

Landeshauptstadt Dresden
Dresdner Verkehrsbetriebe AG

Stadtbahn Dresden 2020, Teilabschnitt 1.2
Nossener Brücke / Nürnberger Straße

FESTSTELLUNGSENTWURF

– Unterlage 17.2 –
Immissionstechnische Untersuchung
Luftschadstoffe

aufgestellt:
Dresdner Verkehrsbetriebe AG
Center Infrastruktur

15. JULI 2020


Hemmersbach


opa. Hanusch



**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D – 01445 Radebeul

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

Telefax: +49 (0) 351 / 8 39 14 59

E-Mail: info.dd@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Büroleiter: Dr. rer. nat. Ingo Düring

STADTBAHN DRESDEN 2020 TA 1.2 LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN

UNTERLAGE 17.2

Auftraggeber: EIBS GmbH
Entwurfs- und Ingenieurbüro Straßenwesen
Bernhardstraße 92
01187 Dresden

Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche
Dipl.-Met. A. Moldenhauer

Dr. rer. nat. I. Düring

Mai 2020
Projekt 71054-14-01
Berichtsumfang 85 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	AUFGABENSTELLUNG	7
3	VORGEHENSWEISE	8
	3.1 Betrachtete Schadstoffe	8
	3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	8
	3.3 Berechnungsverfahren PROKAS.....	9
	3.4 Berechnungsverfahren MISKAM	10
	3.5 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	12
4	EINGANGSDATEN	14
	4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	14
	4.2 Verkehrsdaten für PROKAS (Screeningberechnung)	16
	4.3 Verkehrsdaten für MISKAM-Detailrechnungen	17
	4.4 Bebauungs- und Lärmschutzsituation.....	17
	4.5 Meteorologische Daten	21
	4.6 Hintergrundbelastung der Luft	25
5	EMISSIONEN	27
	5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	27
	5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	27
	5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	29
	5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	30
6	IMMISSIONEN.....	38
	6.1 Stickstoffdioxid (NO ₂).....	44
	6.2 Feinstaub (PM ₁₀)	50
	6.3 Feinstaub (PM _{2.5})	56
7	LITERATUR	60

ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF- KONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	63
ANHANG A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	67
ANHANG A3: EMISSIONSABBILDUNGEN FÜR DIE PROKAS- BERECHNUNGEN	75
ANHANG A4: VERKEHRSBELEGUNG FÜR DIE PROKAS-BERECHNUNGEN...	82

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 NO_2 -Konzentrationen von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

Feinstaub / PM_{10} / $\text{PM}_{2.5}$

Mit Feinstaub bzw. $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}$ werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von $10 \mu\text{m}$ bzw. $2.5 \mu\text{m}$ eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM_{10} -Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die $\text{PM}_{2.5}$ -Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Dresdner Verkehrsbetriebe AG plant zur Beseitigung der verkehrlichen Engpässe und Erhöhung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit den Neubau der Straßenbahn von Löbtau nach Strehlen (Strecke 1) in Dresden.

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

Betrachtet wurden folgende Fälle:

- Analysefall 2020 (baulichen Situation des Istzustands, Verkehrsdaten 2013-2019, Bezugsjahr für Emission 2020),
- Prognose-Nullfall 2028 (Verkehrsprognose 2030, Bezugsjahr für Emission 2028 ohne Realisierung des Vorhabens mit der baulichen Situation des Istzustands) sowie
- Planfall 2028 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme (Verkehrsprognose 2030, Bezugsjahr für Emission 2028 mit Realisierung des Vorhabens).

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}) hinsichtlich des Schutzes der Gesundheit. Die Beurteilung der Maßnahme erfolgte im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) in seiner Version 4.1 (UBA, 2019) wurden mit PROKAS die verkehrsbedingten Emissionen für das Bezugsjahr 2020 und 2028 ermittelt. Die nicht motorbedingten PM₁₀- und PM_{2.5}-Emissionen sind ebenfalls im HBEFA4.1 enthalten und werden so verwendet.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte in einem 1. Schritt für den gesamten Planungsabschnitt mit dem Modell PROKAS/PROKAS_B (Beschreibung siehe Anhang A2). In einem zweiten Schritt wurden Detailbetrachtungen mit dem Modell MISKAM für die Nürnberger Straße zwischen Budapester Straße und Münchner Straße für den Prognose-Nullfall und Planfall durchgeführt.

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

Ergebnisse

Stickstoffdioxid (NO₂)

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird den Berechnungsergebnissen zu Folge an der nächstgelegenen Bebauung im Analysefall 2020 überschritten. Diese Überschreitungen werden in der Tharandter Straße zwischen Kesselsdorfer Straße und Schillingstraße, in der Nürnberger Straße zwischen Budapester Straße und Hohe Straße (Kreuzungsbereich), im Bereich zwischen Bernhardstraße und Rugestraße sowie in der Chemnitzer Straße zwischen Nürnberger Straße und Bayreuther Straße (Kreuzungsbereich) berechnet.

Bis zum Bezugsjahr 2028 wird eine Verringerung der Schadstoffbelastungen erwartet. Dies resultiert durch die prognostizierte Abnahme der Emissionsfaktoren auf Grund einer moderneren Fahrzeugflotte gegenüber dem Jahr 2020. Grenzwertüberschreitungen an den Gebäudefassaden werden deshalb weder im Prognose-Nullfall 2028 noch im Planfall 2028 berechnet. Die höchsten NO₂-Jahresmittelwerte werden im Planfall 2028 an der Nürnberger Straße Nr. 43 mit 37 µg/m³ und an der Nr. 30 mit 36 µg/m³ berechnet.

Bei den separat betrachteten Immissionsorten außerhalb der Straßenschluchten werden im Analysefall 2020 und Prognose-Nullfall 2028 ebenfalls keine Überschreitungen des Grenzwertes für den NO₂-Jahresmittelwert berechnet.

Die NO₂-Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert an der Bebauung im Analysefall als leicht erhöhte Konzentrationen bis deutliche Überschreitung und im Planfall und Prognose-Nullfall als leicht erhöhte bis hohe Konzentrationen einzustufen.

*Feinstaub (PM10)**PM10-Jahresmittelwert*

An den betrachteten Straßenschluchten werden maximal $31 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ bei den PROKAS-Berechnungen im Analysefall berechnet. Bei den MISKAM-Rechnungen werden im Prognose-Nullfall 2028 maximal $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Bebauung und im Planfall 2028 maximal $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erwartet.

An den separat betrachteten Immissionsorten außerhalb der Straßenschluchten werden im Analysefall 2020, im Prognose-Nullfall 2028 sowie im Planfall 2028 mit $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die höchsten PM10-Konzentrationen prognostiziert.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Analysefall 2020, im Prognose-Nullfall 2028 und Planfall 2028 somit 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-Stunden-grenzwert für Partikel (PM10) von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definiert, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend den Darstellungen im Kapitel 3 wird angesetzt, dass bei Konzentrationen unterhalb des entsprechenden Schwellenwertes von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) auch der PM10-24 h-Grenzwert sicher eingehalten wird. Der PM10-24 h-Grenzwert ist somit eine strengere Kenngröße als der Jahresmittelgrenzwert (vgl. Kapitel 3).

Die Ergebnisdarstellungen weisen nur im Analysefall 2020 auf mögliche Überschreitungen des PM10-24 h-Grenzwertes hin. Konkret betrifft dies im Analysefall 2020 die Straßenschluchten in der Nürnberger Straße im Bereich zwischen Bernhardstraße und Rugestraße, wo max. $31 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ im Jahresmittel prognostiziert werden.

Im Prognose-Nullfall 2028 werden an den Fassaden max. PM10-Konzentrationen von $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Nürnberger Straße Nr. 43) erwartet. Im Planfall 2028 werden die max. PM10-Konzentrationen von $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Nürnberger Straße Nr. 30 und 43) berechnet. Damit werden im Prognose-Nullfall und Planfall keine Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes prognostiziert.

Feinstaub (PM2.5)

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen sowohl im Analysefall 2020, im Prognose-Nullfall 2028 als auch im Planfall 2028 im Untersuchungsgebiet deutlich unterschritten. In Bezug auf den ab dem Jahr 2015 einzuhaltenden Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind die PM2.5-Immissionen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung als leicht erhöhte bis hohe Konzentrationen einzustufen.

Gesamtbewertung

Unter Berücksichtigung der vorhabenbezogenen Verkehrsdaten des Prognosejahres 2030 und den Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2028 werden keine Überschreitungen der derzeit geltenden Grenzwerte erwartet.

Die vorhabenbezogenen Einflüsse auf die lufthygienische Situation sind gering. An den Südfassaden der Nürnberger Straße sind z. B. häufig leichte Verbesserungen zu erwarten, an den Nordfassaden deutlich unterhalb der Grenzwerte geringe Erhöhungen.

Damit bestehen aus lufthygienischer Sicht keine Bedenken gegen das Vorhaben.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Dresdner Verkehrsbetriebe AG plant zur Beseitigung der verkehrlichen Engpässe und Erhöhung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit den Neubau der Straßenbahn von Löbtau nach Strehlen (Strecke 1) in Dresden.

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

Betrachtet wurden folgende Fälle:

- Analysefall 2020 (baulichen Situation des Istzustands ,Verkehrsdaten 2013-2019, Bezugsjahr für Emission 2020),
- Prognose-Nullfall 2028 (Verkehrsprognose 2030, Bezugsjahr für Emission 2028 ohne Realisierung des Vorhabens mit der baulichen Situation des Istzustands) sowie
- Planfall 2028 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme (Verkehrsprognose 2030, Bezugsjahr für Emission 2028 mit Realisierung des Vorhabens).

Die Beurteilung der Maßnahme soll für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstäube (PM10, PM2.5) im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV für das Jahr 2028, des frühesten Jahres 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, PM_{2.5}) betrachtet.

3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	

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

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

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

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

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

3.3 Berechnungsverfahren PROKAS

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

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung sind im HBEFA 4.1 ebenfalls enthalten und werden so verwendet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2003).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen sowie der typisiert berücksichtigten Lärmschutzbauten 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.

3.4 Berechnungsverfahren MISKAM

Es werden Detailrechnungen mit MISKAM unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017; Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle) durchgeführt. Mit MISKAM werden Windfelder berechnet, die die Umströmung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Gebäudekonfiguration modellieren.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Aktivitätsdaten und Verkehrsmengen werden für das Prognosejahr die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schad-

stoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM₁₀, PM_{2.5}) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung sind im HBEFA 4.1 ebenfalls enthalten und werden so verwendet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2003).

Die Immissionsberechnungen erfolgen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM (Eichhorn, 2014). MISKAM gehört zu den prognostischen Modellen vom Eulertyp. Es besteht aus zwei Teilen, einem Strömungsteil für die Modellierung der Umströmungsverhältnisse der Gebäude und einem Ausbreitungsteil zur Berechnung des Immissionsfeldes. MISKAM iteriert jeweils solange, bis das Strömungs- bzw. Konzentrationsfeld quasi stationär ist. Bei den Berechnungen werden die Hinweise aus Eichhorn (2005) sowie der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017) für prognostische Modelle beachtet. Die Einhaltung des Kriteriums von Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 wurde anhand von Sensitivitätsrechnungen für die Göttinger Straße in Hannover für ein Rechengebiet nachgewiesen, dass zusätzlich zum Untersuchungsgebiet einen Umkreis von ca. 400 m berücksichtigt. Das Rechengebiet ist somit deutlich größer als die Fläche des Untersuchungsgebietes.

Das Rechengebiet wird mit einem nichtäquidistanten Netz überzogen, dessen horizontale Auflösung zwischen 1 m im Zentrum des Untersuchungsgebietes und ca. 10 m am Gebietsrand variiert. Die Höhe des Rechengebietes beträgt 500 m. Es werden 36 Strömungsrechnungen für die Windrichtungen 10° bis 360° sowie anschließend je 36 Ausbreitungsrechnungen für die betrachteten Schadstoffe durchgeführt. Dabei wird jeweils neutrale thermische Schichtung der Atmosphäre angenommen. Im Rahmen der Modellvalidierung hat sich gezeigt, dass die mit MISKAM berechneten Immissionsfelder in sehr guter Näherung mit der Windgeschwindigkeit skalierbar sind. Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass in dicht bebautem Gelände aufgrund der hohen städtischen Rauigkeit genug mechanische Turbulenz erzeugt wird, sodass näherungsweise von einer neutralen Schichtung im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden kann (unabhängig von der großräumigen thermischen Schichtung).

Für jeden Schadstoff werden aus den jeweils 36 Immissionsfeldern mit der Programmoberfläche WinMISKAM (Lohmeyer, 2017) unter Verwendung der Windstatistik, der Emissions-

häufigkeitsverteilung und der Schadstoffhintergrundbelastung flächendeckend die Jahresmittelwerte als Gesamtbelastung berechnet.

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

3.5 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

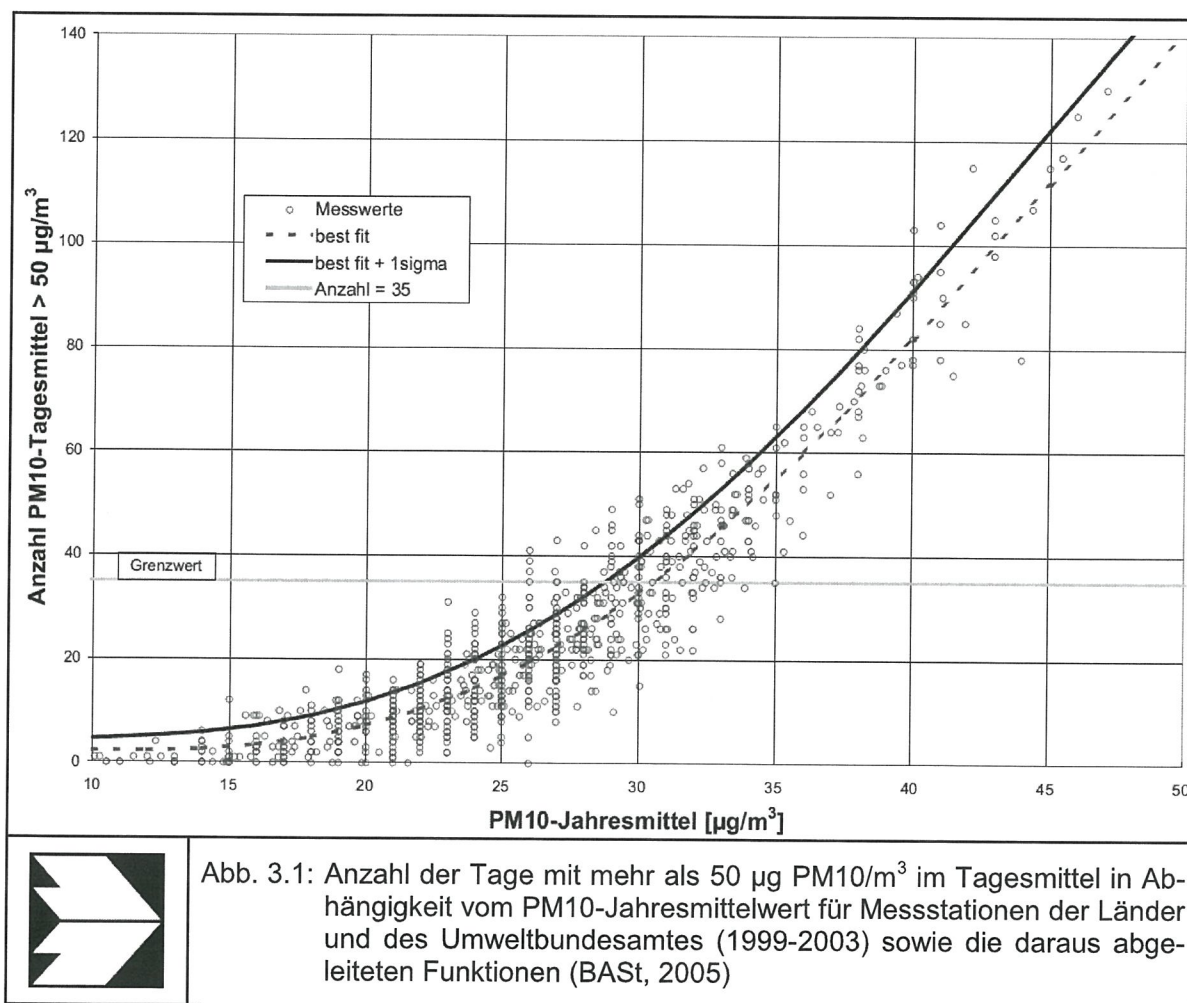
Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der Jahresmittelwert 54 µg/m³ (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von 50 µg/m³ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m³ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BASt, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. 40 µg/m³ einen nahezu identischen Verlauf wie der o. g. „best fit“ nach BASt (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von 31 µg/m³ erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BASt (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen

Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 PM10-24 h-Grenzwertes lässt sich die folgende differenzierte Bewertung in Hinblick auf das Eintreten von Überschreitungen ableiten:

PM10-Jahresmittel

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

Überschreitung PM10-Tagesmittel

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

4 EINGANGSDATEN

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

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

- Technische Planung in Form von Lage- und Höhenplänen (Stand 2019-07-02; EIBS, 2019b und c)
- Verkehrsbelegungsdaten (Verkehrsprognose 2030 Stand 07.10.2019, 21.01.2020)
- Busbelegungszahlen (für Prognose 2030 Stand 26.10.2016)
- Tempolimits für Streckenabschnitte
- Lage und Höhen von Lärmschutzanlagen

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt in unmittelbarer Nähe des Stadtzentrums von Dresden. Der Bauabschnitt erstreckt sich von der Kreuzung Kesselsdorfer Straße/Tharandter Straße/Löbtauer Straße/Freiberger Straße bis in Höhe Kreuzung Nürnberger Straße/Hübner Straße. In diesem Abschnitt wird der Neubau der Stadtbahn geplant, die zu meist in Mittellage verläuft. Lediglich im Bereich zwischen Höhe Fabrikstraße und Freiberger Straße werden die beiden Gleise neben der stadtauswärtigen Fahrbahn geführt. Dabei wird die Trasse über die Nossener Brücke geplant, so dass sich bei einigen Gebäuden die oberen Etagen in Brückenhöhe der Nossener Brücke befinden. Im Bereich der Nürnberger Straße zwischen Chemnitzer Straße/Budapester Straße und Hübnerstraße ist ein- bis beidseitige Wohnbebauung vorhanden.

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 der Planfall ist rot dargestellt. Zusätzlich wurden im Bereich der Nürnberger Straße zwischen Budapester Straße und Münchner Straße Detailrechnungen mit

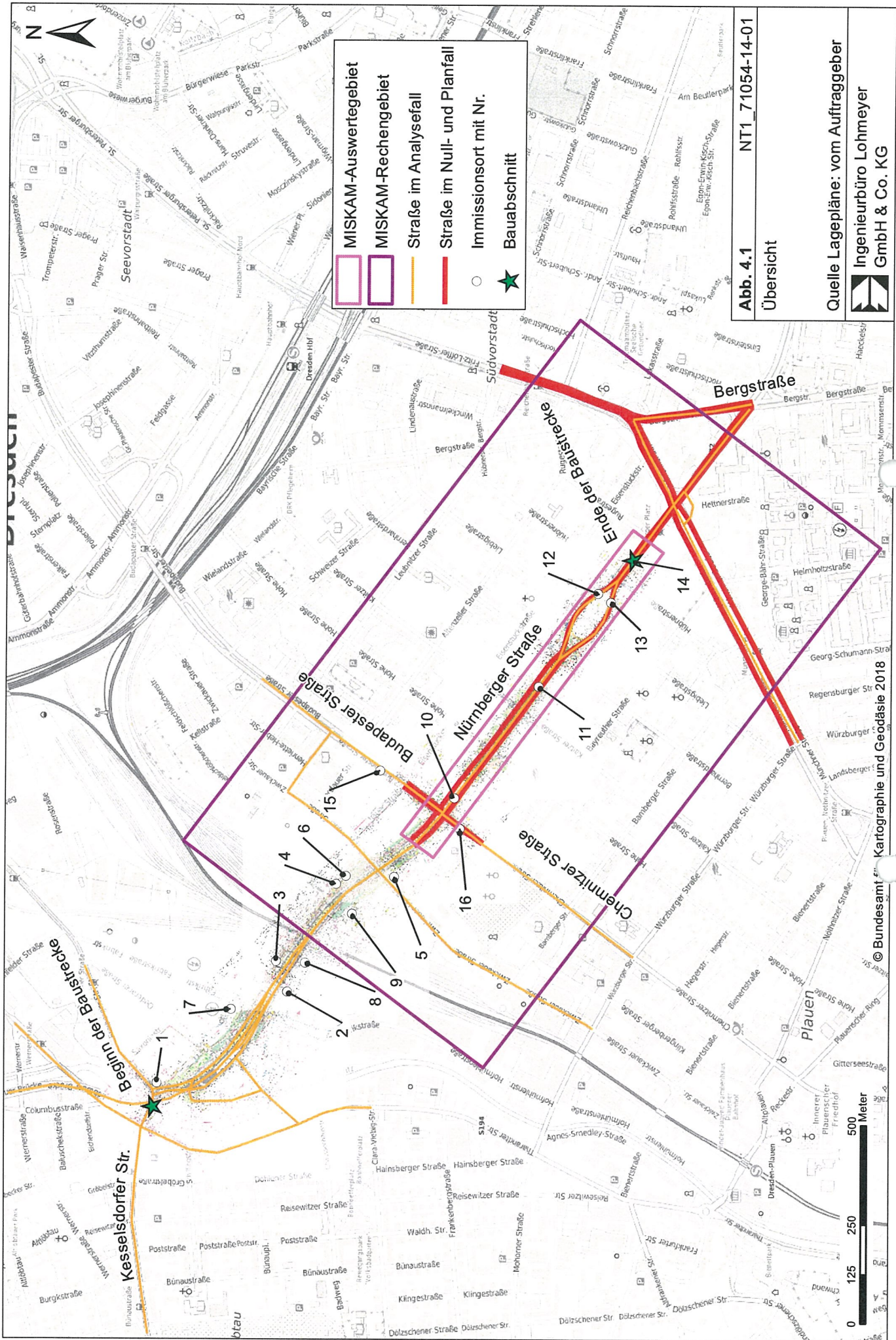


Abb. 4.1 NT1_71054-14-01

Übersicht

Quelle Lagepläne: vom Auftraggeber

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

MISKAM durchgeführt. Das MISAKM-Rechengebiet sowie das MISKAM-Auswerteggebiet sind ebenfalls in oben genannter Abbildung gekennzeichnet.

