Straßenbauverwaltung: Die Autobahn GmbH des Bundes Straße / Abschnittsnummer / Station: A 100/A 115
A 100/A 115 Umbau Autobahndreieck Funkturm A 100, RF DD - Bau-km 0+000 (Betr.-km 6,091) bis Bau-km 0+879.320 (Betr.-km 7,042) A 100, RF HH - Bau-km 0+000 (Betr.-km 7,042) bis Bau-km 0+970.352 (Betr.-km 6,002) A 115 - Bau-km 0+150 (Betr.-km 26,710) bis Bau-km 1+051.220 (Betr.-km 27,641)
PROJIS-Nr.:

FESTSTELLUNGSENTWURF

Luftschadstoffgutachten

aufgestellt: DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und –bau GmbH gez. i.A. Grüschow Berlin, den 25.04.2022	

Lohmeyer

VKE F03.1 A 100/A 115

UMBAU AUTOBAHNDREIECK FUNKTURM

LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN

Auftraggeber:

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

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dresden

Dipl.-Geogr. F. Jänich
Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche
M.Sc. Geogr. J. Lehmkühler
M.Sc. Geoinf. S. Deimel

Dr. rer. nat. I. Düring
Dipl.-Met. G. Ludes

Dezember 2021
Projekt 10259-21-01_LPH4
Berichtsumfang 95 Seiten

Niederlassung Karlsruhe: An der Rossweid 15, 76229 Karlsruhe, Tel.: +49 (0) 721 / 62510-0, E-Mail: info.ka@lohmeyer.de
Niederlassung Dresden: Friedrichstraße 24, 01067 Dresden, Tel.: +49 (0) 351 / 83914-0, E-Mail: info.dd@lohmeyer.de
Niederlassung Dorsten: Alleestraße 10, 46282 Dorsten, Tel.: +49 (0) 2362 / 99337-10, E-Mail: info.dorsten@lohmeyer.de

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1 ZUSAMMENFASSUNG 3

2 AUFGABENSTELLUNG 11

3 VORGEHENSWEISE 12

3.1 Betrachtete Schadstoffe 12

3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe 12

3.3 Berechnungsverfahren PROKAS 13

3.4 Berechnungsverfahren MISKAM/LATRANS 15

3.5 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte 17

4 EINGANGSDATEN 20

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes 20

4.2 Verkehrsdaten 23

4.3 Bebauungs- und Lärmschutzsituation 23

4.4 Meteorologische Daten 23

4.5 Hintergrundbelastung der Luft 30

4.6 Einfluss Schienenverkehr 31

5 EMISSIONEN 34

5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren 34

5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren 34

5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren 36

5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes 38

6 IMMISSIONEN 43

6.1 Stickstoffdioxid (NO_2) 44

6.2 Feinstaub (PM10) 53

6.3 Feinstaub (PM2.5) 63

7 LITERATUR 72

ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN 75

ANHANG A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS PROKAS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION 79

ANHANG A3: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS MISKAM/ LATRANS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION 83

ANHANG A4: EMISSIONSABBILDUNGEN 87

ANHANG A5: KOHLENDIOXID-EMISSIONEN (CO_2) 94

Hinweise:

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 (µg/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 µg/m^3 oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z. B. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann zum gleichen Jah-

resmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO_2-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, 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 größenselektierenden 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

Die DEGES GmbH plant, das AD Funkturm „in freier Gestaltung“ entsprechend der Flächenverfügbarkeit umzubauen.

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

Betrachtet wurden folgende Fälle:

- Prognose-Nullfall 2030 mit der baulichen Situation des Istzustands und den Verkehrszahlen für 2030 sowie Emissionen für das Prognosejahr 2030
- Vorzugsvariante 2030 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme (Verkehrszahlen 2030 sowie Emissionen für das Prognosejahr 2030.

Mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) in seiner Version 4.1 (UBA, 2019) wurden mit PROKAS die kfz-bedingten Emissionen für das Bezugsjahr 2030 ermittelt. Die nicht motorbedingten PM10- und PM2.5-Emissionen sind ebenfalls im HBEFA 4.1 enthalten und werden so verwendet.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte in einem ersten Schritt mit dem Screeningmodell PROKAS. Damit wird für das gesamte Betrachtungsgebiet das Straßennetzmodell PROKAS unter Berücksichtigung von lokal repräsentativen Windverhältnissen angewendet. Mit diesem Verfahren können Straßennetze sowie in typisierter Form Randbebauung und Lärmschutzbauten berücksichtigt werden. Als Windstatistik werden Daten der nahe gelegene Station Tegel herangezogen. Lokale Kaltluftströmungen werden anhand der Ergebnisse aus mikroskaligen Untersuchungen mit dem Stadtklimamodell PALM-4U für den Standort des ADF berücksichtigt.

In einem zweiten Schritt wurden Detailbetrachtungen für den Bereich Spiegelweg und im Bereich Halenseestraße durchgeführt. Die Immissionsberechnung erfolgte durch eine Kombination einer dreidimensionalen mikroskaligen prognostischen Strömungsmodellierung mit MISKAM und einer nachgeschalteten Ausbreitungsrechnung mit dem Lagrange-Partikelmodell LATRANS. Die Schadstoffausbreitung wurde dabei flächenhaft für diese Detailgebiete für die Kombinationen aus Emissionssituationen, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und atmosphä-

rischen Stabilitätsbedingungen unter Berücksichtigung der Topografie und des derzeitigen Planungsstandes simuliert.

Die so berechnete Zusatzbelastung, verursacht vom Kfz-Verkehr auf den berücksichtigten Straßen, wurde mit der zu erwartenden Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wurde auf Grundlage von Messdaten, Modellrechnungen und in Abstimmung mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde der Stadt Berlin angesetzt. Die NO/NO_2-Konversion wurde mit einem vereinfachten Chemiemodell unter Berücksichtigung neuerer Erkenntnisse zur NO_2-direkt-Emission durchgeführt. Diskutiert und bewertet wurde die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

Zusätzlich erfolgte eine Relevanzbetrachtung der schienenbezogenen Emissionen und Immissionen. Hierzu wurden Emissionsdaten des Bahnumweltzentrums der Ausbreitungsmodellierung zugeführt und die Zusatzbelastung ermittelt.

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM10, PM2.5) hinsichtlich des Schutzes der Gesundheit. Die Beurteilung der Maßnahme erfolgte im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Eine kartografische Darstellung der Ergebnisse erfolgt im Abschnitt 6. Die Darstellung der Lage der Immissionsorte ist der **Abb. 4.1** zu entnehmen.

Ergebnisse

Stickstoffdioxid (NO_2)
Die Berechnungen der Luftschadstoffe im Prognose-Nullfall und für die Vorzugsvariante zeigen hohe NO_2-Konzentrationen im Untersuchungsgebiet im Jahr 2030. Davon betroffen ist vor allem der Bereich nördlich des AD Funkturmes bzw. des ICC sowie die Bereiche des nördlichen Tunnelportales an der Halenseestraße und am südlichen Tunnelportal. Der Vergleich der beiden betrachteten Berechnungsfälle zeigt, dass die Flächen bzw. Gebiete, in denen mehr als 40 µg/m^3 prognostiziert werden, in der Vorzugsvariante teilweise höher sind, die NO_2-Konzentrationen in Folge der Wirkung der Lärmschutzwände jedoch schneller abnehmen.

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

An den beurteilungsrelevanten Immissionsorten (= IO), welche die sensiblen Bereiche darstellen, werden keine Überschreitungen des NO_2-Grenzwertes von 40 µg/m³ im Jahresmittel im Prognose-Nullfall und in der Vorzugsvariante 2030 in 1.5 m Höhe berechnet.

An der Riehlstraße 5b, am Spiegelweg 1a und 7 und an der Neuen Kantstraße 17 / Dernburgstraße 59 wird in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall eine Erhöhung des NO_2-Jahresemittelwertes bis zu 5 µg/m³ prognostiziert, die auf eine höhere Verkehrsbelegung zurückzuführen ist.

An den Kleingärten „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“ zeigt sich die Wirkung der geplanten Lärmschutzwand durch eine Reduzierung der NO_2-Jahresmittelwerte in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall.

Die Detailberechnungen zeigen an der Bornimer Straße 13 NO_2-Jahresmittelwerte von 35 µg/m³ im Prognose-Nullfall und 32 µg/m³ in der Vorzugsvariante. Die hohen Immissionen werden nur unmittelbar an dem im Einschnitt liegenden Tunnelportal berechnet, während die Wohngebäude deutlich höher liegen. Auch am südlichen Tunnelportal werden an den Wohngebäuden keine Überschreitungen des NO_2-Grenzwertes prognostiziert.

An der südlichen Fahrtrichtung der A 100 in Höhe des ICC werden im Prognose-Nullfall und in der Vorzugsvariante ebenfalls keine Überschreitungen des NO_2-Jahresmittelwertes prognostiziert. Auf Grund der häufiger auftretenden Westwinde werden die hohen Emissionen und Immissionen in östliche Richtung verfrachtet. In der Vorzugsvariante wird an diesen Immissionsorten durch die geplante Lärmschutzwand an der A 100 eine deutliche Reduzierung erreicht. Es werden an den ausgewählten Immissionsorten NO_2-Jahresmittelwerte zwischen 27 µg/m³ und 26 µg/m³ bei der Vorzugsvariante prognostiziert. Die Konzentrationen sind dort damit in der Vorzugsvariante als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Im Übergangsbereich des ADF in die A 115 werden in der Vorzugsvariante entlang des geplanten Zubringers zur Anschlussstelle Messedamm (Planstraße 1) und damit östlich der A 115 sowie im Kreuzungsbereich des geplanten Zubringers (Planstraße 1) mit dem Messedamm etwas höhere NO_2-Jahresmittelwerte in unmittelbarer Nähe im Vergleich zum Prognose-Nullfall prognostiziert. Am Messedamm 16 wird gegenüber dem Prognose-Nullfall eine Abnahme des NO_2-Jahresmittelwertes um 2 µg/m³ auf 22 µg/m³ prognostiziert, die auf eine niedrigere Verkehrsbelegung zurückzuführen ist. Entlang des geplanten Zubringers (Planstraße 1) treten in Folge der Beschleunigung an den Lichtsignalanlagen und an der Auffahrt

höhere Emissionen auf. In diesem Bereich sind sowohl an der A 115 als auch am Zubringer (Planstraße 1) keine Lärmschutzwände vorhanden.

An den Immissionsorten in der Eichkampsiedlung werden in der Vorzugsvariante leicht erhöhte NO_2-Immissionen bis 22 µg/m³ und im Prognose-Nullfall in unmittelbarer Nähe zur A 115 NO_2-Immissionen bis 25 µg/m³ berechnet. Diese liegen in der Vorzugsvariante oft niedriger als im Prognose-Nullfall.

Östlich der A 115 (Güterbahnhof) wird zwischen dem Prognose-Nullfall und der Vorzugsvariante eine Zunahme von 1 µg/m³ prognostiziert.

Die schienenbedingte Zusatzbelastung leistet bei NO_2 einen zu vernachlässigbaren Beitrag.

PM10-Jahresmittelwert

Die Berechnungen der Luftschadstoffe im Prognose-Nullfall und für die Vorzugsvariante zeigen teilweise hohe PM10-Konzentrationen im Bereich der Fahrbahn und teilweise in deren unmittelbarer Nähe im Jahr 2030. Davon betroffen sind vor allem der Bereich nördlich des AD Funkturmes bzw. ICC sowie die Bereiche des nördlichen Tunnelportales an der Halenseestraße und am südlichen Tunnelportal. Der Vergleich der beiden betrachteten Berechnungsfälle zeigt, dass die Flächen, in denen PM10-Jahresmittelwerte größer 40 µg/m³ prognostiziert werden, in der Vorzugsvariante teilweise größer sind, die PM10-Konzentrationen in Folge der Wirkung der Lärmschutzwände jedoch schneller abnehmen.

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

An den ausgewählten Immissionsorten werden im Untersuchungsgebiet keine Überschreitungen des seit dem Jahr 2005 geltenden Grenzwertes für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ berechnet. Im nordöstlichen Untersuchungsgebiet werden im Prognose-Nullfall am Immissionsort Riehlstraße 5b die höchsten PM10-Jahresmittelwerte mit 26 µg/m³ und mit 29 µg/m³ in der Vorzugsvariante berechnet. An den Immissionsorten des Spiegelweges 1a und 7, der Neuen Kantstraße 15, 16, 18, 18a, 19, 20, Wundtstraße 67, 69 und der Neuen Kantstraße 17/Dernburgstraße 59 wird eine Erhöhung der PM10-Konzentration von 2 µg/m³ gegenüber dem Prognose-Nullfall prognostiziert, die auf Grund der höheren Verkehrsbelegung in Kombination mit der Bebauung in kurzer Entfernung zur Straße begründet ist. Zudem sind

die östlichen Bereiche wegen der tendenziell häufigeren Westwinde stärker belastet als die westlichen Bereiche der A 100.

An den Kleingärten „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“ zeigt sich in der Reduzierung der PM10-Jahresmittelwerte die Wirkung der geplanten Lärmschutzwand in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall.

Die Detailberechnungen zeigen, dass an der Bornimer Straße 13 PM10-Jahresmittelwerte von 26 µg/m³ im Prognose-Nullfall und in der Vorzugsvariante berechnet werden. Die hohen Immissionen werden nur unmittelbar an dem im Einschnitt liegenden Tunnelportal berechnet, während die Wohngebäude deutlich höher liegen und dort die Konzentrationen niedriger sind. Auch am südlichen Tunnelportal werden an den Wohngebäuden keine Überschreitungen des PM10-Grenzwertes berechnet.

An der südlichen Fahrtrichtung der A 100 in Höhe des ICC werden im Prognose-Nullfall und in der Vorzugsvariante ebenfalls keine Überschreitungen des PM10-Jahresmittelwertes prognostiziert. Auf Grund der häufiger auftretenden Westwinde werden die Emissionen häufig in östliche Richtung verfrachtet. In der Vorzugsvariante wird an diesen Immissionsorten durch die geplante Lärmschutzwand an der A 100 eine Reduzierung am ICC von 3 µg/m³ erreicht. An den ausgewählten Immissionsorten werden noch 23 µg/m³ bei der Vorzugsvariante prognostiziert. Die Konzentrationen sind dort damit in der Vorzugsvariante als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

An der A 115 im Bereich Messedamm sind die Unterschiede in Folge der Planung deutlich erkennbar, die bei der Vorzugsvariante zu einem Anstieg der PM10-Konzentrationen im Bereich der Anschlussstelle Messedamm bzw. entlang des geplanten Zubringers (Planstraße 1) führen. Der PM10-Jahresmittelgrenzwert wird unterschritten. An den sensiblen Orten am Messedamm wird in der Vorzugsvariante eine Reduzierung der PM10-Konzentrationen um 2 µg/m³ bis 3 µg/m³ gegenüber dem Prognose-Nullfall berechnet. An diesen eben erwähnten Immissionsorten betragen die PM10-Jahresmittelwerte in der Vorzugsvariante maximal 22 µg/m³. Die berechneten PM10-Jahresmittelwerte sind als leicht erhöhte Konzentration zu bezeichnen.

Die Ergebnisse zur Berechnung der schienenbedingten Zusatzbelastung zeigen an den ausgewählten Immissionsorten maximale Werte von 2 µg/m³. Damit liegen in der Vorzugsvariante an den höchstbelasteten Immissionsorten an der Riehlstraße 5b die PM10-Jahresmittelwerte

bei max. 31 µg/m³, am Spiegelweg 7 bei max. 29 µg/m³ und an Neue Kantstraße 17/Dernburgstraße 59 bei max. 29 µg/m³. Folglich würde an diesen Immissionsorten auch der seit dem Jahr 2005 geltenden Grenzwertes für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ unterschritten.

PM10-24h-Grenzwert

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stunden-Grenzwert für Partikel (PM10) von 50 µg/m³ definiert, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend den Darstellungen im Kapitel 3 wird angesetzt, dass bei Konzentrationen unterhalb des entsprechenden Schwellenwertes von 29 µg/m³ (Jahresmittelwert) auch der PM10-24h-Grenzwert sicher eingehalten wird. Der PM10-24h-Grenzwert ist somit eine strengere Kenngröße als der Jahresmittelgrenzwert (vgl. Kapitel 3).

Im Prognose-Nullfall werden den Berechnungen zur Folge im Nahbereich zur A 100 29 µg/m³ im Jahresmittel überschritten. Davon betroffen sind vor allem der Bereich nördlich des AD Funkturmes bzw. ICC sowie die Bereiche des nördlichen Tunnelportales an der Halenseestraße und am südlichen Tunnelportal. Entlang der A 115, des Messedammes, der Jaffestraße, westlich der A 100 und östlich der A 100 (Kleingärten) wird eine Einhaltung des PM10-24h-Grenzwerts prognostiziert. An den ausgewählten Immissionsorten werden keine Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes im Prognose-Nullfall prognostiziert.

In der Vorzugsvariante werden ebenfalls sichere Grenzwertüberschreitungen des 24h-Wertes berechnet. Davon betroffen sind vergleichbar zum Prognose-Nullfall der nordöstliche und südöstliche Bereich des Untersuchungsgebietes. Entlang der A 115, des Messedammes, der Jaffestraße, westlich der A 100 und östlich der A 100 (Kleingärten) wird eine Einhaltung des PM10-24h-Grenzwerts prognostiziert. Am ausgewählten Immissionsort Riehlstraße 5b ist in der Vorzugsvariante eine Überschreitung des PM10-24h-Grenzwertes in meteorologisch ungünstigen Jahren möglich.

Die Ergebnisse zur Berechnung der schienenbedingten Zusatzbelastung zeigen an den ausgewählten Immissionsorten maximal 2 µg/m³. Schlägt man diesem Wert den o. g. PM10-Gesamtbelastungen zu, dann würden sich in der Vorzugsvariante am ausgewählten Immissionsort Riehlstraße 5b mit 31 µg/m³ und an der Ecke Neue Kantstraße 17/Dernburgstraße 59 mit 30 µg/m³ Werte ergeben, die oberhalb des Schwellenwertes zur Bewertung des PM10-24h-Grenzwertes liegen. Eine Überschreitung wäre dort in meteorologisch ungünstigen Jahren möglich.

An allen anderen Immissionsorten würde die Gesamtbelastung bei Berücksichtigung der schienenbedingten Zusatzbelastung weiterhin unterhalb von 29 µg/m³ betragen.

PM2.5-Jahresmittelwert
Auch beim PM2.5-Jahresmittelwert werden in beiden Betrachtungsfällen hohe PM2.5-Jahresmittelwerte im Bereich der Fahrbahn und teilweise in deren unmittelbarer Nähe berechnet. Davon betroffen sind teilweise der Bereich nördlich des AD Funkturmes bzw. ICC sowie die Bereiche des nördlichen Tunnelportales an der Halenseestraße und am südlichen Tunnelportal.

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

Der PM2.5-Jahresmittelgrenzwert von 25 µg/m³ wird an allen sensiblen Immissionsorten und damit an den beurteilungsrelevanten Gebäuden, wie Wohnbebauung, im Prognose-Nullfall unterschritten.

Die Berechnungen für die Vorzugsvariante zeigen ebenfalls hohe PM2.5-Belastungen im nördlichen Bereich an der A 100 und im südöstlichen Untersuchungsgebiet an der A 100 im Bereich der Tunnelportale. Der PM2.5-Jahresmittelgrenzwert von 25 µg/m³ wird an allen sensiblen Immissionsorten und damit an den beurteilungsrelevanten Gebäuden, wie Wohnbebauung, in der Vorzugsvariante unterschritten. An den Immissionsorten Riehlstraße 5b, Spiegelweg 1a, Neue Kantstraße 15, 16, 18, 18a, 19 und 20, an der Ecke Neue Kantstraße 17/Dernburgstraße 59 wird in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall eine Zunahme um 1 µg/m³ prognostiziert.

An den Kleingärten „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“ und dem ICC sowie entlang der A 115 werden in der Vorzugsvariante leicht erhöhte bis erhöhte PM2.5-Konzentrationen ermittelt. Gegenüber dem Prognose-Nullfall werden häufig geringere PM2.5-Jahresmittelwerte berechnet.

Im Bereich zwischen östlich der A 115 und dem geplanten Zubringer zur Anschlussstelle Messedamm (Planstraße 1) werden teilweise etwas höhere PM2.5-Konzentrationen in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall prognostiziert.

Die schienenbedingte Zusatzbelastung leistet bei PM2.5 einen zu vernachlässigbaren Beitrag.

Gesamtbewertung

Die Berechnungen der Immissionen zum Prognose-Nullfall und für die Vorzugsvariante für das Bezugsjahr 2030 zeigen teilweise hohe Belastungen im Bereich der Fahrbahn und teilweise in deren unmittelbarer Nähe. Im Vergleich zum Prognose-Nullfall zeigen die Berechnungen der Vorzugsvariante oft geringere Luftschadstoffbelastungen. Nur vereinzelt und in geringem Umfang werden an den betrachteten Immissionsorten höhere Belastungen als im Prognose-Nullfall ermittelt.

Beim NO_2-Jahresmittelwert, beim PM10-Jahresmittelwert und beim PM2.5-Jahresmittelwert werden keine Grenzwertüberschreitungen an den ausgewählten Immissionsorten im Prognose-Nullfall und in der Vorzugsvariante berechnet.

Beim PM10-24h-Grenzwert kann in der Vorzugsvariante bei explizierter Berücksichtigung der schienenbedingten Zusatzbelastung eine Überschreitung an der Riehlstraße 5b sowie Neue Kantstraße 17/Dernburger Straße 59 in meteorologisch ungünstigen Jahren auftreten.

Bei allen diesen Aussagen ist zu berücksichtigen, dass konservativ davon ausgegangen wurde, dass die Hintergrundbelastung zwischen 2025 und 2030 trotz zu erwartender weiterer Luftreinhaltemaßnahmen gleichbleibt.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die DEGES GmbH plant, das AD Funkturm „in freier Gestaltung“ entsprechend der Flächenverfügbarkeit umzubauen.

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

Betrachtet wurden folgende Fälle:

- Prognose-Nullfall 2030 (mit der baulichen Situation des Istzustands und den Verkehrszahlen für 2030 sowie Emissionen für das Prognosejahr 2030)
- Vorzugsvariante 2030 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme (Verkehrszahlen 2030 sowie Emissionen für das Prognosejahr 2030)

Als mögliches Jahr der Inbetriebnahme der Planungsmaßnahme ist 2031/2032 geplant. Für die Emissionsberechnungen wird jedoch analog zu den Verkehrszahlen 2030 die Fahrzeugflotte für das Jahr 2030 zugrunde gelegt. Da für die Ausbreitungsberechnungen die Emissionen für das Jahr 2030 zu Grunde gelegt werden, entspricht es einer konservativen Vorgehensweise, da für zukünftige Jahre aus der Emissionsdatenbasis aufgrund fortschreitender Entwicklung der Kfz-Flotte geringere Emissionen ausgelesen werden. Mit solch einer Vorgehensweise wird bewirkt, dass die berechneten Immissionen für die Jahre ab der Inbetriebnahme nicht unterschätzt werden und eine mögliche, planungsbedingte Überschreitung von Beurteilungswerten nicht versehentlich unerkannt bleibt.

Die Beurteilung der Maßnahme soll für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstäube (PM10, PM2.5) im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV für das Jahr 2030 erfolgen.

Weiterhin sollen die zu erwartenden Kohlendioxid-Emissionen als „reported“ (CO_2r) bzw. „total“ (CO_2t) ausgewiesen werden.

3 VORGEHENSWEISE

3.1 Betrachtete Schadstoffe

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

Die Relevanz der Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO_2 und PM10 erreicht. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzo(a)pyren (BaP) als Leitsubstanz der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), Benzol, Blei, Schwefeldioxid (SO_2) und Kohlenmonoxid (CO) sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid (NO) gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2), Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 und 2.5 µm (PM10, PM2.5) betrachtet.

3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO_2	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	

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

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert. Neben den Jahresmittelwerten wird auch der PM10-Kurzzeitgrenzwert abgeleitet und bewertet. Auf die Berechnung des NO_2-Kurzzeitgrenzwert als Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf, wird verzichtet, da der NO_2-Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m³ eher überschritten wird, als der Kurzzeitgrenzwert.

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

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

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

3.3 Berechnungsverfahren PROKAS

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

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung sind im HBEFA 4.1 ebenfalls enthalten und werden so verwendet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020).

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

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

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

Für die Berechnung der NO-NO_2-Umwandlung wird das vereinfachte Chemiemodell nach Düring et al. (2011) verwendet. Abweichend von der dort beschriebenen Standardeinstellung werden im vorliegenden Projekt entsprechend den Empfehlungen in Düring et al. (2021) die NO_2-Direktemissionen aus HBEFA4.1 halbiert. Dies resultiert u.a. aus Untersuchungen der Konversionsverhältnisse in Messdaten aus Projekten im Land Brandenburg, Hamburg und Berlin (siehe auch Diegmann, 2020; SVU, 2021).

3.4 Berechnungsverfahren MISKAM/LATRANS

Die Bestimmung der Luftschadstoffimmissionen erfolgt zweistufig. Im ersten Schritt werden mit MISKAM Windfelder berechnet, die die Umströmung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Gebäudekonfigurationen sowie Lärmschutzwände modellieren. Hierbei wird die Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017; Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle) berücksichtigt. Im zweiten Schritt schließen sich Ausbreitungsrechnungen mit dem Lagrange-Partikelmodell LATRANS an. Eine genauere Beschreibung der Berechnungsmethodik ist im Anhang A3 dokumentiert.

Die Emissionen auf dem Straßennetz wurden aus den Berechnungen mit PROKAS übernommen.

Das Rechengebiet wird mit einem äquidistanten Netz überzogen, dessen horizontale Auflösung 0.8 m im nördlichen Detailgebiet und 2 m im südlichen Detailgebiet beträgt. Es werden 36 Strömungsrechnungen für die Windrichtungen 10º bis 360º sowie anschließend je 36 Ausbreitungsrechnungen für die betrachteten Schadstoffe durchgeführt. Dabei wird jeweils neutrale thermische Schichtung der Atmosphäre angenommen. Im Rahmen der Modellvalidierung zeigte sich, dass die mit der Koppelung MISKAM/LATRANS berechneten Immissionsfelder in sehr guter Näherung mit der Windgeschwindigkeit skalierbar sind. Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass in dicht bebautem Gelände aufgrund der hohen städtischen Rauigkeit genug mechanische Turbulenz erzeugt wird, sodass näherungsweise von einer neutralen Schichtung im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden kann (unabhängig von der großräumigen thermischen Schichtung).

Durch die Kolbenwirkung der Fahrzeuge entsteht innerhalb des Tunnels im hier geplanten Richtungsverkehr eine Luftströmung in Fahrtrichtung. Dieses Strömungsregime setzt sich am Austritts-Tunnelportal zunächst fort, wodurch die schadstoffangereicherte Luft zunächst weiter in Fahrtrichtung abtransportiert wird. Mit zunehmender Dauer wird diese Strömung vom äußeren Windfeld überprägt (s. **Abb. 3.1**).

