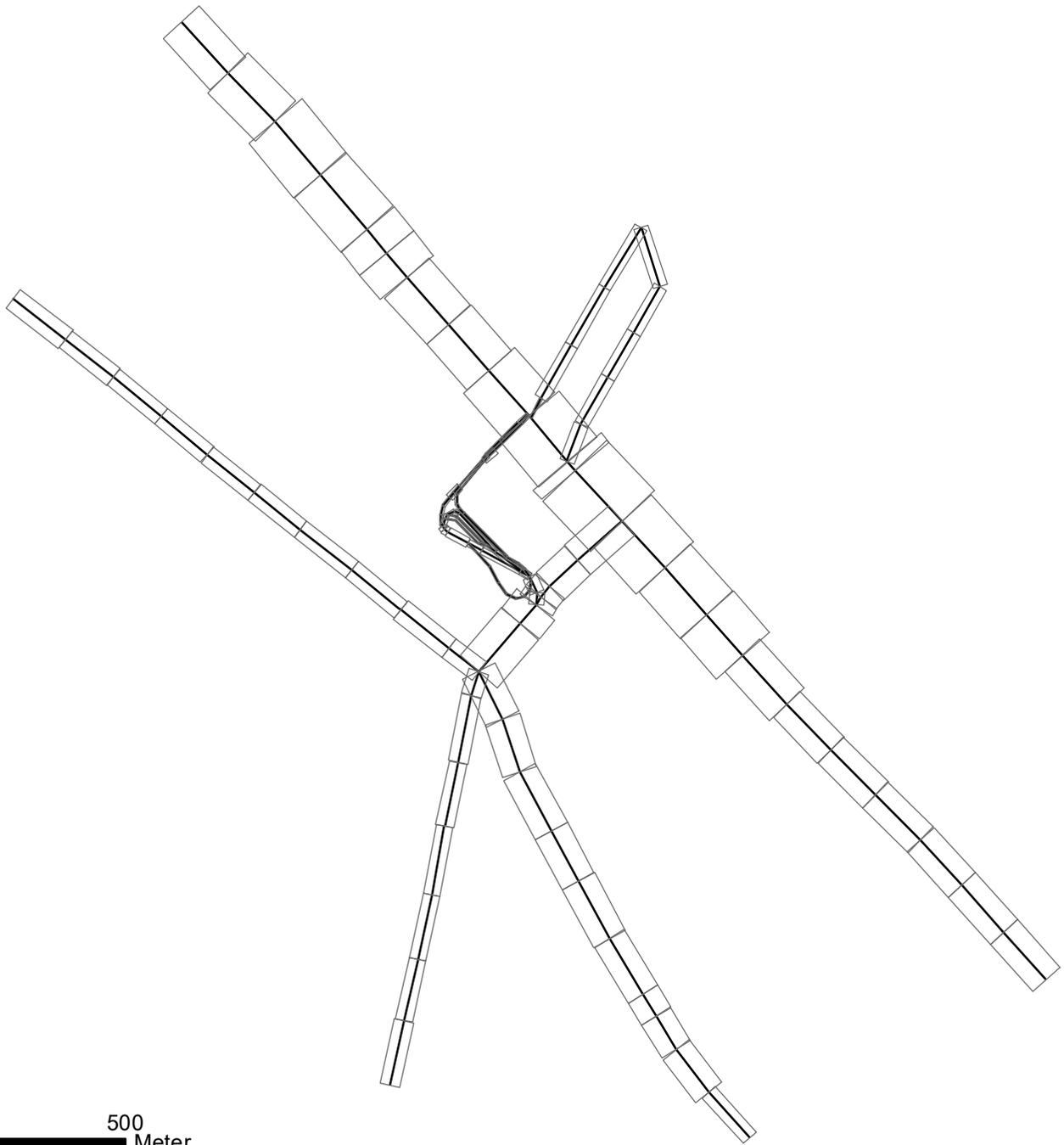


Abb. A3.3	71067-14-01_NT1
Planfall 2022 NO _x -Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