In den betrachteten Berechnungsfällen werden nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an Werktagen (DTV_W) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Die Emissionen von Straßenabschnitten mit geringerer Verkehrsbelegung werden über die Hintergrundbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5). Die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet weisen zum Teil lockere bis dichte einseitige oder zweiseitige Bebauung auf (Abschnitt 4.3)

4.2 Verkehrsdaten für PROKAS (Screeningberechnung)

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 wurden entsprechend der Verkehrsprognose 2030 (Landeshauptstadt Dresden, 2019a, 2020a) für den Prognose-Nullfall und Planfall angesetzt und sind im Anhang A4 für Prognose-Nullfall 2030 und Planfall 2030 für die PROKAS-Rechnungen aufgeführt. Die querenden Straßen der Nürnberger Straße, die eine Verkehrsbelegung <5 000 Kfz/24h aufweisen, wurden nicht berücksichtigt.

Die Verkehrsbelegungen für den Analysefall beruhen auf Verkehrserhebungen in Dresden und aus den Jahren 2013 bis 2019 und wurden von dem Auftraggeber (EIBS, 2019a; Landeshauptstadt Dresden, 2019b, 2020b) zu Verfügung gestellt. Sie sind ebenfalls im Anhang A4 für den Analysefall 2020 dargestellt.

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

Folgende in der Verkehrsprognose (Landeshauptstadt Dresden, 2019a) zur Verfügung gestellten Umrechnungsfaktoren wurden dabei verwendet:

$$DTV_{LV, Mo-So} = DTV_{LV, Mo-Fr} \times 0.87$$

$$DTV_{SV, Mo-So} = DTV_{SV, Mo-Fr} \times 0.75.$$

Des Weiteren wurden entsprechend den Angaben der Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG, 2016) die Linienbus-Belegungen dem Schwerverkehr bzw. dem DTV auf den jeweiligen Straßenabschnitten für den Prognose-Nullfall und Planfall hinzugerechnet. In den Analysezahlen sind die Linienbus-Belegungen bereits enthalten und wurden entsprechend den Angaben der Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB AG, 2019a) zurückgerechnet, um die Linienbusse bei der Emissionsbestimmung separat berücksichtigen zu können.

Die oben beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten für das Jahr 2030 werden hier unverändert auf das Prognosejahr 2028 angewendet, was einer konservativen Vorgehensweise entspricht, da somit eine Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren für die Prognose entsteht.

4.3 Verkehrsdaten für MISKAM-Detailrechnungen

Für die Berechnungen mit MISKAM wurden die Verkehrsbelegungen im Bereich der Nürnberger Straße zwischen Nossener Brücke und Fritz-Forster-Platz entsprechend der Verkehrsprognose 2030 (Landeshauptstadt Dresden, 2019a, 2020a) richtungsgetrent aufgeteilt.

Es wurden die gleichen Umrechnungsfaktoren von den DTV_{Mo-Fr} -Werten auf DTV_{Mo-So} -Werte wie bei den Screeningberechnungen (siehe Abschnitt 4.2) verwendet.

4.4 Bebauungs- und Lärmschutzsituation

Bei der Ausbreitung der verkehrsbedingten Emissionen spielen die baulichen Gegebenheiten der Straße eine wesentliche Rolle. Bei einer vorliegenden dichten Randbebauung an einem Straßenabschnitt wird diese bei der Ausbreitungsrechnung mit PROKAS über so genannte Bebauungstypen berücksichtigt. In die Bestimmung der Bebauungstypen gehen das Verhältnis Gebäudehöhe zu Straßenschluchtbreite, der Lückenanteil, die Schluchtbreite sowie die 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 in PROKAS verwendeten Bebauungstypen sind für den Analysefall in **Abb. 4.2**, für den Prognose-Nullfall in **Abb. 4.3** und für den Planfall 2028 in **Abb. 4.4** dargestellt. In den Abbildungen **Abb. 4.3** und **Abb. 4.4** werden für die Bereiche des MISKAM-Gebietes keine Bebauungstypen aufgeführt, da dort die Detailberechnungen mit MISKAM erfolgten.

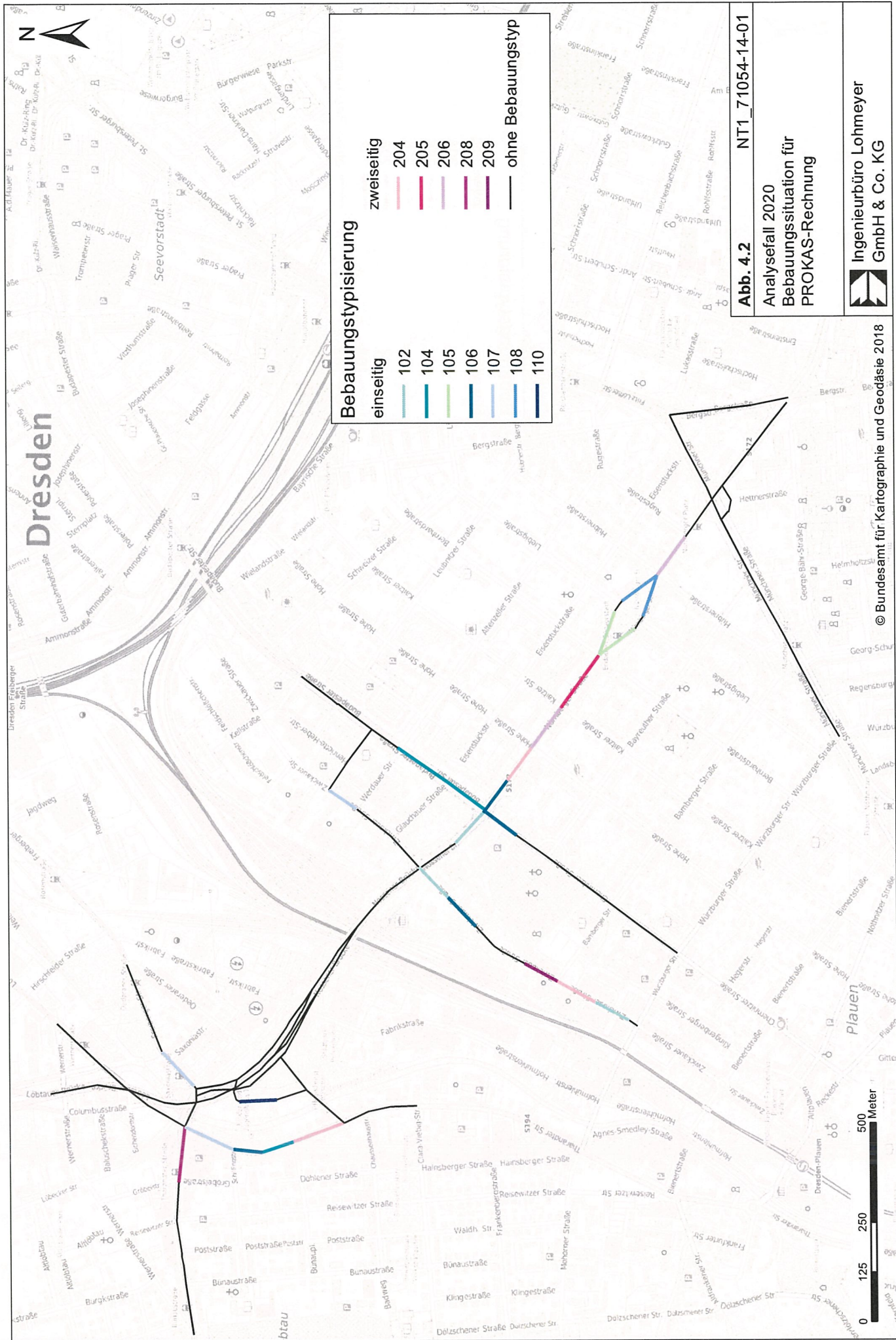


Abb. 4.2 NT1_71054-14-01

Analysefall 2020
Bebauungssituation für
PROKAS-Rechnung

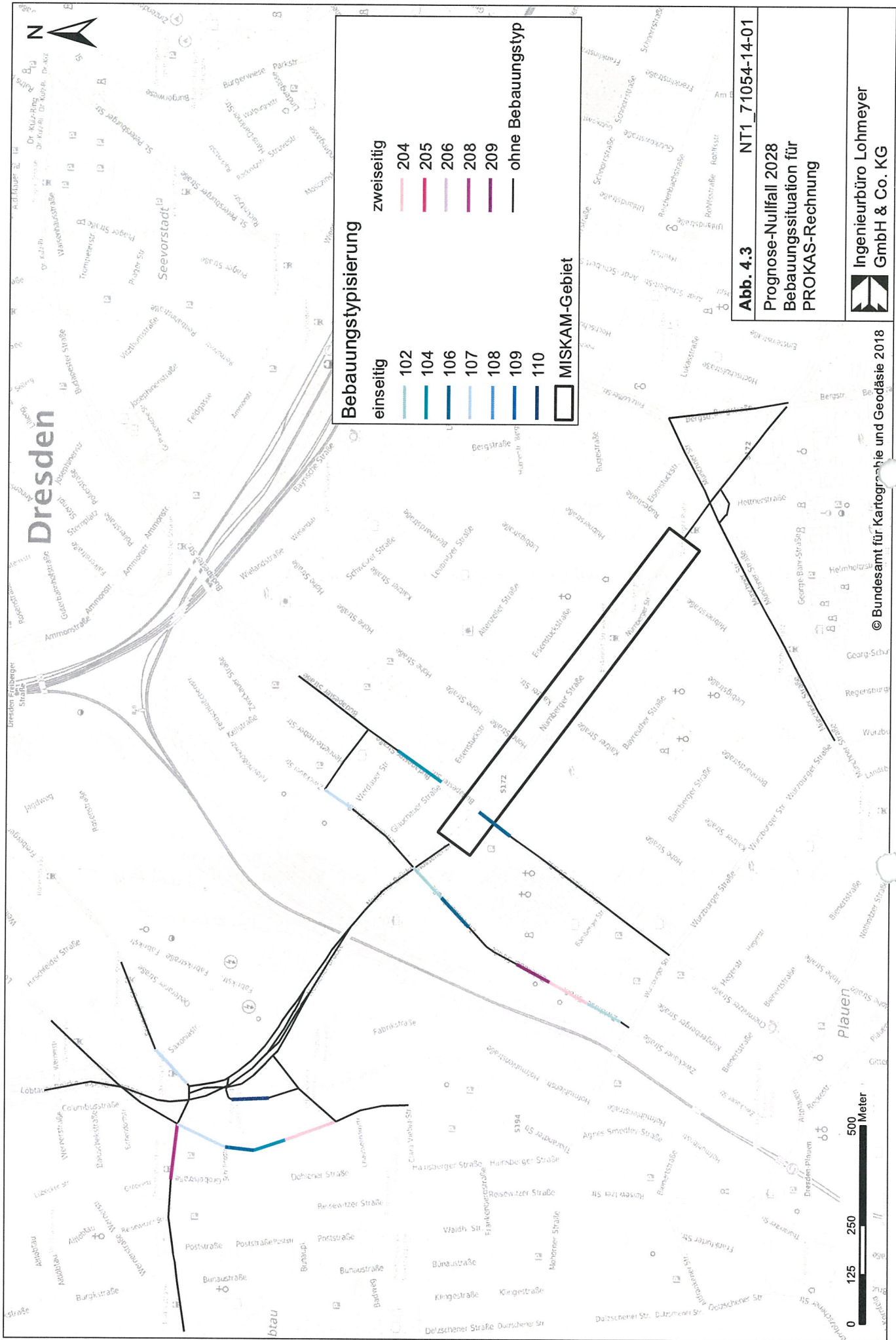
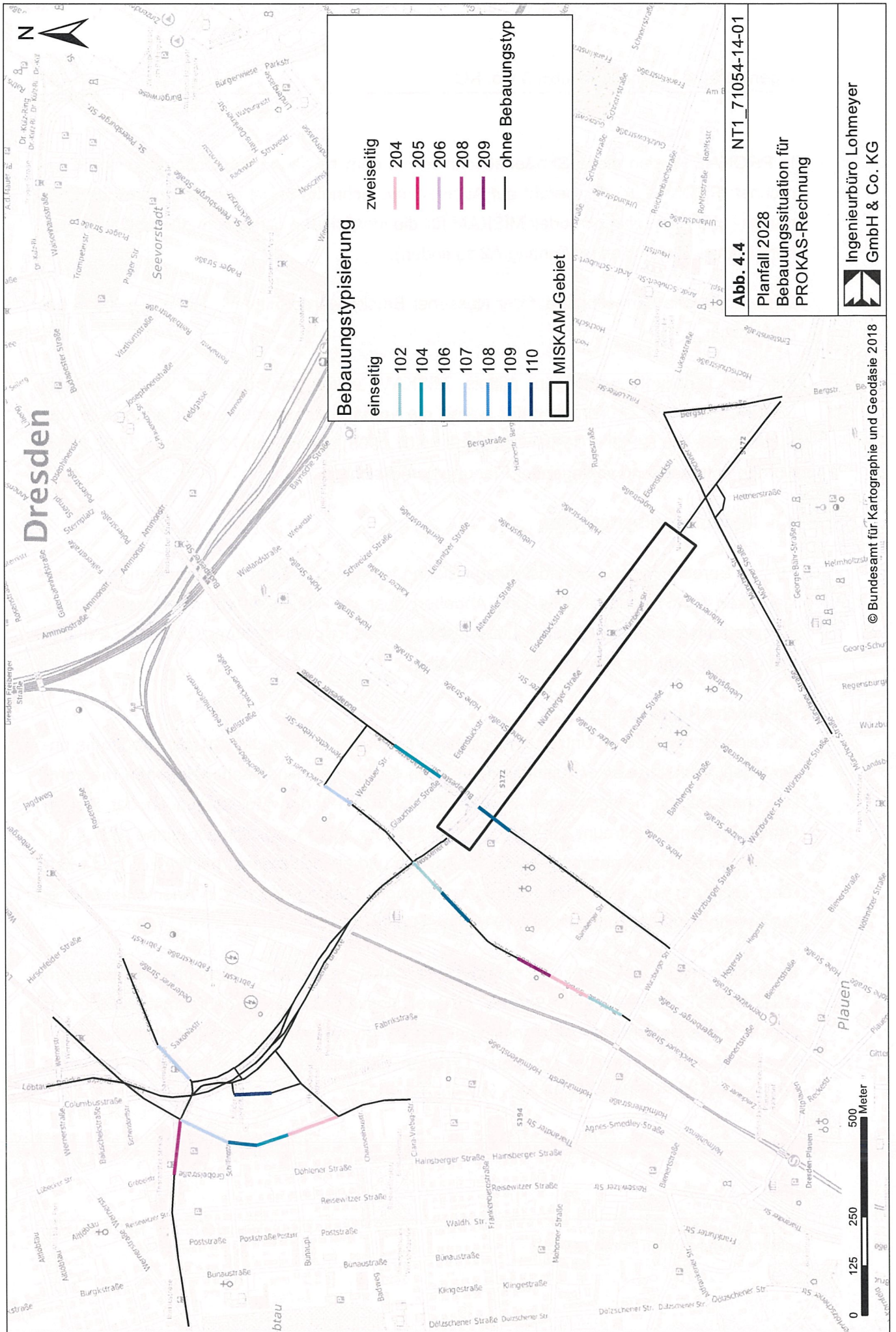


Abb. 4.3 NT1_71054-14-01

Prognose-Nullfall 2028
Bebauungssituation für
PROKAS-Rechnung

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2018



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).

Der vorhandene Lärmschutz auf der Nossener Brücke wurde mit einer Höhe von 3.5 m berücksichtigt.

Für die Detailuntersuchungen mittels MISKAM wurde ein digitales Gebäudemodell (**Abb. 4.5**) erstellt. Grundlage dafür waren die vorhabenbezogenen Lagepläne sowie das Stadtmodell. Die B-Pläne B-Plan 72 (Stand 05.01.1998) und B-Plan 72.1 (Stand 27.08.2001) wurden entsprechend vorliegender Planung berücksichtigt.

4.5 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.

Räumliche Repräsentanz

Da keine Messungen im Untersuchungsgebiet existieren, welche die von der Topografie ungestörten Verhältnisse repräsentieren, müssen Messdaten einer nahegelegenen meteorologischen Station herangezogen werden. Für Dresden liegen Messungen an der Station Großer Garten im Zeitraum Juli 1993 bis Juni 1994 ca. 4 km südöstlich vor (siehe **Abb. 4.6**). Sie weisen ein Hauptmaximum bei Südostwinden und ein sekundäres bei Winden aus westlicher Richtung auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2.2 m/s in Anemometerhöhe. Die Anemometermesshöhe liegt in 10 m über Grund.

Weiterhin liegen für Dresden synthetische AKS aus dem Fachinformationssystem METEOKART des LfULG vor, um die Ausbreitungsverhältnisse im Jahresmittel wieder zu geben. Diese basieren auf prognostischen Windfeldberechnungen unter Einbeziehung der Topografie u. a. auch für den Großraum Dresden. Für das hier zu betrachtende B-Plangebiet wird dort die AKS entsprechend **Abb. 4.7** ausgewiesen.



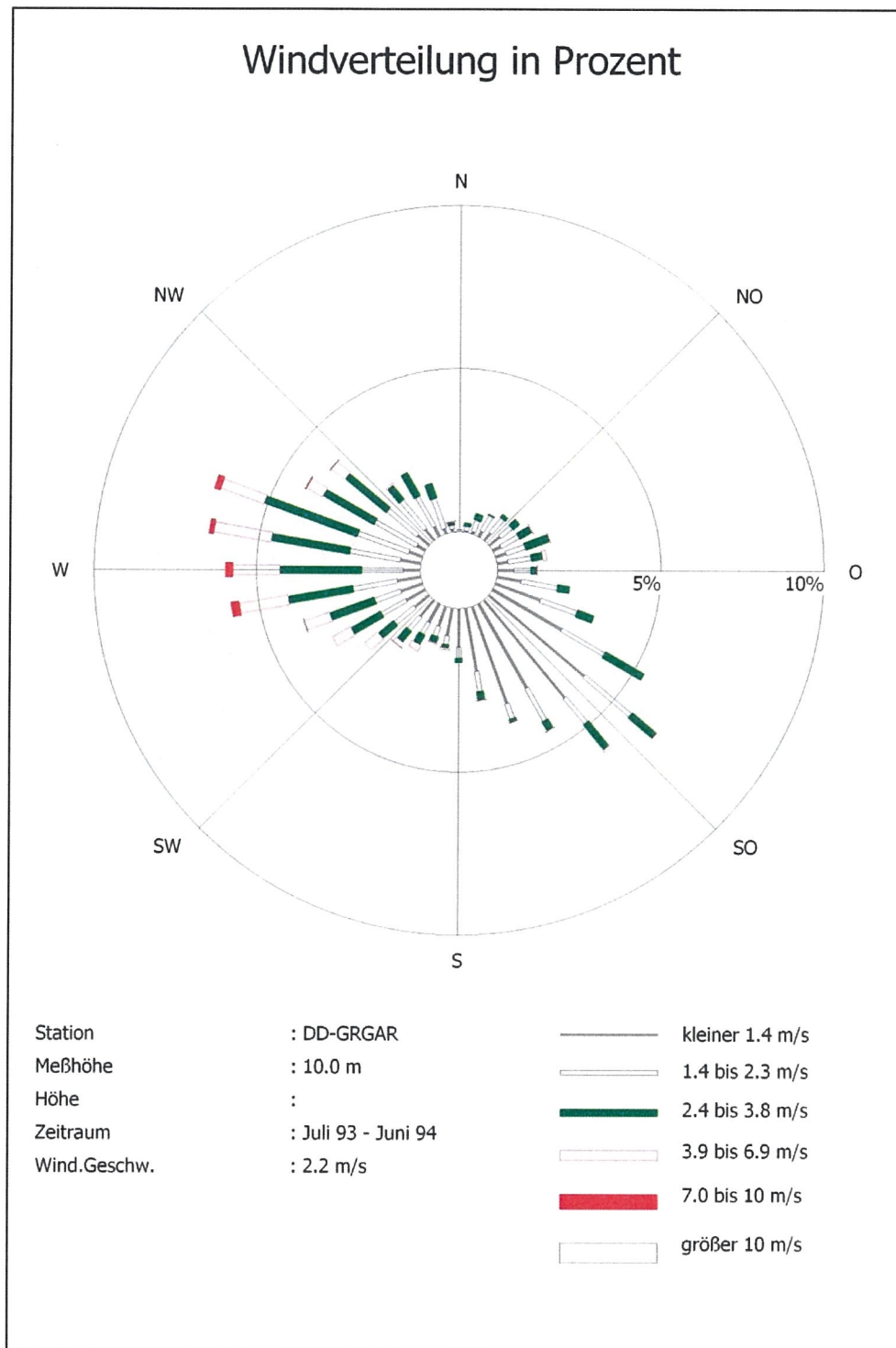


Abb. 4.6: Windklassenstatistik der Station Großer Garten 1993-1994

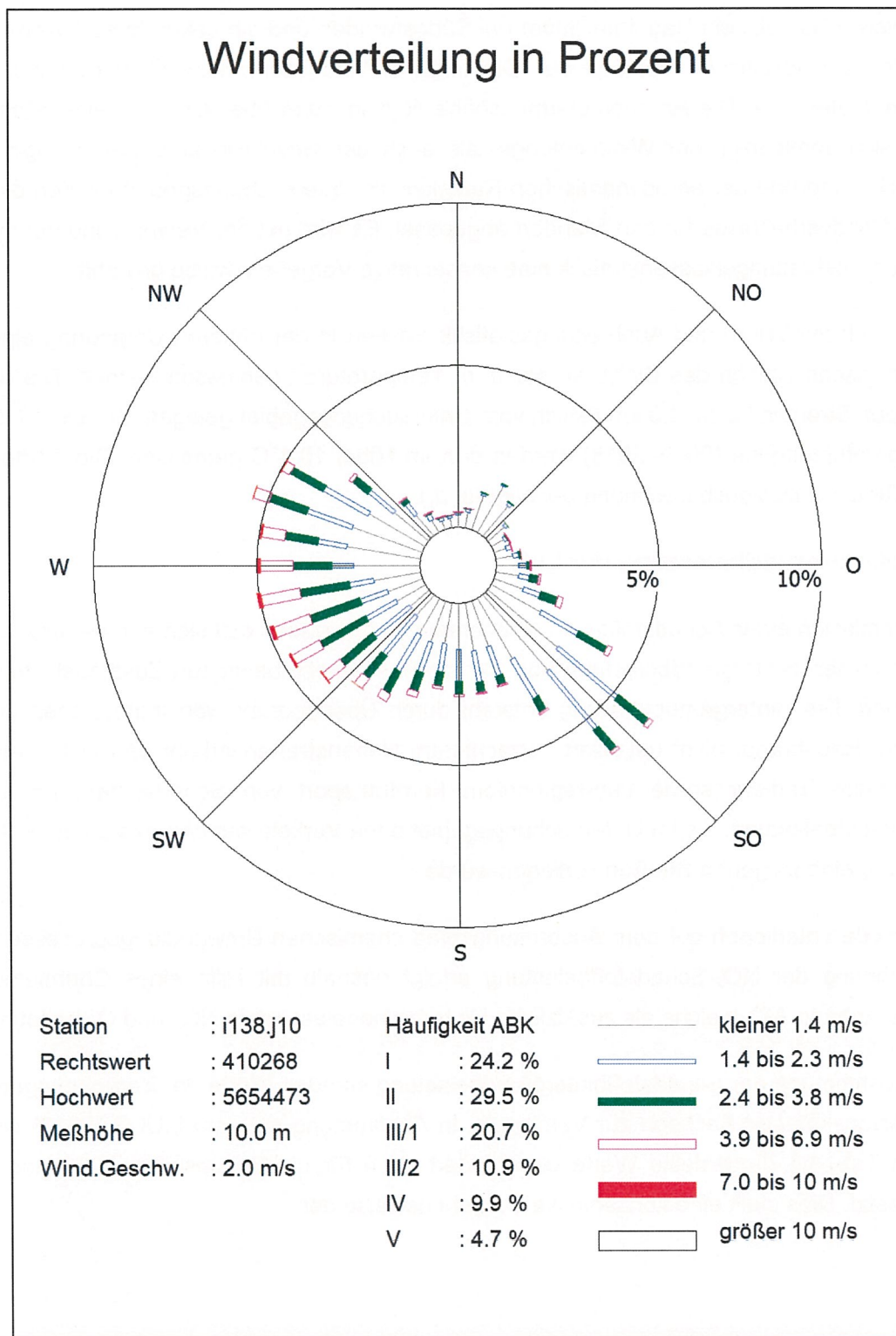


Abb. 4.7: Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik im Untersuchungsgebiet aus METEOKART des LfULG, eigene Darstellung

