



Lohmeyer

**BEBAUUNGSPLAN NR. 600
„STADTHAFEN NORD“
IN MÜNSTER**

- LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN -

Auftraggeber:

WoltersPartner Stadtplaner GmbH
Daruper Straße 15
48653 Coesfeld

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Bochum

Dr. rer. nat. R. Hagemann

Dr. techn. P. Hogan

November 2024
Projekt 30281-22-01
Berichtsumfang 56 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | ZUSAMMENFASSUNG | 5 |
| 2 | AUFGABENSTELLUNG | 8 |
| 3 | VORGEHENSWEISE | 9 |
| | 3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen | 9 |
| | 3.2 Berechnungsverfahren MISKAM | 10 |
| | 3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte..... | 12 |
| 4 | EINGANGSDATEN | 14 |
| | 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes..... | 14 |
| | 4.2 Verkehrsdaten | 16 |
| | 4.3 Gebäude | 19 |
| | 4.4 Meteorologische Daten | 20 |
| | 4.5 Schadstoffhintergrundbelastung | 22 |
| 5 | EMISSIONEN | 26 |
| | 5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren..... | 26 |
| | 5.2 Emissionen des untersuchten Straßennetzes..... | 30 |
| 6 | ERGEBNISSE | 32 |
| | 6.1 Stickstoffdioxid (NO ₂)..... | 32 |
| | 6.2 Feinstaub-Immissionen (PM ₁₀ und PM _{2.5})..... | 36 |
| 7 | QUELLEN | 40 |
| | 7.1 Literatur..... | 40 |
| | 7.2 Materialien und Unterlagen..... | 42 |
| A1 | BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN..... | 44 |
| A2 | FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG | 48 |
| A3 | VERKEHRSDATEN & EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE..... | 51 |

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 μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe zum Beispiel Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV). 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 39. BImSchV fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO_2 -Konzentrationen von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte beziehungsweise 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 wird. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

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

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

1 ZUSAMMENFASSUNG

In Münster ist am Hafen der Bebauungsplan Nr. 600 „Stadthafen Nord“ in Bearbeitung. Das Plangebiet wird im Norden durch die Schillerstraße begrenzt und die Hafenstraße führt durch den südlichen Teil des Plangebietes. Im Süden liegt der Stadthafen I und im Osten der Dortmund-Ems-Kanal. Die zwischenzeitlich nicht mehr bebauten Flächen, die zuvor mit den Osmo-Hallen bebaut waren, sollen neubebaut werden.

Im Rahmen der Bauleitplanung waren für das Vorhaben Aussagen zu den Auswirkungen auf die Luftschadstoffe erforderlich. Dabei war darzustellen, ob für die geplanten Nutzungen Konflikte mit Beurteilungswerten der Luftschadstoffe bestehen oder ob die Planungen zu wesentlichen Änderungen der Luftschadstoffbelastungen an benachbarten sensiblen Nutzungen führen. Die Beurteilung erfolgte nach der 39.BImSchV. Das beinhaltet die Betrachtung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe, für die in der 39. BImSchV Grenzwerte genannt sind, und die die jeweiligen Grenzwerte am deutlichsten ausschöpfen, was insbesondere auf Stickstoffdioxid (NO₂) zutrifft. Zusätzlich wurden PM10- und PM2.5-Feinstaub betrachtet.

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf den Straßen und durch den Betrieb der geplanten Tiefgaragen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM unter Berücksichtigung der Gebäudeumströmungen betrachtet. Aus den Verkehrsbelegungsdaten wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsdatenbank HBEFA4.2 (UBA, 2022) für das Bezugsjahr 2030 die Emissionen auf allen Straßenabschnitten berechnet.

Unter Berücksichtigung der lokalrepräsentativen Windstatistik und der aus Messungen abgeleiteten Luftschadstoffhintergrundbelastung wurden Ausbreitungsrechnungen durchgeführt.

Ergebnisse

Die höchsten NO₂-Immissionen werden entlang des Hansarings mit Jahresmittelwerten verteilt bis zu 20 µg/m³ ermittelt. Entlang der Wolbecker Straße sind erhöhte NO₂-Immissionen bis 18 µg/m³ abgeleitet.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, zum Beispiel Wohngebäuden, führen. Im Prognosenußfall ohne bauliche Änderungen sind die relativ höchsten NO₂-Immissionen an der Randbebauung des Hansarings sowie der Wolbecker Straße mit Jahresmittelwerten bis 16 µg/m³ berechnet. An der übrigen Bebauung im Untersuchungsgebiet sind die ermittelten NO₂-Immissionen geringer und unterscheiden sich nur geringfügig von

mit $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzten NO_2 -Hintergrundbelastung. Innerhalb des Bebauungsplangebiets sind ebenfalls zur Hintergrundbelastung vergleichbare Konzentrationswerte abgeleitet.

Damit sind sowohl an der bestehenden Bebauung als auch im Bereich des Plangebiets NO_2 -Jahresmittelwerte sehr deutlich unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dem Grenzwert der 39. BImSchV) berechnet, womit gegen eine Bebauung der beplanten Fläche aus lufthygienischer Sicht keine Einwände vorliegen.

Im Planfall führen die geplanten Gebäude bodennah zu geänderten Windverhältnissen und die geplanten Nutzungen zu zusätzlichem Kfz-Verkehr. Im Bereich der bereits bestehenden Straßen sind gewisse Zunahmen der NO_2 -Gesamtbelastungen ermittelt. Dabei weisen die entlang des Hansarings ermittelten NO_2 -Immissionen weiterhin Jahresmittelwerte vereinzelt bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf, entlang der Wolbecker Straße sind die NO_2 -Gesamtbelastungen weiterhin bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Die im Planfall prognostizierten Jahresmittelwerte der NO_2 -Gesamtbelastungen an bereits bestehender nach 39. BImSchV beurteilungsrelevanter Bebauung mit Wohnnutzung weisen im Umfeld der Planungen gegenüber dem Prognosenullfall keine erheblichen Verschlechterungen auf, die abgeleiteten Jahresmittelwerte sind überwiegend vergleichbar zum Prognosenullfall.

An der geplanten Bebauung des Plangebietes sind die relativ höchsten NO_2 -Immissionen im Bereich der Zu- und Ausfahrten der geplanten Tiefgaragen ermittelt, die NO_2 -Jahresmittelwerte vereinzelt bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Überwiegend sind an der Planbebauung geringere NO_2 -Immissionen mit zur Hintergrundbelastung vergleichbaren Konzentrationswerten.

Damit wird im Planfall an bestehender und an geplanter Wohnbebauung der Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ebenfalls überwiegend deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Der ab 2030 vorgesehene Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ebenfalls in beiden Untersuchungsfällen nicht erreicht und nicht überschritten.

Ähnlich wie bei NO_2 werden die höchsten $\text{PM}_{2.5}$ -Jahresmittelwerte im Prognosenullfall im Bereich des Hansarings mit Konzentrationswerten bis $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Entlang den übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind die abgeleiteten $\text{PM}_{2.5}$ -Gesamtbelastungen nur geringfügig gegenüber der angesetzten $\text{PM}_{2.5}$ -Hintergrundbelastung von $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöht. Vergleichbare $\text{PM}_{2.5}$ -Gesamtbelastungen sind im Planfall ermittelt. In beiden Untersuchungsfällen sind sowohl an der bereits bestehenden Bebauung als auch an den geplanten Gebäuden des

Bebauungsplans Nr. 600 „Stadthafen Nord“ PM2.5-Jahresmittelwerte ermittelt, die zur PM2.5-Hintergrundbelastung von 9 µg/m³ vergleichbar sind.

Damit sind für Feinstaub PM2.5 sind sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall deutlich keine Konflikte mit den derzeit geltenden Beurteilungswerten der 39. BImSchV zu erwarten. In Bezug auf den ab 2030 vorgesehenen Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von 10 µg/m³ ist festzuhalten, dass mit der angesetzten PM2.5-Hintergrundbelastung von 9 µg/m³, abgeleitet auf der Grundlage aktueller Messdaten, dieser vorgesehene zukünftige Grenzwert bereits ab einem vergleichsweise geringen zusätzlichen verkehrsbedingten PM2.5-Zusatzbeitrag von 1 µg/m³ erreicht ist. Im Untersuchungsgebiet sind jedoch in beiden Untersuchungsfällen auch für diesen zukünftigen Grenzwert keine Konflikte abgeleitet. Für Feinstaub PM10 sind ebenfalls keine Konflikte sowohl mit den derzeit geltenden Beurteilungswerten der 39. BImSchV als auch mit dem zukünftigen Grenzwert für Jahresmittelwerte der überarbeiteten EU-Luftqualitätsrichtlinie 2024/2881 zu erwarten.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass im Bereich des beplanten Grundstücks die geltenden Grenzwerte der 39. BImSchV für NO₂- und Feinstaub-Jahresmittelwerte deutlich unterschritten werden. Damit liegen für die geplante Bebauung des Grundstücks keine Einschränkungen vor. Mit der geplanten Nutzung ist eine gewisse Zunahme der Immissionen entlang der umliegenden Straßen verbunden, allerdings sind auch an der dort gelegenen bereits bestehenden Bebauung weiterhin deutlich keine Konflikte mit den Beurteilungswerten zu erwarten. Im Hinblick auf die ab 2030 vorgesehene Grenzwertverschärfung sind ebenfalls keine Konflikte abgeleitet. Die Umsetzung der Planung ist aus fachlicher Sicht nicht abzulehnen.

2 AUFGABENSTELLUNG

In Münster ist am Hafen der Bebauungsplan Nr. 600 „Stadthafen Nord“ in Bearbeitung. Das Plangebiet wird im Norden durch die Schillerstraße begrenzt und die Hafenstraße führt durch den südlichen Teil des Plangebietes. Im Süden liegt der Stadthafen I und im Osten der Dortmund-Ems-Kanal. Die zwischenzeitlich nicht mehr bebauten Flächen, die zuvor mit den Osmo-Hallen bebaut waren, sollen neubebaut werden. Die Neubebauung umfasst eine Mischnutzung aus Wohnen, Büroflächen, Gastronomie, Gewerbeflächen, Hotels und einer Kindertagesstätte sowie Flächen für kulturelle Angebote.

Im Rahmen der Bauleitplanung sind für das Vorhaben Aussagen zu den Auswirkungen auf die Luftschadstoffe erforderlich. Dabei ist darzustellen, ob für die geplanten Nutzungen Konflikte mit Beurteilungswerten der Luftschadstoffe bestehen oder ob die Planungen zu wesentlichen Änderungen der Luftschadstoffbelastungen an benachbarten sensiblen Nutzungen führen. Die Beurteilung erfolgt nach der 39. BImSchV.

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 die durch die geplante Bebauung verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung verändern. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, zum Beispiel 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 NO₂ die 22. BImSchV ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus in Form einer Schadstoffleitkomponentenbetrachtung auf den v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoff Stickstoffdioxid (NO₂). Ergänzend wird PM_{2.5}-Feinstaub betrachtet; in Berlin wurden in den letzten Jahren keine hohen Konzentrationen für Feinstaubpartikel (PM₁₀, PM_{2.5}) erfasst. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO) 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 und wird hier nicht durchgeführt.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen

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 µg/m³ | |
|-------------------|--------------------------|---------------------|---|
| | | Jahresmittel | Kurzzeit |
| NO ₂ | Grenzwert seit 2010 | 40 | 200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr) |
| PM _{2.5} | Grenzwert seit 2015 | 25 | |
| PM _{2.5} | Richtgrenzwert seit 2020 | 20 | |

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

Die Europäische Kommission hat im Oktober 2024, d. h. kürzlich, die Überarbeitung der Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa verabschiedet (EU-Richtlinie 2024/2881); derzeit steht die Überführung in nationales Recht noch aus. Die überarbeitete Luftqualitätsrichtlinie umfasst u. a. strengere Grenzwerte (siehe **Tab. 3.2**). 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 sind die derzeit geltenden Grenzwerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG einzuhalten.

| Schadstoff | Mittelungszeit | Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|-----------------|------------------|---|
| NO ₂ | Jahresmittelwert | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| PM10 | Jahresmittelwert | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| PM2.5 | Jahresmittelwert | 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

Tab. 3.2: Immissionsgrenzwerte nach überarbeiteter EU-Luftqualitätsrichtlinie 2024/2881 für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe ab dem Geltungsjahr 2030

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

3.2 Berechnungsverfahren MISKAM

Mit der baulichen Planung werden durch die geplante Bebauung die bodennahen Durchluftungsverhältnisse verändert und damit auch die Ausbreitungsbedingungen der Kfz-bedingten Luftschadstoffe verändert. Aus fachlicher Sicht sind damit die Auswirkungen der Gebäudeumströmungen bei den Immissionsberechnungen zu berücksichtigen. Die Berechnungen erfolgen mit dem für solche Fragestellungen geeigneten mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM (Eichhorn, 1995). Grundlage der Simulationsrechnungen sind die digitalen Daten der bestehenden Bebauung nach Lage und Höhe. Die Lagedaten sind aktuellen Stadtkarten und digitalen Gebäudedaten mit Höhenangaben entnommen, die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden.

