



Lohmeyer

**S 177 AUSBAU MEISSEN - WILSDRUFF,  
ABSCHNITT 1.1  
PLOSSENAUFSTIEG  
  
- AKTUALISIERUNG  
LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN AUF  
HBEFA 4.1 -**

Auftraggeber:

Landesamt für Straßenbau und  
Verkehr, Niederlassung Meißen  
Heinrich-Heine-Straße 23c  
01662 Meißen

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH  
Niederlassung Dresden

Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche

Dr. rer. nat. I. Düring

September 2021  
Projekt 10207-21-01  
Berichtsumfang 61 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>3</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE.....</b>	<b>8</b>
3.1 Betrachtete Schadstoffe .....	8
3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe.....	8
3.3 Berechnungsverfahren PROKAS.....	9
3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte .....	11
<b>4 EINGANGSDATEN.....</b>	<b>13</b>
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	13
4.2 Verkehrsdaten .....	15
4.3 Bebauungs- und Lärmschutzsituation .....	15
4.4 Meteorologische Daten .....	19
4.5 Hintergrundbelastung der Luft.....	21
<b>5 EMISSIONEN.....</b>	<b>22</b>
5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	22
5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	22
5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren.....	24
5.4 Emissionsfaktoren für größere Streckenlängsneigungen .....	25
5.5 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	25
<b>6 IMMISSIONEN .....</b>	<b>30</b>
6.1 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) .....	32
6.2 Feinstaub (PM <sub>10</sub> ).....	35
6.3 Feinstaub (PM <sub>2.5</sub> ).....	38
<b>7 LITERATUR.....</b>	<b>42</b>

<b>ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF- KONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN .....</b>	<b>45</b>
<b>ANHANG A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION .....</b>	<b>49</b>
<b>ANHANG A3: EMISSIONSABBILDUNGEN .....</b>	<b>55</b>

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Namen 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  $\mu\text{g}$  (oder  $\text{mg}$ ) Schadstoff pro  $\text{m}^3$  Luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  oder  $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

### 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  $\text{mg}/\text{m}^3$  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<sub>2</sub>-Konzentrationen von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM<sub>10</sub>-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, 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<sub>10</sub> / PM<sub>2.5</sub>**

Mit Feinstaub bzw. PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufterlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM<sub>10</sub>-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM<sub>2.5</sub>-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

Das Landesamt für Straßenbau und Verkehr plant zur Beseitigung der verkehrlichen Engpässe und Erhöhung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit den Ausbau der S 177 in Meißen zwischen Anbindung der S 83 und der Gellertstraße. Das Gebiet entlang des Planungsabschnitts der S 177 weist einen großen Höhenunterschied mit einer lokalen derzeitigen Längsneigung bis zu 14 % auf. Zukünftig beträgt die Längsneigung max. 10 %. In diesem Zusammenhang ist im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens die Erarbeitung eines Luftschadstoffgutachtens erforderlich. Innerhalb des Gutachtens sind unter Berücksichtigung der geltenden Rechtslage die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens auf die Immissionssituation des Untersuchungsgebietes zu untersuchen und zu bewerten.

Es wurden folgende Betrachtungsfälle begutachtet:

- Prognose-Nullfall 2025 (ohne Realisierung des Vorhabens, Verkehrszahlen 2030, Emissionsfaktoren 2025)
- Planfall 2025 (nach Realisierung des Vorhabens, Verkehrsprognose 2030, Emissionsfaktoren 2025).

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. In der lufthygienischen Untersuchung wird der Prognose-Nullfall und Planfall deshalb mit Prognose-Nullfall 2025 und Planfall 2025 beschrieben. Dabei liegen aber dennoch die Verkehrszahlen des Prognosejahres 2030 zu Grunde.

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 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 2025 ermittelt. Die

nicht motorbedingten PM10- und PM2.5-Emissionen sind ebenfalls im HBEFA 4.1 enthalten und werden so verwendet.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem Modell PROKAS/PROKAS\_B (Beschreibung siehe Anhang A2).

Die so berechnete Zusatzbelastung, verursacht vom Kfz-Verkehr auf den berücksichtigten Straßen, 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 dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie angesetzt. Die NO/NO<sub>2</sub>-Konversion wurde mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wurde die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

## **Ergebnisse**

Es werden alle beurteilungsrelevanten Grenzwerte der 39. BImSchV deutlich unterschritten.

Aus Sicht der Lufthygiene sind die Planungen im Hinblick auf die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit bezogen auf die bestehende Wohnnutzung im Prognosejahr 2025 nicht abzulehnen.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Das Landesamt für Straßenbau und Verkehr plant zur Beseitigung der verkehrlichen Engpässe und Erhöhung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit den Ausbau der S 177 in Meißen zwischen Anbindung der S 83 und der Gellertstraße. Das Gebiet entlang des Planungsabschnitts der S 177 weist einen großen Höhenunterschied mit einer lokalen derzeitigen Längsneigung bis zu 14 % auf. Zukünftig beträgt die Längsneigung max. 10 %. Im Planungsprozess für die o. g. Baumaßnahme wird ein Gutachten zur Lufthygiene benötigt. Hierbei sind die relevanten Luftschadstoffimmissionen aus dem Kfz-Verkehr zu ermitteln und zu bewerten.

Um die Auswirkungen der Planungen auf die Luftschadstoffbelastungen quantifizieren und bewerten zu können, werden folgende Fälle betrachtet:

- Prognose-Nullfall 2025 (ohne Realisierung des Vorhabens, Verkehrszahlen 2030, Emissionsfaktoren 2025)
- Planfall 2025 (nach Realisierung des Vorhabens, Verkehrsprognose 2030, Emissionsfaktoren 2025).

Die Beurteilung der Maßnahme soll für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstäube (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV für das Jahr 2025, 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 NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> erreicht. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, Blei, Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) 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 (NO<sub>2</sub>), Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 und 2.5 µm (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 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 <sub>2</sub>	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 NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwert als Stundenmittelwert von 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , der 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf, wird verzichtet, da der NO<sub>2</sub>-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](http://www.lohmeyer.de/prokas)) unter Berücksichtigung von lokal repräsentativen Windverhältnis-

sen 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 (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 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 (2020).

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

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

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

Für die Berechnung der NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung wird das vereinfachte Chemiemodell nach Düring et al. (2011) verwendet. Abweichend von der dort beschriebenen Standardeinstellung werden im vorliegenden Projekt entsprechend den Empfehlungen in Düring et al. (2021) die NO<sub>2</sub>-Direktemissionen aus HBEFA4.1 halbiert. Dies resultiert u.a. aus Untersuchungen der Konversionsverhältnisse in Messdaten aus Projekten im Land Brandenburg, Hamburg und Berlin (siehe auch Diegmann, 2020; SVU, 2021).

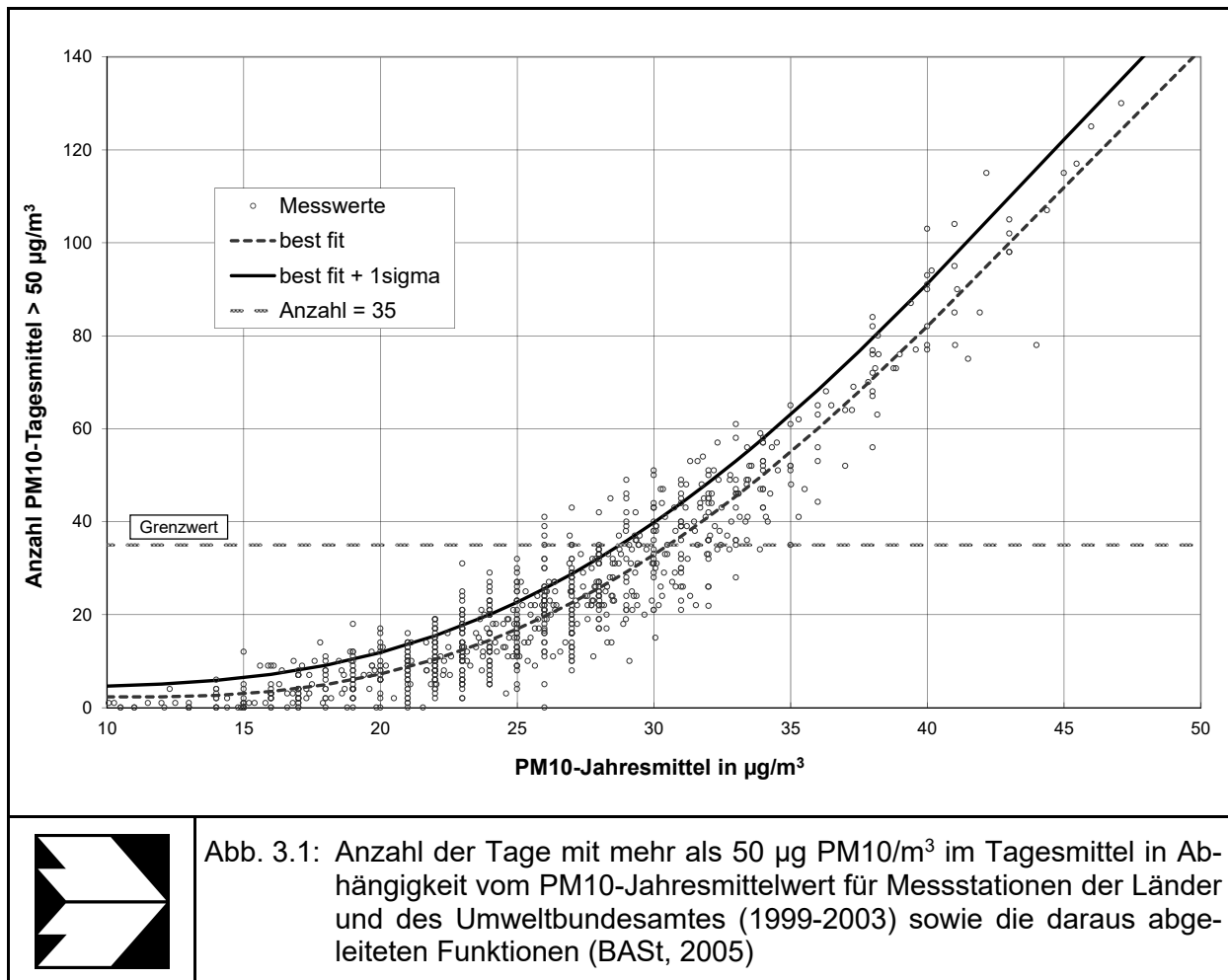
### 3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO<sub>2</sub> einen Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, 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/m<sup>3</sup> (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen von 50 µg/m<sup>3</sup> wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m<sup>3</sup> und dem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM<sub>10</sub>-Überschreitungshäufigkeit vom PM<sub>10</sub>-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/m<sup>3</sup> einen nahezu identischen Verlauf wie der o. g. „best fit“ nach BAST (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM<sub>10</sub>-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert von 31 µg/m<sup>3</sup> erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM<sub>10</sub>-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BAST (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte ab 29 µg/m<sup>3</sup> 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 µg/m³  
 29 - 30 µg/m³  
 31 - 33 µg/m³  
 34 - 35 µg/m³  
 ≥36 µg/m³

#### Überschreitung PM10-Tagesmittel

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

## 4 EINGANGSDATEN

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

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

- Technische Planung in Form von Lage- und Höhenplänen (Bearbeitungsstand Mai 2016)
- Verkehrsbelegungsdaten (VKT, 2021a und b)
- Tempolimits für Streckenabschnitte (LaSuV, 2015, 2019, 2021)

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im Süden bis Südwesten von Meißen. Der Bauabschnitt beginnt kurz hinter der Kreuzung Neumarkt/Wilsdruffer Straße. Von dort erstreckt er sich bis zur Kreuzung Wilsdruffer Straße/Gellertstraße. Das Gebiet entlang des Planungsabschnitts der S 177 weist einen großen Höhenunterschied mit einer derzeitigen Längsneigung bis zu 14 % auf. Zukünftig beträgt die Längsneigung 10 %.

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigte Straßennetz. In den betrachteten Varianten wurden nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an Werktagen (DTV<sub>w</sub>) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Allerdings wurde ein Stück der Gellertstraße mit einer sehr geringen Verkehrsbelegung berücksichtigt, da diese zum Bauabschnitt zählt. Die Emissionen der anderen Straßenabschnitte 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), wobei am eigentlichen Bauabschnitt nur vereinzelte Wohnbebauung vorhanden ist.



## 4.2 Verkehrsdaten

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

Die Verkehrsdaten, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, liegen als mittlere Verkehrsbelegung für als Verkehrsprognose 2030 vor. Die oben beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten für das Jahr 2030 werden hier unverändert auf das Prognosejahr 2025 angewendet, was einer konservativen Vorgehensweise entspricht, da somit eine Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren für die Prognose entsteht.

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.

Sie sind für den Prognose-Nullfall 2025 in **Abb. 4.2** und für Planfall 2025 in **Abb. 4.3** dargestellt.