Sie weist ebenfalls ein Hauptmaximum bei Südostwinden und ein sekundäres Maximum bei Winden aus westlicher Richtung auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2.0 m/s in Anemometerhöhe. Die Anemometermesshöhe liegt in 10 m über Grund. Beide Statistiken sind sich somit bzgl. der Windrichtungs- als auch der Geschwindigkeitsverteilungen sehr ähnlich. Aufgrund der aerodynamischen Rauigkeit im Untersuchungsgebiet werden die mittleren Windverhältnisse für den Standort angepasst. Es wird mit der Verwendung der synthetischen Ausbreitungsklassenstatistik eine konservative Vorgehensweise gewählt.

Zusätzlich zur Wind- und Ausbreitungsstatistik existiert in der näheren Umgebung eine meteorologische Station des DWD, an der u. a. Temperaturen gemessen werden. Die Station Dresden Strehlen ist ca. 4.3 km östlich vom Untersuchungsgebiet gelegen. Für die 10-jährige Temperaturzeitreihe (2009–2018) werden dort im Mittel 10.4°C gemessen. Die Temperatur wird für die Emissionsberechnung benötigt (s. u.).

4.6 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 Berechnungen zum Immissionskataster Sachsen zur Verfügung. In Abstimmung mit dem LfULG (2019) werden die in **Tab. 4.1** dargestellte Werte unverändert auch für die Bezugsjahre 2020 und 2028 angesetzt. Dies stellt eine konservative Vorgehensweise dar.

Schadstoff	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	22
NO _x	33
O ₃	47
PM10	21
PM2.5	16

Tab. 4.1: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2020 und 2028

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 (LNF) 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, PM2.5) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2003; Kfz-Emissionsbestimmung).

Aus fachlicher Sicht ist zu empfehlen, das Jahr der möglichen Inbetriebnahme der geplanten Trasse 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 wird der Prognose-Nullfall und Planfall deshalb mit Prognose-Nullfall und Planfall 2028 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 4.1 (UBA, 2019) berechnet. Folgende neuere Erkenntnisse sind dort berücksichtigt:

- Anpassungen der Emissionsfaktoren für Fahrzeugkategorien (Pkw, Lkw, Busse etc.), u.a. mit Erhöhung der NO_x-Emissionen der Diesel-Pkw (Euro 1–Euro 6ab)
- Anpassung der Behandlung der Umgebungstemperatur bei Diesel-Pkw
- Erstmalige umgebungstemperaturabhängige Stickoxid-Emissionsfaktoren für leichte Nutzfahrzeuge (LNF)
- Aktualisierung der für die einzelnen Verkehrssituationen hinterlegten Fahrkurven, u.a. mit neuer Verkehrssituation von Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen
- Ergänzung der Verkehrszustände (Level-of-Service, LOS) durch Stop&Go2
- Aktualisierung der Flottenzusammensetzung und erstmalig die Berücksichtigung von alternativen Antriebskonzepten (Gas-, Elektro-, Hybrid-Antriebe)

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, LNF, Lkw und Bussen im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z. B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) 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 2028 dem HBEFA (UBA, 2019) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Für das Prognosejahr 2028 wurde zudem in Abstimmung mit der DVB AG (2019b) angesetzt, dass 45 % aller Busse lokal keine Emissionen aufweisen und die übrigen 55 % der Busse mit Emissionsstandard EURO 6 fahren werden.

Für den Analysefall 2020 wurde mit einer regional angepassten Fahrzeugflotte gerechnet. Zudem wurde entsprechend der Angaben der DVB AG (2019c) die Busflotte für 2019 angesetzt, wobei hier berücksichtigt wurde, dass 94 % der Busse Euro 5 oder Euro 6 aufweisen. Fünf Prozent der Busse verfügen noch über die Abgasnorm Euro 3 mit Partikelfilter und ein Prozent der Busse besitzen Euro 4 Standard.

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 LNF wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

IOS-FernC50d	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-FernC50g	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-FernC50s	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-FernC60d	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
IOS-FernC60s	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 60 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS30g	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-HVS30s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS50d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-Sam50d	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-Sam50s	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr.

5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervor-

gerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA4.1 enthalten und werden so verwendet.

Auf Grundlage der o. a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM10- und PM2.5-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

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

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 2020, Prognose-Nullfall bzw. Planfall 2028 in **Abb. 5.1**, **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) und Längsneigung. Die Verkehrssituation wird durch die Farbe der Signatur wiedergegeben und die Strichstärke zeigt die Längsneigung an. Demzufolge bedeutet eine fett gezeichnete, blaufarbene Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1** bis **Abb. 5.3**) eine Verkehrssituation IOS-HVS50 mit dichtem Verkehr und einer Längsneigung >0 %.

Zusätzlich werden Stauanteile dargestellt, welche im Nahbereich von Kreuzungen bzw. Lichtsignalanlagen den gestörten Verkehrsfluss gesondert berücksichtigen. Diese stellen den Anteil der jeweiligen Stau-Verkehrssituation, z. B. IOS-HVS50s zur verwendeten regulären Verkehrssituationen (IOS-HVS50d) **Tab. 5.1** oder **Tab. 5.2** dar.

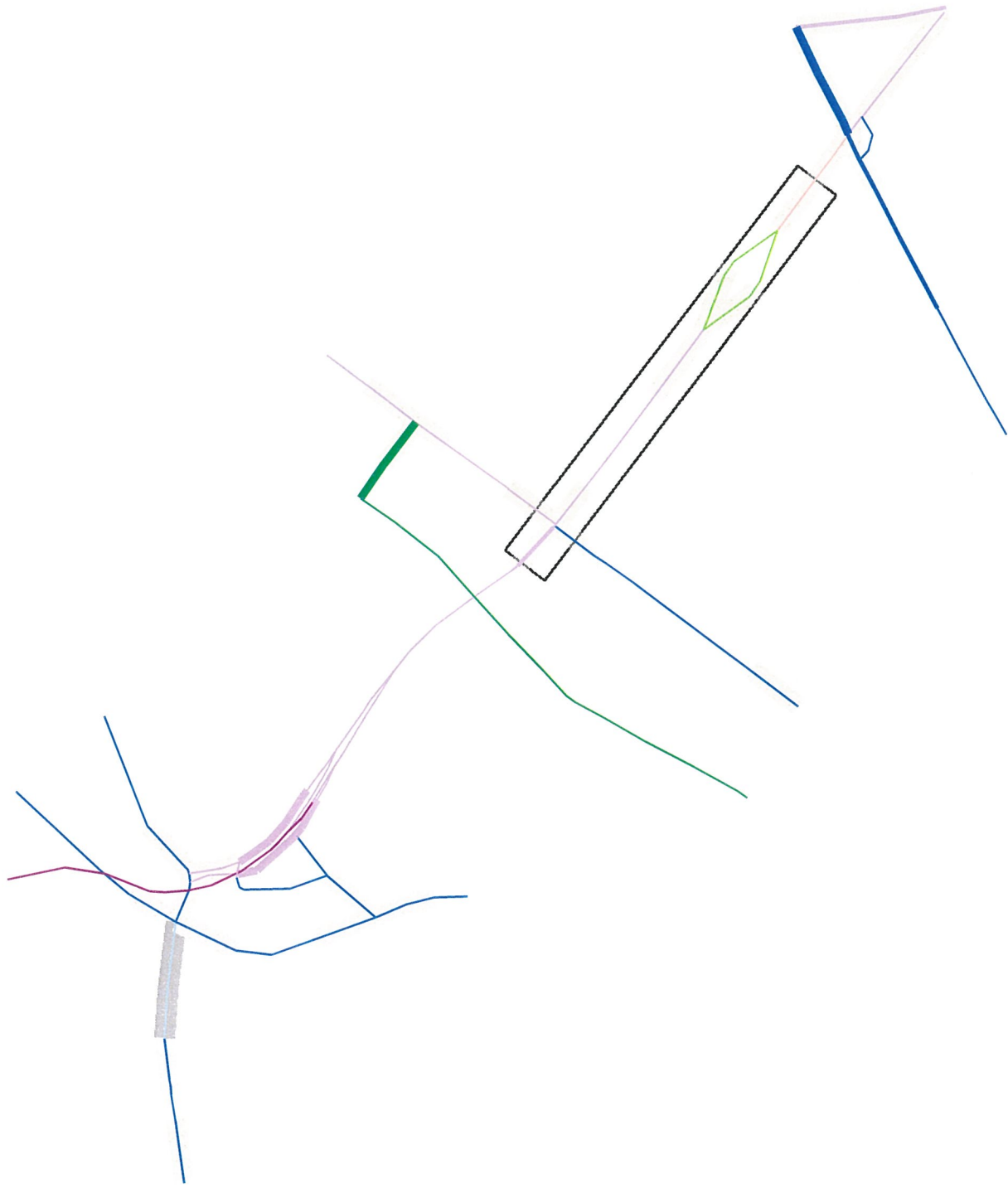
Hinweis: Die im HBEFA aufgeführten Verkehrssituationen repräsentieren lange Straßenabschnitte, worin die Beschleunigungsvorgänge, z. B. beim Anfahren an Lichtsignalanlagen, nur einen geringen Anteil besitzen. Kreuzungsbereiche können innerhalb der Kategorie „Hauptverkehrsstraße“ durch das HBEFA nicht direkt abgebildet werden.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in mg/km											
Verkehrssituation	Längsneigung	NO ₂ (direkt)		NO _x		Partikel PM10 (nur Abgas)		Partikel PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		Partikel PM2.5 (nur Abgas)		Partikel PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-FernC50d	±0 %	107	479	348	2 554	7.0	31.3	32	350	7.0	31.3	15	68
IOS-FernC50d	±2 %	110	524	356	2 663	7.0	31.6	32	350	7.0	31.6	15	68
IOS-FernC50d	+4 %	185	507	585	2 842	8.7	47.4	32	350	8.7	47.4	15	68
IOS-FernC50d	-4 %	61	386	203	1 871	5.7	16.4	32	350	5.7	16.4	15	68
IOS-FernC50g	±0 %	135	769	437	4 064	8.1	41.5	39	700	8.1	41.5	15	68
IOS-FernC50s	±0 %	169	1 369	543	6 920	9.5	74.5	44	1 200	9.5	74.5	15	68
IOS-FernC50s	±2 %	172	1 445	551	7 190	9.5	74.1	44	1 200	9.5	74.1	15	68
IOS-FernC60d	±0 %	98	384	318	2 067	6.5	27.0	32	350	6.5	27.0	14	66
IOS-HVS30g	±0 %	142	1 208	471	6 110	9.2	57.4	39	700	9.2	57.4	15	68
IOS-HVS30s	±0 %	177	1 901	581	9 507	10.6	87.0	44	1 200	10.6	87.0	15	68
IOS-HVS50d	±0 %	128	518	423	2 844	7.6	34.4	32	358	7.6	34.4	15	68
IOS-HVS50d	±2 %	134	492	440	2 643	7.8	34.8	32	358	7.8	34.8	15	68
IOS-HVS50d	±4 %	145	431	474	2 340	8.0	35.5	32	358	8.0	35.5	15	68
IOS-HVS50s	±0 %	170	1 388	558	7 038	9.8	74.6	44	1 200	9.8	74.6	15	68
IOS-HVS50s	±2 %	173	1 373	567	6 959	9.8	74.1	44	1 200	9.8	74.1	15	68
IOS-HVS50s	±4 %	183	1 336	595	6 743	10.0	74.7	44	1 200	10.0	74.7	15	68
IOS-Sam50d	±0 %	116	541	396	2 957	7.5	34.5	32	358	7.5	34.5	15	68
IOS-Sam50d	±4 %	138	439	462	2 384	7.9	36.0	32	358	7.9	36.0	15	68
IOS-Sam50s	±4 %	183	1 335	607	6 742	10.2	74.7	44	1 200	10.2	74.7	15	68

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2020

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in mg/km											
Verkehrs- situation	Längs- neigung	NO ₂ (direkt)		NO _x		Partikel PM10 (nur Abgas)		Partikel PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		Partikel PM2.5 (nur Abgas)		Partikel PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-FernC50d	±0 %	46	468	156	1 827	4,5	16,3	32	350	4,5	16,3	15	68
IOS-FernC50d	±2 %	48	555	160	2 129	4,5	16,1	32	350	4,5	16,1	15	68
IOS-FernC50d	+2 %	61	392	202	1 552	4,9	20,9	32	350	4,9	20,9	15	68
IOS-FernC50d	+4 %	79	383	258	1 554	5,5	23,4	32	350	5,5	23,4	15	68
IOS-FernC50d	-2 %	34	719	118	2 707	4,1	11,4	32	350	4,1	11,4	15	68
IOS-FernC50d	-4 %	27	462	94	1 739	3,9	7,9	32	350	3,9	7,9	15	68
IOS-FernC50g	±0 %	58	812	194	3 146	5,1	22,0	39	700	5,1	22,0	16	68
IOS-FernC50s	±0 %	72	1 485	238	5 678	5,5	44,6	44	1 200	5,5	44,6	16	68
IOS-FernC50s	±2 %	73	1 602	242	6 093	5,6	44,1	44	1 200	5,6	44,1	16	68
IOS-FernC50s	+2 %	85	1 359	281	5 237	5,9	50,6	44	1 200	5,9	50,6	16	68
IOS-FernC50s	+4 %	101	1 331	332	5 154	6,3	57,3	44	1 200	6,3	57,3	16	68
IOS-FernC50s	-2 %	61	1 845	204	6 948	5,3	37,5	44	1 200	5,3	37,5	16	68
IOS-FernC50s	-4 %	53	1 761	177	6 604	5,0	31,1	44	1 200	5,0	31,1	16	68
IOS-FernC60d	±0 %	42	356	142	1 398	4,3	14,3	32	350	4,3	14,3	14	66
IOS-FernC60d	±2 %	44	408	149	1 577	4,3	13,2	32	350	4,3	13,2	14	66
IOS-FernC60d	+2 %	58	296	193	1 193	4,7	18,2	32	350	4,7	18,2	14	66
IOS-FernC60d	-2 %	30	519	104	1 960	4,0	8,1	32	350	4,0	8,1	14	66
IOS-FernC60s	±0 %	72	1 508	238	5 754	5,5	44,7	44	1 200	5,5	44,7	16	68
IOS-FernC60s	±2 %	73	1 672	242	6 342	5,6	44,4	44	1 200	5,6	44,4	16	68
IOS-FernC60s	+2 %	85	1 308	281	5 042	5,9	50,9	44	1 200	5,9	50,9	16	68
IOS-FernC60s	-2 %	61	2 037	204	7 642	5,3	37,9	44	1 200	5,3	37,9	16	68
IOS-HVS30g	±0 %	62	1 338	216	5 102	5,4	31,8	39	700	5,4	31,8	16	68
IOS-HVS30s	±0 %	76	2 127	263	8 084	6,1	50,3	44	1 200	6,1	50,3	16	68
IOS-HVS50d	±0 %	56	487	197	1 923	5,0	17,5	32	358	5,0	17,5	16	68
IOS-HVS50d	±2 %	59	454	204	1 783	5,1	17,5	32	358	5,1	17,5	16	68
IOS-HVS50d	±4 %	64	358	220	1 420	5,2	17,4	32	358	5,2	17,4	16	68
IOS-HVS50s	±0 %	73	1 518	254	5 804	5,7	44,8	44	1 200	5,7	44,8	16	68
IOS-HVS50s	±2 %	74	1 495	258	5 716	5,7	44,0	44	1 200	5,7	44,0	16	68
IOS-HVS50s	±4 %	78	1 442	270	5 510	5,8	44,1	44	1 200	5,8	44,1	16	68
IOS-Sam50d	±0 %	51	517	191	2 034	4,8	17,3	32	358	4,8	17,3	16	68
IOS-Sam50d	±4 %	61	368	220	1 458	5,0	17,5	32	358	5,0	17,5	16	68
IOS-Sam50s		79	1 442	281	5 510	5,9	44,2	44	1 200	5,9	44,2	16	68

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2028

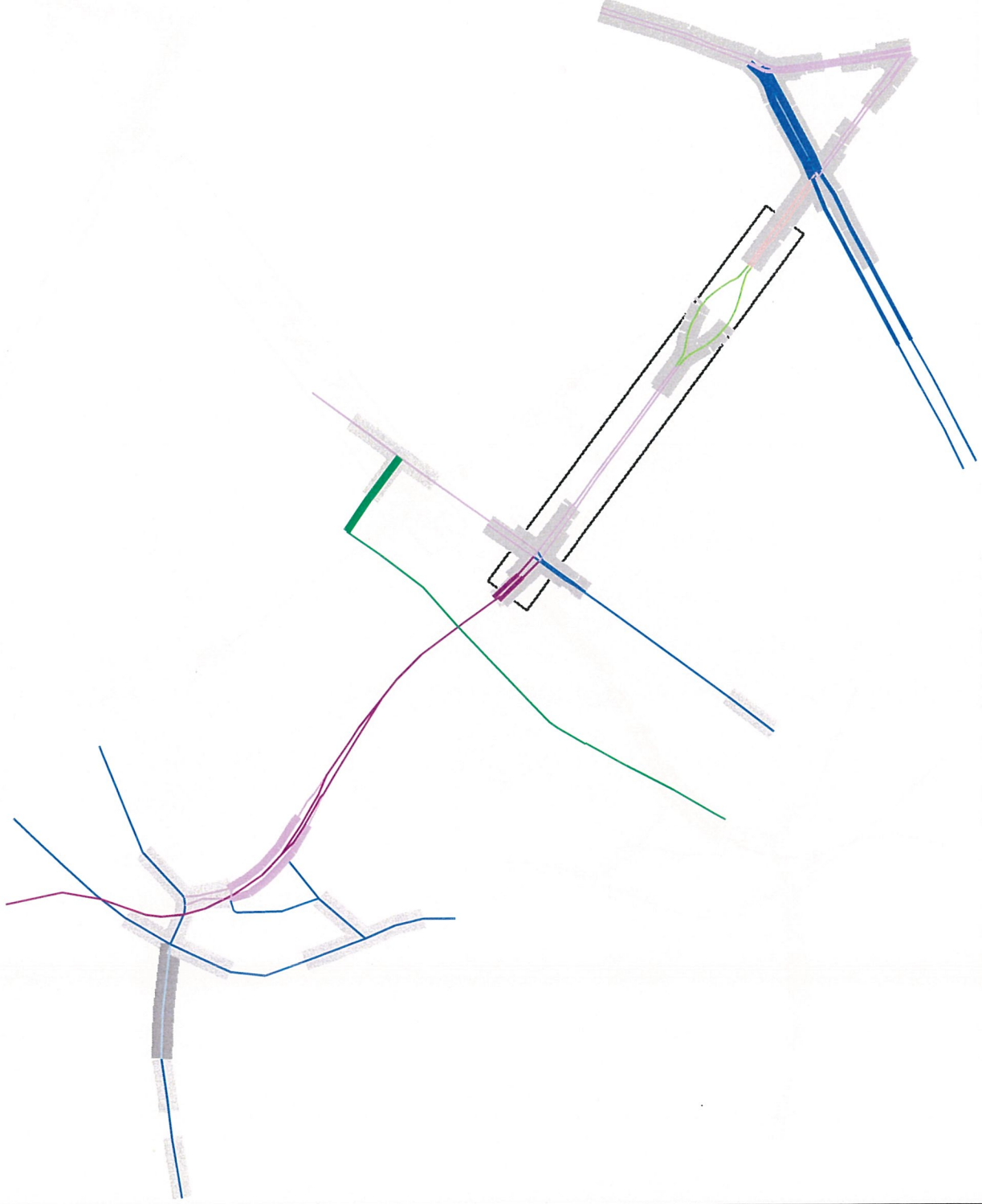


- Verkehrssituation**
- IOS-FemC60d
 - IOS-FemC50d
 - IOS-FemC50g
 - IOS-HVS50d
 - IOS-HVS50s
 - IOS-Sam50d
 - IOS-HVS30g
- Längsneigung**
- $\pm 0 \%$
 - $\pm 2 \%$
 - $\pm 4 \%$
- Stant**
- 20 %
 - 100 %
- MISKAM-Auswertgebiet**
-