Die digital erfassten Gebäudekataster für den derzeitigen baulichen Zustand und die Planung werden für die Strömungsberechnungen in ein rechteckiges Rechengitter überführt. Die Ausdehnung des Rechengitters setzt die Vorgaben der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017) um. Das Rechengitter besteht aus 440 x 324 Boxen in horizontaler Richtung und umfasst eine Ausdehnung von circa 1 600 m x 1 600 m. Es wird ein nicht äquidistantes Gitter verwendet, das im

Bereich des Plangebiets eine Auflösung von 2 m aufweist und nach außen gröber wird. In vertikaler Richtung reicht das Gitter mit 41 Schichten bis in eine Höhe von ca. 300 m über Grund, wobei die Schichten in Bodennähe mit 0.6 m fein aufgelöst sind. Mit diesen Daten werden Windfeldberechnungen für alle Anströmungsrichtungen entsprechend den Windrichtungsangaben der Windstatistik durchgeführt.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden für das Bezugsjahr 2030 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen 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 Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht dem Stand der Technik. Sie basiert auf der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782, Blatt 7, 2020).

Die Emissionen werden in das Rechengitter übertragen und mit den oben erwähnten Windfeldern der Ausbreitungsrechnung mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM zugeführt. Unter Einbeziehung der Auftrittshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Windstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet.

Für die Ermittlung der NO_2 -Immissionen werden die verkehrsbedingten Direktmissionen und ein vereinfachtes Chemiemodell zur Abbildung der NO - NO_2 -Konversion berücksichtigt (Düring et al., 2011). Gegenüber einem statistischen Modell zur Beschreibung der NO - NO_2 -Konversion wie dem Ansatz nach Romberg et al. (1996) können so bei der Prognose der NO_2 -Immissionen die Flottenentwicklung im betrachteten Bezugsjahr und die damit verbundenen veränderlichen Anteile der NO_2 -Direktmissionen berücksichtigt werden.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- beziehungsweise 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 Standorten abgeschätzt.

3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO_2 einen Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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_{10} -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_{10} -Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM_{10} -Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM_{10} -Überschreitungshäufigkeit vom PM_{10} -Jahresmittelwert abgeleitet (BASt, 2005). Die Regressionskurve

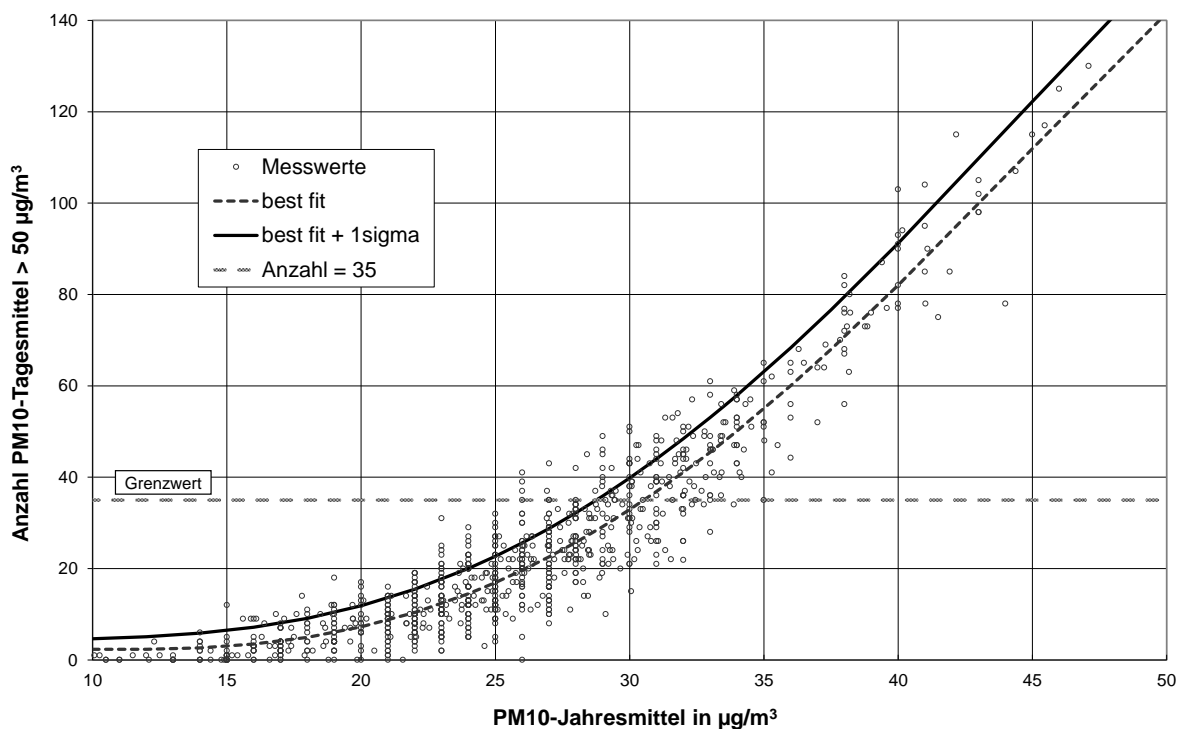


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit PM_{10} -Tagesmittel > $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Abhängigkeit vom PM_{10} -Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BASt, 2005)

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.

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

4 EINGANGSDATEN

Für die Windfeld-, Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage und Höhe der bestehenden bzw. der geplanten Bebauung, die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Für das Untersuchungsgebiet wurden die im Abschnitt 7.2 aufgeführten 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, Bebauungsverhältnisse meteorologischen Daten und Schadstoffhintergrundbelastung werden in den Abschnitten 4.2 bis 4.6 erläutert.

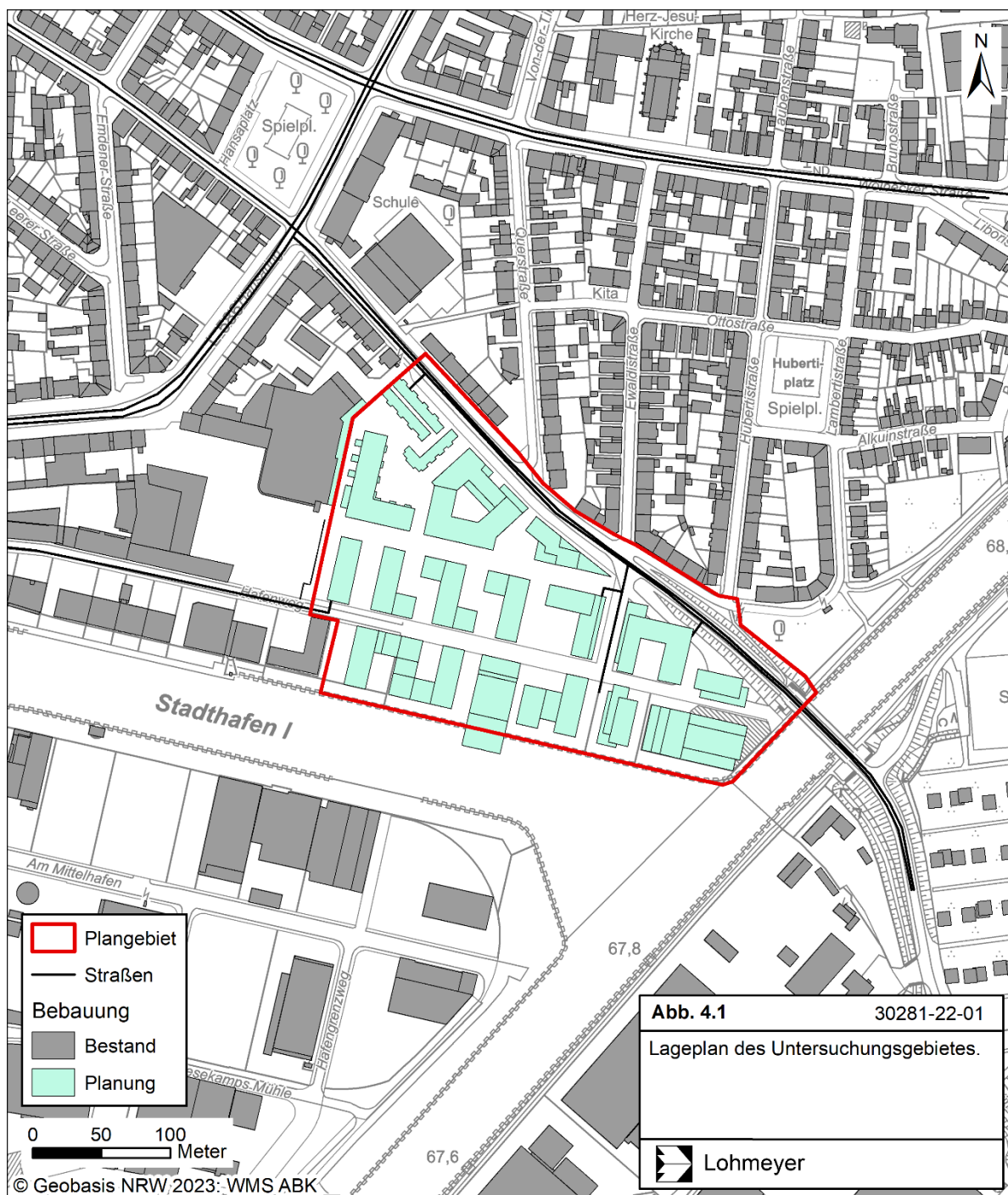
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die Stadt Münster liegt in einer durchschnittlichen Höhe von etwa 60 m ü. NN. Der Stadthafen liegt südöstlich der Altstadt von Münster. Das Plangebiet wird im Norden durch die Schillerstraße begrenzt und die Hafenstraße führt durch den südlichen Teil des Plangebietes. Im Süden liegt der Stadthafen I und im Osten der Dortmund-Ems-Kanal (vgl. **Abb. 4.1**).

Das Plangebiet ist weitgehend zurückgebaut und derzeit überwiegend unbebaut, lediglich im südöstlichen Bereich ist ein bereits bestehendes Bestandsgebäude. Die Planungen umfassen eine Neubebauung mit 15 Gebäuden sowie den Erhalt des Bestandsgebäudes im südöstlichen Bereich. Im Plangebiet sind überwiegend Wohn- und Büronutzungen vorgesehen, ein geringer Anteil sind Hotel- und Gewerbenutzungen.

Folgende Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Prognosenullfall:** Bestehendes Straßennetz im Untersuchungsgebiet mit Verkehrsdaten für das Jahr 2030
- **Planfall:** Bestehendes Straßennetz unter Berücksichtigung des Planvorhabens und den damit verbundenen Verkehrsänderungen für das Jahr 2030



4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden in Form von verkehrstechnischen Unterlagen übergeben (Helmert, 2024). Die Unterlagen umfassen u. a. Angaben zu den durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTV_w) im Prognosejahr 2035 für den Prognosenullfall und für den Planfall für verschiedene Straßenquerschnitte im Bereich des Untersuchungsgebietes.

Eine Übersicht der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke auf dem berücksichtigten Straßennetz sind in den **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** dargestellt, die zum Teil fahrtrichtungsfein berücksichtigt werden.

Die beschriebenen Verkehrsdaten aus dem Prognosejahr 2035 werden in Abstimmung mit den Projektbeteiligten für das Bezugsjahr 2030 angewendet. Diese Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren entspricht einer konservativen Vorgehensweise.

