

Auslage 6H  
Zur Mag.-Vorl. Nr. ....

**BEBAUUNGSPLAN NR. 653**  
**„Innovationscampus (ehem.**  
**Farbwerke)“**

**Feinstaubuntersuchung**

**ENTWURF**

**STAND 12.08.2024**

Offenbach  
am Main

**OF**





Lohmeyer

**BEBAUUNGSPLAN NR. 653**  
**„INNOVATIONSCAMPUS (EHM. FARBWERKE)“**  
**IN OFFENBACH,**  
**LUFTSCHADSTOFFE**

Auftraggeber:

INNO Innovationscampus  
Offenbach GmbH & Co.KG  
Senefelderstraße 162  
63069 Offenbach am Main

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH  
Niederlassung Karlsruhe

Dipl.-Geogr. T. Nagel  
M. Sc. met. K. Sokur

Dipl.-Geoökol. H. Lauerbach

April 2023, redaktionell geändert Juli 2023  
Projekt 20716-22-01  
Berichtsumfang 56 Seiten

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>7</b>
3.1 Berechnungsverfahren .....	7
3.2 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	8
3.3 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen .....	10
<b>4 EINGANGSDATEN .....</b>	<b>11</b>
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	11
4.2 Verkehrsdaten .....	12
4.3 Meteorologische Daten .....	12
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft .....	16
<b>5 EMISSIONEN .....</b>	<b>20</b>
5.1 Betrachtete Schadstoffe .....	20
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	20
5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	20
<b>6 ERGEBNISSE .....</b>	<b>25</b>
6.1 Stickstoffdioxid.....	25
6.2 Feinstaub PM10.....	29
6.3 Feinstaub PM2.5.....	33
<b>7 QUELLEN .....</b>	<b>36</b>
7.1 Literatur .....	36
7.2 Materialien und Unterlagen.....	38
<b>A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN .....</b>	<b>41</b>

---

<b>A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION .....</b>	<b>45</b>
<b>A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE .....</b>	<b>51</b>

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

## **ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN**

### **Emission / Immission**

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist  $\mu\text{g}$  (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 Immissionskenngößen 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 PM10-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 / PM10 / PM2.5**

Mit Feinstaub bzw. PM10 / PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50% aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

In Offenbach am Main ist der Bebauungsplan Nr. 653 „Innovationscampus (ehem. Farbwerke)“ in Bearbeitung. Dafür wird eine bisher gewerblich genutzte Fläche am nordöstlichen Siedlungsrand nahe dem Main überplant. Für die Bauleitplanung sind u. a. Aussagen über die verkehrsbedingten Luftschadstoffe erforderlich.

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf den bestehenden Straßen mit dem Straßennetzmodell PROKAS betrachtet. Die Schadstoffemissionen wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsfaktoren (HBEFA4.2, Stand 2022) für das Bezugsjahr 2025 auf allen Straßenabschnitten für den Prognosenufall, sowie für den Planfall berechnet. Die Jahreskennwerte der Schadstoffbelastungen wurden mit lokal repräsentativen Winddaten und der Hintergrundbelastung ermittelt. Die Hintergrundbelastung wurde auf der Grundlage von Messdaten umliegender Stationen angesetzt.

Für den Prognosenufall sind die höchsten NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen am Straßenrand der Hauptverkehrsstraßen und an den Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung berechnet. Im südlichen Bereich des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der B 43 (Mühlheimer Straße) NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 35 µg/m<sup>3</sup>, am östlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Kettelerstraße überwiegend NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 26 µg/m<sup>3</sup>, nahe der Kreuzung mit der B 43 auch bis 30 µg/m<sup>3</sup> und am nördlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Mainstraße und der Offenbacher Straße NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 24 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An den umliegenden Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung im Stadtgebiet von Offenbach sind vereinzelt NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte über 30 µg/m<sup>3</sup> aber unter 40 µg/m<sup>3</sup> ermittelt, wie z. B. an der B 43 östlich des Plangebietes und an einem schmalen Abschnitt der Waldstraße im Innenstadtbereich. Am Standort der Messstation Untere Grenzstraße I (B 43) ist eine NO<sub>2</sub>-Konzentration von 30 µg/m<sup>3</sup> berechnet und an den Standorten der Messstation Bieberer Straße sind 29 µg/m<sup>3</sup> sowie an der Messstation Mainstraße 27 µg/m<sup>3</sup> dargestellt. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen. Für die betrachteten Straßenabschnitte mit Randbebauung wird davon ausgegangen, dass dort auch Wohnnutzungen gelegen sind. Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird damit im Prognosenufall an der bestehenden Wohnbebauung nicht überschritten, überwiegend deutlich unterschritten.

Für den Planfall werden verkehrsbedingten Änderungen durch die geplanten Nutzungen im Bebauungsplangebiet entsprechend den Angaben des Verkehrsgutachtens berücksichtigt und beinhalten sowohl Änderungen auf bestehenden Straßen als auch Beiträge auf Fahrstrecken innerhalb des Bebauungsplangebietes. Auch im Planfall sind die höchsten NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen am Straßenrand der Hauptverkehrsstraßen und an den Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung berechnet. Im südlichen Bereich des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der B 43 (Mühlheimer Straße) NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 36 µg/m<sup>3</sup> mit geringen Zunahmen gegenüber dem Prognosenullfall berechnet; im Bereich des geplanten Parkhauses und der Mobilitätszentrale führen die über die Fassaden freigesetzten Schadstoffbeiträge durch den Betrieb der Stellplatzanlagen zu etwas höheren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis ca. 24 µg/m<sup>3</sup>. Am östlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Kettelerstraße überwiegend NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 26 µg/m<sup>3</sup>, nahe der Kreuzung mit der B 43 auch bis 30 µg/m<sup>3</sup> mit geringen Änderungen gegenüber dem Prognosenullfall prognostiziert. Am nördlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Mainstraße und der Offenbacher Straße NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 24 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An den umliegenden Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung im Stadtgebiet von Offenbach sind vereinzelt NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte über 30 µg/m<sup>3</sup> aber unter 40 µg/m<sup>3</sup> ermittelt, wie z. B. an der B 43 östlich des Plangebietes und an einem schmalen Abschnitt der Waldstraße im Innenstadtbereich. Am Standort der Messstation Untere Grenzstraße I (B 43) ist eine NO<sub>2</sub>-Konzentration von 31 µg/m<sup>3</sup> berechnet und an den Standorten der Messstation Bieberer Straße sind 28 µg/m<sup>3</sup> sowie an der Messstation Mainstraße 29 µg/m<sup>3</sup> mit geringen Änderungen gegenüber dem Prognosenullfall dargestellt. Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird im Planfall an der bestehenden Wohnbebauung nicht überschritten, überwiegend deutlich unterschritten.

Die höchsten PM<sub>10</sub>-Gesamtbelastungen werden im Prognosenullfall am Straßenrand der Hauptverkehrsstraßen und an den Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung berechnet. Im südlichen Bereich des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der B 43 (Mühlheimer Straße) PM<sub>10</sub>-Konzentrationen bis 26 µg/m<sup>3</sup>, am östlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Kettelerstraße überwiegend PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte bis 19 µg/m<sup>3</sup>, nahe der Kreuzung mit der B 43 auch bis 22 µg/m<sup>3</sup> und am nördlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Mainstraße und der Offenbacher Straße PM<sub>10</sub>-Konzentrationen bis 17 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An den umliegenden Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung im Stadtgebiet von Offenbach sind vereinzelt PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte bis 22 µg/m<sup>3</sup> ermittelt, wie z. B. an der B 43 östlich und südlich des Plangebietes und im Innenstadtbereich.

Auch im Planfall werden die deutlichsten PM10-Immissionen am Straßenrand der Hauptverkehrsstraßen und an den Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung berechnet. Im südlichen Bereich des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der B 43 (Mühlheimer Straße) PM10-Konzentrationen bis  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit geringen Zunahmen gegenüber dem Prognosenullfall berechnet; im Bereich des geplanten Parkhauses und der Mobilitätszentrale führen die über die Fassaden freigesetzten Schadstoffbeiträge durch den Betrieb der Stellplatzanlagen zu etwas höheren PM10-Konzentrationen bis ca.  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Am östlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Kettelerstraße überwiegend PM10-Jahresmittelwerte bis  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nahe der Kreuzung mit der B 43 auch bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit geringen Änderungen gegenüber dem Prognosenullfall prognostiziert. Am nördlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Mainstraße und der Offenbacher Straße PM10-Konzentrationen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An den umliegenden Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung im Stadtgebiet von Offenbach sind vereinzelt PM10-Jahresmittelwerte bis  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , wie z.B. im Innenstadtbereich.

Damit sind im Planfall und im Prognosenullfall innerhalb des Betrachtungsgebietes PM10-Jahresmittelwerte prognostiziert, die den geltenden Grenzwert der 39. BImSchV für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und den Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung (mehr als 35 Tage pro Jahr mit PM10-Tagesmittelwerten über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) im Betrachtungsgebiet unterschreiten.

Für PM2.5-Jahresmittelwerte werden der seit dem Jahr 2015 geltende Grenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV und der Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall im Bezugsjahr 2025 im Untersuchungsgebiet deutlich unterschritten.

Aus lufthygienischer Sicht und im Hinblick auf die Beurteilungswerte der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind die Planungen des Bebauungsplans Nr. 653 „Innovationscampus (ehem. Farbwerke)“ nicht abzulehnen.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

In Offenbach am Main ist der Bebauungsplan Nr. 653 „Innovationscampus (ehem. Farbwerke)“ in Bearbeitung. Dafür wird eine bisher gewerblich genutzte Fläche am nordöstlichen Siedlungsrand nahe dem Main überplant. Für die Bauleitplanung sind u. a. Aussagen über die verkehrsbedingten Luftschadstoffe erforderlich.

Für diese Planungen ist ein Luftschadstoffgutachten hinsichtlich der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen inklusive Beurteilung im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV. erforderlich.

### 3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, wie hoch die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung sind. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt sind, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v. a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> die 22. BImSchV (2007) ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich in Form einer Schadstoffleitkomponentenbetrachtung unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickstoffoxide und Feinstaubpartikel (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

#### 3.1 Berechnungsverfahren

Das Berechnungsverfahren PROKAS ermöglicht für die Immissionsprognosen die Berücksichtigung des Straßennetzes inklusive Kreuzungsbereichen und in typisierter Form die Einflüsse von Randbebauung und Lärmschutzbauten sowie für das Untersuchungsgebiet repräsentativer Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken.

Auf der Grundlage der durch den 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 unter Berücksichtigung der Informationen des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) bestimmt. 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) und der berechneten Emissionen

des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 4.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

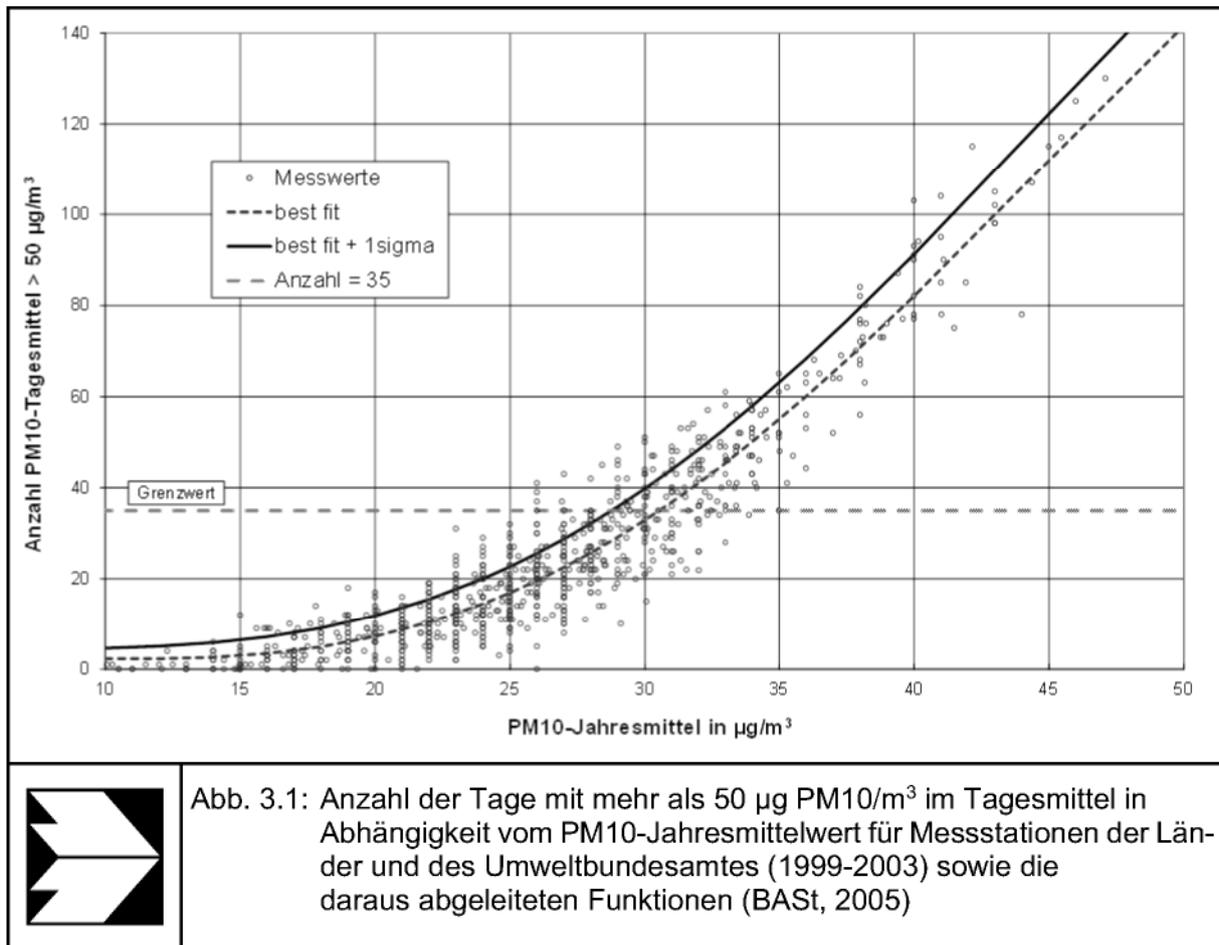
Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, 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 Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Immissionen werden die verkehrsbedingten Direktmissionen und ein vereinfachtes Chemiemodell zur Abbildung der NO-NO<sub>2</sub>-Konversion berücksichtigt (Düring et al., 2011).