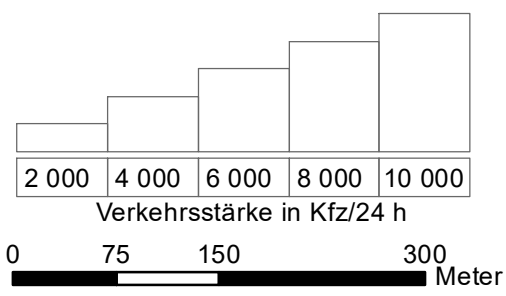
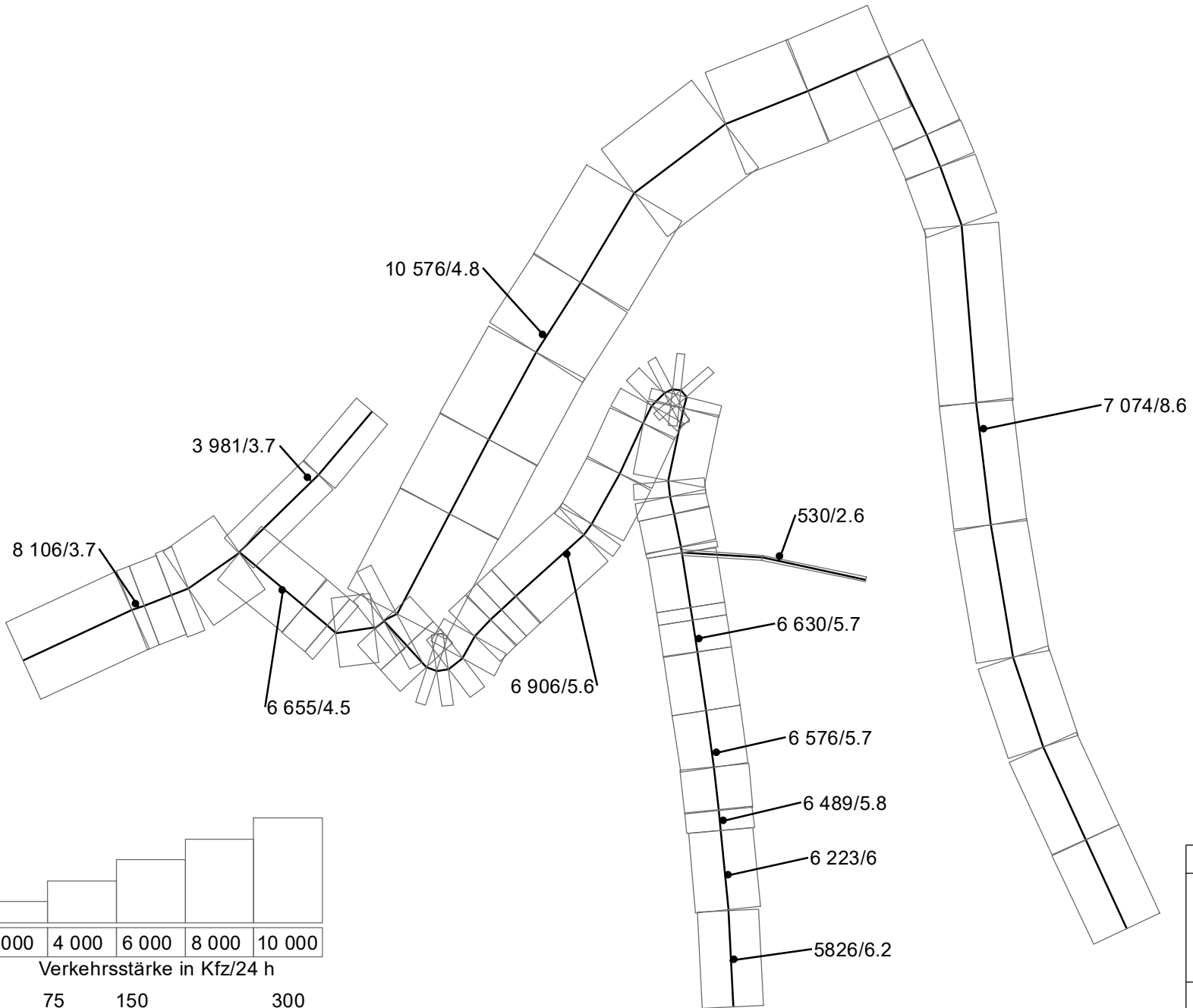
## 4.3 Bebauungs- und Lärmschutzsituation

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


Die verwendeten Bebauungstypen sind in **Abb. 4.4** für den Planfall 2025 dargestellt. Sie gelten auch für den Prognose-Nullfall 2025.

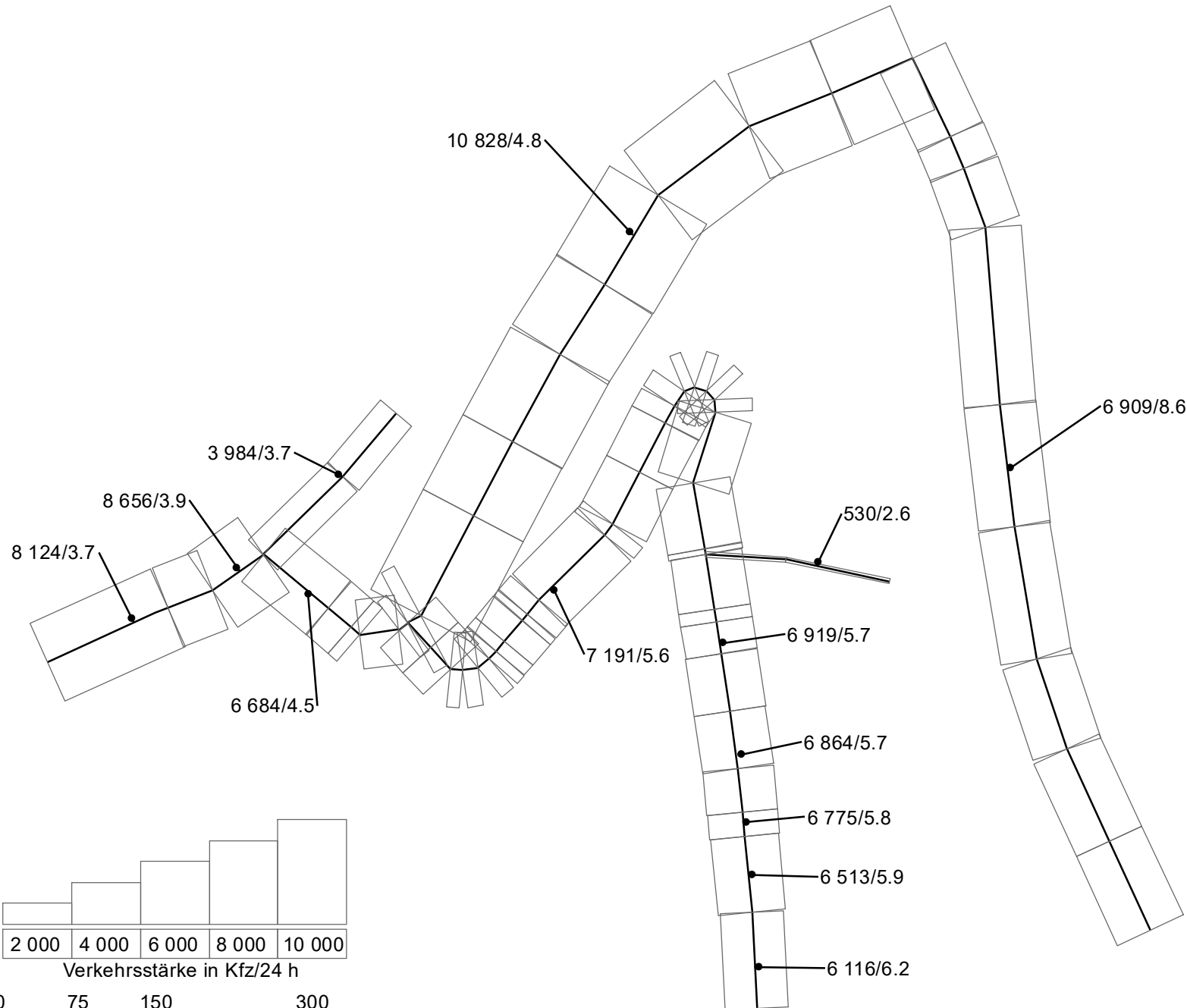
In PROKAS werden diese Straßenabschnitte mit dem so genannten Bebauungsmodul gerechnet (PROKAS\_B). Es beruht auf Ausbreitungsrechnungen mit dem mikroskaligen






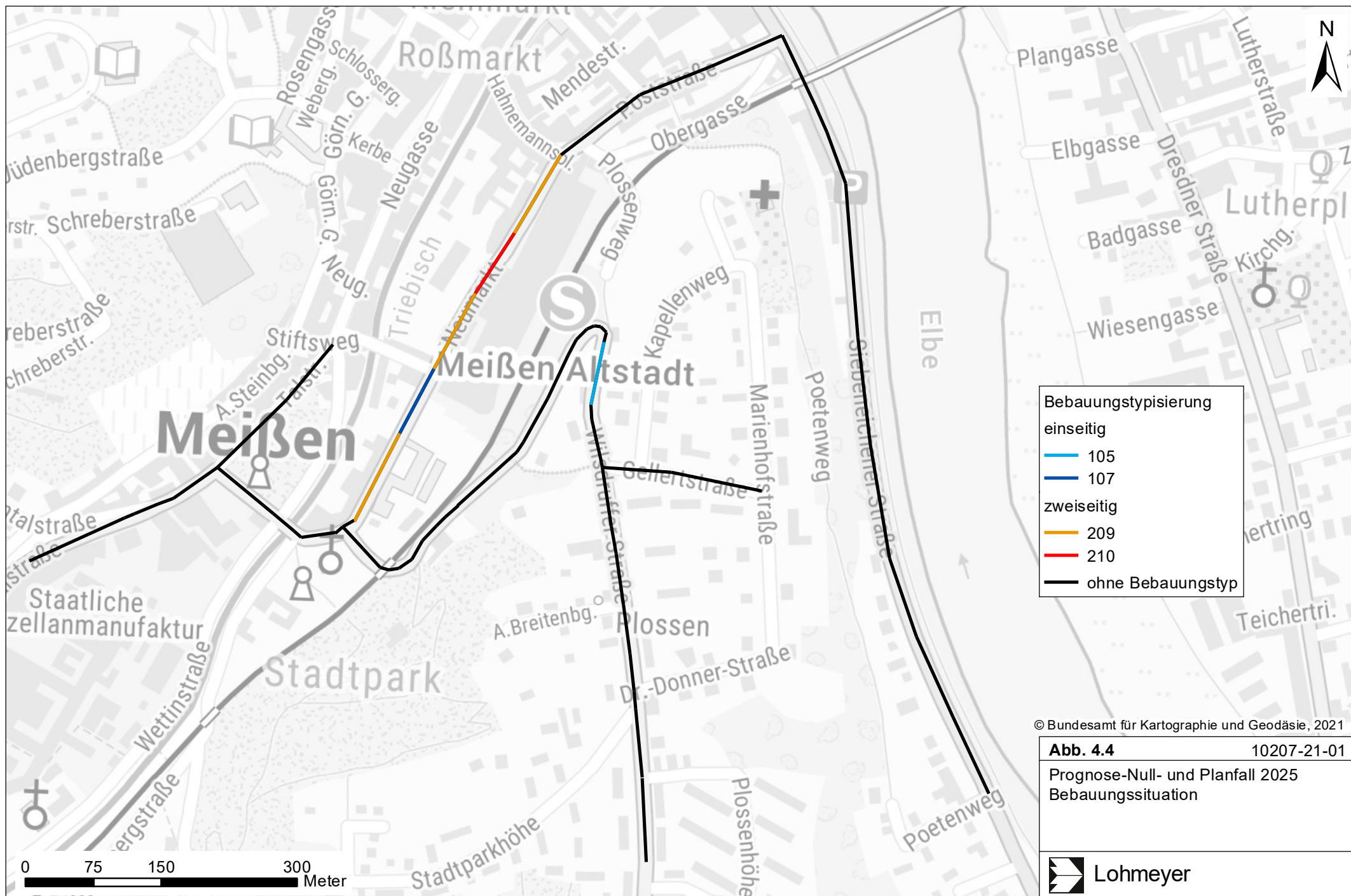
**Abb. 4.2** 10207-21-01  
Prognose-Nullfall 2025 (Verkehrsprognose 2030) - Durchschnittliche Verkehrsstärke  $DTV_{Mo-Su}$  in Kfz pro Tag/  
SV >3.5 t in Prozent

 Lohmeyer



**Abb. 4.3** 10207-21-01  
Planfall 2025 (Verkehrsprognose 2030)  
Durchschnittliche Verkehrsstärke  
DTV<sub>Mo-So</sub> in Kfz pro Tag/SV >3.5 t  
in Prozent

 Lohmeyer



Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM für die idealisierten Straßenrandbebauungen (nähere Erläuterungen sind im Anhang A2 zu finden).

#### 4.4 Meteorologische Daten

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

Für die Ausbreitungsrechnungen wurden die Daten aus METEOKART<sup>GIS</sup> für das Untersuchungsgebiet (Meißen) direkt ausgelesen (**Abb. 4.5**). Damit ist es möglich, die topografische Gegebenheit und die aerodynamische Rauigkeit im Untersuchungsgebiet mit zu berücksichtigen. Bei einer Anemometerhöhe von 10 m beträgt die mittlere Windgeschwindigkeit 2.3 m/s. Die häufigsten Windrichtungen sind Südwest bis West. Ein Nebenmaximum tritt in östlicher bis südöstlicher Richtung auf.

Zusätzlich zur Wind- und Ausbreitungsstatistik existiert in der näheren Umgebung eine meteorologische Station des DWD, an der u. a. Temperaturen gemessen werden. Die Station Garsebach bei Meißen ist ca. 4.5 km südöstlich vom Untersuchungsgebiet gelegen. Für die 10-jährige Temperaturzeitreihe (2008-2017) werden dort im Mittel 9.6 °C gemessen. Die Temperatur wird für die Emissionsberechnung benötigt (s. u.).