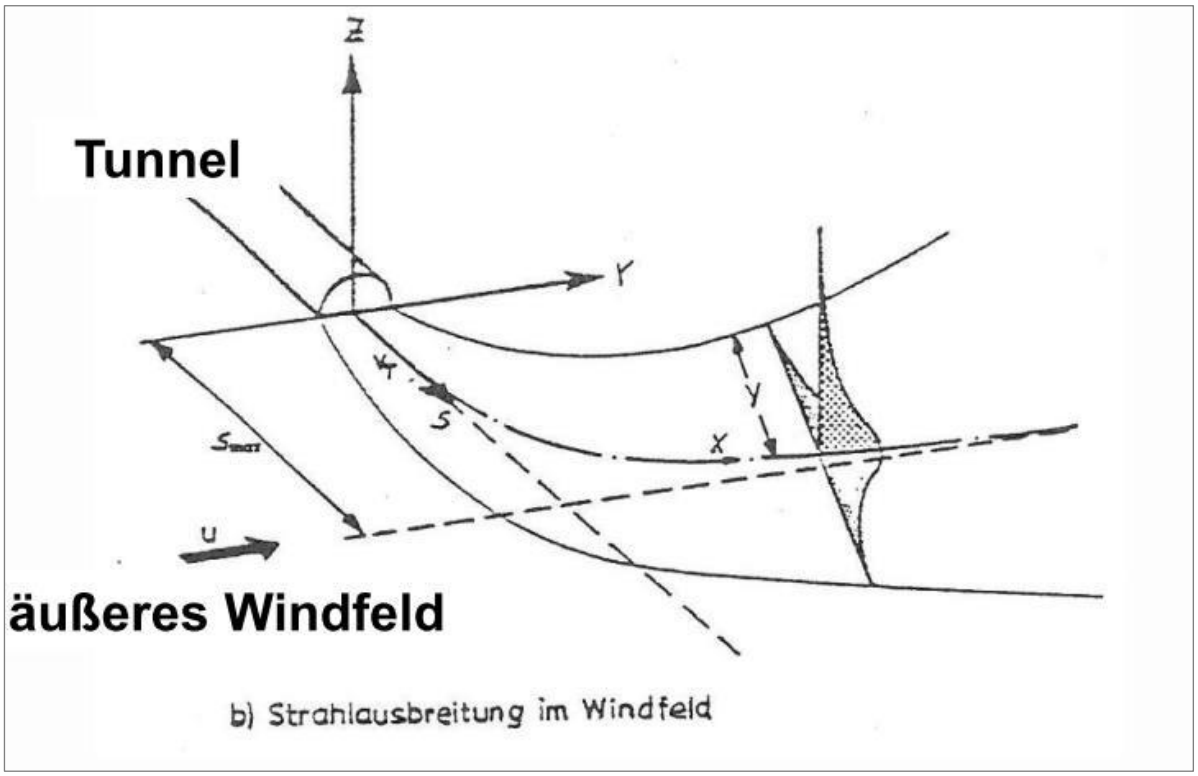


Abb. 3.1: Tunnelportalabluftausbreitung am Tunnelportal – Schaubild (Herzke, 1972)

Dieser Effekt wurde bei den Windfeld- und Ausbreitungsberechnungen der Tunnel durch die Vorgabe eines Startimpuls pro Tunnelportal berücksichtigt. Die Berechnung des Startimpulses erfolgt auf der Grundlage folgender Größen (Herzke, 1972):

- Tunnellänge
- Lichter Querschnitt
- Umfang innen
- Hydraulischer Durchmesser
- Strömungsverluste im Tunnel
- Austrittswinkel
- Maßgeblicher stündliche Verkehrsstärke und
- LKW-Anteil
- Maßgebliche Fahrzeuggeschwindigkeit.

Für die Ausbreitung verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind die bodennahen Freisetzungsbedingungen von besonderer Bedeutung, da durch die Bewegungen der Fahrzeuge auf einer Straße Verwirbelungen der Luft entstehen, welche als fahrzeugerzeugte Turbulenz (TPT: Traffic Produced Turbulence) bezeichnet werden. Die TPT wirkt sich insbesondere auf trassennah modellierte Konzentrationen aus. Sie wird in der Ausbreitungsrechnung durch eine vertikale Anfangsverdünnung der Schadstoffe berücksichtigt.

Für jeden Schadstoff werden aus den jeweils 36 Immissionsfeldern unter Verwendung der Windstatistik, der Emissionshäufigkeitsverteilung und der Schadstoffhintergrundbelastung flächendeckend die Jahresmittelwerte als Gesamtbelastung berechnet.

3.5 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO_2 einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der Jahresmittelwert 54 µg/m³ (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von 50 µg/m³ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m³ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.2**). 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. 3.2** dargestellt.

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

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BASt (2005) angegebene „best fit"-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m^3 (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab 29 µg/m^3 abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

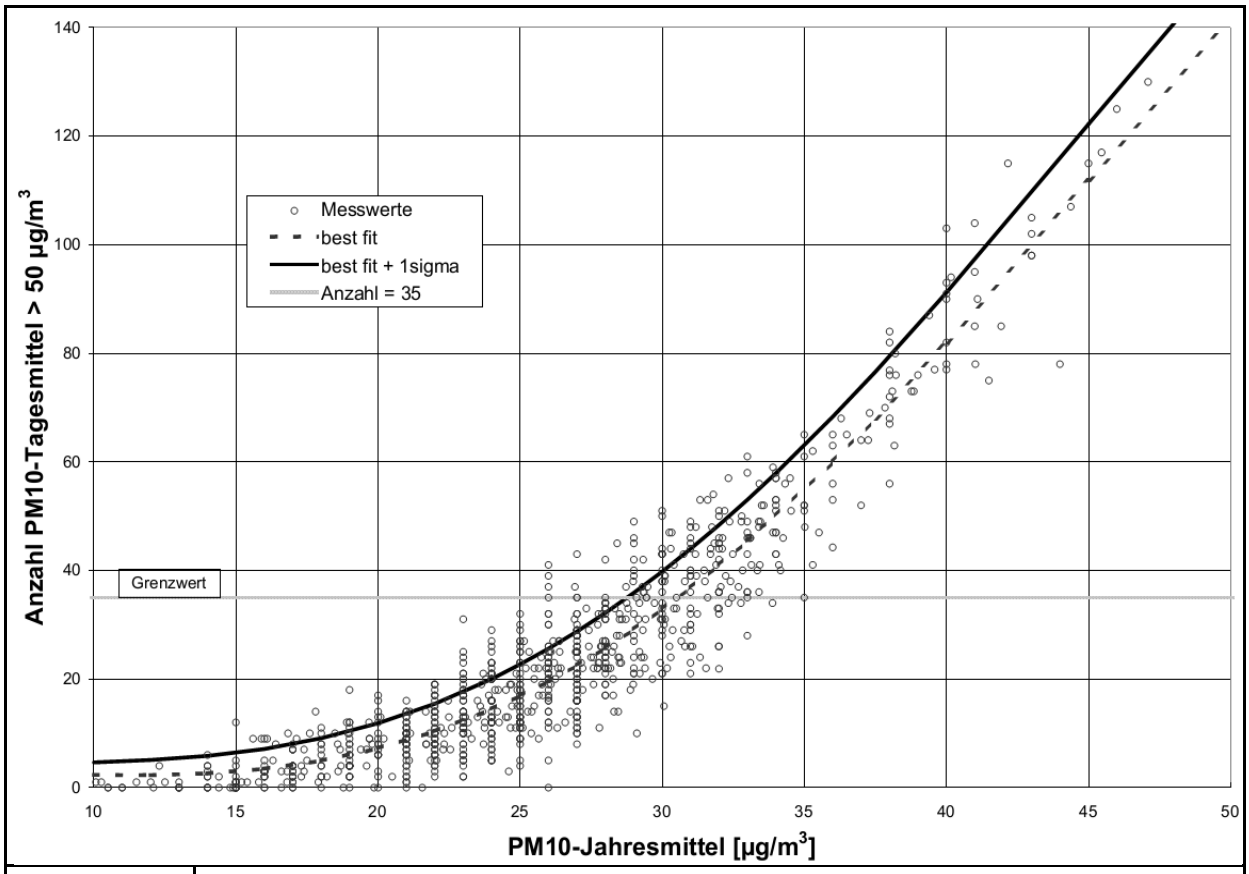


Abb. 3.2: Anzahl der Tage mit mehr als 50 µg PM10/m^3 im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BASt, 2005)

Für die Bewertung des PM10-24 h-Grenzwertes lässt sich die folgende differenzierte Bewertung in Hinblick auf das Eintreten von Überschreitungen ableiten:

PM10-Jahresmittel	**Überschreitung PM10-Tagesmittel**
<29 µg/m³	keine Überschreitung
29 - 30 µg/m³	selten (Wahrscheinlichkeit <40 %)
31 - 33 µg/m³	öfter möglich (Wahrscheinlichkeit 40 bis 80 %)
34 - 35 µg/m³	wahrscheinlich (Wahrscheinlichkeit >80 %)
≥36 µg/m³	so gut wie sicher

4 EINGANGSDATEN

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

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

- Technische Planung in Form von Lageplänen (Stand 2021-06)
- Technische Planung in Form von Höhenplänen (Stand 2021-06)
- Verkehrsbelegungsdaten (Stand 2021-06-24 für Vorzugsvariante, Stand 2021-06-08 für Prognose-Nullfall)
- Lage und Höhen von Gebäuden
- Lage und Höhen von Lärmschutzanlagen (Stand 2021-06)

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die A 100 bildet den inneren Berliner Stadtring und verbindet im derzeitigen Ausbauzustand in einem Südwestbogen die Bezirke Mitte, Charlottenburg-Wilmersdorf, Tempelhof-Schöneberg und Neukölln. Die Verlängerung nach Nordosten in die Bezirke Friedrichshain-Kreuzberg und Treptow-Köpenick wird derzeit gebaut. Die A 115 verbindet den Berliner Stadtring vom Autobahndreieck Funkturm (AD Funkturm) im Südwesten der Stadt mit dem Berliner Ring A 10 am Dreieck Nuthetal. Das AD Funkturm verknüpft diese beiden Bundesautobahnen und ist aktuell der bundesweit am stärksten belastete Autobahnverknüpfungspunkt mit einer durchschnittlichen werktäglichen Belastung von bis zu 230 000 Kfz/24 h.

Am Autobahndreieck (AD) Funkturm befinden sich das ICC und die Messe, so dass dieses Untersuchungsgebiet durch viele Fahrrichtungsspuren bzw. Anschlüsse charakterisiert ist. Gleichzeitig verlaufen wichtige Hauptstraßen parallel zu den Bundesautobahnen bzw. kreuzen diese.

Westlich des Untersuchungsgebietes befindet sich die Messe Berlin bzw. das ICC. Nördlich, östlich und südlich schließt Wohnbebauung und z. T. gewerbliche Nutzung an. Zwischen der A 100 und der A 115 befinden sich eine Tank- und Rastanlage sowie Gleisanlagen und ein Güterbahnhof. Im Bereich östlich der Richtungsfahrbahn Hamburg (A 100) sind Kleingärten vorhanden.

Im Rahmen der Planungen werden 24 Brücken, Rampen und weitere Bauwerke auf einer Gesamtlänge von 1.9 km erneuert. Dabei werden die Verbindungsrampen teilweise verlängert und die Verkehrsführungen innerhalb des Autobahndreieckes verändert. Die Anschlussstelle Messedamm wird verschoben und hierfür wird eine neue Planstraße östlich der A 115 geplant. Der Rasthof AVUS entfällt.

Zwischen der A 115 werden neue Lärmschutzwände entstehen. Auch sind östlich der A 100 in Höhe Dernburger Straße neue Lärmschutzwände geplant.

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigte Straßennetz. In den betrachteten Berechnungsfällen werden nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an Werktagen (DTV_W) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Die Emissionen von Straßenabschnitten mit geringerer Verkehrsbelegung werden über die Hintergrundbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5). Die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet weisen zum Teil lockere bis dichte einseitige oder zweiseitige Bebauung auf (Abschnitt 4.3).

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte in einem ersten Schritt mit dem Screeningmodell PROKAS für das gesamte Betrachtungsgebiet.

In einem zweiten Schritt wurden Detailbetrachtungen mit dem Modell MISKAM/LATRANS für den Bereich Spiegelweg, nördlich des AD Funkturms (Neue Kantstr., Spiegelweg, Riehlstraße) und im Bereich Halenseestraße (südöstlich des AD Funkturmes) durchgeführt.

Die Lage des Untersuchungsgebietes mit den bestehenden und geplanten Straßenverläufen und die Detailgebiete sind in **Abb. 4.1** aufgezeigt.

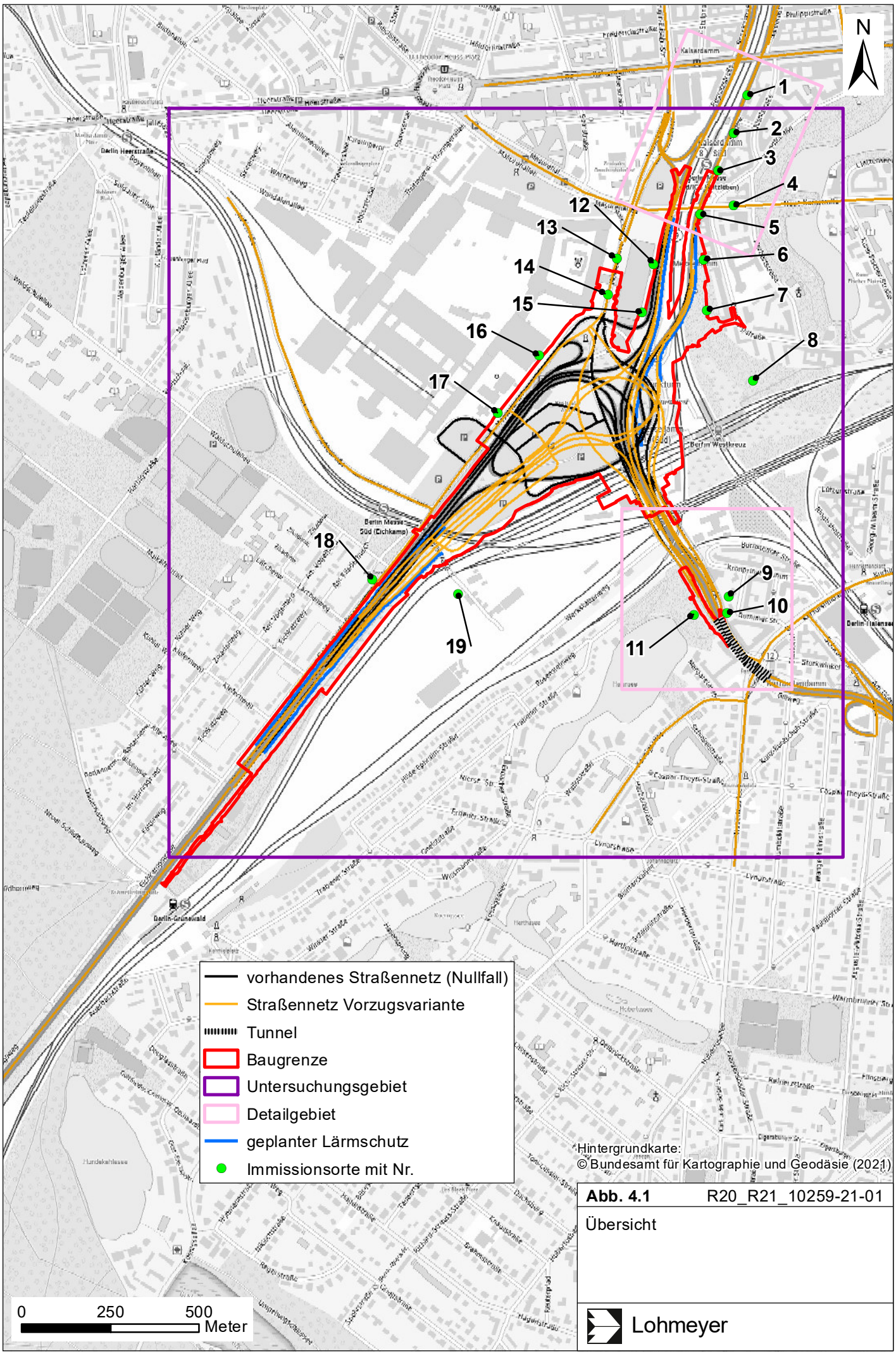


Abb. 4.1 R20_R21_10259-21-01

Übersicht

Lohmeyer

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten (Hoffmann-Leichter Ingenieurgesellschaft mbH, 2021), die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, liegen als Verkehrsstärken für mittlere Verkehrsbelegung für das Prognosejahr 2030 vor. Sie sind für den Prognose-Nullfall 2030 in **Abb. 4.2**, für die Vorzugsvariante 2030 in **Abb. 4.3** dargestellt.

4.3 Bebauungs- und Lärmschutzsituation

Für die zwei Detailgebiete werden Berechnungen mit MISKAM/LATRANS durchgeführt, welche die Belastungssituation detaillierter darstellen. Für die Detailuntersuchungen wurde ein digitales Gebäude- und Hindernismodell (**Abb. 4.4**) erstellt.

Der geplante Lärmschutz wird entsprechend der schalltechnischen Untersuchung (Stand 2021-06; CS Planungs- und Ingenieurgesellschaft mbH, 2021) für die Vorzugsvariante übernommen. Die Lage der geplanten Lärmschutzwände ist in **Abb. 4.1** gekennzeichnet (blaue Linie).

4.4 Meteorologische Daten

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

Für den Bereich innerhalb des Untersuchungsgebietes stehen keine meteorologischen Daten aus dem hauptamtlichen Stationsnetz des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung. In direkter Umgebung liegen Winddaten des Deutschen Wetterdienstes für die Station Berlin Tegel (DWD, 2021) vor. Die Station ist ca. 7.5 km nördlich vom Untersuchungsgebiet gelegen.

Die Windmessung erfolgt dort in 10 m Höhe über Grund. Die häufigsten Windrichtungen liegen bei Südwest. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3.6 m/s. Die Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik der Station Tegel ist in **Abb. 4.5** grafisch dargestellt. Diese Windstatistik repräsentiert die Windverhältnisse im Freiland, das heißt bei weitgehend ungestörten Verhältnissen. Die Landnutzungsunterschiede zwischen der Messstation und dem Untersuchungsgebiet wirken sich auf die Windgeschwindigkeit aus. Aufgrund der aerodynamischen Rauhig-

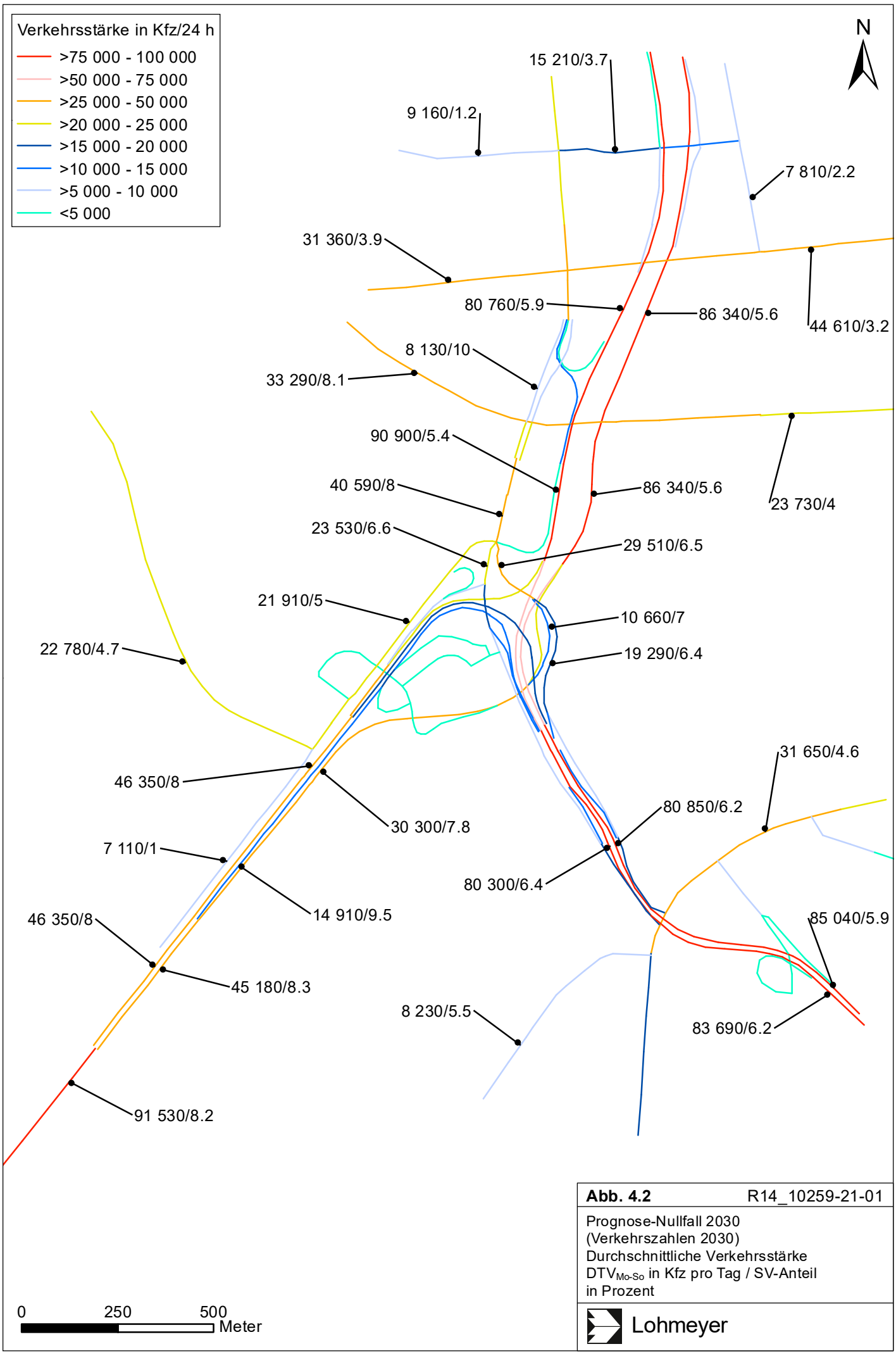


Abb. 4.2 R14_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
(Verkehrszahlen 2030)
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_{Mo-So} in Kfz pro Tag / SV-Anteil
in Prozent

Lohmeyer

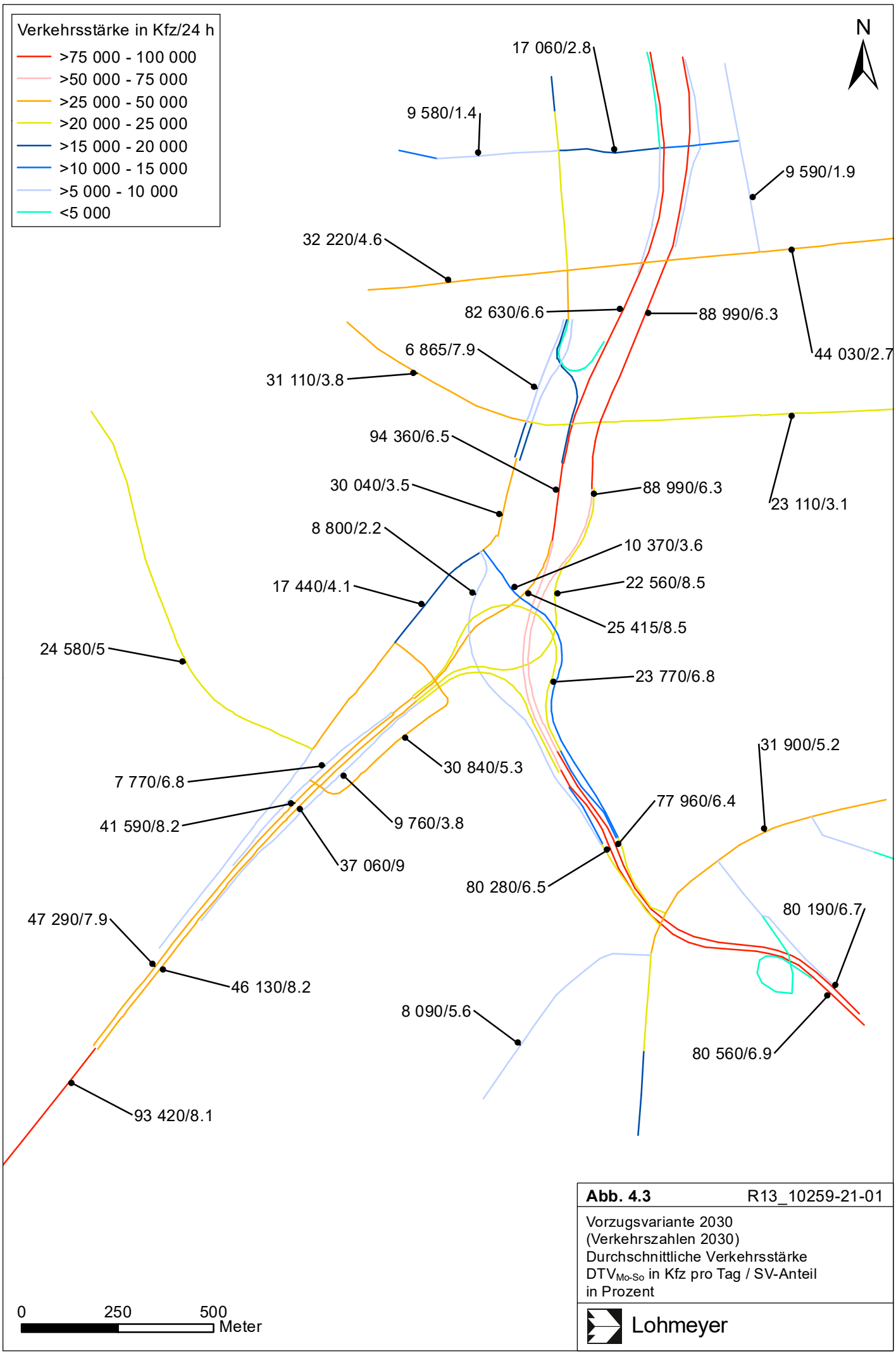


Abb. 4.3 R13_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
(Verkehrszahlen 2030)
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_{Mo-So} in Kfz pro Tag / SV-Anteil
in Prozent