Weiter umfassen die Planungen die Errichtung von vier Tiefgaragen. Diese befinden sich in den Bereichen der nordwestlichen vier Gebäude („Deilmann“), der östlichen vier Gebäude („Kuhr“), der vier entlang des Hafenbeckens gelegenen vier südwestlichen Gebäuden („LVM“) sowie der fünf Gebäude im westlichen, mittleren Bereich des Plangebiets („Kresing“). Auf Grundlage der geplanten Stellplatzanzahlen und den Angaben der Parkplatzlärmstudie (LfU, 2007) werden die damit verbundenen Fahrbewegungen abgeschätzt, dabei wird angesetzt, dass im Plangebiet überwiegend Wohn- und Büronutzung geplant sind (**Tab. 4.1**).

| Stellplatzart | Stellplätze | Anzahl der Parkvorgänge |
|---------------|-------------|-------------------------|
| Deilmann | 230 | 350 |
| Kuhr | 142 | 280 |
| LVM | 149 | 230 |
| Kresing | 262 | 350 |

Tab. 4.1: Stellplatzkapazität der geplanten Parkplätze und Tiefgaragen und damit verbundene durchschnittliche Anzahl von Parkvorgängen pro Werktag

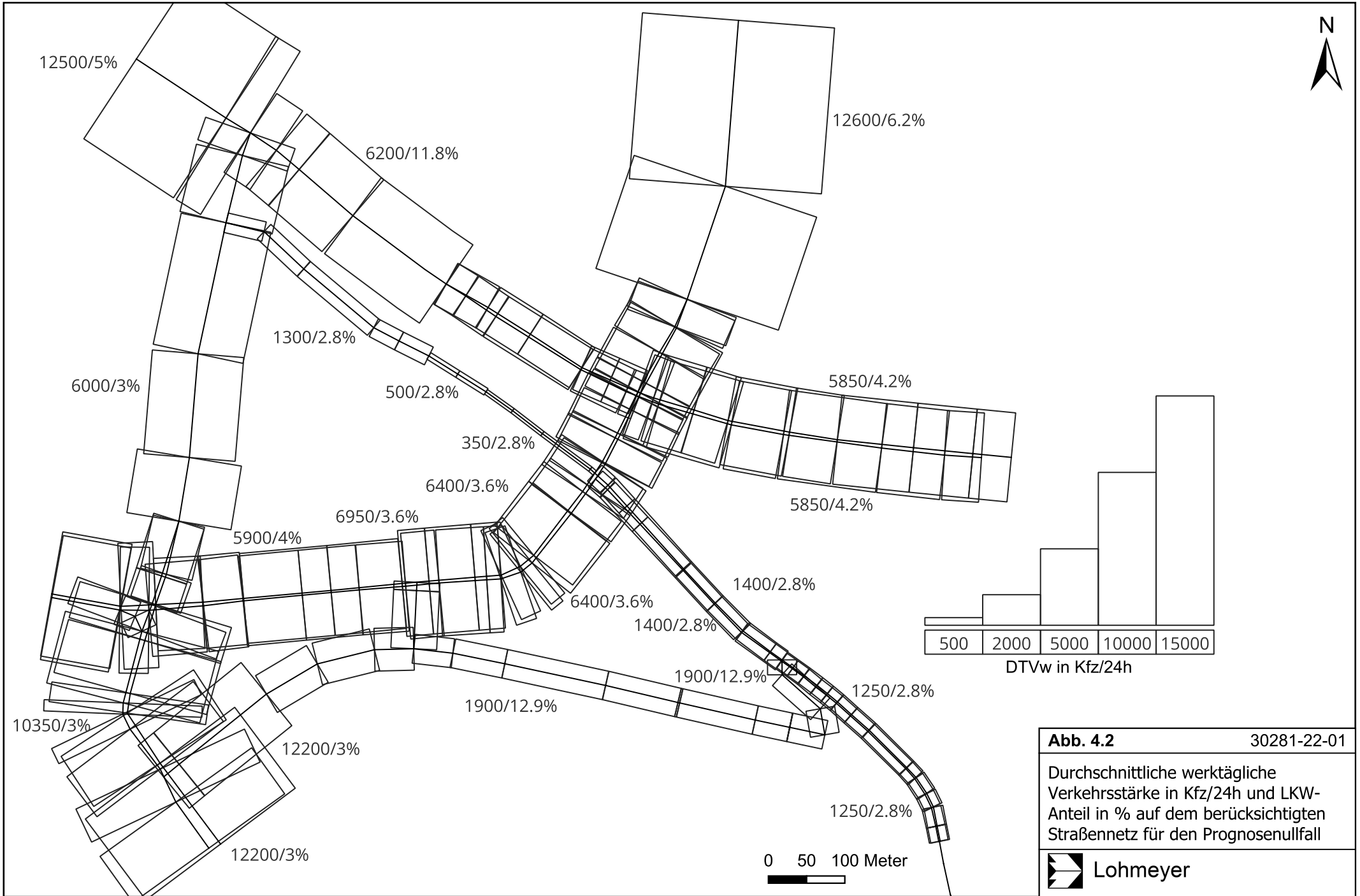



Abb. 4.2 30281-22-01

Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Prognosenußfall

 Lohmeyer

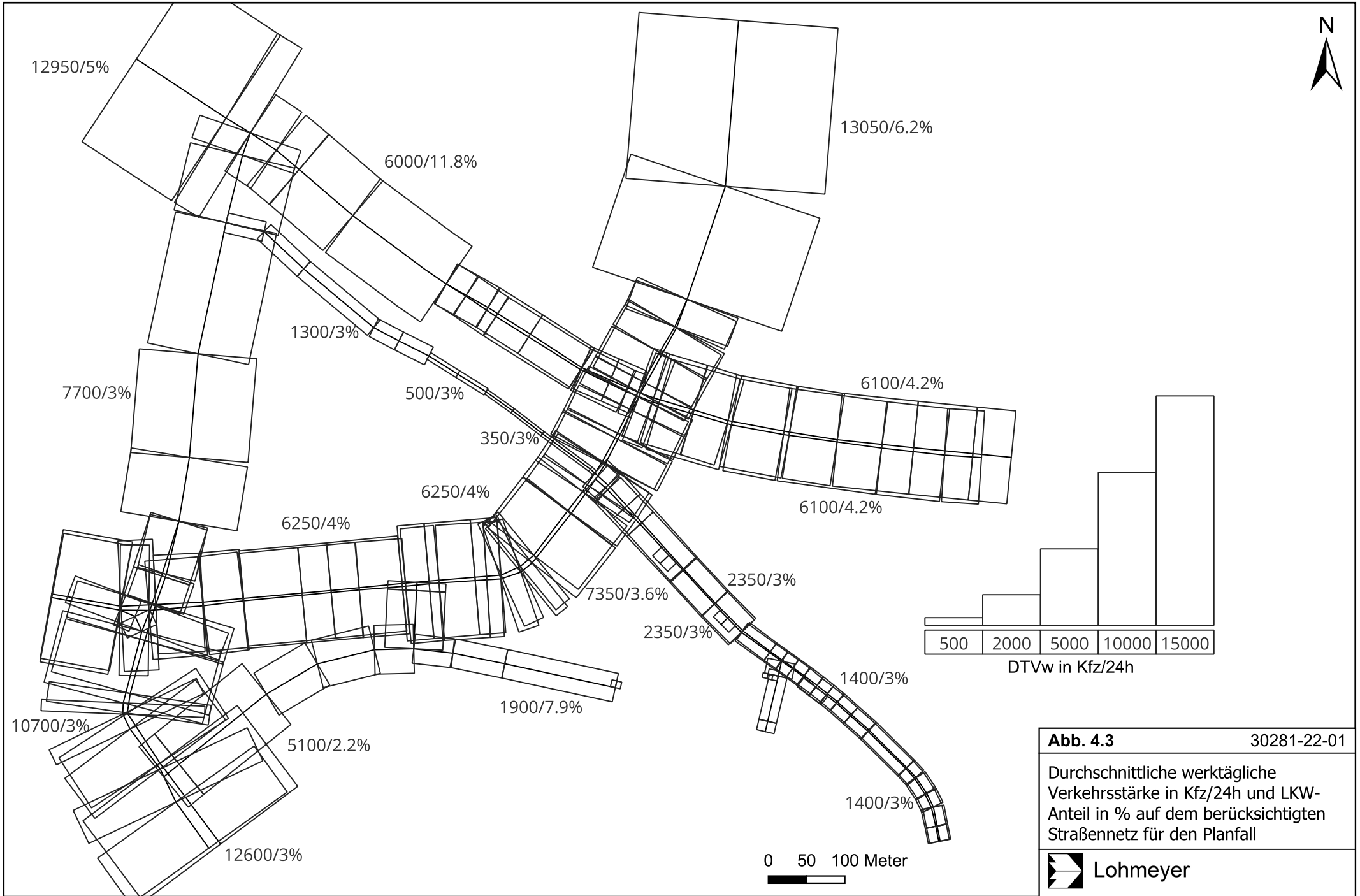



Abb. 4.3 30281-22-01

Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall

 Lohmeyer

4.3 Gebäude

Derzeit ist das Plangebiet überwiegend unbebaut. Im südöstlichen Bereich ist ein Bestandsgebäude mit einer maximalen Höhe von ca. 32 m verortet. Nördlich des Plangebiets liegt überwiegend Wohnbebauung in Form von Blockrandbebauung vor. Diese Gebäude weisen vorwiegend eine Höhe von ca. 5 m bis 20 m auf. Westlich der Planung liegt das Gelände des geplanten Hafenmarktes mit gewerblicher Nutzung vor. Diese Gebäude sollen Höhen bis zu 20 m aufweisen und werden im Prognosenullfall ebenfalls berücksichtigt.

Im Planfall sind 15 Neubauten sowie der Erhalt des Bestandsgebäudes im südöstlichen Bereich des Plangebietes geplant (vgl. **Abb. 4.1**). Das mittlere Gebäude mit 14 Stockwerken in der südlichen Reihe und das östlichste Gebäude mit 15 Stockwerken in der mittleren Reihe sind mit einer maximalen Höhe von ca. 50 m bzw. 54 m die höchsten Gebäude im Plangebiet. Zudem sind drei Gebäude bzw. Gebäudeteile mit acht bis zehn Stockwerken und einer Höhe von ca. 25 m bis 32 m geplant. Die übrigen Gebäude sind mit bis zu sechs Stockwerken geplant. Die Gebäudehöhen liegen zwischen ca. 7 m und 22 m. Eine perspektivische Darstellung der geplanten sowie der umliegenden bereits bestehenden Bebauung zeigt die **Abb. 4.4**.

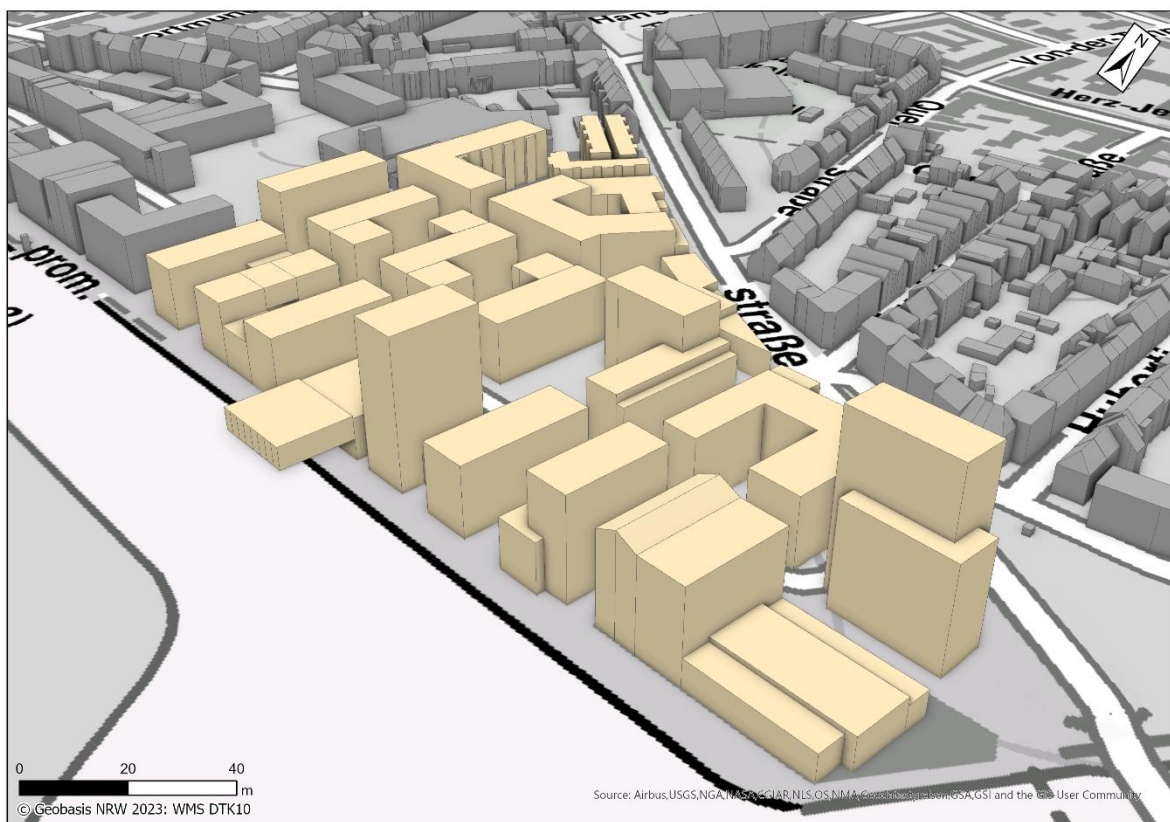


Abb. 4.4: Perspektivische Darstellung der Bebauung im Planfall

4.4 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Jahreskennwerte der Schadstoffimmissionen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM unter Berücksichtigung der Bebauung werden repräsentative Winddaten benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit der Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

Langjährige Windmessdaten liegen in Münster und Umgebung u. a. an der Messstation Münster/Osnabrück des Deutschen Wetterdienstes (DWD) vor. Die Wetterstation liegt ca. 20 km nördlich des Plangebietes. Die **Abb. 4.5** zeigt die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der DWD-Station Münster/Osnabrück für die Jahre 2014 bis 2023. Die Windrichtungsverteilung ist durch südwestliche Winde geprägt. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist in Messhöhe mit ca. 3.3 m/s erfasst.