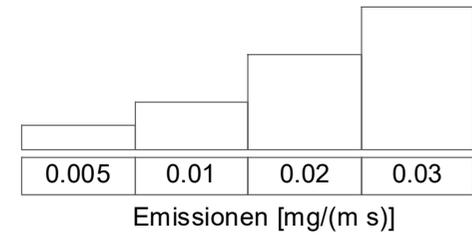
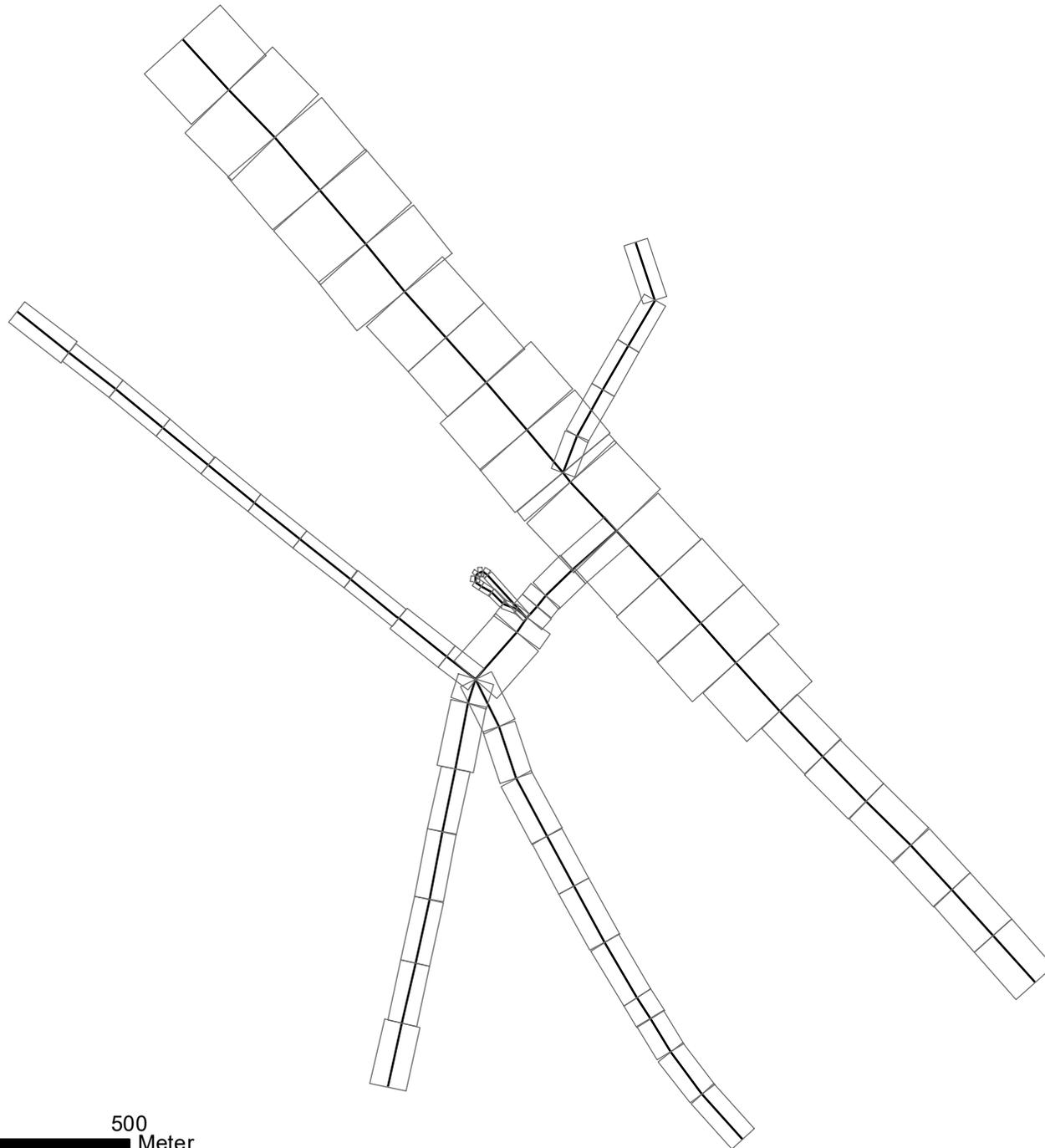


Abb. A3.4	71067-14-01_NT1
Analysefall 2017 PM10-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