Abb. 5.1 NT1_71054-14-01

Analysefall 2020
Verkehrssituation



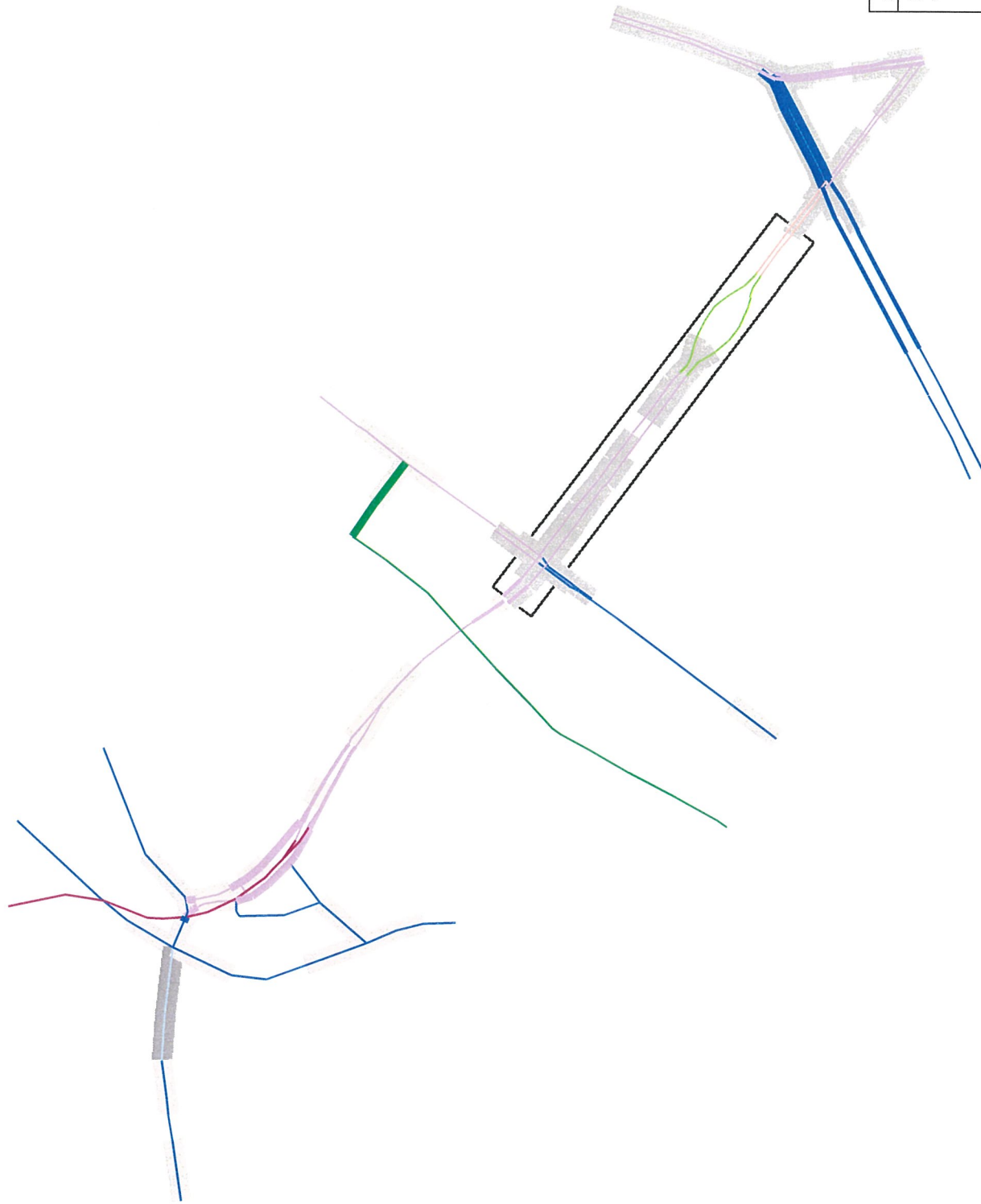


Verkehrssituation	
—	IOS-FemC60d
—	IOS-FemC50d
—	IOS-FemC50g
—	IOS-HVS50d
—	IOS-HVS50s
—	IOS-Sam50d
—	IOS-HVS30g
Längsneigung	
—	±0 %
—	±2 %
—	±4 %
Stant	
	20 %
	100 %
	MISKAM-Auswertgebiet

Abb. 5.2 NT1_71054-14-01

Prognose-Nullfall 2028
Verkehrssituation





Verkehrssituation	
—	IOS-FemC60d
—	IOS-FemC50d
—	IOS-FemC50g
—	IOS-HVS50d
—	IOS-HVS50s
—	IOS-Sam50d
—	IOS-HVS30g
Längsneigung	
 	±0 %
 	±2 %
 	±4 %
Stauanteil	
	20 %
	100 %
	MISKAM-Auswertgebiet

Abb. 5.3 NT1_71054-14-01

Planfall 2028

Verkehrssituation



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Die dort ausgewiesenen Stauanteile stellen eine Rechengröße zur bestmöglichen Bestimmung der lokalen Emissionen dar.

Die **Tab 5.3** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt der Nürnberger Straße die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten. Darüber hinaus sind die Emissionsdichten von NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ für das Straßennetz jedes Berechnungsfalls, z. T. nach Fahrtrichtung getrennt, im Anhang A3 dargestellt.

DTV [Kfz/24 h]	LKW >3.5 t (ohne Linienbusse) [Kfz/24h]	Linienbusse [Kfz/24h]	Verkehrs- situation	Stop-Go- Anteil[%]	NO _{2, direkt} [mg/(m s)]	NO _x [mg/(m s)]	PM10 [mg/(m s)]	PM2.5 [mg/(m s)]
Analysefall 2020								
23 806	909	381	IOS-FernC50d	20	0.04204	0.15437	0.01930	0.00751
Prognose-Nullfall 2028								
29 559	1 011	402	IOS-FernC50d	20	0.02566	0.09074	0.02175	0.00802
Planfall 2028								
28 348	981	56	IOS-FernC50d	20	0.02472	0.08741	0.01908	0.00747

Tab 5.3: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der Nürnberger Straße zwischen Kaitzer Straße und Bernhardstraße für die PROKAS-Berechnungen

6 IMMISSIONEN

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. An Straßen mit dichter Randbebauung die Konzentrationswerte für die Hausfassaden angegeben.

Die Ergebnisse für die Leitkomponenten NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + verkehrsbedingte Zusatzbelastung) in den jeweiligen Abschnitten dargestellt. Die flächenhafte grafische Darstellung erfolgt 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 wird der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Sofern in diese Stufen besondere Kennwerte fallen, werden diese dargestellt (z. B. beim NO₂-Jahresmittelwert der Grenzwert von 40 µg/m³).

Zusätzlich werden für ausgewählte, repräsentative Immissionsorte (IO) die berechneten Luftschadstoffbelastungen separat ausgewiesen. Sie stellen sensible Nutzungen (Wohnbebauung) im Untersuchungsgebiet dar und sind in den **Tab. 6.1** bis **Tab. 6.6** aufgeführt.

Nr.	Immissionsort (Nutzung)	NO ₂ -I1 [µg/m ³]		
		AF 2020	Prog.-NF 2028	PF 2028
IO 1	Wohnbebauung Ebertplatz 1	30	26	26
IO 2	Gewerbe Fabrikstraße Gebäude B1	27	24	25
IO 3	Gewerbe Fabrikstraße Gebäude	30	26	28
IO 4	Gewerbe DB	32	27	28
IO 5	Gewerbe Zwickauer Straße 37	29	26	27
IO 6	Gewerbe Zwickauer Straße 62	32	27	28
IO 7	Fabrikstraße Heizkraftwerk Drewag	29	25	25
IO 8	Fabrikstraße Gebäude FN	27	24	25
IO 9	Eisenbahnmuseum	27	25	25
IO 10	Wohnbebauung Nürnberger Straße 2-6	>45	*	*
IO 11	Wohnbebauung Nürnberger Straße 18, 20-27, 29	36	*	*
IO 12	Wohnbebauung Nürnberger Straße 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45	>45	*	*
IO 13	Wohnbebauung Nürnberger Straße 28a- 28g, 30, 30a-30b	>45	*	*
IO 14	Wohnbebauung Nürnberger Straße 32, 34, 47, 49, 51	>45	*	*
IO 15	Budapester Straße 59, 61, 63, 65	30	27	26
IO 16	Chemnitzer Straße 59a-59c	41	34	33
Beurteilungswerte		40	40	40

Tab. 6.1: NO₂-Jahresmittelwerte aus den PROKAS-Berechnungen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte im Analysefall (AF) 2020, Prognose-Nullfall (Prog.-NF) 2028 und Planfall (PF) 2028. Lage der Immissionsorte siehe **Abb. 4.1**

* Ergebnisse der MISKAM-Rechnung siehe **Tab. 6.2**

I1 = Jahresmittelwert; fett = Grenzwertüberschreitung

Nr.	Immissionsort	NO ₂ -I1 [µg/m³] Prog.-Nullfall 2028	NO ₂ -I1 [µg/m³] Planfall 2028
10 (Südfassade)	Nürnberger Straße 2	33	32
10 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 3	26	28
11 (Südfassade)	Nürnberger Straße 26	32	32
11 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 29	27	28
12 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 43	38	37
13 (Südfassade)	Nürnberger Straße 30	37	36
14 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 47	34	33
14 (Südfassade)	Nürnberger Straße 32	34	33
Beurteilungswerte		40	40

Tab. 6.2: Mit MISKAM berechnete NO₂-Jahresmittelwerte im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte im Prognose-Nullfall 2028 und Planfall 2028. Lage der Immissionsorte siehe **Abb. 4.1**

I1 = Jahresmittelwert; fett = Grenzwertüberschreitung

Nr.	Immissionsort (Nutzung)	PM10-I1 [µg/m³]			Anzahl der Überschrei- tungen des PM10-24 h- Werts von 50 µg/m³ im Jahr		
		AF 2020	Prog.- NF 2028	PF 2028	AF 2019	Prog.- NF 2028	PF 2028
IO 1	Wohnbebauung Ebertplatz 1	23	24	23	18	20	18
IO 2	Gewerbe Fabrikstraße Gebäude B1	23	23	22	18	18	15
IO 3	Gewerbe Fabrikstraße Gebäude	23	24	24	18	20	20
IO 4	Gewerbe DB	24	24	24	20	20	20
IO 5	Gewerbe Zwickauer Straße 37	23	23	24	18	18	20
IO 6	Gewerbe Zwickauer Straße 62	24	24	24	20	20	20
IO 7	Fabrikstraße Heizkraftwerk Drewag	23	23	23	18	18	18
IO 8	Fabrikstraße Gebäude FN	23	23	22	18	18	15
IO 9	Eisenbahnmuseum	23	23	23	18	18	18
IO 10	Wohnbebauung Nürnberger Straße 2-6	28	*	*	32	*	*
IO 11	Wohnbebauung Nürnberger Straße 18, 20-27, 29	25	*	*	23	*	*
IO 12	Wohnbebauung Nürnberger Straße 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45	31	*	*	44	*	*
IO 13	Wohnbebauung Nürnberger Straße 28a- 28g, 30, 30a-30b	29	*	*	36	*	*
IO 14	Wohnbebauung Nürnberger Straße 32, 34, 47, 49, 51	29	*	*	36	*	*
IO 15	Budapester Straße 59, 61, 63, 65	23	23	23	18	18	18
IO 16	Chemnitzer Straße 59a-59c	25	27	26	23	29	26
Beurteilungswerte		40	40	40	35	35	35

Tab. 6.3: PM10-Immissionen aus den PROKAS-Berechnungen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte im Analysefall (AF) 2020, Prognose-Nullfall (Prog.-NF) 2028 und Planfall (PF) 2028. Lage der Immissionsorte siehe **Abb. 4.1**

* Ergebnisse der MISKAM-Rechnung siehe **Tab. 6.4**

I1 = Jahresmittelwert; fett = Grenzwertüberschreitung

Nr.	Immissionsort	PM10-I1 [µg/m³] Prog.- Nullfall 2028	PM10-I1 [µg/m³] Planfall 2028	Anzahl der Überschrei- tungen des PM10-24 h- Werts von 50 µg/m³ im Jahr	
				Prog.-NF	Planfall
10 (Südfassade)	Nürnberger Straße 2	27	26	29	26
10 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 3	23	24	18	20
11 (Südfassade)	Nürnberger Straße 26	26	25	26	28
11 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 29	23	24	18	20
12 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 43	28	27	32	29
13 (Südfassade)	Nürnberger Straße 30	27	27	29	29
14 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 47	27	26	29	26
14 (Südfassade)	Nürnberger Straße 32	27	26	29	26
Beurteilungswerte		40	40	35	35

Tab. 6.4: Mit MISKAM berechnete PM10-Immissionen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte im Prognose-Nullfall 2028 und Planfall 2028. Lage der Immissionsorte siehe **Abb. 4.1**

I1 = Jahresmittelwert; fett = Grenzwertüberschreitung

Nr.	Immissionsort (Nutzung)	PM2.5-I1 [µg/m³]		
		AF 2020	Prog.-NF 2028	PF 2028
IO 1	Wohnbebauung Ebertplatz 1	17	17	17
IO 2	Gewerbe Fabrikstraße Gebäude B1	17	17	17
IO 3	Gewerbe Fabrikstraße Gebäude	17	17	17
IO 4	Gewerbe DB	17	17	17
IO 5	Gewerbe Zwickauer Straße 37	17	17	17
IO 6	Gewerbe Zwickauer Straße 62	17	17	18
IO 7	Fabrikstraße Heizkraftwerk Drewag	17	17	17
IO 8	Fabrikstraße Gebäude FN	17	17	17
IO 9	Eisenbahnmuseum	17	17	17
IO 10	Wohnbebauung Nürnberger Straße 2-6	19	*	*
IO 11	Wohnbebauung Nürnberger Straße 18, 20-27, 29	17	*	*
IO 12	Wohnbebauung Nürnberger Straße 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45	20	*	*
IO 13	Wohnbebauung Nürnberger Straße 28a- 28g, 30, 30a-30b	19	*	*
IO 14	Wohnbebauung Nürnberger Straße 32, 34, 47, 49, 51	19	*	*
IO 15	Budapester Straße 59, 61, 63, 65	17	17	17
IO 16	Chemnitzer Straße 59a-59c	18	18	18
Beurteilungswerte		25	25	25

Tab. 6.5: PM2.5-Jahresmittelwerte aus den PROKAS-Berechnungen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte im Analysefall (AF) 2020, Prognose-Nullfall (Prog.-NF) 2028 und Planfall (PF) 2028. Lage der Immissionsorte siehe **Abb. 4.1**, PROKAS-Rechnung* Ergebnisse der MISKAM-Rechnung siehe **Tab. 6.6**
I1 = Jahresmittelwert

Nr.	Immissionsort	PM2.5-I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Prog.-Nullfall 2028	PM2.5-I1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Planfall 2028
10 (Südfassade)	Nürnberger Straße 2	21	20
10 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 3	18	18
11 (Südfassade)	Nürnberger Straße 26	20	19
11 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 29	18	18
12 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 43	22	21
13 (Südfassade)	Nürnberger Straße 30	21	21
14 (Nordfassade)	Nürnberger Straße 47	21	20
14 (Südfassade)	Nürnberger Straße 32	21	20
Beurteilungswerte		25	25

Tab. 6.6: PM2.5-Immissionen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte im Prognose-Nullfall 2028 und Planfall 2028. Lage der Immissionsorte siehe **Abb. 4.1**. Hinweis: PM2.5-Immissionen wurden aus mit MISKAM berechneten PM10-Immissionen abgeleitet.

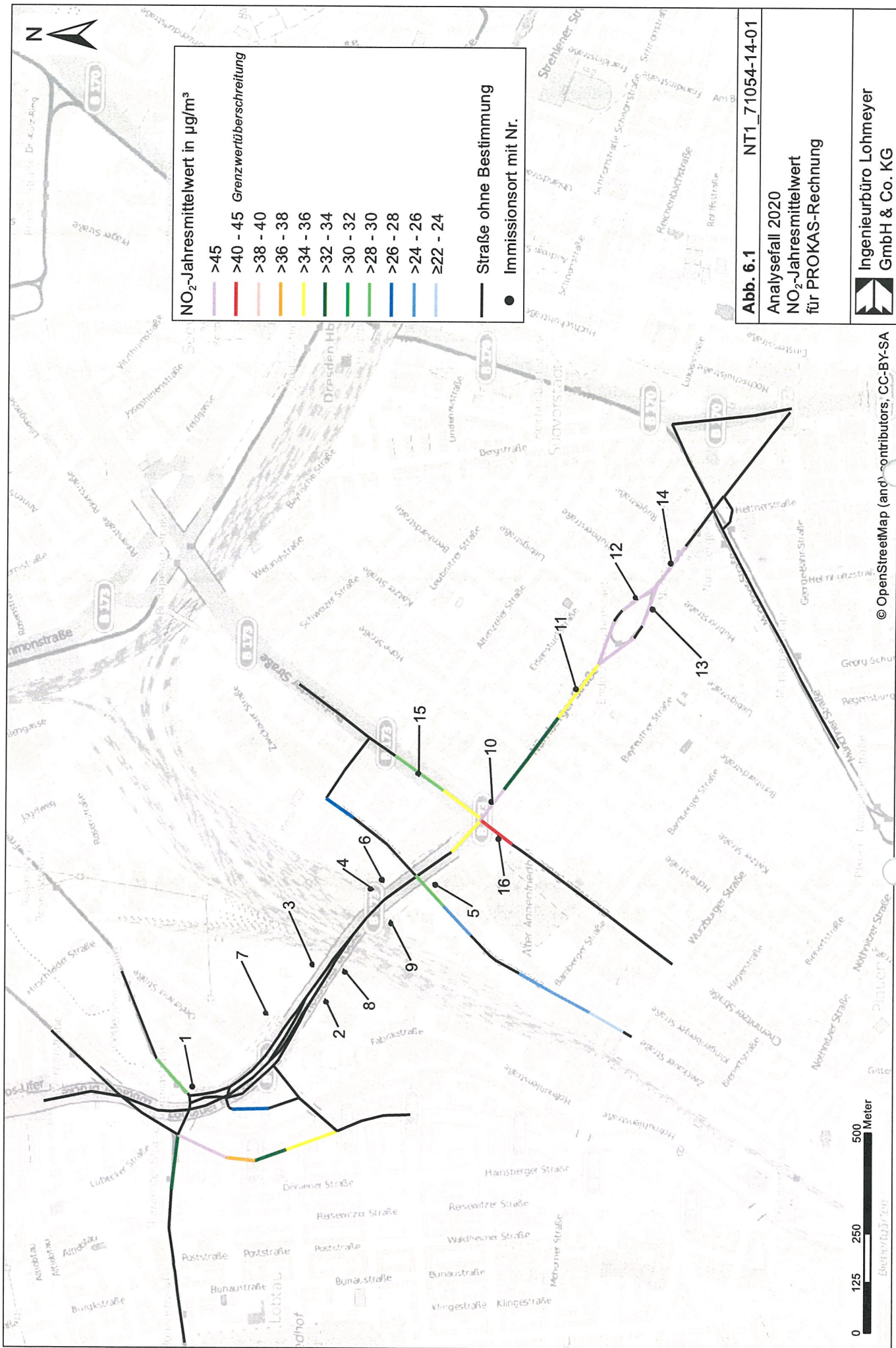
I1 = Jahresmittelwert; fett = Grenzwertüberschreitung

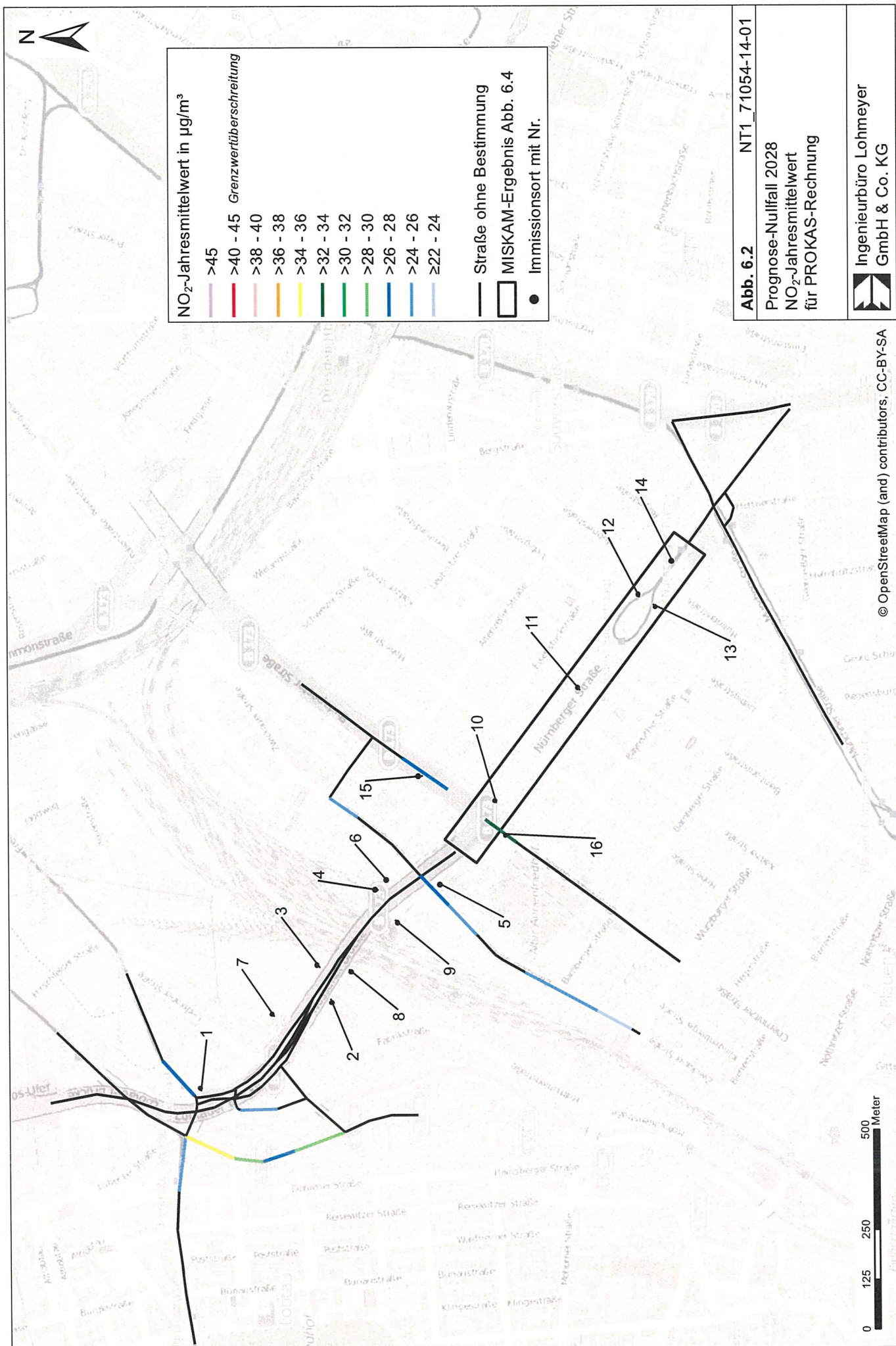
6.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Gesamtbelastungen der NO₂-Jahresmittelwerte aus den PROKAS-Berechnungen sind für die Straßenschluchtabschnitte für den Analysefall 2020 in **Abb. 6.1**, für den Prognose-Nullfall 2028 in **Abb. 6.2** und für den Planfall 2028 in **Abb. 6.3** dargestellt. Die **Abb. 6.4** und **Abb. 6.5** zeigen die Ergebnisse für die Detailuntersuchungen mit MISKAM für den Prognose-Nullfall und Planfall 2028.