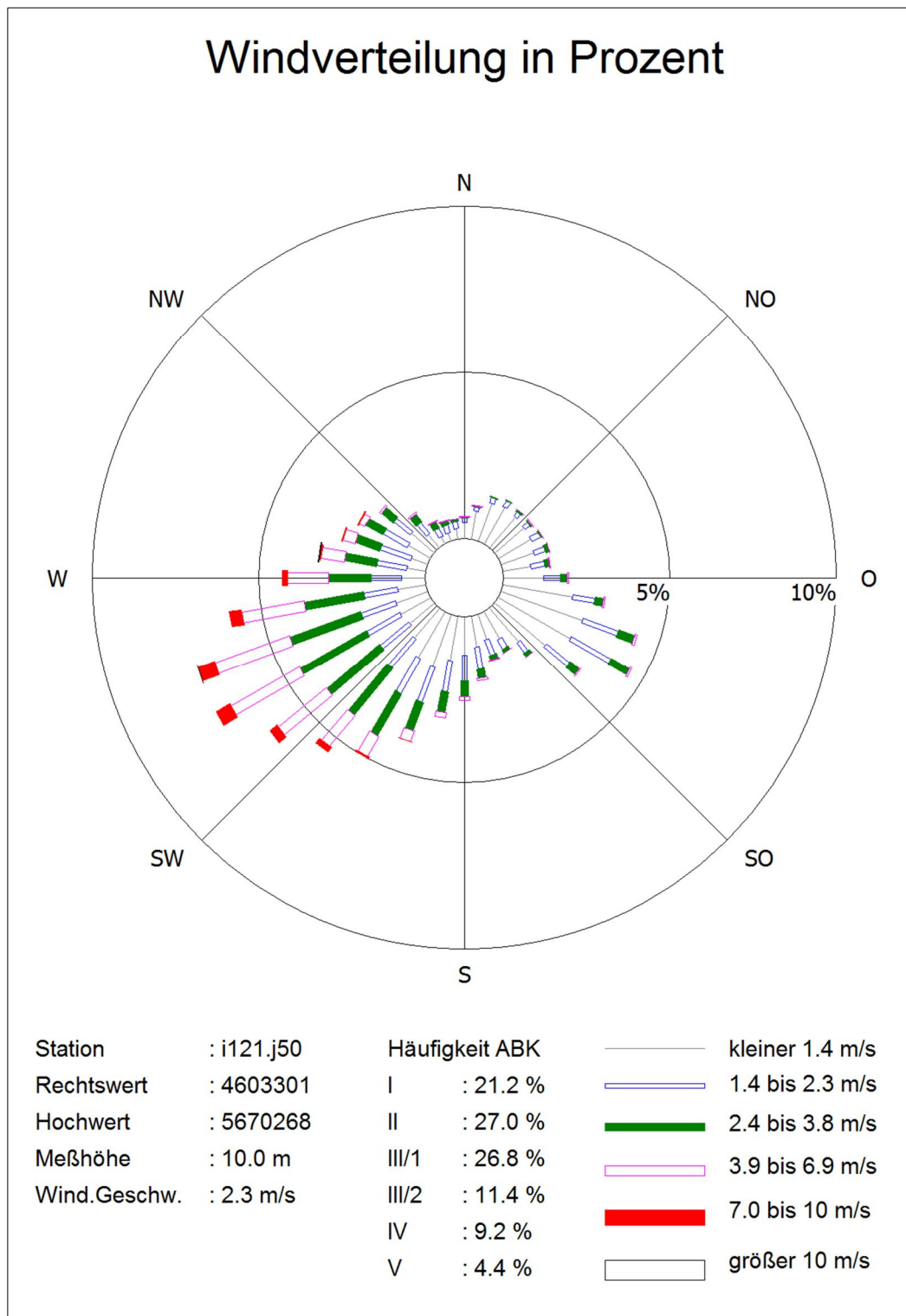


Abb. 4.5: Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik für den Untersuchungsstandort auf Basis prognostischer Windfeldmodellierungen aus dem METEOKART GIS-System. Quelle: LfUG (2007).

## 4.5 Hintergrundbelastung der Luft

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Stickoxide unterliegen auf dem Ausbreitungspfad chemischen Umwandlungsprozessen. Die Berechnung der NO<sub>2</sub>-Schadstoffbelastung erfolgt deshalb mit Hilfe eines Chemiemodells (siehe Anhang A2), welche als zusätzliche Hintergrundbelastungen NO<sub>x</sub> und O<sub>3</sub> benötigt.

Zur Bestimmung der Schadstoffhintergrundbelastung standen Werte der Berechnungen zum Immissionskataster Sachsen zur Verfügung. In Abstimmung mit dem LfULG (2021) werden die in **Tab. 4.1** dargestellten Werte unverändert auch für das Bezugsjahr 2025 angesetzt.

Schadstoff	Jahresmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NO <sub>2</sub>	17
NO <sub>x</sub>	24
O <sub>3</sub>	46
PM10	20
PM2.5	14

Tab. 4.1: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2025

## 5 EMISSIONEN

### 5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die Pkw, die leichten Nutzfahrzeuge (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 (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 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 (2020; 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 2025 und Planfall 2025 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.

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

Die Minderungen der Stickstoffoxid-Emissionen bei Diesel-Pkw der Abgasnormen Euro 5-6a/b durch freiwillige Softwareupdates sind in den Emissionsdatenbanken nicht enthalten und werden entsprechend der UBA-Empfehlung berücksichtigt (UBA, 2021a und b).

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 zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israël et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgrößen kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit auch der PM10- und PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Der Kaltstarteinfluss von NO<sub>x</sub> 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-FernC50s	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS30d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter 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-NS30	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, flüssiger Verkehr
IOS-NS30d	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

### 5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA 4.1 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 den **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in mg/km							
Verkehrssituation	Längsneigung	NO <sub>2</sub> (direkt)		NO <sub>x</sub>		PM10 (Abgas, Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (Abgas, Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-FernC50d	±0 %	64	468	213	1 975	38	370	21	88
IOS-FernC50s	±0 %	101	1 449	330	5 902	51	1 252	22	120
IOS-HVS30d	±2 %	65	486	229	2 110	38	376	21	94
IOS-HVS30d	±10 %	84	379	289	1 676	39	383	22	101
IOS-HVS30d	±6 %	77	379	266	1 676	38	380	21	98
IOS-HVS30d	±8 %	79	379	275	1 676	39	381	22	99
IOS-HVS30s	±2 %	110	1 883	370	7 643	52	1 260	23	128
IOS-HVS50d	±0 %	77	494	264	2 121	38	379	21	90
IOS-HVS50d	±10 %	114	343	377	1 523	39	382	22	92
IOS-HVS50d	±2 %	81	464	274	1 974	38	379	21	90
IOS-HVS50d	±6 %	101	343	338	1 523	39	381	22	91
IOS-HVS50d	±8 %	106	343	353	1 523	39	381	22	91
IOS-HVS50s	±0 %	102	1 476	346	6 017	51	1 252	22	120
IOS-HVS50s	±10 %	128	1 297	425	5 309	52	1 251	23	119
IOS-HVS50s	±2 %	104	1 457	351	5 937	51	1 251	22	119
IOS-HVS50s	±6 %	119	1 297	397	5 309	51	1 251	23	119
IOS-HVS50s	±8 %	123	1 297	408	5 309	52	1 251	23	119
IOS-NS30	±4 %	72	477	283	2 033	32	311	22	99
IOS-NS30d	±4 %	76	520	297	2 254	41	534	22	102

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

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 Emissionsfaktoren für größere Streckenlängsneigungen**

In HBEFA 4.1 werden Emissionsfaktoren in Abhängigkeit von der Streckenlängsneigung bis zu einer Neigung von max. 6 % ausgewiesen. Die Wilsdruffer Straße weist jedoch Steigungen von bis zu 10 % im Planfall und im Prognose-Nullfall derzeit lokal bis 14 % auf.

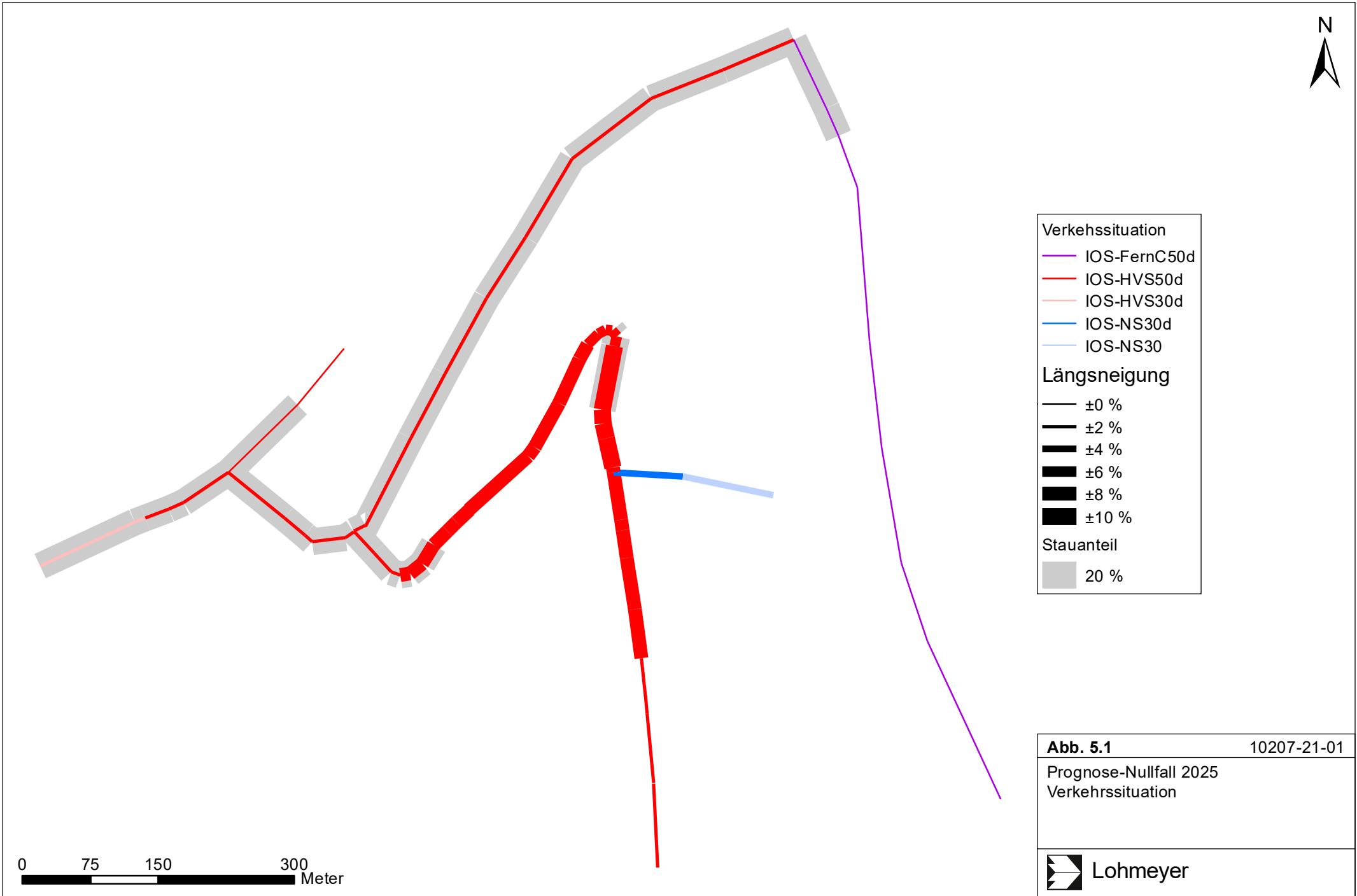
Auf Grundlage des 3D-Geländemodells und der Vermessungsdaten, die vom Planungsbüro INGENIEURGESELLSCHAFT BONK + HERMANN MBH zur Verfügung gestellt wurden (2019), wurden die Längsneigungen auf die Straßenabschnitte des Berechnungsmodells übertragen. Dabei ergaben sich Längsneigungen von max. 10 %.

Entsprechend der VDI 3782 Blatt 7 (2020) können für Längsneigungen zwischen 6 % und 10 % die schichtspezifischen Emissionsfaktoren durch Extrapolation berechnet werden, was hier gemacht wurde, sofern diese höhere Werte lieferte als bei 6 %.