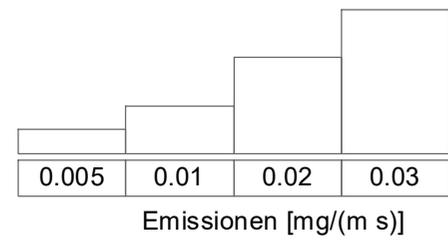
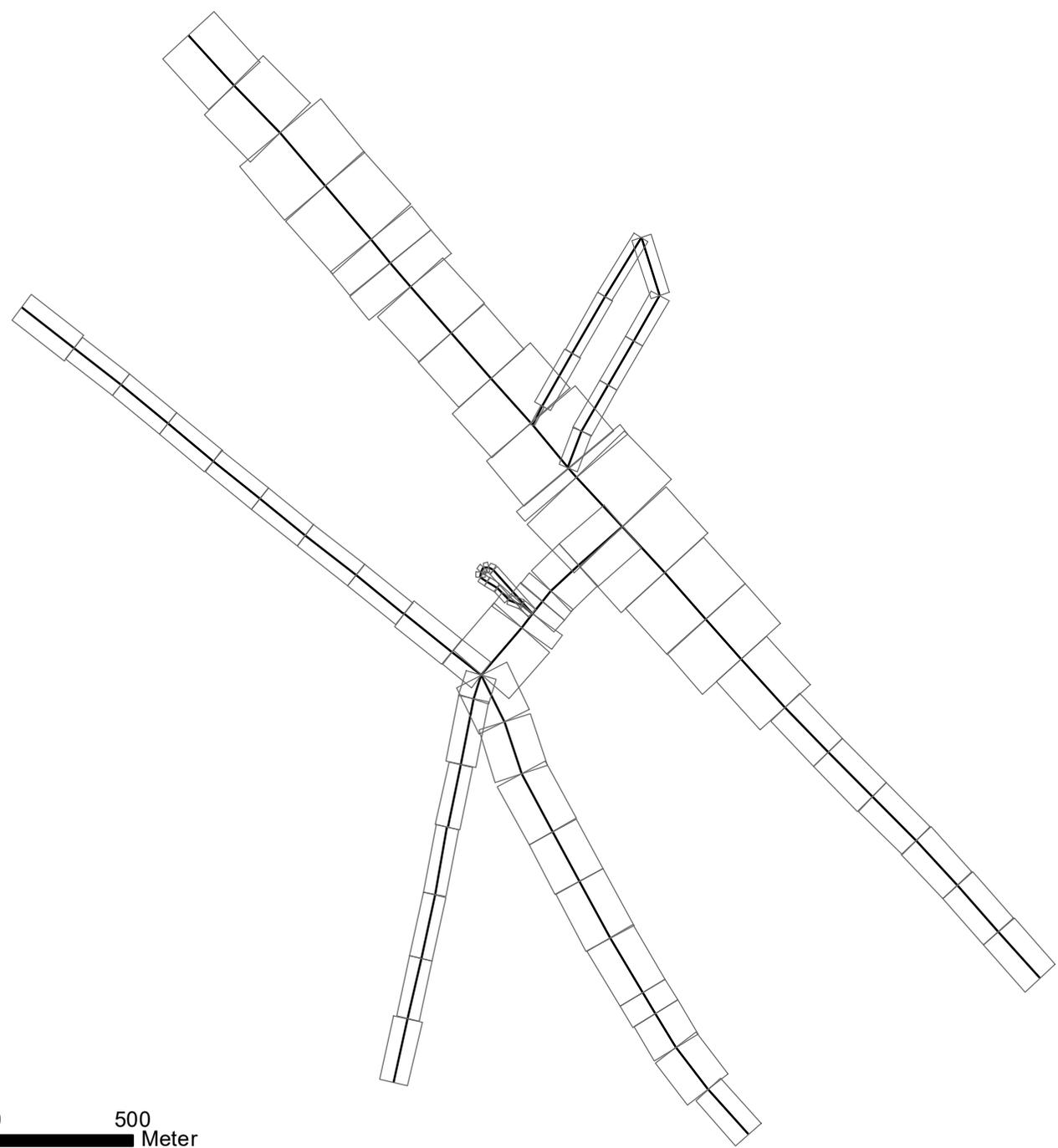


Abb. A3.5	71067-14-01_NT1
Prognose-Nullfall 2022 PM10-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