### 3.2 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 PM10-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 PM10-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m<sup>3</sup> und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BASt, 2005).

Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.



Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. 40 µg/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 PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von 31 µg/m<sup>3</sup> erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BASt (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab 29 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet.

### 3.3 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen

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

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

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	
PM2.5	Richtgrenzwert seit 2020	20	

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010) sowie Richtgrenzwert PM2.5 entsprechend EU-Luftqualitätsrichtlinie

## 4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung.

Für das Untersuchungsgebiet wurden die im Abschnitt 7.2 aufgeführten, durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Unterlagen herangezogen. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Verkehrsdaten, meteorologischen Daten und Schadstoffhintergrundbelastung werden in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 erläutert.

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die Stadt Offenbach am Main liegt im Süden Hessens und am südlichen Ufer des Mains, der dort weitgehend von Osten nach Westen und mit Mäandern verläuft. Die Offenbach am Main ist direkt südöstlich der Stadt Frankfurt am Main benachbart.

Das Bebauungsplangebiet Nr. 653 „Innovationscampus (ehem. Farbwerke)“ befindet sich nordöstlich des zentralen Siedlungsgebietes von Offenbach am Main. Im Norden folgen Siedlungsbereiche des Stadtteils Bürgel. Die Bundesstraße B 43 wird von Hanau im Osten parallel zum Main nach Westen und nach Offenbach am Main geführt. Direkt südlich des Bebauungsplangebietes knickt die B 43 nach Süden ab, um in südwestlicher und westlicher Richtung an der Innenstadt von Offenbach am Main vorbei geführt zu werden. Mit der Lage am südlichen Mainufer ist das Gelände weitgehend eben.

Der räumliche Geltungsbereich des Plangebietes besitzt eine Größe von ca. 42.8 ha. Bei dem Plangebiet handelt es sich größtenteils um die Brachfläche eines ehemaligen Chemiewerks. Im westlichen sowie im südlichen Teil des Plangebietes befinden sich ein Pelletwerk der Energieversorgung Offenbach AG (EVO), ein Umspannwerk der Energienetze Offenbach GmbH (ENO), eine bestehende, bislang nicht für die Öffentlichkeit zugängliche Parkanlage sowie einzelne denkmalgeschützte Gebäude. An der Nordwestecke des Plangebietes befindet sich eine ehemalige Fabrikantenvilla, welche überwiegend gewerblich genutzt wird, sowie das ehemalige Sozialgebäude des Chemiewerks. Die südwestliche Ecke des Areals wird derzeit von Gewerbe- und Dienstleistungsunternehmen genutzt.

Mit dem Bebauungsplan Nr. 653 „Innovationscampus (ehem. Farbwerke)“ soll die Grundlage geschaffen werden, dass sich das gesamte Plangebiet als zukunftsweisender Gewerbestandort mit Elektromobilität, Sharing-Konzepten sowie innovativer Energieversorgung, Abwärmenutzung und nachhaltigen Hochbauten profilieren und eine nachhaltige Verknüpfung von Technologie, Wissenschaft und Forschung mit der Stadt und ihren Bürgern erbringen kann. Im südwestlichen Bereich des Bebauungsplangebietes ist ein Parkhaus mit ca. 300 Stellplätzen und eine Mobilitätszentrale mit bis zu 800 Stellplätzen vorgesehen.

Die Lage des Untersuchungsgebietes ist in **Abb. 4.1** dargestellt.

## 4.2 Verkehrsdaten

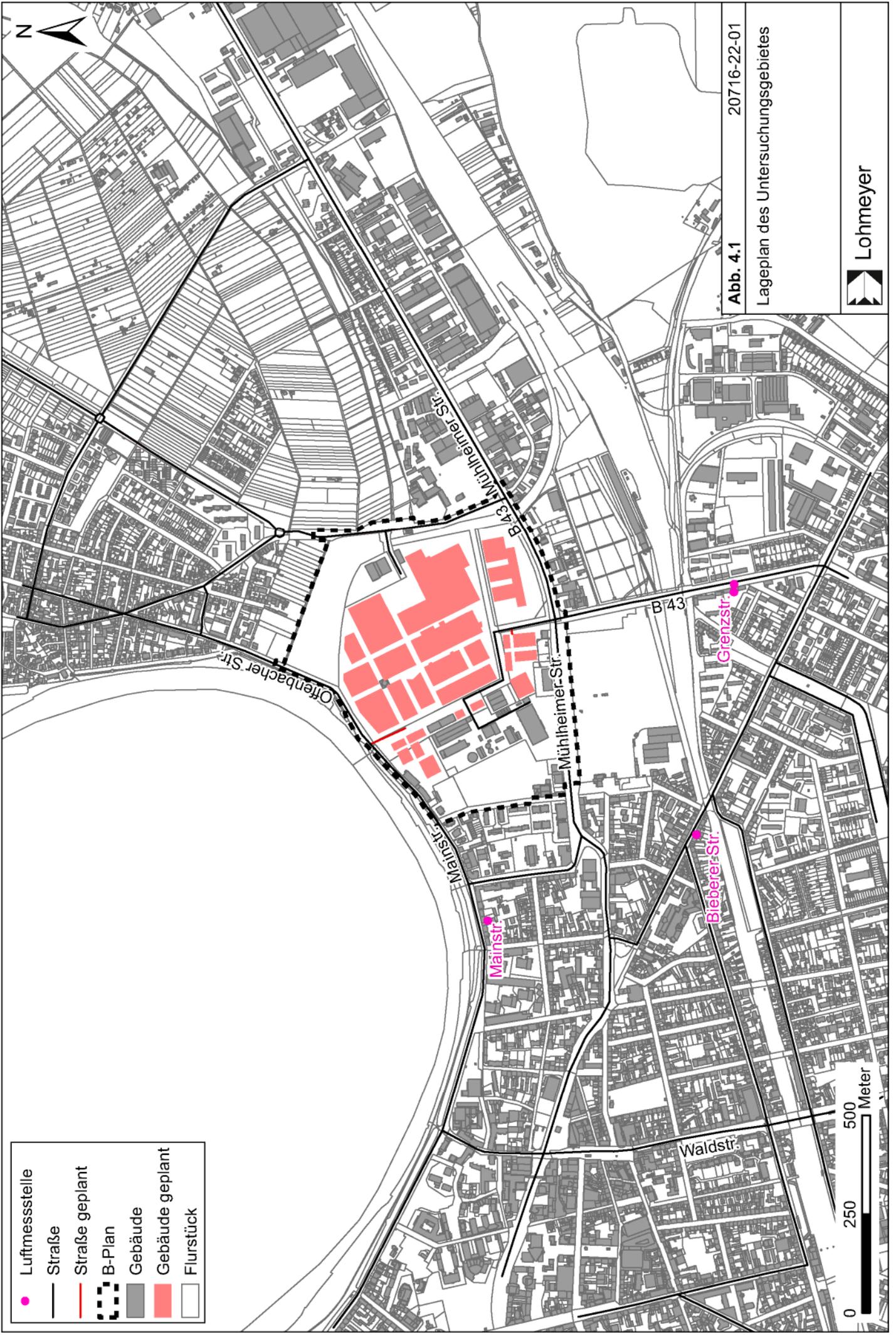
Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit der Ausarbeitung der „Anbindung des ehem. Farbwerkes an das städtische Verkehrsnetz - Verkehrsprognose 2027/28“ (Habermehl&Follmann, 2022) als Foliensammlung zur Verfügung gestellt.

Darin sind Angaben der durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärke DTV und der LKW-(SV) -Fahrten für den Analysefall 2022 sowie Änderungen für den Prognosenullfall 2027/28 und den Prognose-Planfall 2027/28 mit geplantem Ausbau des Bebauungsgebietes enthalten, die in Grafiken dargestellt sind. Ergänzend wurden Straßennetzpläne mit Angaben des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV) und des SV-Anteils für den Analysefall 2022 sowie den Prognose-Planfall 2027/28 übergeben. Weiter wurden Tabellen mit Parametern für die Schalltechnische Untersuchung für ausgewählte Straßenquerschnitte für den Prognose-Nullfall 2027/28 zur Verfügung gestellt.

Die im vorliegenden Gutachten im Untersuchungsgebiet verwendeten Verkehrsbelegungsdaten sind für den Prognosenullfall in **Abb. 4.2** und für den Planfall in **Abb. 4.3** aufgezeigt. Sie werden unverändert für das Bezugsjahr 2025 angesetzt, das Jahr, in dem wesentliche Teile der Planung umgesetzt sein können.

## 4.3 Meteorologische Daten

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



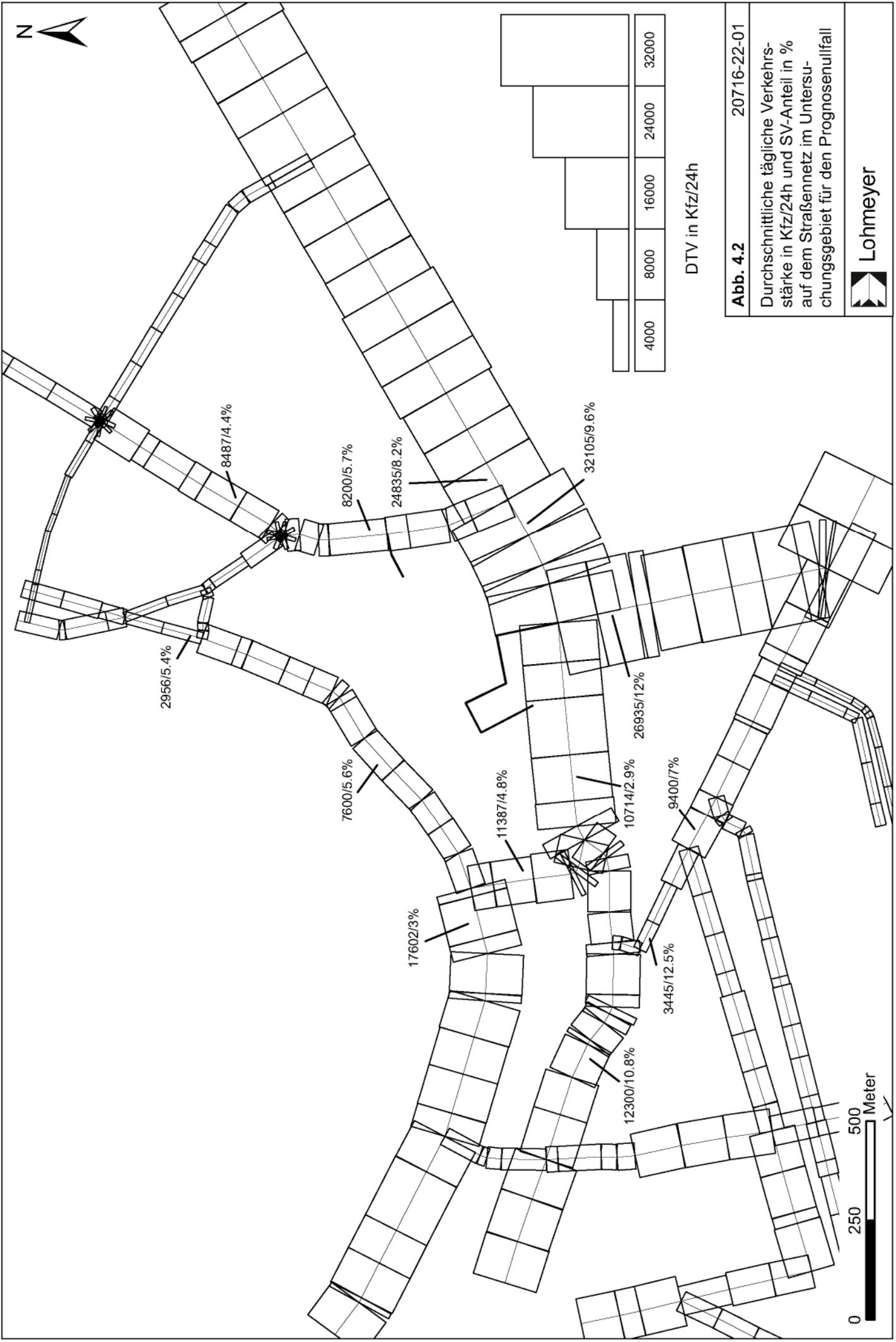
- Luftmessstelle
- Straße
- Straße geplant
- B-Plan
- Gebäude
- Gebäude geplant
- Flurstück

Abb. 4.1 20716-22-01

Lageplan des Untersuchungsgebietes



Lohmeyer



4000	8000	16000	24000	32000
------	------	-------	-------	-------

DTV in Kfz/24h

**Abb. 4.2** 20716-22-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und SV-Anteil in % auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognoseunfall



**Lohmeyer**

2956/5.4%

8487/4.4%

7600/5.6%

8200/5.7%

24835/8.2%

17602/3%

11387/4.8%

32105/9.6%

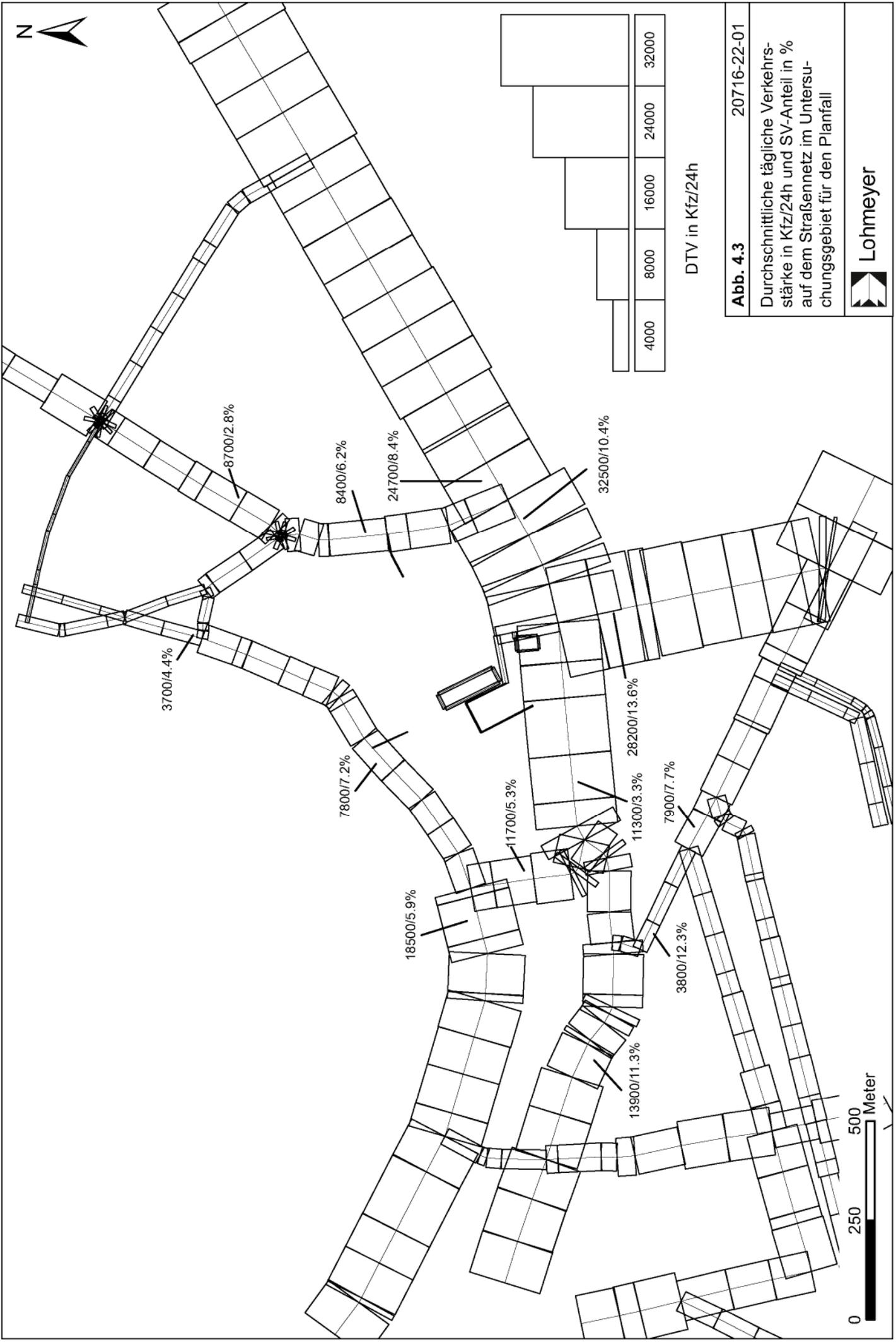
12300/10.8%

10714/2.9%

26935/12%

3445/12.5%

9400/7%



DTV in Kfz/24h

**Abb. 4.3** 20716-22-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und SV-Anteil in % auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall



**Lohmeyer**



In Offenbach am Main ist eine Windmessstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) am Wetterpark Offenbach in Betrieb. Diese Station befindet sich ca. 2 km südlich des Plangebietes im südlichen Siedlungsbereich von Offenbach am Main. In **Abb. 4.4** ist die Windrose der letzten 10 Jahre dargestellt und zeigt als Hauptwindrichtung Winde aus dem südwestlichen Richtungssektor; Winde aus dem nordnordöstlichen Sektor bilden die sekundäre Hauptwindrichtung und Winde aus dem südöstlichen Sektor bilden eine weitere erhöhte Häufigkeit. Die mittlere Windgeschwindigkeit wurde dort mit ca. 2.3 m/s in der Messhöhe von 15 m über Grund erfasst.

Für das hier zu betrachtende Plangebiet in Offenbach am Main werden die an der DWD-Station Offenbach-Wetterpark erfassten Winddaten für die Ausbreitungsrechnung unter Berücksichtigung der Rauigkeiten im Untersuchungsgebiet herangezogen. Diese Winddaten sind als repräsentativ für die örtlichen Windrichtungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet zu betrachten.

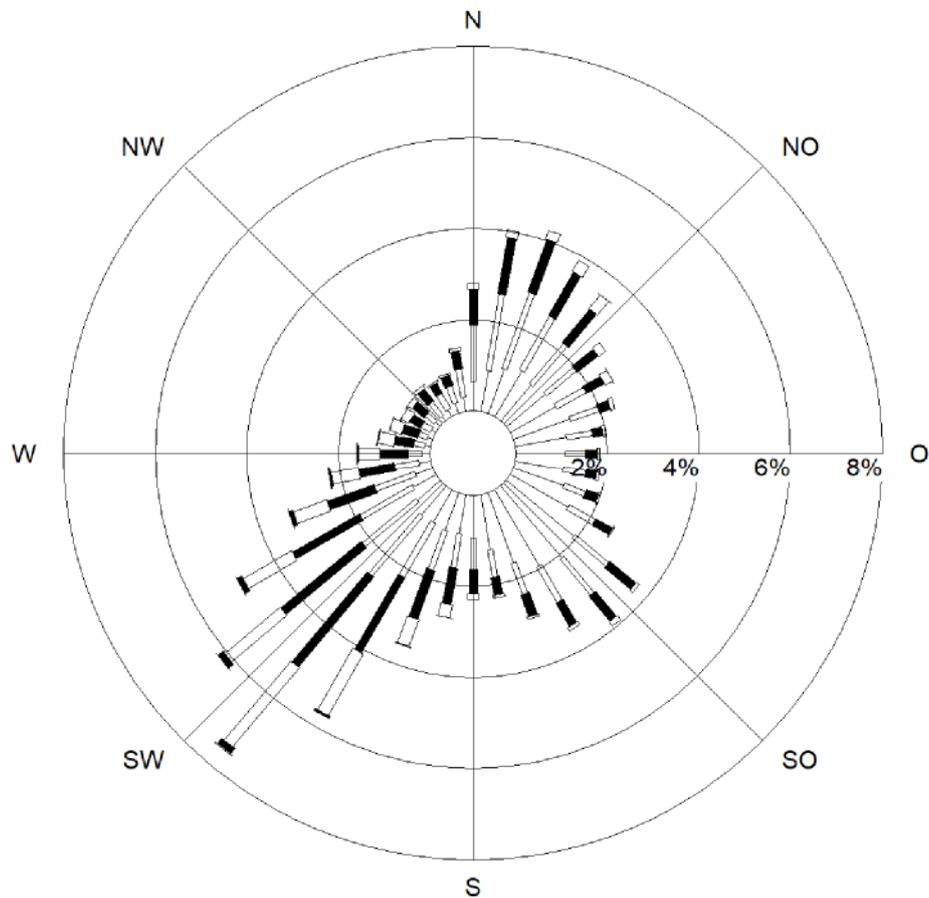
#### **4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft**

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.

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) betreibt das Landesmessnetz Hessen. In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (HLNUG, 2016-2023). Die vorliegenden Daten für die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt (bei Passivsammlern nur Werte für NO<sub>2</sub>), ergänzt um die vorläufigen Werte für 2022.

Die Verkehrsmessstationen „Offenbach Untere Grenzstraße“ liegen an der von Norden nach Süden verlaufenden B 43 südlich des Plangebietes. Die Station Bieberer Straße liegt südwestlich des Plangebietes an einer Straße mit dichter Randbebauung und die Station Mainstraße nordwestlich des Plangebietes an einer Straße mit einseitiger Randbebauung.

## Windverteilung in Prozent



Station	: Nr. 07341	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 15.0 m	I : 14.4 %	—	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 2.3 m/s	II : 27.7 %	—	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1 : 30.2 %	—	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 18.5 %	—	7.0 bis 10 m/s
		IV : 5.9 %	—	größer 10 m/s
		V : 3.4 %	—	

Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Station Offenbach am Main für den Zeitraum 2012-2021 (Quelle: DWD)

	Code	DEHE116	DEHE102	DEHE104	DEHE103	DEHE008	DEHE140	DEHE139	DEHE145	DEHE011
Schadstoffkomponente	Jahr	Offenbach Untere Grenzstraße	Offenbach Untere Grenzstraße I	Offenbach Mainstraße	Offenbach Biebrerer Straße	Frankfurt Ost	Frankfurt Am Erlenbruch II	Frankfurt Am Erlenbruch I	Frankfurt Riederwald	Hanau
NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	2015	40	48	52	42	34	-	-	-	24
	2016	39	48	51	42	33	-	-	-	26
	2017	38	48	48	40	34	55	52	-	27
	2018	39	44	46	41	29	52	48	23	25
	2019	36	45	45	38	29	50	44	25	24
	2020	31	38	38	32	25	40	35	20	22
	2021	28	37	36	30	25	34	35	21	20
	2022	26	32	32	29	21	31	29	17	18
PM10 in µg/m <sup>3</sup>	2015	22	-	-	-	21	-	-	-	20
	2016	20	-	-	-	20	-	-	-	17
	2017	22	-	-	-	20	-	-	-	16
	2018	23	-	-	-	21	-	-	-	18
	2019	22	-	-	-	19	-	-	-	16
	2020	21	-	-	-	17	-	-	-	15
	2021	20	-	-	-	18	-	-	-	16
	2022	21	-	-	-	17	-	-	-	17
Anzahl PM10-Überschreitungen	2015	10	-	-	-	10	-	-	-	9
	2016	1	-	-	-	3	-	-	-	0
	2017	19	-	-	-	10	-	-	-	6
	2018	9	-	-	-	7	-	-	-	6
	2019	8	-	-	-	4	-	-	-	3
	2020	4	-	-	-	1	-	-	-	1
	2021	8	-	-	-	3	-	-	-	2
	2022	2	-	-	-	0	-	-	-	0
PM2.5 in µg/m <sup>3</sup>	2015	-	-	-	-	13	-	-	-	-
	2016	-	-	-	-	12	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	12	-	-	-	-
	2018	-	-	-	-	13	-	-	-	-
	2019	-	-	-	-	11	-	-	-	-
	2020	-	-	-	-	9	-	-	-	-
	2021	-	-	-	-	10	-	-	-	-
	2022	-	-	-	-	10	-	-	-	-

Tab. 4.1: Jahreskenngößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m<sup>3</sup> an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (HLNUG 2016-2023).

Die Station Frankfurt Ost, ca. 3 km nordwestlich vom Plangebiet, wird als städtische Hintergrundstation geführt, weist mit der Lage zwischen einer Ausfallstraße und der Bahnlinie verkehrsbedingte Einflüsse auf. Deshalb werden zur fachlichen Einstufung auch die Messwerte der Station Frankfurt-Riederwald, ca. 4.6 km nordwestlich und der Station Hanau, ca. 10 km östlich vom Plangebiet angeführt.

Auf Grundlage der in **Tab. 4.1** aufgeführten Messwerte wird als gutachterliche Einschätzung und in Orientierung an den städtischen Hintergrundmessstationen (Frankfurt-Ost, Frankfurt Riederwald, Hanau) für das Untersuchungsgebiet eine NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung von 20 µg/m<sup>3</sup>, eine PM10-Hintergrundbelastung von 16 µg/m<sup>3</sup>, eine PM2.5-Hintergrundbelastung von 10 µg/m<sup>3</sup> und eine O<sub>3</sub>-Hintergrundbelastung von 47 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet (**Tab. 4.2**).

Schadstoff	Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	20
PM10	16
PM2.5	10
O <sub>3</sub>	47

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

Für die Messstandorte an den Straßenmessstationen in Offenbach am Main konnten mit dem genannten NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastungswert, den für die Analyse 2022 genannten Verkehrsdaten und den entsprechenden Emissionen für 2022 die Messwerte rechnerisch reproduziert werden. Mit derselben Vorgehensweise werden die Konzentrationen für die Prognose im Bezugsjahr 2025 berechnet.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Interpretationen der Messdaten hinsichtlich möglicher Entwicklungen sind mit Vorsicht zu versehen, da im Jahr 2019 überdurchschnittlich günstige Ausbreitungsbedingungen vorlagen und seit dem Jahr 2020 außergewöhnliche Entwicklungen aufgrund intensiver Einschränkungen des öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens vorliegen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung einer Reduktion der Hintergrundbelastung verzichtet.

## 5 EMISSIONEN

### 5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO<sub>2</sub> erreicht, weshalb dieser Stoff im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet wird, ergänzt um Feinstaub (PM10, PM2.5).

### 5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittleres Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die Pkw, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2020) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschleppern, Bussen usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel setzen sich hingegen aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

### 5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berechnet; in der aktuellen Version des HBEFA 4.2 sind die nichtmotorbedingten Beiträge für Feinstaub PM10 und PM2.5 integriert.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugarten Pkw, INfz, 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 (UBA, 2022) entnommen.