Die Winddaten werden für die Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung unter Berücksichtigung der Rauigkeiten in der Umgebung des Betrachtungsgebietes herangezogen.

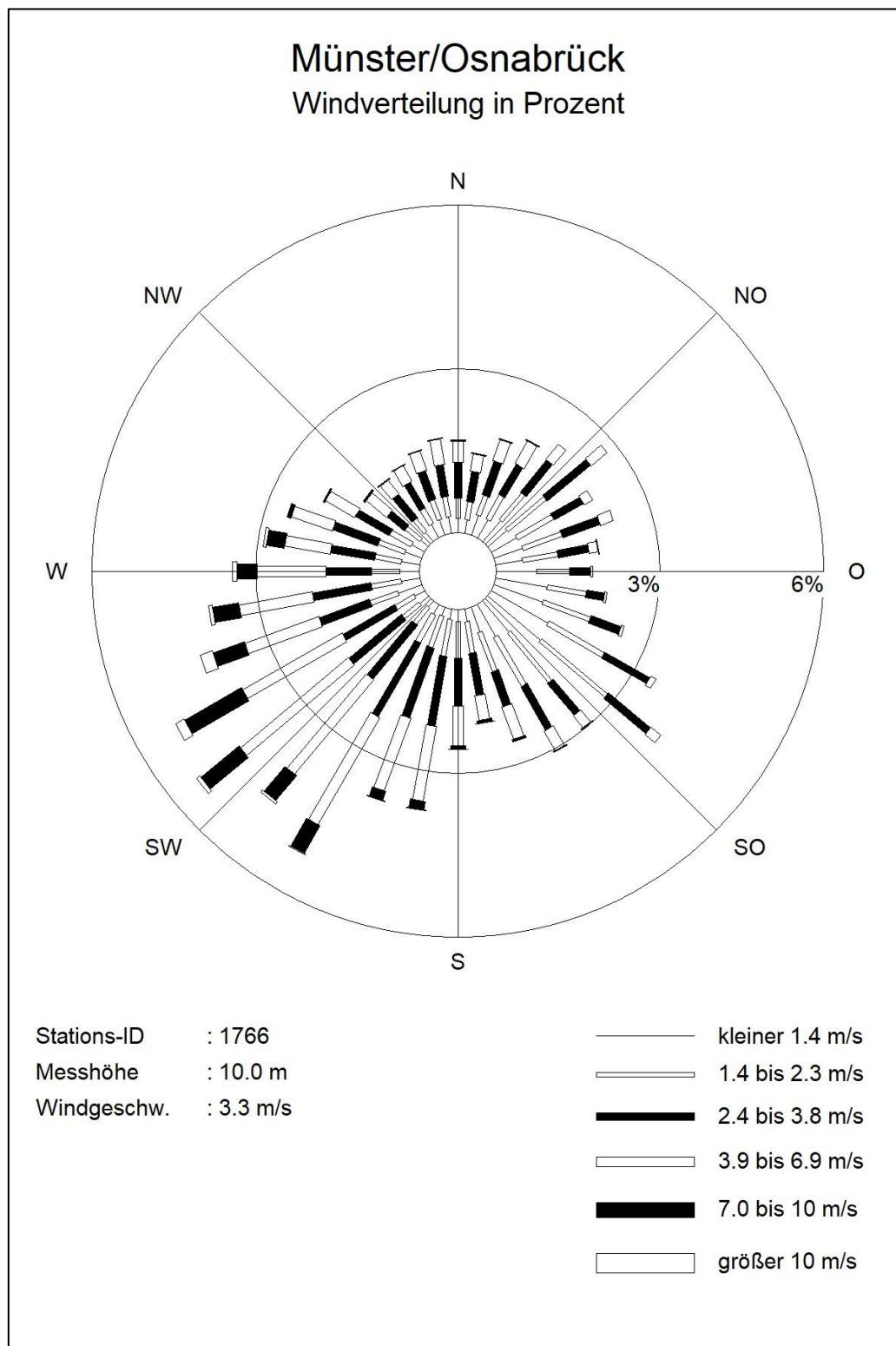


Abb. 4.5: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der DWD-Station Münster/Osnabrück von 2014 bis 2023 (Quelle: DWD, eigene Darstellung).

4.5 Schadstoffhintergrundbelastung

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 Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) betreibt das Messnetz für Luftschadstoffe in Nordrhein-Westfalen. In den jährlichen Berichten über die Immissionsmesswerte sind unter anderem Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LANUV, 2015-2023), die zudem an die europaweite Luftdatenbank AirBase der Europäischen Umweltagentur (EEA) übermittelt werden (https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/DAT-3-en).

In Münster werden Kennwerte der Luftqualität u. a. an den in **Tab. 4.2** aufgeführten Messstationen erfasst. Die Station Münster-Geist befindet sich südwestlich der Innenstadt; durch die Lage abseits von Hauptverkehrsstraßen sind Messung nur gering durch Kfz-bedingte Beiträge beeinflusst. Der Messstandort an der Weseler Straße weist aufgrund der Straßenrandlage verkehrsbedingte Einflüsse auf. Die Messstation Münster Bült ist ebenfalls durch den Straßenverkehr beeinflusst.

Überwiegend zeigen die aufgeführten Messdaten, dass an der als städtische Hintergrundstation eingestuftten Messstation Münster-Geist geringere Konzentrationen bzw. Kennwerte gegenüber den Verkehrsstationen erfasst werden. Allerdings zeigen die PM₁₀-Jahresmittelwerte für die Jahre 2022 und 2023 für Münster-Geist etwas höhere Konzentrationen; in diesen Jahren fanden in der Nachbarschaft des Messstandorts Bauaktivitäten statt, die u. a. auch mit erhöhten Staubaufkommen verbunden sein können. Vergleichbare Zusammenhänge weisen die Jahre 2021 und 2022 für PM_{2.5} auf.

| Schadstoff-komponente | Zeitraum | Münster-Geist | Münster Weseler Straße | Münster Bült |
|---|----------|---------------|------------------------|--------------|
| NO ₂ Jahresmittel | 2014 | 20 | 45 | 46 |
| | 2015 | 20 | 43 | 44 |
| | 2016 | 20 | 43 | 42 |
| | 2017 | 19 | 39 | 39 |
| | 2018 | 18 | 38 | 34 |
| | 2019 | 16 | 34 | 33 |
| | 2020 | 16 | 29 | 27 |
| | 2021 | 16 | 30 | 25 |
| | 2022 | 15 | 27 | 28 |
| | 2023 | 12 | 25 | - |
| PM10 Jahresmittel | 2014 | 19 | 25 | - |
| | 2015 | 16 | 24 | - |
| | 2016 | 15 | 23 | - |
| | 2017 | 15 | 23 | - |
| | 2018 | 20 | 24 | - |
| | 2019 | 16 | 20 | - |
| | 2020 | 17 | 18 | - |
| | 2021 | 17 | 17 | - |
| | 2022 | 20 | 16 | - |
| | 2023 | 16 | 14 | - |
| Anzahl PM10-Überschreitungen > 50 µg/m ³ im Tagesmittel | 2014 | 10 | 18 | - |
| | 2015 | 9 | 14 | - |
| | 2016 | 3 | 5 | - |
| | 2017 | 6 | 10 | - |
| | 2018 | 6 | 12 | - |
| | 2019 | 3 | 6 | - |
| | 2020 | 0 | 2 | - |
| | 2021 | 1 | 2 | - |
| | 2022 | 4 | 4 | - |
| | 2023 | 0 | 0 | - |
| PM2.5 Jahres-mittel | 2014 | 16 | - | - |
| | 2015 | 14 | - | - |
| | 2016 | 14 | - | - |
| | 2017 | 13 | - | - |
| | 2018 | 14 | - | - |
| | 2019 | 11 | - | - |
| | 2020 | 10 | - | - |
| | 2021 | 11 | 10 | - |
| | 2022 | 11 | 10 | - |
| | 2023 | 9 | 9 | - |

Tab. 4.2: Jahreskenngrößen in µg/m³ an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LANUV, 2015-2024)

Ergänzend zu den Jahreskennwerte für 2014 bis 2023 wurden für 2024 jahresmittlere NO₂-, PM10 und PM2.5-Konzentrationen auf Grundlage der bis Ende November erfassten Tagesmittelwerte an den Messstationen Münster-Geist und Münster Weseler Straße abgeleitet (**Tab. 4.3**). Einerseits deuten diese auf eine Bestätigung der im Vorjahr 2023 erfassten Belastungsniveaus und andererseits zeigen diese die zu erwartende geringe Konzentrationswerte an der Hintergrundstation Münster-Geist gegenüber der Verkehrstation an der Weseler Straße.

| Schadstoffkomponente | Münster-Geist | Münster Weseler Straße |
|----------------------|---------------|------------------------|
| NO ₂ | 12 | 18 |
| PM10 | 14 | 15 |
| PM2.5 | 9 | 10 |

Tab. 4.3: Jahresmittelwerte 2024 auf Basis von Tagesmittelwerten im Zeitraum Januar bis November

Aus diesen Messdaten ist ableitbar, dass auch an den verkehrsnahen Standorten in den letzten Jahren Konzentrationen erfasst wurden, die deutlich unterhalb der derzeit geltenden Grenzwerte der 39. BImSchV liegen. Im Hinblick auf die ab 2030 einzuhaltenden Grenzwerte der überarbeitenden EU-Luftqualitätsrichtlinie 2024/2881 liegen in der Weseler Straße bis 2023 für NO₂ Konflikte, für 2024 ist derzeit eine Einhaltung des zukünftigen Beurteilungswertes möglich. Für Feinstaub sind für PM10 bereits in den letzten Jahren Jahresmittelwerte unterhalb des zukünftigen Beurteilungswertes erfasst, für PM2.5-Jahresmittelwerte wird der zukünftige Grenzwert zwar erreicht aber nicht überschritten.

Auf Grundlage der Messwerte an der Station Münster-Geist wird im Hinblick auf das betrachtete Bezugsjahr 2030 für die Immissionsberechnungen die in **Tab. 4.3** aufgeführten Werte für die Hintergrundbelastung angesetzt.

| Schadstoff | Hintergrundbelastung in µg/m ³ |
|-----------------------------------|---|
| NO ₂ -Jahresmittelwert | 12 |
| PM10-Jahresmittelwert | 16 |
| PM2.5-Jahresmittelwert | 9 |

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2023/2028

Für das Chemiemodell zur Beschreibung der NO-NO₂-Konversion (Düring et al., 2011) wird in Orientierung an die Messungen an den umliegenden Stationen der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für Ozon von 55 µg/m³ angesetzt.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der oben angegebenen 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. Für das Prognosejahr 2030 zeigen Abschätzungen (RLuS 2023) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen für Stickoxide um ca. 20 % und für Feinstaub (PM10 und PM2.5) bis ca. 9 % für die Umgebung des Untersuchungsgebiets. Diese Abschätzungen basieren auf Szenarien zur Emissionsreduzierung aus dem „Nationalen Luftreinhalteprogramm der Bundesrepublik Deutschland“ des BMU; im Einzelfall ist eine abweichende Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen nicht auszuschließen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktion verzichtet; das entspricht einer konservativen Vorgehensweise.

