

Straßenbauverwaltung: Die Autobahn GmbH des Bundes

Straße: A 26 / Abschnittsnummer: VKE 7052 / Station: km 1+950,000 bis 5+840,895

## A 26 Hafenpassage Hamburg

AK HH- Hafen (A 7) bis AD Süderelbe (A 1)

Abschnitt 6b: AS HH- Moorbург (o) bis AS HH-Hohe Schaar (m)

PROJIS-Nr.: 02019905 00

# FESTSTELLUNGSENTWURF 1.PLANÄNDERUNG

## - Luftschadstofftechnische Untersuchung–

Diese Unterlage ersetzt die Unterlage 17.2 vom Mai 2019



Lohmeyer

**NEUBAU DER A 26,  
HAFENPASSAGE HAMBURG  
ABSCHNITT 6B AS HH-HAFEN SÜD  
BIS AS HH-HOHE SCHAAR**

**FESTSTELLUNGSENTWURF**

**1. PLANÄNDERUNG**

**- Luftschadstofftechnische Untersuchung -**

Auftraggeber:

DEGES Deutsche Einheit  
Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH  
Zimmerstraße 54  
10117 Berlin

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH  
Niederlassung Dresden

Dipl.-Geogr. F. Jänich

Dr. rer. nat. I. Düring

Die Unterlage ersetzt die Unterlage 17.2 vom Mai 2019

Juli 2023

Projekt 10232-21-01

Berichtsumfang 38 Seiten (ohne Anhang)

## Vorblatt mit Veränderungen der 1. Planänderung

Das Luftschadstoffgutachten besitzt in der 1. Planänderung gegenüber der zu ersetzenden Unterlage 17.2 vom Mai 2019 folgende Veränderungen:

- Anpassung an die aktuelle technische Planung (Optimierung des Knotenpunkts an der AS Hohe Schaar, Verlängerung der Multifunktionswand)
- Aktualisierung der Meteorologie jetzt mit Zeitraum der Windstation Hamburg-Fuhlsbüttel von 2012 bis 2021
- Aktualisierung der Hintergrundbelastung mit aktuellen Messwerten (2017–2022) und Wegfall des ehemaligen Steinkohlekraftwerks Moorbург
- Verwendung aktueller Emissionsdaten entsprechend „Handbuch für Emissionsfaktoren“ (HBEFA) der Version 4.2 aus dem Jahr 2022
- Verwendung von Verkehrssituation Hauptverkehrsstraße Tempo 30 km/h im Neben-netz, welches jetzt in der Emissionsdatenbank verfügbar ist
- Anpassungen einiger Abbildungen:
  - Abb. 4.1 Ergänzung „ehemaliges“ Steinkohlekraftwerk Moorbург
  - Maßstab in Abb. 4.2
  - Legende in Abb. 5.1 durch neue Verkehrssituation Hauptverkehrsstraße, Tempo 30 (IOS-HVS30)
  - Legende (Wertklassen und Farben) in Abb. 6.1 bis Abb. 6.3 durch neue Hintergrundbelastungen
- Ergänzungen zu Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen im Anhang A1.3
- Entfall der Erläuterung des 98-Perzentilwertes zur nicht mehr praktizierten Ableitung des NO<sub>2</sub>-Stundenmittelwertes in Abs. 3.4; Aktuell wird der NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwert meistens über den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert (Äquivalentwert) beurteilt.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>7</b>
3.1	Betrachtete Schadstoffe .....	7
3.2	Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe .....	7
3.3	Berechnungsverfahren PROKAS.....	8
3.4	Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	9
<b>4</b>	<b>EINGANGSDATEN .....</b>	<b>12</b>
4.1	Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	12
4.2	Verkehrsdaten .....	13
4.3	Meteorologische Daten .....	16
4.4	Hintergrundbelastung der Luft .....	18
<b>5</b>	<b>EMISSIONEN .....</b>	<b>21</b>
5.1	Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	21
5.2	Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	21
5.3	Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren .....	23
5.4	Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	25
<b>6</b>	<b>IMMISSIONEN.....</b>	<b>27</b>
6.1	Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ).....	28
6.2	Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) .....	30
6.3	Feinstaub (PM <sub>2.5</sub> ) .....	33
6.4	Gesamtbewertung .....	35
<b>7</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>36</b>
<b>ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR</b>		
<b>LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN .....</b>		<b>39</b>

---

<b>ANHANG A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION .....</b>	<b>45</b>
<b>ANHANG A3: EMISSIONSABBILDUNGEN.....</b>	<b>51</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 Lufteinlass 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

Die DEGES plant im Auftrag der Autobahn GmbH des Bundes, diese wiederum im Auftrag der Bundesrepublik Deutschland den Neubau der A 26 Hafenpassage Hamburg vom AK HH-Süderelbe (A 7) bis AD/AS HH-Stillhorn (A 1). Der zu betrachtende Planungsabschnitt ist Abschnitt 6b (VKE 7052): AS HH-Hafen Süd bis AS HH-Hohe Schaar.

Im Planungsprozess für die o. g. Baumaßnahme wird ein Gutachten für die Lufthygiene benötigt, welches unter Berücksichtigung der geltenden Rechtslage die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens auf die Immissionssituation des Untersuchungsgebietes zu untersuchen und zu bewerten.

Betrachtet wurde folgender Fall:

- Planfall nach Umsetzung der Planungsmaßnahme

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 4.2 (UBA, 2022) wurden mit PROKAS die verkehrsbedingten Emissionen für das Jahr 2025 ermittelt. Das früheste Jahr der möglichen Inbetriebnahme der Planungsmaßnahme ist aktuell für das Jahr 2032 zu erwarten. Die Berechnungsergebnisse mit dem Bezugsjahr 2025 fallen höher aus, als für 2032 und können aus konservativer Sicht zur Beurteilung für die Planungsmaßnahme herangezogen werden.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem Modell PROKAS (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 angesetzt. Die NO/NO<sub>2</sub>-Konversion wurde mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wurde die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).



## Ergebnisse

Die geplante Brücke der A 26 erreicht Höhen bis über 50 m über Grund. Die vorhabenbezogene Zusatzbelastung am Boden ist deshalb an den beurteilungsrelevanten Immissionsorten in vielen Bereichen der geplanten A 26 und der Anschlussstelle HH-Hohe Schaar sehr gering.

Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  treten am Kattwykdamm (Immissionsort 7–9) und am Hohe-Schaar-Kamp (IO 6) mit  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die höchsten  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte auf. An den anderen Immissionsorten werden mit  $27$ – $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  geringere Werte ermittelt, welche mit  $1$ – $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  über Hintergrundbelastung liegen.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird im Planfall nicht erreicht und nicht überschritten. Die  $\text{NO}_2$ -Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Bei den  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwerten treten an den IO 7–9 des Kattwykdamms und IO 6 des Hohe-Schaar-Kamps mit  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Hintergrund =  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) die höchsten Belastungen auf. An den anderen Immissionsorten werden  $18$ – $19 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$  prognostiziert, welche z. T. der Hintergrundbelastung entsprechen.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV wird im Planfall nicht erreicht und nicht überschritten. Die berechneten  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwerte sind als mittlere Konzentration zu bezeichnen.

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stundengrenzwert für Partikel ( $\text{PM}_{10}$ ) von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  definiert, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf.

Im Planfall werden die häufigsten Überschreitungstage am Kattwykdamm (IO 7–9) und am Hohe-Schaar-Kamp (IO 6) mit 12 Tagen ermittelt, zulässig sind 35 Tage mit einer  $\text{PM}_{10}$ -Tageskonzentration über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der strengere  $\text{PM}_{10}$ -Kurzzeitgrenzwert entsprechend der 39. BImSchV wird damit an umliegender sensibler Nutzung nicht überschritten.

Die höchsten  $\text{PM}_{2.5}$ -Belastungen werden am Kattwykdamm (IO 7–9) und am Hohen-Schaar-Kamp mit  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An den anderen Immissionsorten werden keine relevanten vorhabenbezogenen  $\text{PM}_{2.5}$ -Zusatzbelastungen ermittelt.

Der seit dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM<sub>2.5</sub>-Jahresmittelwerte von 25 µg/m<sup>3</sup> wird im Planfall deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup> sind die PM<sub>2.5</sub>-Immissionen als mittlere Konzentrationen einzustufen.

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 oder später nicht abzulehnen.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Die DEGES plant im Auftrag der Autobahn GmbH des Bundes, diese wiederum im Auftrag der Bundesrepublik Deutschland den Neubau der A 26 Hafenpassage Hamburg vom AK HH-Süderelbe (A 7) bis AD/AS HH-Stillhorn (A 1). Der zu betrachtende Planungsabschnitt ist Abschnitt 6b (VKE 7052): AS HH-Hafen Süd bis AS HH-Hohe Schaar.

Dazu wurden bereits Luftschadstoffgutachten erstellt (zuletzt Lohmeyer, 2019). Im Planungsprozess des Planänderungsverfahrens haben sich folgende Berechnungsgrundlagen des Gutachtens geändert:

1. Überarbeitung der technischen Planung (Optimierung des Knotenpunkts an der AS Hohe Schaar, Verlängerung der Multifunktionswand)
2. Aktualisierung der Meteorologie und Hintergrundbelastung
3. Aktualisierung der Emissionsdaten entsprechend aktuellem „Handbuch für Emissionsfaktoren“ (HBEFA) der Version 4.2 aus dem Jahr 2022

Zu betrachten ist folgender Fall:

- Planfall nach Umsetzung der Planungsmaßnahme

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 Prognosejahr 2025 erfolgen.

### 3 VORGEHENSWEISE

#### 3.1 Betrachtete Schadstoffe

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für die Beurteilung von Auswirkungen des Kfz-Verkehrs ist v. a. die 39. BImSchV relevant.

Die Relevanz der Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei 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 µm 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 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 4.2 (UBA, 2022) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung sind im HBEFA 4.2 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 und des Wochengangs der Emissionen sowie der typisiert berücksichtigten Lärmschutzbauten werden, die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet.

Die fahrzeugerzeugte Turbulenz wird durch eine vertikale Anfangsverdünnung der Schadstoffe berücksichtigt.

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.