Die Längsneigung der Straßen wird aus Höhenplänen, Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes entnommen. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. INfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden innerhalb des Rechengebietes folgende Verkehrssituationen herangezogen, wobei aus der Fahrspuranzahl und der Verkehrsbelegung eine Einschätzung des Auslastungsgrades der Streckenabschnitte erfolgte, der im HBEFA mit „level of service“ LOS bezeichnet wird:

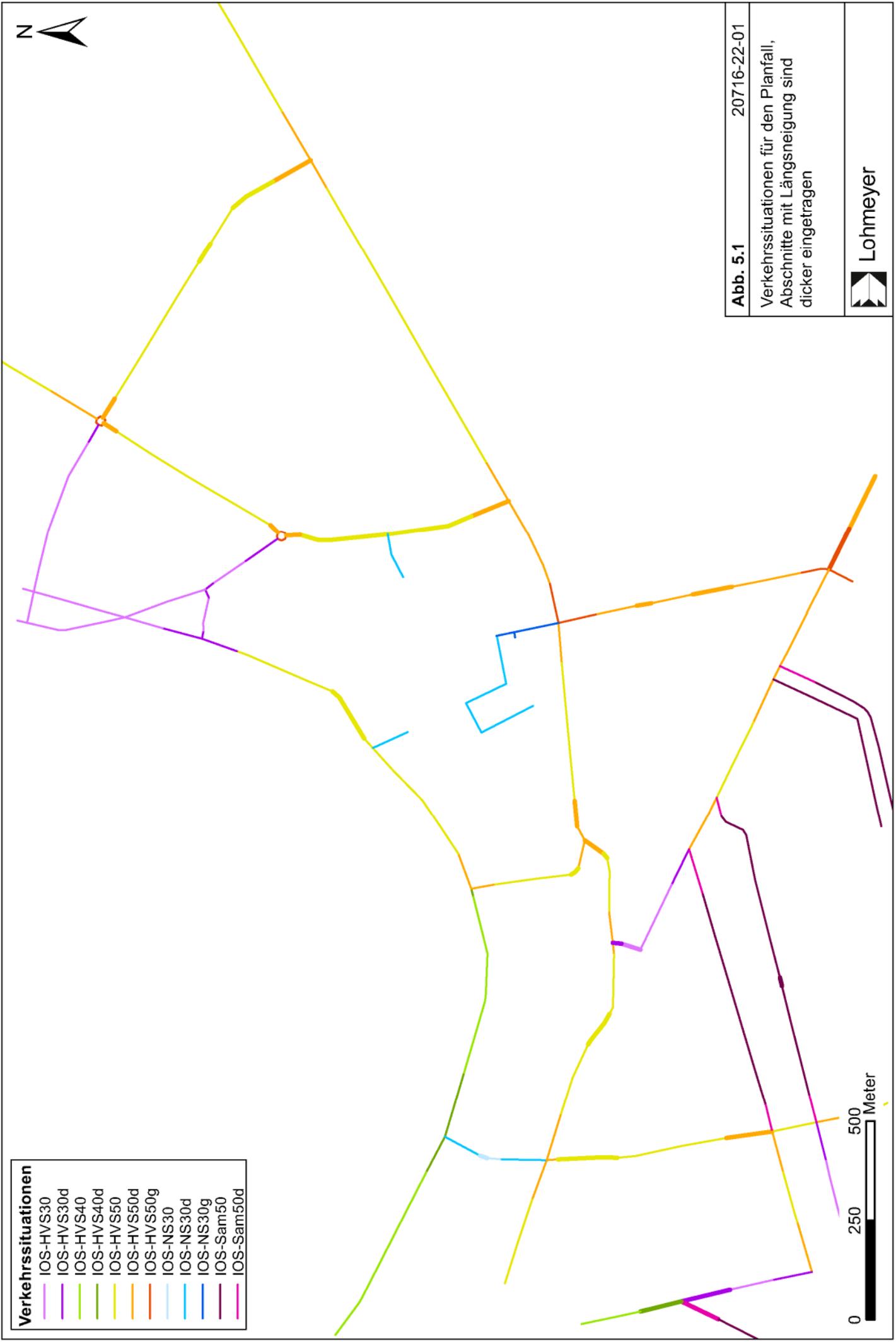
IOS-HVS30:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h
IOS-HVS30d:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS40:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 40 km/h
IOS-HVS40d:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 40 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
IOS-HVS50d:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50g:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-NS30:	Städtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h
IOS-NS30d:	Städtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IOS-NS30g:	Städtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-Sam50:	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h
IOS-Sam50d:	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

**Abb. 5.1** zeigt exemplarisch die angesetzten Verkehrssituationen für den Planfall.

An einigen Kreuzungsbereichen und Kreisverkehren wird ein gesättigter Verkehr angesetzt.

**Verkehrssituationen**

- IOS-HVS30
- IOS-HVS30d
- IOS-HVS40
- IOS-HVS40d
- IOS-HVS50
- IOS-HVS50d
- IOS-HVS50g
- IOS-NS30
- IOS-NS30d
- IOS-NS30g
- IOS-Sam50
- IOS-Sami50d



**Abb. 5.1** 20716-22-01

Verkehrssituationen für den Planfall,  
Abschnitte mit Längsneigung sind  
dicker eingetragen



**Lohmeyer**

Das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berücksichtigt eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Euro-6-Diesel-PKW sowie den Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW und leichte Nutzfahrzeuge. Diese relativen Anpassungen werden hier angewendet und berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet in Offenbach am Main die an der Station Offenbach-Wetterpark gemessene mittlere Lufttemperatur von ca. 11.1°C im Zeitraum 2011 bis 2021 (Quelle DWD), die gegenüber der im HBEFA verwendeten mittleren deutschlandweiten Lufttemperatur von 9°C, höher liegt.

**Tab. 5.1** gibt einen Überblick über die im vorliegenden Fall jeweils angesetzten Verkehrssituationen, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2%-Stufen (gekennzeichnet durch vorangestellte „\_“-Unterstrichzeichen für Gegenverkehrsstrecken, „-“ für Gefälle- und „+“ für Steigungsstrecken), und die zugehörigen Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2025 unter Angabe der mittleren Fahrgeschwindigkeiten; für zukünftige Jahre sind aufgrund der Fortentwicklung der Kfz-Flottenzusammensetzung und dem vermehrten Einbinden von emissionsgeminderten Technologien geringere Emissionsfaktoren aus der Datenbank ablesbar.

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe  $\text{NO}_x$  und  $\text{NO}_{2\text{direkt}}$  sowie  $\text{PM}_{10}$  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.

**Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für die B 43 südlich des Bebauungsplangebietes die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten für den Prognosenullfall sowie den Planfall im Bezugsjahr 2025. In Anhang A 3 sind die berechneten Emissionen im Straßennetz und deren räumliche Verteilung grafisch aufgezeigt.

Für die geplante Mobilitätszentrale mit ca. 306 Stellplätzen verteilt auf fünf Stockwerken und den genannten 950 Zu- sowie Ausfahrten der Kfz pro Tag werden die täglichen Emissionen unter Berücksichtigung von mittleren Fahrlängen pro Stockwerk, Fahrten auf den Rampen, Rangiervorgängen und Kaltstartzuschlägen nach mehrstündigem Abstellen abgeleitet, die in **Tab. 5.3** aufgeführt sind. In der vorliegenden Ausarbeitung wird eine Freisetzung der in den Parkdecks entstehenden Abgase mittels natürlicher Be- und Entlüftung über die Gebäudefassaden angesetzt. Für die Mobilitätszentrale auf dem SAMSON-Werksgelände mit ca. 800 Stellplätzen werden in vergleichbarer Form die Emissionen unter Berücksichtigung eines

einmaligen Stellplatzwechsels pro Tag und einer Verteilung der Kfz-Stellplätze auf drei Stockwerksebenen abgeschätzt und sind in **Tab. 5.3** aufgeführt.

Straßenparameter	Verkehrssituation (Kürzel)	Geschwindigkeit in km/h	spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2025									
			NO <sub>x</sub>		NO <sub>2</sub> direkt		Partikel (nur Abgas)		Partikel PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		Partikel PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-HVS30	31.0	0.184	1.484	0.020	0.1960	0.0057	0.0157	0.026	0.10	0.021	0.084	
IOS-HVS30d	24.8	0.199	1.817	0.022	0.2493	0.0058	0.0169	0.032	0.35	0.021	0.085	
IOS-HVS40	38.9	0.169	1.211	0.018	0.1470	0.0053	0.0141	0.026	0.10	0.021	0.082	
IOS-HVS40d	31.2	0.200	1.407	0.022	0.1717	0.0056	0.0161	0.032	0.35	0.021	0.084	
IOS-HVS50	42.9	0.193	1.275	0.022	0.1726	0.0055	0.0125	0.026	0.11	0.021	0.081	
IOS-HVS50d	36.0	0.237	1.367	0.027	0.1803	0.0059	0.0147	0.032	0.36	0.021	0.083	
IOS-HVS50g	23.4	0.273	2.076	0.031	0.2531	0.0063	0.0213	0.039	0.70	0.022	0.089	
IOS-NS30	28.8	0.239	1.786	0.024	0.2324	0.0062	0.0189	0.026	0.28	0.022	0.087	
IOS-NS30d	23.3	0.255	2.207	0.026	0.2955	0.0064	0.0201	0.034	0.50	0.022	0.088	
IOS-NS30g	15.1	0.318	2.592	0.034	0.3179	0.0072	0.0243	0.044	1.20	0.023	0.092	
IOS-Sam50	41.6	0.195	1.292	0.021	0.1747	0.0055	0.0125	0.026	0.11	0.020	0.080	
IOS-Sam50d	34.8	0.227	1.401	0.025	0.1838	0.0057	0.0149	0.032	0.36	0.021	0.083	

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

	DTV in Kfz/24h	SV-Anteil in %	Verkehrssituation	Mittlere Emissionsdichte			
				NO <sub>x</sub> in mg/(m*s)	NO <sub>2d</sub> in mg/(m*s)	PM10 in mg/(m*s)	PM2.5 in mg/(m*s)
B 43 Null	32 105	9.6	IOS-HVS50d	0.1282	0.0154	0.0260	0.0101
B 43 Plan	32 500	10.4	IOS-HVS50d	0.1332	0.0161	0.0273	0.0104

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die B 43 am Bebauungsplangebiet

	Emissionen in g/Tag			
	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2d</sub>	PM10	PM2.5
Mobilitätszentrale mit 306 Stellplätzen	76.4	7.9	9.3	3.6
Mobilitätszentrale SAMSON mit 800 Stellplätzen	111.6	11.5	13.6	5.2

Tab. 5.3: Parkhausemissionen in Gramm pro Tag (g/Tag)

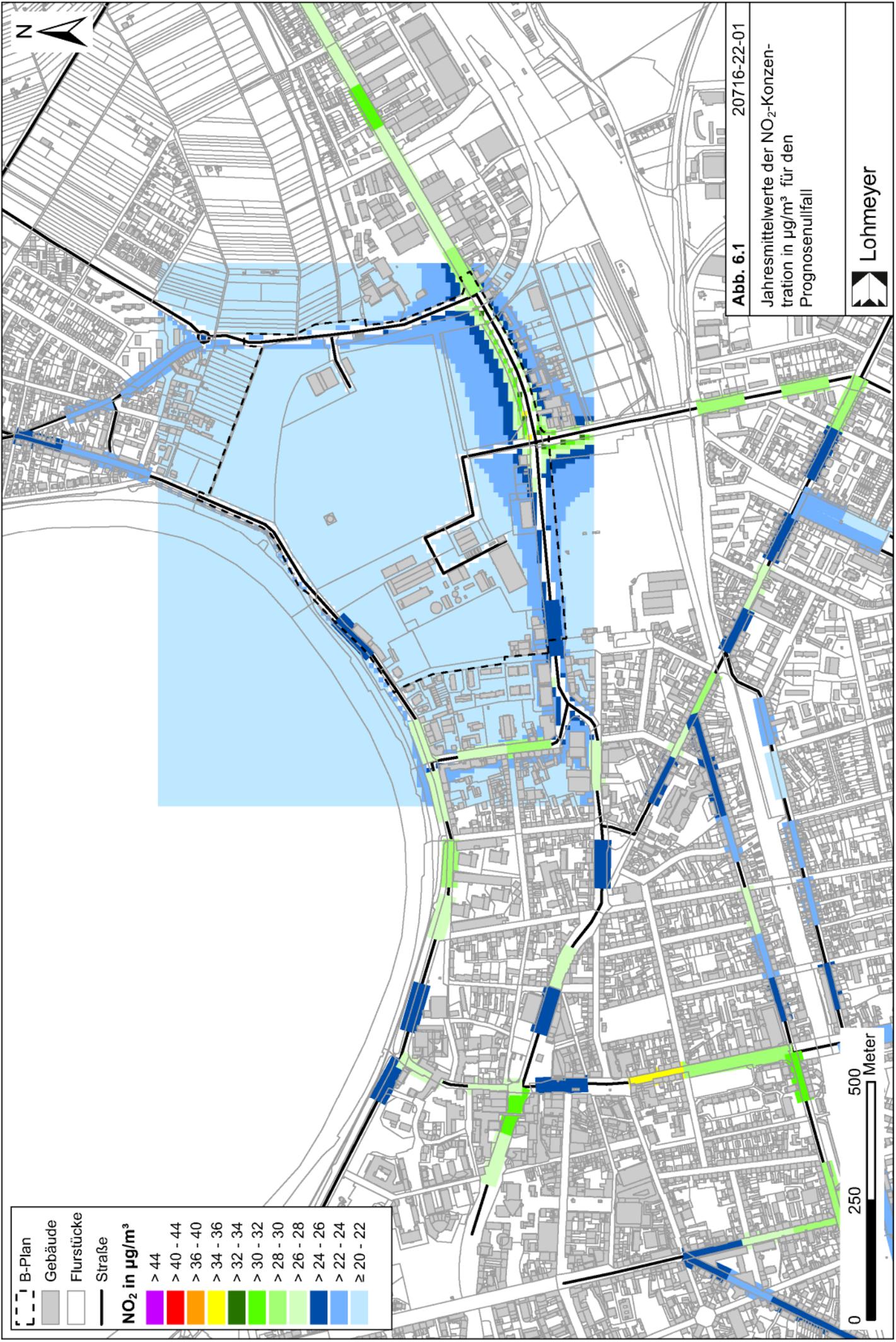
## 6 ERGEBNISSE

Die Schadstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet werden im Bebauungsplangebiet für die Untersuchungspunkte in Bodennähe in einem 10 m x 10 m-Raster und für die Straßenabschnitte mit typisierter Randbebauung berechnet. In die Immissionsberechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge auf den berücksichtigten Straßen ein, die im voranstehenden Kap. 5 aufgezeigt und diskutiert sind. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung, die unter Berücksichtigung der für den Bereich des Plangebietes repräsentativen Windstatistik berechnet wird. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt. Die Auswertung der berechneten Immissionen erfolgt für die Auswertehöhe von ca. 1.5 m über dem Gelände, der „Nasenhöhe“ der sich im Freien aufhaltenden Passanten bzw. dem Eingangs- und Hofbereich von Wohngebäuden. Für zahlreiche Straßenabschnitte wird die Randbebauung typisiert berücksichtigt; die für diese Abschnitte dargestellten Konzentrationen entsprechen den Werten an der Randbebauung.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Beurteilungsrelevante Kenngrößen sind einheitlichen Farben zugeordnet. Damit werden die derzeit geltenden Grenzwerte für NO<sub>2</sub> und PM10 von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel mit roter Farbe, der PM10-Schwellenwert von 29 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel zur Ableitung des PM10-Kurzzeitwertes mit gelber Farbe belegt. Der Grenzwert für den PM2.5-Jahresmittelwert von 25 µg/m<sup>3</sup> wird mit roter Farbe und der Richtgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> mit gelber Farbe belegt. Weiße Flächen kennzeichnen Bereiche ohne Datenwert.