5 EMISSIONEN

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 NO₂ erreicht, weshalb dieser Stoff im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet wird, ergänzt um Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}). Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Feinstaub, SO₂, CO, Benzol, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer und werden deshalb hier nicht betrachtet.

5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die PKW, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschleppern, Bussen usw.

Die Emissionsfaktoren für Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

Die 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 motorbedingten Emissionsfaktoren hängen für die Fahrzeugarten PKW und LKW 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 HBEFA4.2 (UBA, 2022) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Die 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 dem eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Diesel-PKW sowie der Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW berücksichtigt sind; vergleichbare Anpassungen sind auch für leichte Nutzfahrzeuge enthalten. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Emissionsfaktoren für das Betrachtungsgebiet berücksichtigen die an der ca. 20 km nordöstlich gelegenen DWD-Station Münster/Osnabrück erfassten stündlichen Zeitreihen der Lufttemperatur im Zeitraum 2014-2023 (Quelle: DWD) mit einer mittleren Temperatur von 11.1 °C.

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.

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 folgende Verkehrssituationen herangezogen, wobei für Kreuzungsbereiche die Störungen des Verkehrsablaufes mit einem gesättigten Verkehrsfluss berücksichtigt werden:

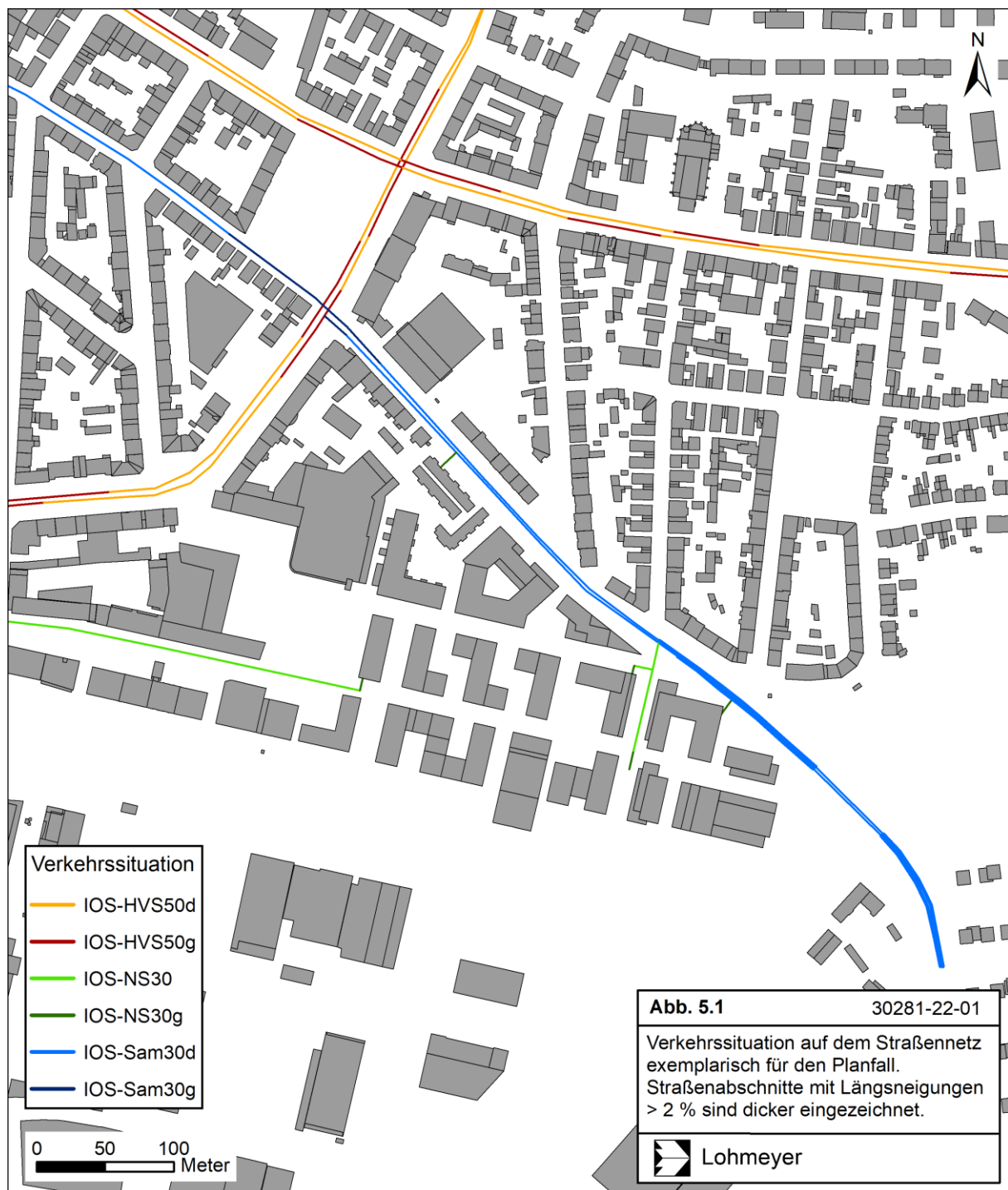
| | |
|------------|--|
| IOS-HVS50d | Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr |
| IO-HVS50g | Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr |
| IO-Sam30d | Sammelstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr |
| IO-Sam30g | Sammelstraße, Tempolimit 30 km/h, gesättigter Verkehr |
| IO-NS30 | Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h |
| IO-NS30g | Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, gesättigter Verkehr |

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2030 aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Steigungs- und Gefällestrassen sowie Gegenverkehrsstrassen mit Steigung. Steigungsstrassen werden gekennzeichnet durch vorangestelltes „+“-Zeichen, Gefällestrassen durch „-“ Zeichen und Gegenverkehrsstrassen durch „_“-Zeichen.

| Straßenparameter | | spezifische Emissionsfaktoren 2030 je Kfz in g/km | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------|---|-------|----------------------------|--------|---|--------|-----------------------|--------|------------------------|--------|
| Verkehrssituation | Ge- schwin- digkeit | NO _x | | PM10/PM2.5 (nur Abgase) | | PM10 (nur Abrieb und Aufwirbe- lung) | | PM2.5 (nur Abrieb) | | NO _{2,direkt} | |
| | PKW | LV | SV | LV | SV | LV | SV | LV | SV | LV | SV |
| IOS-HVS50d | 36.0 | 0.133 | 0.711 | 0.0047 | 0.0077 | 0.0324 | 0.3550 | 0.0154 | 0.0680 | 0.0136 | 0.1012 |
| IOS-HVS50g | 23.4 | 0.152 | 1.062 | 0.0049 | 0.0115 | 0.0392 | 0.7000 | 0.0155 | 0.0680 | 0.0154 | 0.1318 |
| IOS-Sam30d | 24.0 | 0.126 | 0.887 | 0.0047 | 0.0095 | 0.0324 | 0.3500 | 0.0154 | 0.0680 | 0.0125 | 0.1163 |
| IOS-Sam30d+2 | 24.0 | 0.150 | 0.878 | 0.0050 | 0.0127 | 0.0324 | 0.3500 | 0.0155 | 0.0680 | 0.0148 | 0.1172 |
| IOS-Sam30d+4 | 24.0 | 0.177 | 0.975 | 0.0053 | 0.0159 | 0.0324 | 0.3500 | 0.0155 | 0.0680 | 0.0175 | 0.1375 |
| IOS-Sam30d-2 | 24.0 | 0.109 | 1.001 | 0.0045 | 0.0065 | 0.0324 | 0.3500 | 0.0155 | 0.0680 | 0.0108 | 0.1442 |
| IOS-Sam30d-4 | 24.0 | 0.093 | 0.559 | 0.0042 | 0.0048 | 0.0324 | 0.3500 | 0.0154 | 0.0680 | 0.0093 | 0.0765 |
| IOS-Sam30d_2 | 24.0 | 0.129 | 0.939 | 0.0047 | 0.0096 | 0.0324 | 0.3500 | 0.0154 | 0.0680 | 0.0128 | 0.1307 |
| IOS-Sam30g | 15.6 | 0.160 | 1.384 | 0.0051 | 0.0128 | 0.0392 | 0.7000 | 0.0154 | 0.0680 | 0.0158 | 0.1783 |
| IOS-NS30 | 28.8 | 0.150 | 0.959 | 0.0048 | 0.0098 | 0.0256 | 0.2800 | 0.0154 | 0.0680 | 0.0145 | 0.1225 |
| IOS-NS30g | 15.1 | 0.189 | 1.378 | 0.0054 | 0.0126 | 0.0440 | 1.2000 | 0.0154 | 0.0680 | 0.0184 | 0.1762 |

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2030

Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt. Die Emissionen werden auf der Grundlage der im Verkehrsgutachten genannten Verkehrsprognosen 2035 im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit für das Bezugsjahr 2030 berechnet.



5.2 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe Stickoxide und PM2.5-Feinstaub werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x und Feinstaub (PM10 und PM2.5) im Bezugsjahr 2030 dargestellt.

Tab. 5.2 zeigt exemplarisch für einen Abschnitt der Schillerstraße auf Höhe des Plangebietes die Verkehrskennzahlen und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für das Bezugsjahr 2030. Die mit der Planung verbundene Erhöhung der Verkehrsaufkommen um knapp 70 % ist mit einer Zunahme der Emissionen für Stickoxide um ca. 60 % bis 80 % und für Feinstaub um ca. 67 % bis 71 % verbunden.

| | DTV _w in Kfz/24h | LKW-Anteil in % | Verkehrssituation | Mittlere Emissionsdichten | | | |
|------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| | | | | NO _x in mg/(m*s) | NO ₂ direkt in mg/(m*s) | PM10 in mg/(m*s) | PM2.5 in mg/(m*s) |
| Prognosenullfall | 2 800 | 2.8 | IOS-Sam30d | 0.005 | 0.0005 | 0.0015 | 0.0007 |
| Planfall | 4 700 | 3.0 | IOS-Sam30d | 0.008 | 0.0009 | 0.0025 | 0.0012 |

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für einen Abschnitt der Revaler Straße direkt nördlich des Plangebietes.

Für den Betrieb der geplanten Tiefgaragen werden aus den Angaben der Parkhausplanungen grob mittlere Fahrlängen abgeschätzt. Die in Verbindung der täglichen Parkvorgänge in den Tiefgaragen (**Tab. 4.1**) so ermittelten Gesamtemissionen sind in **Tab. 5.3** aufgeführt.

| | Stellplätze | NO _x | NO ₂ direkt | PM10 | PM2.5 |
|----------|-------------|-----------------|------------------------|------|-------|
| Deilmann | 230 | 26.4 | 2.2 | 5.0 | 1.8 |
| Kuhr | 142 | 23.7 | 2.0 | 4.3 | 1.6 |
| LVM | 149 | 25.0 | 1.9 | 4.4 | 1.6 |
| Kresing | 262 | 49.9 | 4.2 | 9.6 | 3.5 |

Tab. 5.3: Mittlere tägliche Schadstofffreisetzung in den geplanten Tiefgaragen in g/Tag.

Die innerhalb der Tiefgaragen freigesetzten Luftschadstoffe werden im Planfall unter Annahme einer natürlichen Be- und Entlüftung anteilig im Bereich der Zu- und Ausfahrten sowie der Lüftungsöffnungen verteilt, dabei werden die Entlüftungsöffnungen der Tiefgaragen

entsprechend der Garagenverordnung - GaVO (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1997) umgesetzt.