Für die ausgewählten Immissionsorte sind die Ergebnisse in der **Tab. 6.1** sowie **Tab. 6.2** aufgeführt. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wird den Berechnungsergebnissen zu Folge an der nächstgelegenen Bebauung im Analysefall 2020 überschritten. Diese Überschreitungen werden in der Tharandter Straße zwischen Kesselsdorfer Straße und Schillingstraße, in der Nürnberger Straße zwischen Budapester Straße und Hohe Straße (Kreuzungsbereich), im Bereich zwischen Bernhardstraße und Rugestraße sowie in der Chemnitzer Straße zwischen Nürnberger Straße und Bayreuther Straße (Kreuzungsbereich) berechnet.





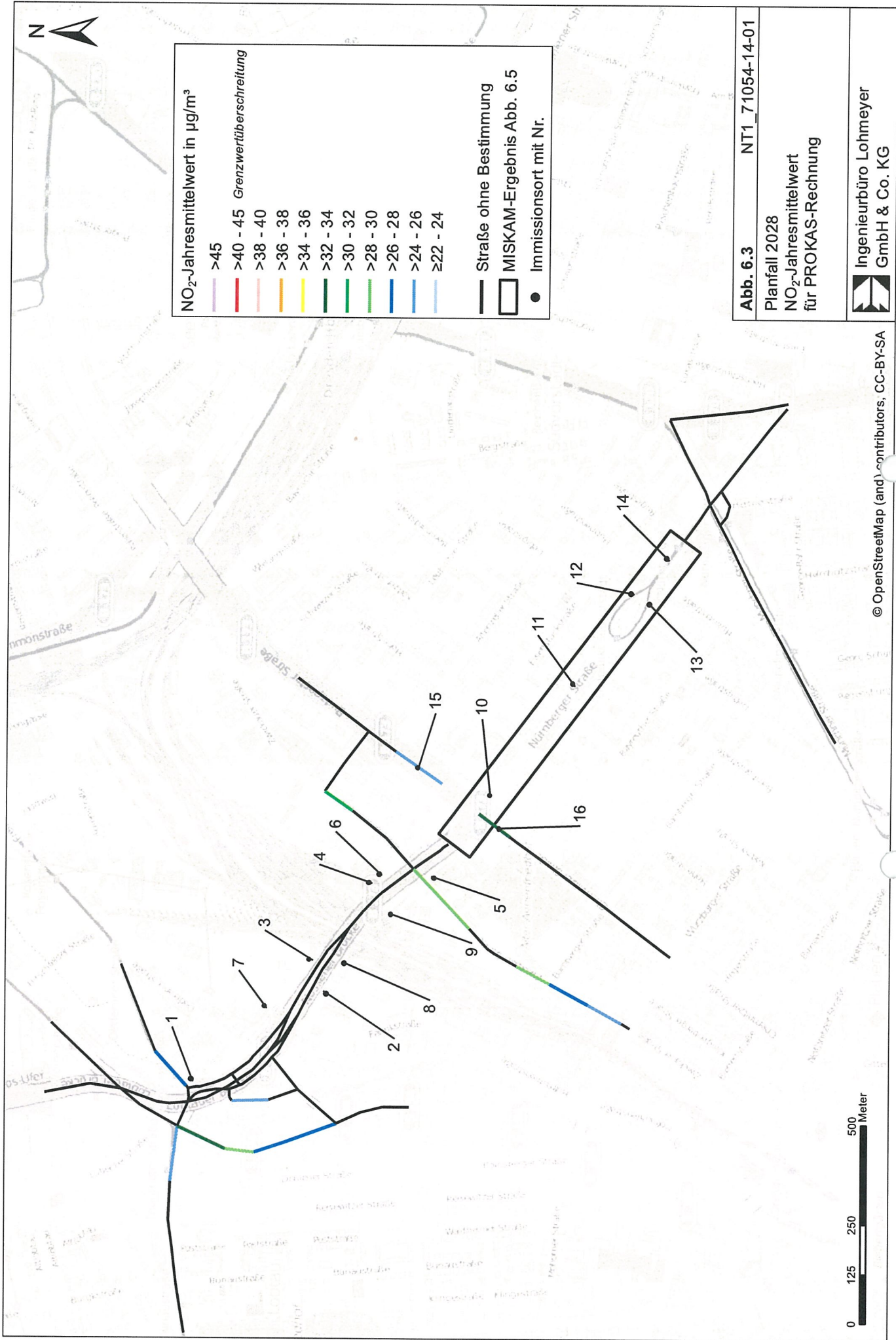


Abb. 6.3 NT1_71054-14-01

Planfall 2028

NO₂-Jahresmittelwert
für PROKAS-Rechnung

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

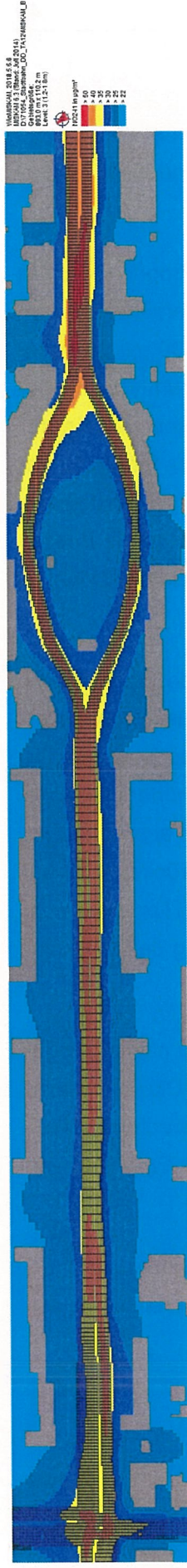


Abb. 6.4: NO₂-Jahresmittelwerte im Prognose-Nullfall 2028 auf Basis der MISKAM-Berechnungen

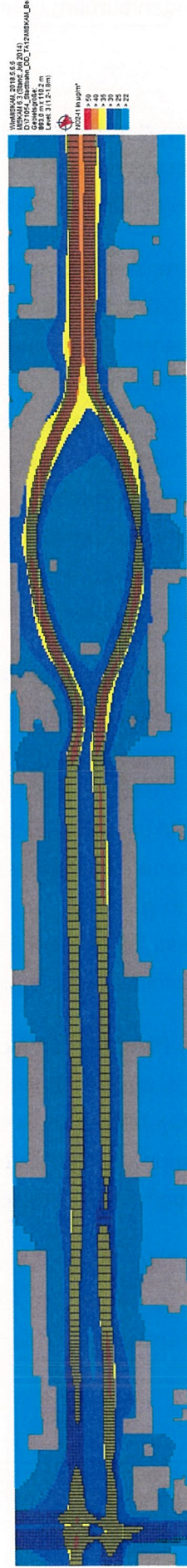


Abb. 6.5: NO₂-Jahresmittelwerte im Planfall 2028 auf Basis der MISKAM-Berechnungen

Bis zum Bezugsjahr 2028 wird eine Verringerung der Schadstoffbelastungen erwartet. Dies resultiert durch die prognostizierte Abnahme der Emissionsfaktoren auf Grund einer moderneren Fahrzeugflotte gegenüber dem Jahr 2020.

Grenzwertüberschreitungen an den Gebäudefassaden werden weder im Prognose-Nullfall 2028 noch im Planfall 2028 berechnet. Die höchsten NO_2 -Jahresmittelwerte werden im Planfall 2028 an der Nürnberger Straße Nr. 43 mit $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Nr. 30 mit $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im Vergleich zum Prognose-Nullfall wird hier eine Verbesserung um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Dieses wird durch die Abnahme der Verkehrsbelegung und damit Reduzierung der Emissionen erreicht. An der Nürnberger Straße Nr. 3 bzw. an der Nürnberger Straße Nr. 29 wird im Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall eine Zunahme des NO_2 -Jahresmittelwertes um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erwartet. Im Planfall rückt die Straße näher an die Bebauung heran, so dass es trotz geringerer Verkehrsbelegung und damit geringere Emission zu einer leichten Erhöhung des NO_2 -Jahresmittelwertes kommt.

Bei den ausgewiesenen Ergebnissen für die PROKAS-Berechnungen wurde die Brückenhöhe der Nossener Brücke berücksichtigt, indem von einer abgehobenen Quelle ausgegangen und in 1.5 m über Grund ausgewertet wurde. Es gibt jedoch auch Gebäude, bei denen die Gebäudehöhe größer als die Brückenhöhe ist. Geschosse in Brückenhöhe sind dann stärker belastet als die Geschosse unterhalb der Brücke. Um diesen Effekt abzuschätzen, wurden Berechnungen für den Planfall 2028 durchgeführt, bei denen die Brückenhöhe auf 0 m gesetzt wurde. Dies stellt den immissionsseitig ungünstigsten Fall dar. Hier zeigt sich, dass bei den der Brücke nächstgelegenen Gebäuden maximal eine Erhöhung des NO_2 -Jahresmittelwertes von $2 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ prognostiziert wird.

Im Planfall 2028 werden bei den PROKAS-Berechnungen bei den der Brücke nächstgelegenen ausgewählten Immissionsorten keine Überschreitungen prognostiziert. Die maximalen NO_2 -Jahresmittelwerte werden mit $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den IO 3, IO 4 und IO 6 berechnet. Diese liegen deutlich unter dem Grenzwert für NO_2 -Jahresmittel, selbst wenn o. g. Erhöhung von $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berücksichtigt werden würde.

Bei den separat betrachteten Immissionsorten außerhalb der Straßenschluchten (IO 1 bis IO 9) werden im Analysefall 2020 und Prognose-Nullfall 2028 keine Überschreitungen des Grenzwertes für den NO_2 -Jahresmittelwert berechnet.

Die NO₂-Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** an der Bebauung im Analysefall als leicht erhöhte Konzentrationen bis deutliche Überschreitung und im Planfall und Prognose-Nullfall als leicht erhöhte bis hohe Konzentrationen einzustufen.

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

6.2 Feinstaub (PM10)

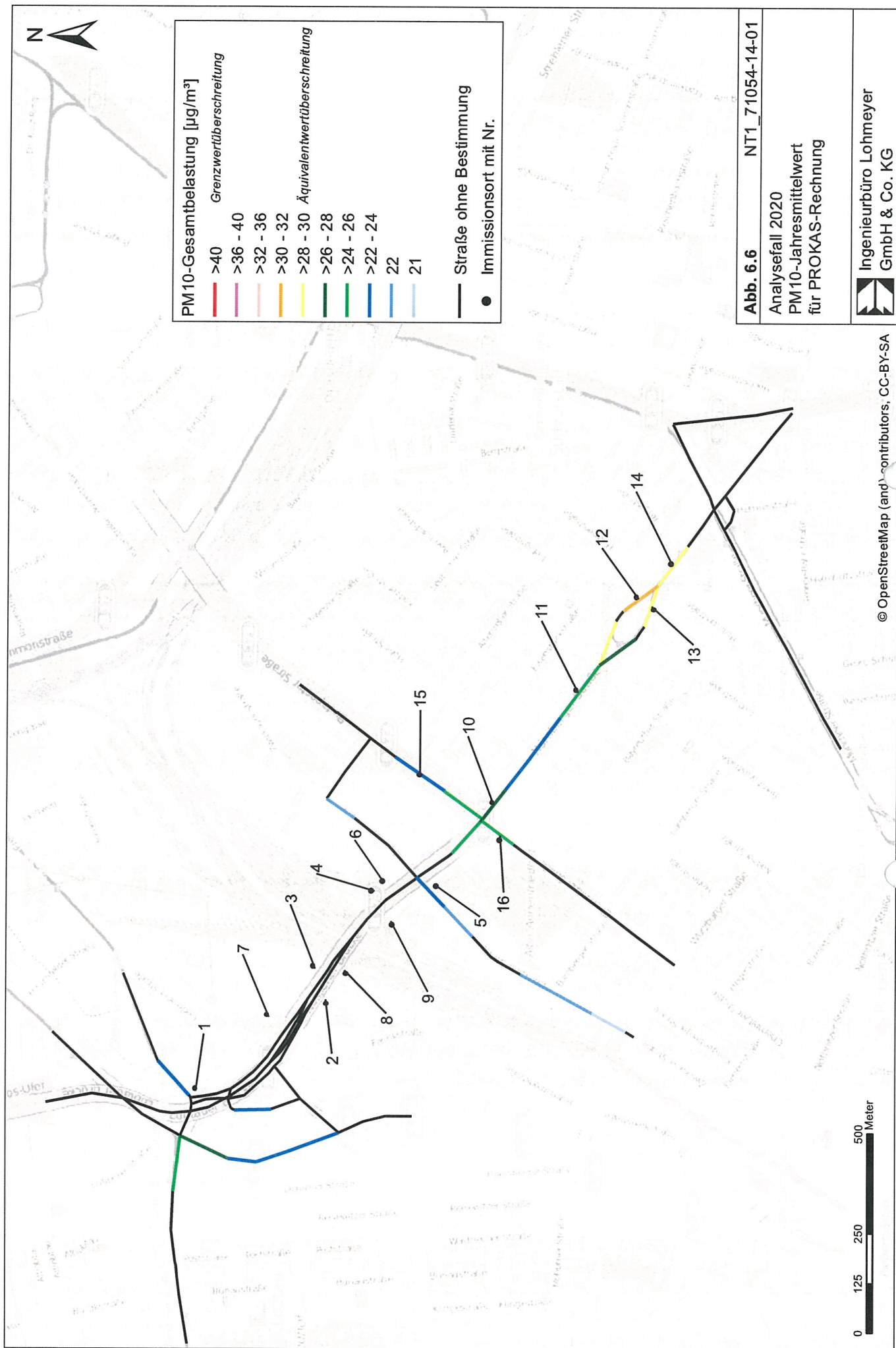
Die Gesamtbelastungen der PM10-Jahresmittelwerte sind für die Straßenschluchtabschnitte für den Analysefall 2020 in **Abb. 6.6**, für den Prognose-Nullfall 2028 in **Abb. 6.7** und für den Planfall 2028 in **Abb. 6.8** für die PROKAS-Berechnungen dargestellt. Die MISKAM-Ergebnisse sind in den **Abb. 6.9** (Prognose-Nullfall 2028) und **Abb. 6.10** (Planfall 2028) aufgeführt.

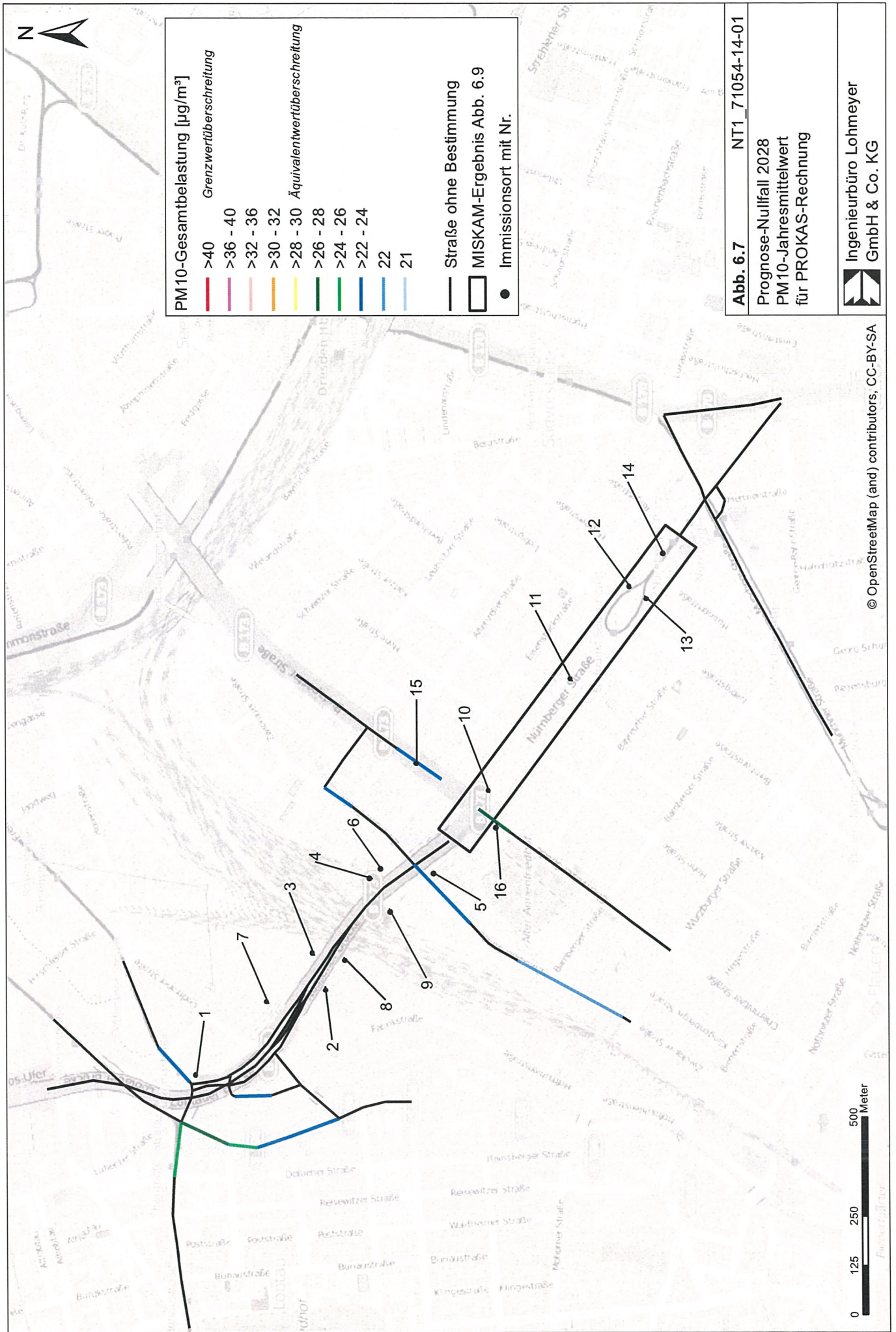
Für die ausgewählten Immissionsorte sind die Ergebnisse in den **Tab. 6.3** und **Tab. 6.4** ausgewiesen. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen.