### 6.1 Stickstoffdioxid

Die **Abb. 6.1** zeigt die berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte) für den Prognose-nullfall im Bezugsjahr 2025. Die höchsten NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen werden im Prognose-nullfall am Straßenrand der Hauptverkehrsstraßen und an den Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung berechnet. Im südlichen Bereich des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der B 43 (Mühlheimer Straße) NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 35 µg/m<sup>3</sup> berechnet.



	B-Plan
	Gebäude
	Flurstücke
	Straße
<b>NO<sub>2</sub> in µg/m<sup>3</sup></b>	
	> 44
	> 40 - 44
	> 36 - 40
	> 34 - 36
	> 32 - 34
	> 30 - 32
	> 28 - 30
	> 26 - 28
	> 24 - 26
	> 22 - 24
	≥ 20 - 22



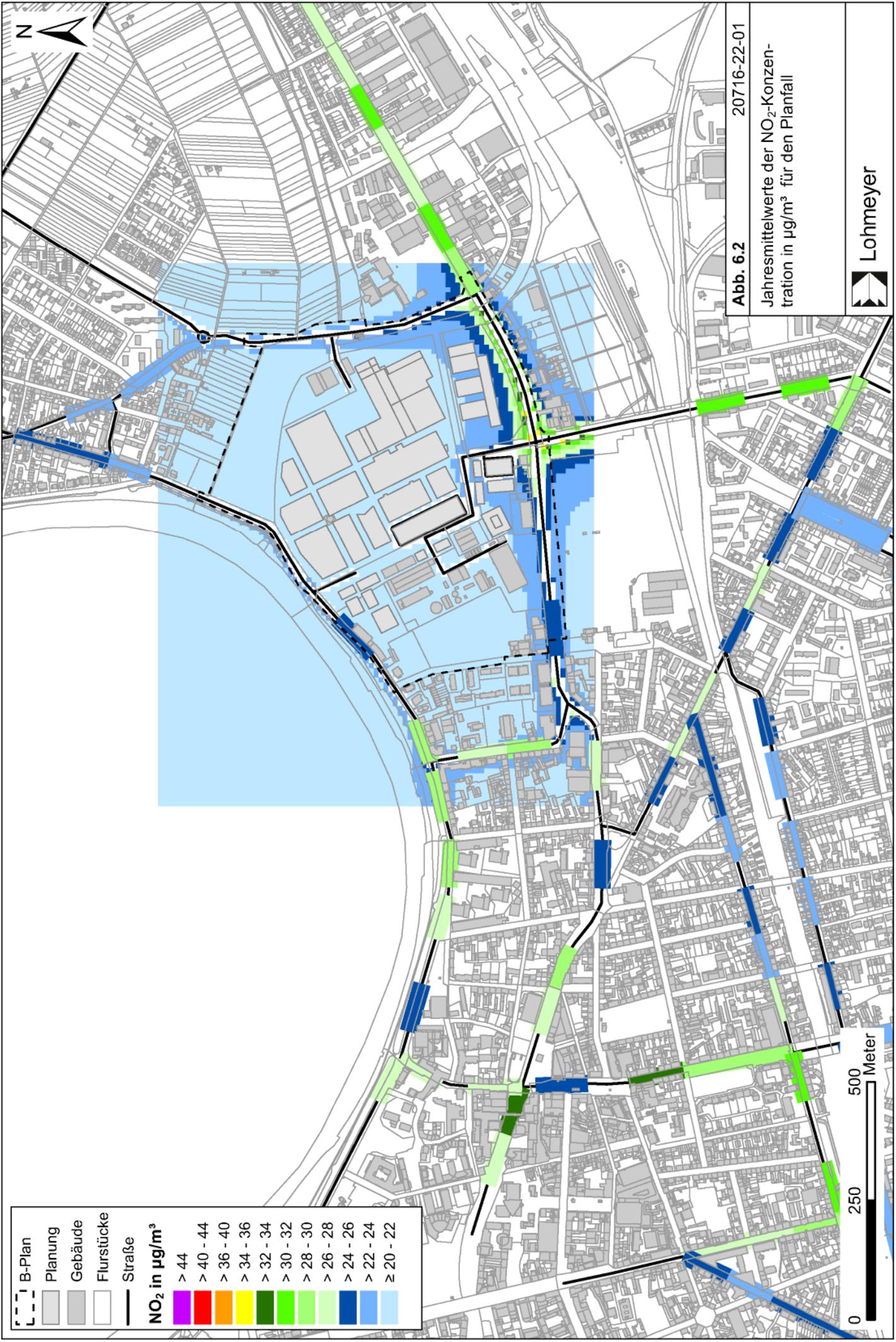
Am östlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Kettelerstraße überwiegend  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte bis  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nahe der Kreuzung mit der B 43 auch bis  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dargestellt. Am nördlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Mainstraße und der Offenbacher Straße  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An den umliegenden Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung im Stadtgebiet von Offenbach sind vereinzelt  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte über  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aber unter  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt, wie z. B. an der B 43 östlich des Plangebietes und an einem schmalen Abschnitt der Waldstraße im Innenstadtbereich. Am Standort der Messstation Untere Grenzstraße I (B 43) ist eine  $\text{NO}_2$ -Konzentration von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet und an den Standorten der Messstation Bieberer Straße sind  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sowie an der Messstation Mainstraße  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Die im Text beschriebenen  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen sind auch in **Tab. 6.1** zusammengestellt.

		Prognosenullfall	Planfall
B-Plan Süd,	Mühlheimer Straße	35.1	36.3
B-Plan Ost,	Kettlerer Straße	25.4	25.8
B-Plan Ost,	Kettlerer Straße, Kreuzung	29.9	30.4
B-Plan Nord,	Mainstraße/Offenbacher Straße	22.9	23.3
B-Plan	Mobilitätsstation	22.0	23.0
östlich B-Plangeb.	B 43	31.6	31.7
Innenstadt	Waldstraße	34.8	33.9
Messstandort	Grenzstraße	29.8	30.9
Messstandort	Biberer Straße	28.8	27.8
Messstandort	Mainstraße	27.5	28.8

Tab. 6.1:  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  an ausgewählten Standorten, wie im Text beschrieben

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen. Für die betrachteten Straßenabschnitte mit Randbebauung wird davon ausgegangen, dass dort auch Wohnnutzungen gelegen sind. Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird damit im Prognosenullfall an der bestehenden Wohnbebauung nicht überschritten, überwiegend deutlich unterschritten.

Für den Planfall werden verkehrsbedingten Änderungen durch die geplanten Nutzungen im Bebauungsplangebiet entsprechend den Angaben des Verkehrsgutachtens berücksichtigt und beinhalten sowohl Änderungen auf bestehenden Straßen als auch Beiträge auf Fahrstrecken innerhalb des Bebauungsplangebietes. In **Abb. 6.2** sind für den Planfall im Bezugsjahr 2025 die berechneten  $\text{NO}_2$ -Immissionen dargestellt. Auch im Planfall sind die höchsten  $\text{NO}_2$ -



	B-Plan
	Planung
	Gebäude
	Flurstücke
	Straße
<b>NO<sub>2</sub> in µg/m<sup>3</sup></b>	
	> 44
	> 40 - 44
	> 36 - 40
	> 34 - 36
	> 32 - 34
	> 30 - 32
	> 28 - 30
	> 26 - 28
	> 24 - 26
	> 22 - 24
	≥ 20 - 22

Abb. 6.2 20716-22-01

Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Planfall



0 250 500 Meter

Gesamtbelastungen am Straßenrand der Hauptverkehrsstraßen und an den Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung berechnet. Im südlichen Bereich des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der B 43 (Mühlheimer Straße)  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen bis  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit geringen Zunahmen gegenüber dem Prognosenullfall berechnet; im Bereich des geplanten Parkhauses und der Mobilitätszentrale führen die über die Fassaden freigesetzten Schadstoffbeiträge durch den Betrieb der Stellplatzanlagen zu etwas höheren  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen bis ca.  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Am östlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Kettelerstraße überwiegend  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte bis  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nahe der Kreuzung mit der B 43 auch bis  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit geringen Änderungen gegenüber dem Prognosenullfall prognostiziert. Am nördlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Mainstraße und der Offenbacher Straße  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

An den umliegenden Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung im Stadtgebiet von Offenbach sind vereinzelt  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte über  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aber unter  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt, wie z.B. an der B 43 östlich des Plangebietes und an einem schmalen Abschnitt der Waldstraße im Innenstadtbereich. Am Standort der Messstation Untere Grenzstraße I (B 43) ist eine  $\text{NO}_2$ -Konzentration von  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet und an den Standorten der Messstation Bieberer Straße sind  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sowie an der Messstation Mainstraße  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit geringen Änderungen gegenüber dem Prognosenullfall dargestellt.

Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird im Planfall an der bestehenden Wohnbebauung nicht überschritten, überwiegend deutlich unterschritten.

Die 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  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht zu erwarten. Auf grafische Darstellungen wird hier verzichtet.

## 6.2 Feinstaub PM10

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen PM10 liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von  $50 \mu\text{g PM10}/\text{m}^3$  in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3.2 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der Kurzzeitwert überschritten ist. Im Folgenden

werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diskutiert.

Die **Abb. 6.3** zeigt die im Prognosenullfall für das Bezugsjahr 2025 berechneten PM10-Immissionen. Die höchsten PM10-Gesamtbelastungen werden im Prognosenullfall am Straßenrand der Hauptverkehrsstraßen und an den Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung berechnet. Im südlichen Bereich des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der B 43 (Mühlheimer Straße) PM10-Konzentrationen bis  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Am östlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Kettelerstraße überwiegend PM10-Jahresmittelwerte bis  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nahe der Kreuzung mit der B 43 auch bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dargestellt. Am nördlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Mainstraße und der Offenbacher Straße PM10-Konzentrationen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An den umliegenden Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung im Stadtgebiet von Offenbach sind vereinzelt PM10-Jahresmittelwerte bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt, wie z. B. an der B 43 östlich und südlich des Plangebietes und im Innenstadtbereich.

In **Abb. 6.4** sind für den Planfall im Bezugsjahr 2025 die berechneten PM10-Immissionen dargestellt. Auch im Planfall werden die deutlichsten PM10-Immissionen am Straßenrand der Hauptverkehrsstraßen und an den Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung berechnet. Im südlichen Bereich des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der B 43 (Mühlheimer Straße) PM10-Konzentrationen bis  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit geringen Zunahmen gegenüber dem Prognosenullfall berechnet; im Bereich des geplanten Parkhauses und der Mobilitätszentrale führen die über die Fassaden freigesetzten Schadstoffbeiträge durch den Betrieb der Stellplatzanlagen zu etwas höheren PM10-Konzentrationen bis ca.  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Am östlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Kettelerstraße überwiegend PM10-Jahresmittelwerte bis  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nahe der Kreuzung mit der B 43 auch bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit geringen Änderungen gegenüber dem Prognosenullfall prognostiziert. Am nördlichen Rand des Bebauungsplangebietes sind am Straßenrand der Mainstraße und der Offenbacher Straße PM10-Konzentrationen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An den umliegenden Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung im Stadtgebiet von Offenbach sind vereinzelt PM10-Jahresmittelwerte bis  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , wie z.B. im Innenstadtbereich.