Lohmeyer

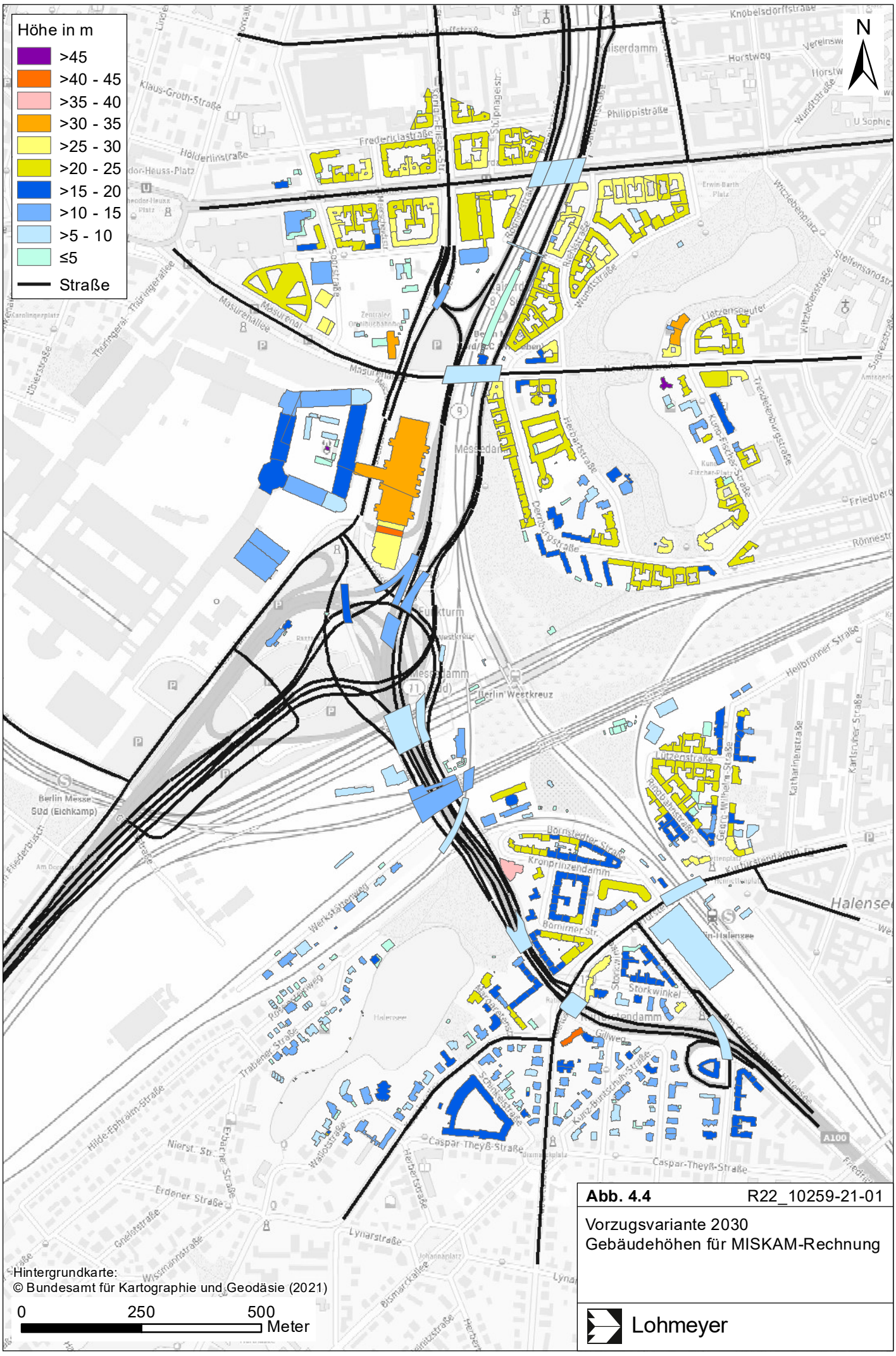


Abb. 4.4 R22_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
Gebäudehöhen für MISKAM-Rechnung

Lohmeyer

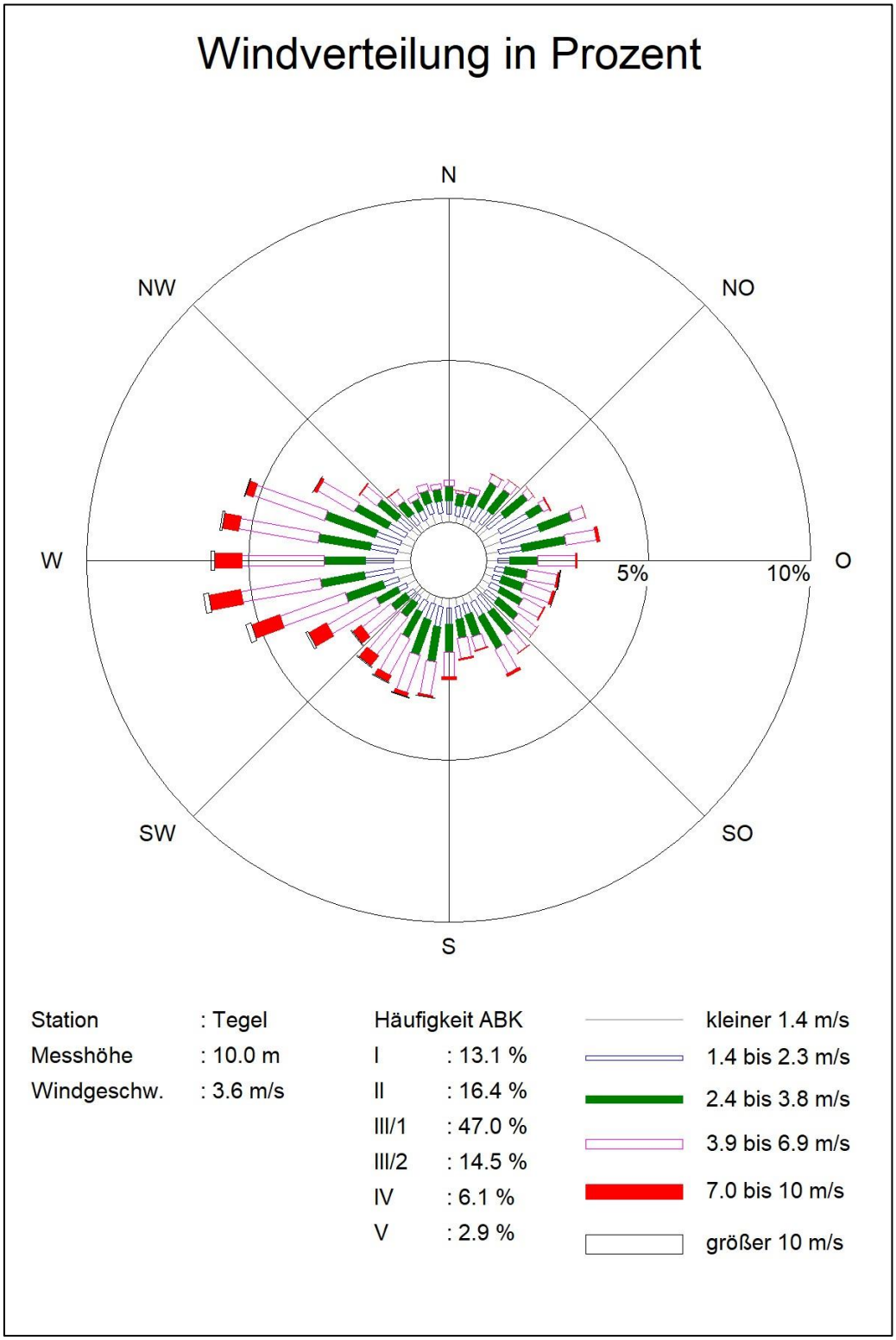


Abb. 4.5: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Station Tegel 2016–2020. Quelle: DWD, eigene Darstellung

keit im Untersuchungsgebiet werden die mittleren Windverhältnisse für den Standort angepasst.

Für das Untersuchungsgebiet wurden zudem mit dem Stadtklimamodell PALM-4U mikroskalige Modellrechnungen durch die Lohmeyer GmbH durchgeführt (Lohmeyer, 2020). Die Berechnungsergebnisse zeigen u. a., dass das Autobahndreieck bodennah von Südsüdwesten nach Nordnordosten überströmt wird und ein Teil der Luftmassen nach Norden entlang der A 100 und ein Teil nach Osten parallel zu den Bahnlinien entlang der bebauungsfreien Flächen weiter strömt.

Aus diesen Modellrechnungen geht hervor, dass im geplanten Bereich der A 115, AD Funkturm bei autochthonen Wetterlagen lokale bodennahe Strömungen auftreten, welche vorherrschende Strömungskomponenten aus Südsüdwesten aufweisen. Nach diesen Berechnungen ist es also möglich, dass bodennahe Schadstoffemissionen der A 115, AD Funkturm bei diesen Wetterlagen bevorzugt in nordnordöstliche Richtungen verfrachtet werden könnten.

In der o. g. Ausbreitungsklassenstatistik der Station Berlin-Tegel ist dieser lokale Effekt nicht enthalten. Ortsbezogene Messungen, welche die lokalen Strömungseffekte im geplanten Bereich der A 115, AD Funkturm enthalten, existieren - wie oben bereits erwähnt - nicht. Um die genannten lokalen Strömungseffekte in der Windstatistik zu berücksichtigen, wurde deshalb die Ausbreitungsklassenstatistik Tegel entsprechend der zu erwartenden Situation angepasst. Dafür wird eine vereinfachte empirische Methodik genutzt, bei der die Windrichtungshäufigkeiten der Ausbreitungsklasse I (AK I, stark stabile Ausbreitungsbedingungen) bei Windgeschwindigkeiten <1.5 m/s aus anderen Sektoren gleichmäßig auf die aus den Modellrechnungen abgeleiteten südsüdwestliche bis südwestliche Windrichtungen verteilt werden. Die Häufigkeit dieser Situation trat bei ca. 8 % der Fälle auf.

Die in den Ausbreitungsberechnungen verwendete Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik ist in **Abb. 4.6** aufgezeigt.

Zusätzlich wird an der Station Berlin-Tegel die Lufttemperatur gemessen. Für die 10-jährige Temperaturzeitreihe (2011–2020) ergeben sich dort im Mittel 10.3°C. Die Temperatur wird für die Emissionsberechnung benötigt (s. u.).

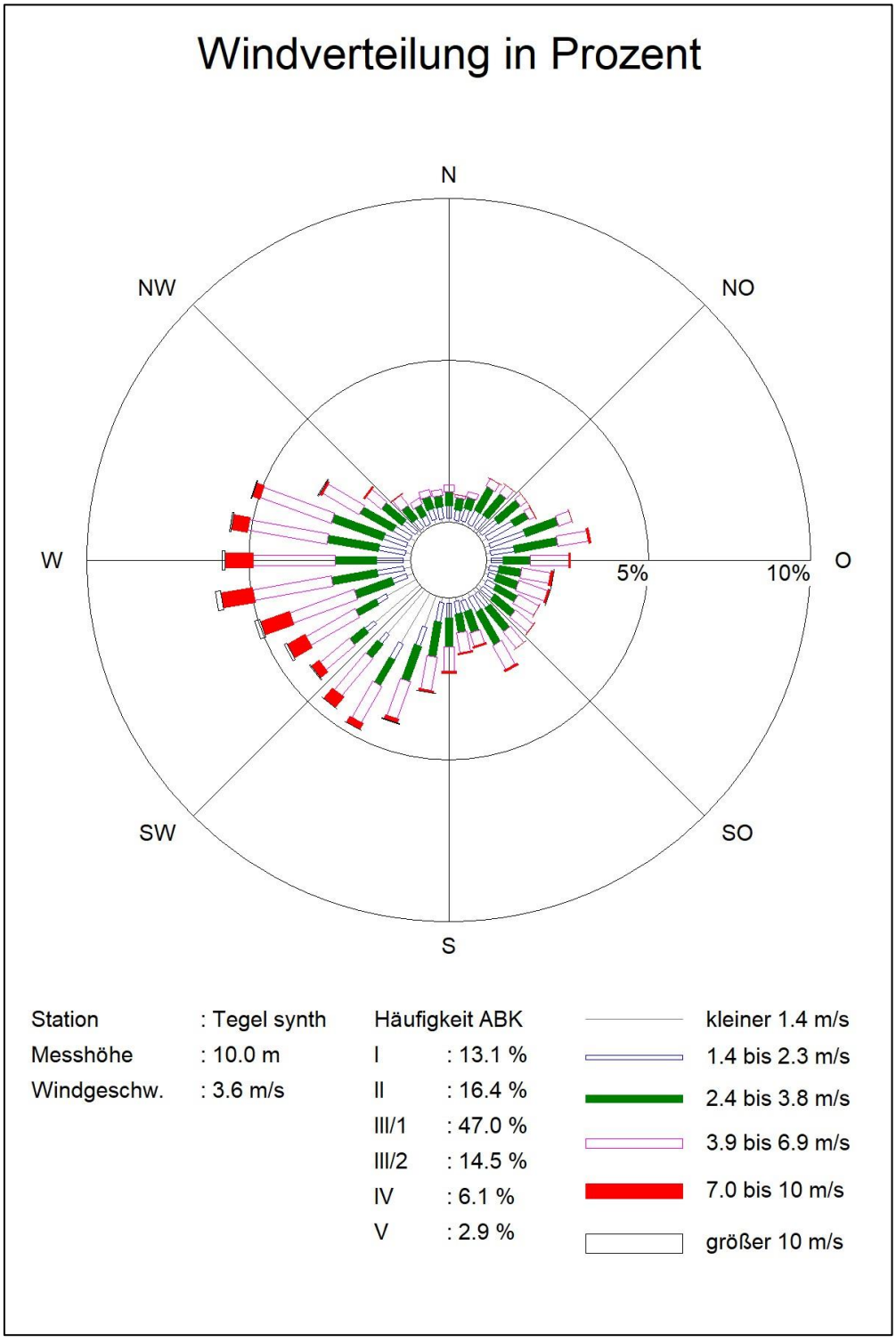


Abb. 4.6: Synthetische Windstatistik für das Untersuchungsgebiet aus Daten der Station Tegel 2016-2020 sowie Modellrechnungen für autochthone Wetterlagen
Quelle: eigene Darstellung

4.5 Hintergrundbelastung der Luft

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

Stickoxide unterliegen auf dem Ausbreitungspfad chemischen Umwandlungsprozessen. Die Berechnung der NO_2-Schadstoffbelastung erfolgt deshalb mit Hilfe eines Chemiemodells (siehe Anhang A2), welche als zusätzliche Hintergrundbelastungen NO_X und O_3 benötigt.

Zur Bestimmung der Schadstoffhintergrundbelastung wurden die Daten der Station Karlshorst, Neukölln, Wedding, Schöneberg, Mitte, Grunewald und sowie die Daten aus den Modellrechnungen im Rahmen der Fortschreitung des Luftreinhalteplanes für Berlin für 2025 herangezogen. In Abstimmung mit der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK, 2021) wurden die in **Tab. 4.1** dargestellten Werte für das Jahr 2025 abgeleitet und unverändert für 2030 angesetzt.

Schadstoff	Jahresmittelwert in µg/m³
NO_2	18
NO_X	28
O_3	43
PM10	18
PM2.5	16

Tab. 4.1: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2030

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe auch nach 2025 in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland weiter absinken wird. Das Absinken der Hintergrundbelastung kann im Einzelfall aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen vom Mittel abweichen.

Im Rahmen der Fortschreibung der Richtlinien für Luftqualität an Straßen (RLuS) erfolgten durch IVU Umwelt GmbH (2021) Auswertungen von Modellrechnungen für die Entwicklung der regionalen Hintergrundbelastung in der BRD.

Für Berlin werden die in der **Tab. 4.2** aufgeführten relativen Änderungen der Hintergrundbelastung vom Jahr 2019 auf 2030 erwartet.

Schadstoff	**Reduktion in %**
	2019-2030
NO_2	-46
NO_X	-51
O_3	+7
PM10	-15
PM2.5	-16

Tab. 4.2 Reduktion der Hintergrundbelastung für Berlin von 2019 auf 2030
Quelle: IVU Umwelt GmbH (2021)

Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung der Reduktion zwischen 2025 und 2030 verzichtet. Damit fallen bei einem möglichen Absinken der Hintergrundbelastung die Berechnungsergebnisse konservativ aus.

4.6 Einfluss Schienenverkehr

Zur Abschätzung des Einflusses der schienenbedingten Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet erfolgte eine Berechnung für verschiedene Luftschadstoffe und Quellen. Grundlage dafür sind die Daten des Umweltzentrums der Deutschen Bahn AG, (Deutsche Bahn AG, 2021). Diese berücksichtigen die Emissionen des Personennah- und Fernverkehres und des Güterverkehres von der Deutschen Bahn als auch von Drittanbietern.

Beinhaltet sind zum einen die durch Verbrennung eines Treibstoffes entstehenden Luftschadstoffe, aber auch die abriebbedingten Emissionen, die durch den Rad-/Schienenabrieb, den Bremsabrieb und den Fahrdrahtabrieb entstehen.

Die im Untersuchungsgebiet verlaufenden Bahnstrecken und Emissionen wurden uns vom Umweltzentrum der DB AG übergeben. Sie beruhen auf dem Fahrplan für das Jahr 2019. Da es keine Emissionsdaten für zukünftige Fahrpläne gibt, wurden diese Emissionsdaten unverändert für das Jahr 2030 übernommen.

Die Feinstaubemissionen (PM10) umfassen die Abgasemissionen und die Emissionen durch Brems- und Radabrieb sowie Fahrdrahtabrieb. Die Feinstaubemissionen (PM2.5) berücksichtigen den Anteil der Abgasemissionen der PM10-Emissionen. 10 % der NO_x-Emissionen wurden als direkte NO_2-Emission angesetzt.

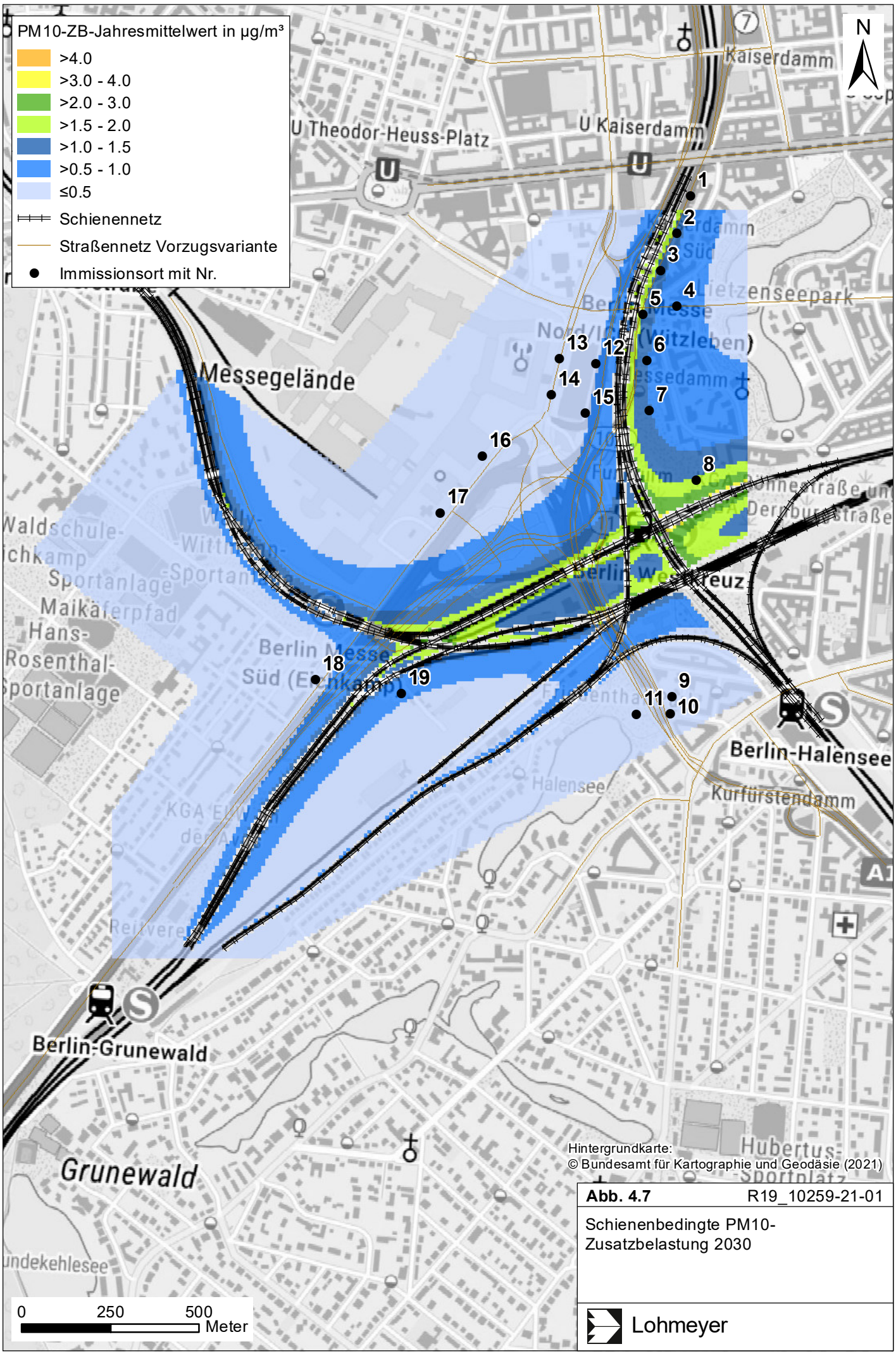
Die fahrzeugerzeugte Turbulenz wurde berücksichtigt, in dem die Emissionen als Volumenquelle mit einer vertikalen Ausdehnung von 4 m modelliert wurden.

Die Berechnungen zeigen, dass nur die PM10-Zusatzbelastungen einen signifikanten Beitrag leisten. Die schienenbedingte PM10-Zusatzbelastung ist flächenhaft in **Abb. 4.7** dargestellt**.** Die PM10-Zusatzbelastung ist weniger als 1.5 µg/m³, z. T. 1.5 bis 3.0 µg/m³. Für die ausgewählten Immissionsorte werden die berechneten PM10-Zusatzbelastungen in **Tab. 4.3** aufgezeigt. Sie liegen dort bei 0.2 bis max. 1.5 µg/m³ (Neue Kantstraße 17/Dernburgstraße 59).

Für die Zusatzbelastung für NO_x werden max. 0.3 µg/m³ und für PM2.5 max. 0.03 µg/m³ berechnet, so dass sie unrelevant bezüglich ihres Beitrages zur Gesamtbelastung sind.

Nr.	Immissionsort (Nutzung)	PM10-Zusatzbelastung in µg/m³
1	Riehlstr. 5b	1.4
2	Spiegelweg 7	1.3
3	Spiegelweg 1a	1.3
4	Neue Kantstr. 15, 16, 18, 18a, 19, 20 Wundtstr. 67, 69	0.7
5	Neue Kantstr. 17/Dernburgstr. 59	1.5
6	Kleingärten (KGA „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“)	1.1
7	Kleingärten (KGA „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“)	1.1
8	Kleingärten (KGA „Rönnerstr.“)	1.7
9	Bornimer Str. 12	0.2
10	Bornimer Str. 13	0.2
11	Wiese Friedenthalpark	0.2
12	ICC, Seite zur A100	0.5
13	Messedamm Halle 14, 15, ICC	0.3
14	Messedamm Halle 13,14, ICC	0.4
15	ICC, Seite zur A100	0.5
16	Messedamm 16 (Halle 9)	0.3
17	Messedamm Tor 9	0.4
18	Eichkampstr. 20	0.4
19	Güterbahnhof	0.7

Tab. 4.3: Berechnete schienenbedingte PM10-Zusatzbelastung an den ausgewählten Immissionsorten



Hintergrundkarte:
© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021)

Abb. 4.7 R19_10259-21-01

Schienenbedingte PM10-Zusatzbelastung 2030

Lohmeyer

5 EMISSIONEN

5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

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

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM10, PM2.5) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2003; Kfz-Emissionsbestimmung).

Als mögliches Jahr der Inbetriebnahme der Planungsmaßnahme ist 2031/2032 geplant. Für die Berechnungen werden jedoch analog zu den Verkehrszahlen 2030 die Emissionen für das Jahr 2030 berechnet. Da für die Berechnungen die Emissionsfaktoren für das Jahr 2030 zu Grunde gelegt werden, entspricht es einer konservativen Vorgehensweise, da für zukünftige Jahre aus der Emissionsdatenbasis aufgrund fortschreitender Entwicklung der Kfz-Flotte geringere Emissionen ausgelesen werden. Mit solch einer Vorgehensweise wird bewirkt, dass die berechneten Immissionen für die Jahre ab der Inbetriebnahme nicht unterschätzt werden und eine mögliche, planungsbedingte Überschreitung von Beurteilungswerten nicht versehentlich unerkannt bleibt.

5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet.

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

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

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien Pkw, LNF, Lkw und Bussen im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z. B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

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

Die Längsneigung der Straßen ist aus den Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Der Kaltstarteinfluss von NO_X und Partikeln innerorts für Pkw und LNF wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

AB90d	Autobahn, Tempolimit 90 km/h, dichter Verkehr
IOS-AB60d	Stadt-Autobahn, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
IOS-AB60g	Stadt-Autobahn, Tempolimit 60 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-AB80d	Stadt-Autobahn, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
IOS-AB80g	Stadt-Autobahn, Tempolimit 80 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-FernC50d	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-FernC50s	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS50d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-NS30d	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

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

5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA 4.1 enthalten und werden so verwendet.

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

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.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in mg/km															
Verkehrs-situation	Längs-nei-gung	CO_2r		CO_2t		NO_2 (direkt)		NO_X		PM10 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)		PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB90d	±0 %	110 934	503 451	118 539	537 502	25	186	84	698	1.0	10.9	30	130	1.0	10.9	9	49
AB90d	-2 %	66 421	96 130	70 989	102 628	15	445	50	1615	0.7	4.1	30	130	0.7	4.1	9	49
AB90d	-4 %	26 240	10 338	28 054	11 036	9	105	31	387	0.5	1.8	30	130	0.5	1.8	9	49
AB90d	-6 %	8 796	1 147	9 404	1 225	7	82	23	300	0.4	1.5	30	130	0.4	1.5	9	49
IOS-AB60d	±0 %	108 515	434 037	115 904	463 437	25	261	88	1 011	3.8	11.4	30	130	3.8	11.4	13	61
IOS-AB60d	+2 %	150 283	916 037	160 529	978 088	36	216	124	858	4.2	16.4	30	130	4.2	16.4	13	61
IOS-AB60d	+4 %	194 293	1 450 987	207 550	1 549 278	52	225	173	930	4.6	17.6	30	130	4.6	17.6	13	61
IOS-AB60d	+6 %	238 730	1 996 336	255 027	2 131 574	72	248	238	1 052	5.2	19.3	30	130	5.2	19.3	13	61
IOS-AB60d	-2 %	69 961	125 679	74 715	134 191	17	397	63	1 472	3.5	5.6	30	130	3.5	5.6	13	61
IOS-AB60d	-4 %	36 608	22 470	39 071	23 991	13	131	47	493	3.3	2.8	30	130	3.3	2.8	13	61
IOS-AB60g	±0 %	135 749	719 603	145 009	768 351	39	618	133	2 322	4.3	16.1	30	130	4.3	16.1	14	65
IOS-AB60g	+2 %	176 213	1 126 634	188 239	1 202 956	51	541	171	2 049	4.7	19.9	30	130	4.7	19.9	14	65
IOS-AB60g	+4 %	219 442	1 584 782	234 426	1 692 142	66	491	220	1 892	5.5	23.5	30	130	5.5	23.5	14	65
IOS-AB60g	-2 %	95 543	441 115	102 052	470 997	30	653	106	2 437	3.9	11.8	30	130	3.9	11.8	14	65
IOS-AB60g	-4 %	66 194	290 139	70 693	309 794	25	551	88	2 051	3.8	9.9	30	130	3.8	9.9	14	65
IOS-AB60g	-6 %	53 743	183 965	57 372	196 428	21	407	74	1 519	3.6	7.4	30	130	3.6	7.4	14	65
IOS-AB80d	±0 %	104 824	467 422	111 957	499 081	24	200	84	776	3.7	12.6	29	130	3.7	12.6	11	54
IOS-AB80d	+2 %	149 810	957 241	160 023	1 022 083	38	190	127	769	4.2	15.5	29	130	4.2	15.5	11	54
IOS-AB80d	+4 %	194 239	1 490 696	207 488	1 591 674	57	203	187	853	4.9	14.5	29	130	4.9	14.5	11	54
IOS-AB80g	±0 %	123 223	605 724	131 623	646 756	33	473	114	1 782	4.1	13.8	30	130	4.1	13.8	13	58
IOS-AB80g	+2 %	164 569	1 026 511	175 796	1 096 049	46	378	155	1 452	4.6	18.3	30	130	4.6	18.3	13	58
IOS-AB80g	+4 %	208 032	150 9130	222 231	1 611 362	62	366	208	1 438	5.7	20.7	30	130	5.7	20.7	13	58
IOS-AB80g	-2 %	85 118	314 520	90 909	335 825	24	605	85	2 251	3.7	9.1	30	130	3.7	9.1	13	58
IOS-AB80g	-4 %	55 601	155 456	59 368	165 986	18	456	67	1 688	3.5	6.3	30	130	3.5	6.3	13	58
IOS-FernC50d	±0 %	131 643	621 642	140 624	663 735	34	492	118	1 868	4.1	15.9	32	350	4.1	15.9	15	68
IOS-FernC50d	±2 %	131 159	681 188	140 108	727 318	35	587	120	2 198	4.2	15.6	32	350	4.2	15.6	15	68
IOS-FernC50d	±4 %	135 266	840 826	144 492	897 780	39	446	132	1 690	4.3	15.1	32	350	4.3	15.1	15	68
IOS-FernC50d	±6 %	148 571	1 056 161	158 699	1 127 710	46	348	155	1 348	4.6	15.3	32	350	4.6	15.3	15	68
IOS-FernC50d	+2 %	172 373	1 047 346	184 141	1 118 288	45	411	151	1 576	4.5	20.3	32	350	4.5	20.3	15	68
IOS-FernC50d	+4 %	214 467	1 528 283	229 114	1 631 812	58	402	193	1 570	5.0	22.6	32	350	5.0	22.6	15	68
IOS-FernC50d	+6 %	256 981	2 040 699	274 532	2 178 946	75	399	248	1 594	5.5	25.0	32	350	5.5	25.0	15	68
IOS-FernC50d	-2 %	89 944	315 029	9 6074	336 347	25	762	89	2 820	3.8	11.0	32	350	3.8	11.0	15	68
IOS-FernC50d	-4 %	56 064	153 370	59 870	163 748	20	489	71	1 810	3.6	7.6	32	350	3.6	7.6	15	68
IOS-FernC50s	±0 %	215 697	1 218 101	230 449	1 300 632	52	1 567	177	5 861	5.0	43.9	44	1 200	5.0	43.9	16	68
IOS-FernC50s	±2 %	216 980	1 248 047	231 819	1 332 606	53	1 695	180	6 318	5.0	43.3	44	1 200	5.0	43.3	16	68
IOS-FernC50s	±4 %	219 082	1 340 991	234 071	1 431 848	56	1 636	189	6 099	5.1	43.4	44	1 200	5.1	43.4	16	68
IOS-FernC50s	+2 %	254 400	1 576 697	271 799	1 683 523	62	1 431	209	5 384	5.3	49.9	44	1 200	5.3	49.9	16	68
IOS-FernC50s	+4 %	296 387	1 992 359	316 654	2 127 346	73	1 399	246	5 283	5.7	56.5	44	1 200	5.7	56.5	16	68
IOS-FernC50s	+6 %	339 441	2 436 450	362 650	2 601 523	87	1 371	291	5 202	6.2	60.7	44	1 200	6.2	60.7	16	68
IOS-FernC50s	-2 %	179 559	919 396	191 839	981 689	44	1 959	152	7 252	4.7	36.8	44	1 200	4.7	36.8	16	68
IOS-FernC50s	-4 %	141 777	689 622	151 489	736 349	38	1 873	132	6 914	4.5	30.4	44	1 200	4.5	30.4	16	68
IOS-HVS50d	±0 %	141 679	611 596	151 326	653 072	42	514	151	1 966	4.6	17.2	32	358	4.6	17.2	16	68
IOS-HVS50s	±0 %	219 480	1 218 403	234 479	1 300 955	54	1 599	193	5 982	5.1	44.1	44	1 200	5.1	44.1	16	68
IOS-NS30d	±0 %	157 643	609 196	168 400	650 559	40	907	175	3 419	4.8	25.5	34	500	4.8	25.5	16	68
IOS-NS30d	±2 %	158 758	680 846	169 588	727 059	41	650	178	2486	4.8	25.8	34	500	4.8	25.8	16	68

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

5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_X, PM10 und PM2.5 werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und SV-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus.