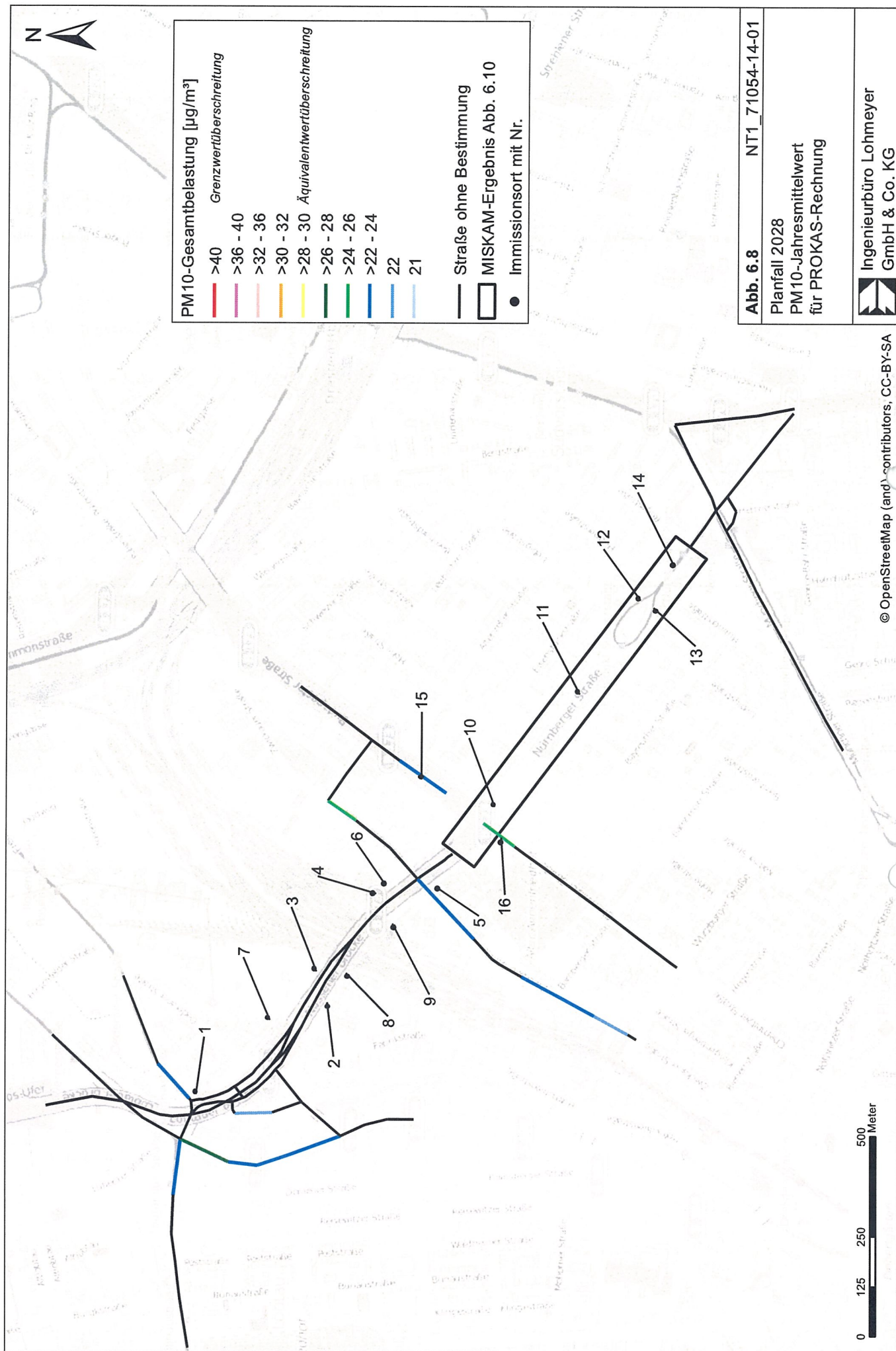
PM10-Jahresmittelwert

Die **Abb. 6.6** bis **Abb. 6.10** zeigen, dass keine PM10-Konzentrationen erwartet werden, die den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³ überschreiten. An den betrachteten Straßenschluchten werden maximal 31 µg PM10/m³ bei den PROKAS-Berechnungen im Analysefall am IO 12 berechnet (vgl. **Tab. 6.3**). Aus **Tab. 6.4** ist ersichtlich, dass im Prognose-Nullfall 2028 am IO 12 (MISKAM-Rechnung) maximal 28 µg/m³ an der Bebauung und im Planfall 2028 am IO 12 und IO 13 maximal 27 µg/m³ erwartet werden.

An den separat betrachteten Immissionsorten außerhalb der Straßenschluchten werden im Analysefall 2020 am IO 4 und IO 6, im Prognose-Nullfall 2028 am IO 1, IO 4 und IO 6 (vgl. **Tab. 6.3**) sowie im Planfall 2028 am IO 3 bis IO 6 mit 24 µg/m³ (vgl. **Tab. 6.3**) die höchsten PM10-Konzentrationen prognostiziert. An den Geschossen in Brückenhöhe würde sich eine max. Erhöhung am IO 3 um 1 µg/m³ ergeben.







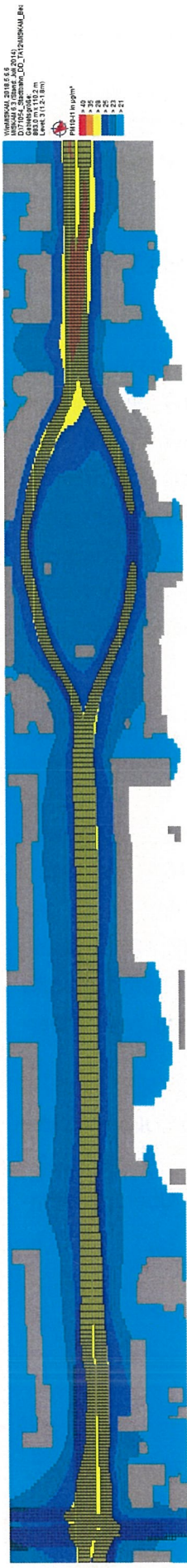


Abb. 6.9: PM10-10-Jahresmittelwerte im Prognose-Nullfall 2028 auf Basis der MISKAM-Berechnungen

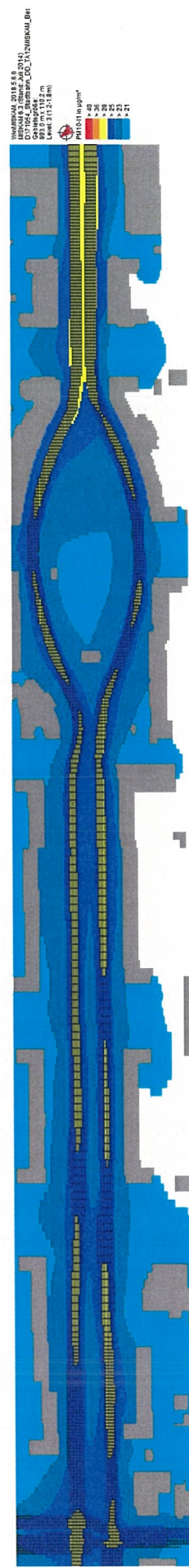


Abb. 6.10: PM10-10-Jahresmittelwerte im Planfall 2028 auf Basis der MISKAM-Berechnungen

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Analysefall 2020, im Prognose-Nullfall 2028 und Planfall 2028 somit an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten.

Die berechneten PM10-Jahresmittelwerte sind entsprechend der Einteilung aus **Tab. 3.2** als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentration zu bezeichnen.

PM10-24 h-Grenzwert

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stunden-grenzwert für Partikel (PM10) von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definiert, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend den Darstellungen im Kapitel 3 wird angesetzt, dass bei Konzentrationen unterhalb des entsprechenden Schwellenwertes von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) auch der PM10-24 h-Grenzwert sicher eingehalten wird. Der PM10-24 h-Grenzwert ist somit eine strengere Kenngröße als der Jahresmittelgrenzwert (vgl. Kapitel 3). Die Anzahl der Überschreitungen der PM10-24 h-Werte (Überschreitungstage) von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind für die sensiblen Immissionsorte **Tab. 6.3** und **Tab. 6.4** dargestellt.

Die Ergebnisdarstellungen zeigen nur im Analysefall 2020 mögliche Überschreitungen des PM10-24 h-Grenzwertes.

Konkret betrifft dies im Analysefall 2020 die Straßenschluchten in der Nürnberger Straße im Bereich zwischen Bernhardstraße und Rugestraße (IO 12 bis IO 14), wo max. $31 \mu\text{g PM10}/\text{m}^3$ am IO 12 prognostiziert werden. Im Prognose-Nullfall 2028 werden an den Fassaden max. PM10-Konzentrationen von $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Nürnberger Straße Nr. 43) erwartet. Im Planfall 2028 werden die max. PM10-Konzentrationen von $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Nürnberger Straße Nr. 30 und 43) berechnet. Damit werden im Prognose-Nullfall und im Planfall keine Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes prognostiziert.

Bei den separat betrachteten der Brücke nächstgelegenen Immissionsorten außerhalb der Straßenschluchtbereiche werden im Analysefall 2020, im Nullfall 2020 und Planfall 2020 auch unter der Berücksichtigung der Lage zur Brückenhöhe ebenfalls keine Überschreitungen des PM10-24 h-Grenzwertes erwartet.

6.3 Feinstaub (PM2.5)

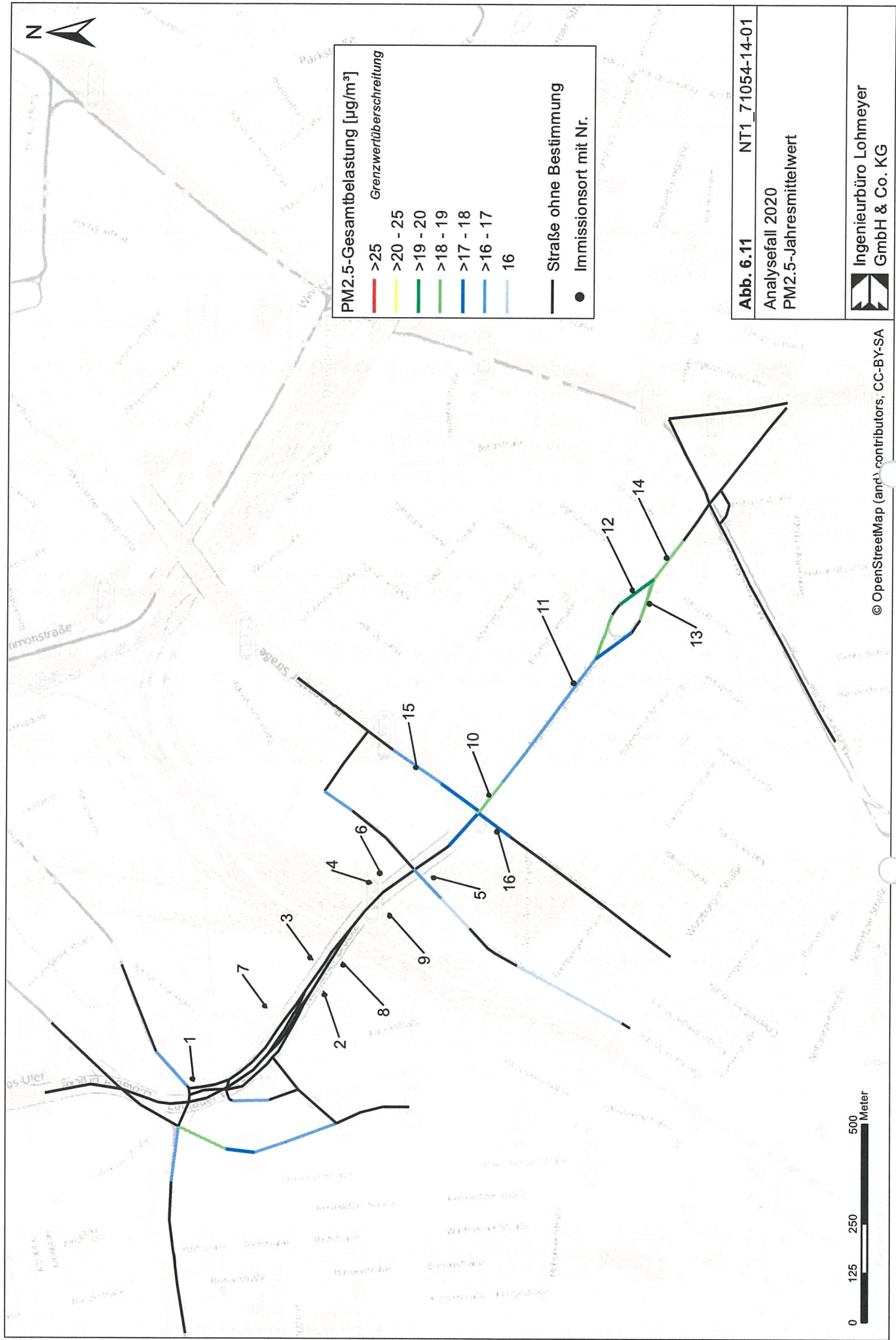
Die Gesamtbelastungen der PM2.5-Jahresmittelwerte sind für die Straßenschluchtabschnitte für den Analysefall 2020 in **Abb. 6.11**, für den Prognose-Nullfall 2028 in **Abb. 6.12** und für den Planfall 2028 in **Abb. 6.13** für die PROKAS-Rechnungen dargestellt. Für die ausgewählten Immissionsorte sind die Ergebnisse in der **Tab. 6.5** und **Tab. 6.6** aufgeführt. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen.

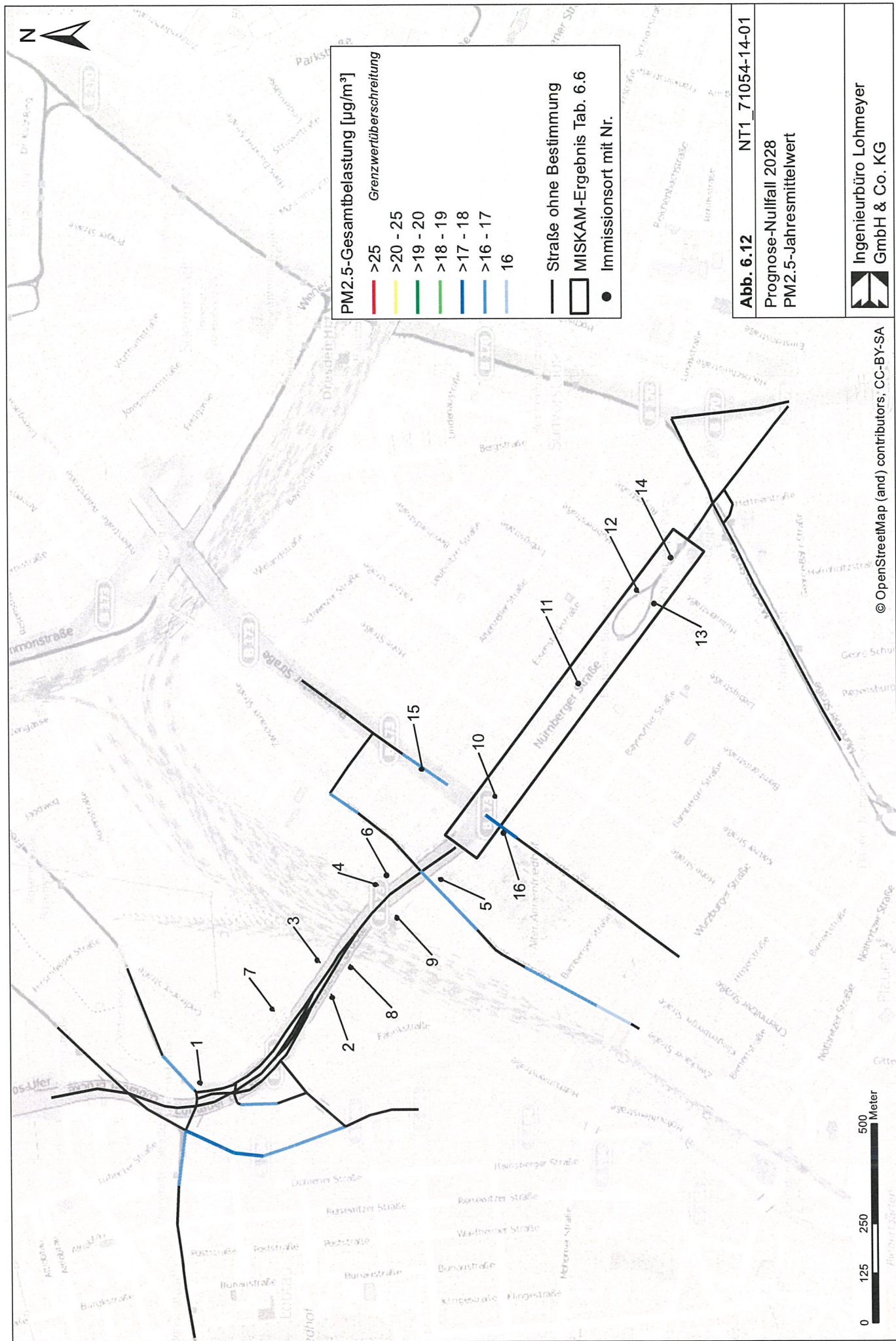
Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen sowohl im Analysefall 2020, im Prognose-Nullfall 2028 als auch im Planfall 2028 im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

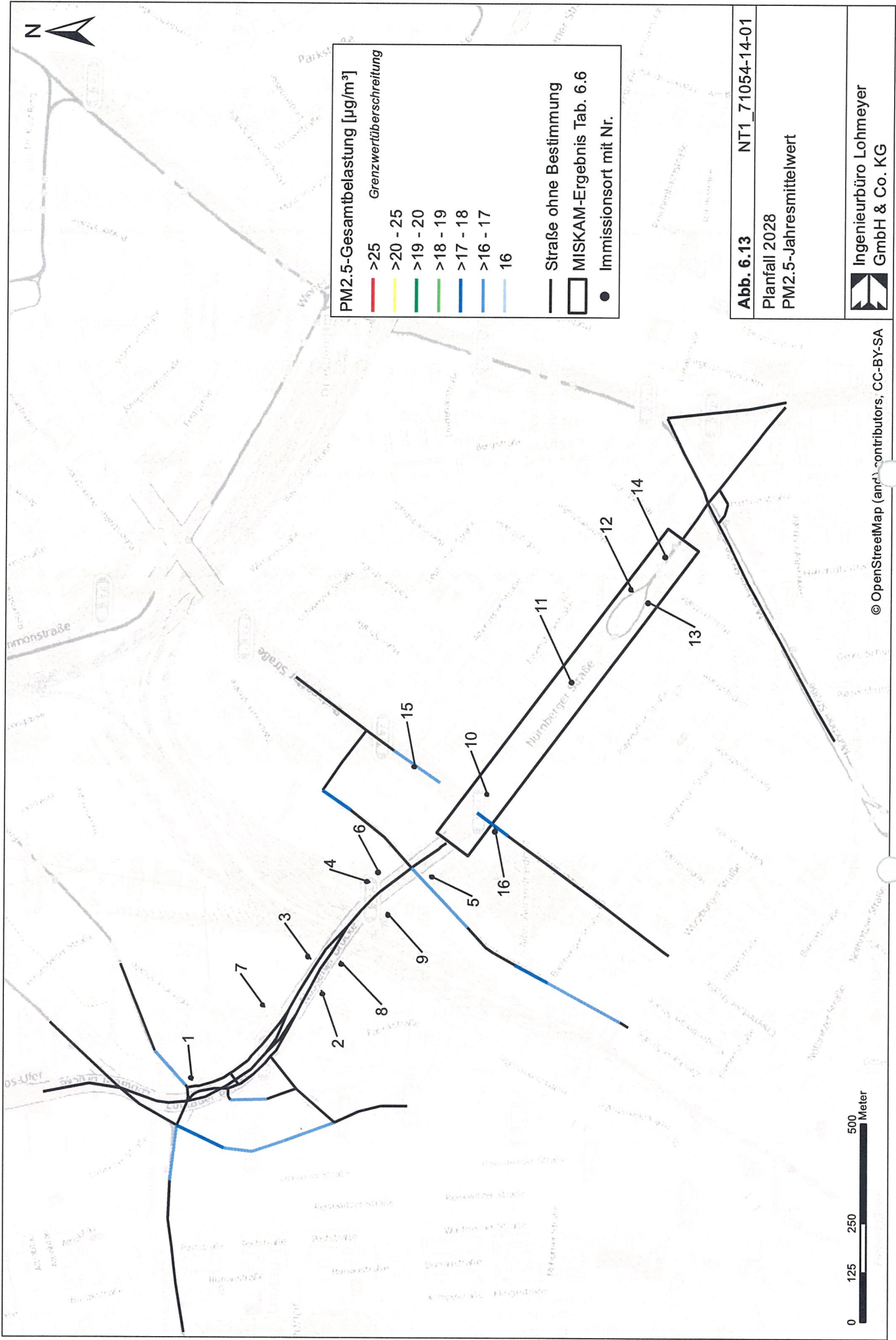
Im Bereich der Straßenschluchten in der Nürnberger Straße zwischen Budapester Straße und Hohe Straße (außer Höhe Kirche) sowie zwischen Bernhardstraße und Rugestraße sowie im Bereich der Tharandter Straße zwischen Kesselsdorfer Straße und Schillingstraße werden im Analysefall 2020 PM2.5-Konzentrationen zwischen 19 und $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert, die aber unterhalb des PM2.5-Grenzwertes liegen.

Die PM2.5-Konzentrationen im MISKAM-Gebiet, welche aus den berechneten PM10-Konzentrationen abgeleitet wurden, liegen im Prognose-Nullfall und Planfall an den ausgewählten Immissionsorten zwischen $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und max. $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Prognose-Nullfall, IO 12) bzw. $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Planfall, IO 12 und 13).

An keiner Stelle im Untersuchungsgebiet und in keinem Fall wird der Grenzwert der 39. BImSchV von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten. An den separat betrachteten Punkten außerhalb der Straßenschluchten wird im Planfall 2028 die höchste PM2.5-Belastung mit $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt (Hintergrundbelastung 2028 = $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die maximale PM2.5-Zusatzbelastung im Planfall 2028 beträgt damit $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (IO 6).







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., Bössinger, 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.
- DVB AG (2016): Stadtbahn Dresden, TA 1.2 Verkehrsprognose 2030, Fahrtenzahl-ÖV-Prognose 2030, Stand 26.10.2016. E-Mail von Herrn Menzel vom 26.10.2016.
- DVB AG (2019a): Angaben zum Buslinienverkehr im Standardlinienverkehr 2018/2019, E-Mail von Herrn Menzel vom 24.07.2019.
- DVB AG (2019b): Stadtbahn Dresden Nossener Brücke Nürnberger Straße, TA 1.2 Angaben zur Busflotte im Prognosejahr 2028. E-Mail von Herrn Menzel vom 25.09.2019.
- DVB AG (2019c): Stadtbahn Dresden Nossener Brücke Nürnberger Straße, TA 1.2 Angaben zur Busflotte im Analysejahr 2019. E-Mail von Herrn Menzel vom 02.10.2019.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011).
- 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.
- EIBS (2019a): Verkehrszählungen des STA zur Stadtbahn 2020, Verkehrszählungen für den Analysefall. Persönliche Mitteilung von Herr Pawandenat vom 07.06.2019 und 08.08.2019.
- EIBS (2019b): Übergabe von Lageplänen Stand 2019_07_02. E-Mail von Herrn Müller vom 08.07.2019 (aktuell 25.09.2019).