### 3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

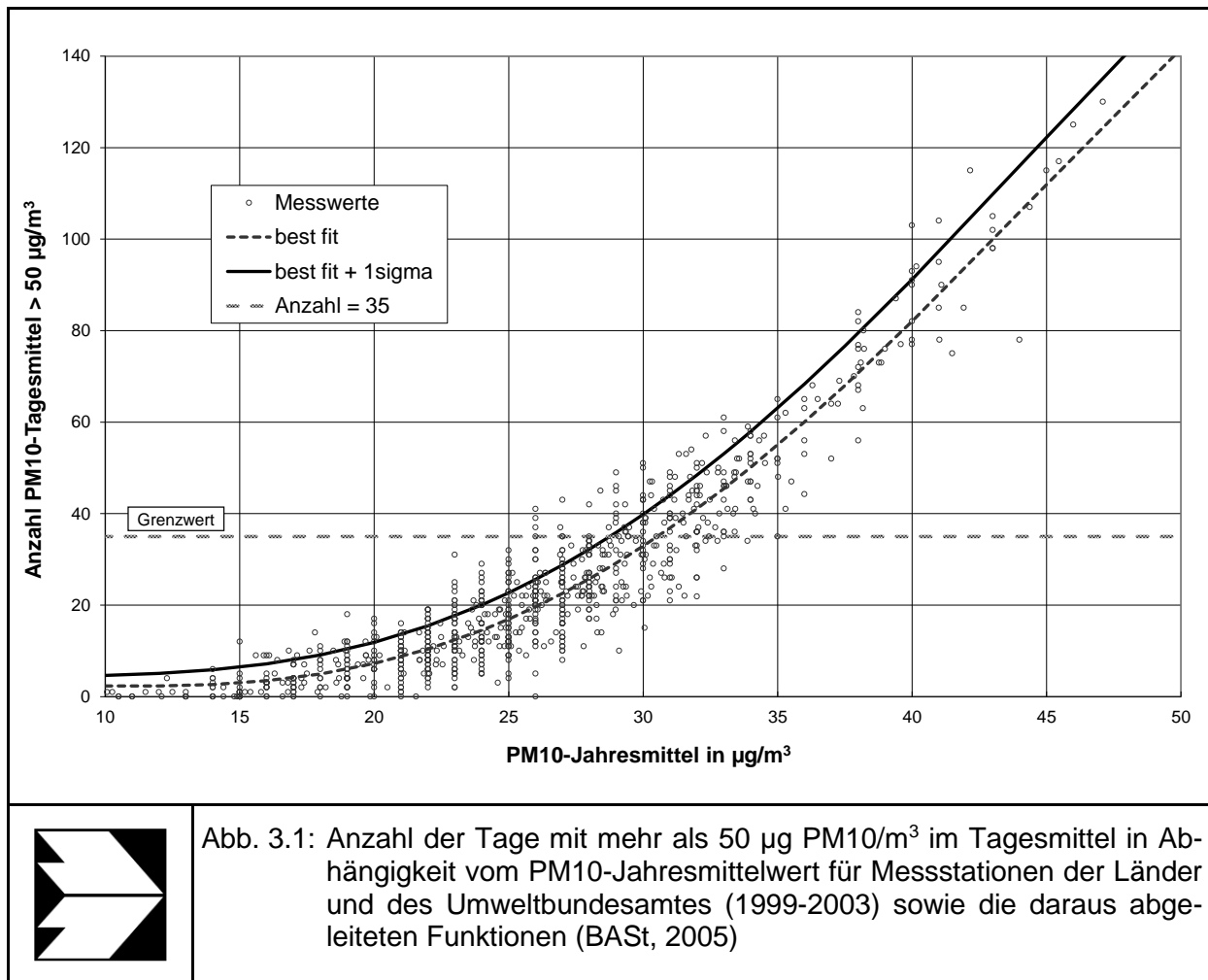
Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO<sub>2</sub> einen Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen

praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der Jahresmittelwert  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten größer als  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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.  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  einen nahezu identischen Verlauf wie der o. g. „best fit“ nach BASt (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM<sub>10</sub>-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert von  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM<sub>10</sub>-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 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 (Stand 12.2022)
- Luftbilder und digitale Karten DTK 25
- Verkehrsbelegungsdaten (PTV, 2016)
- Tempolimits für Streckenabschnitte
- Lage und Höhen von Lärmschutzanlagen (Stand 12.2022).

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet ist im südlichen Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg gelegen. Die geplante A 26 verläuft in Ost-West-Richtung von dem geplanten Autobahnkreuz (AK) der A 7 Hamburg-Hafen über die Anschlussstelle (AS) Hamburg-Moorburg, AS Hamburg-Hohe Schaar weiter in Richtung A 1 zur AD Hamburg-Süderelbe. Im Planungsabschnitt ist die A 26 in einem Bogen nach Norden geplant. Große Streckenabschnitte des Bogens werden in Brückenlage geplant, um die Süderelbe, Bahngleise oder andere Nutzungen zu überqueren. Die Brückenhöhe übersteigt dabei 50 m an der Süderelbe relativ zum Gelände. Daraus treten für die A 26 und den Rampen relevante Längsneigungen auf. Die AS Hohe Schaar ist zudem in 3 Ebenen geplant. An der unteren Ebene auf Geländenniveau sind z. T. bereits im Bestand Gewerbeeinheiten mit Bebauungen, Gleisanlagen, kleine Verkehrsflächen und Stellflächen angeordnet. In Ebene 1 ist ein größerer Kreisverkehr als Knotenpunkt der AS Hohe Schaar geplant. Er verbindet die Rampen der A 26 mit dem untergeordneten Verkehrsnetz. In der obersten 2. Ebene verläuft die A 26.

Die geplanten Lärmschutzbauten beinhalten eine nördliche Lärmschutzwand (Bau-km 2+950–3+350) entlang der A 26 mit einer Bauhöhe von 2.0 m. Daran anschließend im weiteren Verlauf in Richtung Osten sind sowohl auf den Hochbrücken der A 26, sowie auf den

Brücken der Verbindungsrampen, als auch entlang des Kattwykdamms multifunktionale Schutzwände geplant. Die Schutzwände übernehmen je nach Standort unterschiedliche, teils auch mehrfache Funktionen zum Schutz gegen Wind, als Überwurfschutz von Gegenständen auf angrenzende sensible Industrieanlagen. Konstruktiv werden die Schutzwände als windundurchlässige verglaste Wände ausgebildet, deren Bauhöhe ca. 2.50 m beträgt.

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigte Straßennetz. Weiterhin sind in dieser Immissionsorte gekennzeichnet, welche die nächstgelegene Bebauung repräsentieren. Die Bebauung reicht teilweise bis auf wenige Meter an die geplante Strecke der A 26 heran.

## 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 zur Durchführung der luftschadstofftechnischen Berechnungen notwendigen Verkehrsdaten wurden der Verkehrsprognose (PTV 2016) des Planfalls 1 für das Jahr 2030 entnommen. Die Verkehrsdaten liegen als Verkehrsstärken für Werktage ( $DTV_W$ ) für das Prognosejahr 2030 vor. Teilweise werden Straßen fahrtrichtungsgetrennt aufgenommen, dann überlagern sich die Signaturen in den Abbildungen. Sie sind für den Planfall in **Abb. 4.2** dargestellt.

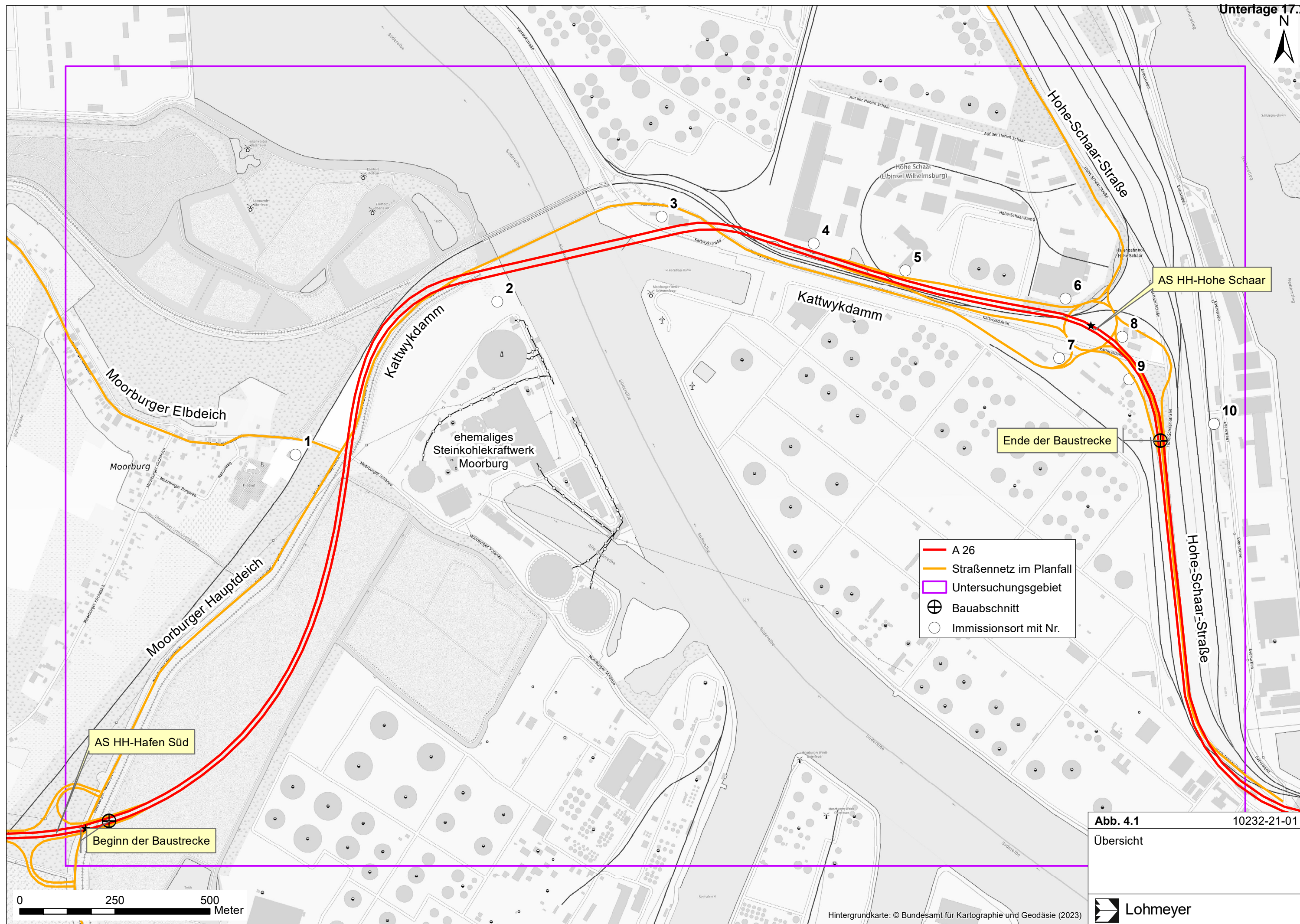
Die oben beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten für das Jahr 2030 werden hier unverändert auf das Prognosejahr 2025 angewendet, was einer konservativen Vorgehensweise entspricht, da somit eine Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren für die Prognose entsteht.