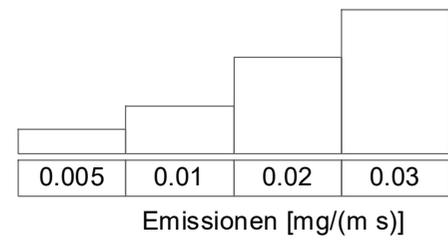
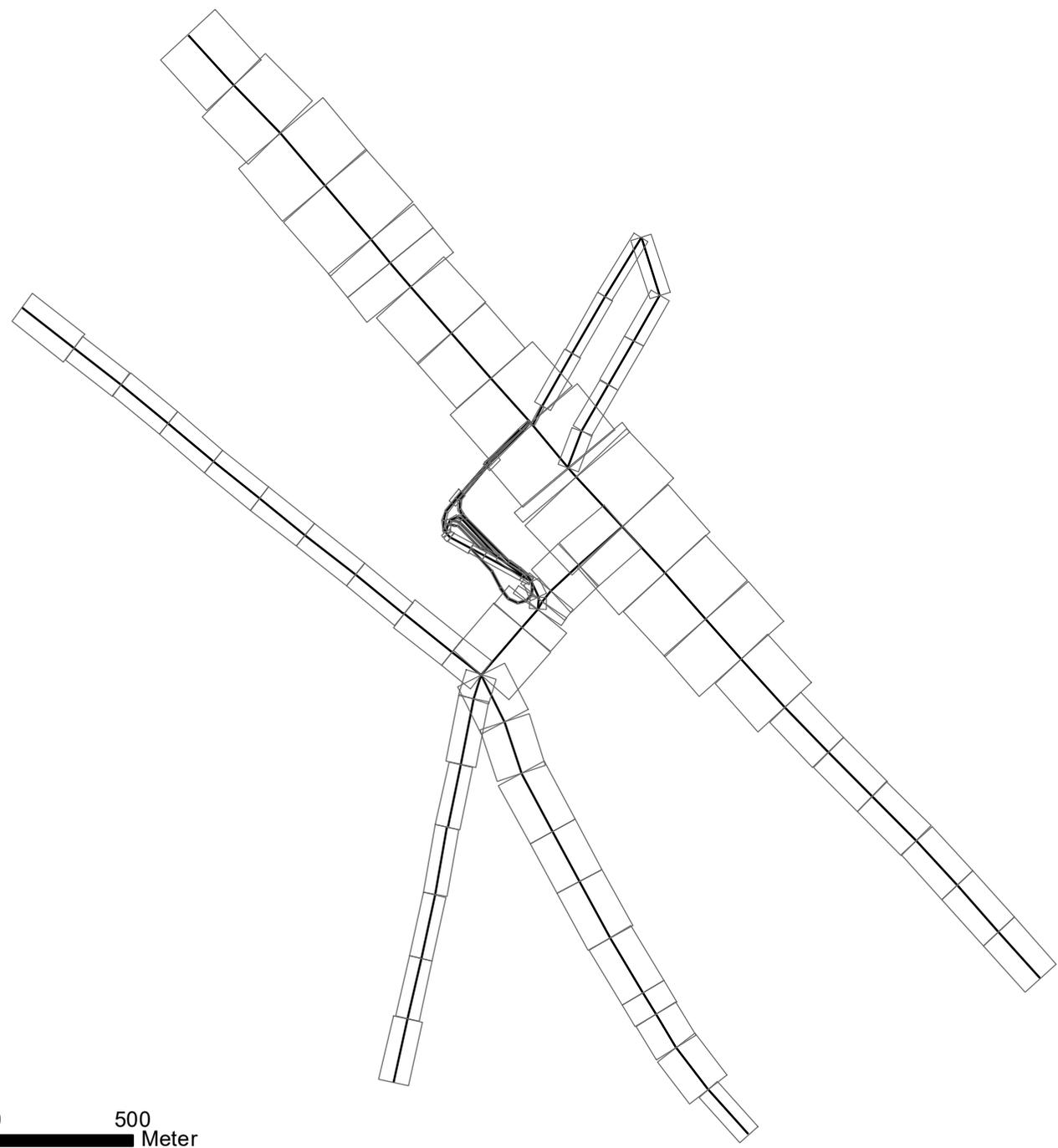


Abb. A3.6	71067-14-01_NT1
Planfall 2022 PM10-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