Die Verkehrssituationen sind für den Prognose-Nullfall bzw. Vorzugsvariante 2030 in **Abb. 5.1** und **Abb. 5.2** aufgezeigt. Die darin verwendeten Signaturen setzten sich aus folgenden Eigenschaften zusammen: eigentliche Verkehrssituation (Fahrmuster, siehe Abschnitt 5.2) und Längsneigung. Die Verkehrssituation wird durch die Farbe der Signatur wiedergegeben und die Strichstärke zeigt die Längsneigung an.

Demzufolge bedeutet eine fett gezeichnete, braunfarbene Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1** bis **Abb. 5.2**) eine Verkehrssituation IOS-AB80 mit dichtem Verkehr und einer Längsneigung >0 %.

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

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

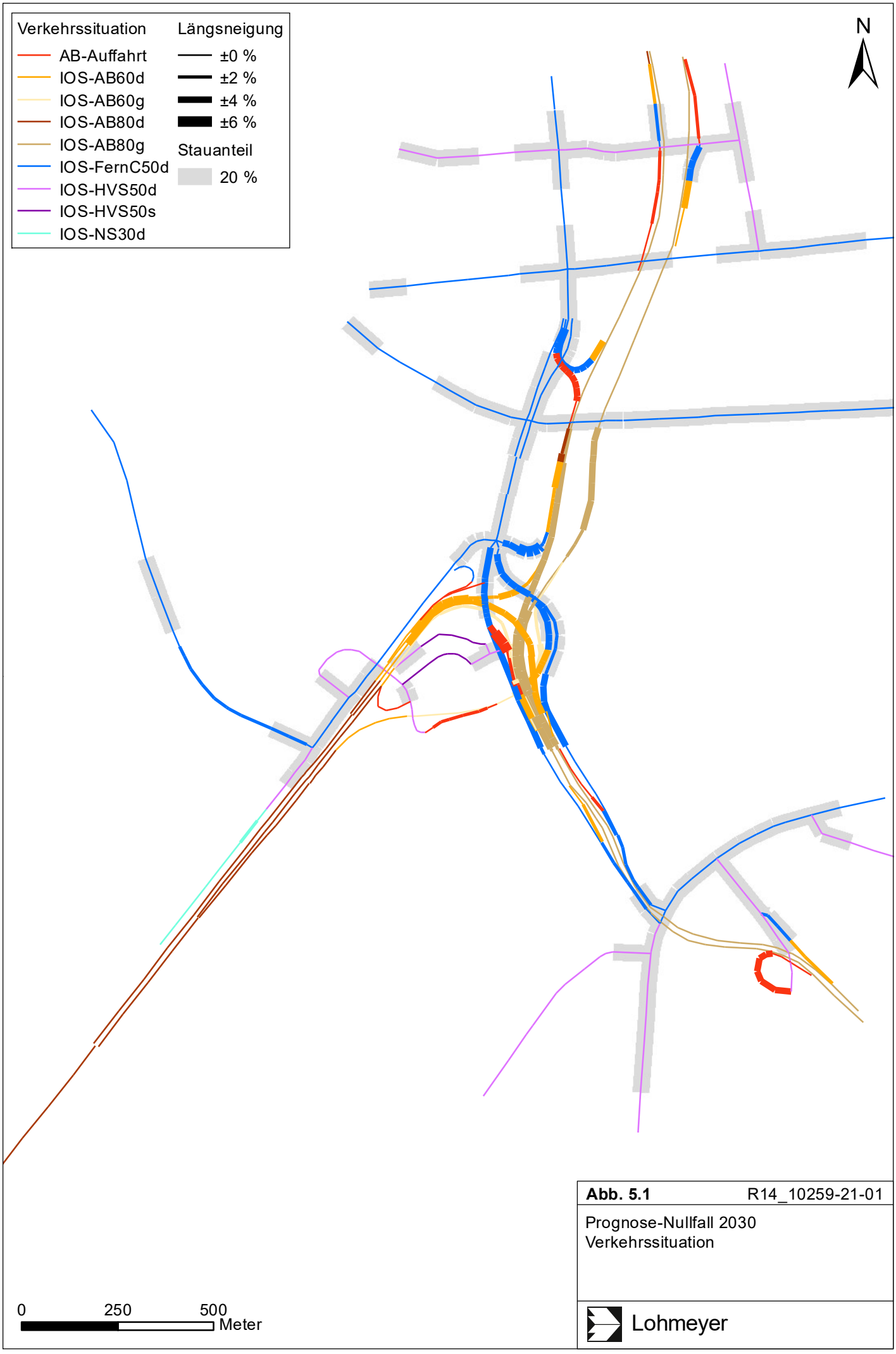


Abb. 5.1 R14_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
Verkehrssituation

Lohmeyer

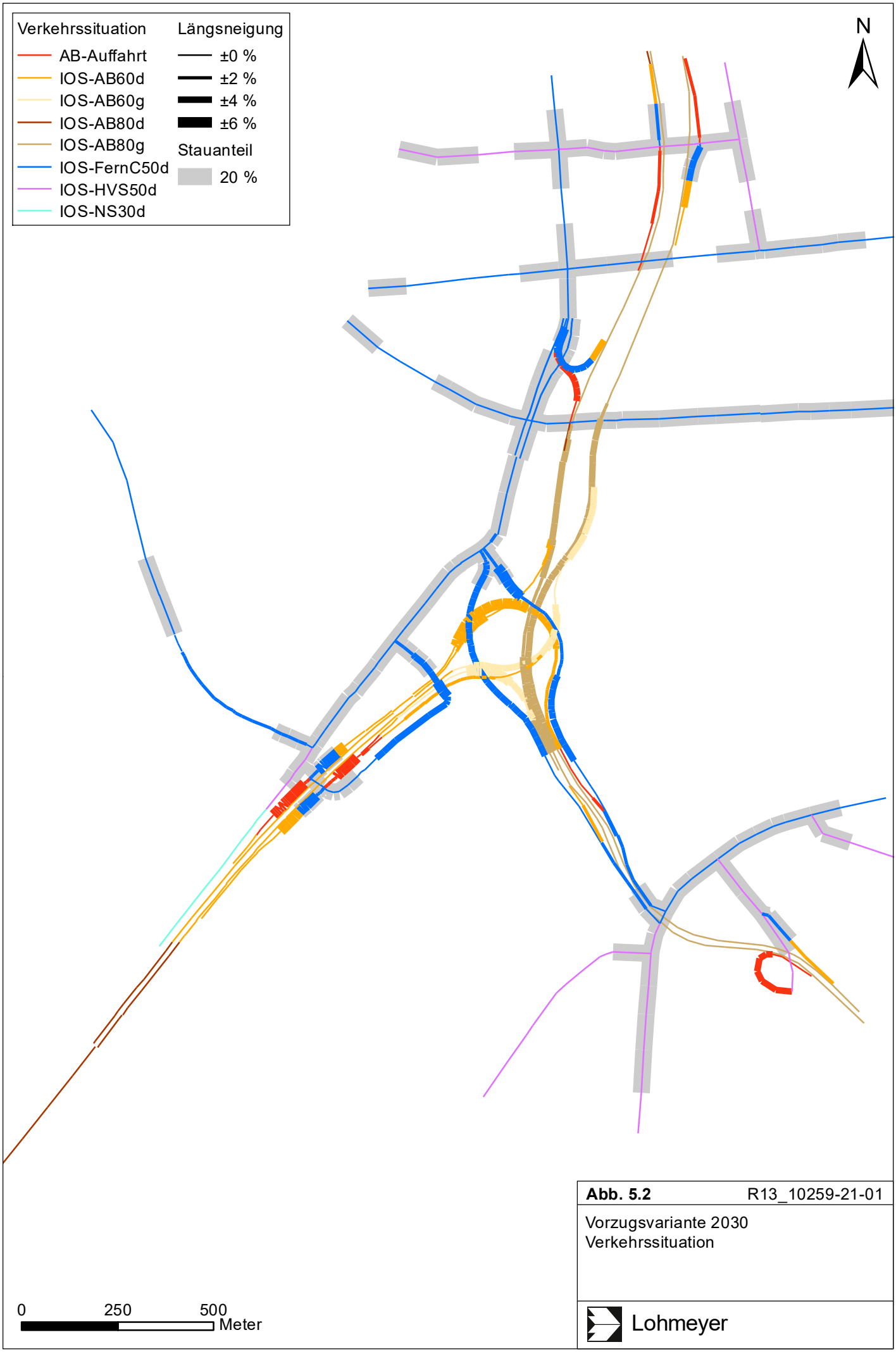


Abb. 5.2 R13_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
Verkehrssituation

Lohmeyer

Die **Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt der A 100 die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten. Darüber hinaus sind die Emissionsdichten von NO_X, PM10 und PM2.5 für das Straßennetz jedes Berechnungsfalls, z. T. nach Fahrtrichtung getrennt, im Anhang A4 dargestellt. Die Ergebnisse der CO_2-Emissionsbilanz sind in Anhang A5 aufgeführt.

Die Emissionen im Tunnelbereich je Fahrtrichtung werden bei allen betrachteten Varianten im Normalbetrieb wegen der vorhandenen Längslüftung auf das jeweilige Tunnelportal der Fahrrichtung gelegt, wobei eine mittlere Länge der Tunnelportalabluftfahne von 50 m angesetzt wurde.

DTV in Kfz/24 h	SV-Anteil in %	Verkehrs-situation	Längs neigung	$NO_{2,\ direkt}$ in mg/(m s)	NO_X in mg/(m s)	PM10 in mg/(m s)	PM2.5 in mg/(m s)	CO_2t in mg/(m s)	CO_2r in mg/(m s)
Prognose-Nullfall 2030 Richtung Süd									
90900	5.4	IOS-AB80g	+4 %	0.08298	0.2884	0.04358	0.02342	312.735	292.795
Prognose-Nullfall 2030 Richtung Nord									
86340	5.6	IOS-AB80g	-4 %	0.04295	0.1574	0.0388	0.01953	65.294	61.151
Vorzugsvariante 2030 Richtung Süd									
94360	6.5	IOS-AB80g	+4 %	0.08979	0.3141	0.04663	0.02503	341.313	319.557
Vorzugsvariante 2030 Richtung Nord									
88990	6.3	IOS-AB80g	-4 %	0.04742	0.1739	0.04073	0.02047	68.066	63.748

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der A 100 (Höhe ICC)

6 IMMISSIONEN

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

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

Die Ergebnisse für die Leitkomponenten NO_2, PM10 und PM2.5 sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + verkehrsbedingte Zusatzbelastung) in den jeweiligen Abschnitten dargestellt. Die flächenhafte grafische Darstellung erfolgt in Form von farbigen Quadraten. Die Farben sind bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentration ist jeweils in der Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für Immissionen wird der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Sofern in diese Stufen besondere Kennwerte fallen, werden diese dargestellt (z. B. beim NO_2-Jahresmittelwert der Grenzwert von 40 µg/m³).

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

6.1 Stickstoffdioxid (NO_2)

Die berechneten Gesamtbelastungen der NO_2-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

Nr.	**Immissionsort (Nutzung)**	**NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³**	
		Prog.-Nullfall 2030	**Vorzugsvariante 2030**
1	Riehlstr. 5b	33	38
2	Spiegelweg 7	32	35
3	Spiegelweg 1a	30	33
4	Neue Kantstr. 15, 16, 18, 18a, 19, 20, Wundtstr. 67, 69	24*	25*
5	Neue Kantstr. 17/Dernburgstr. 59	33	34
6	Kleingärten (KGA „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“)	28	25
7	Kleingärten (KGA „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“)	24	24
8	Kleingärten (KGA „Rönnerstr.“)	21	21
9	Bornimer Str. 12	26	25
10	Bornimer Str. 13	35	32
11	Wiese Friedenthalpark	24	23
12	ICC, Seite zur A100	30	27
13	Messedamm Halle 14, 15, ICC	28*	25*
14	Messedamm Halle 13,14, ICC	29*	25*
15	ICC, Seite zur A100	29	26
16	Messedamm 16 (Halle 9)	24	22
17	Messedamm Tor 9	24	24
18	Eichkampstr. 20	22	22
19	Güterbahnhof	19	20
Beurteilungswert		**40**	

Tab. 6.1 NO_2-Konzentrationen für ausgewählte Immissionsorte
fett = Überschreitung des Beurteilungswerts
***** Ergebnisse für beidseitig bebaute Straßenabschnitte

Die Gesamtbelastungen der NO_2-Jahresmittelwerte aus den PROKAS-Berechnungen sind in **Abb. 6.1** für den Prognose-Nullfall 2030 und für die Vorzugsvariante 2030 in **Abb. 6.2** dargestellt. Die **Abb. 6.3** bis **Abb. 6.6** zeigen die Ergebnisse für die Detailuntersuchungen mit MISKAM/LASTRANS in 1.5 m über Grund für den Prognose-Nullfall und für die Vorzugsvariante 2030 für das Detailgebiet Spiegelweg und für das Detailgebiet Halenseestraße.

Die Berechnungen der Luftschadstoffe im Prognose-Nullfall und für die Vorzugsvariante zeigen im Jahr 2030 hohe NO_2-Konzentrationen im Untersuchungsgebiet im Bereich der Fahrbahn und teilweise in deren unmittelbarer Nähe. Davon betroffen ist vor allem der Bereich nördlich des AD Funkturmes bzw. des ICC sowie die Bereiche des nördlichen Tunnelportales an der Halenseestraße und am südlichen Tunnelportal. Der Vergleich der beiden betrachteten Berechnungsfälle zeigt allerdings, dass die Flächen bzw. Gebiete, in denen Werte größer 40 µg/m^3 prognostiziert werden (vgl. **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.6**; rote und lila Farbe), in der Vorzugsvariante teilweise größer sind, die NO_2-Konzentrationen in Folge der Wirkung der Lärmschutzwände jedoch schneller abnehmen.

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

An den beurteilungsrelevanten Immissionsorten (= IO), welche in den Abbildungen verzeichnet sind und die sensiblen Bereiche darstellen, werden keine Überschreitungen des NO_2-Grenzwertes im Prognose-Nullfall und in der Vorzugsvariante 2030 in 1.5 m berechnet.

An der Riehlstraße (IO 1), am Spiegelweg (IO 2) bzw. (IO 3) und an der Neuen Kantstraße/ Dernburgstraße (IO 5) wird in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall eine Erhöhung des NO_2-Jahresemittelwertes bis zu 5 µg/m³ prognostiziert, die auf eine höhere Verkehrsbelegung zurückzuführen ist.

Am IO 6 (Kleingärten) zeigt sich in der Reduzierung der NO_2-Jahresmittelwerte die Wirkung der geplanten Lärmschutzwand in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall.