6 ERGEBNISSE

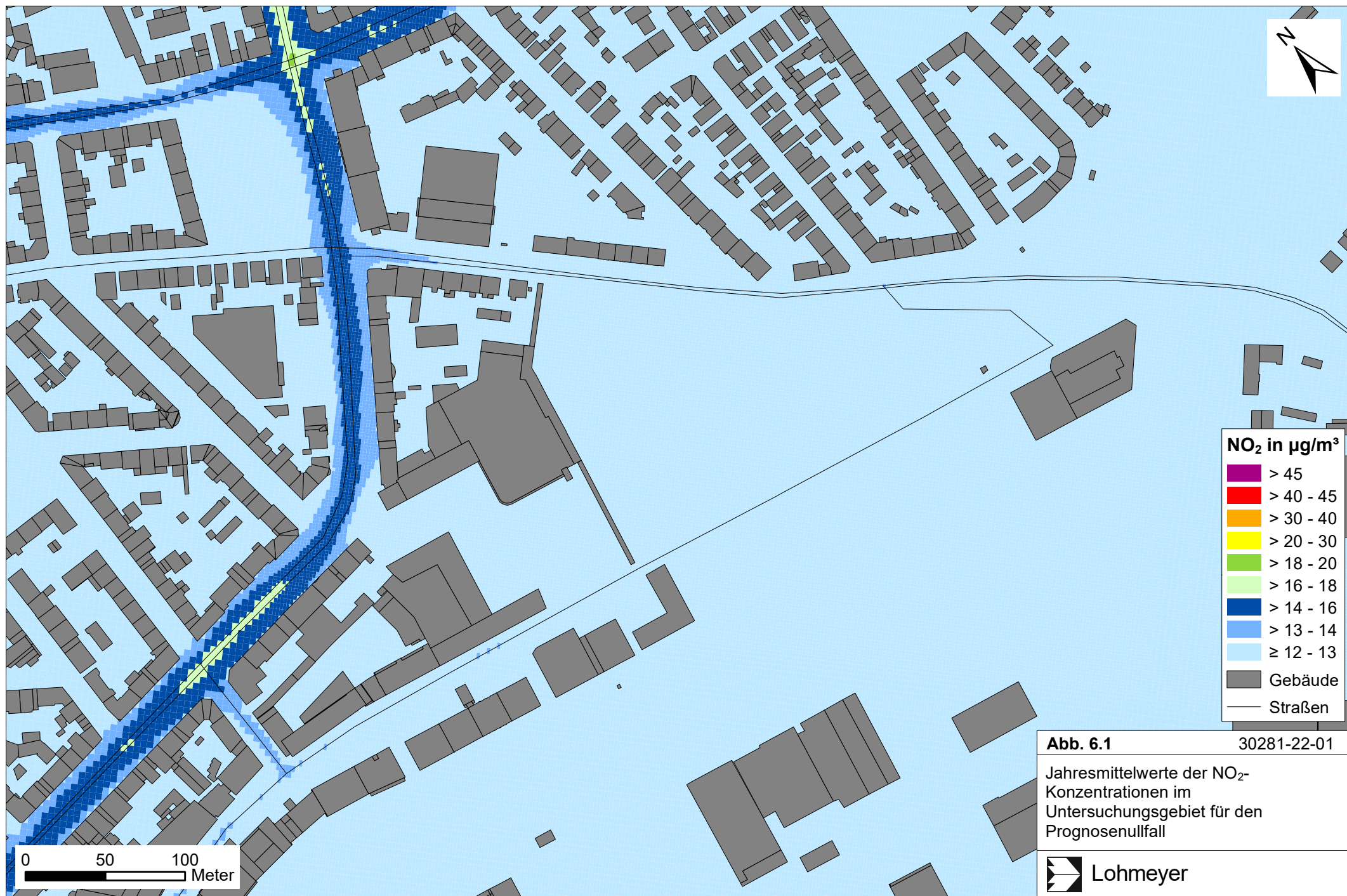
Im Untersuchungsgebiet, d.h. im Plangebiet wurden Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt.

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 wird der kleinste Wert der entsprechend angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Beurteilungsrelevante Kenngrößen sind einheitlichen Farben zugeordnet. Dabei wird der Grenzwert der 39. BImSchV für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ sowie der PM_{2.5}-Richtwert von 20 µg/m³ mit roten Farben dargestellt; der PM_{2.5}-Grenzwert für Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ ist in lila eingefärbt. Die Grenzwertvorschläge der Europäischen Kommission im Rahmen der Novellierung der Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa, für die ein Geltungszeitpunkt ab 2030 geplant ist, sind in gelb eingefärbt.

Die Auswertung der berechneten Immissionen erfolgt für die dargestellte Auswertehöhe von 1.5 m über dem Gelände, der „Nasenhöhe“ der sich im Freien aufhaltenden Passanten beziehungsweise dem Eingangs- und Hofbereich der Wohngebäude. Mit zunehmender Höhe sind die ermittelten Schadstoffimmissionen geringer.

6.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die für den Prognosenullfall berechneten Jahresmittelwerte der NO₂-Immissionen sind in **Abb. 6.1** dargestellt. Die relativ höchsten NO₂-Immissionen werden aufgrund der vergleichsweise hohen Verkehrsaufkommens entlang des Hansarings mit Jahresmittelwerten vereinzelt bis zu 20 µg/m³ ermittelt, so im Bereich der Kreuzung mit der Wolbecker Straße. Entlang der querenden Wolbecker Straße sind die NO₂-Gesamtbelastungen vereinzelt bis 18 µg/m³ ermittelt. Im Bereich der Schillerstraße sind die ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte gegenüber der NO₂-Hintergrundbelastung von 12 µg/m³ nur geringfügig erhöht. Vergleichbare NO₂-Konzentrationswerte sind im Bereich des Plangebiets sowie im übrigen Untersuchungsgebiet dargestellt.



Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z. B. Wohngebäuden, führen. Die Bewertung der Luftqualität auf dem Gelände von Arbeitsstätten ist in der 39. BImSchV ausgeschlossen. An der Randbebauung des Hansarings sowie der Wolbecker Straße sind NO_2 -Immissionen bis $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An den zur Schillerstraße nächstgelegenen Gebäuden sowie an der übrigen Bebauung im Untersuchungsgebiet weisen die berechneten NO_2 -Immissionen Jahresmittelwerte auf, die sich nur geringfügig von der NO_2 -Hintergrundbelastung von $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterscheiden.

Damit wird im Prognosenullfall an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung der derzeit geltende Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte sehr deutlich unterschritten. Für das Bebauungsplangebiet mit zur Hintergrundbelastung von $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelten NO_2 -Jahresmittelwerten liegen aus lufthygienischer Sicht in Bezug auf den Grenzwert der 39. BImSchV für NO_2 -Jahresmittelwerte gegen eine Bebauung keine Einwände vor.

Im Planfall (**Abb. 6.2**) führen die geplanten Gebäude bodennah zu geänderten Windverhältnissen und die geplanten Nutzungen zu zusätzlichem Kfz-Verkehr. In Folge sind gewisse Zunahmen der NO_2 -Konzentrationen entlang den des Plangebietes umliegenden Straßen abgeleitet. Dabei sind am Hansaring die NO_2 -Immissionen im Kreuzungsbereich mit der Wolbecker Straße weiterhin vereinzelt bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Entlang der Wolbecker Straße sind die Immissionen weiterhin vereinzelt bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im Bereich der Schillerstraße sind gegenüber dem Prognosenullfall etwas höhere NO_2 -Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerte bis $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dargestellt. Innerhalb des Plangebiets sind wesentlich Zunahmen der NO_2 -Immissionen im Bereich der Tiefgarageneinfahrten und -ausfahrten abgeleitet, dabei sind Jahresmittel vereinzelt bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind zum Prognosenullfall vergleichbare NO_2 -Gesamtbelastungen dargestellt, die sich nur geringfügig von der Hintergrundbelastung unterscheiden.

Die im Planfall prognostizierten Jahresmittelwerte der NO_2 -Gesamtbelastungen an bereits bestehender, nach 39. BImSchV beurteilungsrelevanter Bebauung mit Wohnnutzung weisen gegenüber dem Prognosenullfall gewisse Zunahmen auf. Dabei sind der Randbebauung des Hansarings und der Wolbecker Straße die NO_2 -Jahresmittelwerte weiterhin bis $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der zur Schillerstraße nächstgelegenen Bebauung sind zum Teil gewisse Zunahmen der NO_2 -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dargestellt. An der geplanten Bebauung des Bebauungsplans Nr. 600 sind an den Fassaden im Bereich der Zu- und Ausfahrten der Tiefgaragen die NO_2 -Immissionen vereinzelt bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, überwiegend unterscheiden sich die abgeleiteten Jahresmittelwerte jedoch nur geringfügig von der NO_2 -Hintergrundbelastung.



Damit wird auch im Planfall der derzeit bestehende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ an der bereits bestehenden Wohnbebauung weiterhin deutlich unterschritten. An den geplanten Gebäuden des Bebauungsplans Nr. 600 „Stadthafen Nord“ wird der Grenzwert ebenfalls deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Die 39. BImSchV sieht zudem eine Bestimmung der Kurzzeitbelastung von NO₂ vor (siehe Abschnitt 3.3). Eine Überschreitung des NO₂-Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d. h. einem Stundenwert von 200 µg/m³ mehr als 18-mal im Jahr, ist bei Jahresmittelwerten sehr deutlich unter 40 µg/m³ ebenfalls nicht zu erwarten.

Für die überarbeitete EU-Luftqualitätsrichtlinie 2024/2881 lässt sich aus den oben getroffenen Aussagen zur Verteilung der NO₂-Konzentrationen ableiten, dass mit an der Wohnbebauung ermittelten NO₂-Immissionen bis 18 µg/m³ in Bezug auf den ab 2030 vorgesehenen Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 20 µg/m³ ebenfalls keine Konflikte zu erwarten sind.

6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10 und PM2.5)

Die für das Prognosejahr 2030 berechneten PM10-Emissionen sind deutlich geringer gegenüber den Stickoxidfreisetzungen (vgl. **Tab. 5.2**). Sie sind dabei vereinzelt halb so hoch, überwiegend betragen sie jedoch nur ein Drittel. Aus den in **Kap. 6.1** aufgeführten Belastungsverhältnissen für NO₂ zeigt sich, dass der verkehrsbedingte Beitrag zur NO₂-Gesamtbelastung an der Wohnbebauung bis 6 µg/m³ beträgt. Übertragen auf PM10-Feinstaub lassen sich geringe verkehrsbedingte Beiträge bis 3 µg/m³ ableiten, die unter Berücksichtigung der angesetzten PM10-Hintergrundbelastung von 16 µg/m³ zu Jahresmittelwerten unter 20 µg/m³ führen.

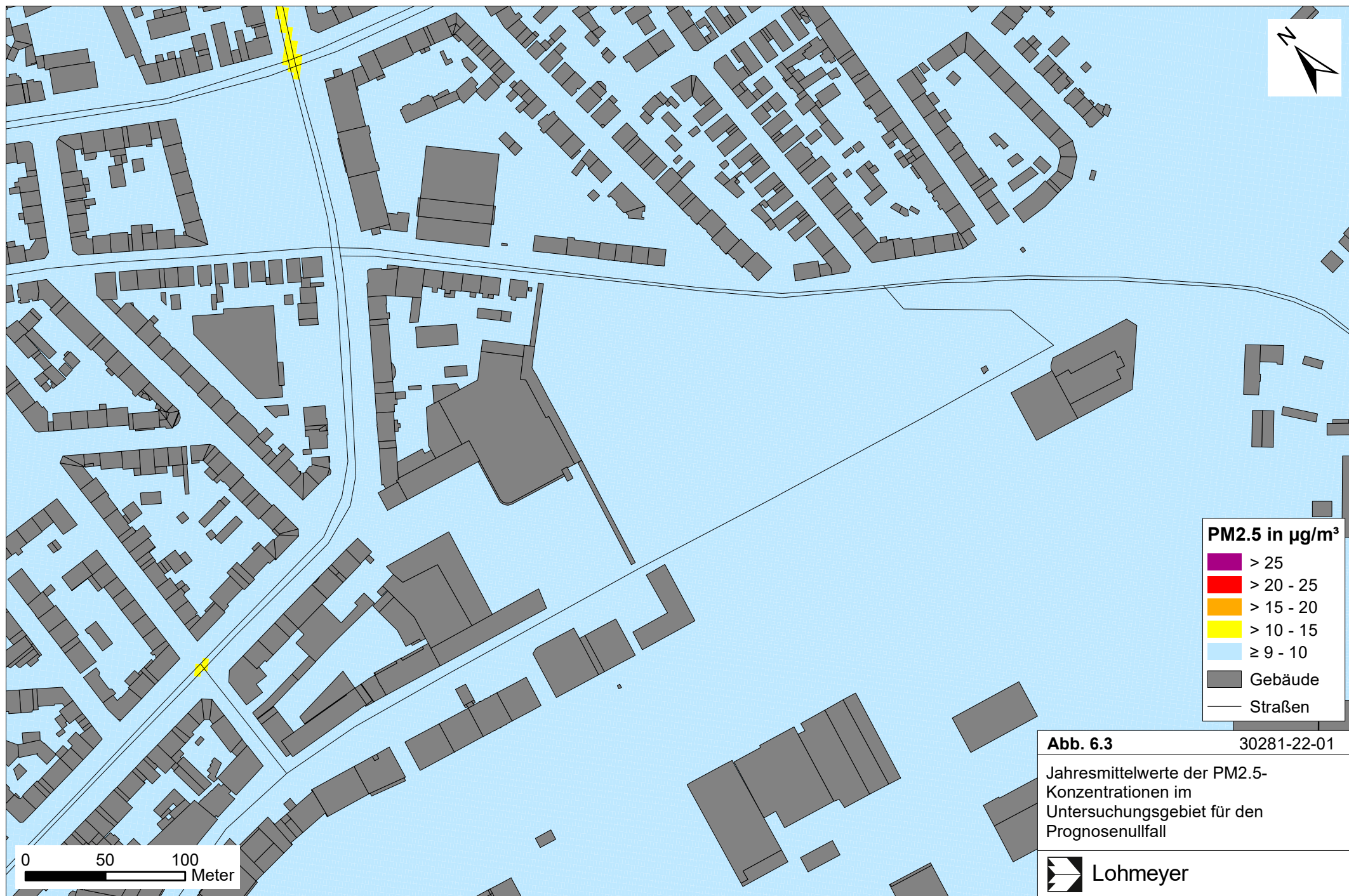
Damit sind im Hinblick sowohl für die derzeit geltenden PM10-Beurteilungswerte der 39. BImSchV sowie auf den ab 2030 vorgesehen Grenzwert für Jahresmittelwerte keine Konflikte zu erwarten. Auf eine detaillierte Betrachtung wird daher verzichtet.