Für die Berechnungen werden die Daten als mittlere Verkehrsstärken (DTV) verwendet, welche den Verkehr von Montag bis Sonntag abbilden. Folgende im Verkehrsgutachten befindlichen Umrechnungsfaktoren werden dabei verwendet:

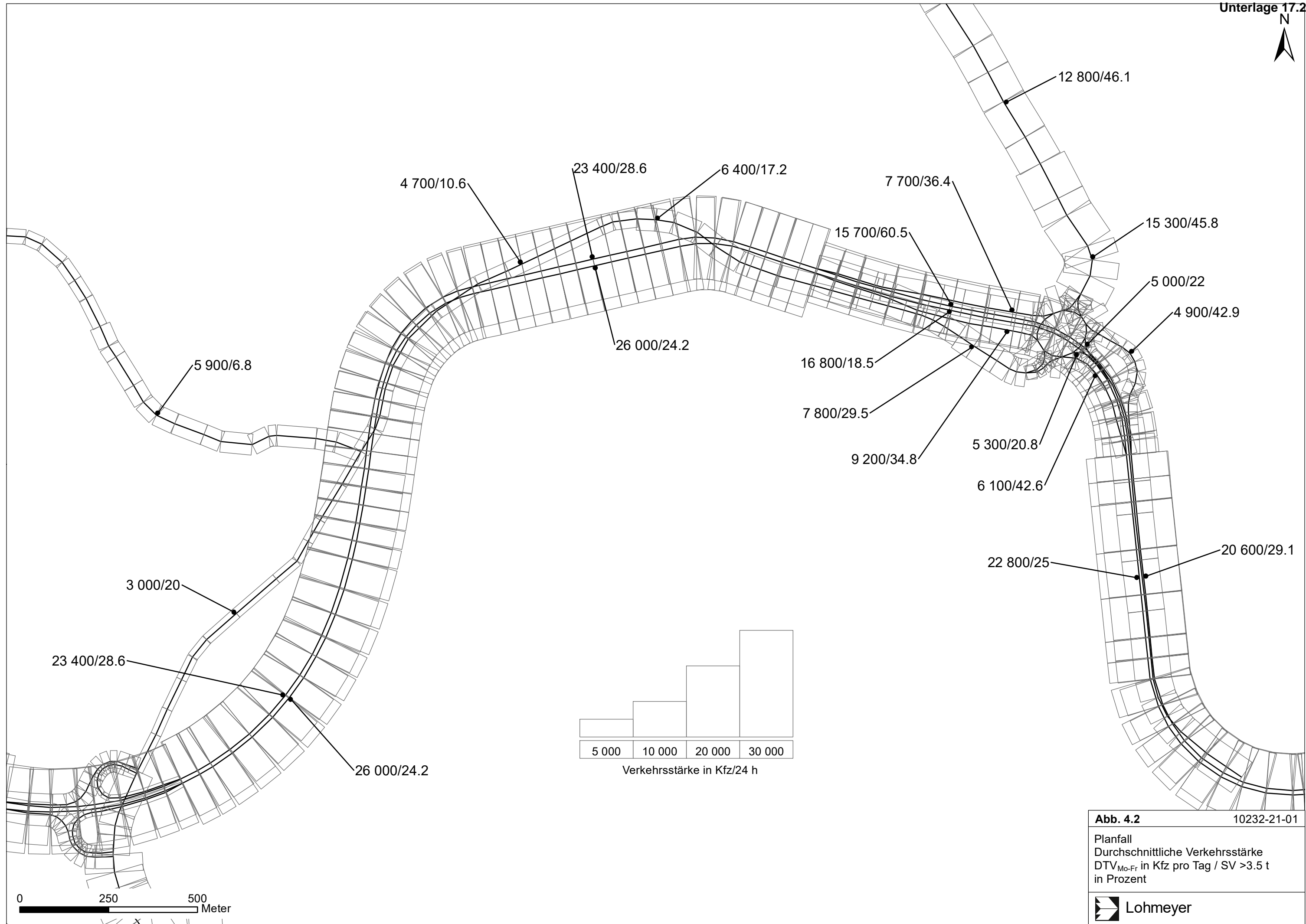
$$DTV_{Kfz, Mo-So} = DTV_{Kfz, Mo-Fr} \times 0.97$$

$$DTV_{SV, Mo-So} = DTV_{SV, Mo-Fr} \times 0.94$$









### 4.3 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 den Bereich innerhalb des Untersuchungsgebietes stehen keine meteorologischen Daten aus dem hauptamtlichen Stationsnetz des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung. In direkter Umgebung liegen Winddaten des Deutschen Wetterdienstes für die Station Hamburg-Fuhlsbüttel vor. Die Station ist ca. 15 km nördlich vom Untersuchungsgebiet gelegen.

Die Windmessung erfolgt dort in 10 m Höhe über Grund. Die häufigsten Windrichtungen liegen bei Südwest. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 4.1 m/s. Diese Windstatistik repräsentiert die Windverhältnisse im Freiland, das heißt bei weitgehend ungestörten Verhältnissen. Die Rauigkeitslänge am Messstandort wird mit dem Verfahren nach Verkaik (DWD, 2019) mit Messdaten durchgeführt. Die Rauigkeitslänge stellt ein Maß für den Strömungswiderstand der Erdoberfläche dar. Die berechnete mittlere Rauigkeit am Messstandort beträgt 0.07 m/s. Die Landnutzungsunterschiede zwischen der Messstation und dem Untersuchungsgebiet wirken sich auf die Windgeschwindigkeit aus. Aufgrund der aerodynamischen Rauigkeit im Untersuchungsgebiet werden die mittleren Windverhältnisse für den Standort angepasst.

Für die Ausbreitungsrechnungen verwendete Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik der Station Hamburg-Fuhlsbüttel ist in **Abb. 4.3** dargestellt.

Zusätzlich zur Wind- und Ausbreitungsstatistik existiert in der näheren Umgebung eine meteorologische Station des DWD, an der u. a. Temperaturen gemessen werden. Die Station Hamburg-Neuwiedenthal ist ca. 4 km west-südwestlich vom Untersuchungsgebiet (Zentrum) gelegen. Für die 10-jährige Temperaturzeitreihe (2012–2021) werden im Mittel 10.2 °C (HH-Fuhlsbüttel) bzw. 10.7 °C (HH-Neuwiedenthal) gemessen. Die Temperatur wird für die Emissionsberechnung benötigt (s. u.).

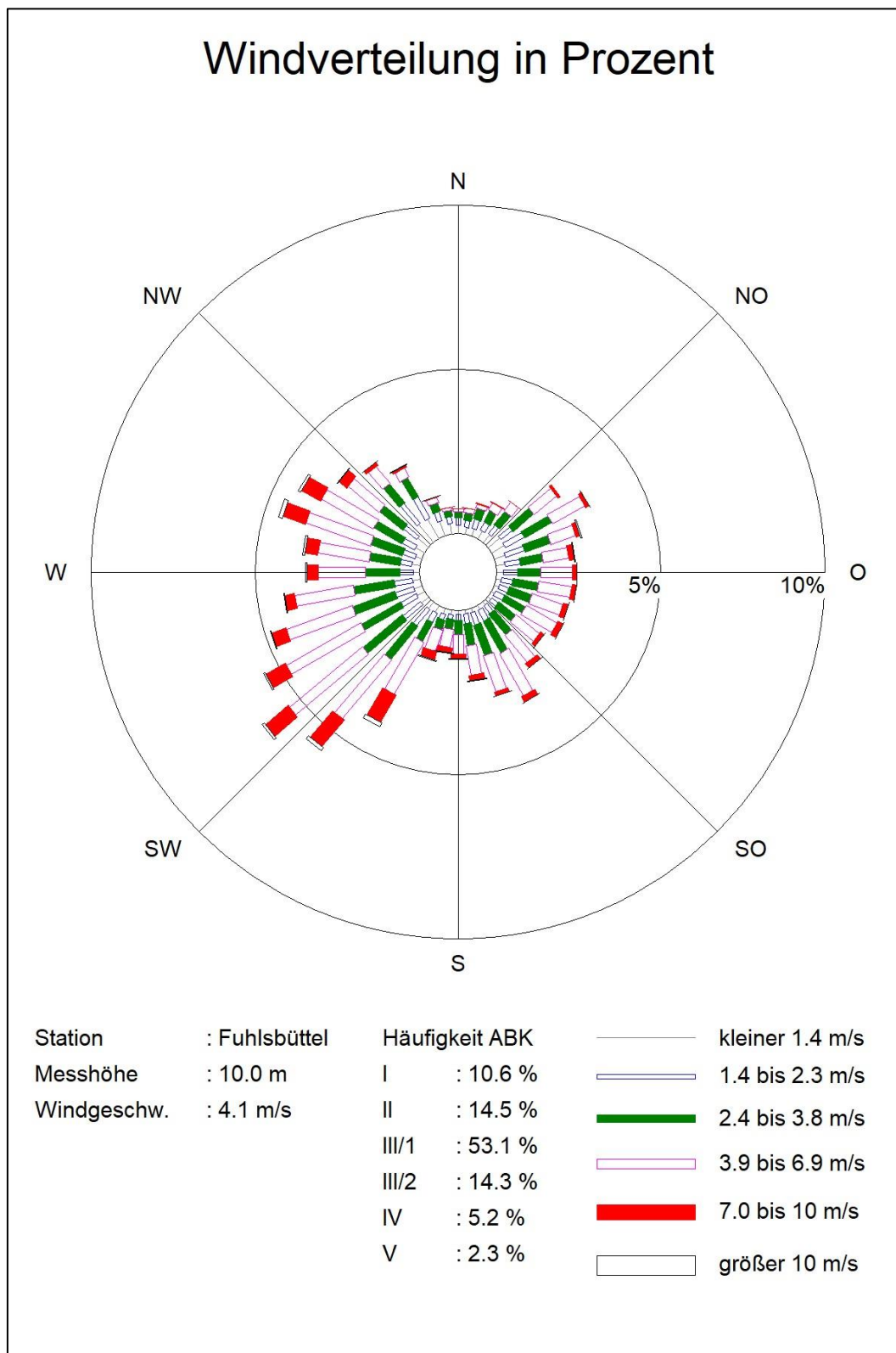


Abb. 4.3: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Station Hamburg-Fuhlsbüttel 2012-2021

Quelle: DWD, eigene Darstellung

#### 4.4 Hintergrundbelastung der Luft

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

Im Untersuchungsgebiet sind aktuell keine Messstellen im Luftgüte-Messnetz von Hamburg vorhanden. Zur Bestimmung der Schadstoffhintergrundbelastung standen aber Werte der nächstgelegenen Messstationen aus dem Luftüberwachungssystem für NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub> zur Verfügung. Für die Berechnung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung werden zusätzlich die Ozonkonzentrationen (O<sub>3</sub>) berücksichtigt.