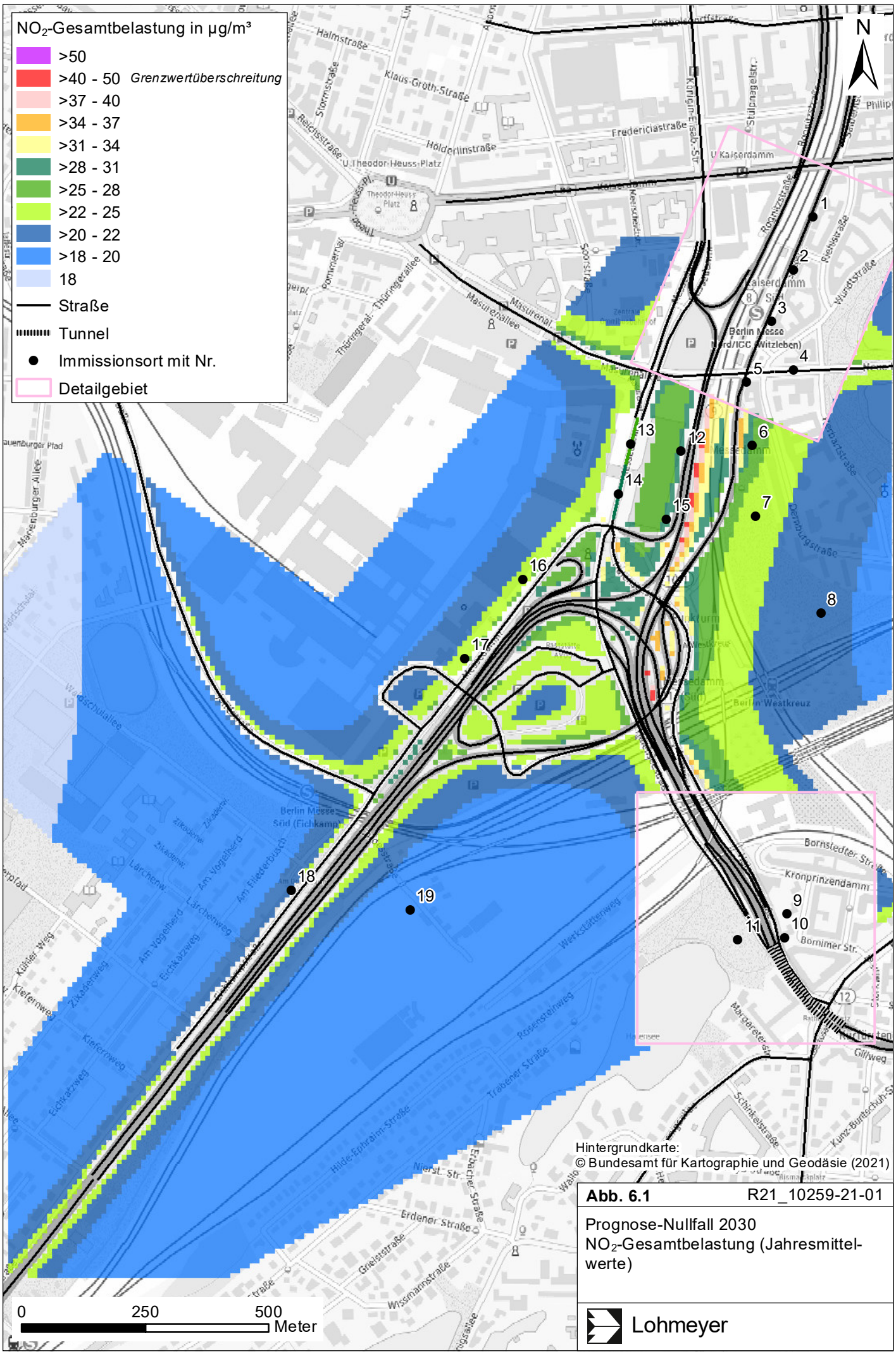


Abb. 6.1 R21_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Lohmeyer

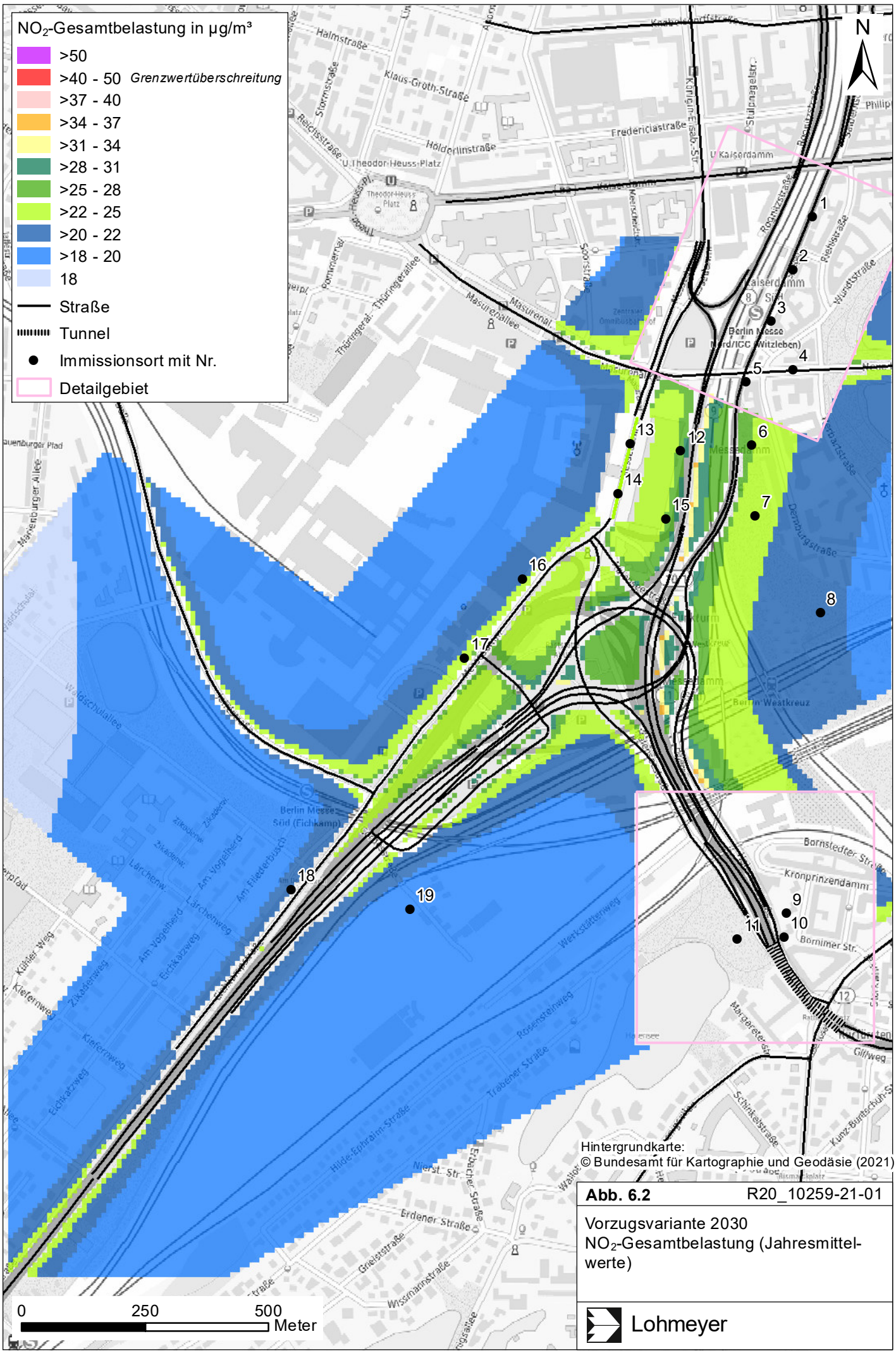


Abb. 6.2 R20_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Lohmeyer

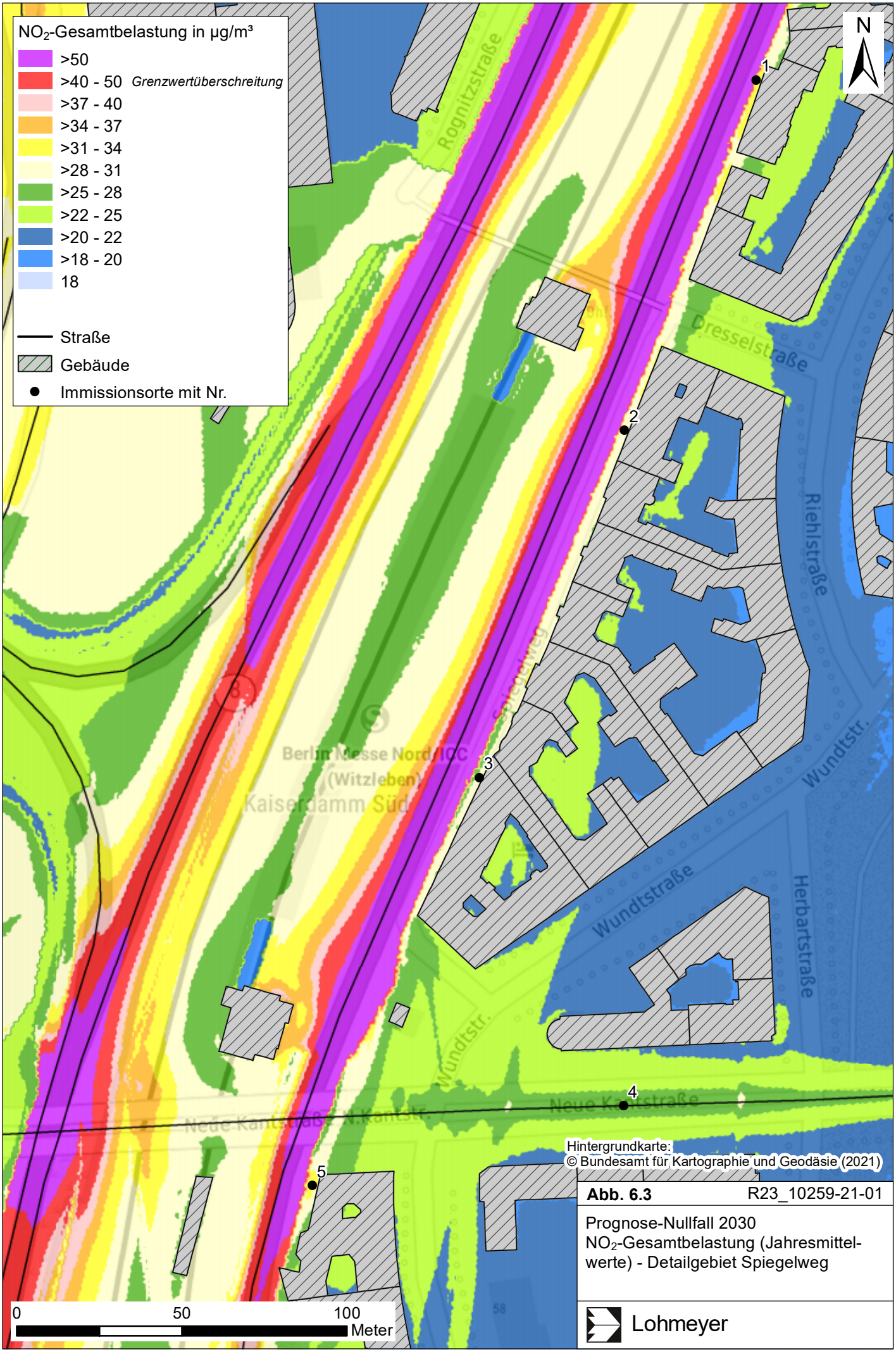


Abb. 6.3 R23_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Spiegelweg

Lohmeyer

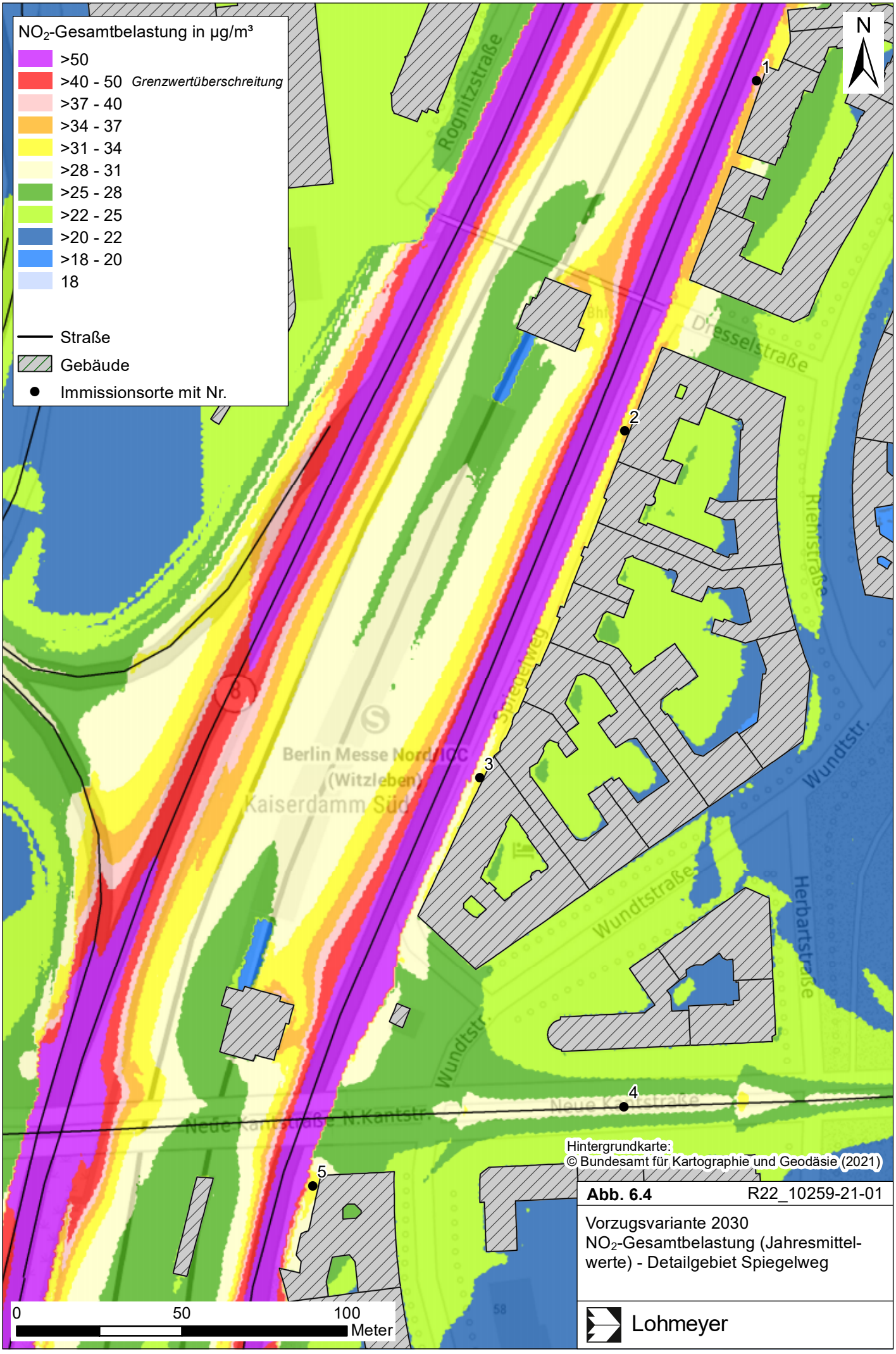


Abb. 6.4 R22_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Spiegelweg

Lohmeyer

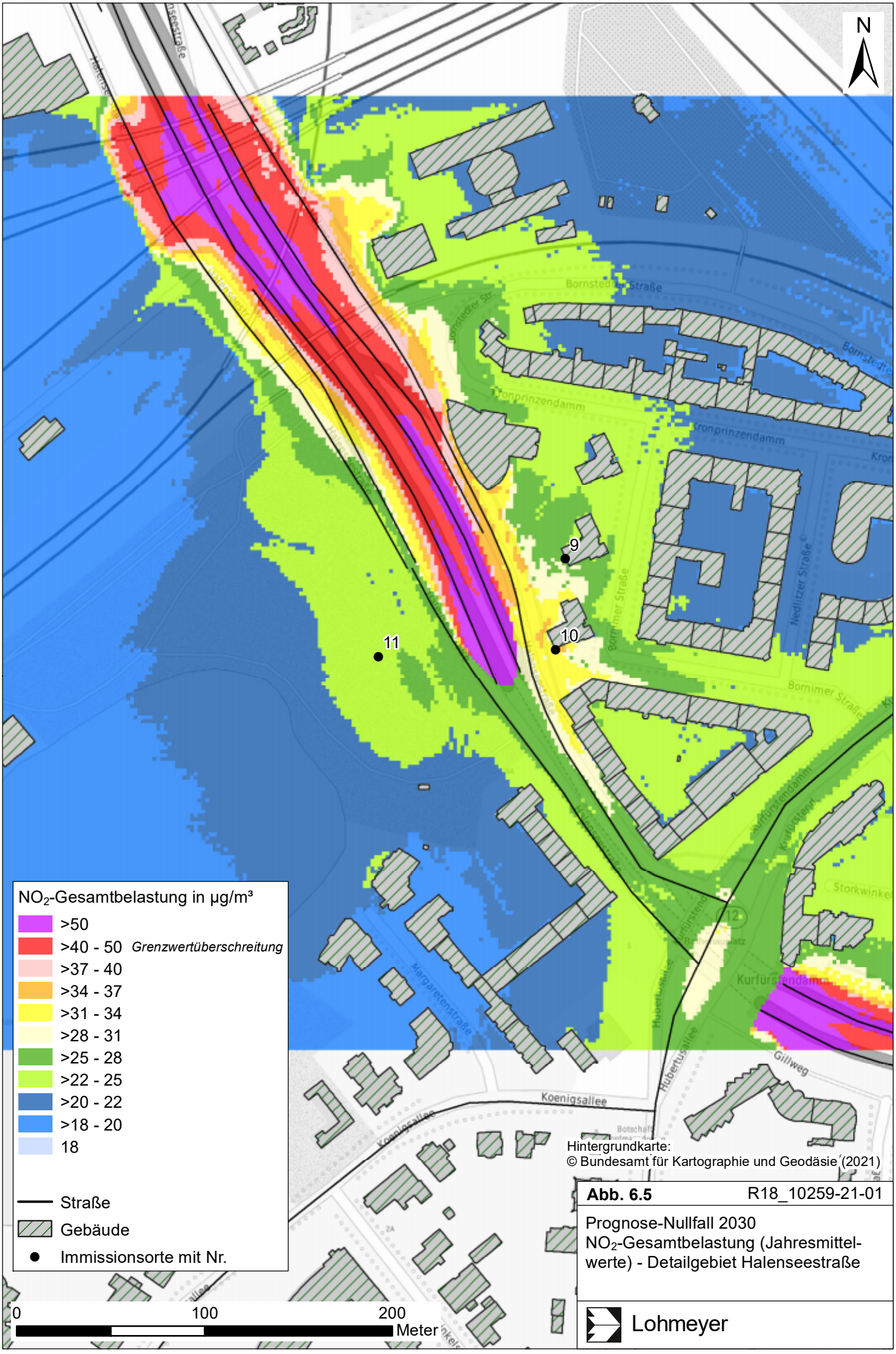


Abb. 6.5 R18_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Halenseestraße

Lohmeyer

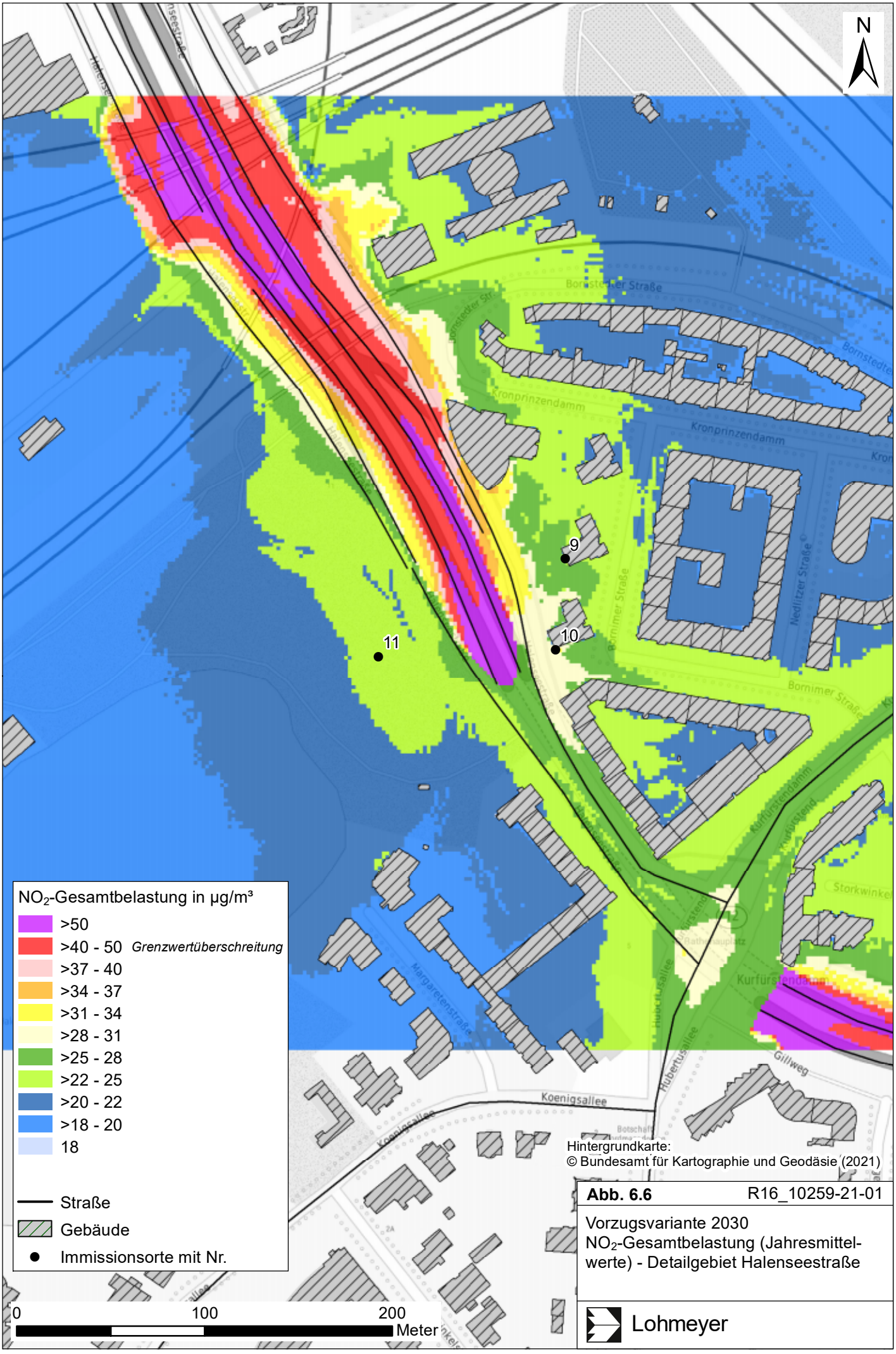


Abb. 6.6 R16_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Halenseestraße

Lohmeyer

Die Detailberechnungen zeigen an der Bornimer Straße 13 (IO 10) NO_2-Jahresmittelwerte von 35 µg/m³ im Prognose-Nullfall und 32 µg/m³ in der Vorzugsvariante (vgl. **Abb. 6.5** und **Abb. 6.6**, orange- und gelbfarbener Bereich). Die hohen Immissionen werden nur unmittelbar an dem im Einschnitt liegenden Tunnelportal berechnet, während die Wohngebäude deutlich höher und damit außerhalb der Abluftfahne liegen. Auch am südlichen Tunnelportal werden an den Wohngebäuden keine Überschreitungen des NO_2-Grenzwertes prognostiziert.

An den Immissionsorten 12 und 15 werden im Prognose-Nullfall und in der Vorzugsvariante keine Überschreitungen des NO_2-Jahresmittelwertes prognostiziert. Auf Grund der häufiger auftretenden Westwinde werden die hohen Immissionen in östliche Richtung verfrachtet. In der Vorzugsvariante wird an diesen Immissionsorten durch die geplante Lärmschutzwand an der A 100 eine deutliche Reduzierung erreicht. Am IO 12 werden noch 27 µg/m³ und am IO 15 noch 26 µg/m³ bei der Vorzugsvariante prognostiziert. Die Konzentrationen sind dort damit in der Vorzugsvariante als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Im Übergangsbereich des ADF in die A 115 werden in der Vorzugsvariante entlang des geplanten Zubringers zur Anschlussstelle Messedamm (Planstraße 1) und damit östlich der A 115 sowie im Kreuzungsbereich des geplanten Zubringers (Planstraße 1) mit dem Messedamm etwas höhere NO_2-Jahersmittelwerte in unmittelbarer Nähe im Vergleich zum Prognose-Nullfall prognostiziert. Am IO 16 wird gegenüber dem Prognose-Nullfall eine Abnahme des NO_2-Jahresmittelwertes um 2 µg/m³ auf 22 µg/m³ prognostiziert, die auf eine niedrigere Verkehrsbelegung zurückzuführen ist. Entlang des geplanten Zubringers (Planstraße 1) treten in Folge der Beschleunigung an den Lichtsignalanlagen und an der Auffahrt höhere Emissionen auf. In diesem Bereich sind sowohl an der A 115 als auch am Zubringer (Planstraße 1) keine Lärmschutzwände vorhanden.

Im Bereich der Eichkampsiedlung werden in der Vorzugsvariante leicht erhöhte NO_2-Immissionen bis 22 µg/m³ und im Prognose-Nullfall in unmittelbarer Nähe zur A 115 NO_2-Immissionen bis 25 µg/m³ berechnet. Dabei werden auf Grund der höheren Lärmschutzwand in der Vorzugsvariante zumeist niedrigere NO_2-Immissionen berechnet als im Prognose-Nullfall.

Östlich der A 115 am IO 19 (Güterbahnhof) wird zwischen dem Prognose-Nullfall und der Vorzugsvariante eine Zunahme um 1 µg/m³ prognostiziert. Der IO 19 liegt in der Vorzugsvariante in der Nähe des neuen Zubringers zur Anschlussstelle Messedamm (Planstraße 1).

Die schienenbedingte Zusatzbelastung leistet bei NO_2 einen zu vernachlässigbaren Beitrag.

6.2 Feinstaub (PM10)

Einen Überblick über die bodennahen PM10-Jahresmittelwerte aus den PROKAS-Berechnungen ist der **Abb. 6.7** für den Prognose-Nullfall und der **Abb. 6.8** für die Vorzugsvariante 2030 zu entnehmen. Die MISKAM/LATRANS-Ergebnisse für den Prognose-Nullfall und die Vorzugsvariante 2030 für das Detailgebiet Spiegelweg und für das Detailgebiet Halenseestraße sind in den **Abb. 6.9** bis **Abb. 6.12** aufgeführt.

Die Berechnungen der Luftschadstoffe im Prognose-Nullfall und für die Vorzugsvariante zeigen teilweise hohe PM10-Konzentrationen im Bereich der Fahrbahn und teilweise in deren unmittelbarer Nähe im Jahr 2030. Davon betroffen ist vor allem der Bereich nördlich des AD Funkturmes bzw. ICC sowie die Bereiche des nördlichen Tunnelportales an der Halenseestraße und am südlichen Tunnelportal.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen. Die Gesamtbelastungen der PM10-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.2** dargestellt.

An den ausgewählten Immissionsorten werden im Untersuchungsgebiet keine Überschreitungen des seit dem Jahr 2005 geltenden Grenzwertes für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ berechnet. Im nordöstlichen Untersuchungsgebiet werden am Immissionsort Riehlstraße 5b (IO 1) die höchsten PM10-Jahresmittelwerte mit 26 µg/m³ im Prognose-Nullfall und mit 29 µg/m³ in der Vorzugsvariante berechnet. An den Immissionsorten 2 bis 5 wird eine Erhöhung der PM10-Konzentration bis 2 µg/m³ gegenüber dem Prognose-Nullfall prognostiziert, die auf Grund der höheren Verkehrsbelegung in Kombination mit der Bebauung in kurzer Entfernung zur Straße begründet ist. Zudem sind die östlichen Bereiche wegen der tendenziell häufigeren Westwinde stärker belastet als die westlichen Bereiche der A 100.

Am IO 6 zeigt sich in der Reduzierung der PM10-Jahresmittelwerte die Wirkung der geplanten Lärmschutzwand in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall.