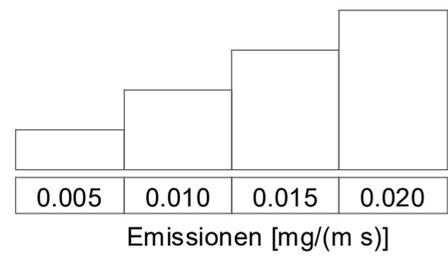
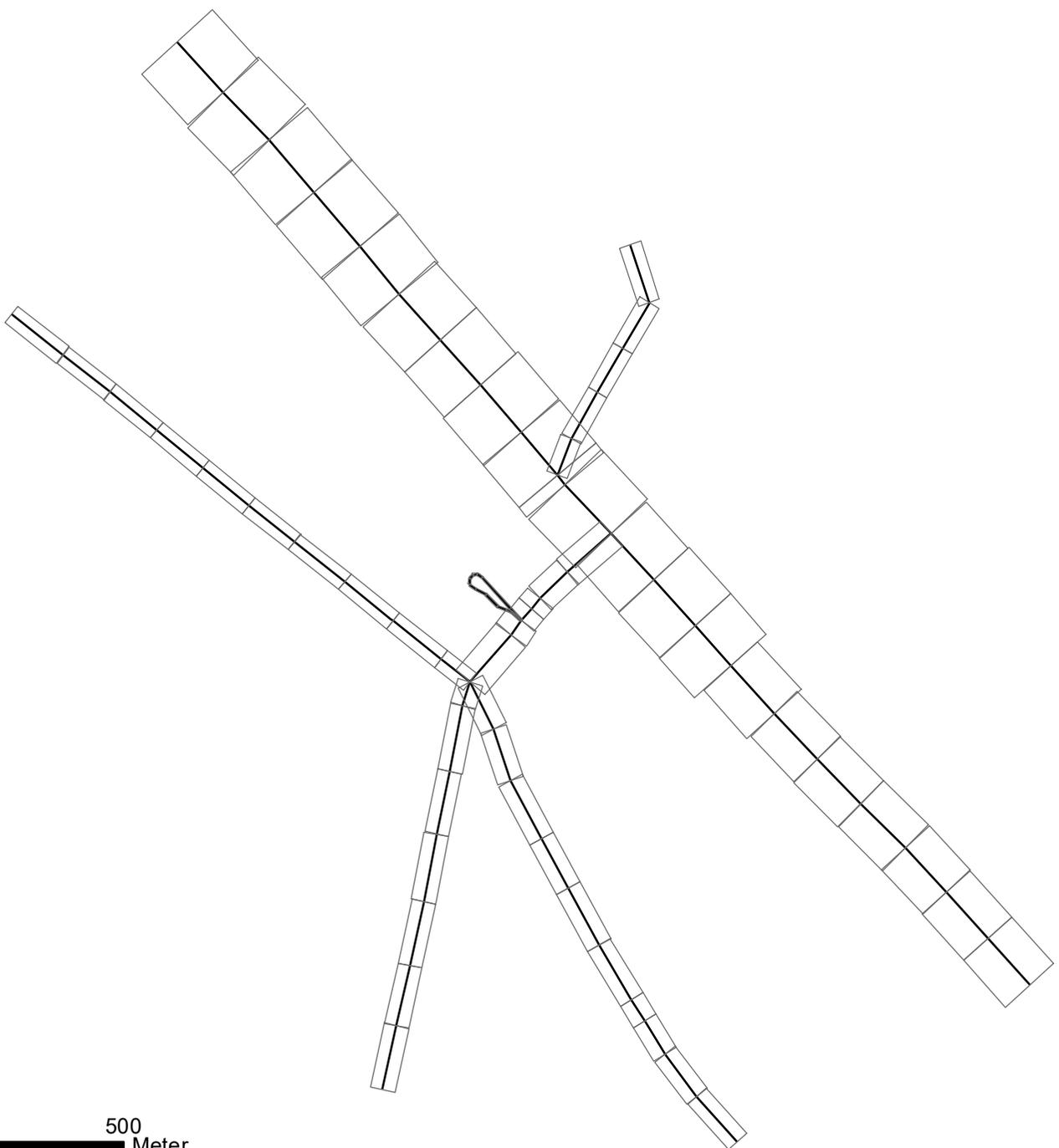