#### **5.5 Emissionen des untersuchten Straßennetzes**

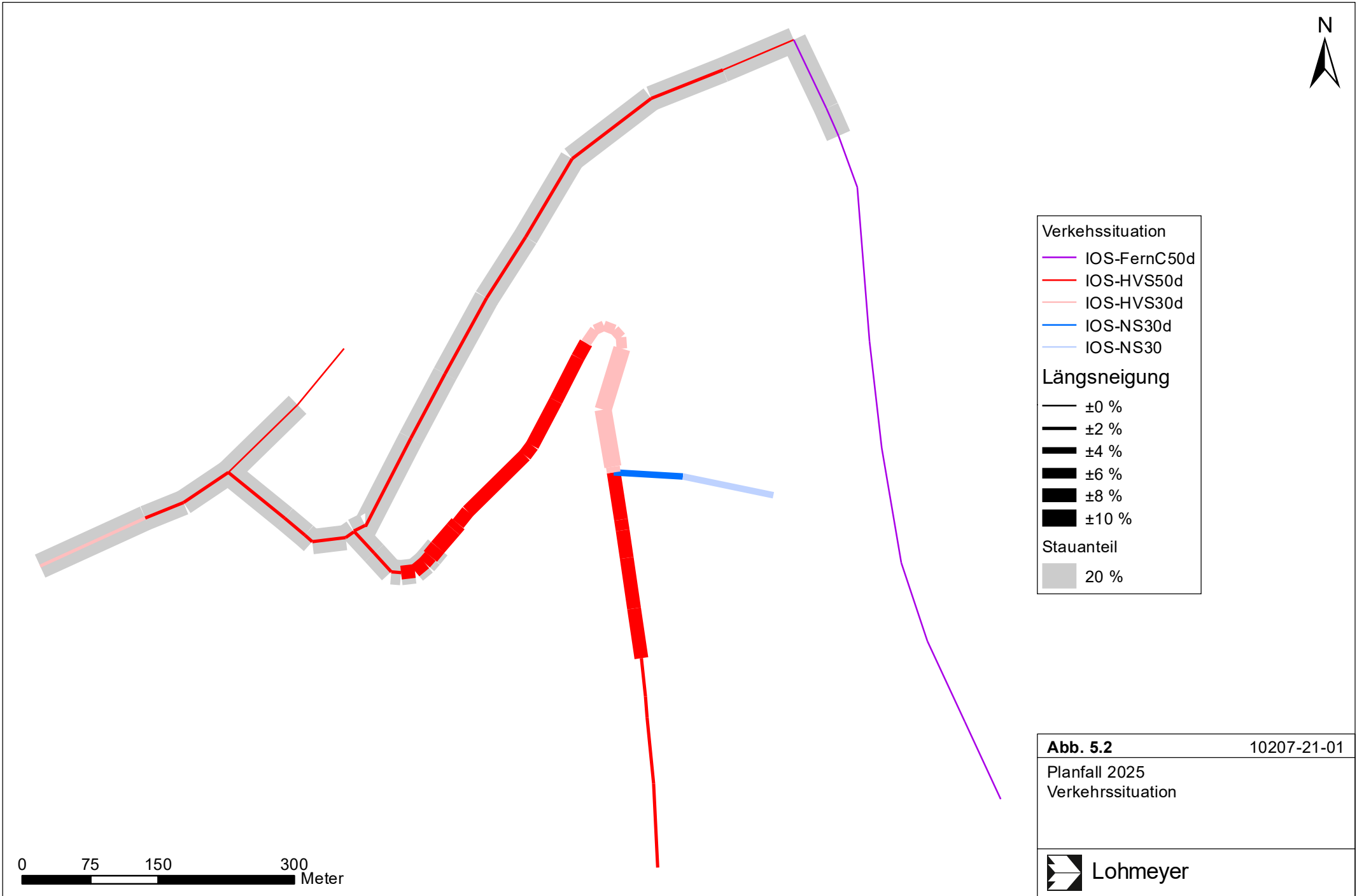
Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und SV-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus.


Die Verkehrssituationen sind für den Prognose-Nullfall bzw. Planfall 2025 in **Abb. 5.1** und **Abb. 5.2** aufgezeigt. Die darin verwendeten Signaturen setzten 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.



**Abb. 5.1** 10207-21-01  
Prognose-Nullfall 2025  
Verkehrssituation

 Lohmeyer



<b>Abb. 5.2</b>	10207-21-01
Planfall 2025 Verkehrssituation	
 Lohmeyer	

Demzufolge bedeutet eine fett gezeichnete, lilafarbene Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1** und **Abb. 5.2**) 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. Dort wird anteilig ein Stop&Go-Verkehr auf die tägliche Fahrleistung angesetzt. Dieser stellt den Anteil der jeweiligen Stau-Verkehrssituation, z. B. IOS-HVS50s zur verwendeten regulären Verkehrssituationen (IOS-HVS50d) **Tab. 5.1**.

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

### Tempo 30

Im Prognose-Nullfall wird in der Wilsdruffer Straße in stadteinwärtiger Richtung kurz vor der Kurve bis zur Lichtsignalanlage 30 km/h ausgewiesen (LASUV, 2019). Im Planfall sind zwischen Gellertstraße und Bau-km 0+370 im Bereich der Kurve Geschwindigkeitsbeschränkungen auf 30 km/h in beiden Richtungen geplant (LASUV, 2015).

Untersuchungen bzw. Messfahrten zur Wirkung der Temporeduzierung auf 30 km/h in Potsdam (Lohmeyer, 2016) zeigten für vergleichbare Situationen, dass eine Reduzierung der Emissionen bei T30 erreicht wird, da vor allem die Beschleunigung auf eine geringere Geschwindigkeit erfolgt. Für die Beschleunigungsstrecken bedeutet dies hier, dass bei T30 eine Minderung gegenüber T50 erwartet wird. In dem Bereich der Wilsdruffer Straße werden bei den Beschleunigungsvorgängen bei der Aufwärtsfahrt höhere Emissionen erzeugt als bei der Abwärtsfahrt.

Im Bereich der Wilsdruffer Straße erfolgt keine richtungsgetrennte Betrachtung. So wurde konservativ die Verkehrssituation „IOS-HVS50d + Längsneigung“ angesetzt. Die erhöhten Schadstofffreisetzungen durch Fahrzeuge während der Beschleunigungsvorgänge bei Aus-

fahrt aus der Kurve erfolgt durch die Berücksichtigung von Stauanteilen. Dieser Ansatz wurde für den Prognose-Nullfall verwendet.

Im Planfall wird auf Grund der Tatsache, dass in beide Richtungen in der Kurve des Plossenaufstieges ein Tempolimit von 30 km/h vorherrscht, die Verkehrssituation „IOS-HVS30d“ angesetzt.

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

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

Die **Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt der Wilsdruffer Straße (Plossenaufstieg) die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten. Des Weiteren sind die Emissionsdichten von NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub> für das Straßennetz jedes Berechnungsfalls, im Anhang A3 dargestellt.

DTV [Kfz/24 h]	SV-Anteil [%]	Verkehrssituation und Längsneigung [%]	Stop-&Go- Anteil [%]	NO <sub>2</sub> , direkt [mg/(m s)]	NO <sub>x</sub> [mg/(m s)]	PM <sub>10</sub> [mg/(m s)]	PM <sub>2.5</sub> [mg/(m s)]
Prognose-Nullfall 2025							
6 906	5.6	IOS-HVS50d_10	20	0.01122	0.03940	0.00563	0.00212
Planfall 2025							
7 191	5.6	IOS-HVS30d_10	0	0.00835	0.03054	0.00482	0.00217

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der Wilsdruffer Straße nördlich der Kurve

## 6 IMMISSIONEN

Für das Untersuchungsgebiet ist eine flächendeckende Auskunft über die Immissionssituation in Bodennähe (in ca. 1.5 m Höhe) durch eine Vielzahl an Untersuchungspunkten gegeben. Die horizontale Auflösung der Immissionspunkte beträgt 10 m. Zusätzlich werden an Straßen mit dichter Randbebauung die Konzentrationswerte für die Hausfassaden angegeben.

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

Die Ergebnisse für die Leitkomponenten NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub> sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + verkehrsbedingte Zusatzbelastung) in den jeweiligen Abschnitten dargestellt. Die flächenhafte grafische Darstellung erfolgt in Form von farbigen Quadraten bzw. bei Straßen mit dichter Randbebauung 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 NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>).

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

Zusätzlich werden für ausgewählte, repräsentative Immissionsorte (IO) die berechneten Luftschadstoffbelastungen separat ausgewiesen. Sie stellen sensible Nutzungen (Wohnbebauung) im Untersuchungsgebiet dar (**Tab. 6.1**).

Nr.	Immissionsort [Nutzung (Wohnbebauung)]	NO <sub>2</sub> -I1 [µg/m <sup>3</sup> ]	PM10-I1 [µg/m <sup>3</sup> ]	Anzahl der Überschrei- tungen des PM10-24 h- Werts von 50 µg/m <sup>3</sup> im Jahr	PM2.5-I1 [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>Prognose-Nullfall 2025</b>					
1	Neumarkt 31	21	22	15	15
2	Neumarkt 33	22	23	18	15
3	Neumarkt 23	32	27	29	17
4	Wilsdruffer Straße 1	17	20	12	14
5	Wilsdruffer Straße 10	18	21	14	14
6	Wilsdruffer Straße 5	35	27	29	17
7	Wilsdruffer Straße 5A	35	27	29	17
8	Kapellenweg 1	19	21	14	14
9	Lämmerstufen	20	21	14	15
10	Wilsdruffer Straße 9A/B	19	21	14	14
11	Neumarkt 19, 20, 22, 34, 36, 37, 38, 39, 40	32	27	29	17
12	Nicolaisteg 5, Neumarkt 6, 7, 50, 51, Neumarkt Arkaden	34	28	32	17
13	Neumarkt 51, 52, 54, Neumarkt Arkaden	35	28	32	17
14	Neumarkt 55, 56, 57, 59, Neumarkt Arkaden	31	26	26	17
<b>Planfall 2025</b>					
1	Neumarkt 31	21	23	18	15
2	Neumarkt 33	23	23	18	15
3	Neumarkt 23	32	27	29	17
4	Wilsdruffer Straße 1	17	20	12	14
5	Wilsdruffer Straße 10	18	21	14	14
6	Wilsdruffer Straße 5	26	24	20	16
7	Wilsdruffer Straße 5A	26	24	20	16
8	Kapellenweg 1	19	21	14	14
9	Lämmerstufen	20	21	14	15
10	Wilsdruffer Straße 9A/B	19	21	14	14
11	Neumarkt 19, 20, 22, 34, 36, 37, 38, 39, 40	32	27	29	17
12	Nicolaisteg 5, Neumarkt 6, 7, 50, 51, Neumarkt Arkaden	35	28	32	17
13	Neumarkt 51, 52, 54, Neumarkt Arkaden	35	28	32	17
14	Neumarkt 55, 56, 57, 59, Neumarkt Arkaden	32	27	29	17
<b>Beurteilungswerte</b>		<b>40</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>25</b>

Tab. 6.1: Immissionen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte  
im Prognose-Nullfall 2025 und Planfall 2025  
I1 = Jahresmittelwert; fett = Grenzwertüberschreitung



## 6.1 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

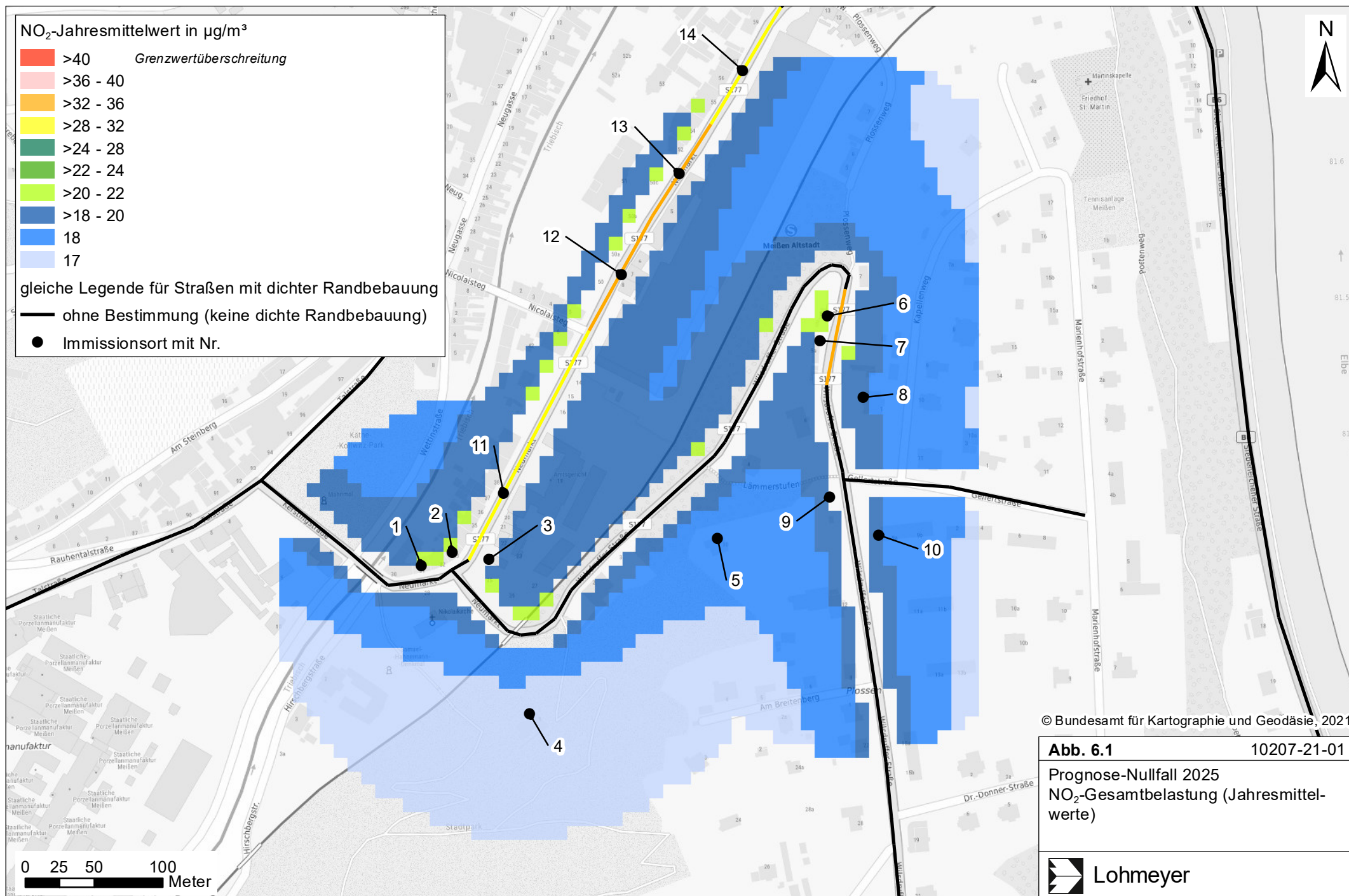
Die Gesamtbelastungen der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte sind für den Prognose-Nullfall 2025 in **Abb. 6.1** und den Planfall 2025 in **Abb. 6.2** dargestellt. Für die sensiblen Immissionsorte sind die Gesamtbelastungen der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in **Tab. 6.1** aufgeführt.