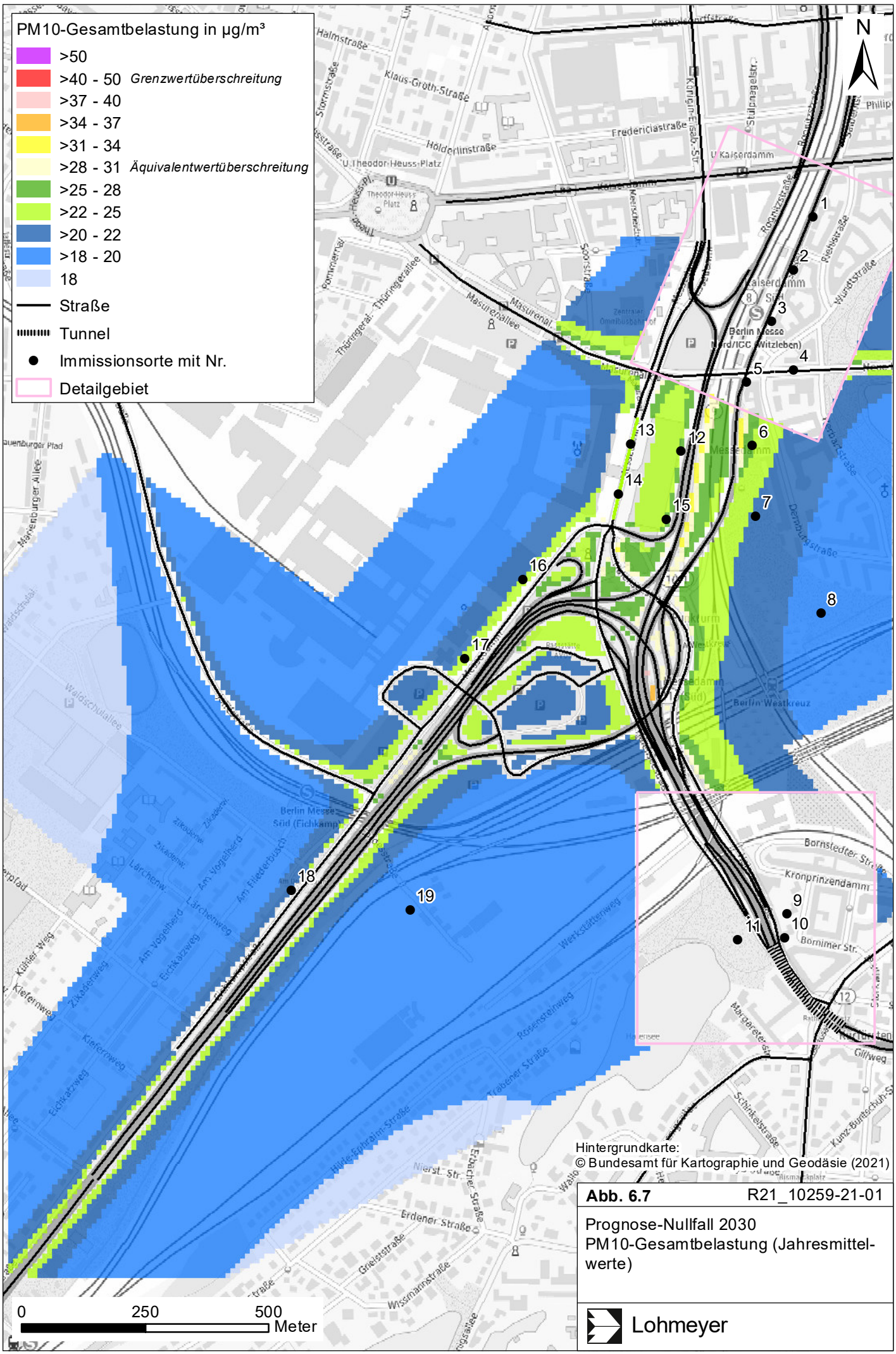


Abb. 6.7 R21_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Lohmeyer

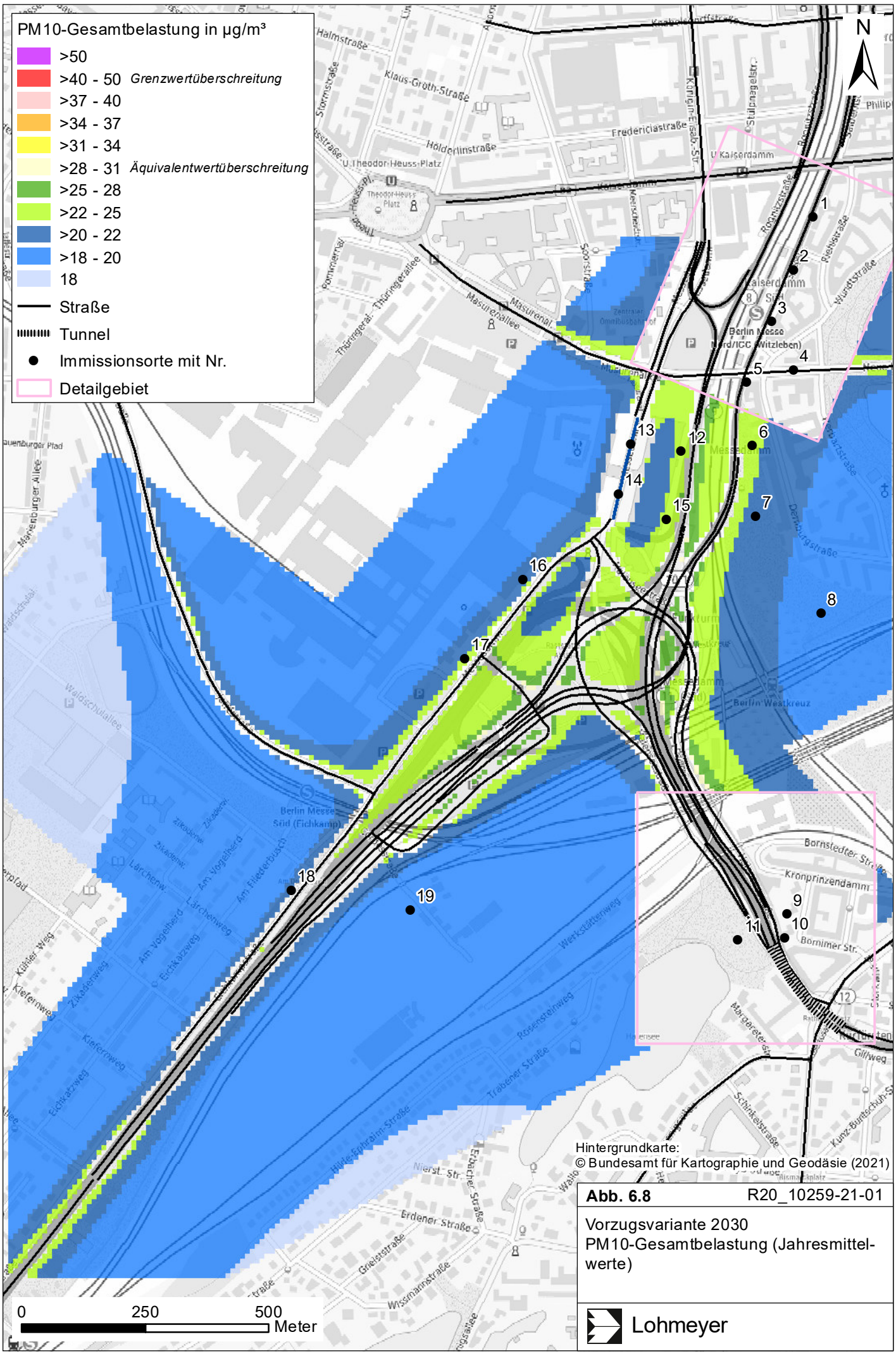


Abb. 6.8 R20_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Lohmeyer

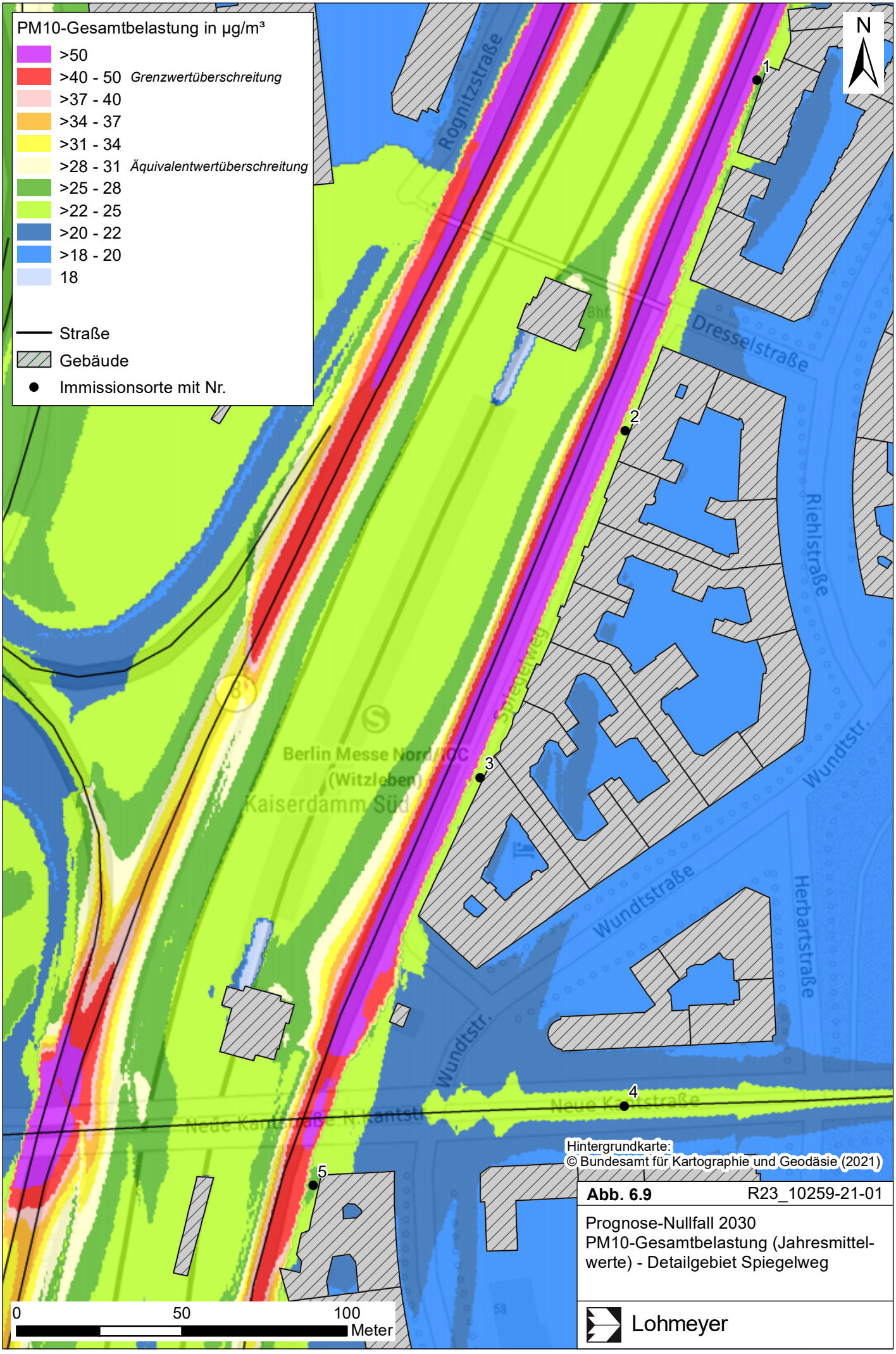


Abb. 6.9 R23_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Spiegelweg

Lohmeyer



Abb. 6.10 R22_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Spiegelweg

Lohmeyer

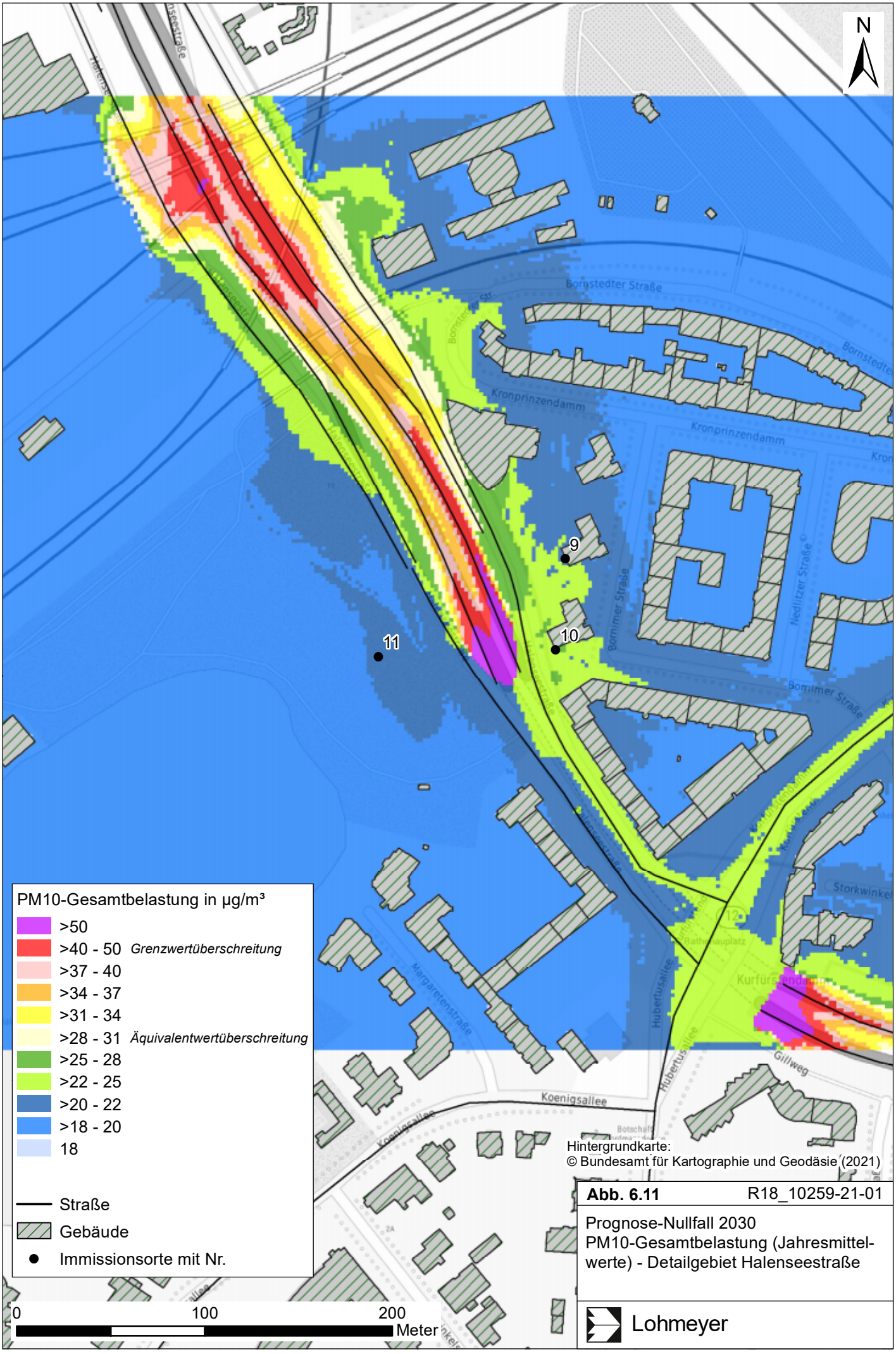


Abb. 6.11 R18_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Halenseestraße

Lohmeyer

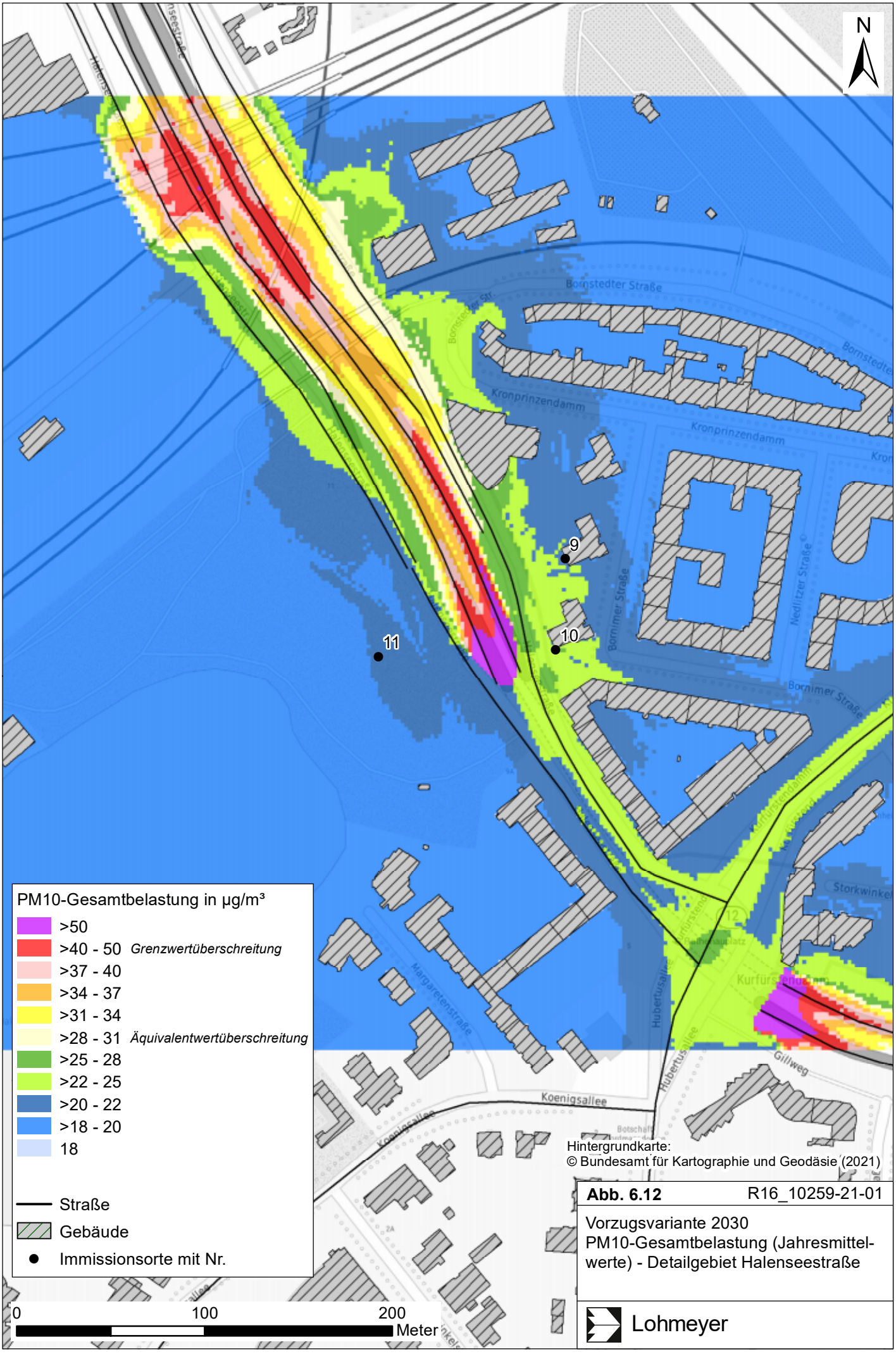


Abb. 6.12 R16_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Halenseestraße

Lohmeyer

Nr.	Immissionsort (Nutzung)	PM10-Jahresmittelwert in µg/m³		Anzahl der Überschreitungen des PM10-24 h-Werts von 50 µg/m³ im Jahr	
		Prog.-Nullfall 2030	Vorzugsvariante 2030	Prog.-Nullfall 2030	Vorzugsvariante 2030
1	Riehlstr. 5b	26	29	26	**36**
2	Spiegelweg 7	25	27	23	29
3	Spiegelweg 1a	24	26	20	26
4	Neue Kantstr. 15, 16, 18, 18a, 19, 20 Wundtstr. 67, 69	21*	22*	14*	15*
5	Neue Kantstr. 17/Dernburgstr. 59	27	28	29	33
6	Kleingärten (KGA „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“)	26	23	26	18
7	Kleingärten (KGA „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“)	22	22	15	15
8	Kleingärten (KGA „Rönnerstr.“)	20	20	12	12
9	Bornimer Str. 12	22	22	15	15
10	Bornimer Str. 13	26	26	26	26
11	Wiese Friedenthalpark	21	21	14	14
12	ICC, Seite zur A100	26	23	26	18
13	Messedamm Halle 14, 15, ICC	24*	22*	20*	15*
14	Messedamm Halle 13,14, ICC	25*	22*	23*	15*
15	ICC, Seite zur A100	26	23	26	18
16	Messedamm 16 (Halle 9)	23	21	18	14
17	Messedamm Tor 9	23	23	18	18
18	Eichkampstr. 20	22	21	15	14
19	Güterbahnhof	19	19	10	10
Beurteilungswerte		**40**		**35**	

Tab. 6.2: PM10-Konzentrationen für ausgewählte Immissionsorte
fett = Überschreitung des Beurteilungswerts
***** Ergebnisse für beidseitig bebaute Straßenabschnitte

Die Detailberechnungen zeigen, dass an der Bornimer Straße 13 (IO 10) PM10-Jahresmittelwerte von 26 µg/m³ im Prognose-Nullfall und in der Vorzugsvariante berechnet werden (vgl. **Abb. 6.11** und **Abb. 6.12**; grünfarbener Bereich). Die hohen Immissionen werden nur unmittelbar an dem im Einschnitt liegenden Tunnelportal berechnet, während die Wohngebäude deutlich höher liegen und dort die Konzentrationen niedriger sind. Auch am südlichen Tunnelportal werden an den Wohngebäuden keine Überschreitungen des PM10-Grenzwertes berechnet.

An den IO 12 und IO 15 werden im Prognose-Nullfall und in der Vorzugsvariante keine Überschreitungen des PM10-Jahresmittelwertes prognostiziert. Auf Grund der häufiger auftretenden Westwinde werden die hohen Immissionen in östliche Richtung verfrachtet. In der Vorzugsvariante wird an diesen Immissionsorten durch die geplante Lärmschutzwand an der A 100 eine Reduzierung am ICC von 3 µg/m³ erreicht. Am IO 12 und IO 15 werden noch 23 µg/m³ bei der Vorzugsvariante prognostiziert. Die Konzentrationen sind dort damit in der Vorzugsvariante als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

An der A 115 im Bereich Messedamm sind die Unterschiede in Folge der Planung beim Vergleich der **Abb. 6.7** und **Abb. 6.8** deutlich erkennbar, die bei der Vorzugsvariante zu einem Anstieg der PM10-Konzentrationen im Bereich der Anschlussstelle Messedamm bzw. entlang des geplanten Zubringers (Planstraße 1) führen. Der PM10-Jahresmittelgrenzwert wird deutlich unterschritten. An den sensiblen Immissionsorten 13, 14 und 16 wird in der Vorzugsvariante eine Reduzierung der PM10-Konzentrationen um 2 µg/m³ bis 3 µg/m³ gegenüber dem Prognose-Nullfall berechnet. An diesen eben erwähnten Immissionsorten betragen die PM10-Jahresmittelwerte in der Vorzugsvariante maximal 22 µg/m³. Die berechneten PM10-Jahresmittelwerte sind entsprechend der Einteilung aus **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentration zu bezeichnen.

Die Ergebnisse zur Berechnung der schienenbedingten Zusatzbelastung (vgl. **Tab. 4.3**) zeigen an den ausgewählten Immissionsorten maximale Werte von 2 µg/m³. Damit liegen in der Vorzugsvariante an den höchstbelasteten Immissionsorten an der Riehlstraße 5b die PM10-Jahresmittelwerte bei max. 31 µg/m³, am Spiegelweg 7 bei max. 29 µg/m³ und an Neue Kantstraße 17/Dernburgstraße 59 bei max. 29 µg/m³. Folglich würde an diesen Immissionsorten auch der seit dem Jahr 2005 geltenden Grenzwertes für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ unterschritten.

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stundengrenzwert für Partikel (PM10) von 50 µg/m³ definiert, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend den Darstellungen im Kapitel 3 wird angesetzt, dass bei Konzentrationen unterhalb des entsprechenden Schwellenwertes von 29 µg/m³ (Jahresmittelwert) auch der PM10-24h-Grenzwert sicher eingehalten wird. Der PM10-24 h-Grenzwert ist somit eine strengere Kenngröße als der Jahresmittelgrenzwert (vgl. Kapitel 3). Die Anzahl der Überschreitungen der PM10-24h-Werte (Überschreitungstage) von 50 µg/m³ sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.2** dargestellt.

Im Prognose-Nullfall wird den Berechnungen zur Folge im Nahbereich der A 100 ein Jahresmittelwert von 29 µg/m³ überschritten. Davon betroffen ist vor allem der Bereich nördlich des AD Funkturmes bzw. ICC sowie die Bereiche des nördlichen Tunnelportales an der Halenseestraße und am südlichen Tunnelportal (vergleiche **Abb. 6.7**, **Abb. 6.9**, **Abb. 6.11**; gelbe, orange, rosa, rote Farbe). Entlang der A 115, des Messedammes, der Jaffestraße, westlich der A 100 und östlich der A 100 (Kleingärten) wird eine Einhaltung des PM10-24h-Grenzwerts prognostiziert. An den ausgewählten Immissionsorten werden ebenfalls keine Überschreitungen des PM10-24h-Grenzwertes im Prognose-Nullfall prognostiziert.

In der Vorzugsvariante werden ebenfalls sichere Grenzwertüberschreitungen des 24h-Wertes berechnet (vergleiche **Abb. 6.8**, **Abb. 6.10**, **Abb. 6.12**; gelbe, orange, rosa, rote Farbe). Davon betroffen sind vergleichbar zum Prognose-Nullfall der nordöstliche und südöstliche Bereich des Untersuchungsgebietes. Entlang der A 115, des Messedammes, der Jaffestraße, westlich der A 100 und östlich der A 100 (Kleingärten) wird eine Einhaltung des PM10-24h-Grenzwerts prognostiziert. Am ausgewählten Immissionsorten 1 ist in der Vorzugsvariante eine Überschreitung des PM10-24h-Grenzwertes in meteorologisch ungünstigen Jahren möglich. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens wird mit ,,selten“ eingestuft und liegt bei kleiner 40% (vergleiche Kapitel 3.5).

Die Ergebnisse zur Berechnung der schienenbedingten Zusatzbelastung zeigen, dass an den ausgewählten Immissionsorten max. eine Erhöhung der Gesamtbelastung um 2 µg/m³ auftreten würde. Damit würden in der Vorzugsvariante am IO 1 31 µg/m³, am IO 2 29 µg/m³ und am IO 5 30 µg/m³ bzw. im Prognose-Nullfall am IO 5 29 µg/m³ erwartet werden. An den anderen Immissionsorten würde die Gesamtbelastung bei Berücksichtigung der schienenbedingten Zusatzbelastung unterhalb von 29 µg/m³ betragen. Wird jedoch berücksichtigt, dass sich die Hintergrundbelastung gemäß **Tab. 4.2** bei PM10 um 15 % reduziert, würde sich anstelle von einer PM10-Hintergrundbelastung von 18 µg/m³ eine PM10-Hintergrundbelastung von 15.3 µg/m³

ergeben. Dies bedeutet, dass damit eine Reduzierung um 2.7 µg/m³ an jedem Immissionsort erfolgen würde. Damit wären die schienenbedingten Zusatzbelastungen kompensiert und auch an dem höchst belasteten IO 1 (Riehlstraße 5b) würde der PM10-24h-Grenzwert unterschritten werden.

Die Ergebnisse zur Berechnung der schienenbedingten Zusatzbelastung (vgl. **Tab. 4.3**) zeigen an den ausgewählten Immissionsorten maximal 2 µg/m³. Schlägt man diesem Wert den o. g. PM10-Gesamtbelastungen zu, dann würden sich in der Vorzugsvariante am ausgewählten Immissionsort Riehlstraße 5b mit 31 µg/m³ und an der Ecke Neue Kantstraße 17/Dernburgstraße 59 mit 30 µg/m³ Werte ergeben, die oberhalb des Schwellenwertes zur Bewertung des PM10-24h-Grenzwertes liegen.

An den anderen Immissionsorten würde die Gesamtbelastung bei Berücksichtigung der schienenbedingten Zusatzbelastung weiterhin unterhalb von 29 µg/m³ betragen. Eine Überschreitung wäre dort in meteorologisch ungünstigen Jahren möglich.

6.3 Feinstaub (PM2.5)

Die flächendeckenden PM2.5-Jahresmittelwerte aus den PROKAS-Berechnungen sind für den Prognose-Nullfall in **Abb. 6.13** und für die Vorzugsvariante 2028 in **Abb. 6.14** dargestellt. Die MISKAM/LASTRANS-Ergebnisse für den Prognose-Nullfall und die Vorzugsvariante 2030 für das Detailgebiet Spiegelweg und für das Detailgebiet Halenseestraße sind in den **Abb. 6.15** bis **Abb. 6.18** aufgeführt.

Auch hier werden in beiden Betrachtungsfällen hohe Belastungen im Bereich der Fahrbahn und teilweise in deren unmittelbarer Nähe berechnet. Davon betroffen sind teilweise der Bereich nördlich des AD Funkturmes bzw. ICC sowie die Bereiche des nördlichen Tunnelportales an der Halenseestraße und am südlichen Tunnelportal.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen. Die Gesamtbelastungen der PM2.5-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.3** dargestellt.

Der PM2.5-Jahresmittelgrenzwert von 25 µg/m³ wird somit an allen Immissionsorten im Prognose-Nullfall unterschritten.

Die Berechnungen für die Vorzugsvariante zeigen ebenfalls hohe PM2.5-Belastungen im nördlichen Bereich an der A 100 und im südöstlichen Untersuchungsgebiet an der A 100 im Bereich der Tunnelportale. Der PM2.5-Jahresmittelgrenzwert von 25 µg/m³ wird auch in der Vorzugsvariante an allen Immissionsorten unterschritten. An dem IO 1 und IO 3 bis IO 5 wird in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall eine Zunahme um 1 µg/m³ prognostiziert.

An den Kleingärten „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“ und dem ICC sowie entlang der A 115 werden in der Vorzugsvariante leicht erhöhte bis erhöhte PM2.5-Konzentrationen ermittelt.

Im Bereich zwischen östlich der A 115 und dem geplanten Zubringer zur Anschlussstelle Messedamm (Planstraße 1) werden teilweise etwas höhere PM2.5-Konzentrationen in der Vorzugsvariante gegenüber dem Prognose-Nullfall prognostiziert.