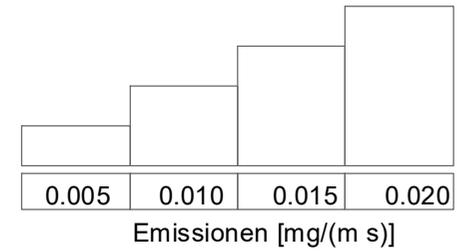
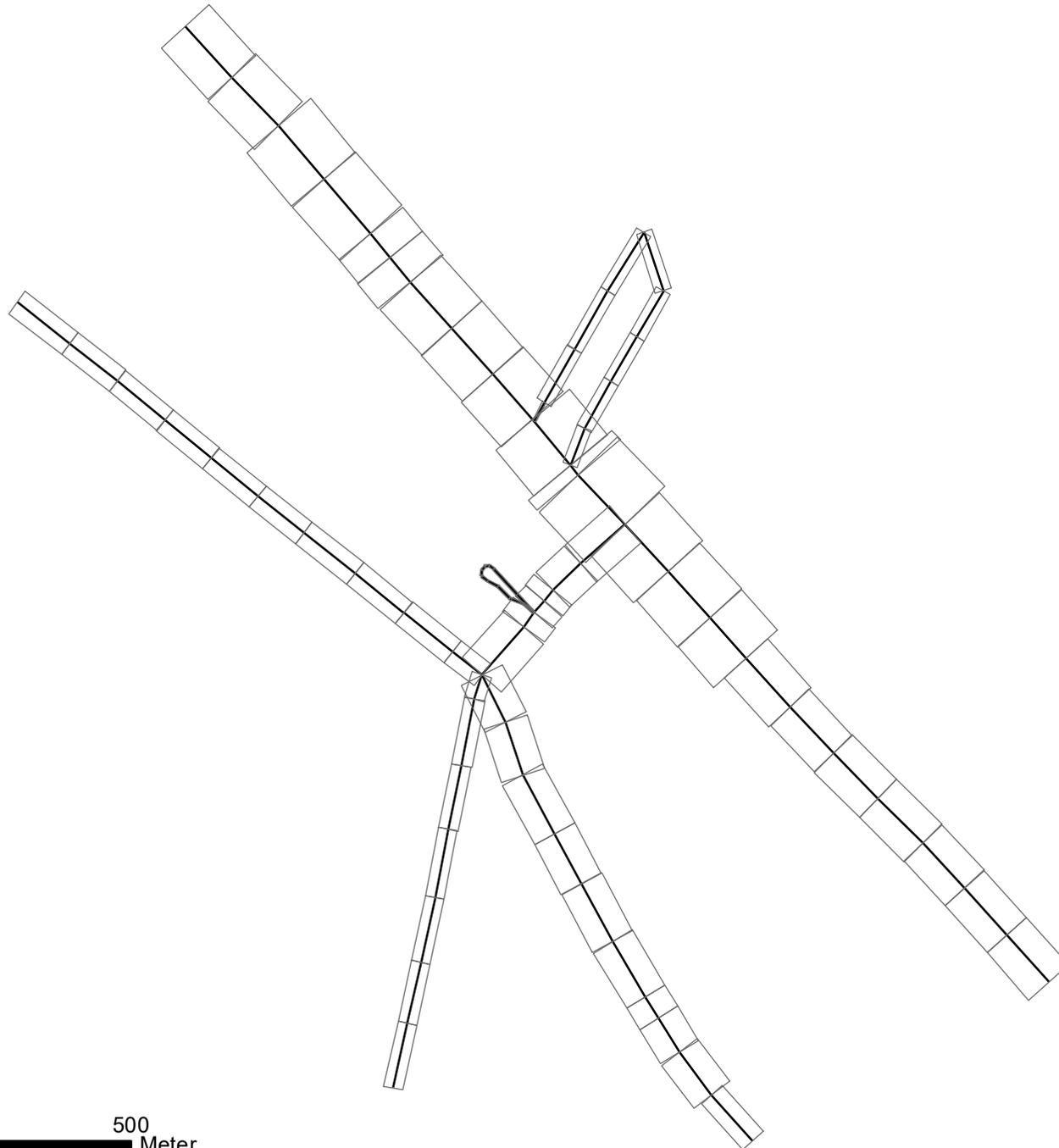