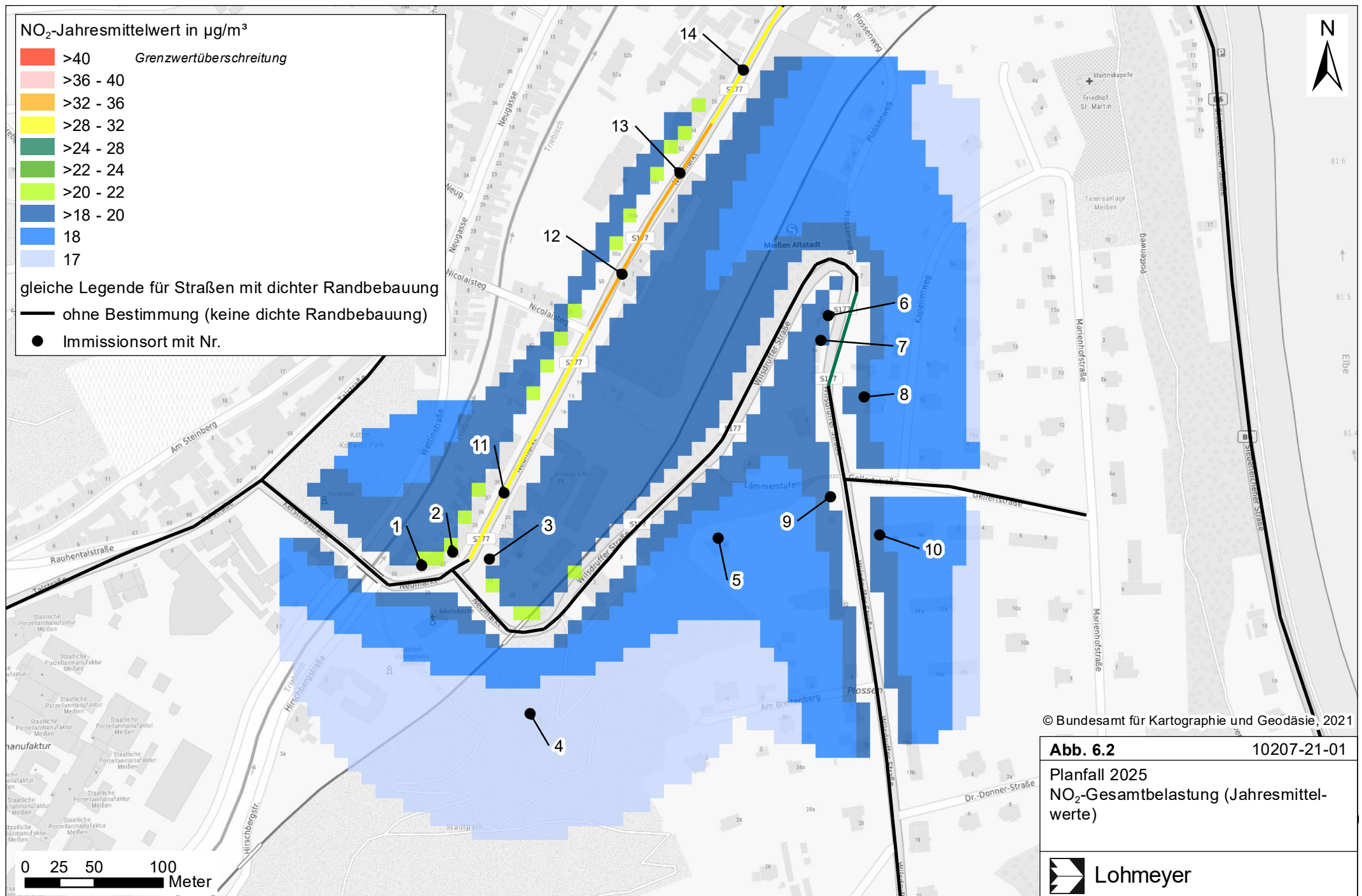
Es wird im gesamten Untersuchungsgebiet im Prognose-Nullfall und Planfall keine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> errechnet. Aus **Abb. 6.1** und **Abb. 6.2** ist ersichtlich, dass im Prognose-Nullfall 2025 in einem Straßenabschnitt an der Straßenrandbebauung in der Wilsdruffer Straße (oberhalb der Haarnadelkurve) (IO 6 und IO 7) hohe NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte auftreten. Im Planfall 2025 wird durch den Ausbau und damit die Verschiebung der Wilsdruffer Straße in östliche Richtung trotz höherem Verkehrsaufkommen eine Reduzierung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes in dem Bereich der Haarnadelkurve prognostiziert (vgl. **Abb. 6.1** und **Abb. 6.2**). Ansonsten werden entlang des Plossenaufstieges (Wilsdruffer Straße) in beiden Betrachtungsfällen NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet.

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

Im Prognose-Nullfall 2025 werden an den ausgewählten IO 6 und IO 7 mit 35 µg/m<sup>3</sup> die höchsten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte berechnet. Im Planfall 2025 wird auf Grund des größeren Abstandes der Straße zur Wohnbebauung und der Temporeduzierung auf 30 km/h in beide Richtungen an den ausgewählten IO 6 und IO 7 eine Reduzierung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes auf 26 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert.

Im Kreuzungsbereich Wilsdruffer Straße/Neumarkt werden an den Immissionsorten 1 und 2 in NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte zwischen 21 µg/m<sup>3</sup> und 23 µg/m<sup>3</sup> berechnet, während am IO 3 und IO 11 auf Grund der dichteren Bebauung (Straßenschlucht) und damit ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen 32 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert werden. Auch an den Immissionsorten 12 bis 14 werden in beiden Betrachtungsfällen 31 µg/m<sup>3</sup> bis 35 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Auch hier ist dichte Bebauung vorhanden, wobei die Straßenabschnitte in ihrer Lückigkeit und Straßenbreite (zwischen den gegenüberliegenden Gebäuden) variiert, was sich in verschiedenen Bebauungstypen (**Abb. 4.4**) zeigt, dass wiederum Einfluss auf die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte hat. Die geringfügig höheren Verkehrsbelegungen in der Straße Neumarkt im Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall führen zu Unterschieden in den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerten von weniger als 0,5 µg/m<sup>3</sup>.





An den ausgewählten Immissionsorten 4, 5, 8 - 10, die weiter weg von der Wilsdruffer Straße liegen, werden sowohl im Prognose-Nullfall als auch im Planfall  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte zwischen  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Die berechneten  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte sind in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** an der Bebauung als leicht erhöhte bis hohe Konzentrationen im Planfall 2025 und im Prognose-Nullfall 2025 als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Für die zukünftigen Jahre ab 2025 ist auf Grund der verbesserten Fahrzeugflotte und damit geringeren Emissionen sowohl im Prognose-Nullfall als auch im Planfall mit einer Reduzierung der Immissionen zu rechnen.

Eine Überschreitung des  $\text{NO}_2$ -Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d. h. einem Stundenwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mehr als 18-mal im Jahr, ist bei Jahresmittelwerten unter  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht zu erwarten.

## 6.2 Feinstaub (PM10)

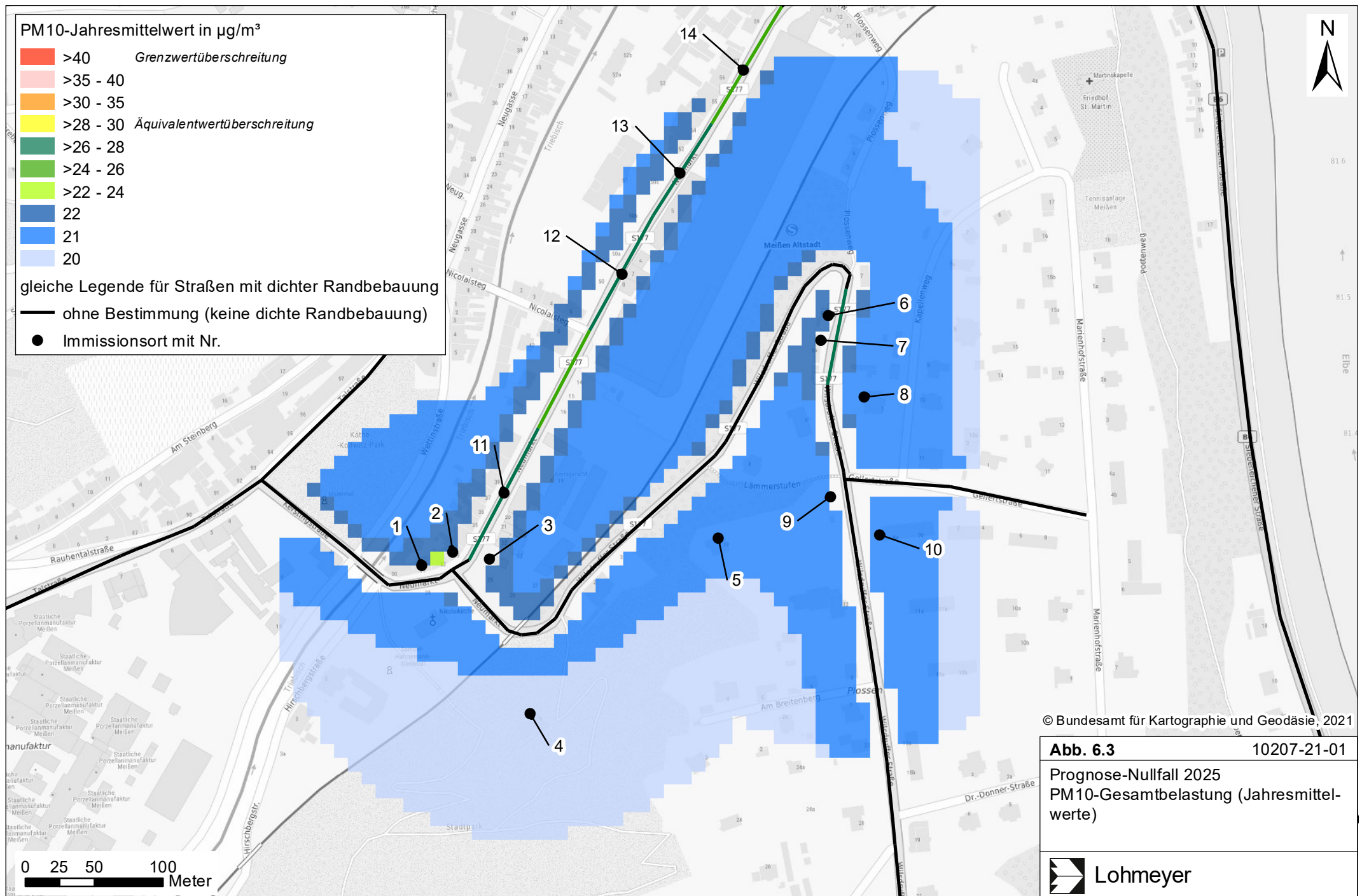
Die Gesamtbelastungen der PM10-Jahresmittelwerte sind für den Prognose-Nullfall 2025 in **Abb. 6.3** und für den Planfall 2025 in **Abb. 6.4** dargestellt. Für die sensiblen Immissionsorte sind die Gesamtbelastungen der PM10-Jahresmittelwerte in **Tab. 6.1** aufgeführt.