Das Landesmessnetz wird vom Institut für Hygiene und Umwelt im Auftrag der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft betrieben. In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden. Die Entfernungen und Richtungen zum Untersuchungsgebiet sowie die Klassifizierungen, dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen, sind in **Tab. 4.1** aufgelistet. Die vorliegenden Daten und Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.2** aufgeführt.

Stationsname	Umgebung	Stationstyp	Entfernung, ca. km	Richtung
Hamburg Hafen	städtisch	Hintergrund	4	NO
Hamburg Neugraben	vorstädtisch	Hintergrund	7	W
Hamburg Sternschanze	städtisch	Hintergrund	8	N
Hamburg Altona Elbhang	städtisch	Hintergrund	6	N
Hamburg Wilhelmsburg	städtisch	Hintergrund	3	NO
Hamburg Billbrook	städtisch	Industrie	9	O
Hamburg Finkenwerder West	städtisch	Industrie	9	W

Tab. 4.1: Klassifizierung von Messstationen des Luftgüte-Messnetzes und deren Lage zum Untersuchungsgebiet

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Hamburg Hafen	Hamburg Neugraben	Hamburg Sternschanze	Hamburg Altona Elbhang	Hamburg Wilhelmsburg	Hamburg Billbrook	Hamburg Finkenwerder West
NO <sub>2</sub> Jahresmittel	2017	33	13	26	30	25	25	18
	2018	31	15	24	29	25	23	20
	2019	31	13	22	28	24	22	17
	2020	27	11	20	25	20	18	-
	2021	27	11	19	24	20	19	-
	2022	26	10	18	24	19	17	-
PM10 Jahresmittel	2017	20	-	17	19	17	16	16
	2018	21	-	19	21	20	21	18
	2019	18	-	17	18	18	19	17
	2020	18	-	15	16	15	15	-
	2021	18	-	16	15	14	14	-
	2022	17	-	16	15	15	14	-
PM2.5 Jahresmittel	2017	-	-	12	-	14	-	-
	2018	-	-	12	-	12	-	-
	2019	-	-	11	-	11	-	-
	2020	-	-	9	-	10	-	-
	2021	-	-	10	-	10	-	-
	2022	-	-	10	-	10	-	-
O <sub>3</sub> Jahresmittel	2017	-	47	41	-	-	-	-
	2018	-	52	48	-	-	-	-
	2019	-	51	46	-	-	-	-
	2020	-	50	46	-	-	-	-
	2021	-	48	46	-	-	-	-
	2022	-	53	48	-	-	-	-

Tab. 4.2: Jahreskenngößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Stationen in der Umgebung der A 26 (Airbase, 2023)

Die Messwerte (**Tab. 4.2**) weisen von Station zu Station z. T. deutliche Unterschiede auf. Auch im zeitlichen Verlauf schwanken die gemessenen Luftschadstoffbelastungen der einzelnen Stationen. Für das Untersuchungsgebiet werden aufgrund der Lage im Stadtgebiet, z. B. zum Hafen, den örtlichen Gegebenheiten sowie der Lage, der Systematisierung und der Messwerte der umgebenen Messstellen repräsentative Hintergrundbelastungen für das Untersuchungsgebiet abgeleitet.

Im Rahmen des Luftreinhalteplanes sind außerdem flächendeckende Karten der NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung dargestellt (BUKEA, 2022). Darin sind für dieses Untersuchungsgebiet NO<sub>2</sub>-Konzentrationen >22-26 µg/m³ angegeben. Der Kfz-Verkehr ist darin nicht abgebildet. Entsprechend der Vorgehensweise der BUKEA werden bei der Festlegung der PM10 und PM2.5-Konzentrationen die stadtweiten, städtischen Hintergrundmessstellen herangezogen



und Mittelwerte über die letzten 6 Jahre gebildet. Beim Ozon wird das höchste städtische Jahresmittel der letzten Jahre herangezogen. Das ist an der Station Hamburg-Neugraben zu finden.

Zusammenfassend sind abgeleiteten Hintergrundbelastungen für das Bezugsjahr 2022 die in **Tab. 4.3** dargestellten Werte abgeleitet und ebenfalls unverändert für das Prognosejahr herangezogen. Die abgeleiteten Hintergrundkonzentrationen vergleichen sich gut mit den in **Tab. 4.2** aufgeführten nächstgelegenen Stationen.

Statistische Auswertungen der Zusammenhänge der Jahreswerte für NO<sub>2</sub>-Messwerte und NO<sub>x</sub>-Messwerte lassen für 26 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> einen NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwert von 38 µg/m<sup>3</sup> erwarten (Düring et al., 2011).

Schadstoff	Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	26
O <sub>3</sub>	53
PM10	18
PM2.5	11

Tab. 4.3: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2022

## 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) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2020) 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 (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.

Aus diesem Grund werden sicherheitshalber die Verkehrszahlen bei der Emissionsberechnung und Festlegung der Schadstoffhintergrundbelastung für das Prognosejahr 2025 verwendet. Die frühestmögliche Inbetriebnahme der A 26 liegt aktuell im Jahr 2032. Die Vorgehensweise der Berechnung für das Prognosejahr 2025 führt im Vergleich zu 2032 zu höheren Berechnungsergebnissen. Die Beurteilung der Ergebnisse ist damit konservativ.

### 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 4.2 (UBA, 2022) berechnet.

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 Busse 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:

ABS80d	Städtische Autobahn, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
AB90d	Autobahn, Tempolimit 90 km/h, dichter Verkehr

IOS-HVS60s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS60g	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-HVS60d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS60	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, flüssiger Verkehr
IOS-HVS50s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS50d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, flüssiger Verkehr
IOS-HVS30s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS30	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, flüssiger Verkehr

Die erhöhten Schadstofffreisetzungen durch Fahrzeuge während der Beschleunigungsvorgänge auf den Einfahrten der Autobahn wird durch die Verkehrssituation „AB-Auffahrt“ berücksichtigt. Da das HBEFA keine gesonderten Emissionsfaktoren für die Verkehrssituation auf Beschleunigungsstreifen enthält, werden diese durch eine Verdreifachung der Emissionswerte der Verkehrssituation „AB90d“ angenähert.

### 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 4.2 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/PM2.5 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
ABS80s	±0 %	36	288	306	2 316	4	21	30	130	4	21
ABS80s	+2 %	46	283	383	2 237	4	25	30	130	4	25
ABS80s	+4 %	57	261	480	2 124	5	29	30	130	5	29
ABS80s	-2 %	29	343	246	2 809	3	18	30	130	3	18
ABS80s	-4 %	23	326	199	2 609	2	16	30	130	2	16
ABS80d	±0 %	15	82	128	577	2	8	30	130	2	8
ABS80d	+2 %	24	113	205	781	2	12	30	130	2	12
ABS80d	+4 %	36	127	306	940	3	15	30	130	3	15
ABS80d	-2 %	9	119	80	802	1	4	30	130	1	4
ABS80d	-4 %	6	40	54	279	1	2	30	130	1	2
AB90d	±0 %	17	85	146	556	2	8	30	130	2	8
AB90d	+2 %	28	113	236	775	2	12	30	130	2	12
AB90d	+4 %	43	128	363	948	4	14	30	130	4	14
AB90d	+6 %	65	142	545	1 098	6	18	30	130	6	18
AB90d	-2 %	10	229	87	1 215	1	3	30	130	1	3
IOS-HVS60s	±0 %	36	367	316	2 910	7	31	44	1 200	7	31
IOS-HVS60s	±4 %	39	383	336	2 924	7	32	44	1 200	7	32
IOS-HVS60g	±0 %	32	214	280	1 719	6	18	39	700	6	18
IOS-HVS60d	±0 %	23	141	208	1 074	6	12	32	350	6	12
IOS-HVS60d	±4 %	27	128	239	883	6	12	32	350	6	12
IOS-HVS60	±0 %	22	131	197	950	5	11	26	100	5	11
IOS-HVS60	±2 %	23	191	207	1 255	5	11	26	100	5	11
IOS-HVS50s	±0 %	36	365	316	2 908	7	31	44	1 200	7	31
IOS-HVS50s	±2 %	37	370	321	2 914	7	31	44	1 200	7	31
IOS-HVS50s	+2 %	43	358	369	2 831	7	36	44	1 200	7	36
IOS-HVS50s	-2 %	31	382	273	2 997	7	27	44	1 200	7	27
IOS-HVS50s	-4 %	27	385	239	2 917	6	23	44	1 200	6	23
IOS-HVS50d	±0 %	28	180	244	1 367	6	15	32	355	6	15
IOS-HVS50d	±2 %	29	192	254	1 358	6	15	32	355	6	15
IOS-HVS50d	±4 %	31	178	273	1 219	6	16	32	355	6	16
IOS-HVS50d	+2 %	36	193	312	1 369	6	20	32	355	6	20
IOS-HVS50d	+4 %	45	219	388	1 501	7	24	32	355	7	24
IOS-HVS50d	-2 %	22	192	195	1 346	6	10	32	355	6	10
IOS-HVS50d	-4 %	18	136	159	936	5	8	32	355	5	8
IOS-HVS50	±0 %	22	173	198	1 275	6	13	26	109	6	13
IOS-HVS30s	±0 %	38	484	329	3 842	8	36	44	1 200	8	36
IOS-HVS30	±0 %	21	196	189	1 484	6	16	26	100	6	16

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 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 Planfall in **Abb. 5.1** aufgezeigt. Die darin verwendeten Signaturen setzen sich aus folgenden Eigenschaften zusammen: eigentliche Verkehrssituation (Fahrmuster, siehe Abschnitt 0) und Längsneigung. Die Verkehrssituation wird durch die Farbe der Signatur wiedergegeben und die Strichstärke zeigt die Längsneigung an. Demzufolge bedeutet eine fett gezeichnete, rote Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1**) eine Verkehrssituation AB80 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** dar.