Damit sind im Planfall und im Prognosenullfall innerhalb des Betrachtungsgebietes PM10-Jahresmittelwerte prognostiziert, die den geltenden Grenzwert der 39. BImSchV für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und den Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel zur



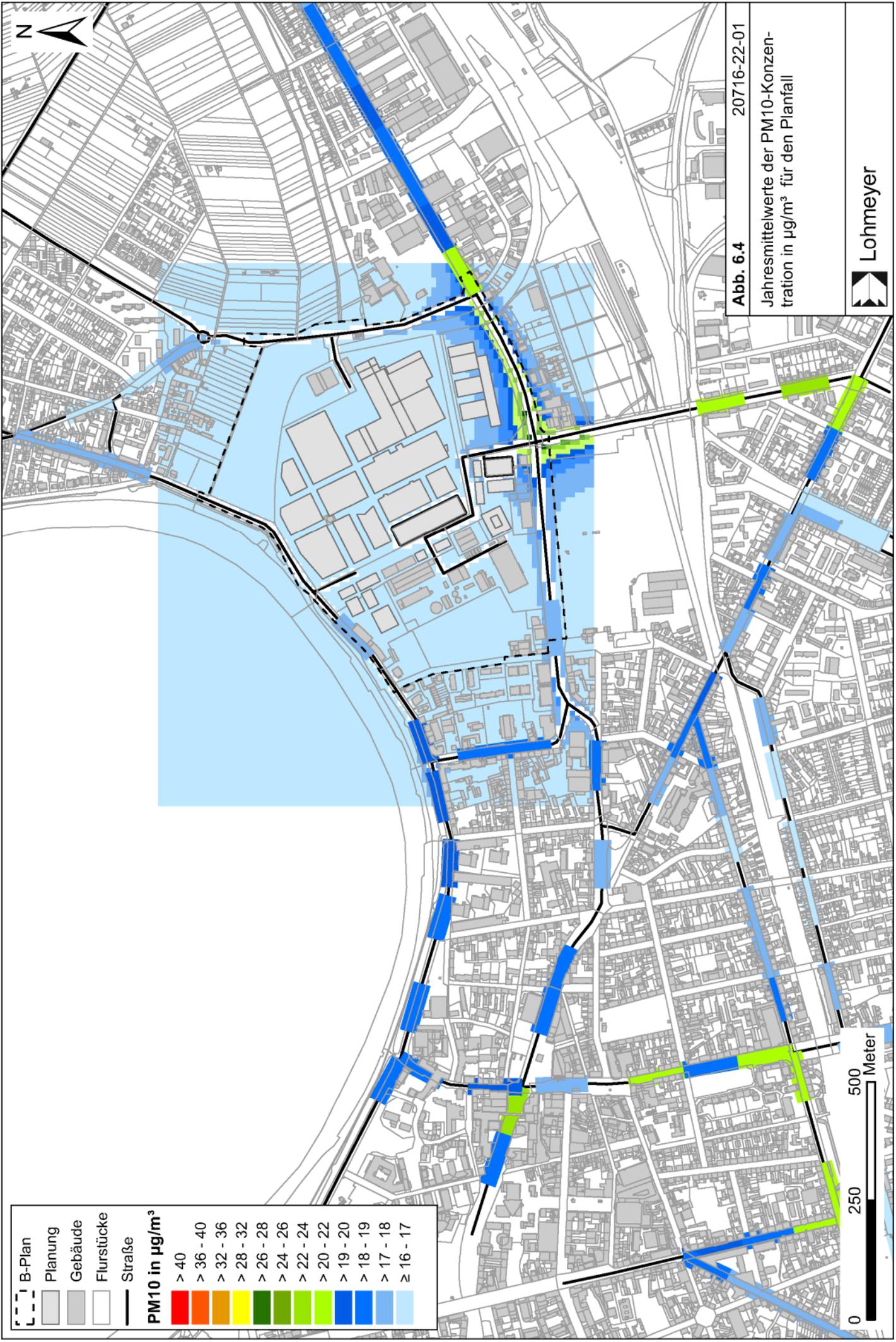
	B-Plan
	Gebäude
	Flurstücke
	Straße
<b>PM10 in µg/m³</b>	
	> 40
	> 36 - 40
	> 32 - 36
	> 28 - 32
	> 26 - 28
	> 24 - 26
	> 22 - 24
	> 20 - 22
	> 19 - 20
	> 18 - 19
	> 17 - 18
	≥ 16 - 17

Abb. 6.3 20716-22-01

Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in µg/m³ für den Prognoseunfall

0 250 500 Meter

Lohmeyer



	B-Plan
	Planung
	Gebäude
	Flurstücke
	Straße

<b>PM10 in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	
	> 40
	> 36 - 40
	> 32 - 36
	> 28 - 32
	> 26 - 28
	> 24 - 26
	> 22 - 24
	> 20 - 22
	> 19 - 20
	> 18 - 19
	> 17 - 18
	$\geq 16 - 17$

20716-22-01

**Abb. 6.4**

Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Planfall

Lohmeyer



Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung (mehr als 35 Tage pro Jahr mit PM10-Tagesmittelwerten über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) im Betrachtungsgebiet unterschreiten.

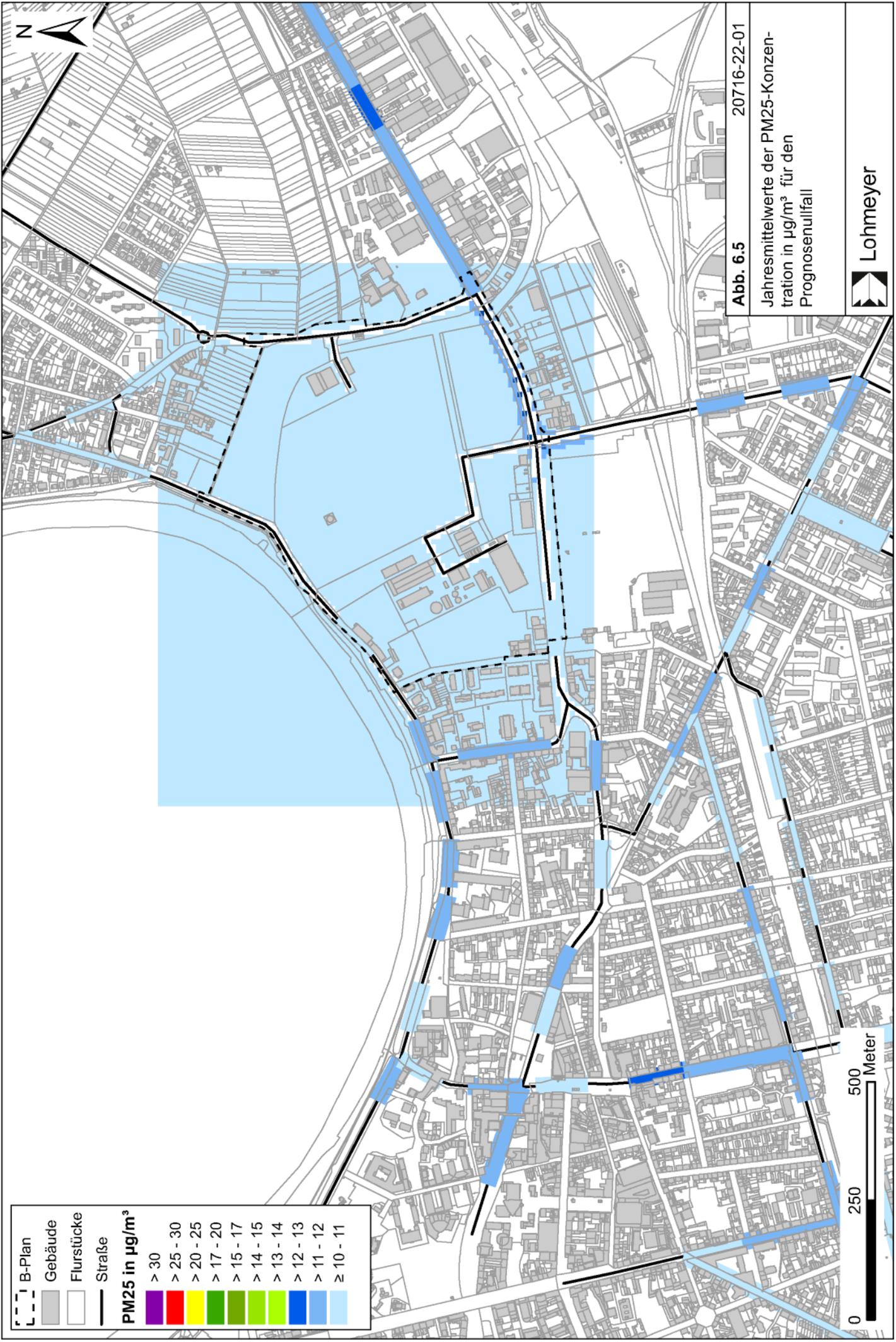
### 6.3 Feinstaub PM2.5

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen PM2.5 werden zwei Beurteilungswerte festgelegt. Diese sind der Grenzwert (Jahresmittelwert) von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2015 einzuhalten ist, und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM2.5-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diskutiert.

Die flächendeckenden PM2.5-Jahresmittelwerte sind für den Prognosenullfall im Bezugsjahr 2025 in **Abb. 6.5** und für den Planfall im Bezugsjahr 2025 in **Abb. 6.6** dargestellt.

Die höchsten PM2.5-Gesamtbelastungen werden am Fahrbahnrand der Hauptverkehrsstraßen und an Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung bis  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel berechnet. Die Änderungen der PM2.5-Immissionen im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall sind entsprechend den Berechnungsergebnissen mit Unterschieden unter  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als gering zu bezeichnen.

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV und der Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  werden entsprechend den Immissionsberechnungen sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall im Bezugsjahr 2025 im Untersuchungsgebiet deutlich unterschritten.



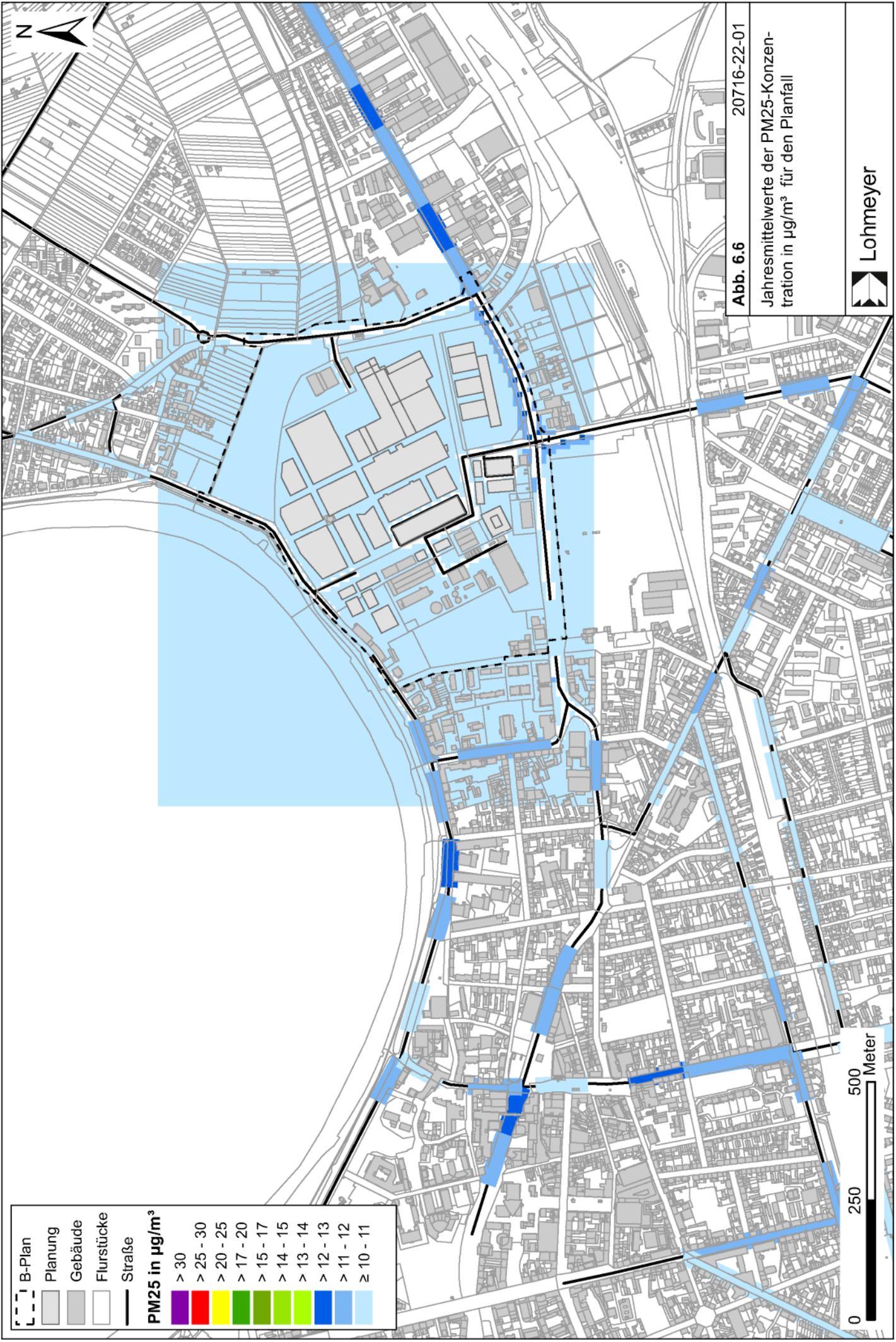
	B-Plan
	Gebäude
	Flurstücke
	Straße
<b>PM25 in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	
	> 30
	> 25 - 30
	> 20 - 25
	> 17 - 20
	> 15 - 17
	> 14 - 15
	> 13 - 14
	> 12 - 13
	> 11 - 12
	$\geq 10 - 11$

Abb. 6.5 20716-22-01

Jahresmittelwerte der PM25-Konzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Prognosefallfall

0 250 500 Meter

Lohmeyer



	B-Plan
	Planung
	Gebäude
	Flurstücke
	Straße
<b>PM25 in µg/m³</b>	
	> 30
	> 25 - 30
	> 20 - 25
	> 17 - 20
	> 15 - 17
	> 14 - 15
	> 13 - 14
	> 12 - 13
	> 11 - 12
	≥ 10 - 11

Abb. 6.6 20716-22-01

Jahresmittelwerte der PM25-Konzentration in µg/m³ für den Planfall

0 250 500 Meter

Lohmeyer

## 7 QUELLEN

### 7.1 Literatur

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241) - mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen.
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). 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 - mit 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.
- Bächlin, W., Bösing, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und

Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.

Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, 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. L152/1.

Flassak, Th., Bächlin, W., Böisinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.