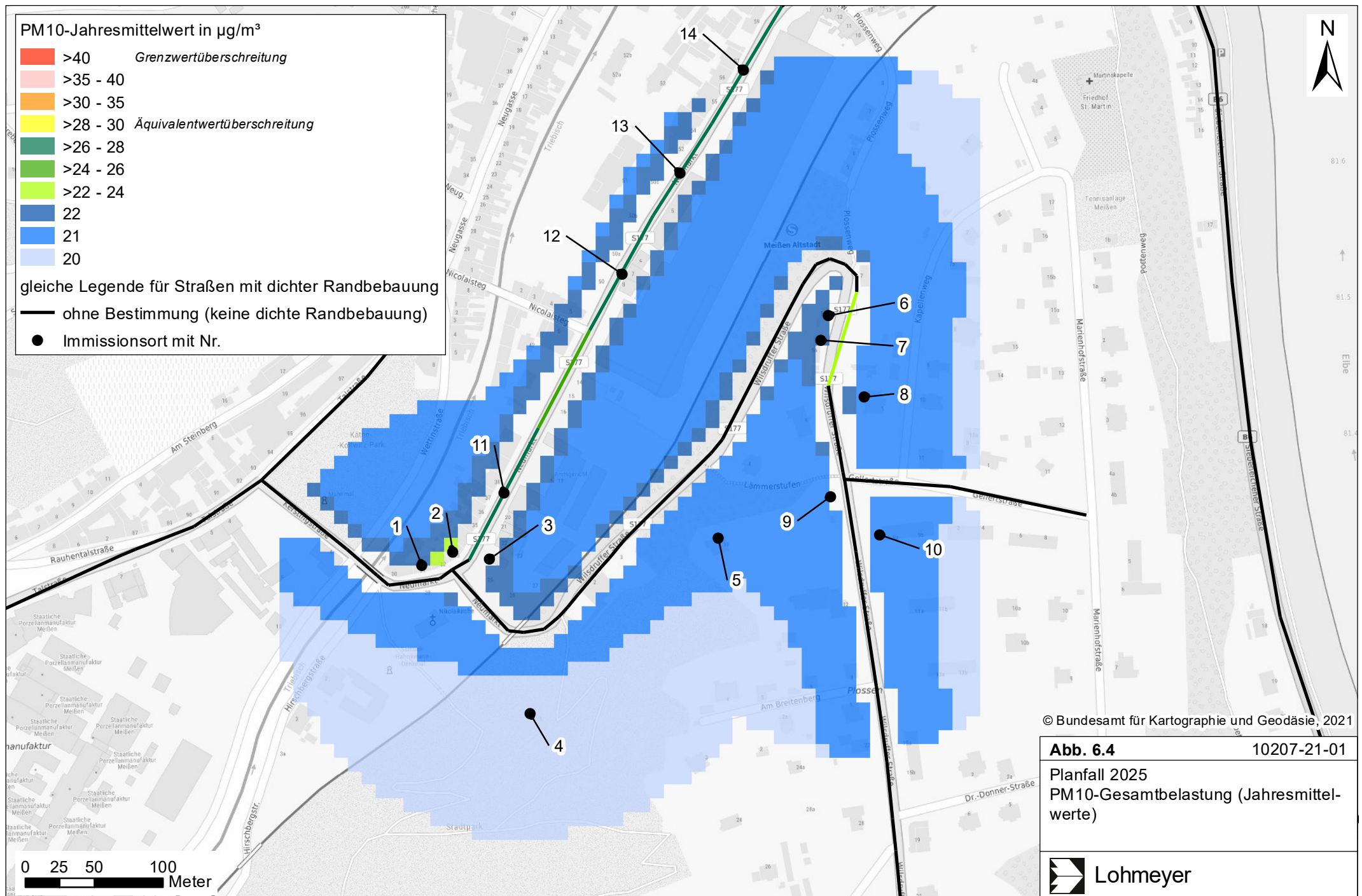
Die **Abb. 6.3** und **Abb. 6.4** zeigen, dass keine PM10-Konzentrationen im Prognose-Nullfall 2025 und Planfall 2020 erwartet werden, die den Grenzwert der 39. BImSchV von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschreiten.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen. Die Gesamtbelastungen der PM10-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

Auch hier werden im Prognose-Nullfall 2025 in einem Straßenabschnitt an der Straßenrandbebauung in der Wilsdruffer Straße (oberhalb der Haarnadelkurve; IO 6 und IO 7) erhöhte PM10-Jahresmittelwerte mit  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet, die im Planfall 2025 durch den Ausbau eine Reduzierung des PM10-Jahresmittelwertes in dem Bereich der Haarnadelkurve erreichen (vgl. **Abb. 6.3** und **Abb. 6.4**). Im Planfall werden am IO 6 und IO 7 noch  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  PM10-Jahresmittelwerte ermittelt. Ansonsten werden entlang des Plossenaufstieges (Wilsdruffer Straße) in beiden Betrachtungsfällen PM10-Jahresmittelwerte bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Entlang







der Straße Neumarkt werden in beiden Betrachtungsfällen PM10-Jahresmittelwerte zwischen  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Dies betrifft bei den ausgewählten Immissionsorten die IO 3 und IO 11 bis IO 14.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV wird im Prognose-Nullfall 2025 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 Konzentration zu bezeichnen.

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stundengrenzwert für Partikel (PM10) von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  definiert, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend den Darstellungen im Kapitel 3 wird angesetzt, dass bei Konzentrationen unterhalb des entsprechenden Schwellenwertes von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Jahresmittelwert) auch der PM10-24 h-Grenzwert sicher eingehalten wird. Der PM10-24 h-Grenzwert ist somit eine strengere Kenngröße als der Jahresmittelgrenzwert (vgl. Kapitel 3). Die Anzahl der Überschreitungen der PM10-24 h-Werte (Überschreitungstage) von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

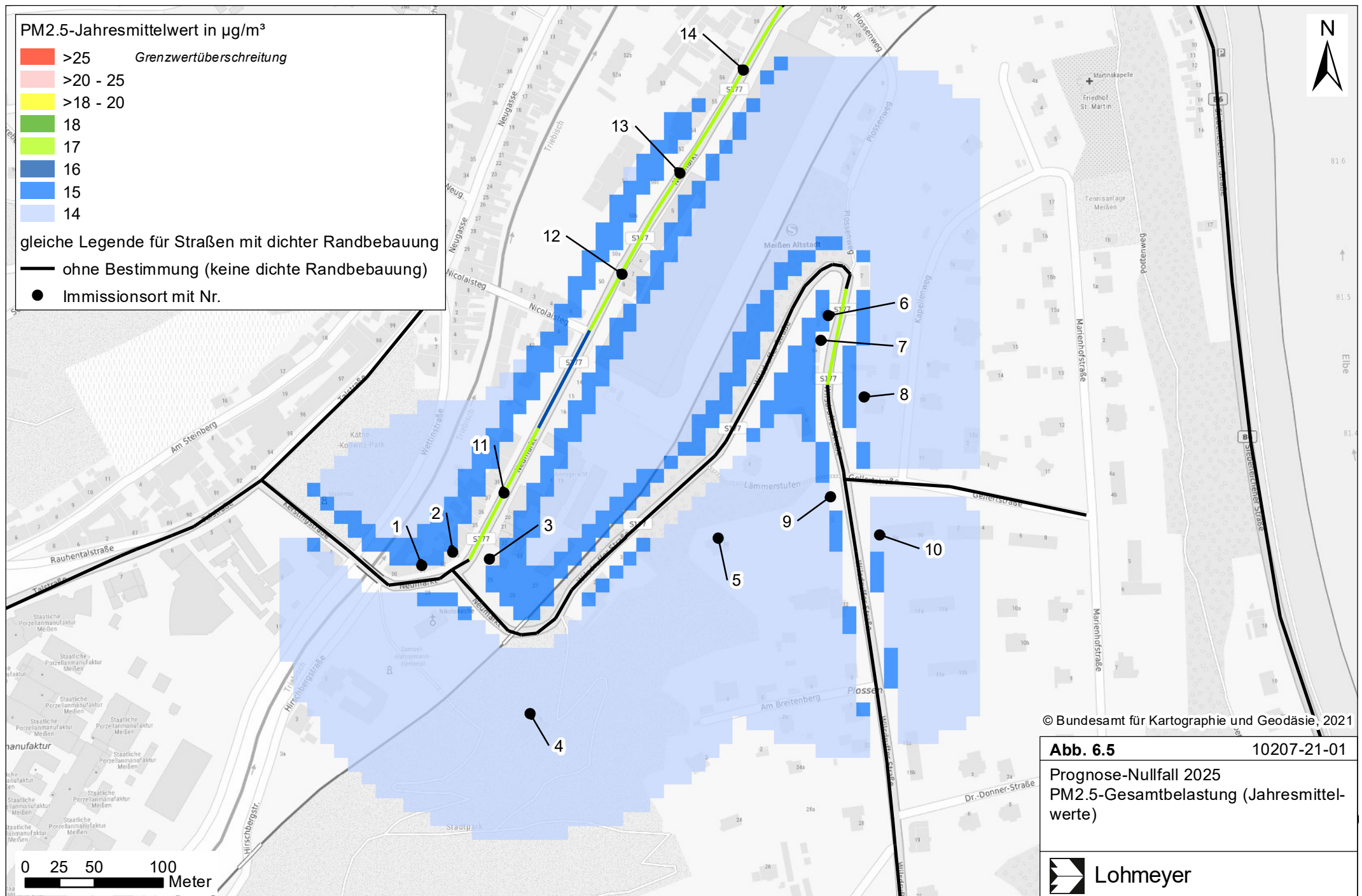
Der strengere PM10-Kurzzeitgrenzwert von 35 Tagen größer  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entsprechend der 39. BImSchV wird an umliegender sensibler Nutzung nicht überschritten, denn im Prognose-Nullfall 2025 und Planfall 2025 werden keine Überschreitungen des Äquivalentwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und damit des PM10-24h-Grenzwert prognostiziert.

### 6.3 Feinstaub (PM2.5)

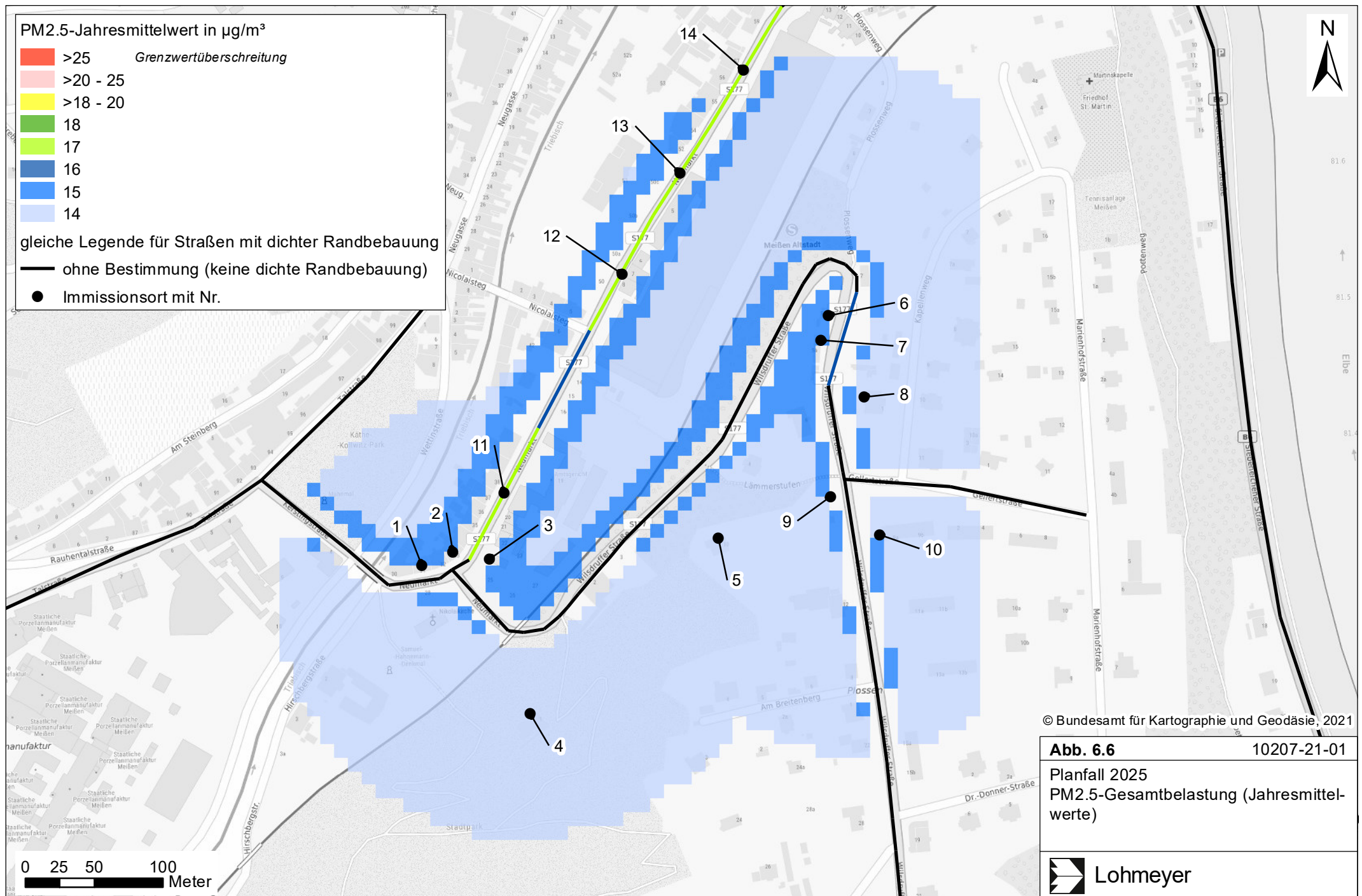
Die Gesamtbelastungen der PM2.5-Jahresmittelwerte sind für den Prognose-Nullfall 2025 in **Abb. 6.5** und für den Planfall 2025 in **Abb. 6.6** dargestellt. Für die sensiblen Immissionsorte sind die Gesamtbelastungen der PM2.5-Jahresmittelwerte in **Tab. 6.1** aufgeführt.

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









Die maximalen PM<sub>2.5</sub>-Konzentrationen werden wiederum in beiden Betrachtungsfällen in den Bereichen mit Bebauungsverdichtung (IO 3, IO 11 bis IO 14) prognostiziert, die bei 17 µg/m<sup>3</sup> liegen. Bei den ausgewählten Immissionsorten 6 und 7 (Wilsdruffer Straße) wird im Planfall 2025 gegenüber dem Prognose-Nullfall 2025 eine Reduzierung um 1 µg/m<sup>3</sup> auf 16 µg/m<sup>3</sup> berechnet (**Tab. 6.1**).