- EIBS (2019c): Übergabe von Übersichtshöhenplänen Stand 2019_08_16. E-Mail von Herrn Müller vom 19.09.2019 (aktuell 25.09.2019).
- Eichhorn, J. (2005): MISKAM Handbuch zu Version 5.01. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim.
- Eichhorn, J. (2014): MISKAM Handbuch zu Version 6.3. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim, April 2014.
- FGSV (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung - RLuS 2012. Hrsg.: FGSV Verlag GmbH, Köln (ISBN 978-3-86446-047-0). Ausgabe 2012.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Buchmann, B. (2003): Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM10 and PM2.5 concentrations based on long-term Swiss monitoring data. Atmospheric Environment 37 (2003).
- Israël, G.W., Schlums, C., Treffeisen, R. Pesch, M. (1994): Rußimmissionen in Berlin, Herkunftsbestimmung - Kfz-Flottenemissionsfaktoren – Vergleichbarkeit von Probenahmemethoden. Fortschrittberichte VDI, Reihe Umwelttechnik, Nr. 152.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.
- Kühlwein, Jörg (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- Kutzner, K., Diekmann, H. und Reichenbächer, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- Landeshauptstadt Dresden (2019a): Verkehrsplanerische Untersuchung (VPU) auf Basis der Verkehrsprognose 2030 Stadtbahn 2020 TA 1.2, Kesselsdorfer Straße, Nossener Brücke, Nürnberger Straße. Stand 07.10.2019. Geschäftsbereich Stadtentwicklung, Bau, Verkehr und Liegenschaften; Stadtplanungsamt, Abt. Verkehrsentwicklungsplanung.
- Landeshauptstadt Dresden (2019b): Verkehrszählungen des STA zur Stadtbahn 2020, Verkehrszählungen für den Analysefall. Persönliche Mitteilung von Frau Nitschke vom 11.07.2019/29.07.2019.
- Landeshauptstadt Dresden (2020a): Übergabe Verkehrszählungen für den Analysefall im Umfeld der Kesselsdorfer Straße aus 2019. E-Mail von Herrn Rietschel vom 27.01.2020. Geschäftsbereich Stadtentwicklung, Bau, Verkehr und Liegenschaften; Stadtplanungsamt, Abt. Verkehrsentwicklungsplanung.
- Landeshauptstadt Dresden (2020b): Verkehrsplanerische Untersuchung (VPU) auf Basis der Verkehrsprognose 2030, Untersuchung für den Bereich: Tharandter Straße, Löbtauer Straße, Zwickauer Straße und Fritz-Löffler-Straße, Stand 21.01.2020. E-Mail von Herrn Rietschel vom 30.01.2020. Geschäftsbereich Stadtentwicklung, Bau, Verkehr und Liegenschaften; Stadtplanungsamt, Abt. Verkehrsentwicklungsplanung.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- LfULG - Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2019): Abstimmung der Hintergrundbelastungen für das Untersuchungsgebiet. E-Mail von Herrn Wolf vom 26.11.2019.

- 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 (2017): Handbuch WinMiskam ab Version 2017.5.4. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Stand: 01.08.2017.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.
- Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlußbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- TREMODO (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1. (HBEFA 4.1) (aktualisierte Version vom 03.11.2019). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, Düsseldorf, November 2003.
- VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie - Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.

A N H A N G A1:
BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN
AN KFZ-STRASSEN

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z. B. Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von PM_{10} und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

Ergänzend zu diesen Grenzwerten nennt die 39. BImSchV Toleranzmargen; das sind in jährlichen Stufen abnehmende Werte, um die der jeweilige Grenzwert innerhalb festgesetzter Fristen überschritten werden darf, ohne in Deutschland die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Diese Werte werden als Übergangsbeurteilungswerte bezeichnet, sofern sie aufgrund der zeitlichen Zusammenhänge in den Betrachtungen der Planungen Berücksichtigung finden.

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

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

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen/Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m ³	seit 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. In der 39. BImSchV wurden u. a. die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben wurden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der seit dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist.

A1.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu den Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte bzw. Zielwerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität.

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

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20 %, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m³ im Jahr 2020 erreicht werden.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit ihrer Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union am 11. Juni 2008 in Kraft getreten. Mit der 39. BImSchV hat die Bundesregierung die EU-Richtlinie weitgehend in nationales Recht umgesetzt.

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

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	"	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 fahrzeug-induzierten Turbulenz [m/s]

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

A2.3 MISKAM

Die Berechnungen erfolgen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM in Version 6.3 (Eichhorn, 2014). MISKAM gehört zu den prognostischen Modellen vom Eulertyp. Es besteht aus zwei Teilen, einem Strömungsteil für die Modellierung der Umströmungsverhältnisse der Gebäude und einem Ausbreitungsteil zur Berechnung des Immissionsfeldes. MISKAM iteriert jeweils solange, bis das Strömungs- bzw. Konzentrationsfeld quasi stationär ist. Bei den Berechnungen wurden die Hinweise aus Eichhorn (2014) sowie der VDI-Richtlinie für prognostische Modelle (VDI 3783 Blatt 9) beachtet. Die Einhaltung des Kriteriums von VDI-RL 3783 Blatt 9 wurde anhand von Sensitivitätsrechnungen für die Göttinger Straße in Hannover für ein Rechengebiet nachgewiesen, dass zusätzlich zum Untersuchungsgebiet einen Umkreis von ca. 400 m berücksichtigt.

A2.4 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 Bebauungs-

dichte, 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 Zählraten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10 %.

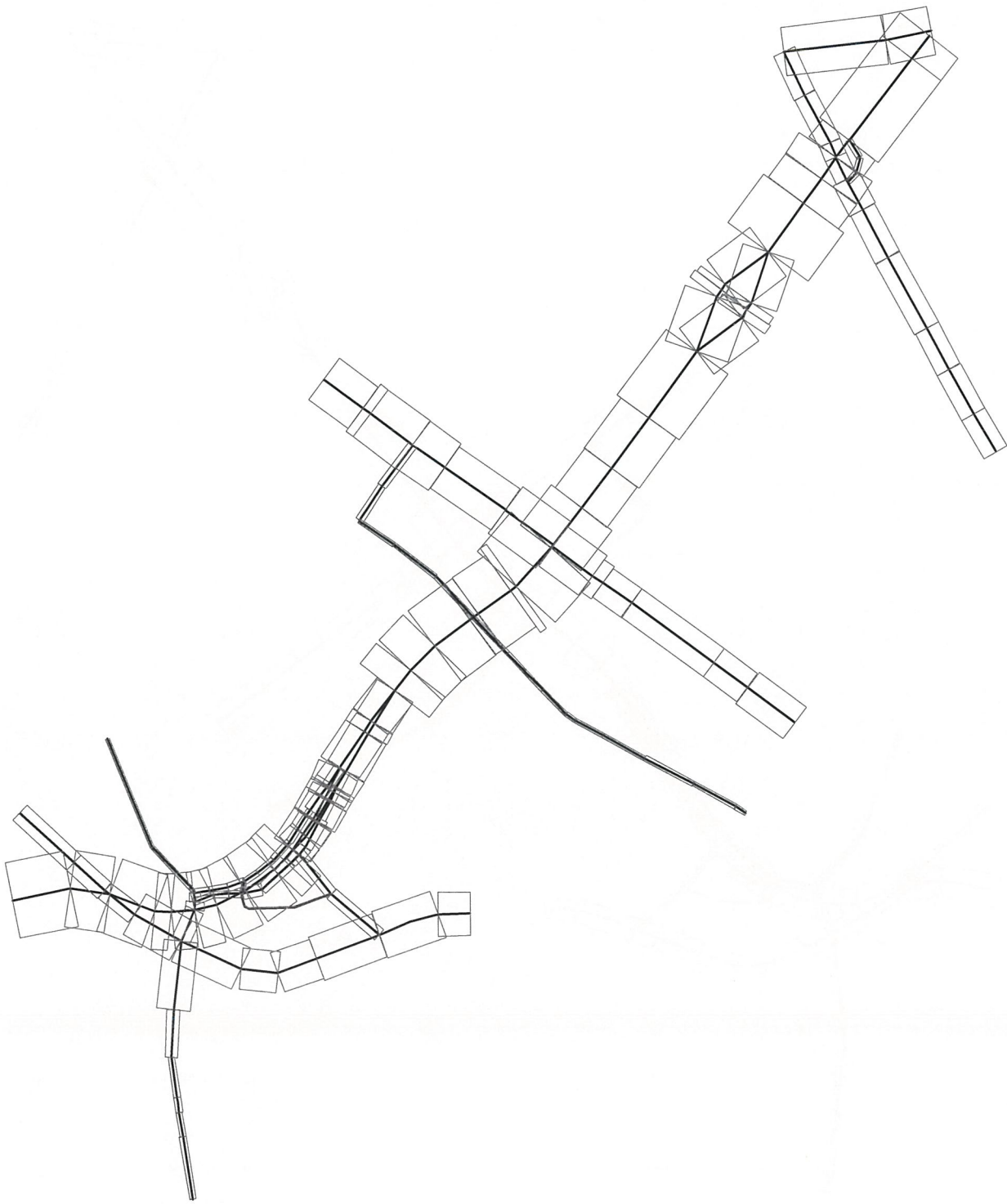
Für die statistische Fehlerbandbreite der NO_x -Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10 % bis 20 % für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

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

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechnenergebnissen 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 Gesamtimmissionsbelastung geringer sind.


A N H A N G A3:
EMISSIONSABBILDUNGEN FÜR DIE PROKAS-BERECHNUNGEN



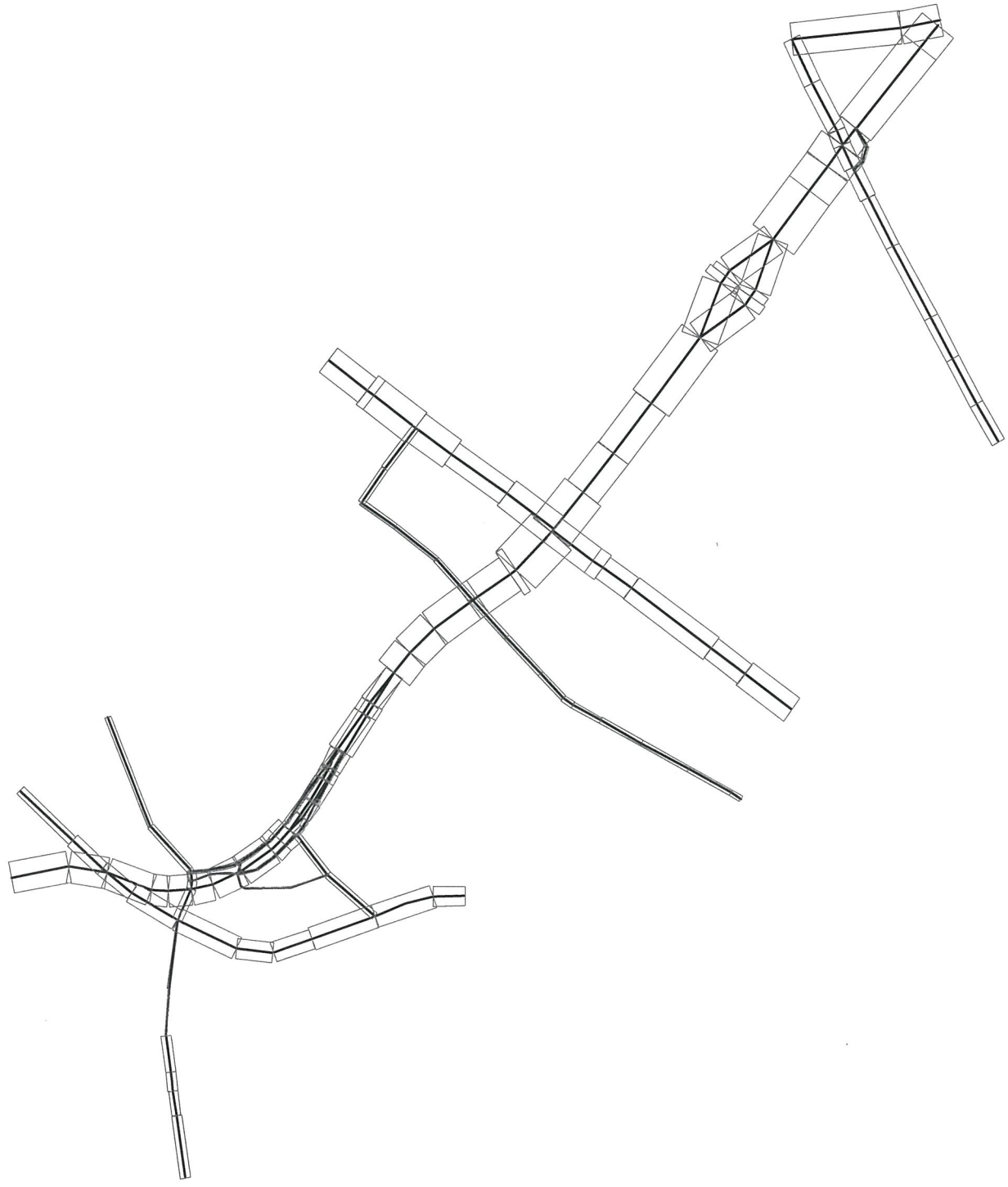
0.05	0.1	0.15	0.2	
Emissionen in mg/(m s)				

Abb. A3.1 NT1_71054-14-01

Analysefall 2020
NO_x-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG






0.05	0.1	0.15	0.2	

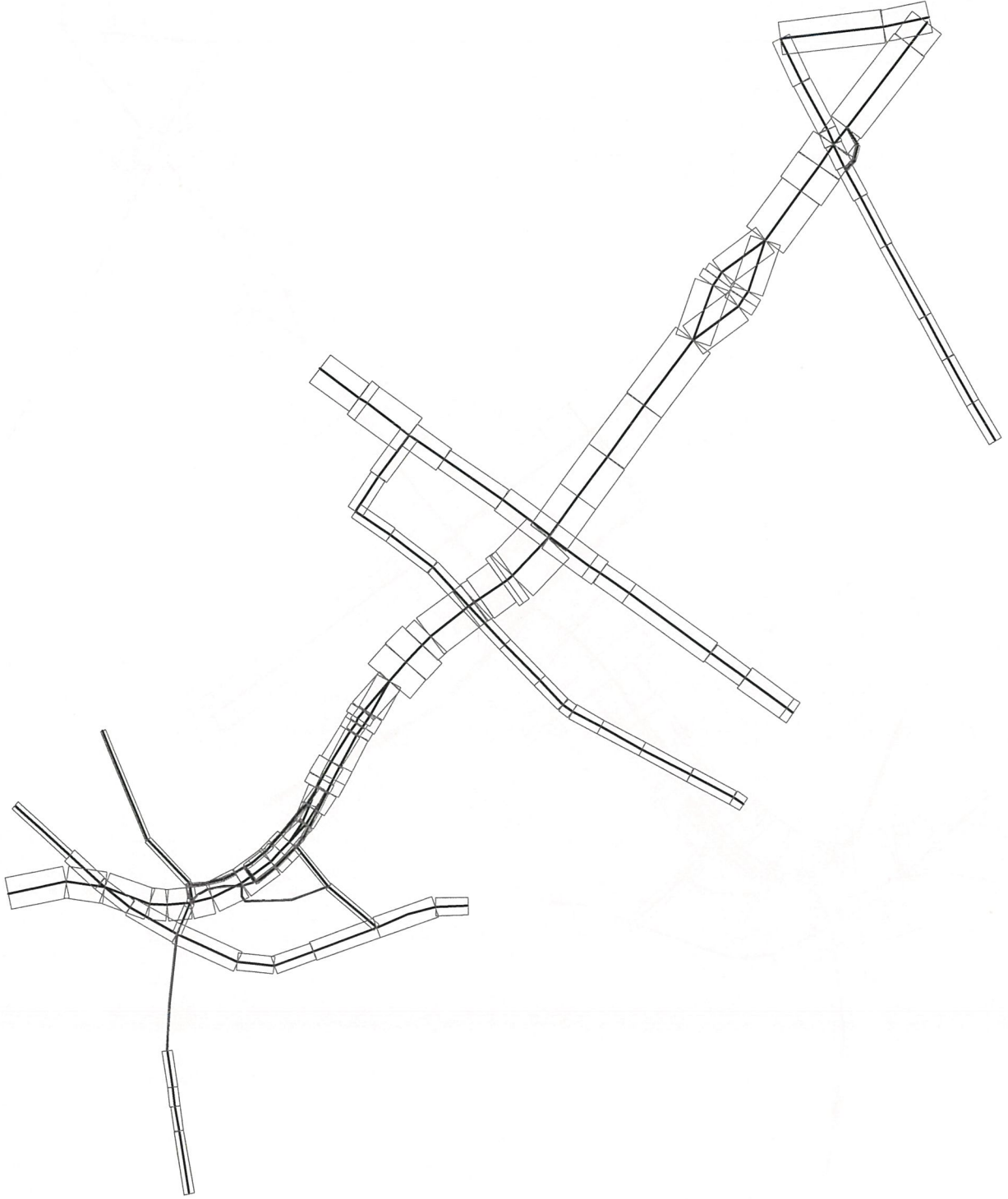
Emissionen in mg/(m s)



Abb. A3.2 NT1_71054-14-01

Prognose-Nullfall 2028
NO_x-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0.05	0.1	0.15	0.2	

Emissionen in mg/(m s)

Abb. A3.3 NT1_71054-14-01

Planfall 2028

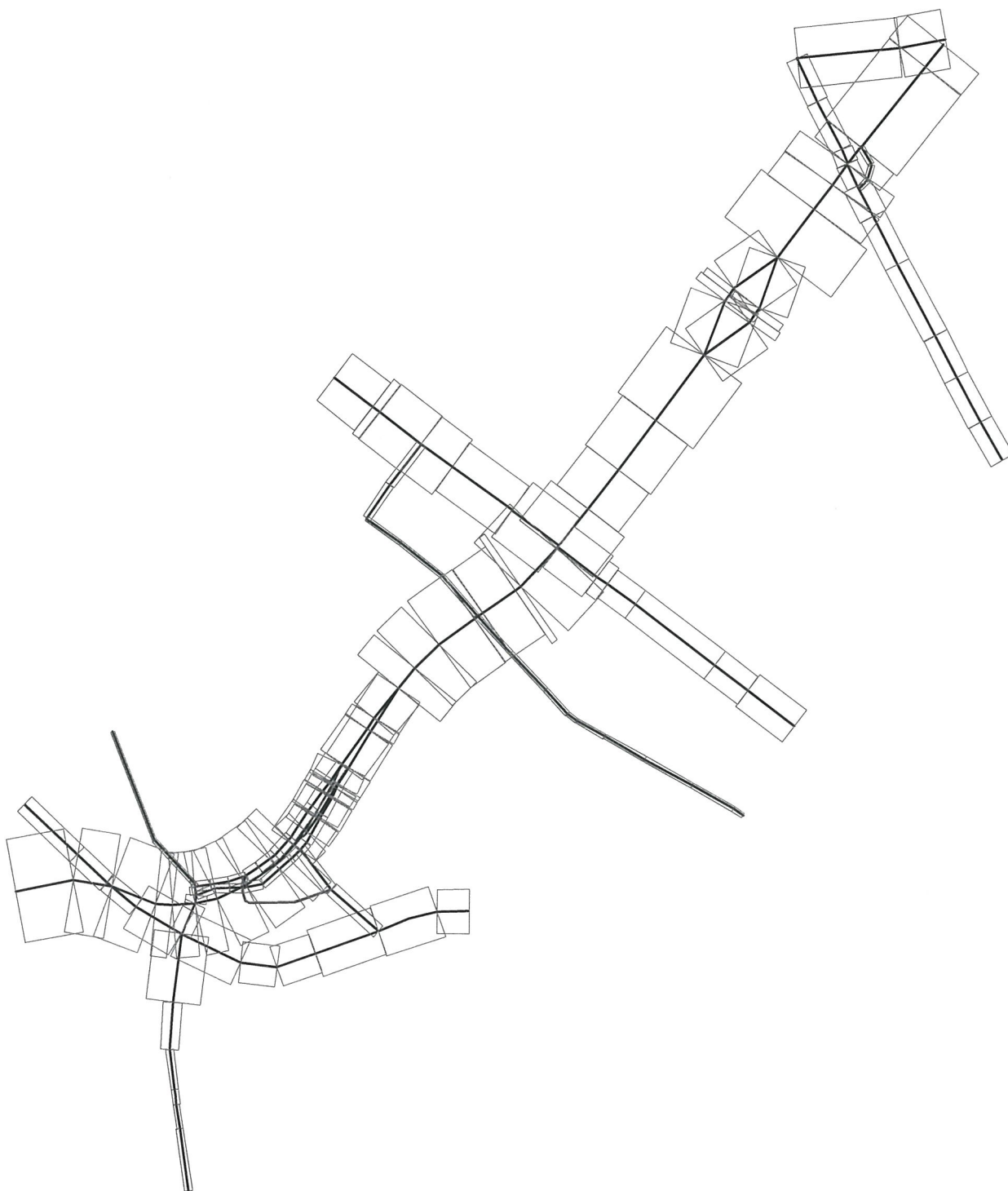
NO_x-Emissionen

Mittlere Emissionsdichte



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG





0.005	0.01	0.015	0.02	
Emissionen in mg/(m s)				