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

Die **Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt A 26 die Verkehrskennndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten. Darüber hinaus sind die Emissionsdichten von  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  für das Straßennetz, z. T. nach Fahrtrichtung getrennt, im Anhang A3 dargestellt.

DTV in Kfz/24 h	SV-Anteil in %	Verkehrssituation	Längsneigung	$\text{NO}_2$ , direkt in $\text{mg}/(\text{m s})$	$\text{NO}_x$ in $\text{mg}/(\text{m s})$	$\text{PM}_{10}$ in $\text{mg}/(\text{m s})$	$\text{PM}_{2.5}$ in $\text{mg}/(\text{m s})$
26 000	24.2	ABS80d	$\pm 0\%$	0.00892	0.06811	0.01647	0.00711

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der A 26

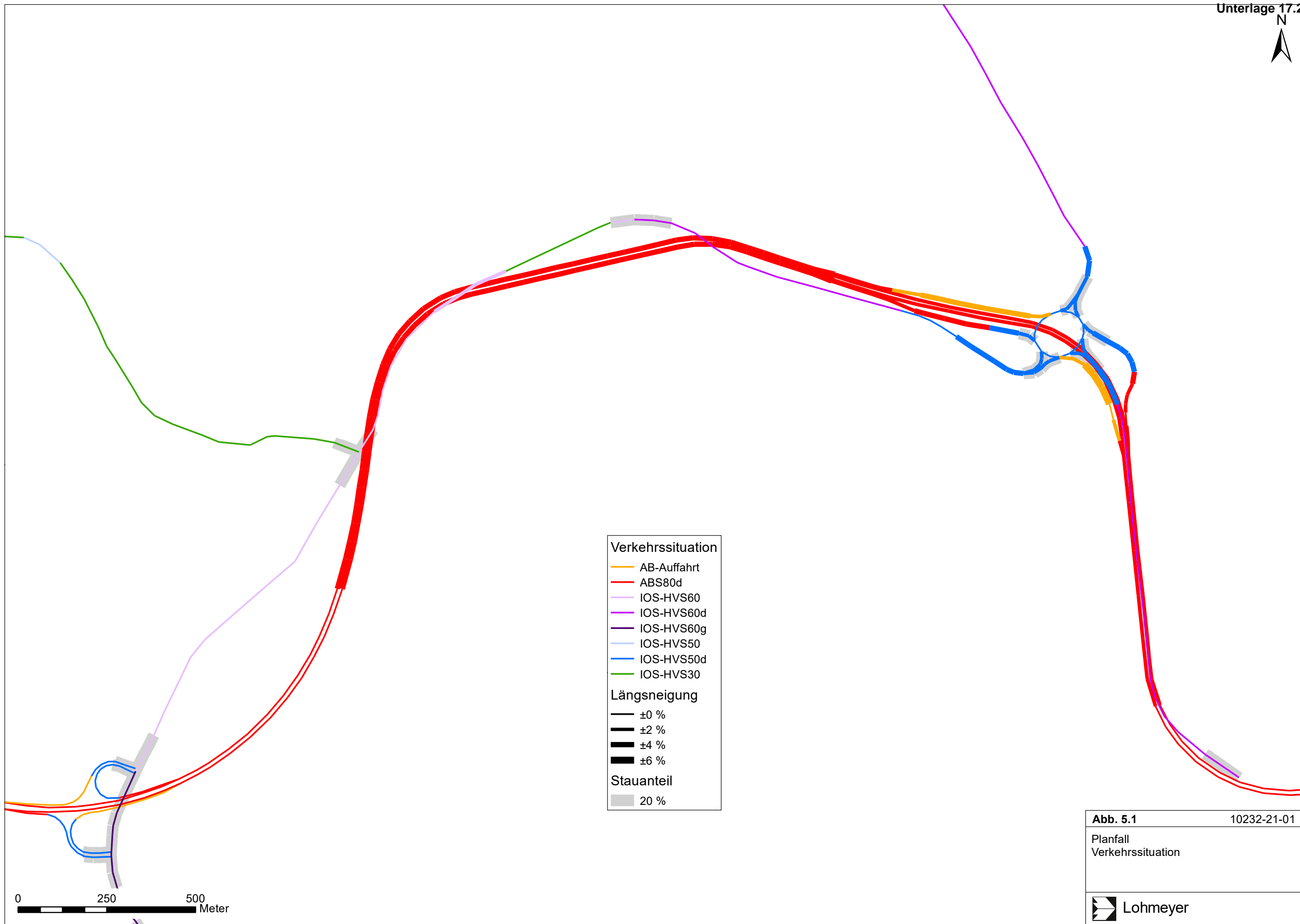


Abb. 5.1

10232-21-01

Planfall  
Verkehrssituation



Lohmeyer

## 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.

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>, PM10 und PM2.5 sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + verkehrsbedingte Zusatzbelastung) in den jeweiligen Abschnitten dargestellt. Die flächenhafte grafische Darstellung erfolgt in Form von farbigen Quadraten. 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>).

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



Nr.	Immissionsort (Nutzung)	NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>
1	Moorburger Elbdeich 129, Gemeindehaus	27
2	Kattwykdamm 48, Baubüro	27
3	Kattwykdamm 45, Büro	27
4	An der Hohen Schaar 7, Fa. DHL	27
5	Hohe-Schaar-Kamp 6, Fa. Mercedes Benz	27
6	Hohe-Schaar-Kamp 3, Fa. Kala	29
7	Kattwykdamm 12, ehem. Fa. Shell	29
8	Kattwykdamm 4, Fa. Nortmann	29
9	Kattwykdamm 6, ehem. Fa. Shell	29
10	Eversween 26, Fa. Schenker	28
<b>Beurteilungswert</b>		<b>40</b>

Tab. 6.1: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen für ausgewählte Immissionsorte

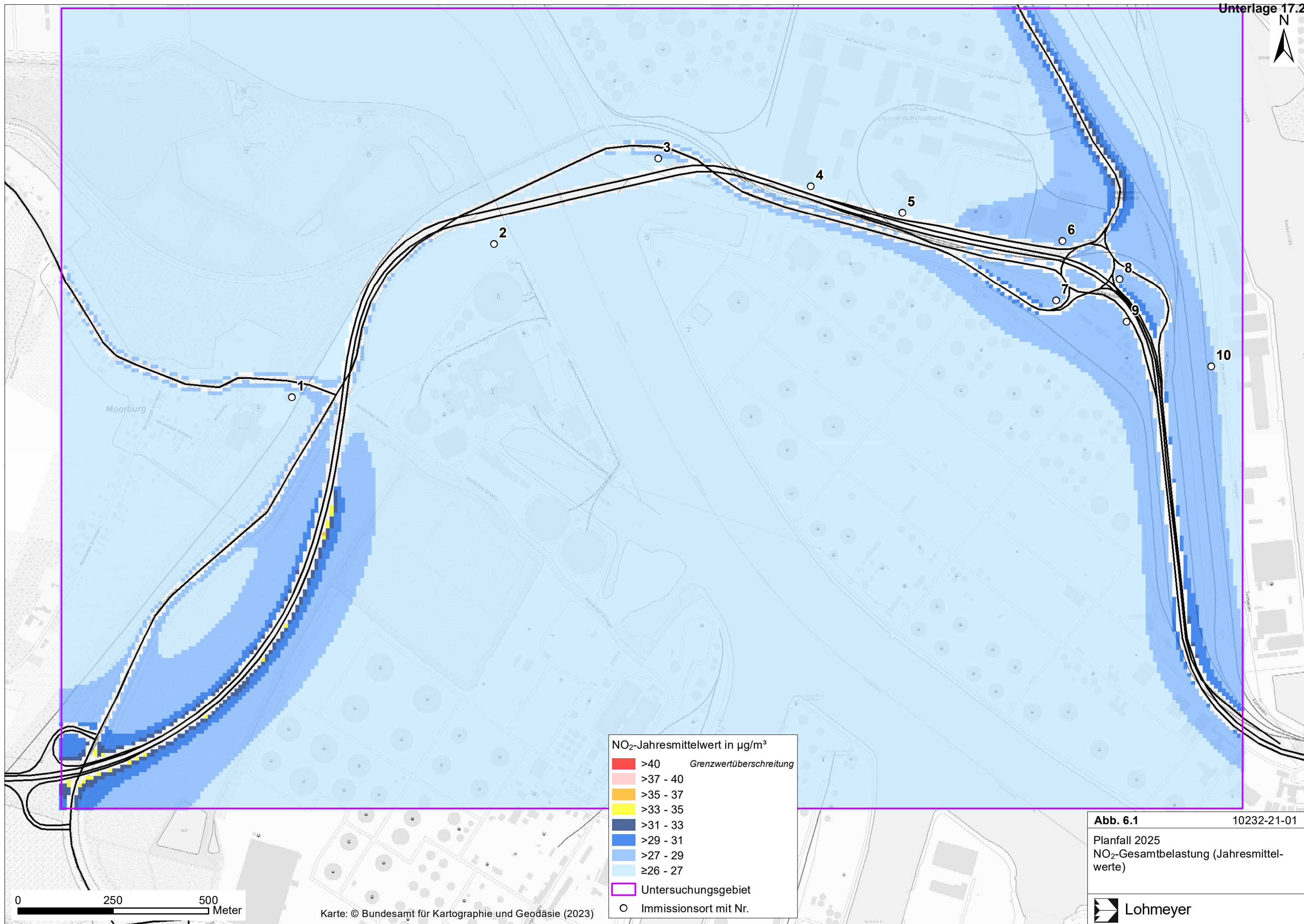
## 6.1 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Die Gesamtbelastungen der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte sind flächendeckend in **Abb. 6.1** dargestellt. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 26 µg/m<sup>3</sup> treten die höchsten Belastungen bis 35 µg/m<sup>3</sup>, vereinzelt bis 37 µg/m<sup>3</sup> entlang der A 26 auf. Nach einer Entfernung von ca. 130 m zur Straße werden NO<sub>2</sub>-Belastung bis 27 µg/m<sup>3</sup> berechnet, was praktisch der Hintergrundbelastung entspricht.

An einigen Streckenabschnitten werden bodennah sehr geringe Zusatzbelastungen berechnet. Das sind die vom Verkehr wenig nachgefragten Straßen Moorburger Elbdeich, Moorburger Hauptdeich und Teile des Kattwykdamms sowie die Streckenabschnitte der A 26, welche in Brückenlage geplant sind.