HLNUG (2016-2023): Lufthygienischer Jahresbericht. Im Internet unter <https://www.hlnug.de>.

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., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.

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.

LUBW (2011-2022): Kenngrößen der Luftqualität. Jahresdaten 2010-2021. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- 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.
- 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 TREMOM/ TREMOM-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. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.

## 7.2 Materialien und Unterlagen

Für die vorliegende Untersuchung wurden u. a. die nachfolgenden Unterlagen verwendet, die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden:

- Habermehl&Follmann Ingenieurgesellschaft mbH: Anbindung des ehem. Farbwerkes an das städtische Verkehrsnetz - Verkehrsprognose 2027/28. Foliensammlung, Stand 11.2022.

- Habermehl&Follmann Ingenieurgesellschaft mbH: Fortschreibung der verkehrsplanerischen Studie zur Anbindung des ehem. Farbwerks an das städtische Verkehrsnetz in Offenbach am Main. Analyse-Nullfall 2022 - Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke DTV [Kfz/24h] inkl. Schwerverkehrsanteil. PDF-Datei, Stand 12.2022.
- Habermehl&Follmann Ingenieurgesellschaft mbH: Fortschreibung der verkehrsplanerischen Studie zur Anbindung des ehem. Farbwerks an das städtische Verkehrsnetz in Offenbach am Main. Prognose-Planfall 1 2027/28 - Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke DTV [Kfz/24h] inkl. Schwerverkehrsanteil. PDF-Datei, Stand 12.2022.
- INNO-Offenbach, Verkehr und Mobilität, Verortung der Stellplätze. Lageplan als PDF-Datei. Stadtwerke Offenbach, Stand 12.2022.
- Flurstück-Grundrisse, Downloadcenter der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, heruntergeladen März 2023.
- LoD2-Gebäudedaten, Downloadcenter der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, heruntergeladen März 2023.
- Digitale Geländemodell, Downloadcenter der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, heruntergeladen März 2023.
- Bebauungsplan Nr. 653 „Innovationscampus (ehem. Farbwerke)“. Planzeichnung. PDF-Datei. Stand 04/2022.
- städtebaul. Entwurf | ehm. Allessa Areal, Offenbach. Lageplan als PDF- und DWG-Datei. Stand 12/2022.
- Samson Smart Factory, Main Change, Innovationscampus Offenbach. Lageplan als PDF- und DWG-Datei. Stand 11/2022.

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

## A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

### A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z. B. Stickoxide ( $\text{NO}_x$  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  $\text{PM}_{10}$ -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 ab 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.

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

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

Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung wird in der 39. BImSchV für NO<sub>x</sub> ein Grenzwert zum Schutz der Vegetation von 30 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel genannt. Die Anwendung dieses Grenzwertes zum Schutz der Vegetation ist nach der 39. BImSchV 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. Daneben gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründeten Zielwerte für Stickstoffdepositionen zum Schutz von Vegetationseinheiten darstellen.

**A N H A N G A 2**  
**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. (2007). 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. A2.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10% bis 30% geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

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

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

wobei:	$c$	=	Abgaskonzentration 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 Bauungsstruktur, 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 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 Zähldaten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10%.

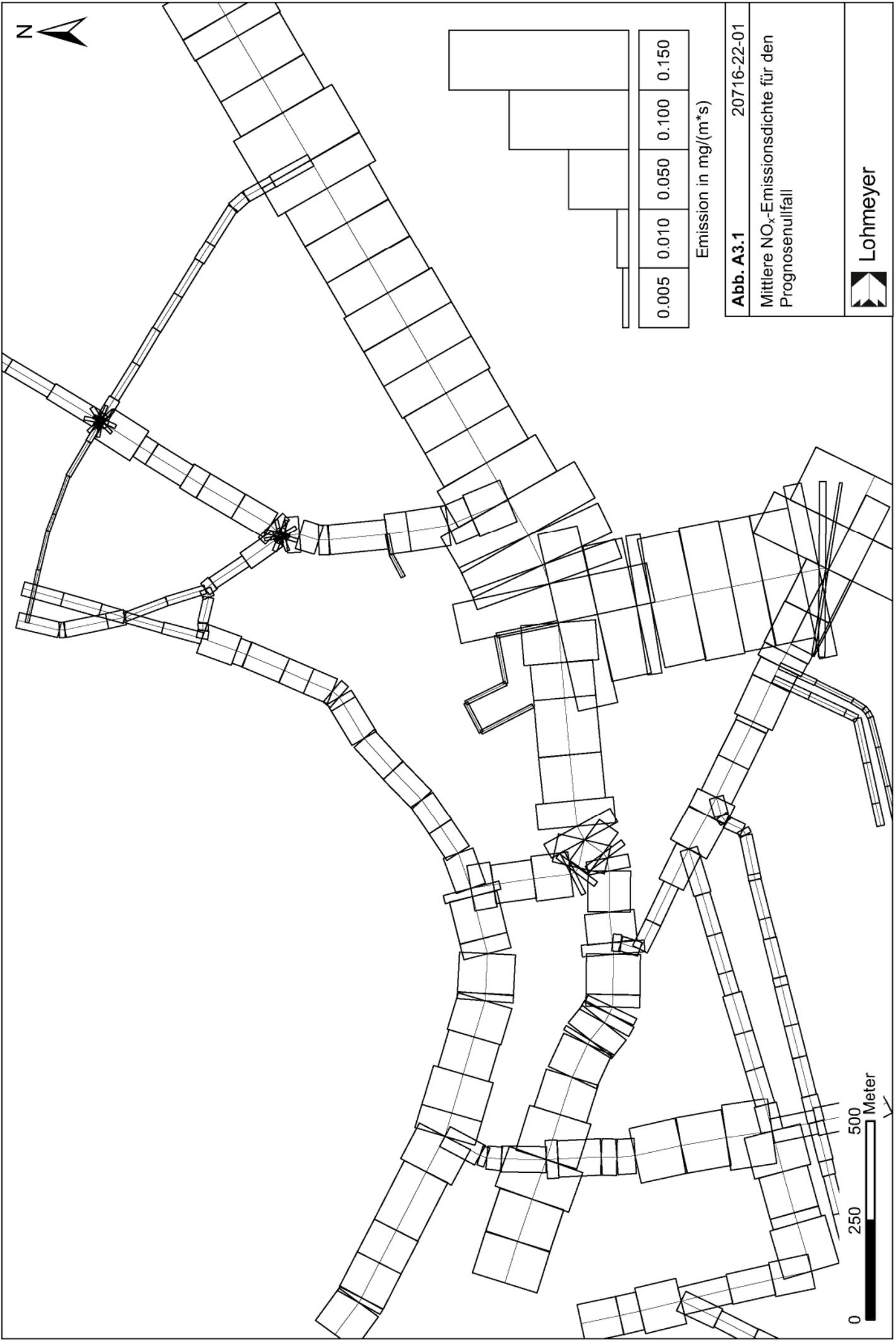
Für die statistische Fehlerbandbreite der NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10% bis 20% für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des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

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

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

**A N H A N G A 3**  
**EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE**



0.005	0.010	0.050	0.100	0.150
-------	-------	-------	-------	-------

Emission in mg/(m\*s)

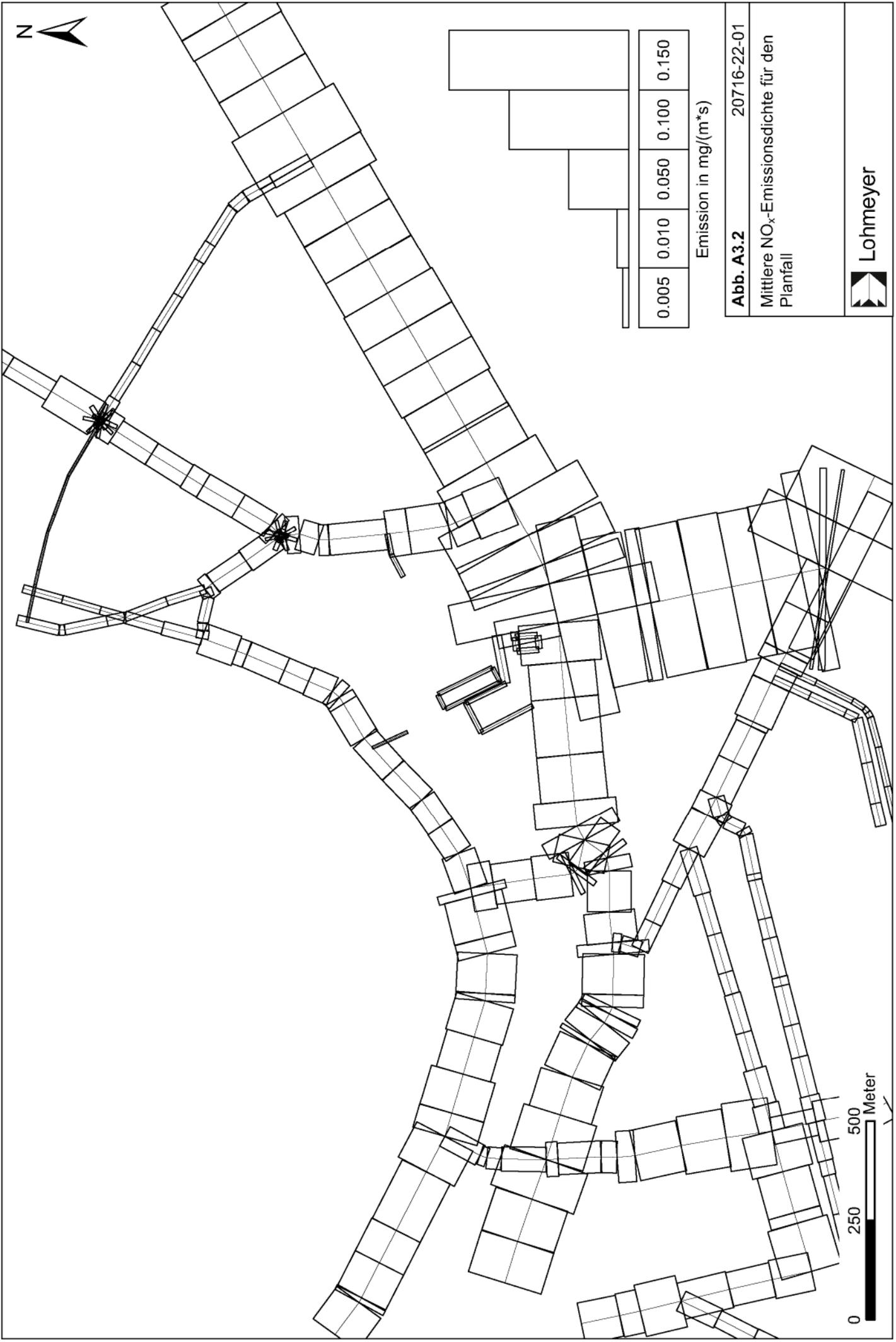
Abb. A3.1 20716-22-01

Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte für den Prognoseunfall



Lohmeyer





0.005	0.010	0.050	0.100	0.150
-------	-------	-------	-------	-------

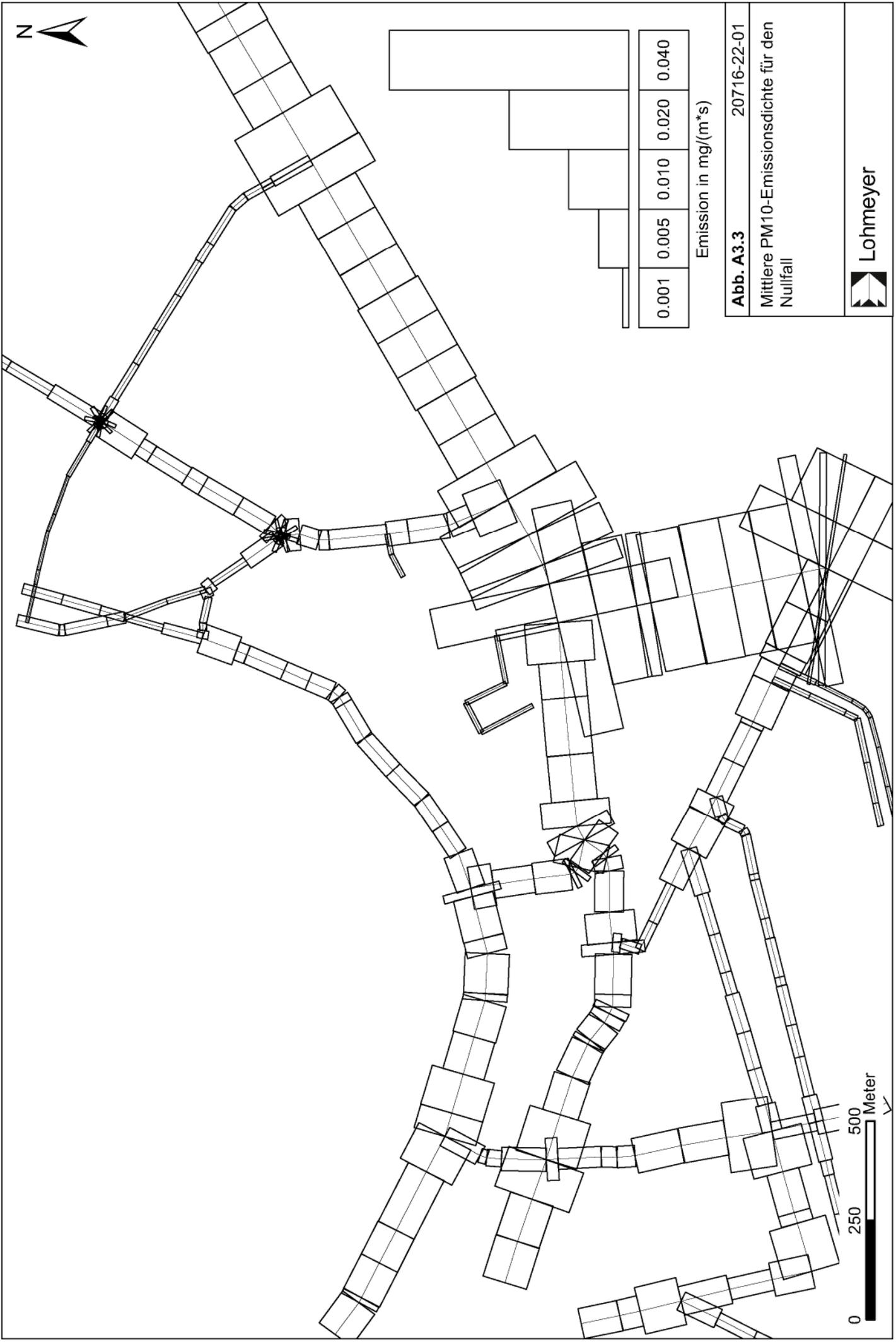
Emission in mg/(m\*s)