## 7 LITERATUR

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.
- 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): PM<sub>10</sub>-Emissionen an Außerortsstraßen mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen (Düring, I., Bösing, R., Lohmeyer, A.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 125, ISBN 3-86509-307-8, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021): [http://sg.geodatenzentrum.de/web\\_public/Datenquellen\\_TopPlus\\_Open.pdf](http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf), bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.
- Diegmann, V. (2020): Vortrag V. Diegmann zu HBEFA4.1 auf IVU Workshop Luftqualität 2020.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzel, S. (2011): A new simplified NO/NO<sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO<sub>2</sub>-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011).
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bösing, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Buchmann, B. (2003): Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> concentrations based on long-term Swiss monitoring data. Atmospheric Environment 37 (2003).
- INGENIEURBÜRO BONK + HERMANN MBH (2019) Übergabe des 3D-Geländemodells und der Vermessungsdaten. E-Mail von Frau Dölling an Frau Nitzsche am 25.01.2019.

- 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.
- LASuV (2015): Angaben zur Fahrgeschwindigkeit. Persönliche Mitteilung per E-Mail vom 02.12.2015 von Hr. Miersch an Fr. Nitzsche. Landesamt für Straßenbau und Verkehr (LASuV), Niederlassung Meißen, Ref. 24, Umweltschutz.
- LASuV - Landesamt für Straßenbau und Verkehr (2019): Angaben zur Fahrgeschwindigkeit im Istzustand bzw. Prognose-Nullfall. E-Mail vom 29.01.2019 von Hr. Miersch an Fr. Nitzsche.
- LASuV - Landesamt für Straßenbau und Verkehr (2021): Angaben zur Fahrgeschwindigkeit im Istzustand bzw. Prognose-Nullfall. E-Mail vom 30.07.2021 von Hr. Miersch an Fr. Nitzsche.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- LfUG - Landesamt für Umwelt und Geologie (2007): Nutzungsvertrag METEOKART GIS zwischen Sächsischem Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) und Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Aktenzeichen 23-8822.00/13.
- LfULG - Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2021): Abstimmung der Hintergrundbelastungen für das Untersuchungsgebiet. E-Mail von Herrn Wolf vom 02.08.2021.
- Lohmeyer (2012): Aktualisierung des MLuS 02 bzgl. Emission, Lärmschutzmodul, NO/NO<sub>2</sub>-Konversion, Vorbelastung und Fortschreibung 22. BImSchV - FE 02.0255/2004/LRB. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit von Institut für Energie und Umwelt, Heidelberg. Projekt 70405-07-10, Abschlussbericht vom Jan. 2012, Gutachten im Auftrag von: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- Lohmeyer (2016): Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 an 7 Standorten in Berlin. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit von Planungsbüro Dr. Hunger, Dresden und CAT Traffic, Cichon Automatisierungstechnik GmbH. Projekt 71183-15-10, April 2016. Gutachten im Auftrag von: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.
- 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](http://www.lanuv.nrw.de).
- Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO<sub>2</sub>-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).

- SVU (2021): Überprüfung der Luftreinhaltepläne für die Städte Frankfurt (Oder), Cottbus / Chóśebuz, Bernau und Eberswalde. Auftraggeber: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg, Abteilung Umwelt, Klimaschutz, Nachhaltigkeit in Potsdam. Abschlussbericht vom Juni 2021. SVU Dresden in Zusammenarbeit mit Lohmeyer GmbH.
- TREMOD (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1. (HBEFA 4.1) (aktualisierte Version vom 03.11.2019). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INF-RAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- UBA (2021a): Minderung durch Stickstoffoxid-Emissionen durch Softwareupdates an Diesel-PKW - Empfehlungen zur Nutzung von Minderungsfaktoren. Autor: Dr. Lange, M. [„Schadstoffminderung und Energieeinsparung im Verkehr“ (I 2.2), Umweltbundesamt]. Stand: 1. April 2021. Internet <http://www.umweltbundesamt.de>.
- UBA (2021b): Ermittlung von Emissionsfaktoren für Diesel-PKW mit Softwareupdate (EFA-SU). (Dippold, M.; Hausberger, S.). Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH. Graz (Österreich). UBA-Texte 87/2021. UBA-Projektnr. 148307, FB000536. ISSN 1862-4804. Dessau-Roßlau, Juni 2021. Internet <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), Düsseldorf, Mai 2020.
- VKT - Verkehrsplanung Köhler und Taubmann GmbH (2021a): S 177 Meißen – Wilsdruff, Planungsabschnitt 1.1, Verkehrsplanerische und technische Untersuchung, Prognose 2030, Schlussbericht vom 26.07.2021.
- VKT - Verkehrsplanung Köhler und Taubmann GmbH (2021b): Ergänzende Angaben zu den Verkehrsbelegungen für den Prognose-Nullfall und Planfall 2030. E-Mail von Herrn Günther vom 29.07.2021.

**ANHANG 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 ( $\text{NO}_x$  als Summe von  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), 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  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  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  $\text{PM}_{10}$  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 <sub>2</sub>	Stundenmittelwert	200 µg/m <sup>3</sup> maximal 18 Überschreitungen/Jahr	seit 2010
NO <sub>2</sub>	Jahresmittelwert	40 µg/m <sup>3</sup>	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m <sup>3</sup> maximal 35 Überschreitungen/Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m <sup>3</sup>	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m <sup>3</sup>	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m <sup>3</sup>	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m <sup>3</sup>	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 PM<sub>2.5</sub>-Jahresmittelwert von 25 µg/m<sup>3</sup> 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<sub>2.5</sub>-Exposition von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-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<sub>2.5</sub>-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20 %, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m<sup>3</sup> 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<sub>2.5</sub>-Richtgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden.

### **A1.4 Schutz der Vegetation**

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) von 30 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel. Dieser „kritische Wert“ ist ein auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse festgelegter Wert, dessen Überschreitung unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann. Die Erfassung und Anwendung ist für Bereiche vorbehalten, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind.

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

## **A2 Beschreibung des numerischen Verfahrens zur Immissionsermittlung 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 NO<sub>2</sub> erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2008). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO<sub>2</sub>-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

### **A2.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS\_B**

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

Die Bebauungstypen werden unterschieden in Straßenschluchten mit ein- oder beidseitiger Randbebauung mit verschiedenen Gebäudehöhe-zu-Straßenschluchtbreite-Verhältnissen und unterschiedlichen Lückenanteilen in der Randbebauung. Unter Lückigkeit ist der Anteil nicht verbauter Flächen am Straßenrand mit (einseitiger oder beidseitiger) Randbebauung zu verstehen. Die Straßenschluchtbreite ist jeweils definiert als der zweifache Abstand zwischen Straßenmitte und straßennächster Randbebauung. Die **Tab. A3.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10 % bis 30 % geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen  $c$  zu

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

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

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS\_V für die Hintergrundbelastung und von PROKAS\_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

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

Tab. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

### A2.3 Fehlerdiskussion

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

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

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

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

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

Nach BASt (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zählraten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10 %.

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10 % bis 20 % für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

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

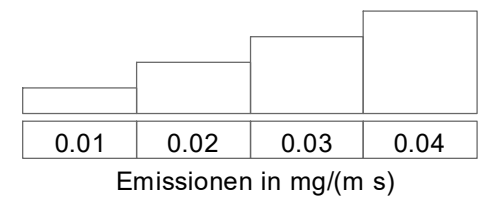
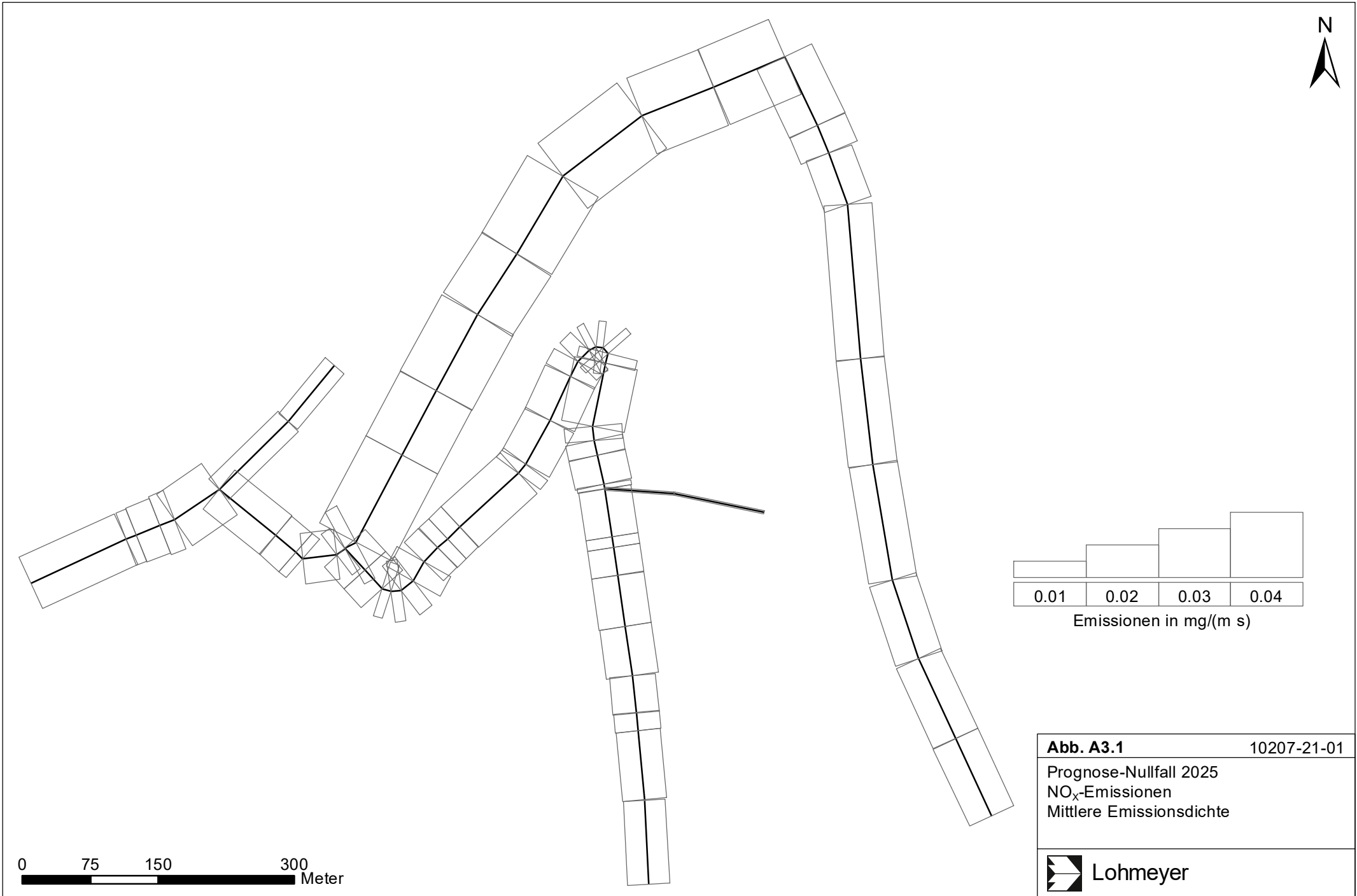
sprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von  $\pm 20\%$  aufweisen.

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

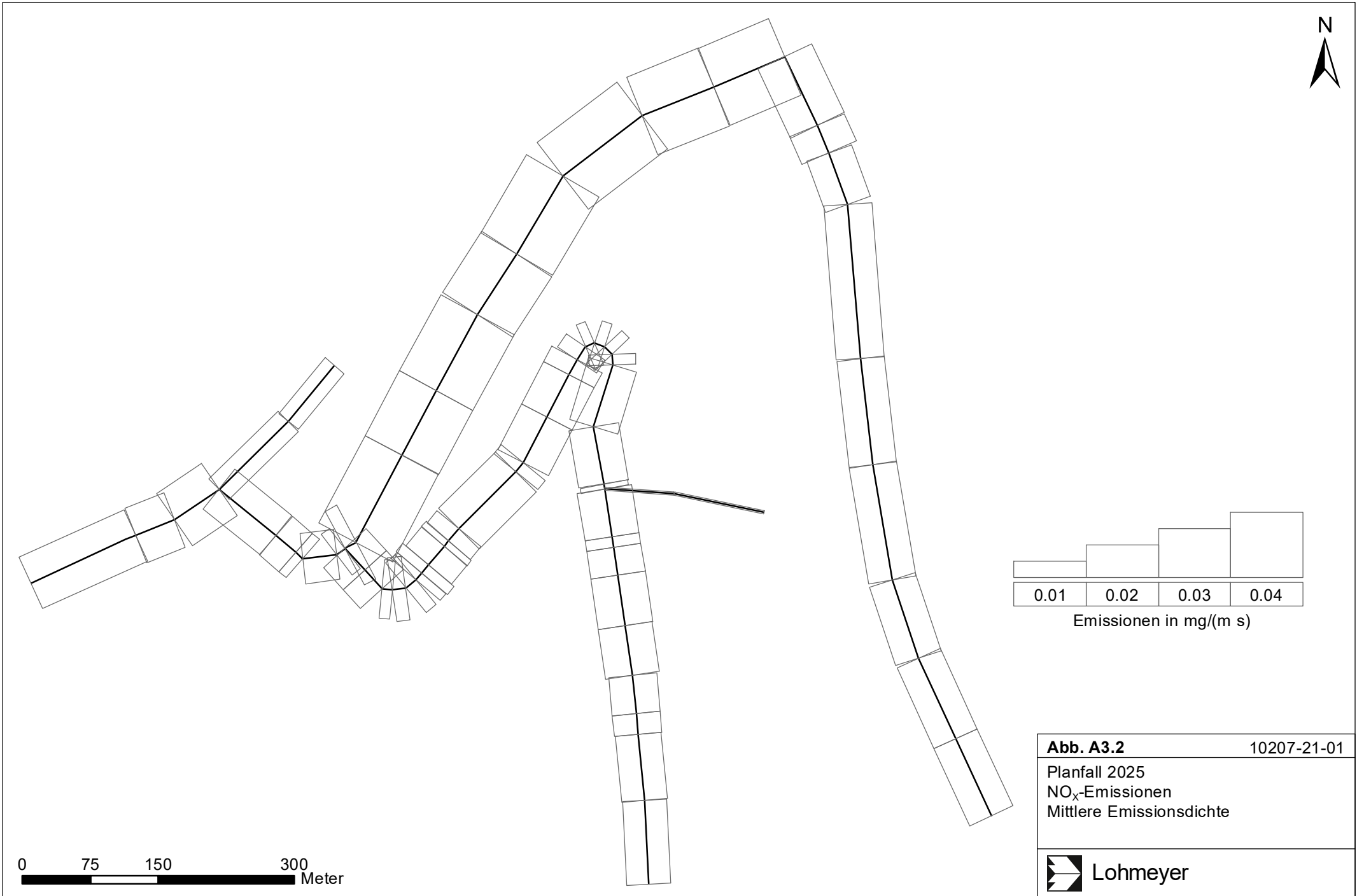
**ANHANG A3:**  
**EMISSIONSABBILDUNGEN**