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 NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

Im Planfall werden am Kattwykdamm (Immissionsort 7–9) und am Hohe-Schaar-Kamp (IO 6) mit 29 µg/m<sup>3</sup> die höchsten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte berechnet. An den anderen Immissionsorten werden mit 27–28 µg/m<sup>3</sup> geringere Werte ermittelt, welche mit 1–2 µg/m<sup>3</sup> über Hintergrundbelastung liegen.





Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird den Berechnungsergebnissen zu Folge im Planfall mit dem Bezugsjahr 2025 oder später im Betrachtungsgebiet an der nächstgelegenen Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten. Die NO<sub>2</sub>-Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** an der Bebauung als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

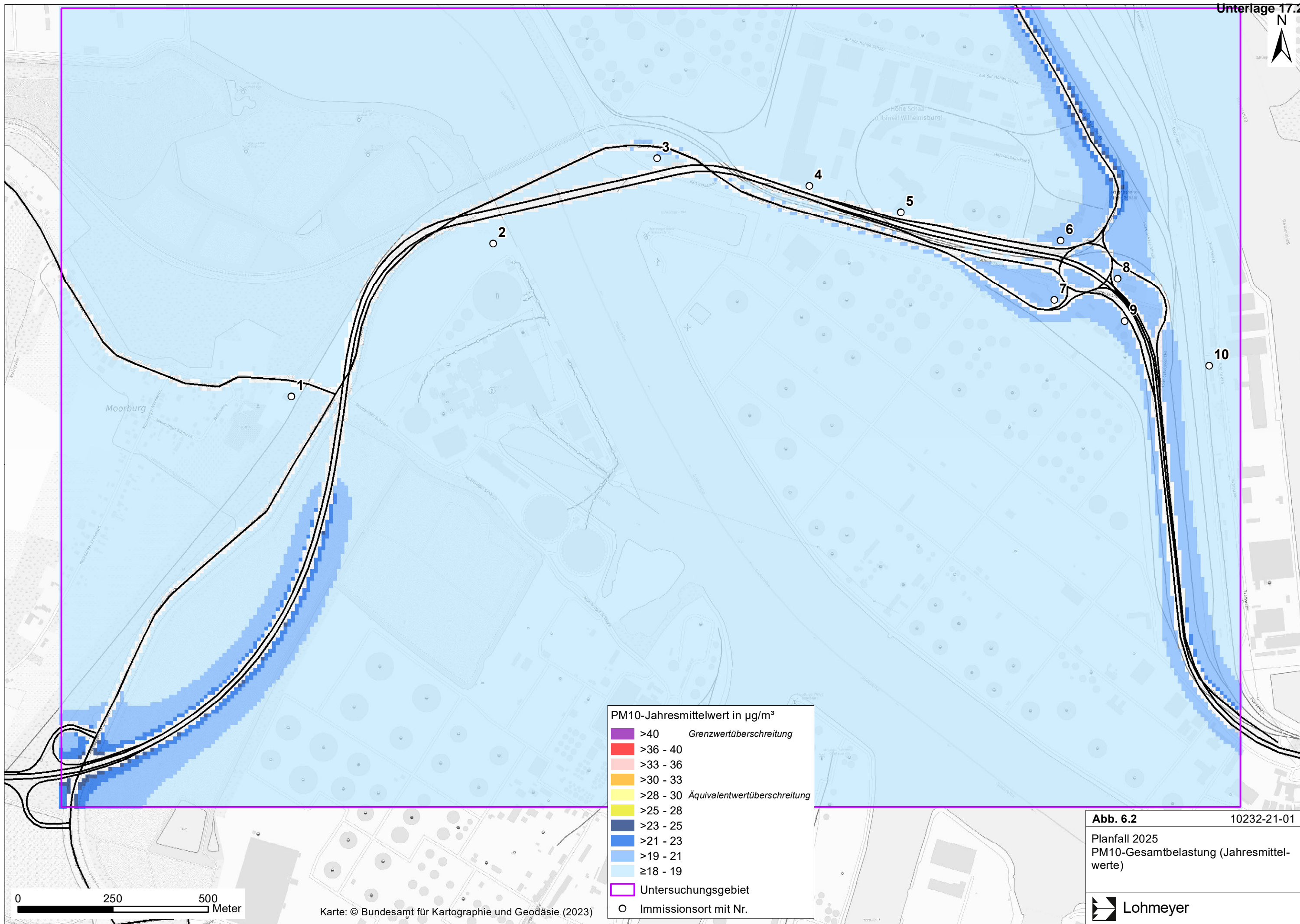
Eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d. h. einem Stundenwert von 200 µg/m<sup>3</sup> mehr als 18-mal im Jahr, ist bei Jahresmittelwerten unter 40 µg/m<sup>3</sup> nicht zu erwarten.

## 6.2 Feinstaub (PM10)

Die flächendeckenden, bodennahen PM10-Jahresmittelwerte für die den Planfall sind der **Abb. 6.2** zu entnehmen. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 18 µg/m<sup>3</sup> treten mit 25 µg/m<sup>3</sup> die höchsten PM10-Belastungen entlang der A 26 an der AS Hamburg-Hafen Süd und an der Hohe-Schaar-Str. auf. Mit zunehmender Entfernung sinken die PM10-Belastungen, sodass ab einer Entfernung von ca. 100 m die PM10-Konzentrationen auf Höhe der Hintergrundbelastung liegen.

Durch geringe PM10-Zusatzbelastungen fallen die gering befahrenen Streckenabschnitte im Nebennetz der A 26 und die geplanten Verkehrswege in Brückenlage auf. Dort wird in direkter Nachbarschaft keine relevante Zusatzbelastung am Boden mehr berechnet.

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. 6.2** dargestellt.





Nr.	Immissionsort (Nutzung)	PM10-Jahresmit- telwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl der Überschrei- tungen des PM10-24 h- Werts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr
1	Moorburger Elbdeich 129, Gemeindehaus	19	10
2	Kattwykdamm 48, Baubüro	18	9
3	Kattwykdamm 45, Büro	19	10
4	An der Hohen Schaar 7, Fa. DHL	19	10
5	Hohe-Schaar-Kamp 6, Fa. Mercedes Benz	19	10
6	Hohe-Schaar-Kamp 3, Fa. Kala	20	12
7	Kattwykdamm 12, ehem. Fa. Shell	20	12
8	Kattwykdamm 4, Fa. Nortmann	20	12
9	Kattwykdamm 6, ehem. Fa. Shell	20	12
10	Eversween 26, Fa. Schenker	19	10
<b>Beurteilungswerte</b>		<b>40</b>	<b>35</b>

Tab. 6.2: PM10-Konzentrationen für ausgewählte Immissionsorte

An den IO 7–9 des Kattwykdamms und IO 6 des Hohe-Schaar-Kamps werden mit  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die höchsten PM10-Belastungen an den sensiblen Bereichen ermittelt. An den anderen Immissionsorten werden  $18\text{--}19 \mu\text{g PM10}/\text{m}^3$  prognostiziert, welche z. T. der Hintergrundbelastung entsprechen.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV wird im Planfall mit dem Bezugsjahr 2025 oder später an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. Die berechneten PM10-Jahresmittelwerte sind entsprechend der Einteilung aus **Tab. 3.2** als mittlere 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. 6.2** dargestellt.

Im Planfall werden die häufigsten Überschreitungstage am Kattwykdam (IO 7–9) und am Hohe-Schaar-Kamp (IO 6) mit 12 Tagen ermittelt, zulässig sind 35 Tage mit einer PM10-Tageskonzentration über 50 µg/m³. Der strengere PM10-Kurzzeitgrenzwert entsprechend der 39. BImSchV wird damit an umliegender sensibler Nutzung nicht überschritten.

### 6.3 Feinstaub (PM2.5)

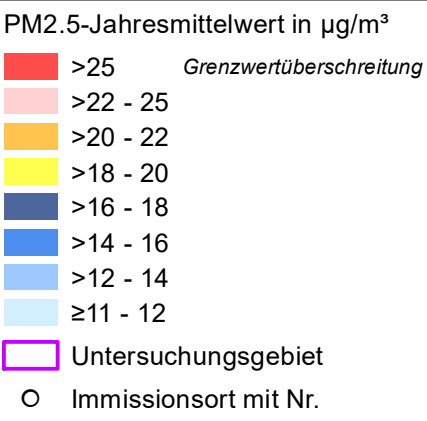
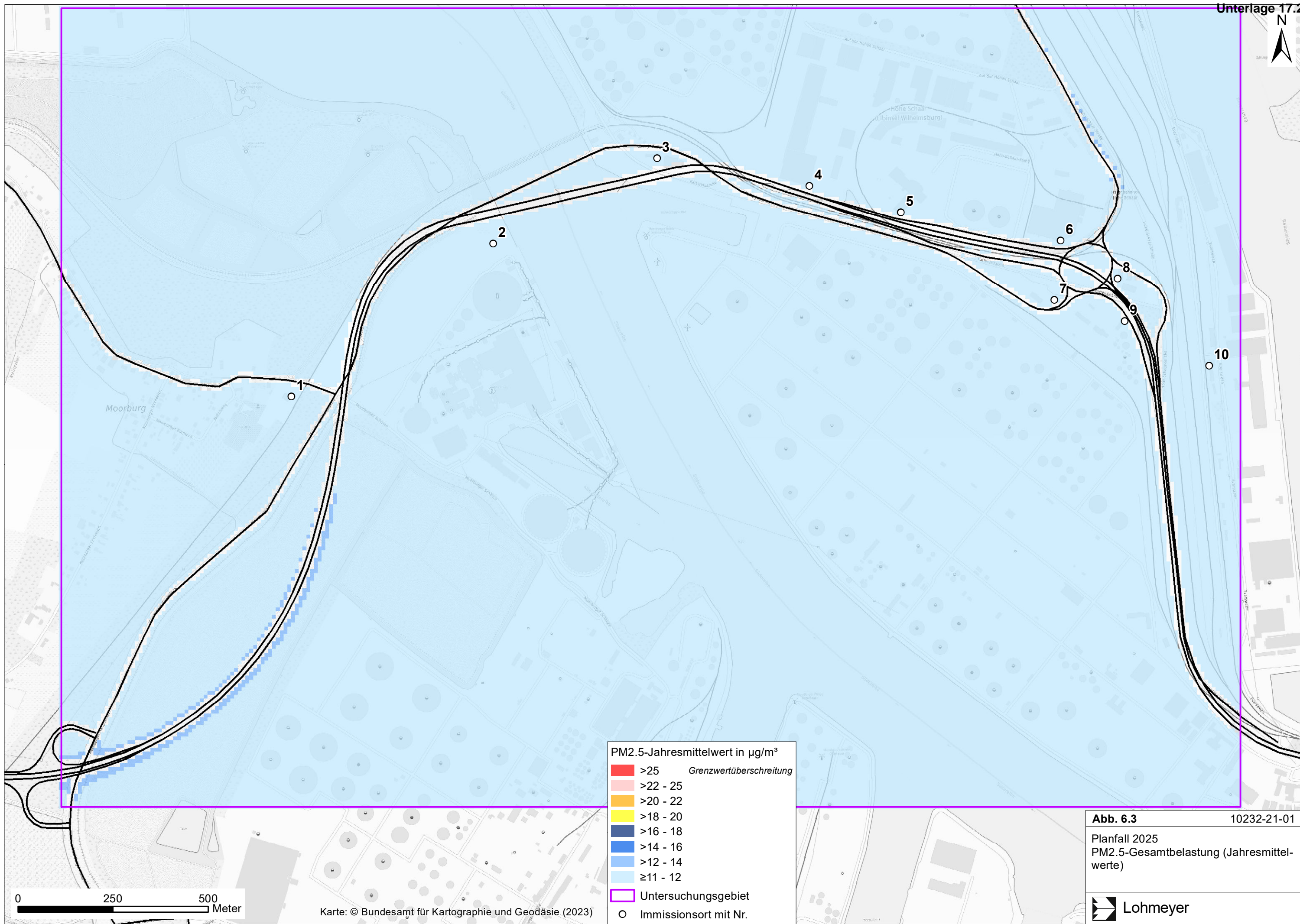
Die PM2.5-Jahresmittelwerte sind für die Immissionsorte in **Tab. 6.3** dargestellt. In **Abb. 6.3** sind die flächendeckenden PM2.5-Konzentrationen des Planfalls aufgezeigt.

Unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung von 11 µg/m³ treten die höchsten berechneten PM2.5-Konzentrationen im Nahbereich der A 26 und an der Hohen-Schaar-Str. auf. Dort werden PM2.5-Immissionen bis 14 µg/m³ prognostiziert.

An den sensiblen Immissionsorten (**Tab. 6.3**) werden am Kattwykdam (IO 7–9) und am Hohen-Schaar-Kamp 12 µg PM2.5/m³ prognostiziert. An den anderen Immissionsorten werden keine relevanten vorhabenbezogenen PM2.5-Zusatzbelastungen ermittelt.

Der seit dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ wird entsprechend den Immissionsberechnungen somit im Planfall im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert von 25 µg/m³ sind die PM2.5-Immissionen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung als mittlere Konzentrationen einzustufen.





Nr.	Immissionsort (Nutzung)	PM2.5-Jahresmittelwert in µg/m³
1	Moorburger Elbdeich 129, Gemeindehaus	11
2	Kattwykdamm 48, Baubüro	11
3	Kattwykdamm 45, Büro	11
4	An der Hohen Schaar 7, Fa. DHL	11
5	Hohe-Schaar-Kamp 6, Fa. Mercedes Benz	11
6	Hohe-Schaar-Kamp 3, Fa. Kala	12
7	Kattwykdamm 12, ehem. Fa. Shell	12
8	Kattwykdamm 4, Fa. Nortmann	12
9	Kattwykdamm 6, ehem. Fa. Shell	12
10	Eversween 26, Fa. Schenker	11
<b>Beurteilungswert</b>		<b>25</b>

Tab. 6.3: PM2.5-Konzentrationen für ausgewählte Immissionsorte

#### 6.4 Gesamtbewertung

Es werden keine Überschreitungen der Grenzwerte zur Lufthygiene im Planfall erwartet. Die vorhabenbezogenen Veränderungen sind gering. Aus Sicht der Lufthygiene sind die Planungen im Hinblick auf die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit bezogen auf die bestehende Wohnnutzung deshalb nicht abzulehnen.



## 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) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 29, S. 1328), in Kraft getreten am 27. Juni 2020.
- Airbase (2023): Air quality e-reporting, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-9>, Letzter Abruf: 13.02.2023.
- 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.
- BUKEA - Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (2022): 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg (Teil 1), <https://www.hamburg.de/luftreinhaltung/16216316/luftreinhalteplan/>, letzter Abruf: 16.02.2023
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2023): [http://sg.geodatenzentrum.de/web\\_public/Datenquellen\\_TopPlus\\_Open.pdf](http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf), bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketz, 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).

- DWD (2019): Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen. Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung (Autoren: Dr. Meinolf Koßmann, Dipl.-Met. Joachim Namyslo). Offenbach, Stand: 14.08.2019.
- 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 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.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Lohmeyer (2012): Aktualisierung des MLuS 02 bzgl. Emission, Lärmschutzmodul, NO/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 (2019): Neubau der A 26, Hafenpassage Hamburg, AK HH-Süderelbe (A 7) bis AD/S HH-Hohe Schaar (M), Luftschadstoffgutachten. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul. Projekt 71043-14-01/2. August 2018 (Redaktion Mai 2019). Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH.
- 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).
- PTV – Transport Consult GmbH (2016): Neubau der BAB A26, AK HH-Süderelbe (BAB A7) bis Landesgrenze NI, Erweiterung BAB A7 AK HH-Süderelbe bis AS HH-Heimfeld, Verkehrsprognose 2030 und Berechnung von Planfällen, Schlussbericht.
- 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).
- TREMOM (2020): Transport Emission Model: „Aktualisierung der Modelle TREMOD/ TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)“ / Berichtsteil „TREMOM“. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 116/2020. Dessau-Roßlau, Juni 2020.
- UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2. (HBEFA 4.2) (aktualisierte Version 24.02.2022). 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 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), Düsseldorf, Mai 2020.

**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 und 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  $\text{PM}_{10}$ -Fraktion über ein Kalender-

jahr 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 PM2.5-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 sollte nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie seit 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. Die Umsetzung in deutsches Recht ist bisher nicht erfolgt.

Die Europäische Kommission arbeitet zudem an einer Neufassung der Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Ein Grenzwertvorschlag (siehe **Tab. A1.2**) liegt mit Stand Oktober 2022 vor<sup>1</sup>. Mit der Überarbeitung sollen die Luftqualitätsstandards stärker an die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO global air quality guidelines) aus dem Jahr 2021 angepasst werden. Der Geltungszeitpunkt ist ab 2030 geplant. Bis dahin sollen die derzeit geltenden Grenzwerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG eingehalten werden.

---

<sup>1</sup> [https://environment.ec.europa.eu/publications/revision-eu-ambient-air-quality-legislation\\_en](https://environment.ec.europa.eu/publications/revision-eu-ambient-air-quality-legislation_en)

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert
NO <sub>2</sub>	Stundenmittelwert	200 µg/m <sup>3</sup> maximal 1 Überschreitung/Jahr
NO <sub>2</sub>	Tagesmittelwert	50 µg/m <sup>3</sup> maximal 18 Überschreitungen/Jahr
NO <sub>2</sub>	Jahresmittelwert	20 µg/m <sup>3</sup>
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	45 µg/m <sup>3</sup> maximal 18 Überschreitungen/Jahr
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	20 µg/m <sup>3</sup>
Partikel (PM2.5)	Tagesmittelwert	25 µg/m <sup>3</sup> maximal 18 Überschreitungen/Jahr
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	10 µg/m <sup>3</sup>
Benzol	Jahresmittelwert	3.4 µg/m <sup>3</sup>
Kohlenmonoxid (CO)	Höchster 8 h gleitender Mittelwert pro Tag	10 mg/m <sup>3</sup>
Kohlenmonoxid (CO)	Tagesmittelwert	4 mg/m <sup>3</sup> maximal 18 Überschreitungen/Jahr

Tab. A1.2: Immissionsgrenzwerte nach Vorschlag EU-Richtlinie für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe ab dem Geltungsjahr 2030

Es sollen ab 2030 auch Grenzwerte für Blei (0.5 µg/m<sup>3</sup>), Arsen (6.0 ng/m<sup>3</sup>), Kadmium (5.0 ng/m<sup>3</sup>), Nickel (20 ng/m<sup>3</sup>) und Benzo(a)pyren (BaP; 1.0 ng/m<sup>3</sup>) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt werden.

Weiterhin sollen als Indikator für die durchschnittliche PM2.5- sowie NO<sub>2</sub>-Exposition (AEI) folgende Konzentrationsziele im Jahresmittel erreicht werden:

- PM2.5: AEI = 5 µg/m<sup>3</sup>
- NO<sub>2</sub>: AEI = 10 µg/m<sup>3</sup>.

Eine durchschnittliche Exposition ist ein Wert, der anhand von Messungen an Messstationen für den städtischen Hintergrund die durchschnittliche Exposition der Bevölkerung angibt.

#### 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 Aus-



wirkungen 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  $\geq 5 \times$  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 Immissionskenngößen 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.