Abb. A3.4 NT1_71054-14-01

Analysefall 2020

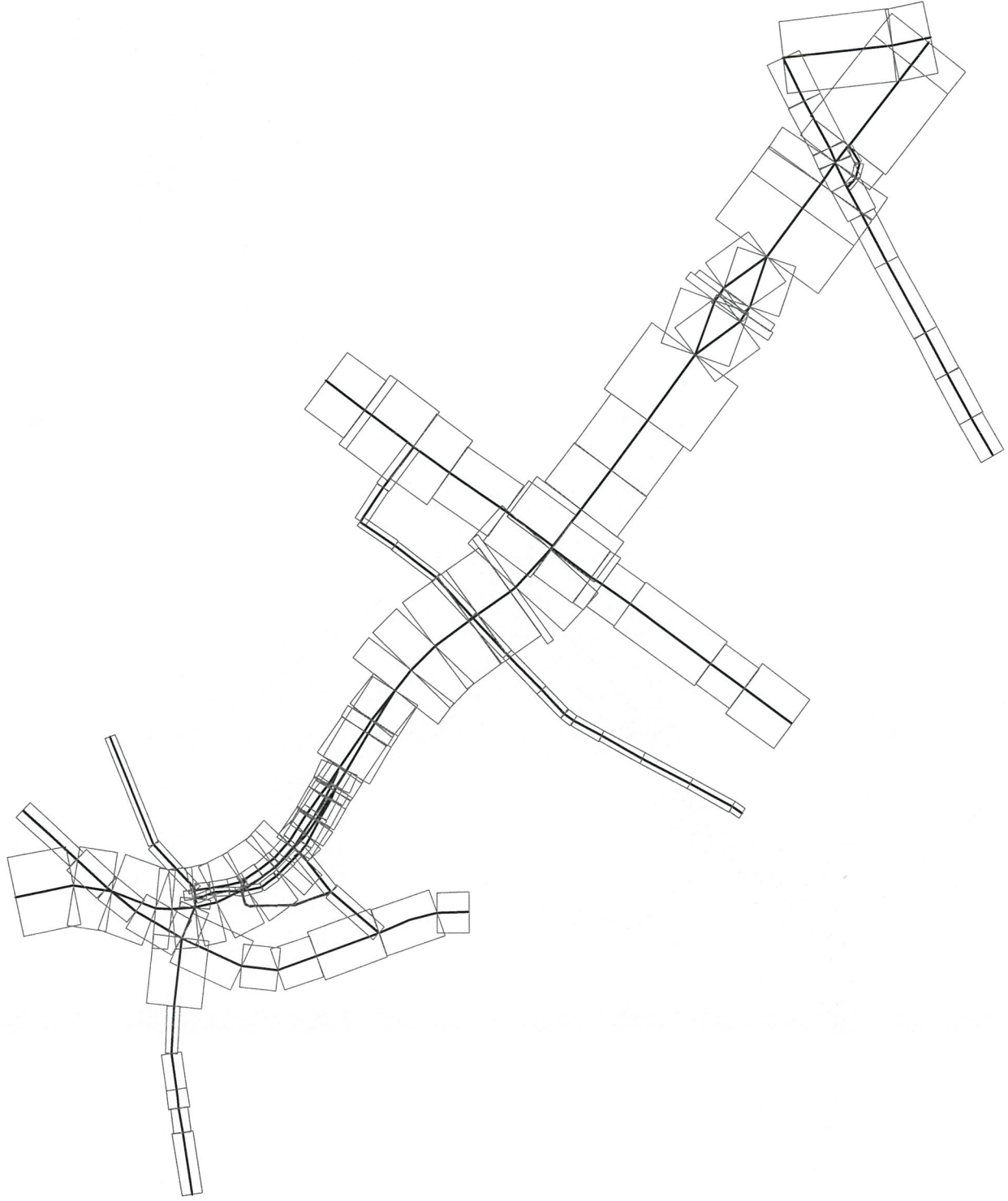
PM10-Emissionen

Mittlere Emissionsdichte

0 125 250 500 Meter



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



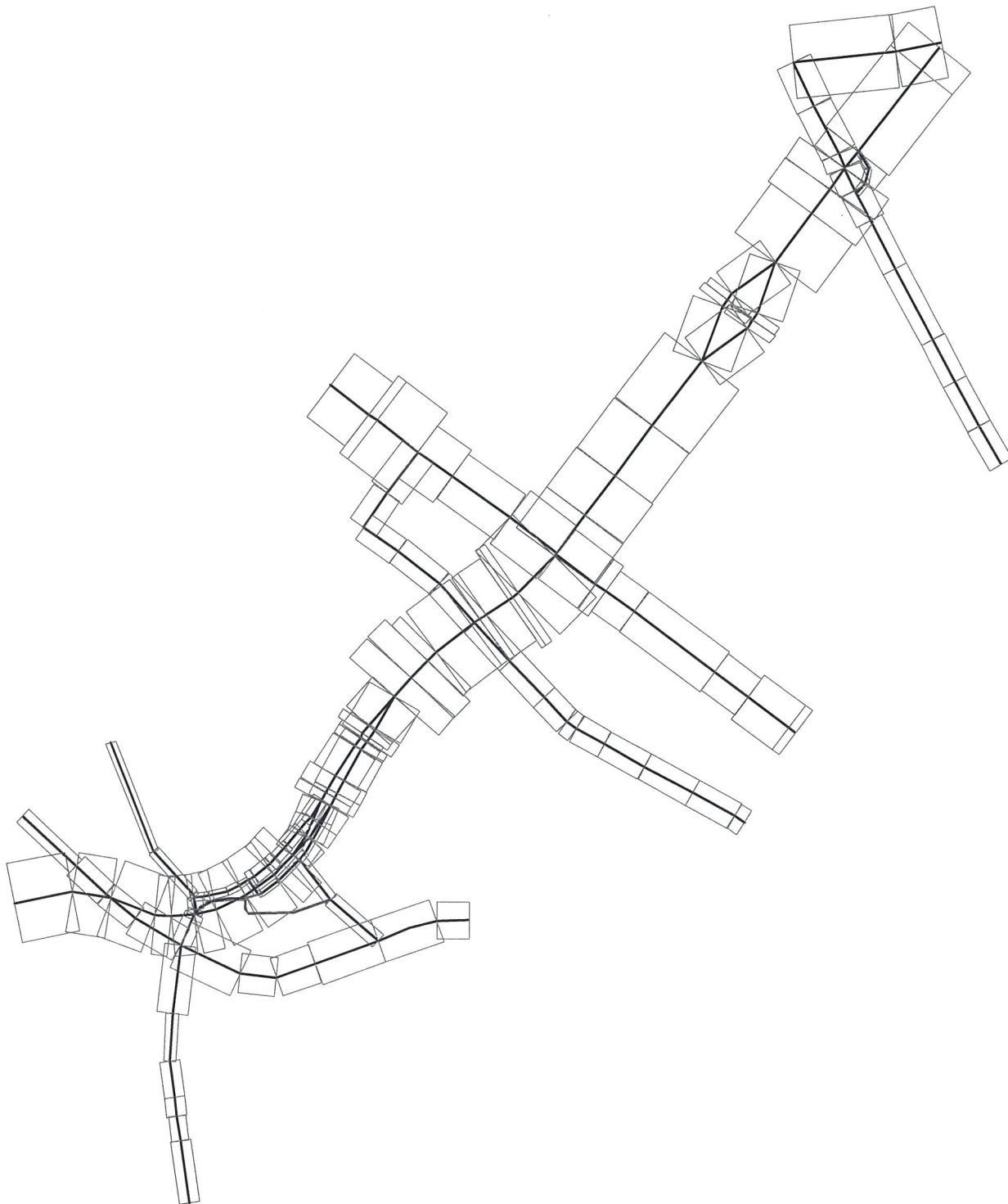
0.005	0.01	0.015	0.02	

Emissionen in mg/(m s)

Abb. A3.5 NT1_71054-14-01

Prognose-Nullfall 2028
PM10-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte





0.005	0.01	0.015	0.02	
Emissionen in mg/(m s)				

Abb. A3.6 NT1_71054-14-01
Planfall 2028
PM10-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte



ANHANG A4:
VERKEHRSBELEGUNG FÜR DIE PROKAS-BERECHNUNGEN

Stadtbahn Dresden 2020, Stadtbahn-Neubaustrecke Nossener Brücke - Nürnberger Straße (Teilstrecke 1.2) Ausgangsdaten Straßenverkehr der Verkehrsanalyse 2013-2019 (Analysefall mit Linienbussen) Berechnung der Eingangswerte für die lufthygienische Untersuchung aus den DTV (Mo-Fr) und SV-Anteil > 3,5 t (Mo-Fr) mit Berücksichtigung Linienbusverkehr											
Abschnitt	DTV Montag - Freitag				Umrechnung auf Mo-So		DTV Montag - Sonntag				
	DTV	SV > 3,5 t	Anzahl Lkw /Linienbus > 3,5 t	Pkw	Lkw	Pkw	LKW > 3,5 t	LKW	Anzahl Linienbus	PKW	DTV
Tharandter Straße											
zwischen Kesselsdorfer Straße und Schillingstraße	15 140	5.09%	770	14 370	0.750	0.870	578	246	332	12 502	13 080
Löbtauer Straße											
zwischen Kesselsdorfer Straße und Emrich-Ambross Ufer	16 800	3.81%	640	16 160	0.750	0.870	480	480	0	14 059	14 539
zwischen Emrich-Ambross Ufer und Hirschfelder Straße	8 460	2.72%	230	8 230	0.750	0.870	173	173	0	7 160	7 333
Freiberger Straße											
zwischen Tharandter Straße und Ebertplatz	3 360	13.99%	470	2 890			470	91	379	2 514	2 984
zwischen Ebertplatz und Saxoniastraße	1 310	8.40%	110	1 200	0.750	0.870	83	83	0	1 044	1 127
von Freiberger Straße rechts Richtung Nossener Brücke	400	66.25%	265	135			265	48	217	117	382
Ebertplatz											
von Nossener Brücke bis Oederaner Str ost	4 320	7.52%	325	3 995			244	54	190	3 476	3 720
von Oederaner Straße ost bis Ebertplatz	4 320	7.52%	325	3 995			244	54	190	3 476	3 720
von Ebertplatz Ri Freiberger Str	2 420	9.50%	230	2 190	0.750	0.870	173	11	162	1 905	2 078
von Ebertplatz ost nach Ebertplatz west	1 900	5.00%	95	1 805			71	71	0	1 570	1 641
Ebertplatz west bis Oederaner Str west	2 300	14.57%	335	1 965			251	60	191	1 710	1 961
von Oederaner Straße west nach Nossener Brücke	3 700	8.11%	300	3 400			225	34	191	2 958	3 183
Oederaner Straße											
westlich Nossener Brücke	5 200	3.00%	156	5 044			117	117	0	4 388	4 505
Nossener Brücke											
zwischen Ebertplatz und Budapestter Straße	37 900	6.00%	2 274	35 626	0.750	0.870	1 706	1 325	381	30 995	32 701
Chemnitzter Straße											
zwischen Bayreuther Straße und Einkaufszentrum	17 080	3.92%	670	16 410	0.750	0.870	503	255	248	14 277	14 780
zwischen Einkaufszentrum und Bamberger Straße	13 850	3.61%	500	13 350	0.750	0.870	375	127	248	11 615	11 990
Budapester Straße											
zwischen Glauchauer/Altenzeller Straße und Nürnberger Straße	23 650	3.68%	870	22 780	0.750	0.870	653	405	248	19 819	20 472
zwischen Hahnebergstraße und Glauchauer/Altenzeller	23 650	3.68%	870	22 780	0.750	0.870	653	405	248	19 819	20 472
nordöstlich Hahnebergstraße	25 000	3.00%	750	24 250	0.750	0.870	563	315	248	21 098	21 661
Hahnebergstraße											
zwischen Budapestter Straße und Zwickauer Straße	3 120	4.81%	150	2 970	0.750	0.870	113	113	0	2 584	2 697
Nürnberger Straße											
von Budapestter Straße bis Hohe Straße	28 650	5.34%	1 530	27 120			1 148	767	381	23 594	24 742
von Hohe Straße bis Kaitzer Straße	29 810	5.50%	1 640	28 170			1 230	849	381	24 508	25 738
von Kaitzer Straße bis Bernhardstraße	27 600	6.23%	1 720	25 880			1 290	909	381	22 516	23 806
von Bernhardstraße bis Hübnerstraße nördlich	16 460	5.59%	920	15 540	0.750	0.870	690	500	190	13 520	14 210
von Bernhardstraße bis Hübnerstraße südlich	13 460	6.61%	890	12 570			668	477	191	10 936	11 604
von Hübnerstraße bis Rugestraße	29 430	6.18%	1 820	27 610			1 365	984	381	24 021	25 386
von Rugestraße bis Münchner Straße	26 800	5.63%	1 510	25 290			1 133	752	381	22 002	23 135
Zwickauer Straße											
zwischen Hahnebergstraße und Werdauer Straße	1 836	5.01%	92	1 744	0.750	0.870	69	69	0	1 517	1 586
zwischen Werdauer Straße und Glauchauer Straße	1 836	5.01%	92	1 744	0.750	0.870	69	69	0	1 517	1 586
zwischen Bamberger Straße und Würzburger Straße	1 836	5.01%	92	1 744	0.750	0.870	69	69	0	1 517	1 586
zwischen Glauchauer Straße und Bamberger Straße	2 270	2.64%	60	2 210	0.750	0.870	45	45	0	1 923	1 968

Stadtbahn Dresden 2020, Stadtbahn-Neubaustrecke Nossener Brücke - Nürnberger Straße (Teilstrecke 1.2) Ausgangsdaten Straßenverkehr der Verkehrsprognose 2030 (Nullfall mit Linienbussen) Berechnung der Eingangswerte für die lufthygienische Untersuchung aus den DTV (Mo-Fr) und SV- Anteil > 3,5 t (Mo-Fr) mit Berücksichtigung Linienbusverkehr										
Abschnitt	DTV Montag - Freitag				Umrechnung auf Mo-So		DTV Montag - Sonntag			
	DTV	SV > 3,5 t	Lkw > 3,5 t	Pkw Anzahl	Lkw Faktor	Pkw Faktor	LKW > 3,5 t	Linien- bus	PKW Anzahl	DTV
Tharandter Straße										
zwischen Kesselsdorfer Straße und Schillingstraße	14 450	5.00%	723	13 728	0.750	0.870	542	328	11 943	12 813
Löbtauer Straße										
zwischen Kesselsdorfer Straße und Columbusstraße	13 150	5.00%	658	12 493	0.750	0.870	493	0	10 868	11 361
zwischen Columbusstraße und Hirschfelder Straße	10 900	5.50%	600	10 301	0.750	0.870	450	0	8 961	9 411
Freiberger Straße										
zwischen Tharandter Straße und Ebertplatz	5 000	6.00%	300	4 700			225	456	4 089	4 770
zwischen Ebertplatz und Saxoniastraße	4 000	6.00%	240	3 760	0.750	0.870	180	0	3 271	3 451
von Freiberger Straße rechts Richtung Nossener Brücke	100	5.00%	5	95			4	255	83	342
Ebertplatz										
von Nossener Brücke bis Oederaner Str ost	4 600	5.00%	230	4 370			173	201	3 802	4 176
von Oederaner Straße ost bis Ebertplatz	4 100	5.00%	205	3 895			154	201	3 389	3 744
von Ebertplatz Ri Freiberger Str	2 000	7.00%	140	1 860	0.750	0.870	105	201	1 618	1 924
von Ebertplatz ost nach Ebertplatz west	2 100	3.00%	63	2 037			47	0	1 772	1 819
Ebertplatz west bis Oederaner Str west	2 000	3.00%	60	1 940			45	201	1 688	1 934
von Oederaner Straße west nach Nossener Brücke	3 750	4.00%	150	3 600			113	201	3 132	3 446
Oederaner Straße										
westlich Nossener Brücke	5 750	4.00%	230	5 520			173	0	4 802	4 975
westlich Ebertplatz bis Tharandter Straße	6 000	3.00%	180	5 820	0.750	0.870	135	54	5 063	5 252
Nossener Brücke										
zwischen Ebertplatz und Budapester Straße	42 050	4.00%	1 682	40 368	0.750	0.870	1 262	402	35 120	36 784
Chemnitzter Straße										
zwischen Bayreuther Straße und Einkaufszentrum	18 100	5.00%	905	17 195	0.750	0.870	679	304	14 960	15 943
zwischen Einkaufszentrum und Bamberger Straße	18 100	5.00%	905	17 195	0.750	0.870	679	304	14 960	15 943
Budapester Straße										
zwischen Glauchauer/Altenzeller Straße und Nürnberger Straße	22 450	5.00%	1 123	21 328	0.750	0.870	842	304	18 555	19 701
zwischen Hahnebergstraße und Glauchauer/Altenzeller	22 450	5.00%	1 123	21 328	0.750	0.870	842	304	18 555	19 701
nordöstlich Hahnebergstraße	25 650	5.00%	1 283	24 368	0.750	0.870	962	304	21 200	22 466
Hahnebergstraße										
zwischen Budapester Straße und Henriette-Heber-Straße	5 550	4.00%	222	5 328	0.750	0.870	167	0	4 635	4 802
zwischen Budapester Straße und Zwickauer Straße	5 550	4.00%	222	5 328	0.750	0.870	167	0	4 635	4 802
Nürnberger Straße										
von Budapester Straße bis Hohe Straße	34 700	4.00%	1 388	33 312			1 041	402	28 981	30 424
von Hohe Straße bis Kaitzer Straße	33 850	4.00%	1 354	32 496			1 016	402	28 272	29 690
von Kaitzer Straße bis Bernhardstraße	33 700	4.00%	1 348	32 352			1 011	402	27 154	29 559
von Bernhardstraße bis Liebigstraße	33 350	4.00%	1 334	32 016	0.750	0.870	1 001	402	27 854	29 257
von Liebigstraße bis Hübnerstraße	31 400	4.00%	1 256	30 144			942	402	26 225	27 569
von Hübnerstraße bis Rugestraße	30 250	4.00%	1 210	29 040			908	402	25 265	26 575
von Rugestraße bis Münchner Straße	30 250	4.00%	1 210	29 040			908	402	25 265	26 575
Zwickauer Straße										
zwischen Hahnebergstraße und Werdauer Straße	4 200	5.10%	214	3 986			161	0	3 468	3 629
zwischen Werdauer Straße und Glauchauer Straße	4 400	3.80%	167	4 233	0.750	0.870	125	0	3 683	3 808
zwischen Bamberger Straße und Würzburger Straße	5 200	3.00%	156	5 044			117	0	4 388	4 505
zwischen Glauchauer Straße und Bamberger Straße	5 200	3.00%	156	5 044			117	0	4 388	4 505

Stadtbahn Dresden 2020, Stadtbahn-Neubaustrecke Nossener Brücke - Nürnberger Straße (Teilstrecke 1.2) Ausgangsdaten Straßenverkehr der Verkehrsprognose 2030(Planfall mit Linienbussen)											
Berechnung der Eingangswerte für die lufthygienische Untersuchung aus den DTV (Mo-Fr) und SV- Anteil > 3,5 t (Mo-Fr) mit Berücksichtigung Linienbusverkehr											
Abschnitt	DTV Montag - Freitag				Umrechnung auf Mo-So		DTV Montag - Sonntag				DTV
	DTV	SV > 3,5 t	Anzahl Lkw > 3,5 t	Anzahl Pkw	Faktor Lkw	Faktor Pkw	LKW > 3,5 t	Linien- bus	PKW		
Tharandter Straße											
zwischen Kesselsdorfer Straße und Schillingstraße	12 850	5.00%	643	12 208	0.750	0.870	482	328	10 621	11 431	
Löbtauer Straße											
zwischen Kesselsdorfer Straße und Hirschfelder Straße	11 950	5.00%	598	11 353	0.750	0.870	448	0	9 877	10 325	
Freiberger Straße											
zwischen Tharandter Straße und Ebertplatz	4 900	6.00%	294	4 606	0.750	0.870	221	110	4 007	4 338	
zwischen Ebertplatz und Saxoniastraße	3 650	6.00%	219	3 431			164	0	2 985	3 149	
von Freiberger Straße rechts Richtung Nossener Brücke	100	7.00%	7	93			5	82	81	168	
Ebertplatz											
von Nossener Brücke bis Oederaner Str ost	4 450	5.00%	223	4 228	0.750	0.870	167	28	3 678	3 873	
von Oederaner Straße ost bis Ebertplatz	5 150	5.00%	258	4 893			193	28	4 256	4 477	
von Ebertplatz Ri Freiberger Str	2 250	7.00%	158	2 093			118	28	1 820	1 966	
von Ebertplatz ost nach Ebertplatz west	2 900	3.00%	87	2 813			65	0	2 447	2 512	
Ebertplatz west bis Oederaner Str west	2 950	3.00%	89	2 862			66	28	2 490	2 584	
von Oederaner Straße west nach Nossener Brücke	3 250	4.00%	130	3 120			98	28	2 714	2 840	
Oederaner Straße											
westlich Nossener Brücke	5 400	4.00%	216	5 184			162	0	4 510	4 672	
Nossener Brücke											
zwischen Ebertplatz und Budapester Straße	41 350	4.00%	1 654	39 696	0.750	0.870	1 241	56	34 536	35 833	
Chemnitzter Straße											
zwischen Bayreuther Straße und Nürnberger Straße	15 850	6.00%	951	14 899	0.750	0.870	713	304	12 962	13 979	
Budapester Straße											
zwischen Glauchauer/Altenzeller Straße und Nürnberger Straße	18 950	5.00%	948	18 003	0.750	0.870	711	304	15 662	16 677	
zwischen Hahnebergstraße und Glauchauer/Altenzeller	18 150	5.00%	908	17 243	0.750	0.870	681	304	15 001	15 986	
nordöstlich Hahnebergstraße	28 900	5.00%	1 445	27 455	0.750	0.870	1 084	304	23 886	25 274	
Hahnebergstraße											
zwischen Budapester Straße und Zwickauer Straße	14 050	3.00%	422	13 629	0.750	0.870	316	0	11 857	12 173	
Nürnberger Straße											
von Budapester Straße bis Hohe Straße	33 150	4.00%	1 326	31 824	0.750	0.870	995	56	27 687	28 738	
von Hohe Straße bis Bernhardstraße	32 500	4.00%	1 300	31 200			975	56	27 144	28 175	
von Bernhardstraße bis Liebigstraße	32 700	4.00%	1 308	31 392			981	56	27 311	28 348	
von Liebigstraße bis Hübnerstraße	32 500	4.00%	1 300	31 200			975	56	27 144	28 175	
von Hübnerstraße bis Rugestraße	29 350	4.00%	1 174	28 176			881	56	24 513	25 450	
von Rugestraße bis Münchner Straße	29 350	4.00%	1 174	28 176			881	56	24 513	25 450	
Zwickauer Straße											
zwischen Hahnebergstraße und Werdauer Straße	13 000	3.00%	390	12 610	0.750	0.870	293	0	10 971	11 264	
zwischen Werdauer Straße und Glauchauer Straße	12 600	3.00%	378	12 222			284	0	10 633	10 917	
zwischen Bamberger Straße und Würzburger Straße	12 600	3.00%	378	12 222			284	0	10 633	10 917	
zwischen Glauchauer Straße und Bamberger Straße	12 350	3.00%	371	11 980			278	0	10 422	10 700	