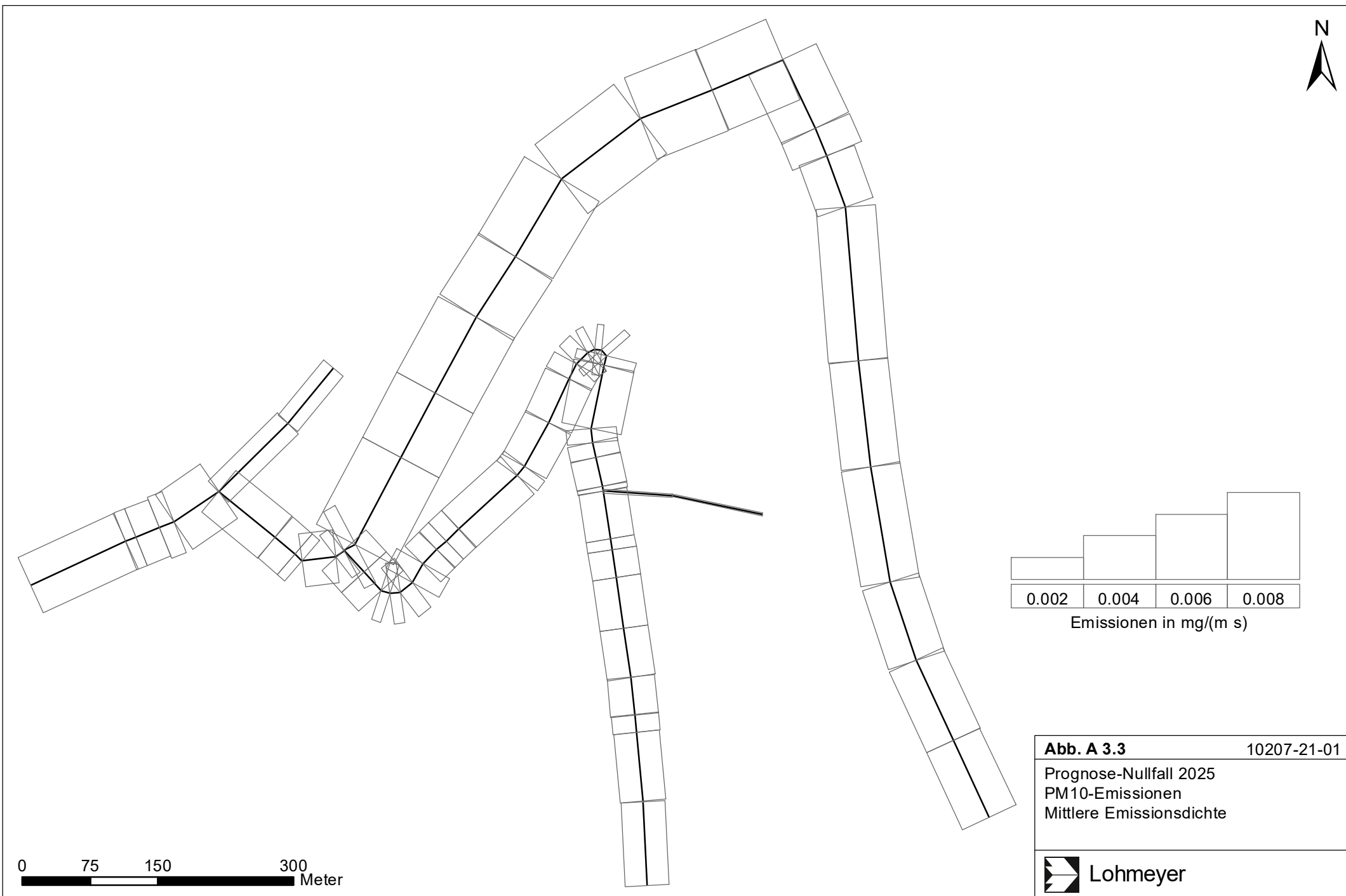


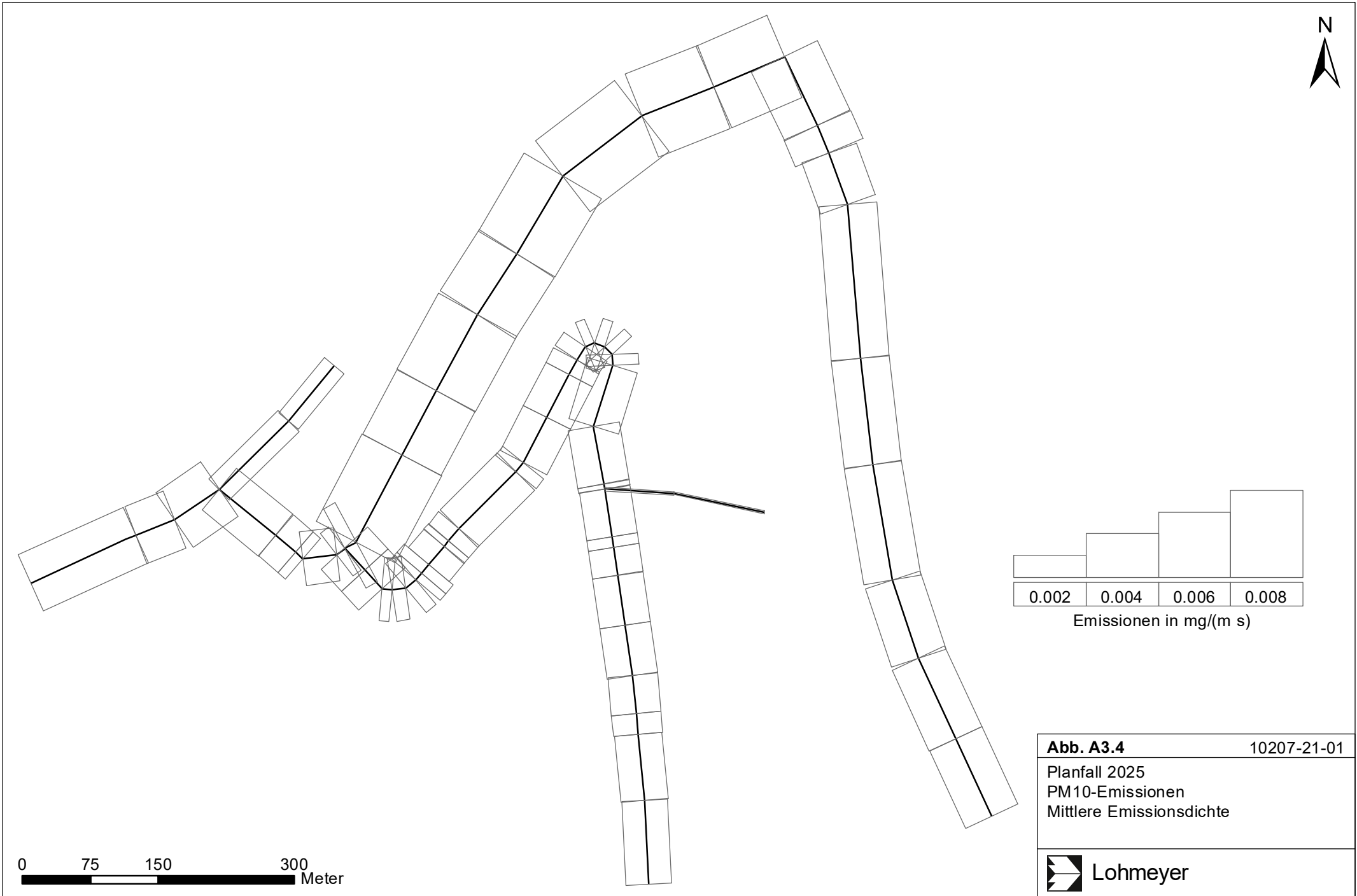


**Abb. A3.1** 10207-21-01  
Prognose-Nullfall 2025  
NO<sub>x</sub>-Emissionen  
Mittlere Emissionsdichte


 Lohmeyer

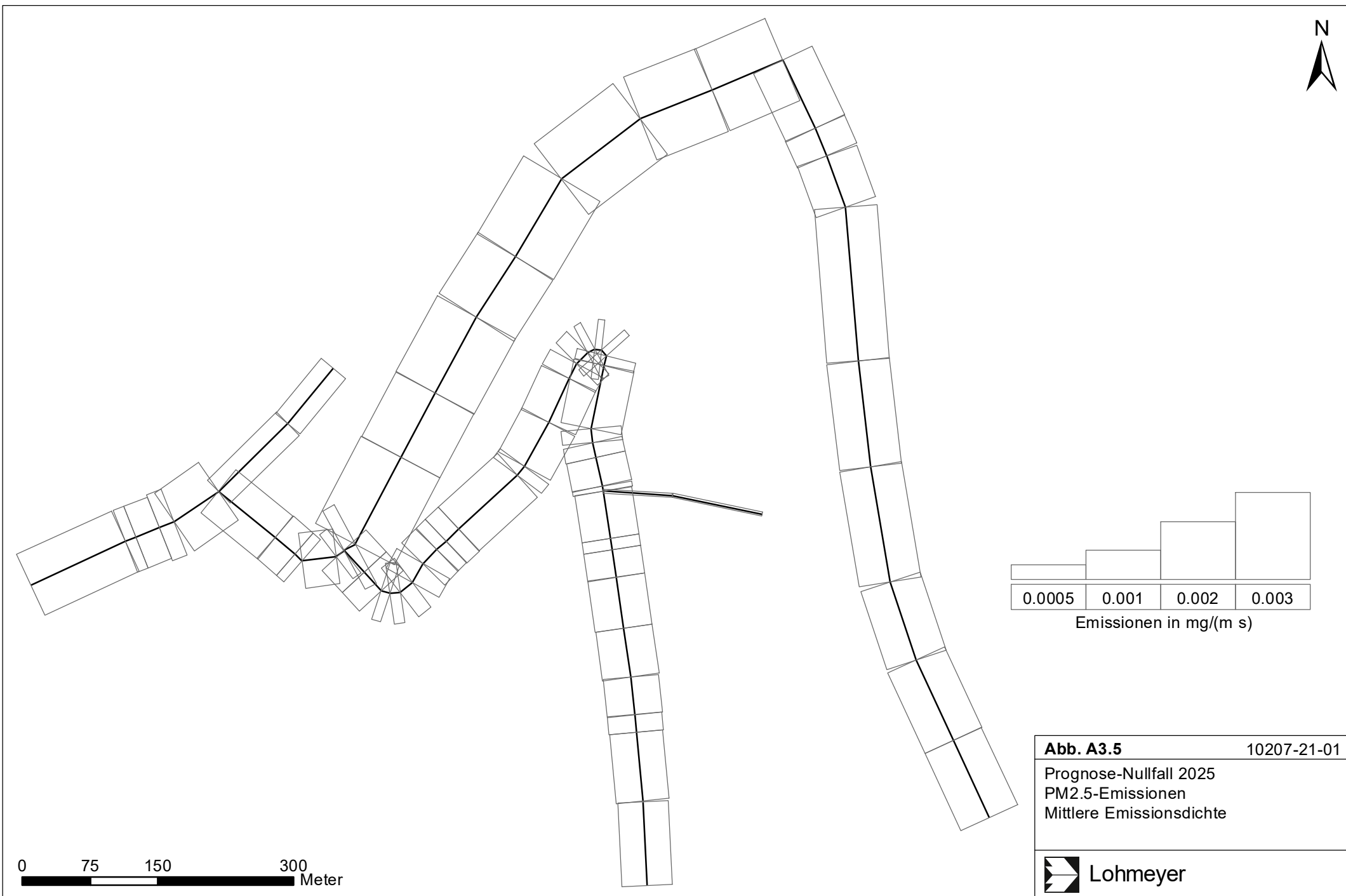







**Abb. A3.4** 10207-21-01  
Planfall 2025  
PM10-Emissionen  
Mittlere Emissionsdichte

 Lohmeyer



**Abb. A3.5** 10207-21-01  
Prognose-Nullfall 2025  
PM2.5-Emissionen  
Mittlere Emissionsdichte

 Lohmeyer