Abb. A3.2 20716-22-01

Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte für den Planfall



Lohmeyer

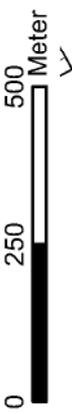


0.001	0.005	0.010	0.020	0.040
-------	-------	-------	-------	-------

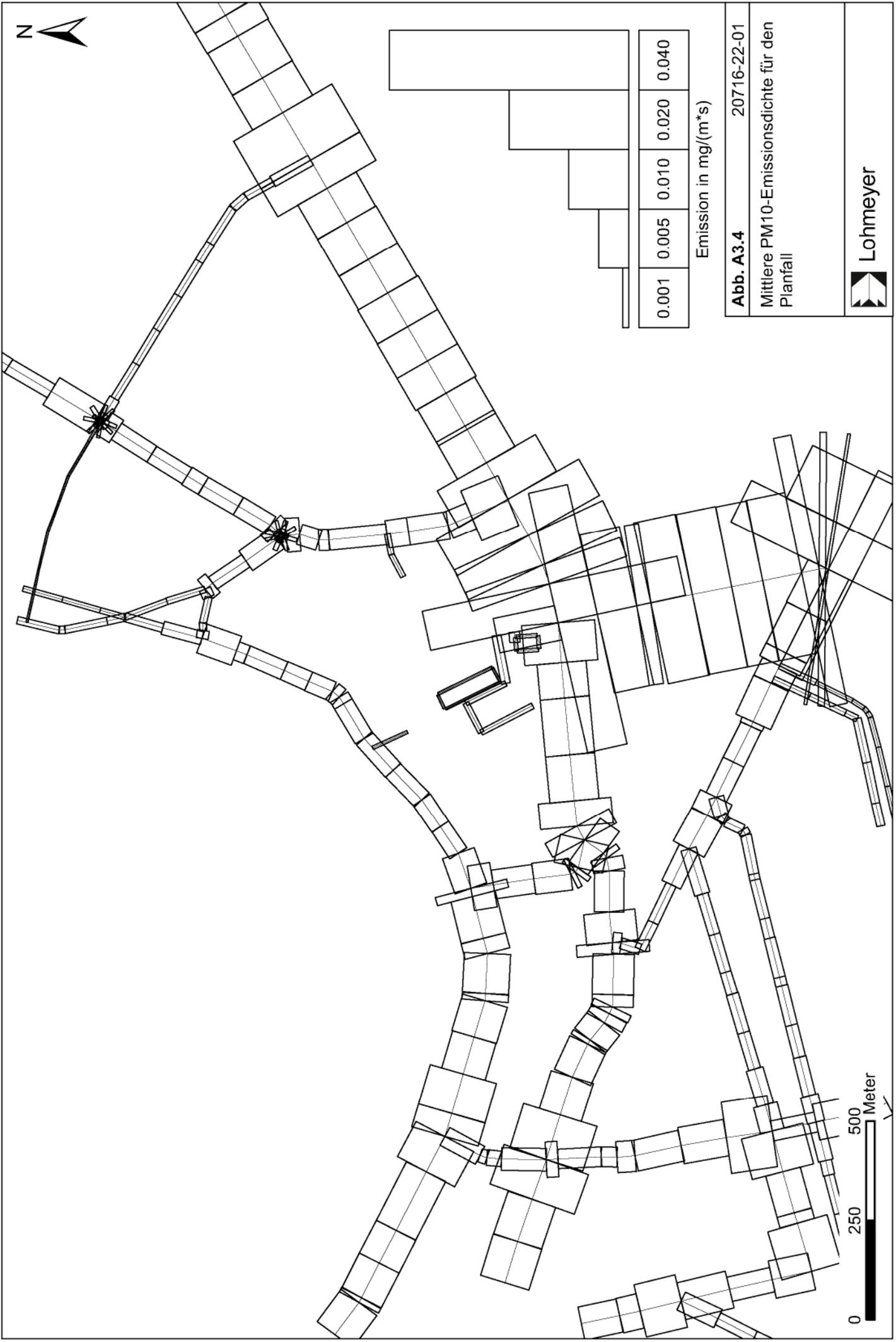
Emission in mg/(m\*s)

**Abb. A3.3** 20716-22-01

Mittlere PM10-Emissionsdichte für den Nullfall



**Lohmeyer**



0.001	0.005	0.010	0.020	0.040
-------	-------	-------	-------	-------

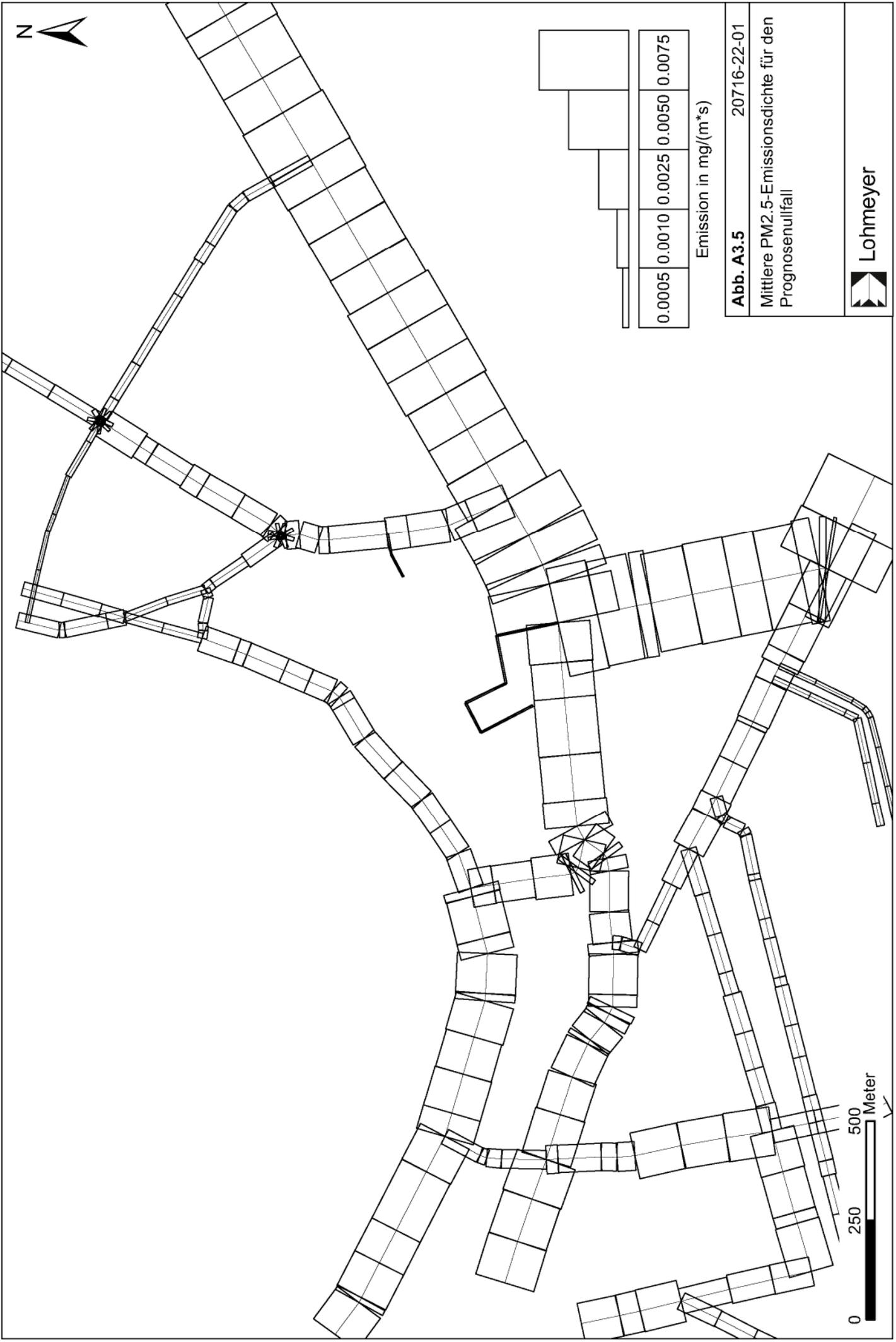
Emission in mg/(m\*s)

**Abb. A3.4** 20716-22-01

Mittlere PM10-Emissionsdichte für den Planfall



**Lohmeyer**



0.0005	0.0010	0.0025	0.0050	0.0075
--------	--------	--------	--------	--------

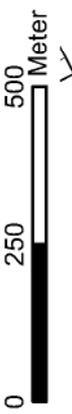
Emission in mg/(m\*s)

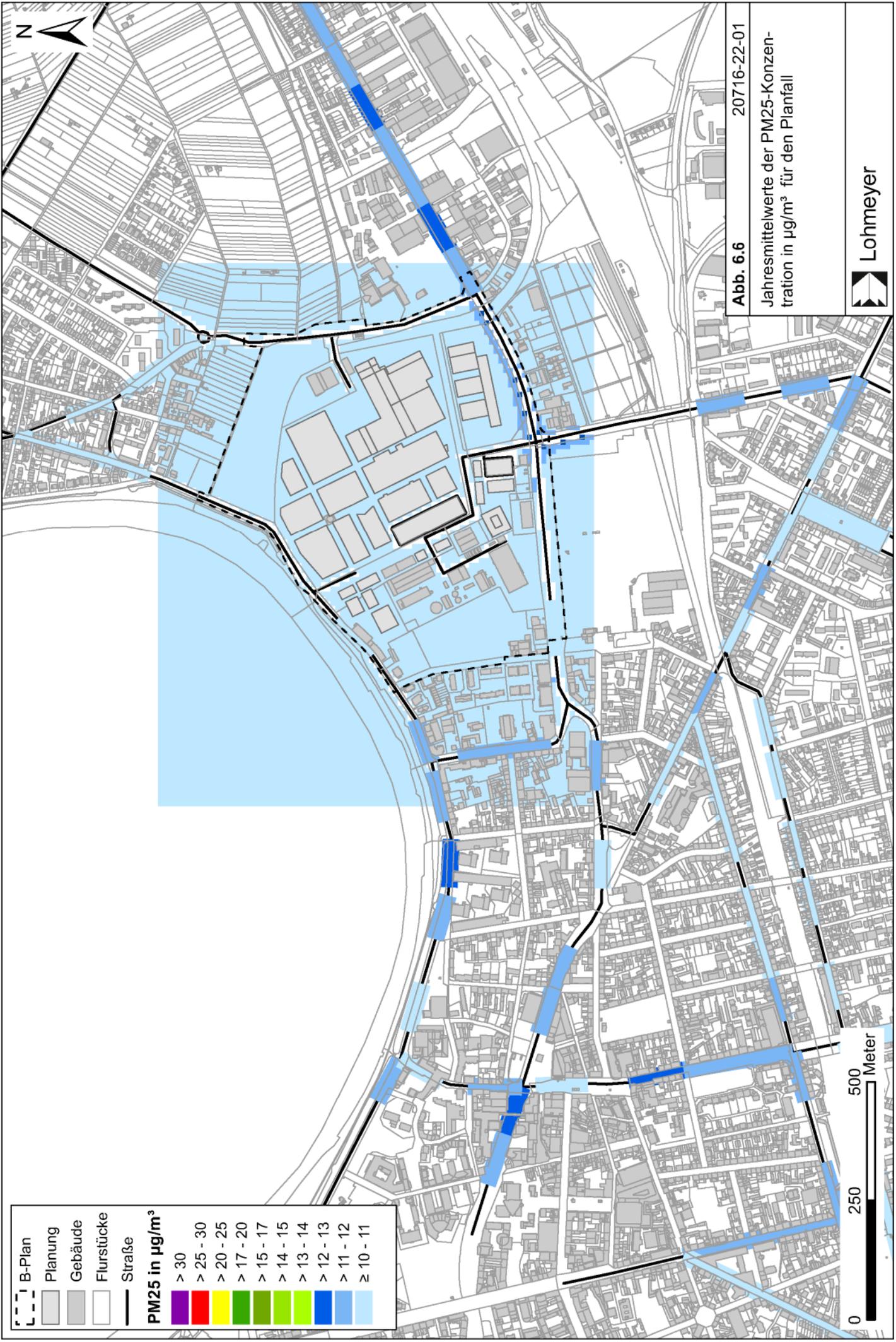
**Abb. A3.5** 20716-22-01

Mittlere PM2.5-Emissionsdichte für den Prognosefall



**Lohmeyer**





	B-Plan
	Planung
	Gebäude
	Flurstücke
	Straße
<b>PM25 in µg/m³</b>	
	> 30
	> 25 - 30
	> 20 - 25
	> 17 - 20
	> 15 - 17
	> 14 - 15
	> 13 - 14
	> 12 - 13
	> 11 - 12
	≥ 10 - 11

Abb. 6.6 20716-22-01

Jahresmittelwerte der PM25-Konzentration in µg/m³ für den Planfall

0 250 500 Meter

Lohmeyer