Für PM2.5 wird die bereits bestehende Hintergrundbelastung mit 9 µg/m³ angesetzt (vgl. **Kap. 4.4**). Daher würden verkehrsbedingte Beiträge bereit knapp über 1 µg/m³ zu einer Überschreitung des zukünftig vorgesehen Grenzwerts für PM2.5-Jahresmittelwerte von 10 µg/m³ führen. In diesem Zusammenhang wird im Folgenden PM2.5 detailliert diskutiert,

Die **Abb. 6.3** und die **Abb. 6.4** zeigen die im Prognosenullfall und im Planfall berechneten PM2.5-Immissionen. Entlang des Hansaring sind in den Kreuzungsbereichen mit der Wolbecker Straße sowie der Dortmunder Straße die PM2.5-Immissionen in beiden Untersuchungsfällen über $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit Konzentrationswerten bis $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind die PM2.5-Immissionen zur mit $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzten PM2.5-Hintergrundbelastung vergleichbare Jahresmittelwerte abgeleitet.

Sowohl an der zum Hansaring nächstgelegenen Randbebauung als auch an der übrigen bereits bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet sind keine PM2.5-Immissionen über $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel dargestellt. An der geplanten Bebauung des Bebauungsplans Nr. 600 „Stadthafen Nord“ sind ebenfalls keine PM2.5-Jahresmittelwerte über $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, auch unter Berücksichtigung der Feinstaubfreisetzungen aus den geplanten Tiefgaragen.

Damit wird in beiden Untersuchungsfällen der derzeit bestehende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowohl an der bereits bestehenden als auch der geplanten Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sehr deutlich unterschritten. Der PM2.5-Richtgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel wird ebenfalls deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Im Hinblick auf den ab 2030 vorgesehen Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind ebenfalls keine Konflikte abgeleitet.





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). 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 (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Luftqualitätsrichtlinie der EU durch Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) und BImSchG – Änderung in deutsches Recht umgesetzt. Im Internet unter www.bmu.de
- 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.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011).
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.
- Eichhorn, J. (1995): MISKAM-Handbuch zu Version 2 und 3, Universität Mainz, Institut für Physik der Atmosphäre.
- EU-Richtlinie 2024/2881: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2024 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 20.11.2024, Reihe L.

- 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.
- Helmert (2024): Verkehrsuntersuchung Stadthäfen Bebauungsplan 600 Stadt Münster. Ingenieurbüro Helmert. Aachen, 05.02.2024.
- 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.
- LANUV (2015-2024): EU-Jahreskenngößen 2014-2023. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten, Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt, kommunale ökologische Briefe Nr. 01/05.01.2000, Raabe-Verlag, Berlin.
- LfU (2007): Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- RLuS (2023): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2023. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf. Ausgabe 2023, veröffentlicht September 2023.
- 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). <http://bwplus.fzk.de>
- TREMOT (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.2 / Januar 2022. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- 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.

VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle – Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. VDI-Richtlinie VDI 3783 Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.

7.2 Materialien und Unterlagen

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

- Planungsdaten in Form von Lage- und Höhenplänen (E-Mail vom 09.08.2022)
- Verkehrsgutachten (Helmert, 2024)
- Angaben und Grundrissplanungen der Tiefgaragen mit Stellplatzanzahlen

Nachfolgende Informationen wurden aus frei-verfügbaren Datenquellen abgeleitet:

- Bestandbebauung: LOD1-Gebäudemodell Nordrhein-Westfalen (Download im September 2022)
- Relief: Digitales Geländemodell DGM1 Nordrhein-Westfalen (Download im September 2022)

A N H A N G A1

**BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-
STRASSEN**

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, zum Beispiel Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen beziehungsweise 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, zum Beispiel Grenz- oder Vorsorgewerten, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

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

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den Genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für $\text{PM}_{2.5}$, Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der 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 ₂ | Stundenmittelwert | 200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr | seit 2010 |
| NO ₂ | Jahresmittelwert | 40 µg/m ³ | seit 2010 |
| Partikel (PM10) | Tagesmittelwert | 50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr | seit 2005 |
| Partikel (PM10) | Jahresmittelwert | 40 µg/m ³ | seit 2005 |
| Partikel (PM2.5) | Jahresmittelwert | 25 µg/m ³ | seit 2015 |
| Benzol | Jahresmittelwert | 5 µg/m ³ | seit 2010 |
| Kohlenmonoxid (CO) | 8 h gleitender Wert | 10 mg/m ³ | seit 2005 |

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

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. In der 39. BImSchV wurden unter anderem 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 kleiner gleich 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 beziehungsweise 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 PM2.5-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM2.5-Exposition für das Referenzjahr 2010

ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20 %, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m³ im Jahr 2020 erreicht werden.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

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

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

A N H A N G A2
FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG

A2 FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG

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

Es ist nicht möglich, auf Basis der Fehlerbandbreiten aller Eingangsdaten und Rechenschritte eine klassische Fehlerberechnung durchzuführen, da die Fehlerbandbreite der einzelnen Parameter beziehungsweise 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, das heißt Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf.

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

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

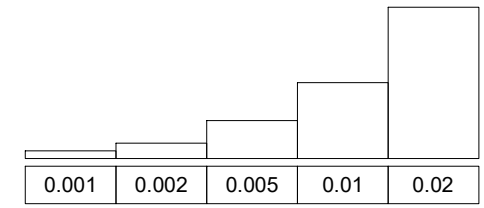
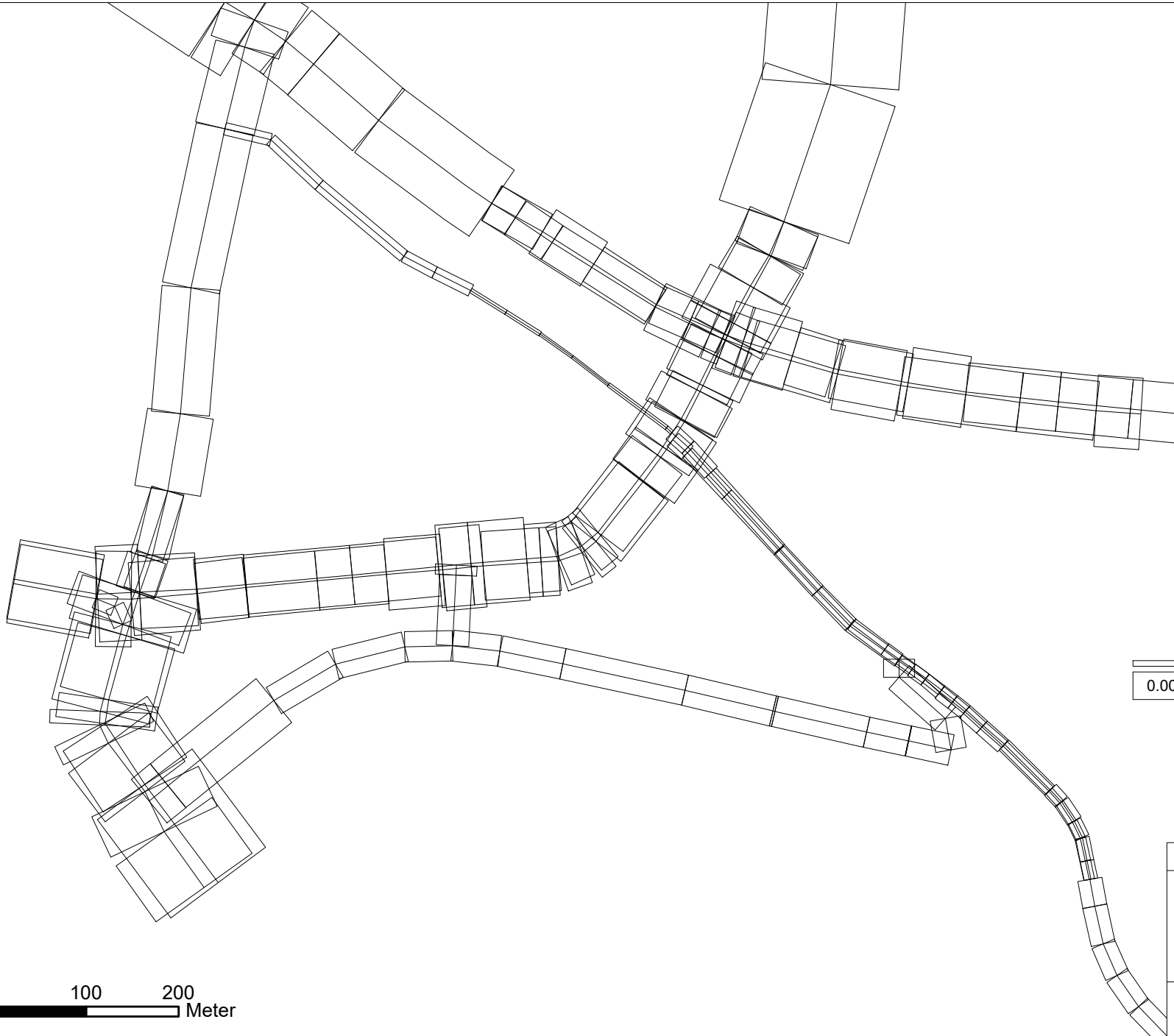
Für Emissionsfaktoren liegen derzeit noch keine statistischen Erhebungen über Fehlerbandbreiten vor. Deshalb wird vorläufig ein mittlerer Schätzwert von circa 20 % angenommen.

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.

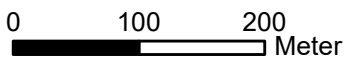
Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995; Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechenergebnissen durch. Die Abweichungen 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, das heißt dass die Auswirkungen auf die Gesamtmissionsbelastung geringer sind.