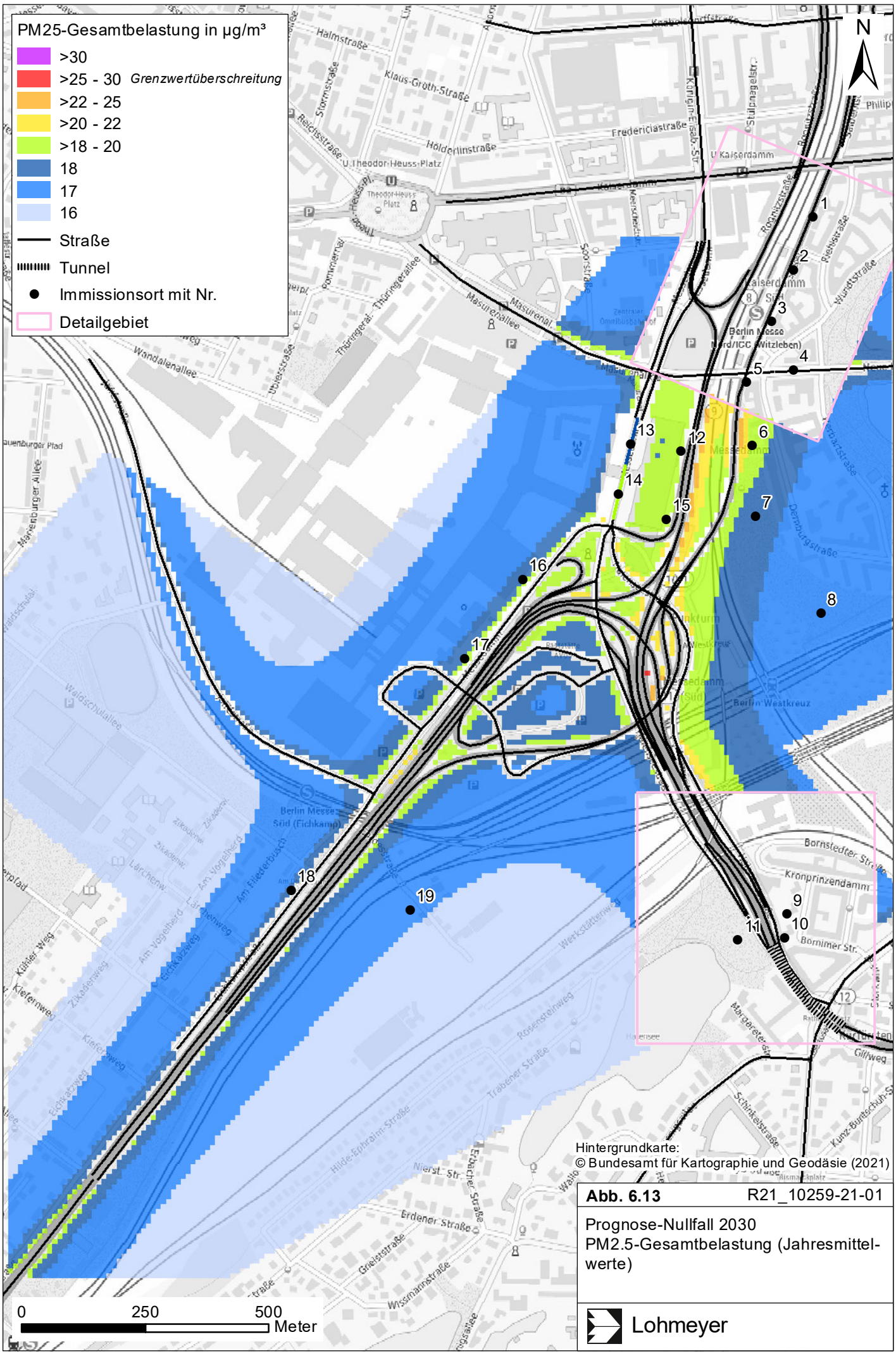


Abb. 6.13 R21_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Lohmeyer

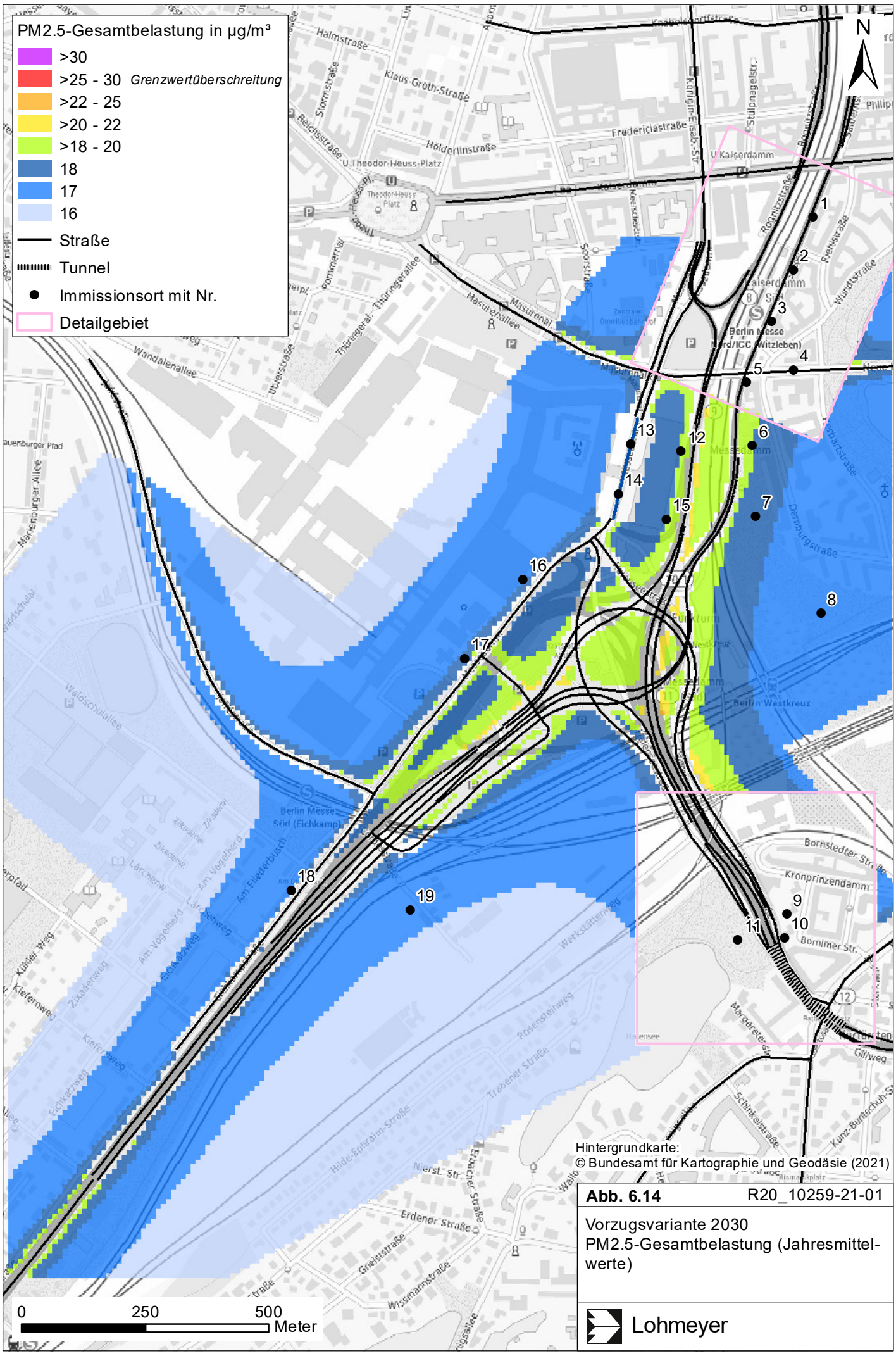


Abb. 6.14 R20_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Lohmeyer

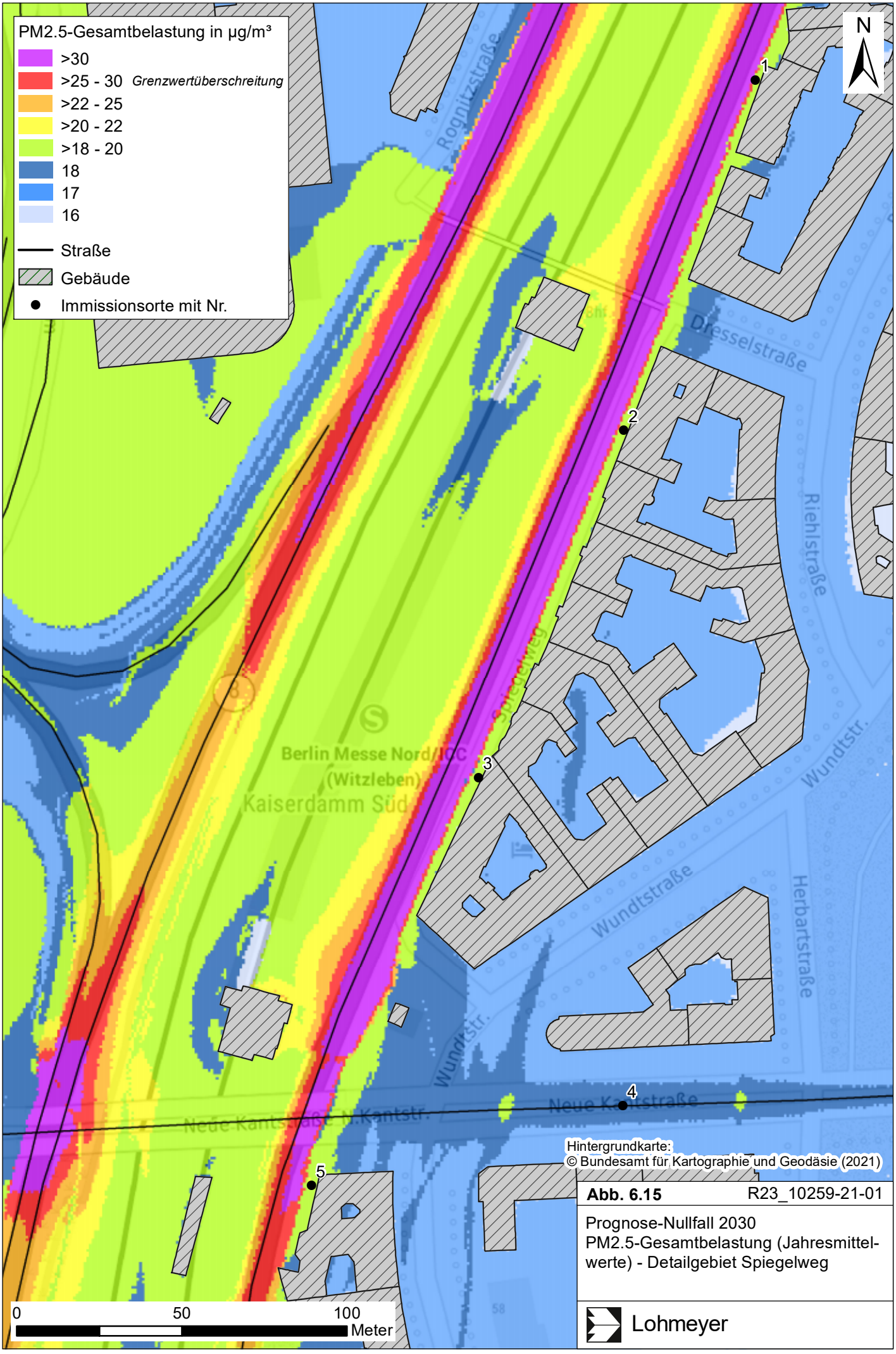


Abb. 6.15 R23_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Spiegelweg

Lohmeyer

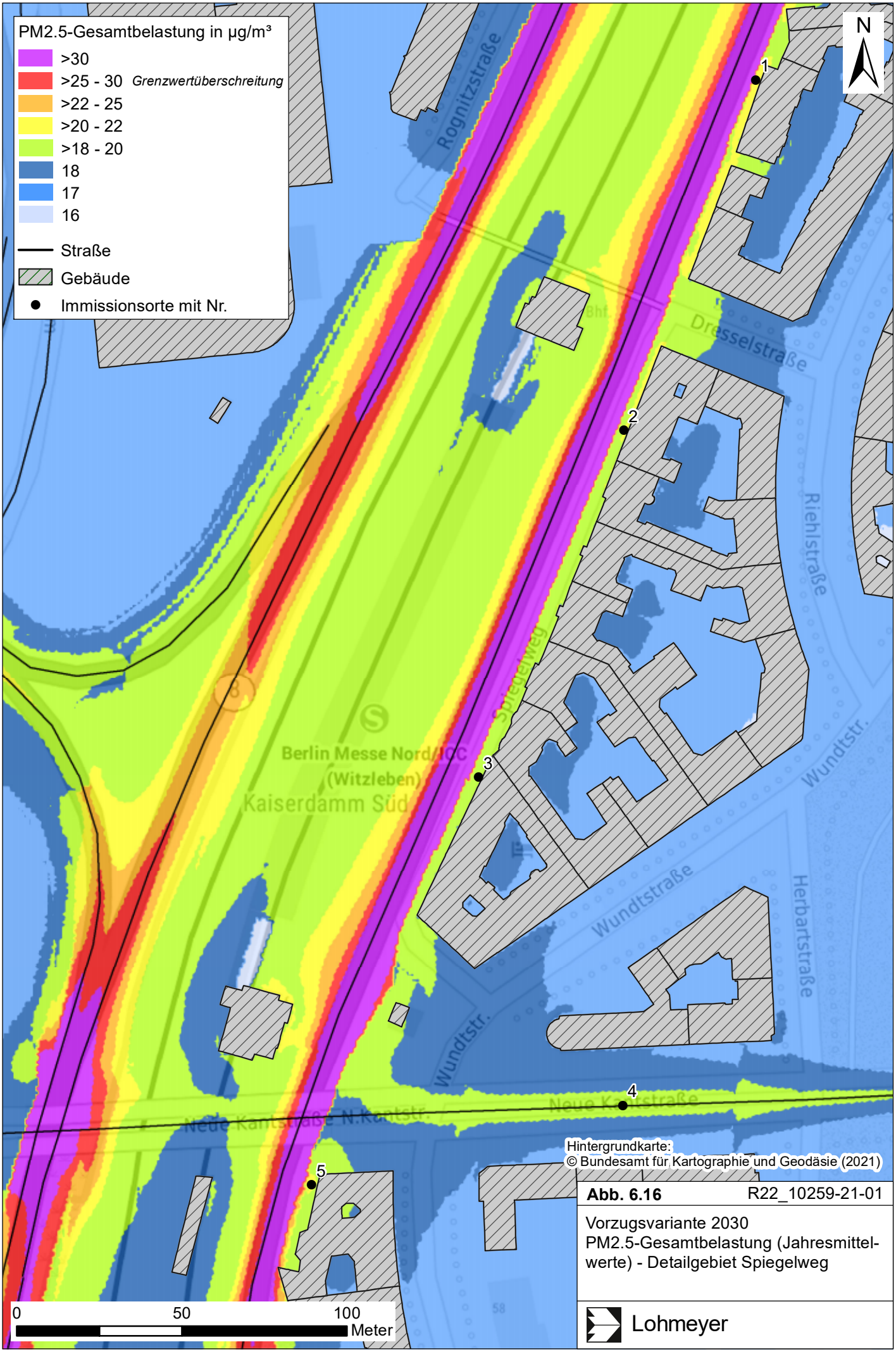


Abb. 6.16 R22_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Spiegelweg

Lohmeyer

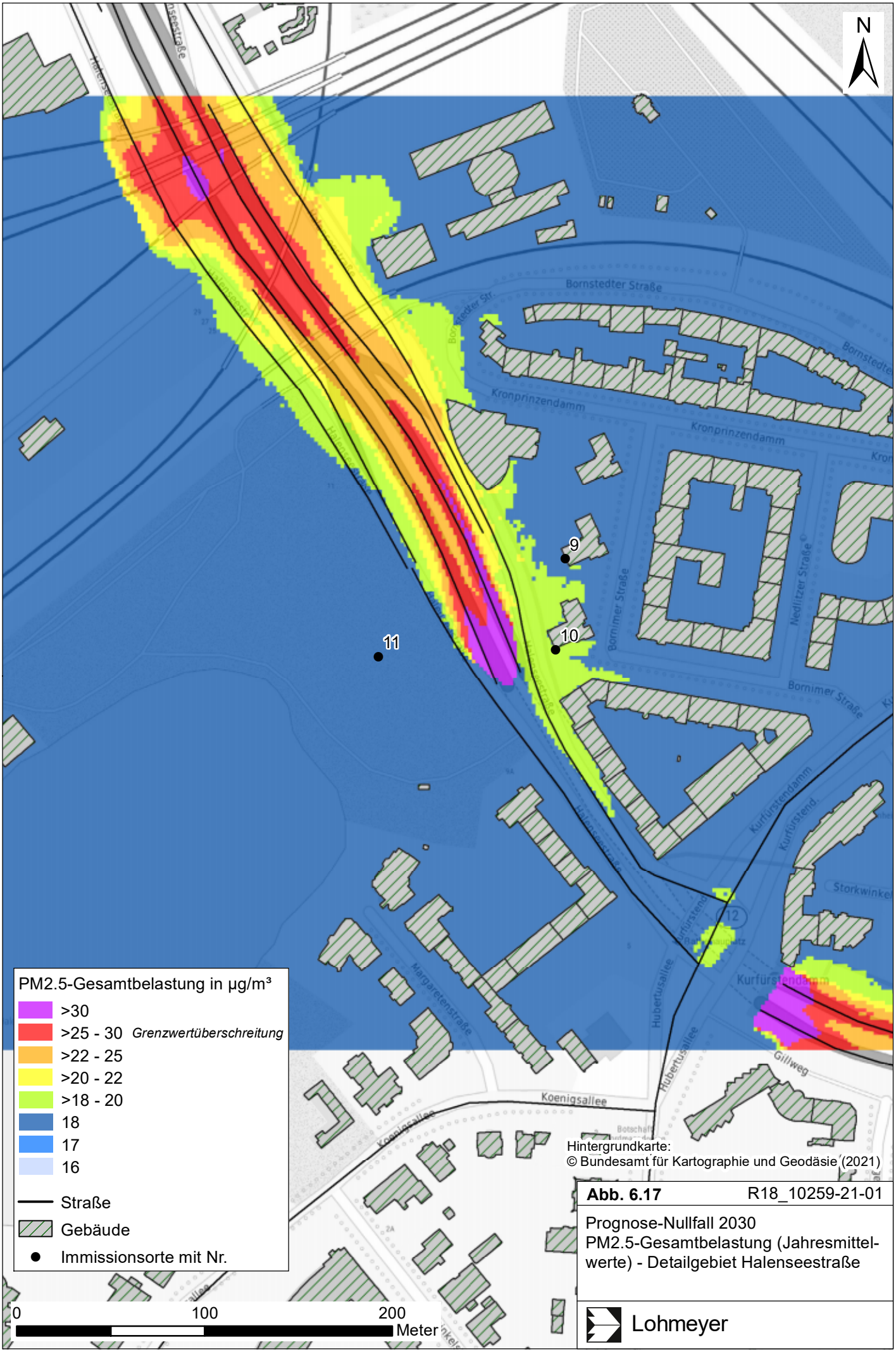


Abb. 6.17 R18_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Halenseestraße

Lohmeyer

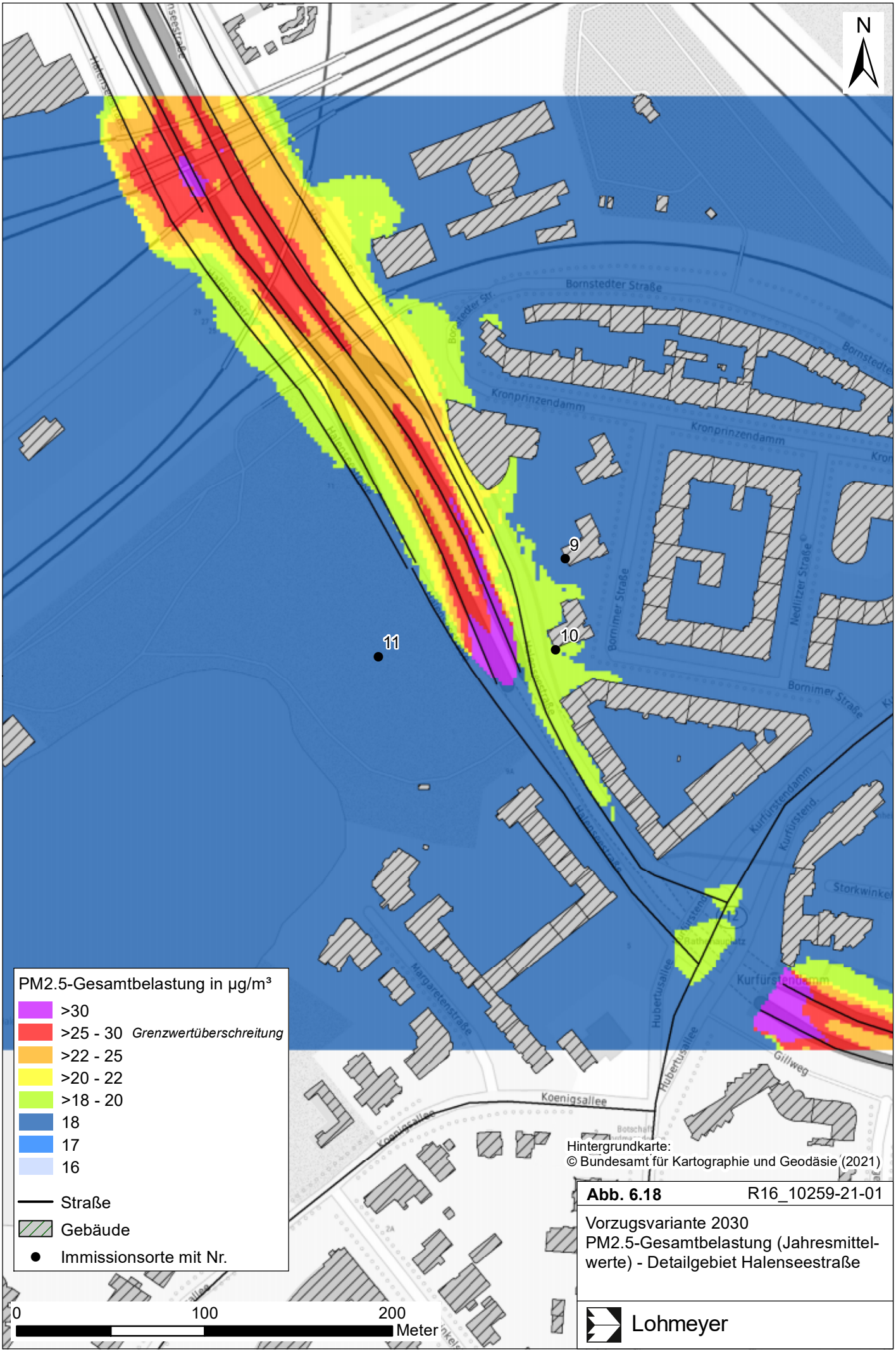


Abb. 6.18 R16_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) - Detailgebiet Halenseestraße

Lohmeyer

Nr.	Immissionsort (Nutzung)	PM2.5-Jahresmittelwert in µg/m³	
		Prog.-Nullfall 2030	Vorzugsvariante 2030
1	Riehlstr. 5b	20	21
2	Spiegelweg 7	20	20
3	Spiegelweg 1a	19	20
4	Neue Kantstr. 15, 16, 18, 18a, 19, 20, Wundtstr. 67, 69	17*	18*
5	Neue Kantstr. 17/Dernburgstr. 59	20	21
6	Kleingärten (KGA „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“)	20	19
7	Kleingärten (KGA „Bahnlandwirtschaft an der Dernburgstraße“)	18	18
8	Kleingärten (KGA „Rönnerstr.“)	17	17
9	Bornimer Str. 12	18	18
10	Bornimer Str. 13	20	20
11	Wiese Friedenthalpark	17	17
12	ICC, Seite zur A100	20	19
13	Messedamm Halle 14, 15, ICC	18*	18*
14	Messedamm Halle 13,14, ICC	19*	18*
15	ICC, Seite zur A100	20	18
16	Messedamm 16 (Halle 9)	18	17
17	Messedamm Tor 9	18	18
18	Eichkampstr. 20	18	18
19	Güterbahnhof	17	17
Beurteilungswert		**25**	

Tab. 6.3: PM2.5-Konzentrationen für ausgewählte Immissionsorte
fett = Überschreitung des Beurteilungswerts
***** Ergebnisse für beidseitig bebaute Straßenabschnitte

7 LITERATUR

Bächlin et al. (2008): Untersuchungen zu Stickstoffdioxid-Konzentrationen, Los 1 Überprüfung der Rombergformel. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 60976-04-01. Gutachten im Auftrag von: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.

BASt (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, H. 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

BASt (2005): PM_{10}-Emissionen an Außerortsstraßen mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM_{10}-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen (Düring, I., Bösinger, R., Lohmeyer, A.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 125, ISBN 3-86509-307-8, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021): http://sg.geodatenzentrum.de/ web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf, bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV), Neufassung vom 4. Juni 2007. In: BGBl Jahrgang 2007 Teil I Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 12.06.2007 (nach Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).

23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).

33. BImSchV (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen - 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004 (nach Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.

CS Planungs- und Ingenieurgesellschaft mbH (2021): Übergabe der Lärmschutzwände für die Vorzugsvariante (Variante V4d) Stand 2021-06. E-Mail von Hr. Bison an Herrn Jänich vom 01.06.2021.

Deutsche Bahn AG (2021): Fachwissen Nachhaltigkeit und Umwelt (GUW) Klimaschutz, Luftreinhaltung. Übergabe der Schienenemissionen Berlin/Dreieck Funkturm, E-Mail von Frau Stern-Gottfried an Herrn Schmidt vom 01.11.2021.

Diegmann, V. (2020): Vortrag V. Diegmann zu HBEFA4.1 auf IVU Workshop Luftqualität 2020.

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).

Düring, I., Schmidt, W., Moldenhauer, A., Nitzsche, E. (2021): Verbesserung der NO_2-Immissionsmodellierung mit HBEFA 4.1. Auftraggeber: Umweltbundesamt UBA-FB II4.1 Grundsatzfragen der Luftreinhaltung. Abschlussbericht der Lohmeyer GmbH vom Februar 2021. Forschungskennzahl 146606.

DWD (2021): Meteorologische Daten der Station Berlin-Tegel, Download https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/ für Bewölkung, Böen, Wind und Wolkenart für die Station Tegel am 03.05.2021 und 07.05.2021.

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.

Eichhorn, J. (2014): MISKAM Handbuch zu Version 6.3. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim, April 2014.

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

Gehrig, R., Buchmann, B. (2003): Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM10 and PM2.5 concentrations based on long-term Swiss monitoring data. Atmospheric Environment 37 (2003).

Herzke, K. (1972): Der Einfluss des Kraftfahrzeugverkehr auf die Betriebskosten von Tunnellüftungen. Bauingenieur-Praxis Heft 82, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. 1992.

Hoffmann-Leichter Ingenieurgesellschaft mbH (2021): Verkehrsdaten für den Prognose-Nullfall 2030 und Vorzugsvariante (Variante V4d). Stand 2021/06.

Horsch, F., Bittlingmaier, W., Filby, W.G., Fund, S., Gross, S. (1997): 13. Statuskolloquium des PEF am 11. und 12. März 1997 im Forschungszentrum Karlsruhe (FZKA-PEF 153).

Israël, G.W., Schlums, C., Treffeisen, R. Pesch, M. (1994): Rußimmissionen in Berlin, Herkunftsbestimmung - Kfz-Flottenemissionsfaktoren – Vergleichbarkeit von Probenahmemethoden. Fortschrittberichte VDI, Reihe Umwelttechnik, Nr. 152.

IVU Umwelt GmbH (2021): Übergabe der Entwicklung der Hintergrundbelastung aus RLuS update. E-Mail am 14.09.2021 von Herr Diegmann an Herrn Dr. Düring.

Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.

Kühlwein, Jörg (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.

LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

Lohmeyer (2012): Aktualisierung des MLuS 02 bzgl. Emission, Lärmschutzmodul, NO/NO2-Konversion, Vorbelastung und Fortschreibung 22. BImSchV - FE 02.0255/2004/LRB. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit von Institut für Energie und Umwelt, Heidelberg. Projekt 70405-07-10, Abschlussbericht vom Jan. 2012, Gutachten im Auftrag von: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

Lohmeyer (2020): Klimatische Betrachtungen zur Umgestaltung der A 115 im Bereich des Funkturmdreieckes Berlin. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 64105-19-02, Juni 2020. Gutachten im Auftrag von: DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH, Berlin.

LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.

Romberg, E., Bösinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO2-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.

Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlußbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.

Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).

SenUVK - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (2021): Abstimmung der Hintergrundbelastung mit Herrn Dr. Kerschbaumer, E-Mail vom 12.04.2021.

SVU (2021): Überprüfung der Luftreinhaltepläne für die Städte Frankfurt (Oder), Cottbus / Chóśebuz, Bernau und Eberswalde. Auftraggeber: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg, Abteilung Umwelt, Klimaschutz, Nachhaltigkeit in Potsdam. Abschlussbericht vom Juni 2021. SVU Dresden in Zusammenarbeit mit Lohmeyer GmbH.

TREMOD (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung ”Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030”. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.

UBA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1. (HBEFA 4.1) (aktualisierte Version vom 03.11.2019). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.

UBA (2021a): Minderung durch Stickstoffoxid-Emissionen durch Softwareupdates an Diesel-PKW - Empfehlungen zur Nutzung von Minderungsfaktoren. Autor: Dr. Lange, M. [„Schadstoffminderung und Energieeinsparung im Verkehr“ (I 2.2), Umweltbundesamt]. Stand: 1. April 2021. Internet http://www.umweltbundesamt.de.

UBA (2021b): Ermittlung von Emissionsfaktoren für Diesel-PKW mit Softwareupdate (EFA-SU). (Dippold, M.; Hausberger, S.). Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH. Graz (Österreich). UBA-Texte 87/2021. UBA-Projektnr. 148307, FB000536. ISSN 1862-4804. Dessau-Roßlau, Juni 2021. Internet http://www.umweltbundesamt.de/publikationen.

UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.

VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), Düsseldorf, Mai 2020.

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

VDI 3945 Blatt 3 (2020): Umweltmeteorologie; Atmosphärische Ausbreitungsmodelle; Partikelmodell. Richtlinie VDI 3945 Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf, April 2020.

ANHANG A1:
BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

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

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2, PM10 und PM2.5 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 PM10 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 PM2.5, Arsen, Kadmium, Nickel und

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

Stoff	**Mittelungszeit**	**Grenzwert**	**Geltungszeitpunkt**
NO_2	Stundenmittelwert	200 µg/m³ maximal 18 Überschreitungen/Jahr	seit 2010
NO_2	Jahresmittelwert	40 µg/m³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m³	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m³	seit 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrs-relevante) Schadstoffe

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

A1.2 Vorsorgewerte

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

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

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche 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 PM2.5-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 PM2.5-Richtgrenzwert von 20 µg/m³ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden.

A1.4 Schutz der Vegetation

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide (NO_X) von 30 µg/m³ im Jahresmittel. Dieser „kritische Wert“ ist ein auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse festgelegter Wert, dessen Überschreitung unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann. Die Erfassung und Anwendung ist für Bereiche vorbehalten, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind.

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

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS PROKAS 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_2 erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2008). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO_2-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

A2.2 Fehlerdiskussion

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

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

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung - PEF" (Flassak et al., 1996) wird der Einfluss von Unschärfen der Eingangsgrößen betrachtet. Einen großen Einfluss auf die Immissionskenngrößen zeigen demnach die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen sowie die 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_x-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10 % bis 20 % für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

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

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

ANHANG A3:
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS MISKAM/LATRANS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A3 AUSBREITUNGSRECHNUNG MIT MISKAM/LATRANS-KOPPELUNG

A3.1 MISKAM und LATRANS

Die Berechnungen erfolgen mit dem Strömungsteil des prognostischen Rechenmodells MISKAM in Version 6.3 (Eichhorn, 2014) und dem nachgeschalteten Lagrange-Ausbreitungsmodell LATRANS, das die in der Richtlinie VDI 3945, Blatt 3 (2000) genannten Anforderungen erfüllt. Der Strömungsteil von MISKAM ermöglicht die realitätsnahe Modellierung der Umströmung von Gebäuden und liefert die für die Lagrange-Ausbreitungsrechnung benötigten dreidimensionalen Windfelder und Turbulenzgrößen (turbulente kinetische Energie, turbulenter Austauschkoeffizient).

Bei den Berechnungen der Windfelder und Turbulenzgrößen wurden die Hinweise aus Eichhorn (2014) sowie der VDI-Richtlinie für prognostische Modelle (VDI 3783 Blatt 9; 2017) beachtet.

Das Lagrange-Ausbreitungsmodell LATRANS wurde in den Jahren 1995 bis 1997 im Institut für Umweltschutz des RWTÜV in Essen entwickelt, mit dem Ziel die Ausbreitung von KFZ-Emissionen auf der Grundlage von MISKAM-Strömungsfeldern realitätsnah zu berechnen. Nach der programmtechnischen Umsetzung wurde eine sorgfältige Modellvalidierung vorgenommen. Hierzu wurden umfangreiche Rechnungen durchgeführt, um die rechnerisch ermittelten Konzentrationswerte mit Ergebnissen aus Windkanalexperimenten zu vergleichen. Hierzu wurden unterschiedliche Quell- und Gebäudeanordnungen untersucht, die in den PEF-Projekten [Röckle und Richter (1995), Schädler et al. (1996) und Horsch, et al. (1997)] dokumentiert sind. Hierbei ergaben sich gegenüber dem in MISKAM integrierten Euler-Ausbreitungsmodell zum Teil signifikante Verbesserungen der Prognosegenauigkeit.

A3.2 Fehlerdiskussion

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

hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

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

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung - PEF" (Flassak et al., 1996) wird der Einfluss von Unschärfen der Eingangsgrößen betrachtet. Einen großen Einfluss auf die Immissionskenngrößen zeigen demnach die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen sowie die 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, Emissions-faktoren, 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_x-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10 % bis 20 % für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

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

chender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von ±20 % aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle und 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 Gesamtimmissionsbelastung geringer sind.

ANHANG A4:
EMISSIONSABBILDUNGEN

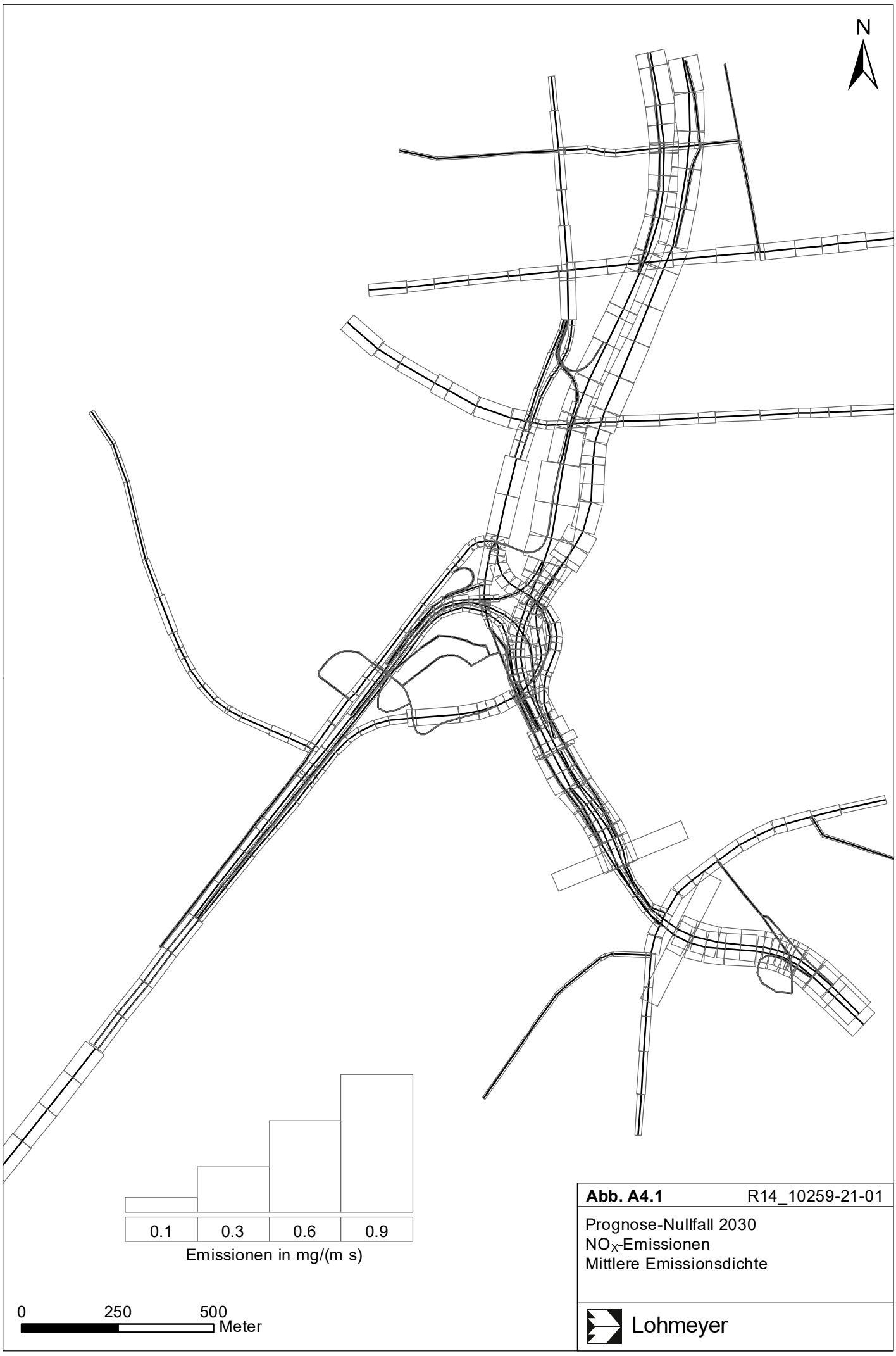


Abb. A4.1 R14_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
NO_X-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Lohmeyer

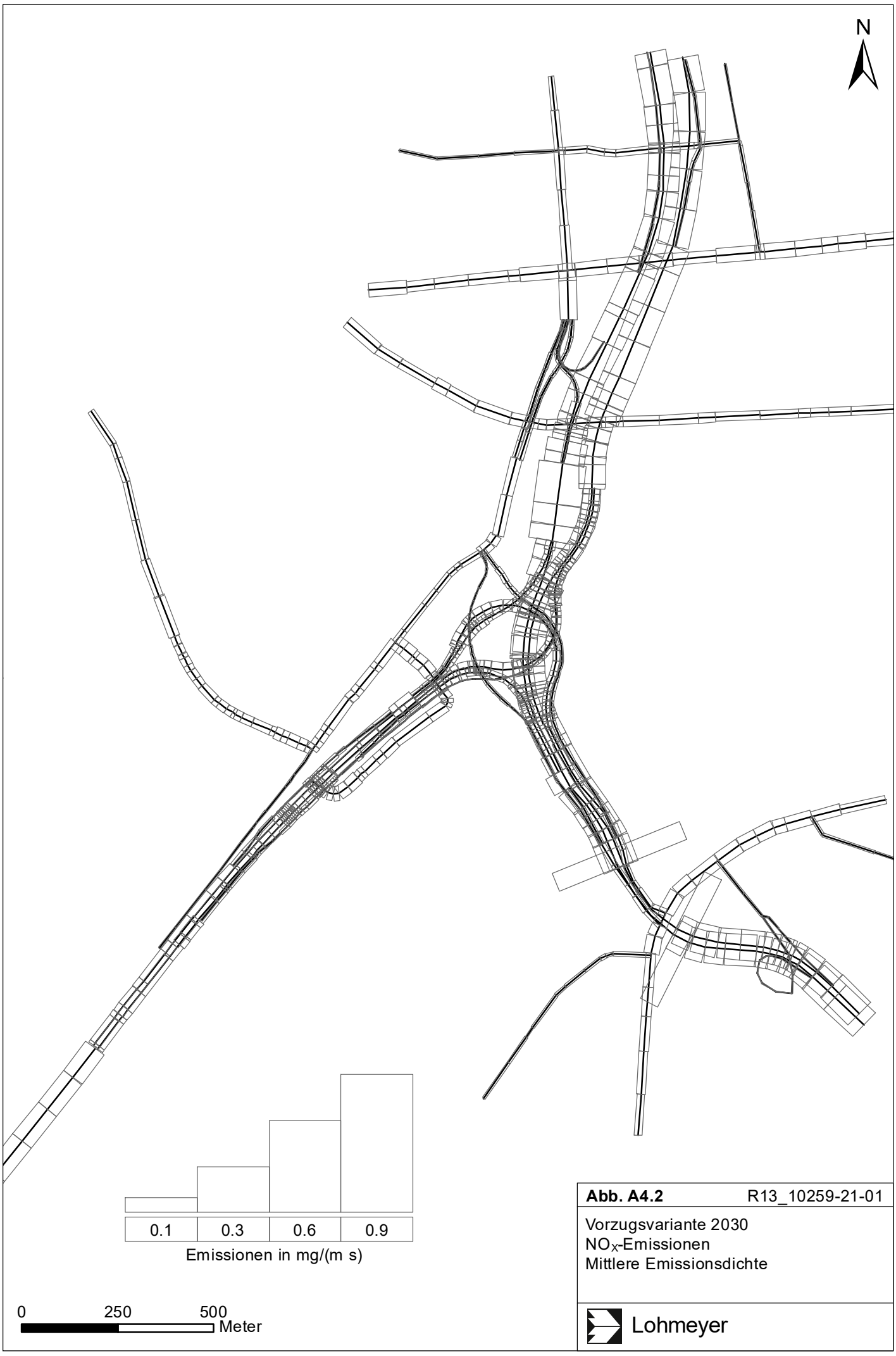


Abb. A4.2 R13_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
NO_X-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Lohmeyer

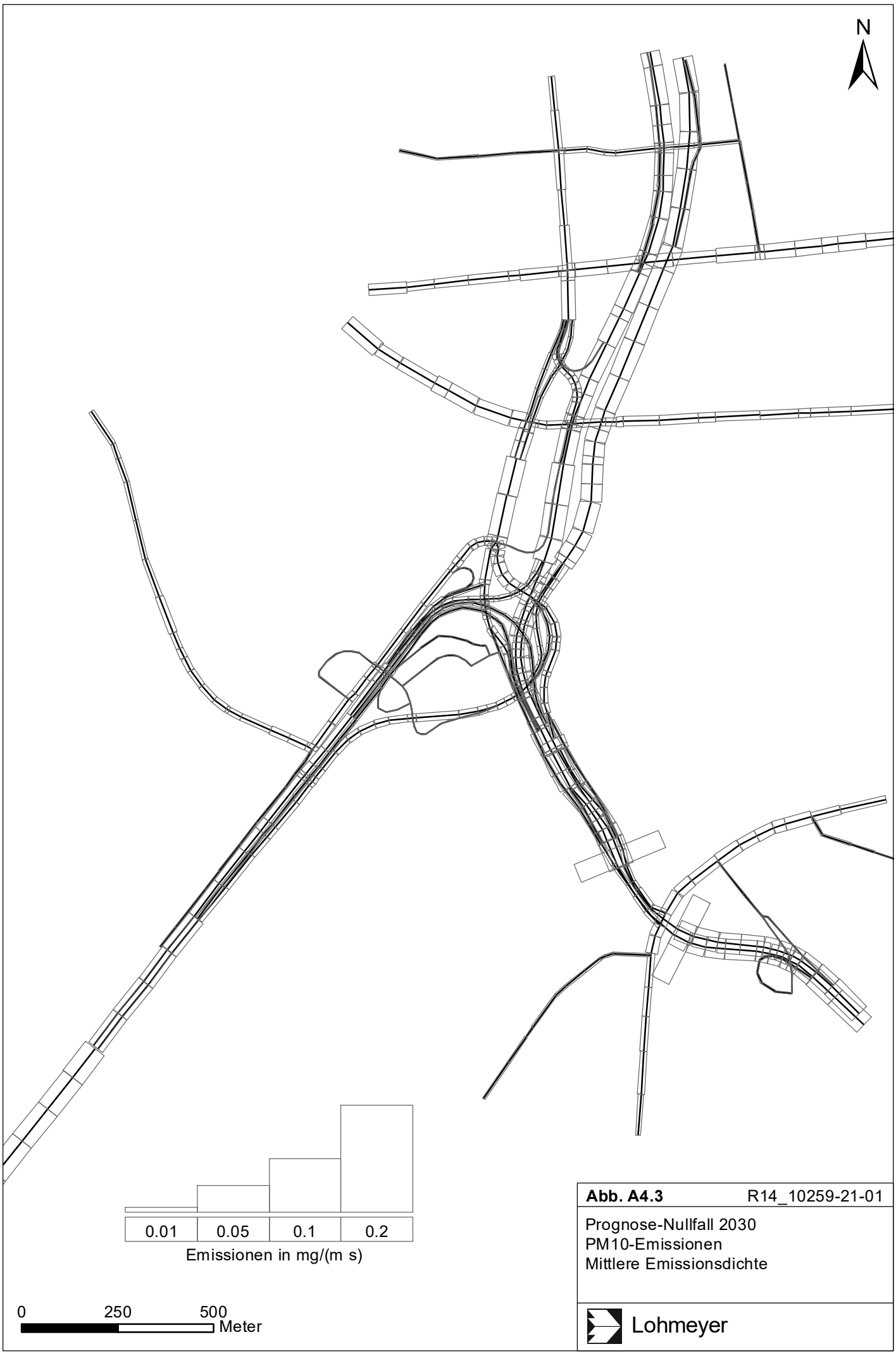


Abb. A4.3 R14_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
PM10-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Lohmeyer

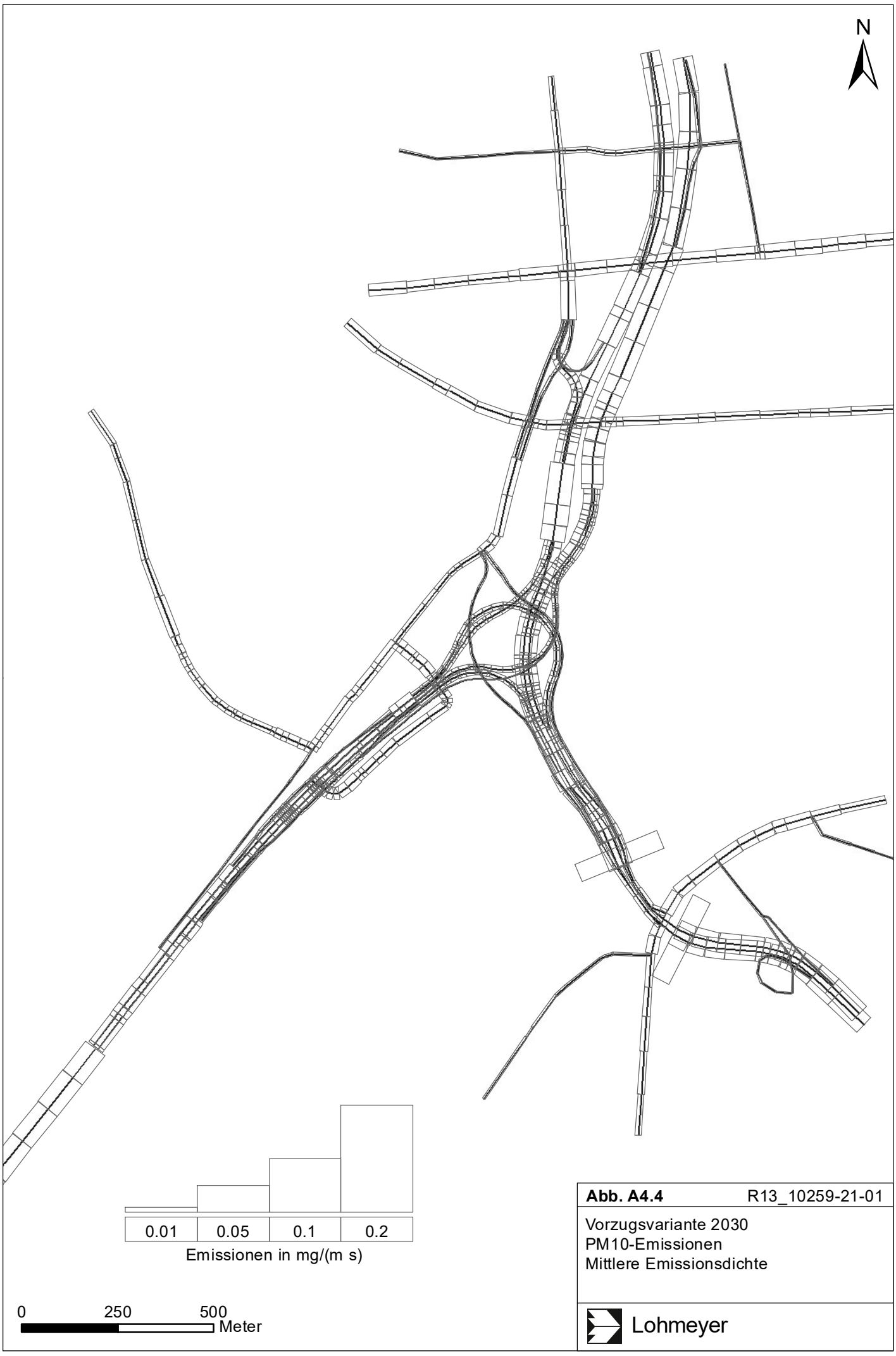


Abb. A4.4 R13_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
PM10-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Lohmeyer

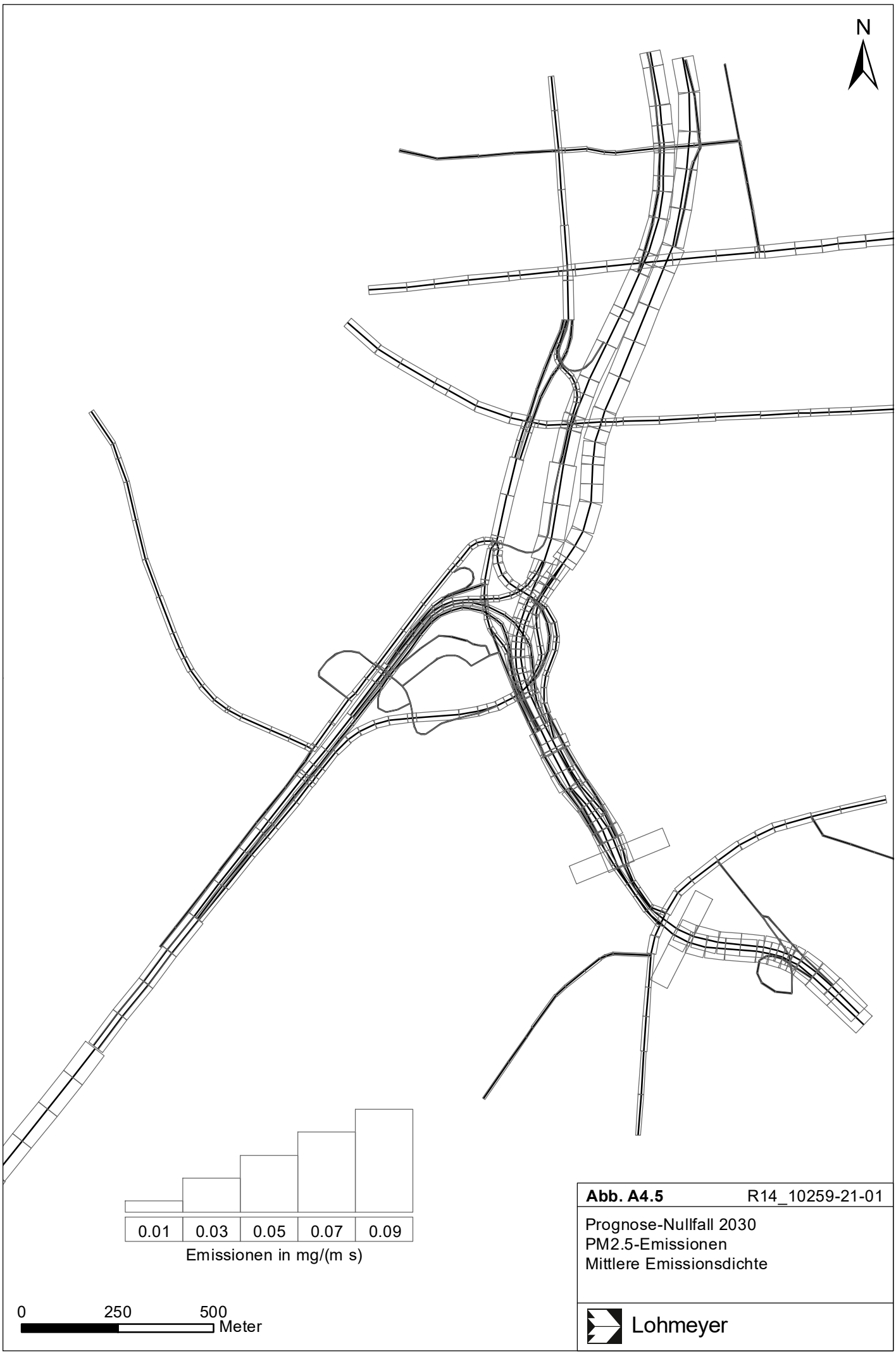


Abb. A4.5 R14_10259-21-01

Prognose-Nullfall 2030
PM2.5-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Lohmeyer

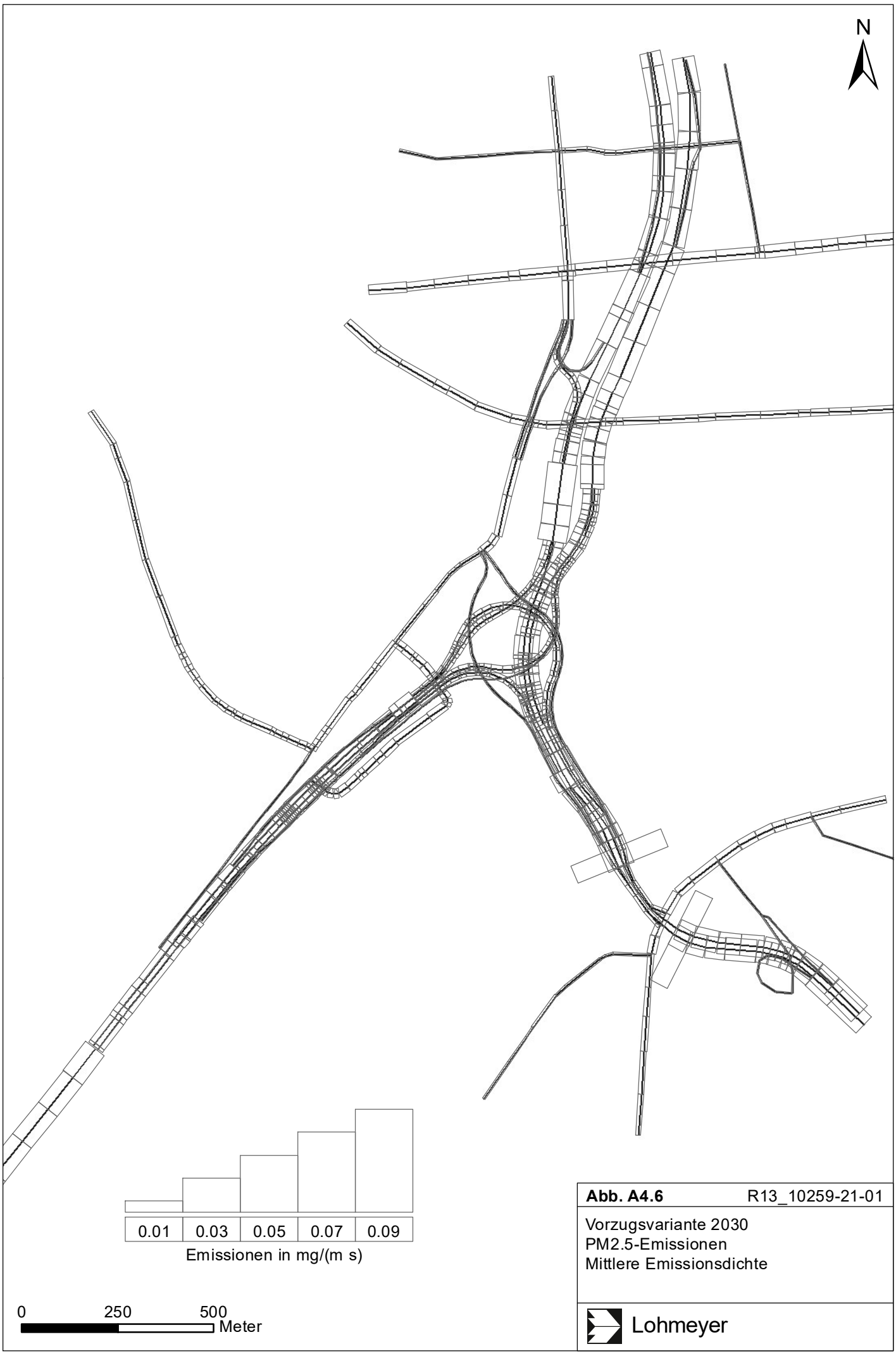


Abb. A4.6 R13_10259-21-01

Vorzugsvariante 2030
PM2.5-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Lohmeyer

ANHANG A5:
KOHLENDIOXID-EMISSIONEN (CO_2)

A5 KOHLENDIOXID-EMISSIONEN (CO_2)

Ergänzend zu den Luftschadstoffen hinsichtlich der menschlichen Gesundheit und der Stickstoffdeposition wird im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für die Planungsmaßnahme das Klimagas CO_2 betrachtet. Dafür werden die zu erwartenden CO_2-Emissionen des Planfalls für den Bereich des Untersuchungsgebietes berechnet. Das Auswertegebiet hat eine Größe von ca. 2.1 km mal 1.8 km.

Die CO_2-Emissionen werden als „total“ und als „reported“ aus der Emissionsdatenbank Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA 4.1) ausgelesen. Darin wird CO_2-total aus dem Kraftstoffverbrauch unter Annahme, dass der Kohlenstoff im Kraftstoff vollständig oxidiert, berechnet. CO_2-reported wird aus dem im Treibstoff enthaltenen fossilen Kohlendioxid angegeben, welches um den Gehalt an Biokraftstoff reduziert wird. CO_2-reported ist also ein Anteil vom CO_2-total, welcher länderspezifisch und jahresabhängig ist.

Für die Prognose-Verkehrszahlen wurde die Datenbasis 06/2021 verwendet. Die Fahrleistung der betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet, d. h. die prognostizierten Kilometer aller Fahrzeuge im Jahr, wird in der Vorzugsvariante mit ca. 396.0 Mio. km/a und im Prognose-Nullfall mit 389.7 Mio. km/a berechnet. Die berücksichtigten Streckenlängen umfassen 32 023 m (Vorzugsvariante) und 32 533 m (Prognose-Nullfall).

Neben den Verkehrszahlen gehen in die CO_2-Berechnung die Verkehrssituation und das Bezugsjahr ein. Der Anteil von CO_2-reported an CO_2-total liegt für dieses Bezugsjahr (2030) bei 94 %.

Die CO_2-Emissionen im Untersuchungsgebiet für die Vorzugsvariante und den Prognose-Nullfall für das Jahr 2030 sind für den Untersuchungsraum in **Tab. A5.1** aufgeführt.

Schadstoff	Vorzugsvariante 2030 in t/a	Prognose-Nullfall 2030 in t/a
CO_2-total	66 999	65 684
CO_2-reported	62 729	61 498

Tab. A5.1: CO_2-Emissionen der Vorzugsvariante und des Prognose-Nullfalls 2030

In der Vorzugsvariante werden Erhöhungen der CO_2-total-Emissionen von 1315 t/a (+ 2.0 %) gegenüber dem Prognose-Nullfall bei einer höheren Fahrleistung von 6 300 000 km/a (+ 1.6 %) berechnet. Die Gesamtlänge der Strecke nimmt um 510 m in der Vorzugsvariante ab.