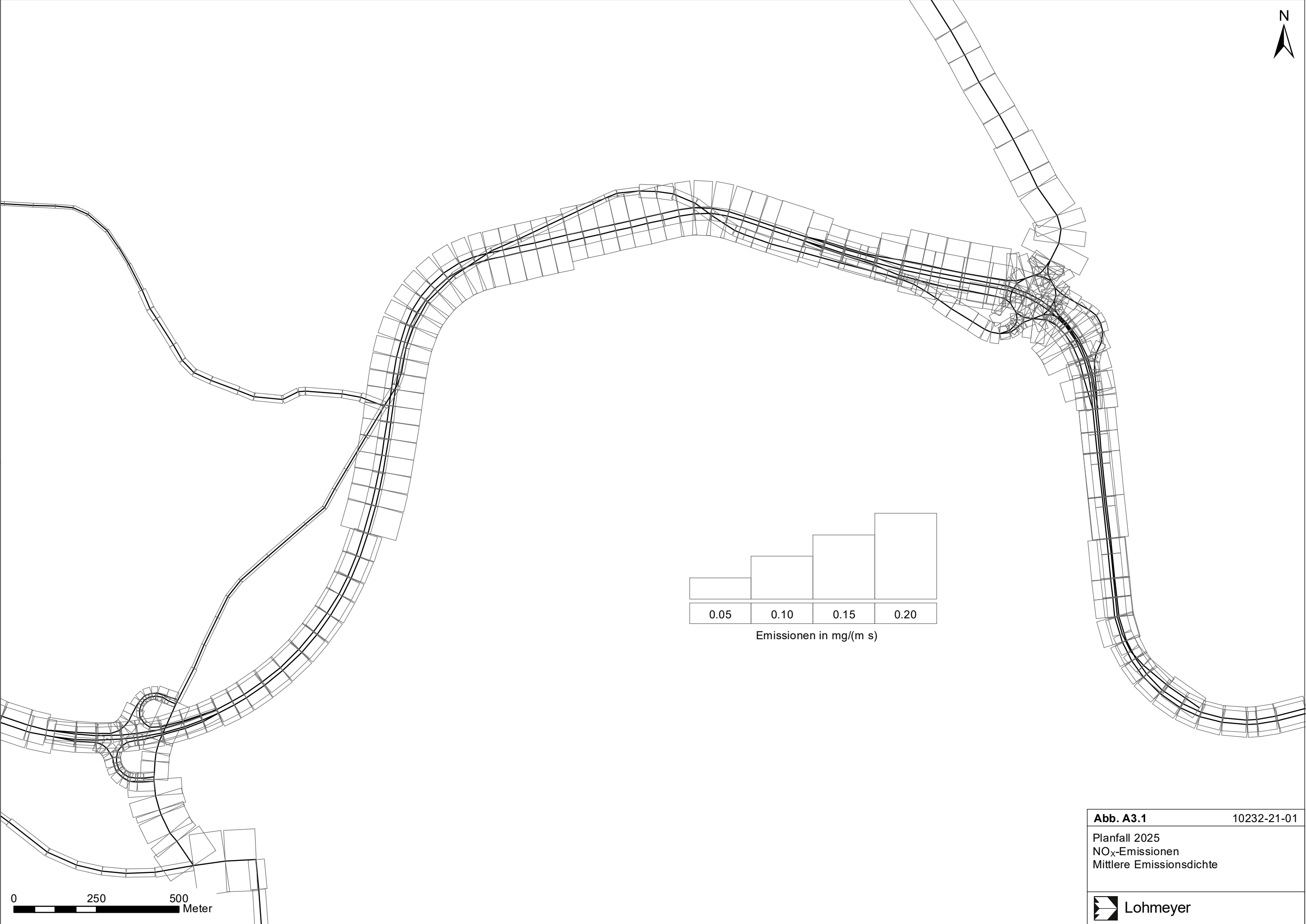
Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese 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 entsprechender 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 Gesamtmissionsbelastung geringer sind.


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

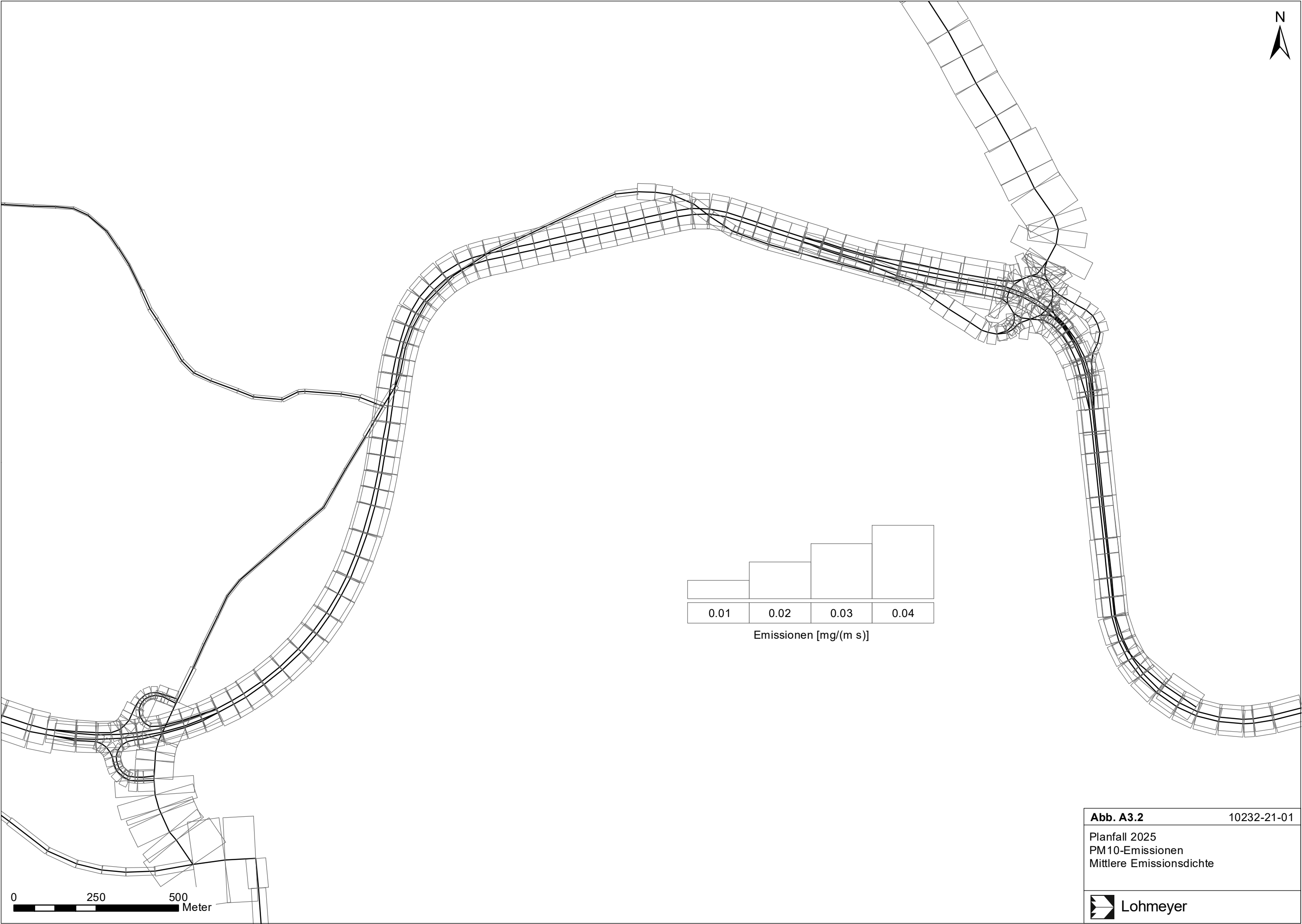




**Abb. A3.1**10232-21-01


Planfall 2025  
NO<sub>x</sub>-Emissionen  
Mittlere Emissionsdichte

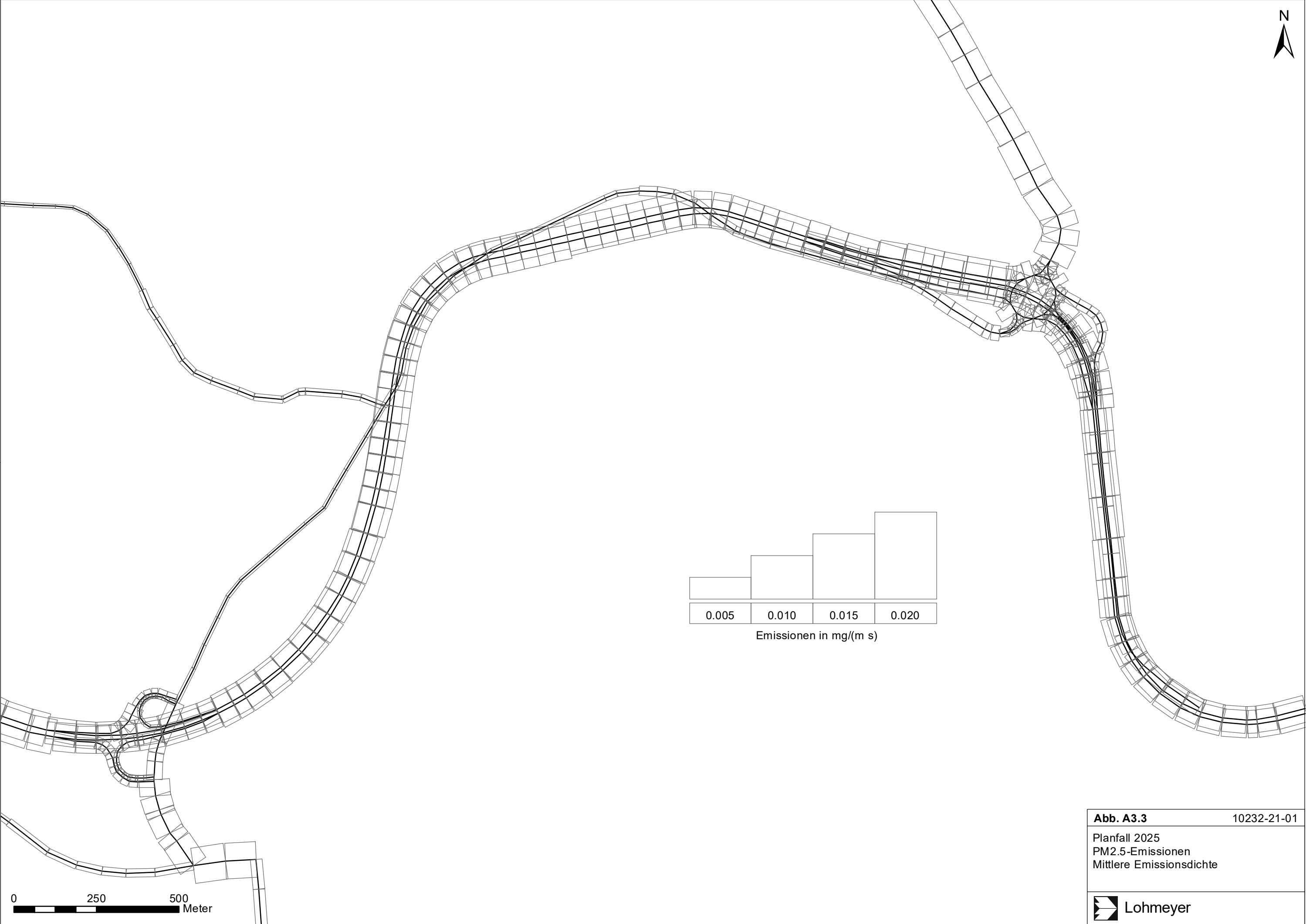
 Lohmeyer



**Abb. A3.2** 10232-21-01


Planfall 2025  
PM10-Emissionen  
Mittlere Emissionsdichte

 Lohmeyer



**Abb. A3.3** 10232-21-01

Planfall 2025  
PM2.5-Emissionen  
Mittlere Emissionsdichte

 Lohmeyer