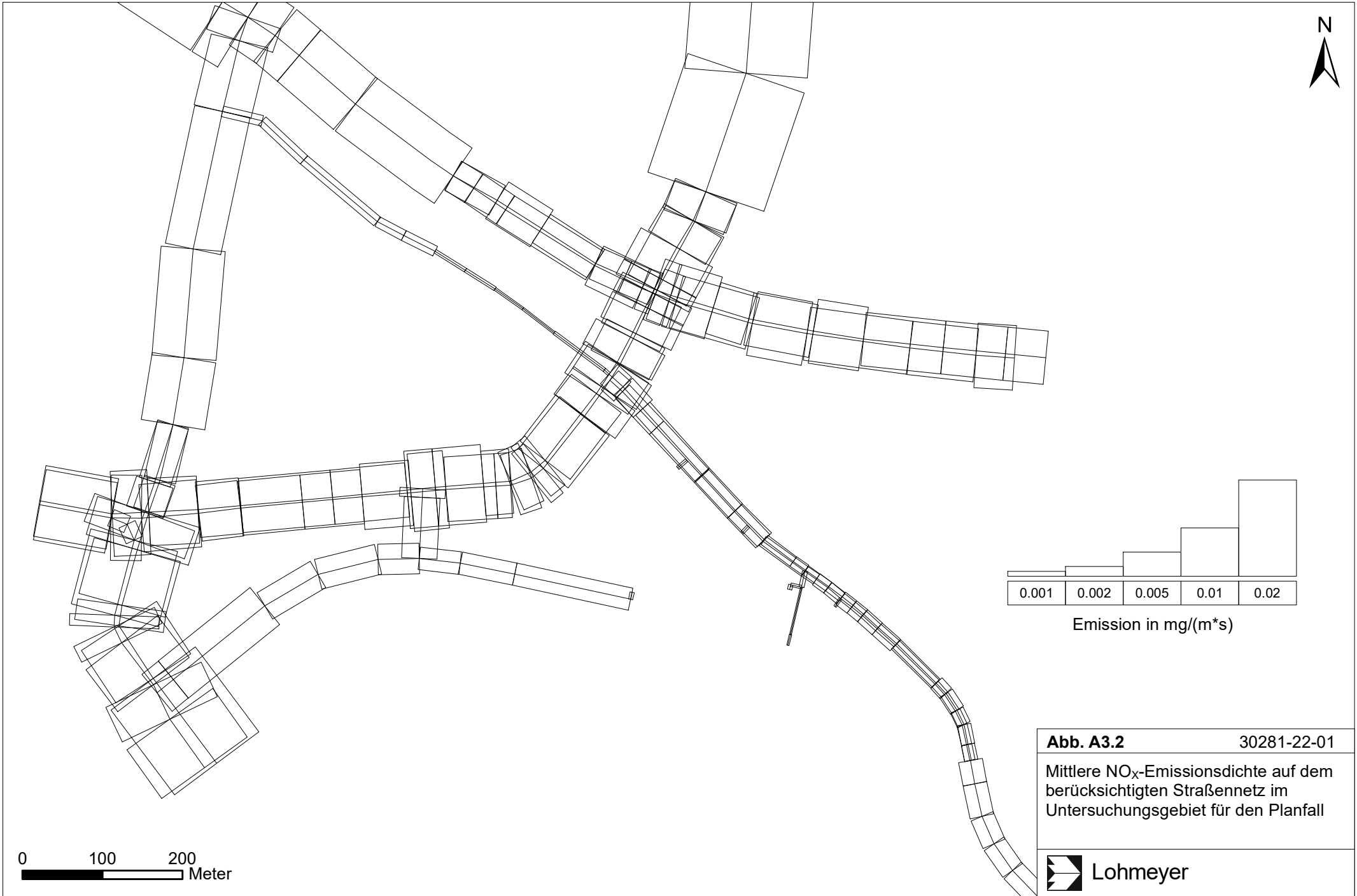
A N H A N G A3
VERKEHRSDATEN & EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

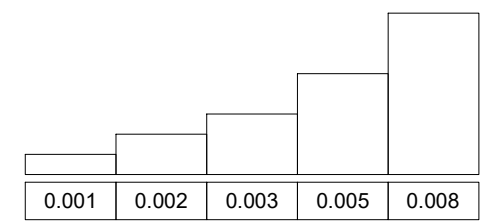
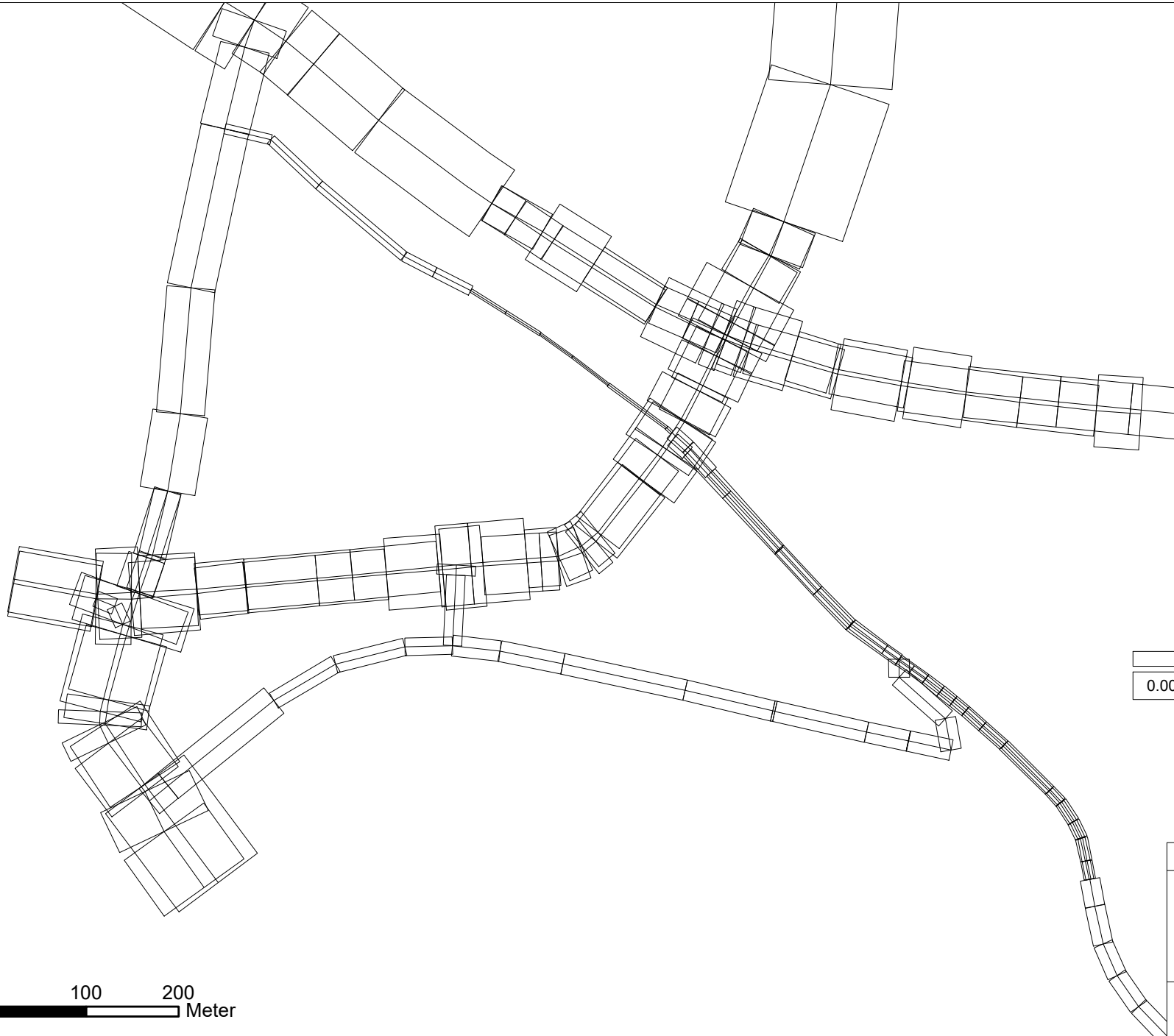


Emission in mg/(m*s)

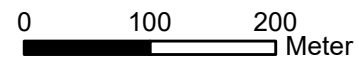



| | |
|--|-------------|
| Abb. A3.1 | 30281-22-01 |
| Mittlere NO _x -Emissionsdichte auf dem berücksichtigten Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall | |
|  Lohmeyer | |

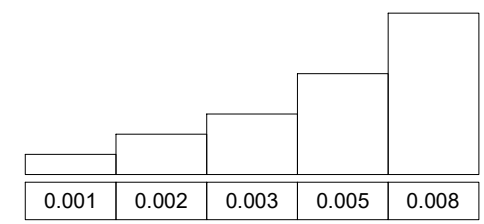
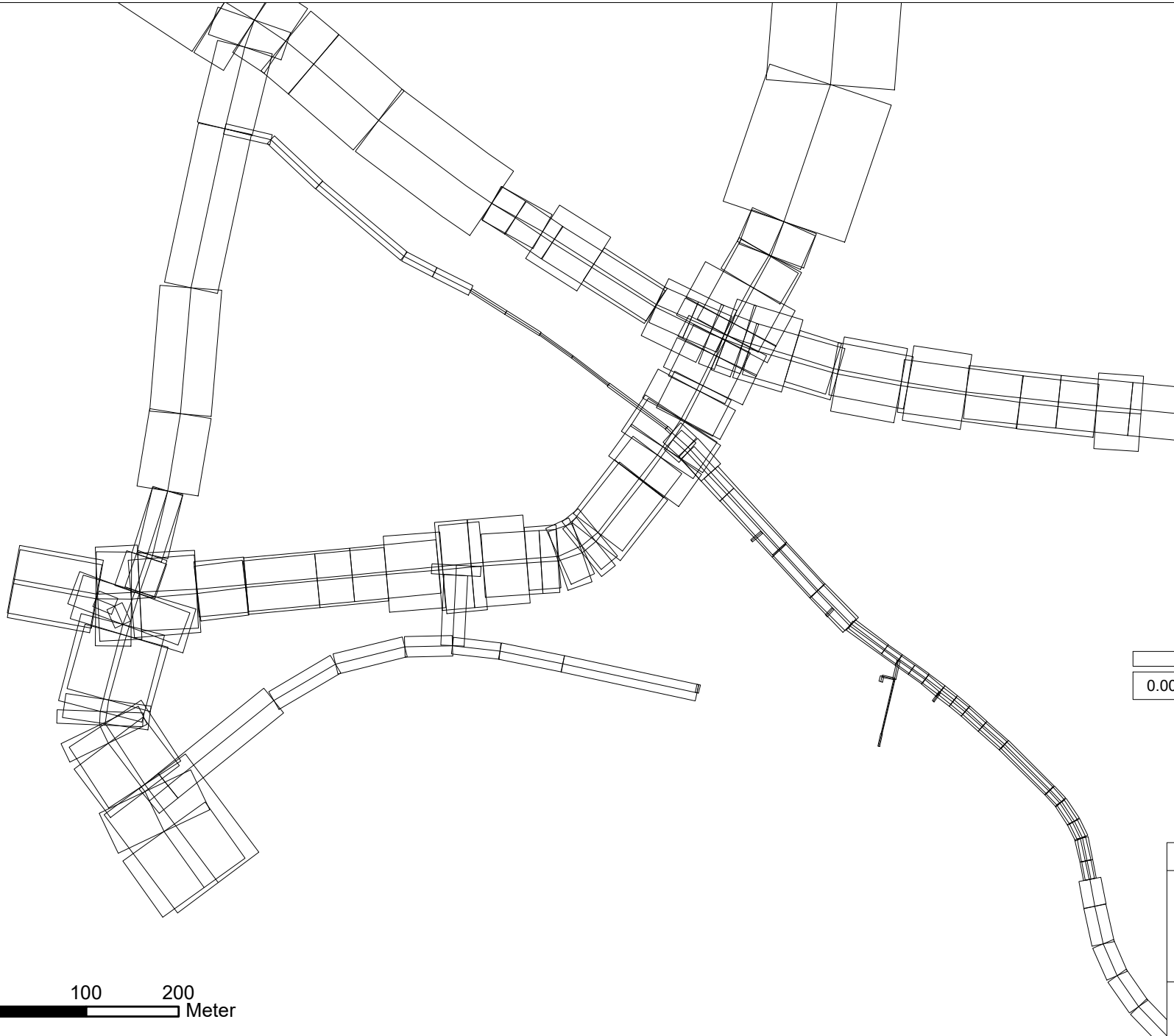




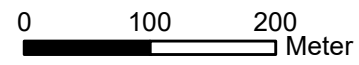
Emission in $\text{mg}/(\text{m} \cdot \text{s})$




| | |
|--|-------------|
| Abb. A3.3 | 30281-22-01 |
| Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem berücksichtigten Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall | |
|  Lohmeyer | |



Emission in mg/(m*s)



| | |
|--|-------------|
| Abb. A3.4 | 30281-22-01 |
| Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem berücksichtigten Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall | |
|  Lohmeyer | |