Abb. A3.7	71067-14-01_NT1
Analysefall 2017 PM2.5-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



0 125 250 500
Meter

Abb. A3.8	71067-14-01_NT1
Prognose-Nullfall 2022 PM2.5-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

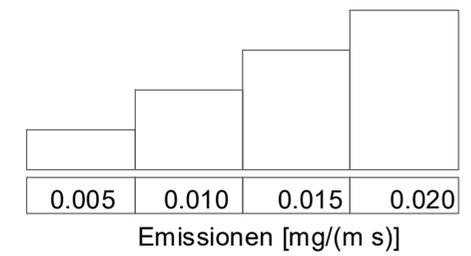
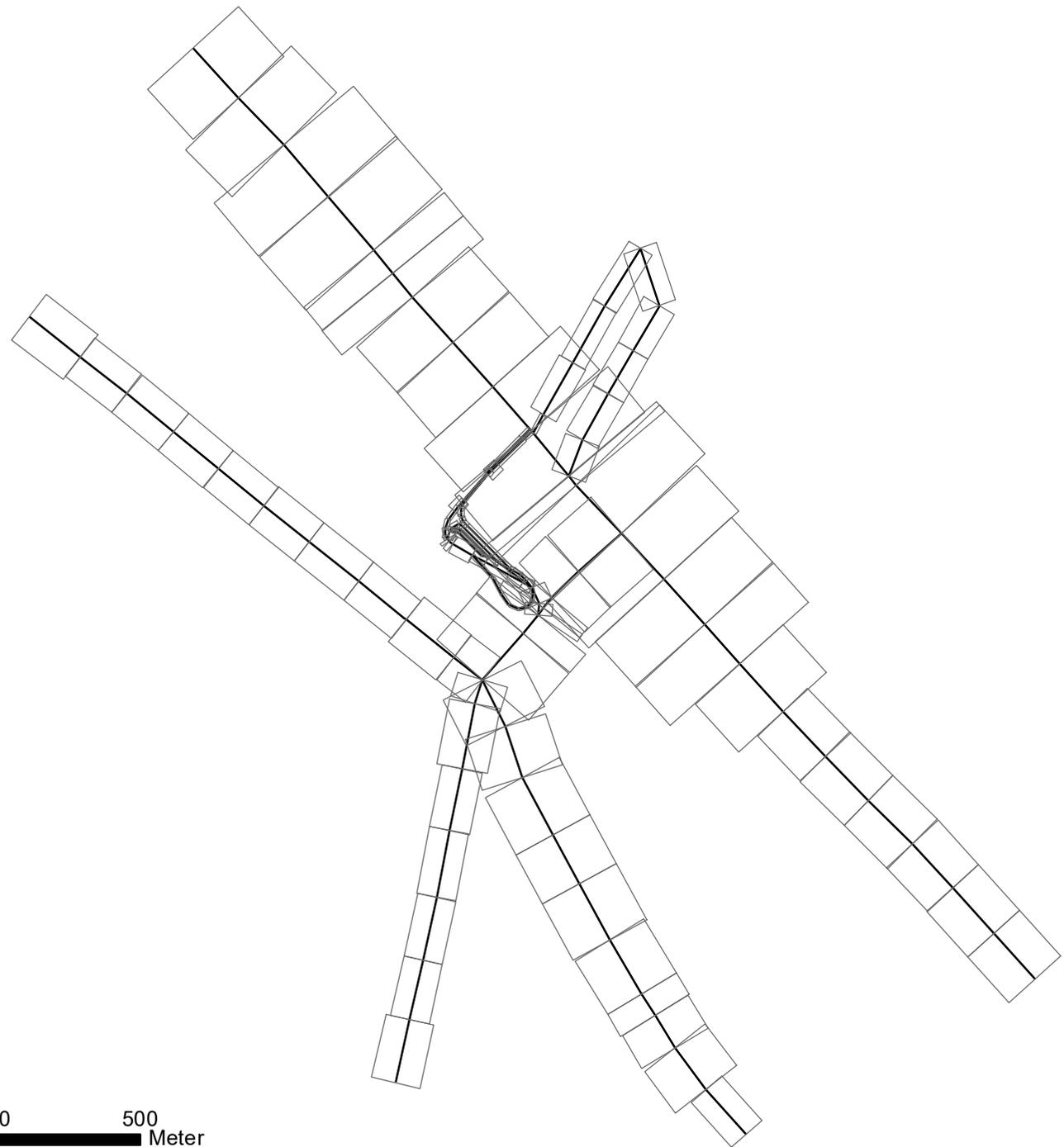


Abb. A3.9	71067-14-01_NT1
Planfall 2022 PM2.5-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG