Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Standort Dillenburg

HESSEN

Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden im Zuge der Bundesautobahn 45

von km:	NK 5214 402 und NK 5215 015, Strecken – km 132,600
nach km:	NK 5214 402 und NK 5215 015, Strecken – km 134,775
Nächster Ort:	Haiger - Sechshelden
Baulänge:	2,175 km

Feststellungsentwurf

für eine Bundesfernstraßenmaßnahme

- Unterlage 17.2 –
(1. Planänderung)

Luftschadstoffuntersuchung

Aufgestellt: Dillenburg, den 08.08.2018 Hessen Mobil, - Dezernat A 45 – gez. Gräb Dezernent	

Unterlage 17.2, 1. Planänderung

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Immissionsschutz, Klima, Aerodynamik, Umweltsoftware

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0
E-Mail: info.ka@lohmeyer.de
URL: www.lohmeyer.de

bekanntgegebene Stelle nach § 29b BImSchG für den Aufgabenbereich O - Gerüche

A 45, ERSATZNEUBAU DER TALBRÜCKE SECHSHELDEN

- AKTUALISIERUNG DER BERECHNUNG DER VERKEHRSBEDINGTEN IMMISSIONEN -

Auftraggeber: INVER - Ingenieurbüro
für Verkehrsanlagen GmbH
Maximilian-Welsch-Straße 2a
99084 Erfurt

Dipl.-Geogr. F. Jänich

Dipl.-Geogr. T. Nagel

April 2018~~2017~~
Projekt 62612-14-01_NT2_O2~~O5~~
Berichtsumfang 81~~64~~ Seiten

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

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN ..... 1 a

1 ZUSAMMENFASSUNG ..... 3 a

2 AUFGABENSTELLUNG ..... 7 a

3 VORGEHENSWEISE ..... 8 a

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe ..... 8 a

3.2 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT ..... 9 a

3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte..... 11 a

4 EINGANGSDATEN ..... 13 a

4.1 Lagedaten..... 14 a

4.2 Verkehrsdaten ..... 14 a

4.3 Meteorologische Daten ..... 20 a ~~18~~

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft ..... 22 a ~~20~~

5 EMISSIONEN ..... 26 a ~~24~~

5.1 Betrachtete Schadstoffe ..... 26 a ~~24~~

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren..... 26 a ~~24~~

5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren ..... 26 a ~~24~~

5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren ..... 29 a ~~26~~

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes..... 33 a ~~29~~

6 ERGEBNISSE HINSICHTLICH DES SCHUTZES DES MENSCHEN..... 35 a ~~31~~

6.1 Stickstoffoxid-Immissionen (NO_2) ..... 35 a ~~31~~

6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10)..... 41 a ~~35~~

6.3 Feinstaub-Immissionen (PM2.5)..... 47 a ~~39~~

7 LITERATUR ..... 54 a ~~43~~

A N H A N G A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN ..... 57 a ~~46~~

A N H A N G A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG ..... 62 a ~~51~~

A N H A N G A3: EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE ..... 69 a ~~58~~

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas.

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 m³ Luft (µg/m³ oder mg/m³).

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/m³ oder mg/m³ angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

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

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

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO_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 Verbrennungsvorgänge und Sekundärpartikel.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Bei Sechshelden ist für die A 45 ein Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden in Planung. Im derzeitigen Planungsstand der 1. Planänderung wurden neue Verkehrszahlen für den Prognosehorizont 2030 vorgelegt. Diese sind ~~hat sich die Ausbauvariante gefestigt. Nunmehr liegt eine Technische Planung mit u. a. aktualisierten Lärmschutzwänden vor. Zudem wurde das Verkehrsgutachten~~ für den Planfall und den Prognose-Nullfall heranzuziehen. Zudem wurde im Projektverlauf die Emissionsdatenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren“ (HBEFA) ~~mit dem Horizont 2030~~ erneuert, welche ebenfalls anzuwenden ist. ~~und das Prognosejahr, das Jahr der möglichen Verkehrsfreigabe auf 2024 gesetzt.~~ Die Auswirkung auf die Immissionen dieser Veränderungen sollen ~~wurden~~ durch eine Neuberechnung dargestellt werden.~~werden.~~

Die Aktualisierung umfasste folgende Fälle:

- den Prognose-Nullfall (Bestandsvariante ohne bauliche Veränderung) und
- den ~~der~~ Planfall (Ersatzneubau im Bestand mit Lärmschutzwänden).

Die Beurteilung erfolgt entsprechend 39. BImSchV für die relevanten Schadstoffe NO_2 und Feinstaub (PM10 und PM2.5) für das Jahr 2024, dem frühesten Jahr der möglichen Inbetriebnahme der ausgebauten A 45.

Die Emissionsberechnung erfolgt auf der Grundlage der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.3 (UBA, 2017).~~2 (UBA, 2014) und unter Beachtung neuer Anpassungen für Diesel-EURO 6-Pkw.~~ Wegen der besonderen Ausbreitungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet wird das für die vorliegende Fragestellungen geeignete Berechnungsverfahren PROKAS angewandt, wobei als Ausbreitungsmodell das dreidimensionale Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrangemodell in Anlehnung an das Modell der TA Luft) verwendet wird. Die Schadstoffkonzentrationen werden mit dem Verfahren PROKAS/LASAT flächenhaft für das Untersuchungsgebiet berechnet.

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

Ergebnisse Stickstoffdioxid-Immissionen (NO_2)

Im Prognose-Nullfall 2024 werden westlich der Talbrücke (Richtung Dortmund) an den Gebäuden der W.-Thielmann-Straße NO_2-Belastungen bis 29~~27~~ µg/m³ ermittelt. Östlich der Talbrücke entlang der Straße Am Klangstein, wo die B 277 kreuzt, werden an der Bebauung NO_2-Jahresmittelwerte bis 31~~28~~ µg/m³ prognostiziert. An der lockeren Bebauung der Straße Am Klangstein an der AS Dillenburg bzw. am Anschluss B 277, der Sechsheldener Straße, werden NO_2-Schadstoffbelastungen ebenfalls bis 28~~26~~ µg/m³ berechnet.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO_2-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird den Berechnungsergebnissen zufolge im Prognose-Nullfall an der nächstgelegenen Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten. Die NO_2-Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert als ~~leicht~~ erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Im Planfall im Jahr 2024 werden westlich der Talbrücke an der Bebauung der W.-Thielemann-Straße. NO_2-Konzentrationen bis 26 µg/m³ prognostiziert. Im Vergleich zum Prognose-Nullfall sind die NO_2-Belastungen aufgrund der Wirkung der geplanten Lärmschutzbauten leicht geringer.

Östlich der Talbrücke, an der Straße am Klangstein, werden NO_2-Konzentrationen etwas niedriger im Vergleich~~vergleichbar~~ zum Prognose-Nullfall bis 30~~27~~ µg/m³ ermittelt. An den Einzelgrundstücken der Sechsheldener Straße und Am Klangstein an der AS Dillenburg werden wie beim Prognose-Nullfall NO_2-Konzentrationen bis 28~~26~~ µg/m³ festgestellt.

Der NO_2-Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel wird den Berechnungsergebnissen zufolge im Planfall an relevanter Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten. Die NO_2-Belastungen werden als leicht erhöhte bis erhöhte NO_2-Belastung und im Vergleich zum Prognose-Nullfall mit vergleichbaren NO_2-Jahresmittelwerten ermittelt.

Ergebnisse Feinstaub-Immissionen (PM10)

Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 20 µg/m³ wird im Prognose-Nullfall 2024 westlich der Talbrücke an der Bebauung der W.-Thielmann-Straße eine PM10-Belastung bis 22 µg/m³ prognostiziert.

Für ~~Gleiches gilt auch für~~ den Bereich östlich der Talbrücke werden~~. Auch dort übersteigen die~~ PM10-Konzentrationen bis 23 µg/m³ ermittelt.~~Prognosen an der Bebauung der Straße Am Klangstein die Konzentration von 22 µg/m³ nicht.~~ An der AS Dillenburg werden an den

Häusern der Sechsheldener Straße und Am Klangstein im Prognose-Nullfall PM10-Belastungen ebenfalls bis 22 µg/m³ berechnet.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird im Prognose-Nullfall deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM10-Jahresmittelwerte als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von 29 µg/m³ im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend der Berechnungsergebnissen an der bestehenden Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten.

Im Planfall im Jahr 2024 werden westlich der Talbrücke an den Gebäuden der W.-Thielmann-Straße PM10-Jahresmittelwerte bis 21 µg/m³ berechnet. Durch die geplanten Lärmschutzbauten werden im Planfall leicht geringere PM10-Immissionen gegenüber dem Prognose-Nullfall prognostiziert.

Im Bereich am östlichen Brückenlager wird den Berechnungen zu Folge an der nächstgelegenen Bebauung der Straße Am Klangstein die PM10-Belastung bis 23~~22~~ µg/m³ bleiben. An ~~Gleiches trifft im Planfall auch auf die~~ nächstgelegenen Häusern~~Häuser~~ an der Sechsheldener Straße bzw. Am Klangstein an der AS Dillenburg ~~zu. Dort~~ werden vergleichbar zum Prognose-Nullfall PM10-Konzentrationen ~~ebenfalls~~ bis 22 µg/m³ prognostiziert~~. Die PM10-Belastungen liegen damit auf vergleichbarem Niveau mit dem Prognose-Nullfall~~.

Der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird im Planfall deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM10-Jahresmittelwerte als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von 29 µg/m³ im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird an der bestehenden Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten.

Ergebnisse Feinstaub-Immissionen (PM2.5)

Unter Berücksichtigung der PM2.5-Hintergrundbelastung von 16 µg/m³ werden im Prognose-Nullfall an der nächstgelegenen Bebauung der W.-Thielmann-Straße westlich der Talbrücke PM2.5-Immissionen bis 17 µg/m³ ermittelt. Am Widerlager, dem östlichen Verlauf der A 45 folgend, werden an der Bebauung der Straße Am Klangstein PM2.5-Belastungen ~~ebenfalls~~bis 18~~17~~ µg/m³ prognostiziert.

An der Bebauung der Sechsheldener Straße bzw. Am Klangstein unweit der AS Dillenburg werden im Prognose-Nullfall bis 17 µg/m³ berechnet. Damit wird prognostiziert, dass der ab

dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ entsprechend den Immissionsberechnungen im Prognose-Nullfall deutlich nicht erreicht und nicht überschritten wird. Die berechneten Belastungen sind als erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Im Planfall werden an der nächstgelegenen Bebauung der W.-Thielmann-Straße westlich der Talbrücke bis 17 µg PM2.5/m³ im Jahresmittel, wie auch im Prognose-Nullfall, berechnet. An den Gebäuden der östlichen Seite des Tales, Am Klangstein, werden gleiche PM2.5-Belastungen ~~ebenfalls~~ bis 18~~17~~ µg/m³ ermittelt.

An Gebäuden der Sechsheldener Straße bzw. Am Klangstein werden in der Nähe der AS Dillenburg PM2.5-Immissionen erneut bis 17 µg/m³ prognostiziert. Auch dort wird~~wurde~~ keine Erhöhung der PM2.5-Belastungen an der Wohnbebauung gegenüber dem Prognose-Nullfall berechnet.

Die Berechnungsergebnisse an den beurteilungsrelevanten Gebäuden des Planfalls zeigen, dass der PM2.5-Grenzwert nicht erreicht und nicht überschritten ist.

Aus lufthygienischer Sicht ist die Planung im Hinblick auf die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit bezogen auf die bestehende Wohnnutzung gemäß 39. BImSchV im Prognosejahr 2024 nicht abzulehnen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Bei Sechshelden ist für die A 45 ein Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden in Planung. Bauvorhaben wurden bereits ~~für den Prognose-Nullfall, den Planfall „Ausbauvariante" und den Planfall „Verlegungsvariante" die~~ Immissionen hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit ermittelt (zuletzt in Lohmeyer, 2017~~2014~~).

Bei Sechshelden ist für die A 45 ein Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden in Planung. Im derzeitigen Planungsstand der 1. Planänderung wurden neue Verkehrszahlen für den Prognosehorizont 2030 vorgelegt. Diese sind ~~hat sich die Ausbauvariante gefestigt. Nunmehr liegt eine Technische Planung mit u. a. aktualisierten Lärmschutzwänden vor. Zudem wurde das Verkehrsgutachten f~~ür den Planfall und den Prognose-Nullfall heranzuziehen. Zudem wurde im Projektverlauf die Emissionsdatenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren" (HBEFA) ~~mit dem Horizont 2030~~ erneuert, welche ebenfalls anzuwenden ist. ~~und das Prognosejahr, das Jahr der möglichen Verkehrsfreigabe auf 2024 gesetzt.~~ Die Auswirkung auf die Immissionen dieser Veränderungen sollen durch eine Neuberechnung dargestellt werden. Das Relief und die örtlichen Gegebenheiten sind in den Ausbreitungsberechnungen zu würdigen.

Die Aktualisierung soll folgende Fälle umfassen:

- den Prognose-Nullfall (Bestandsvariante ohne bauliche Veränderung) und
- den ~~der~~ Planfall (Ersatzneubau im Bestand mit Lärmschutzwänden).

Die Beurteilung soll entsprechend 39. BImSchV für die relevanten Schadstoffe NO_2 und Feinstaub (PM10 und PM2.5) für das Jahr 2024, dem frühesten Jahr der möglichen Inbetriebnahme der ausgebauten A 45, erfolgen.

3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, 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 und der Ökosysteme festgelegt werden, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v. a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO_2, PM10 und NO_X die 22. BImSchV ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10 und PM2.5).

Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO_2 und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich und wird hier nicht durchgeführt.

3.1 Zusammenfassung der 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 ab 2015	25	

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

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

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)

3.2 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT

Für die Prognose der Luftschadstoffbelastungen an Bundesfernstraßen wird vom BMVBW die Anwendung der Richtlinie über Luftschadstoffbelastungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS, 2012) empfohlen. Da aufgrund der topografischen Randbedingungen von Beeinflussungen der Windverhältnisse durch das Relief ausgegangen wird, müssen in den Betrachtungen die örtlichen Windverhältnisse berücksichtigt werden. Weiterhin sind Betrachtungen von Brückenlagen mit der RLuS nicht möglich.

Für die vorliegende Aufgabenstellung wird das Berechnungsverfahren PROKAS eingesetzt (www.lohmeyer.de/prokas), wobei als Ausbreitungsmodell das dreidimensionale Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrangemodell in Erweiterung des Modells der TA Luft, www.janicke.de) verwendet wird. Die Schadstoffausbreitung wird dabei für die Kombinationen aus Emissionssituationen, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und atmosphärischen Stabilitätsbedingungen unter Berücksichtigung der Topografie simuliert. Das verwendete Ausbreitungsmodell ist in der Lage, sämtliche im Rechengebiet liegenden Straßenabschnitte

gleichzeitig mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen. Die Schadstoffkonzentrationen werden mit dem Verfahren PROKAS/LASAT flächenhaft für das Untersuchungsgebiet berechnet.

Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet werden zunächst auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen ermittelt. Mithilfe von Ausbreitungsrechnungen werden die durch diese Emissionen verursachten Luftkonzentrationen der Schadstoffe im Untersuchungsgebiet ermittelt. Auf der Grundlage von meteorologischen Daten (Kapitel 4) und der Emissionsganglinien werden die statistischen Jahreskennwerte der Schadstoffkonzentrationen ermittelt. Der so berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die Hintergrundbelastung (Kapitel 4) überlagert. Die für die Ausbreitungsrechnungen notwendigen Daten zur Meteorologie werden einer nahe gelegenen Messstation entnommen. Die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet wird aus Messdaten umliegender Messstationen abgeleitet.

Die Emissionsberechnung erfolgt mit dem Modell PROKAS entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003). Mithilfe der Informationen über Verkehrsflusskenngrößen (z. B. Straßentyp, Verkehrsdichte, zulässige Höchstgeschwindigkeit, Längsneigung usw.) werden so genannte Verkehrssituationen für die einzelnen Straßenabschnitte festgelegt, die als Attribute der Segmente digitalisiert werden. Die mittleren Emissionsfaktoren und Startzuschläge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.3~~2~~ (UBA, 2017~~2014~~) entnommen. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachteten Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Stauanteilen und Längsneigungseinflüssen berechnet.

Die Berücksichtigung der NO/NO_2-Konversion erfolgt für die Berechnung der NO_2-Schadstoffbelastung mit Hilfe eines vereinfachten Chemiemodells (Düring et al., 2011).

Bei der Modellierung der Schadstofffreisetzungen in LASAT wird die fahrzeugerzeugte Turbulenz mit einer Parametrisierung nach Bäumer (2003) und Stern und Yamatino (2001) in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen und den Fahrgeschwindigkeiten berücksichtigt.

3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO_2 einen Stundenmittelwert von 200 µg/m^3, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert 115 µg/m^3 bis 170 µg/m^3 nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von 130 µg/m^3 (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von 50 µg/m^3 wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m^3 und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BASt, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr'' der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. 40 µg/m^3 einen nahezu identischen Verlauf wie der o. g. „best fit'' nach BASt (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von 31 µg/m^3 erwartet.

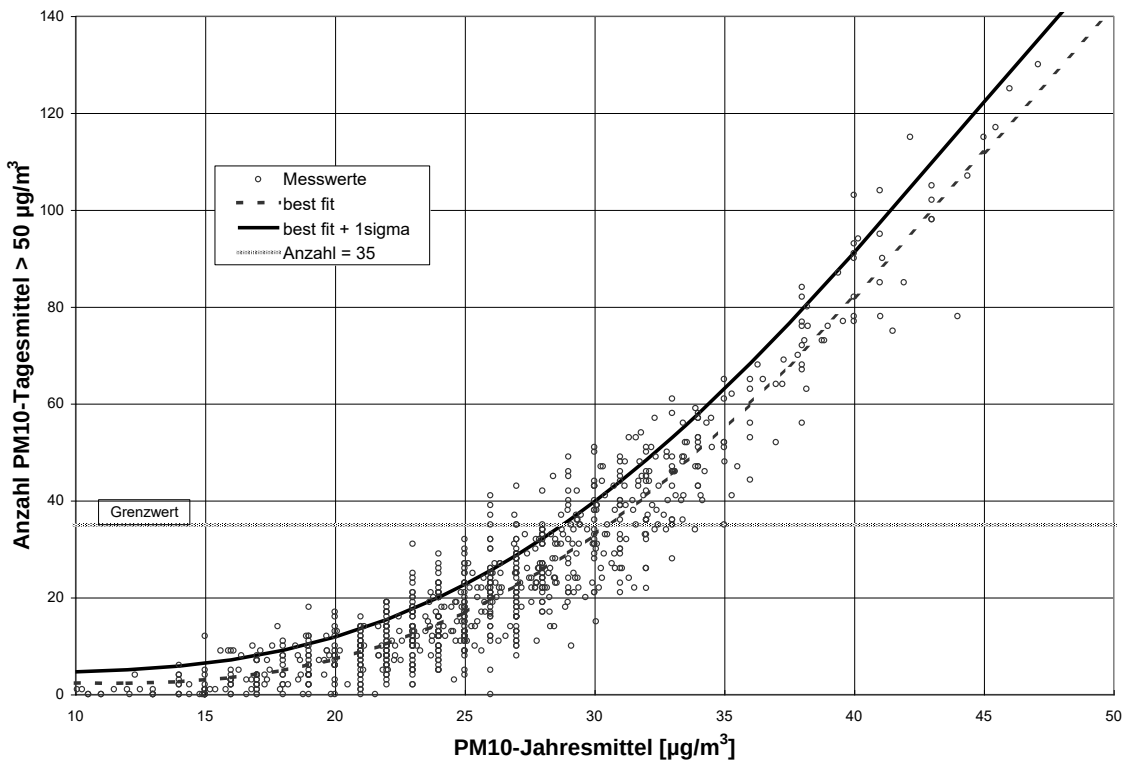


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit mehr als 50 µg PM10/m³ im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BASt, 2005)

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/m³ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab 29 µg/m³ abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Für das Untersuchungsgebiet wurden die Verkehrsdaten durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kapitel 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Verkehrsdaten, meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung werden in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 erläutert.

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

- Luftbilder und digitale Karten DTK 25
- Verkehrsbelegungsdaten
- Lage- und Höhenpläne
- Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes
- Tempolimits für geplante Streckenabschnitte.

Die übergebenen Lagen- und Höheninformationen zu geplanten Lärmschutzbauten für den Planfall (INVER, 2018~~2017~~) beinhalten:

- Nördliche Lärmschutzwand Bau-km ca. 0+600 bis ca. 0+640 (Länge ca. 40 m, Höhe 2.5–6.5 m)
- Nördliche Lärmschutzwand Bau-km ca. 0+640 bis ca. 2+010 (Länge ca. 1 370 m, Höhe 6.5 m)
- Nördliche Lärmschutzwand Bau-km ca. 2+010 bis ca. 2+050 (Länge ca. 40 m, Höhe 6.5–2.5 m)
- Südliche Lärmschutzwand Bau-km ca. 0+555 bis ca. 0+585 (Länge ca. 30 m, Höhe 2.5–5.5 m)
- Südliche Lärmschutzwand Bau-km ca. 0+585 bis ca. 1+648 (Länge ca. 1 063 m, Höhe 5.5 m)
- Nördliche Lärmschutzwand an PWC-Anlage „Auf dem Bon“ Bau-km ca. 0+220 bis ca. 0+335 (Länge ca. 115 m, Höhe 2.5–3.75 m)
- Südliche Lärmschutzwand an PWC-Anlage „Am Schlierberg“ Bau-km ca. 0+425 bis ca. 0+540 (Länge ca. 115 m, Höhe 2.5 m)

4.1 Lagedaten

Das Betrachtungsgebiet liegt im Westen Hessens im Rheinischen Schiefergebirge im Übergangsbereich zwischen dem Westerwald und dem Rothaargebirge. Der Autobahnabschnitt liegt in direkter Nachbarschaft zu Sechshelden bzw. Dillenburg und zwischen den Städten Siegen und Wetzlar.

Das Gelände im Untersuchungsgebiet weist mit der Talung der Dill relevante Höhenunterschiede auf. Im betrachteten Abschnitt der A 45 weist die Talung eine südwest-nordöstliche Ausrichtung auf; gegenüber der Talsohle des Dilltals in einer Höhe von ca. 240 m ü. NN weisen die Randhöhen Höhen über 330 m ü. NN auf. Im Süden des Untersuchungsgebietes ist mit ca. 400 m ü. NN die größte Erhebung zu verzeichnen. Die Anschlussstelle Dillenburg liegt östlich im Untersuchungsgebiet auf einer Höhe von ca. 260 m ü. NN.

In derzeitiger Lage überquert die 6-streifige A 45 mit der Talbrücke einen Ortsteil von Sechshelden in Ost-West-Richtung. Im östlichen Untersuchungsgebiet befindet sich die Anschlussstelle (AS) Dillenburg mit der weiteren verkehrlichen Anbindung der B 277. In westliche Richtung führt die A 45 weiter nach Dortmund und in östliche Richtung nach Frankfurt.

Im Planfall ist der Ausbau der Trasse mit 6 Fahrstreifen in Bestandslage geplant. Der Planungsabschnitt besitzt eine Länge von ca. 2.3 km und beginnt ca. 700 m westlich von der Talbrücke. Das Ende der Baustrecke ist auf Höhe der AS Dillenburg positioniert.

Die Lage des Untersuchungsgebietes mit dem umliegenden Straßennetz ist in **Abb. 4.1** für die bestehenden und geplanten Straßenverläufe aufgezeigt.

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber in Form einer Prognose für das Jahr 2030 zur Verfügung (IVV, 2018~~2017~~) gestellt. Entsprechend der Aufgabenstellung werden diese Verkehrswerte unverändert für das Jahr 2024, dem frühesten Jahr der Inbetriebnahme der baulichen Erweiterungen angesetzt. Das sind für das Betrachtungsgebiet mit direkter Umgebung Angaben der durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTV_W) und der Lkw-Anteile mit einem zulässigen Gesamtgewicht >3.5 t in %. Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle in **Abb. 4.2** (Prognose-Nullfall) und **Abb. 4.3** (Planfall) aufgezeigt; für die A 45 ist der Verkehr jeweils fahrtrichtungsbezogen berücksichtigt.

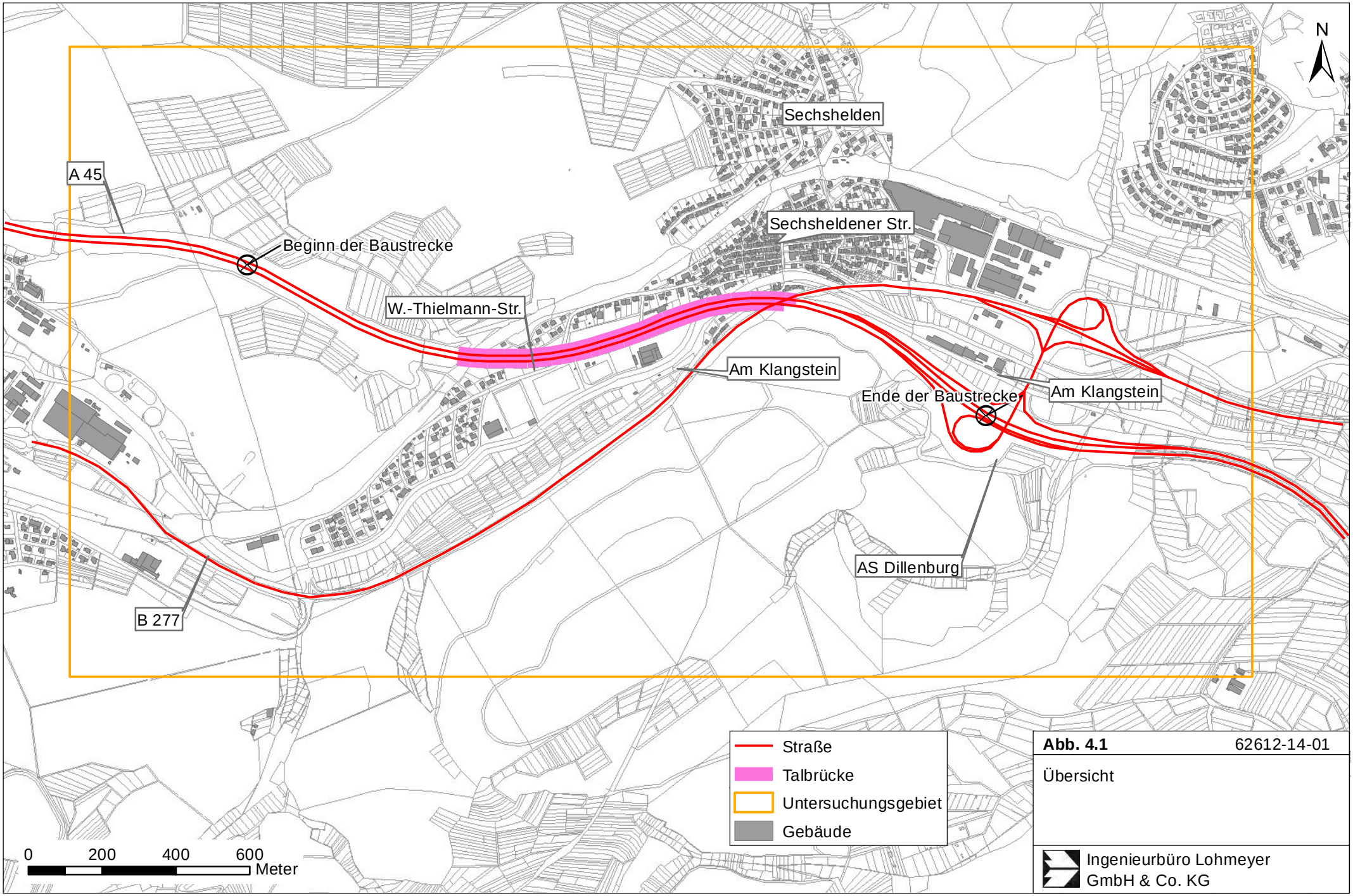


Abb. 4.1 62612-14-01

Übersicht

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

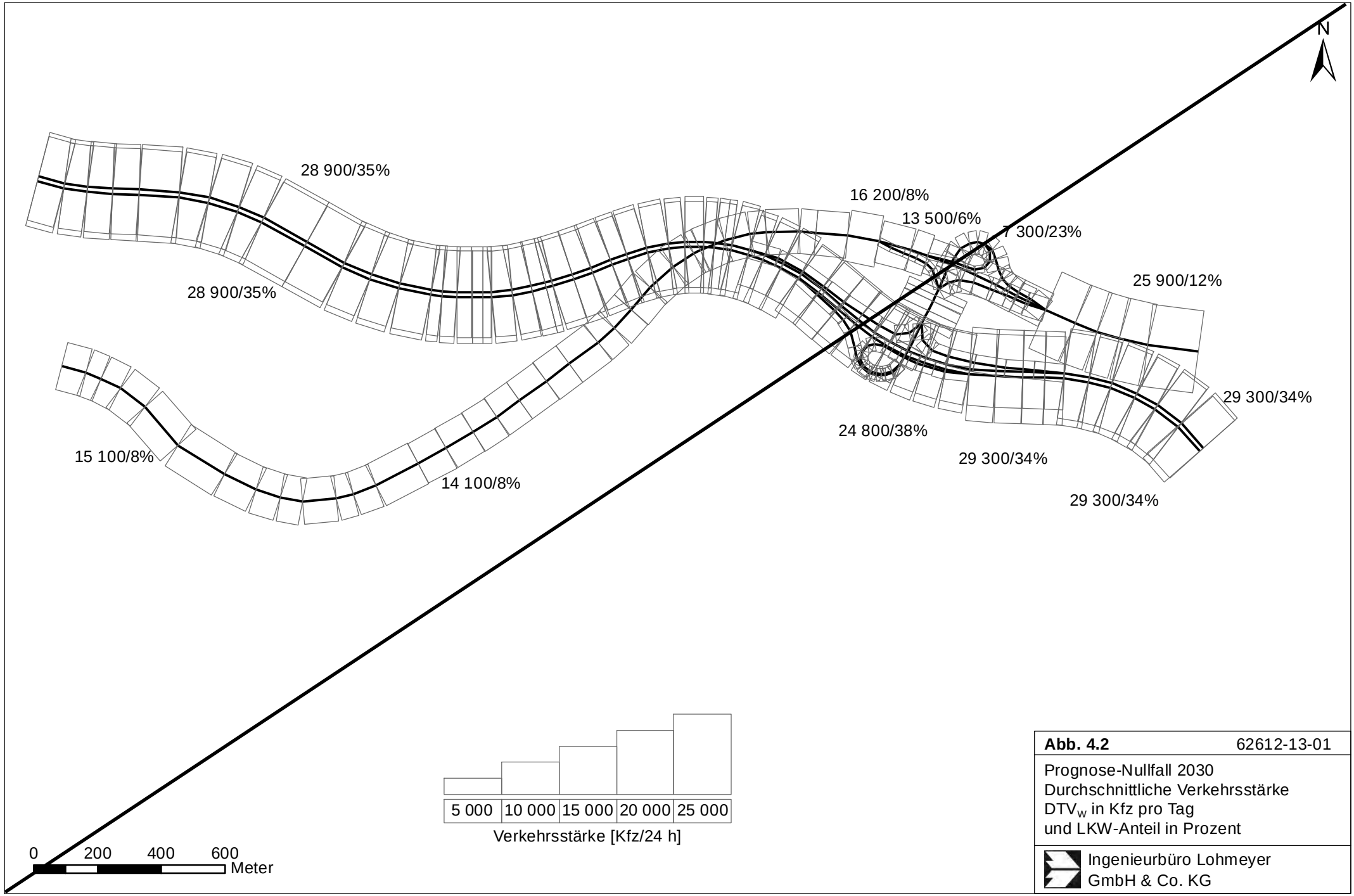


Abb. 4.2 62612-13-01

Prognose-Nullfall 2030
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_W in Kfz pro Tag
und LKW-Anteil in Prozent

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

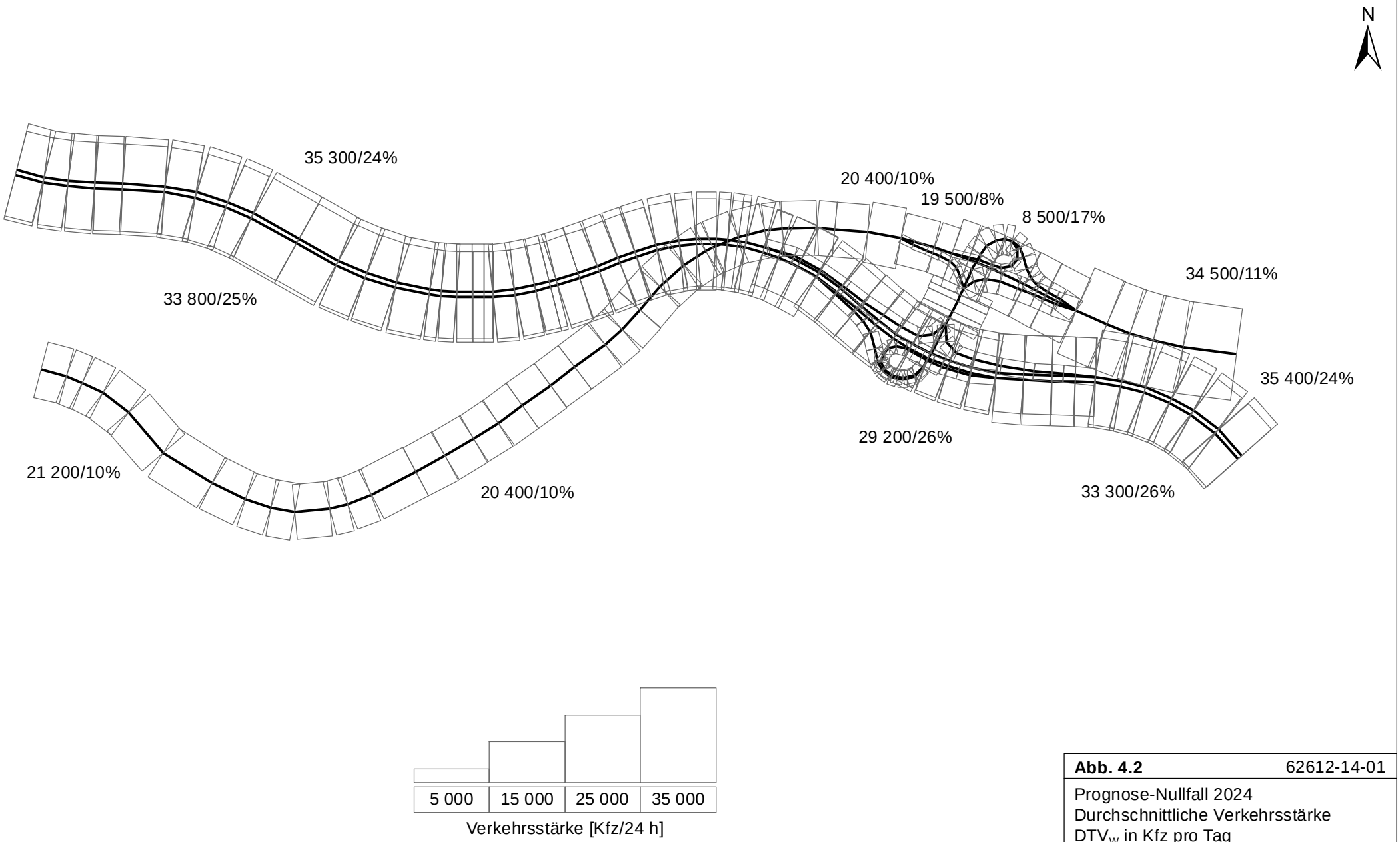


Abb. 4.2 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_W in Kfz pro Tag
und LKW-Anteil in Prozent

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

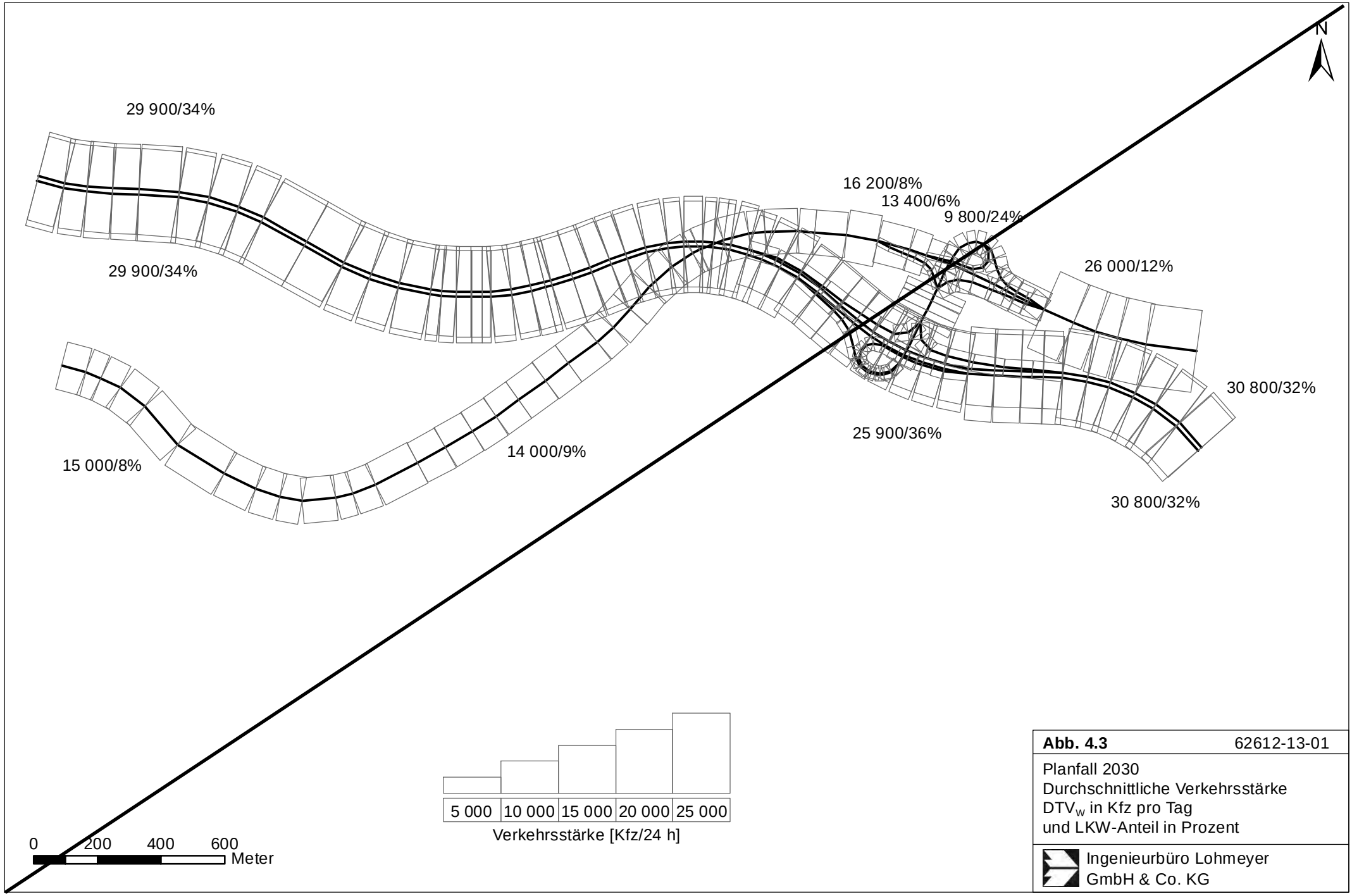
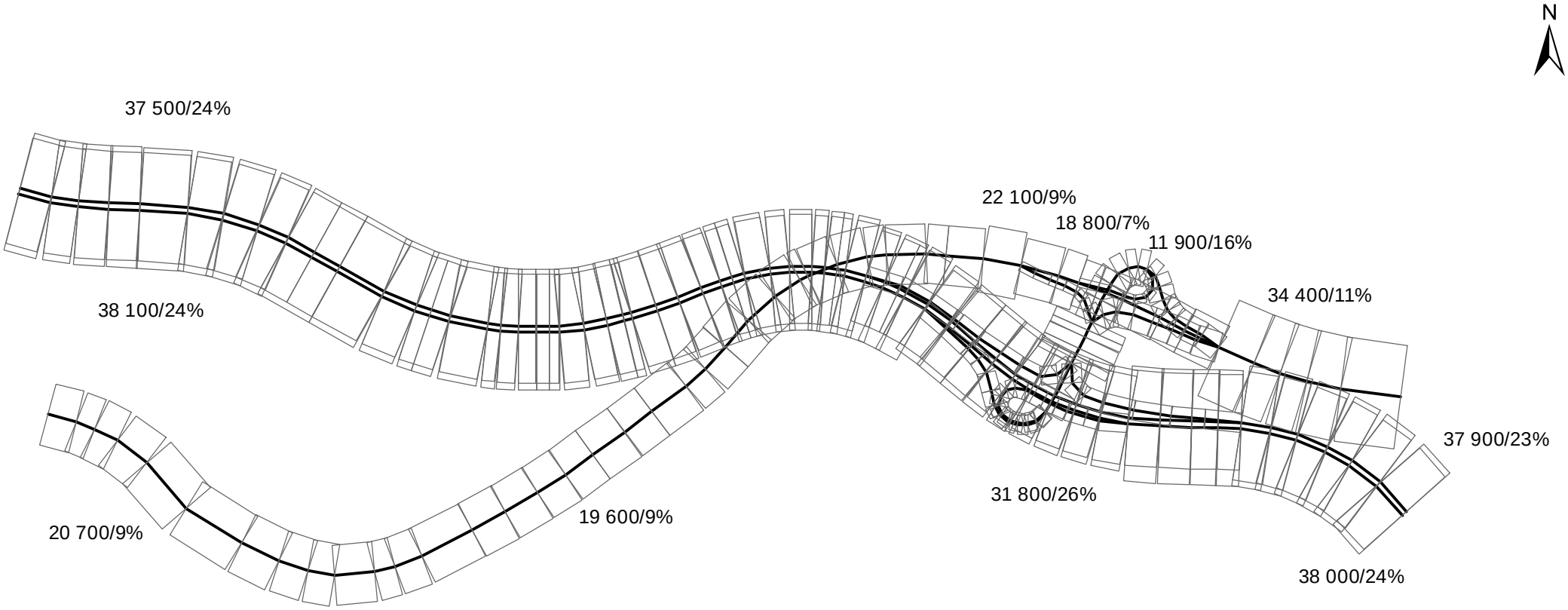
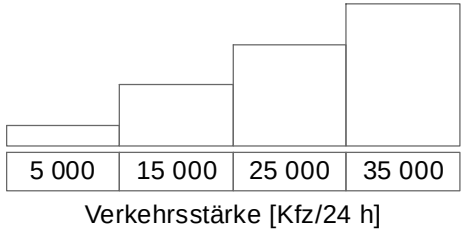


Abb. 4.3 62612-13-01

Planfall 2030
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_W in Kfz pro Tag
und LKW-Anteil in Prozent

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG





0 250 500 Meter

Abb. 4.3 62612-14-01

Planfall 2024
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_w in Kfz pro Tag
und LKW-Anteil in Prozent

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und Lkw-Anteilen die Aufteilungen an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt. Für die Autobahn A 45 werden die Wochentagsaufteilungen aus dem Verkehrsgutachten herangezogen.

4.3 Meteorologische Daten

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

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 Gießen-Wettenberg vor. Die Station liegt ca. 31 km südöstlich vom Plangebiet.

In **Abb. 4.4** ist die Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten dieser Winddaten der Station Gießen-Wettenberg für 2011 als repräsentatives Jahr 2011 dargestellt. Die Hauptwindrichtungen werden durch südwestliche sowie nordöstliche Windrichtungen geprägt. Die mittlere Windgeschwindigkeit wird mit ca. 3.2 m/s erfasst.

Das diagnostische Windfeldmodell des eingesetzten Ausbreitungsmodells LASAT berechnet für das gesamte Untersuchungsgebiet die durch Topografie und Landnutzung geprägte örtliche Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung. Hierfür werden 36 Windverteilungen einzeln berechnet, wobei die Anströmrichtung am Rand des Untersuchungsgebiets jeweils um 10 Grad variiert wird. Die unter Berücksichtigung der Rauigkeit im Betrachtungsgebiet herangezogene Ausbreitungsklassenstatistik repräsentiert in dieser Vorgehensweise die Referenz für die großräumigen Windverhältnisse, die dann mit den berechneten örtlichen Windfeldern im Untersuchungsgebiet statistisch gekoppelt werden. Somit liegt für das Untersuchungsgebiet flächendeckend die Information zu den lokalen Windverhältnissen vor.

Zusätzlich zur Wind- und Ausbreitungsstatistik existiert in der näheren Umgebung eine meteorologische Station des DWD, an der u. a. Temperaturen gemessen werden. Die Station Dillenburg ist am Rande des Untersuchungsgebiets gelegen. Für die 10-jährige Temperaturzeitreihe (2008–2017) werden dort im Mittel 9.0 °C gemessen. An der Station Gießen-Wet-

tenberg werden im gleichen Zeitraum im Mittel 9.7 °C gemessen. Die Temperatur wird für die Emissionsberechnung benötigt (s. u.).

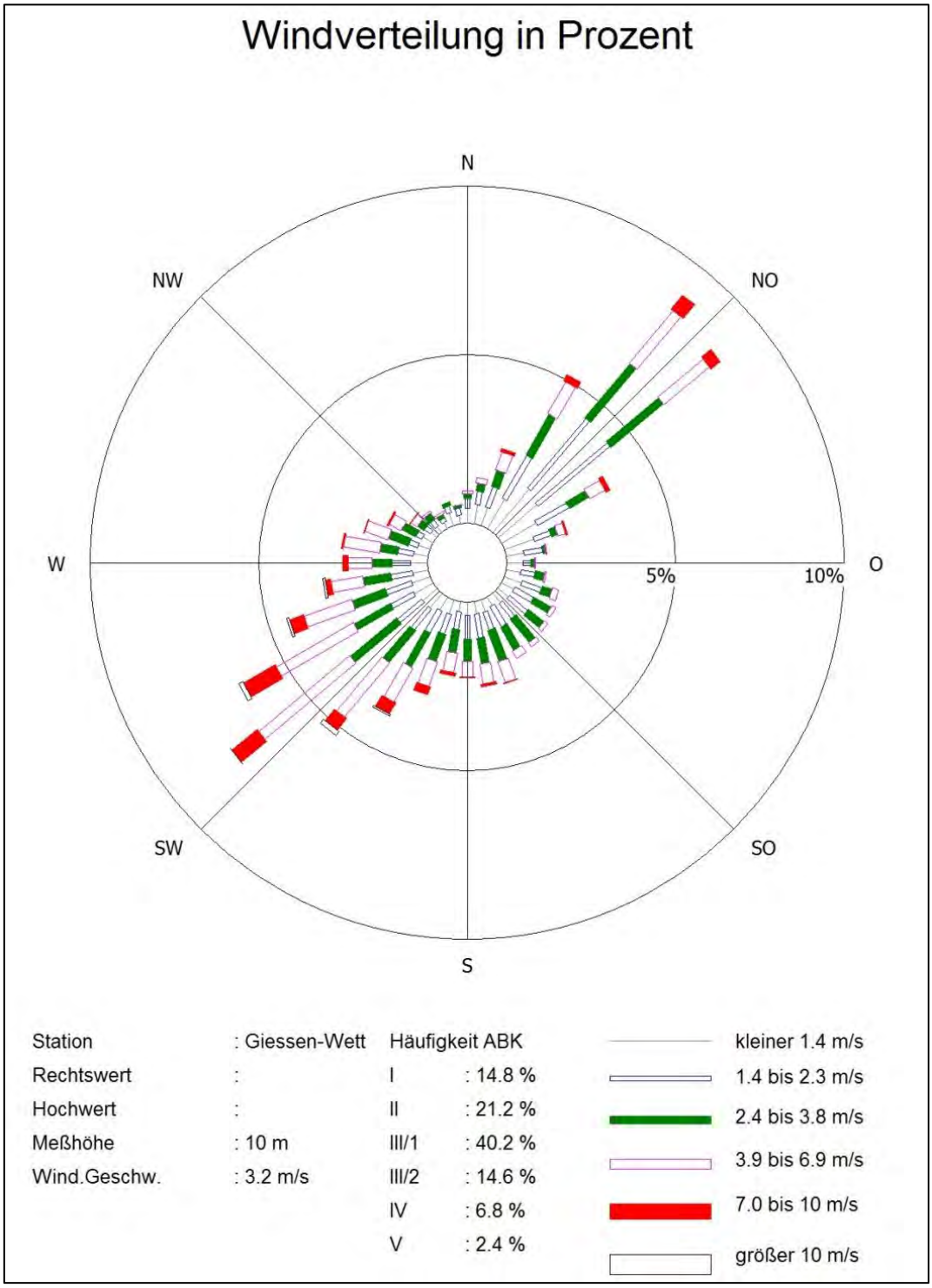


Abb. 4.4: Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der Station Gießen-Wettenberg im Jahr 2011

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft

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

Vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW) sowie vom Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz (LUWG RP) werden Landesimmissionsmessnetze betrieben. Die Messdaten für die dem Betrachtungsgebiet nahe gelegenen Stationen sind auszugsweise in **Tab. 4.1** aufgeführt. Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden im vorliegenden Gutachten die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstäube (PM10, PM2.5) betrachtet. Für die Berechnung der NO_2-Gesamtbelastung werden auch die Ozonkonzentrationen (O_3) berücksichtigt.

Die nächstgelegene Station ist Westerwald-Herdorf, ca. 20 km westlich vom Plangebiet. Sie steht in einem ländlich geprägten Landesteil in Rheinland-Pfalz und erfasst die regionalen Hintergrundwerte. An der Station Nethpen im Rothaargebirge (Entfernung ca. 21 km, nord-nordwestlich) werden NO_2-Hintergrundkonzentrationen eines ländlichen Hintergrundes gemessen.

Die Station Linden/Leihgestern ist ebenfalls der Typisierung ländlicher Hintergrund zuzuordnen. Sie ist ca. 39 km südöstlich gelegen.

Die Stationen in Marburg ca. 37 km westlich und Limburg ca. 41 km süd-südwestlich liegen in städtischen Bereichen. Die Hintergrundkonzentrationen besitzen ein höheres Niveau als Bergstationen. Die verkehrsbeeinflusste Station Wetzlar befindet sich ca. 27 km in südöstlicher Richtung entfernt.

In Dillenburg wurden bis 2005 Messdaten erfasst, die an der städtischen und verkehrsnahen Station noch über den Messwerten der städtischen Station Marburg lagen.

Schad-stoff-kompo-nente	Zeit-raum	Wester-wald-Herdorf	Wetzlar	Linden/ Leihges-tern	Marburg	Marburg-Univers. Straße	Limburg	Netphen (Rothaar-gebirge)
NO_2 Jahres-mittel	2006	11	36	23	25	53	30	9
	2007	10	34	21	23	51	29	8
	2008	10	34	21	27	50	27	8
	2009	11	38	21	27	53	29	10
	2010	11	33	20	23	46	28	5
	2011	10	33	19	25	47	28	5
	2012	9	31	19	23	45	26	4
	2013	9	32	18	22	45	26	5
	2014	8	31	17	23	45	25	5
	2015	12	29	19	25	47	25	7
	2016	7	29	18	24	47	23	6
	2017	8	28	17	22	36	22	6
PM10 Jahres-mittel	2006	15	29	-	20	26	22	13
	2007	13	28	-	16	22	19	13
	2008	12	27	-	18	21	17	12
	2009	13	28	-	19	24	22	14
	2010	13	25	-	17	27	19	14
	2011	13	25	-	18	26	21	13
	2012	-	22	-	18	22	19	12
	2013	13	22	-	19	23	20	12
	2014	12	22	-	19	23	19	12
	2015	12	23	-	19	21	19	12
	2016	10	21	-	17	19	17	10
	2017	10	21	-	18	19	17	11
PM10 Über-schreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m³)	2006	3	25	-	13	18	12	0
	2007	1	22	-	6	11	9	2
	2008	2	13	-	3	5	2	1
	2009	5	25	-	15	20	16	3
	2010	2	13	-	2	16	5	0
	2011	3	29	-	7	28	14	0
	2012	0	9	-	5	9	3	1
	2013	5	13	-	8	15	11	1
	2014	1	13	-	5	12	6	2
	2015	1	11	-	6	8	6	2
	2016	0	3	-	0	2	0	0
	2017	2	11		7	7	7	0
PM2.5 Jahres-mittel	2006	-	-	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	20	-	-
	2011	-	-	-	-	19	-	-
	2012	-	-	-	-	16	-	-
	2013	-	-	-	-	16	-	-
	2014	-	-	-	-	15	-	-
	2015	-	-	-	-	15	-	-
	2016	-	-	-	-	14	-	-
	2017	-	-	-	-	13	-	-

Schad-stoff-kompo-nente	Zeit-raum	Wester-wald-Herdorf	Wetzlar	Linden/ Leihges-tern	Marburg	Marburg-Univers. Straße	Limburg	Netphen (Rothaar-gebirge)
O_3 Jahres-mittel	**2006**	61	36	41	39	-	41	67
	2007	55	33	40	40	-	38	62
	2008	55	34	40	41	-	40	62
	2009	54	32	38	38	-	38	63
	2010	56	36	41	40	-	37	64
	2011	57	32	39	39	-	40	62
	2012	55	35	41	40	-	40	61
	2013	56	35	44	46	-	41	43
	2014	55	32	38	34	-	37	61
	2015	59	37	44	41	-	40	64
	2016	55	32	39	38	-	37	63
	2017	55	-	-	-	-	-	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Stationen in der Umgebung der A 45 bei Sechshelden (HLUG 2007-2018~~2016~~; LANUV NRW 2007-2018~~2016~~; LUWG RP 2007-2018~~2016~~)

Messdaten für PM2.5 liegen nur an der Station Marburg-Universitätsstraße in den Jahren 2010 bis 2017~~2015~~ zwischen 13~~20~~ µg/m³ und 20~~16~~ µg/m³ vor.

Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM10 und PM2.5. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein Verhältnis von PM2.5 zu PM10 zwischen 0.5 und 0.8. Bruckmann et al. (2009) beziffern das Verhältnis zwischen 0.63 und 0.71. Dabei wird hier an Hintergrundstationen im Vergleich zu Stationen in Quellnähe (Verkehr und Industrie) ein höheres Verhältnis von PM2.5 zu PM10 bestimmt. Diese Verhältnisse finden sich großenteils auch in den in **Tab. 4.1** aufgeführten Messwerten wieder.

Als PM2.5-Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet werden entsprechend des konservativen Verhältnisses und der in geringem Umfang vorliegenden Messdaten mit 16 µg/m³ angesetzt.

Ozonkonzentrationen sind in ländlichen Gebieten, im Vergleich zu städtischen Gebieten deutlich höher. Dies zeigen auch die Messwerte bspw. von Netphen gegenüber Limburg. Der Ansatz der O_3-Hintergrundkonzentration auf 39 µg/m³ ist durch die Nähe zu Sechshelden eher an städtische Messwerte angelehnt.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im

Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Für das zu betrachtende Prognosejahr zeigen Abschätzungen (RLuS, 2012) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der NO_2-Immissionen um ca. 14 % und der Feinstaubimmissionen von ca. 6 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktionen verzichtet.

Aus den aufgeführten Messdaten wird in Anlehnung an die siedlungsnahen Stationen Marburg und Linden eine großräumige Hintergrundbelastung abgeleitet, die in **Tab. 4.2** aufgeführt ist.

Schadstoff	**Jahresmittelwert**
NO_2	22
PM10	20
PM2.5	16
O_3	39

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung (Jahresmittel) in µg/m³ im Untersuchungsgebiet 2017~~2015~~/2024

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO_2 und PM10 erreicht, weshalb diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet werden. Zudem werden die PM2.5-Immissionen behandelt.

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro 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 (lNfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder; die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

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

5.2.1 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 3.3~~2~~ (UBA, 2017~~2014~~) berechnet. Darin wurde eine Korrektur der Stickoxid-Basisemissionsfaktoren ~~Sie hängen~~ für EURO 4-~~die Fahrzeugarten Pkw~~ und EURO 6-Diesel-Pkw vorgenommen. Darüber hinaus wird in HBEFA 3.3 erstmals der Einfluss der Umgebungstemperatur berücksichtigt, der sich bei Temperaturen unter 20°C erhöhend auf die Stickoxid-Basisemissionsfaktoren auswirkt. Die Berücksichtigung dieses Temperatureinflusses erfolgt in HBEFA 3.3 bei allen Diesel-Pkw der Abgasnorm EURO 4–EURO 6.~~Lkw im Wesentlichen ab von~~

Ein analoger Aktualisierungsbedarf ist auf Grund der z. T. gleichen Motorbauweise auch bei den LNF notwendig. Dies ist jedoch mangels verlässlicher Messdaten im HBEFA 3.3 noch nicht umgesetzt. Um dennoch auf der sicheren Seite zu liegen, erfolgen für die LNF die Erhöhungen der Stickoxid-Basisemissionsfaktoren sowie die Berücksichtigung des Temperatureinflusses bzgl. der Stickoxid-Emissionen in gleichem Maße wie bei den Pkw.

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

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien Pkw, lNfz, 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 (UBA, 2017) 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 Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. lNfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt. Die Verkehrssituationen im

Untersuchungsgebiet werden entsprechend den Gegebenheiten auf den einzelnen Streckenabschnitten, den Angaben des Auftraggebers für die Autobahn mit Tempo 130 km/h und den Auswahlmöglichkeiten des HBEFA festgelegt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

AB130	Autobahn, Tempolimit 130 km/h, flüssiger Verkehr
AB80	Autobahn, Tempolimit 80 km/h, flüssiger Verkehr
AO-HVS100	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, flüssiger Verkehr
AO-HVS100d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, dichter Verkehr
AO-HVS70	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, flüssiger Verkehr
AO-HVS80	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h, flüssiger Verkehr
AO-HVS80d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, flüssiger Verkehr
IO-HVS50d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS60	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, flüssiger Verkehr
IO-HVS60d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr.

Die im vorliegenden Fall angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch für den Planfall in **Abb. 5.1** dargestellt. Die entsprechenden Emissionsfaktoren sind in **Tab. 5.1** aufgeführt. Entsprechend der Aufgabenstellung ist das Bezugsjahr 2024 als Jahr der möglichen Inbetriebnahme der ausgebauten A 45 zu betrachten.

~~Für das Prognosejahr 2024 weist HBEFA 3.2 aus, dass innerorts und außerorts ca. 43 % und auf Autobahnen ca. 49 % der Pkw mit Diesel der Stufe Euro 6 ausgestattet sind. Aktuell weisen NO_x-Emissionsmessungen an Diesel-PKW mit Euro 6 höhere Werte auf als im HBEFA 3.2 prognostiziert und es sind Diskussionen über entsprechende Anpassungen bzw. Aktualisierungen im Gange. Als Übergangsversion wird die Anwendung von Korrekturfaktoren durch das Umweltbundesamt vorgeschlagen. In Fachkreisen werden unterschiedliche Ansätze angesprochen, wobei auf Nachfrage bei Herrn Prof. Dr. S. Hausberger, Technische Universität Graz (Hausberger, 2016), für Pkw-Euro 6 innerorts ein NO_x-Korrekturfaktor von 1.7, außerorts von 1.4 und auf Autobahnen keinen vorgeschlagen wird. Weiter wird diskutiert, dass für die zukünftig erhältlichen Diesel-Pkw Euro 6c in realitätsnahen Fahrzyklen gegenüber dem Emissionsgrenzwert Toleranzen eingeräumt werden. Da im HBEFA 3.2 die Emissionsfaktoren der Diesel-Pkw Euro 6c als Anteil an den Emissionen der Diesel-Pkw Euro 6 angesetzt sind, werden in der vorliegenden Untersuchung die genannten Korrekturfaktoren auch auf die Diesel-Pkw Euro 6c angewendet.~~

5.2.2 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 nicht enthalten, sie sind auch derzeit nicht mit zufriedenstellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM10-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub in Anlehnung an BASt (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2011) verwendet.

Die nicht motorbedingten PM2.5-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) werden in der vorliegenden Untersuchung entsprechend der im Emission Inventory Guidebook von EMEP/CORINAIR (CORINAIR, 2007) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt.

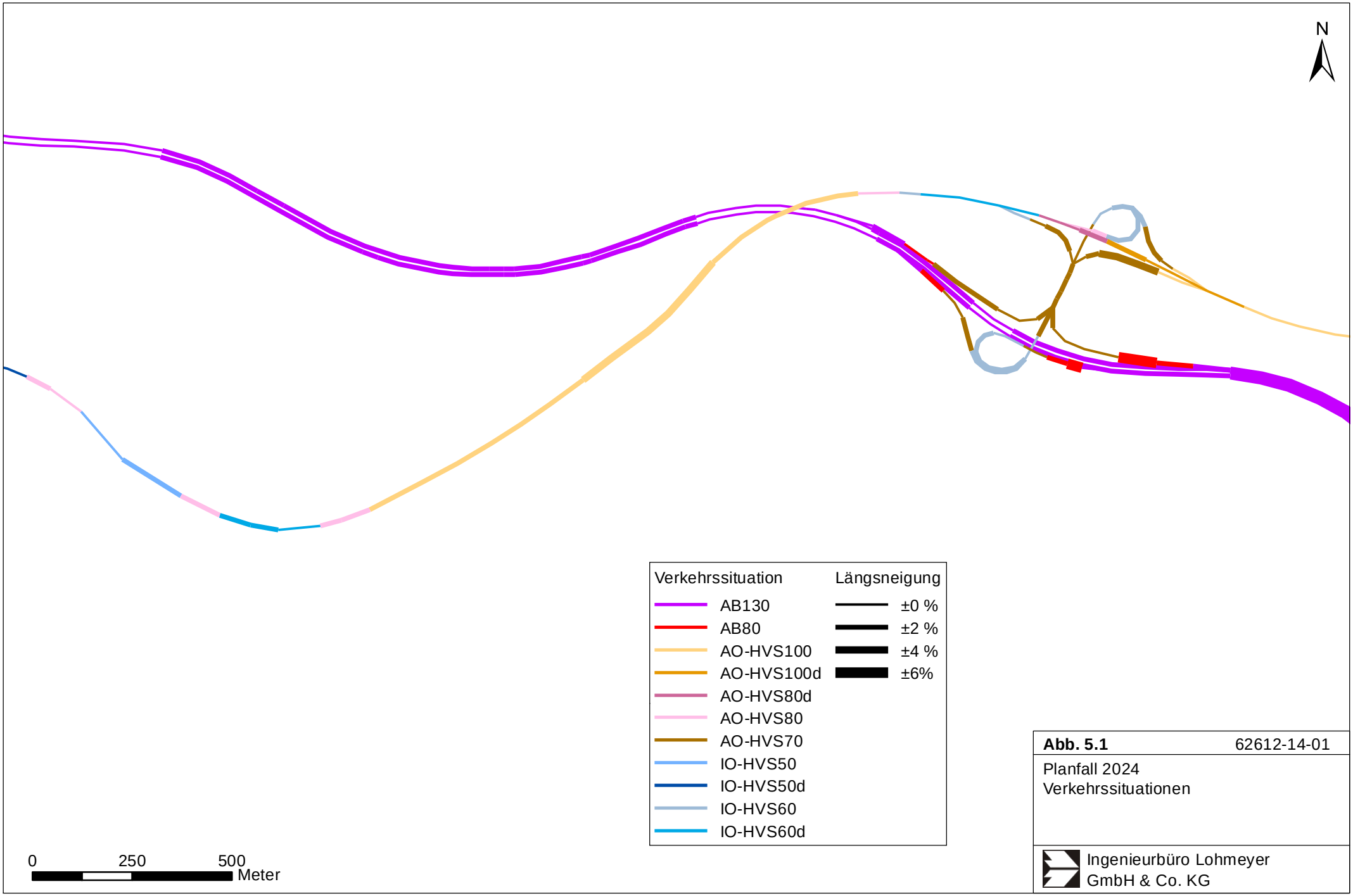


Abb. 5.1 62612-14-01

Planfall 2024
Verkehrssituationen

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Straßenparameter			spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km]									
Verkehrs-situation	Längs-nei-gung	Ge-schwin-digkeit (Pkw)	NO_x[mg/km]		$NO_{2,\ direkt}$[mg/km]		PM10/PM2.5 (nur Ab-gas)[mg/km]		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbe-lung) [mg/km]		PM2.5 (nur Ab-rieb)[mg/km]	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB130	±0 %	132.6	0.265	0.305	0.0810	0.0657	0.0040	0.0054	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	±2 %	132.6	0.290	0.480	0.0891	0.1118	0.0044	0.0047	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	+2 %	132.6	0.410	0.485	0.1263	0.1000	0.0054	0.0078	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	+4 %	132.6	0.692	0.790	0.2132	0.1677	0.0066	0.0102	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	-2 %	132.6	0.170	0.475	0.0519	0.1236	0.0034	0.0016	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	-4 %	132.6	0.120	0.040	0.0368	0.0091	0.0026	0.0006	0.030	0.130	0.011	0.048
AB80	±0 %	82.8	0.102	0.309	0.0302	0.0653	0.0022	0.0054	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	±2 %	82.8	0.118	0.464	0.0357	0.1083	0.0023	0.0048	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	±6 %	82.8	0.223	0.497	0.0680	0.1033	0.0030	0.0072	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	+2 %	82.8	0.169	0.479	0.0518	0.0983	0.0029	0.0082	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	-2 %	82.8	0.067	0.449	0.0195	0.1182	0.0016	0.0015	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	-6 %	82.8	0.034	0.005	0.0098	0.0006	0.0012	0.0005	0.030	0.130	0.013	0.051
AO-HVS100	±0 %	94.0	0.168	0.417	0.0505	0.0709	0.0025	0.0075	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS100	±2 %	94.0	0.186	0.622	0.0560	0.1209	0.0027	0.0070	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS100	±4 %	94.0	0.238	0.644	0.0724	0.1215	0.0031	0.0075	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS100d	±0 %	77.0	0.141	0.476	0.0418	0.0789	0.0023	0.0080	0.030	0.130	0.014	0.061
AO-HVS100d	±2 %	77.0	0.158	0.685	0.0474	0.1351	0.0024	0.0079	0.030	0.130	0.014	0.061
AO-HVS70	±0 %	67.0	0.134	0.498	0.0397	0.0823	0.0022	0.0081	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70	±2 %	67.0	0.141	0.689	0.0418	0.1362	0.0022	0.0080	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70	+2 %	67.0	0.188	0.640	0.0560	0.1052	0.0028	0.0119	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70	-2 %	67.0	0.094	0.738	0.0276	0.1672	0.0017	0.0041	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70	-4 %	67.0	0.069	0.487	0.0201	0.1229	0.0013	0.0021	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS80	±0 %	76.1	0.135	0.449	0.0402	0.0756	0.0022	0.0077	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80	±2 %	76.1	0.147	0.658	0.0442	0.1310	0.0023	0.0074	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80	-2 %	76.1	0.091	0.688	0.0267	0.1601	0.0016	0.0035	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80d	±0 %	62.0	0.134	0.543	0.0399	0.0903	0.0023	0.0084	0.030	0.130	0.017	0.065
AO-HVS80d	±2 %	62.0	0.140	0.775	0.0415	0.1601	0.0023	0.0083	0.030	0.130	0.017	0.065
IO-HVS50	±0 %	49.0	0.152	0.825	0.0426	0.1363	0.0032	0.0103	0.026	0.100	0.020	0.060
IO-HVS50	±2 %	49.0	0.159	0.970	0.0449	0.1970	0.0032	0.0103	0.026	0.100	0.020	0.060
IO-HVS50d	±0 %	39.6	0.194	1.038	0.0554	0.1708	0.0037	0.0120	0.033	0.350	0.022	0.062
IO-HVS60	±0 %	58.0	0.145	0.625	0.0406	0.0992	0.0030	0.0091	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60	±2 %	58.0	0.157	0.798	0.0443	0.1567	0.0031	0.0090	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60	+2 %	58.0	0.204	0.692	0.0586	0.1089	0.0038	0.0130	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60	-2 %	58.0	0.109	0.905	0.0300	0.2046	0.0024	0.0050	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60d	±0 %	47.1	0.188	0.821	0.0538	0.1295	0.0035	0.0106	0.033	0.350	0.020	0.061
IO-HVS60d	±2 %	47.1	0.198	0.998	0.0569	0.1983	0.0036	0.0106	0.033	0.350	0.020	0.061

Straßenparameter			spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km]									
Verkehrs-situation	Längs-nei-gung	Ge-schwin-digkeit schwin digkeit (Pkw)	NO_X]		$NO_{2,\ direkt}$		PM10/PM2.5 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbe-lung)		PM2.5 (nur Abrieb)	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB130	±0 %	132.6	0.347	0.305	0.1081	0.0662	0.0040	0.0054	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	±2 %	132.6	0.367	0.480	0.1147	0.1122	0.0044	0.0047	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	+2 %	132.6	0.515	0.485	0.1612	0.1006	0.0054	0.0078	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	+4 %	132.6	0.824	0.790	0.2579	0.1686	0.0066	0.0102	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	-2 %	132.6	0.220	0.475	0.0682	0.1238	0.0034	0.0016	0.030	0.130	0.011	0.048
AB130	-4 %	132.6	0.134	0.040	0.0418	0.0091	0.0026	0.0006	0.030	0.130	0.011	0.048
AB80	±0 %	82.8	0.150	0.309	0.0454	0.0657	0.0022	0.0054	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	±2 %	82.8	0.167	0.464	0.0512	0.1086	0.0023	0.0048	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	±6 %	82.8	0.291	0.497	0.0901	0.1039	0.0030	0.0071	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	+2 %	82.8	0.249	0.479	0.0769	0.0989	0.0029	0.0081	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	-2 %	82.8	0.086	0.449	0.0255	0.1184	0.0016	0.0015	0.030	0.130	0.013	0.051
AB80	-6 %	82.8	0.032	0.005	0.0093	0.0006	0.0012	0.0005	0.030	0.130	0.013	0.051
AO-HVS100	±0 %	94.0	0.205	0.417	0.0628	0.0736	0.0025	0.0072	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS100	±2 %	94.0	0.222	0.622	0.0681	0.1242	0.0027	0.0068	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS100	±4 %	94.0	0.276	0.644	0.0853	0.1249	0.0031	0.0073	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS100d	±0 %	77.0	0.180	0.476	0.0546	0.0819	0.0023	0.0078	0.030	0.130	0.014	0.061
AO-HVS100d	±2 %	77.0	0.194	0.685	0.0591	0.1387	0.0024	0.0076	0.030	0.130	0.014	0.061
AO-HVS70	±0 %	67.0	0.156	0.498	0.0473	0.0850	0.0022	0.0079	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70	±2 %	67.0	0.171	0.689	0.0519	0.1396	0.0022	0.0078	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70	+2 %	67.0	0.242	0.640	0.0738	0.1091	0.0028	0.0116	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70	-2 %	67.0	0.100	0.738	0.0301	0.1702	0.0017	0.0040	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70	-4 %	67.0	0.066	0.487	0.0198	0.1245	0.0013	0.0020	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS80	±0 %	76.1	0.167	0.449	0.0507	0.0783	0.0022	0.0075	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80	±2 %	76.1	0.184	0.658	0.0561	0.1345	0.0023	0.0072	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80	-2 %	76.1	0.104	0.688	0.0311	0.1631	0.0016	0.0034	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80d	±0 %	62.0	0.156	0.543	0.0471	0.0935	0.0023	0.0081	0.030	0.130	0.017	0.065
AO-HVS80d	±2 %	62.0	0.168	0.775	0.0510	0.1640	0.0023	0.0080	0.030	0.130	0.017	0.065
IO-HVS50	±0 %	49.0	0.159	0.825	0.0457	0.1464	0.0032	0.0095	0.026	0.100	0.020	0.060
IO-HVS50	±2 %	49.0	0.170	0.970	0.0492	0.2082	0.0032	0.0094	0.026	0.100	0.020	0.060
IO-HVS50d	±0 %	39.6	0.211	1.038	0.0615	0.1870	0.0037	0.0110	0.033	0.350	0.022	0.062
IO-HVS60	±0 %	58.0	0.164	0.625	0.0471	0.1073	0.0030	0.0084	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60	±2 %	58.0	0.176	0.798	0.0510	0.1661	0.0031	0.0083	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60	+2 %	58.0	0.243	0.692	0.0715	0.1199	0.0038	0.0119	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60	-2 %	58.0	0.109	0.905	0.0304	0.2124	0.0024	0.0047	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60d	±0 %	47.1	0.210	0.821	0.0613	0.1422	0.0035	0.0099	0.033	0.350	0.020	0.061
IO-HVS60d	±2 %	47.1	0.224	0.998	0.0658	0.2086	0.0036	0.0098	0.033	0.350	0.020	0.061

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2024

Eine Differenzierung in verschiedene Straßentypen (z. B. Bundesautobahn oder innerorts) ist durch eine dort angegebene Geschwindigkeitsabhängigkeit (für Reifen und Bremsabrieb) möglich.

Die Resuspension von eingetragenem Straßenstaub gehört entsprechend derzeitigem Kenntnisstand eher der Partikelfraktion zwischen 2.5 µm und 10 µm an und wird deshalb bei der Betrachtung von PM2.5 nicht mit berücksichtigt.

Abrieb von Kupplungsbelägen wird ebenfalls nicht berücksichtigt, da dieser weitestgehend in den Kupplungsgehäusen zurückgehalten wird.

Es sei darauf verwiesen, dass insbesondere die Emissionsfaktoren für Straßenabrieb von den Autoren wegen fehlender systematischer Untersuchungen mit sehr großen Unsicherheiten bewertet werden. Palmgren et al. (2003) setzt z. B. die PM2.5-Straßenabriebsemissionen auf Basis von Untersuchungen von TNO aus dem Jahr 1997 zu Null. Um auf der sicheren Seite zu liegen, werden dennoch Emissionsfaktoren 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 der **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.

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_X, $NO_{2,\ direkt}$, PM10 und PM2.5 werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und Lkw-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_X, PM10 und PM2.5 dargestellt.

In **Tab. 5.2** sind exemplarisch die Verkehrskennwerte und die daraus abgeleiteten Emissionen für einen Straßenabschnitt der A 45 (Fahrtrichtung Dortmund) aufgeführt.

Variante	DTV [Kfz/d]	Lkw-Anteil [%]	Verkehrs-situation	NO_X [mg/(m s)]	$NO_{2,\ direkt}$ [mg/(m s)]	PM10 [mg/(m s)]	PM2.5 [mg/(m s)]
A 45 Prognose-Nullfall	35~~28~~ 300	24~~34.6~~	AB130+2	0.19448 ~~132~~	0.05702 ~~03641~~	0.02118 ~~01956~~	0.00930 ~~00844~~
A 45 Planfall	37 500 ~~29 200~~	24~~33.6~~	AB130+2	0.20666 ~~136~~	0.06071 ~~03764~~	0.02227 ~~01992~~	0.00979 ~~00861~~

Tab. 5.2: Verkehrskennwerte und Emissionen an der A 45 in Fahrtrichtung Dortmund für das Jahr 2024

6 ERGEBNISSE HINSICHTLICH DES SCHUTZES DES MENSCHEN

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Im Folgenden wird jeweils nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus der Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für die betrachteten Schadstoffkomponenten sind in den nachfolgenden Abschnitten aufgezeigt. Die Immissionen werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der flächenhaften Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Beurteilungsrelevante Kenngrößen sind einheitlichen Farben zugeordnet. Die Bewertung erfolgt im Hinblick auf die Grenzwerte der 39. BImSchV.

6.1 Stickstoffoxid-Immissionen (NO_2)

Abb. 6.1 und **Abb. 6.2** zeigen die berechneten NO_2-Jahresmittelwerte der bodennahen Luftkonzentrationen (Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und verkehrsbedingter Zusatzbelastung). Die NO_2-Hintergrundbelastung wurde aus Messdaten umliegender Stationen mit 22 µg/m³ abgeleitet.

Im Prognose-Nullfall (siehe **Abb. 6.1**) werden im Nahbereich der A 45 westlich der Talbrücke (Richtung Dortmund) NO_2-Belastungen straßennah~~vereinzelt~~ über 44~~40~~ µg/m³ prognostiziert. Ab einer Entfernung von ca. 250~~150~~ m zur Bestandstrasse werden NO_2-Jahresmittelwerte bis 24 µg/m³ berechnet. In der Umgebung der Talbrücke werden im Dilltal bodennah relativ geringe verkehrsbedingte NO_2-Immissionen bis 27 µg/m³ ermittelt.

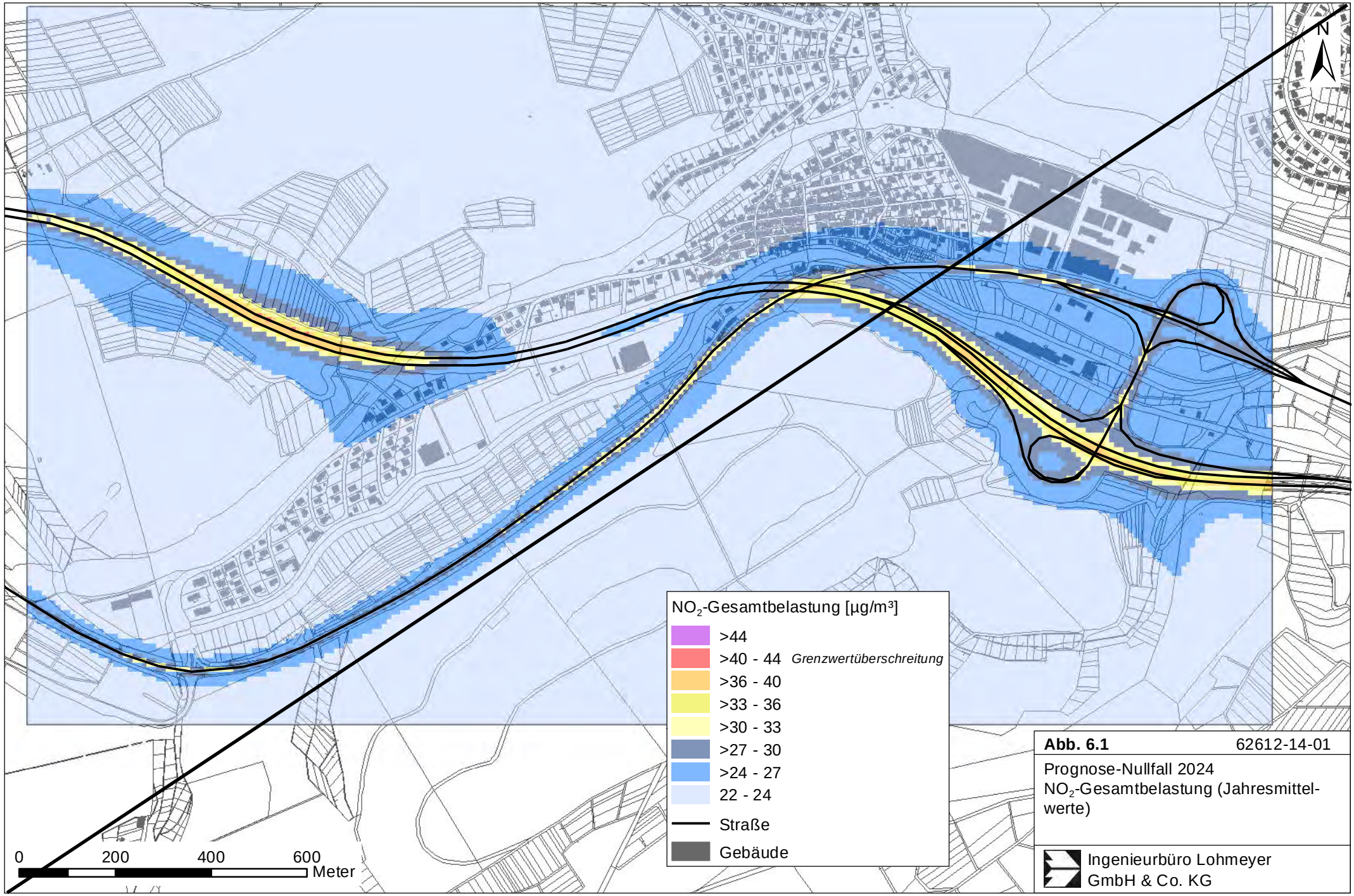


Abb. 6.1 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

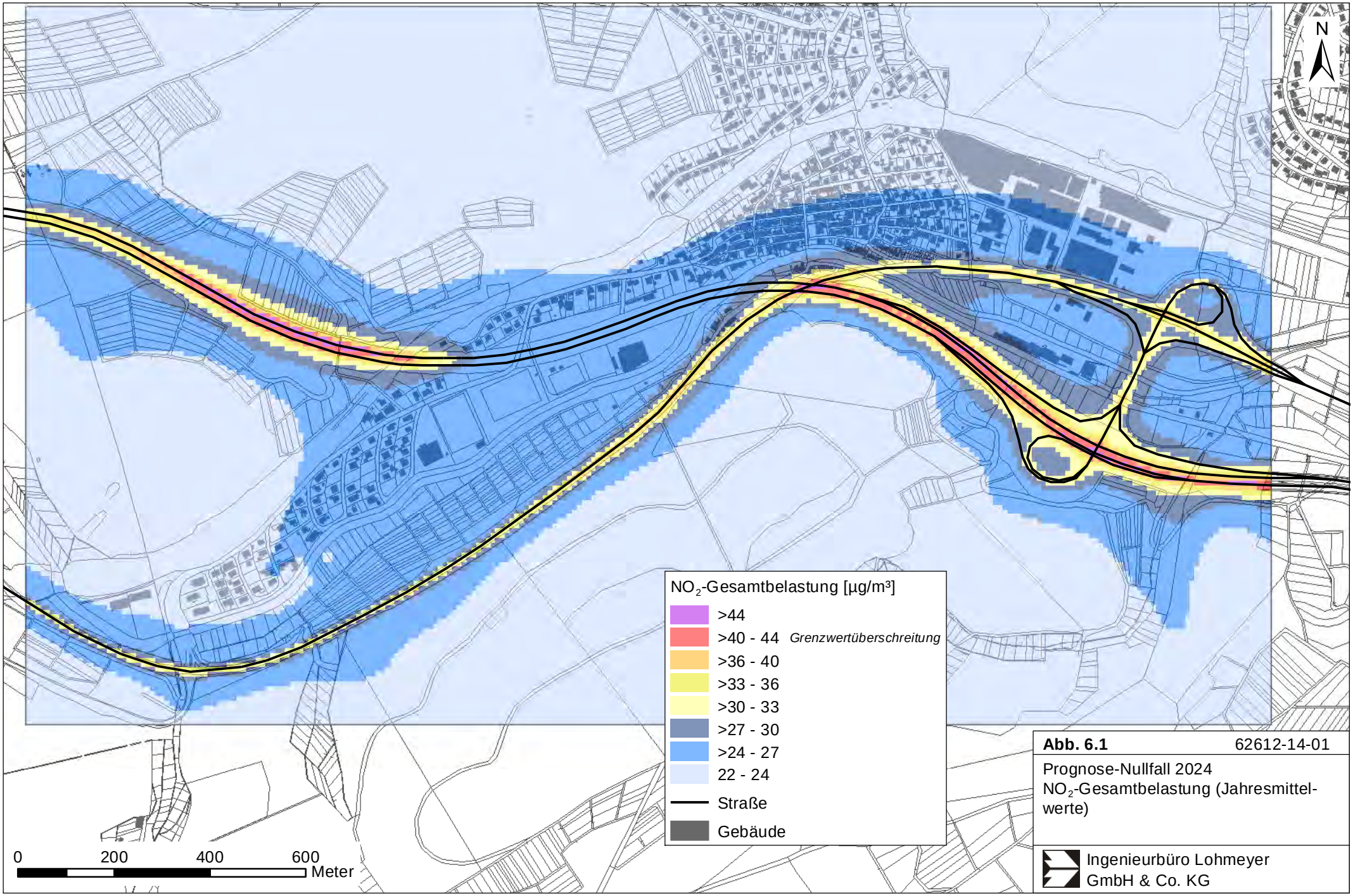


Abb. 6.1 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

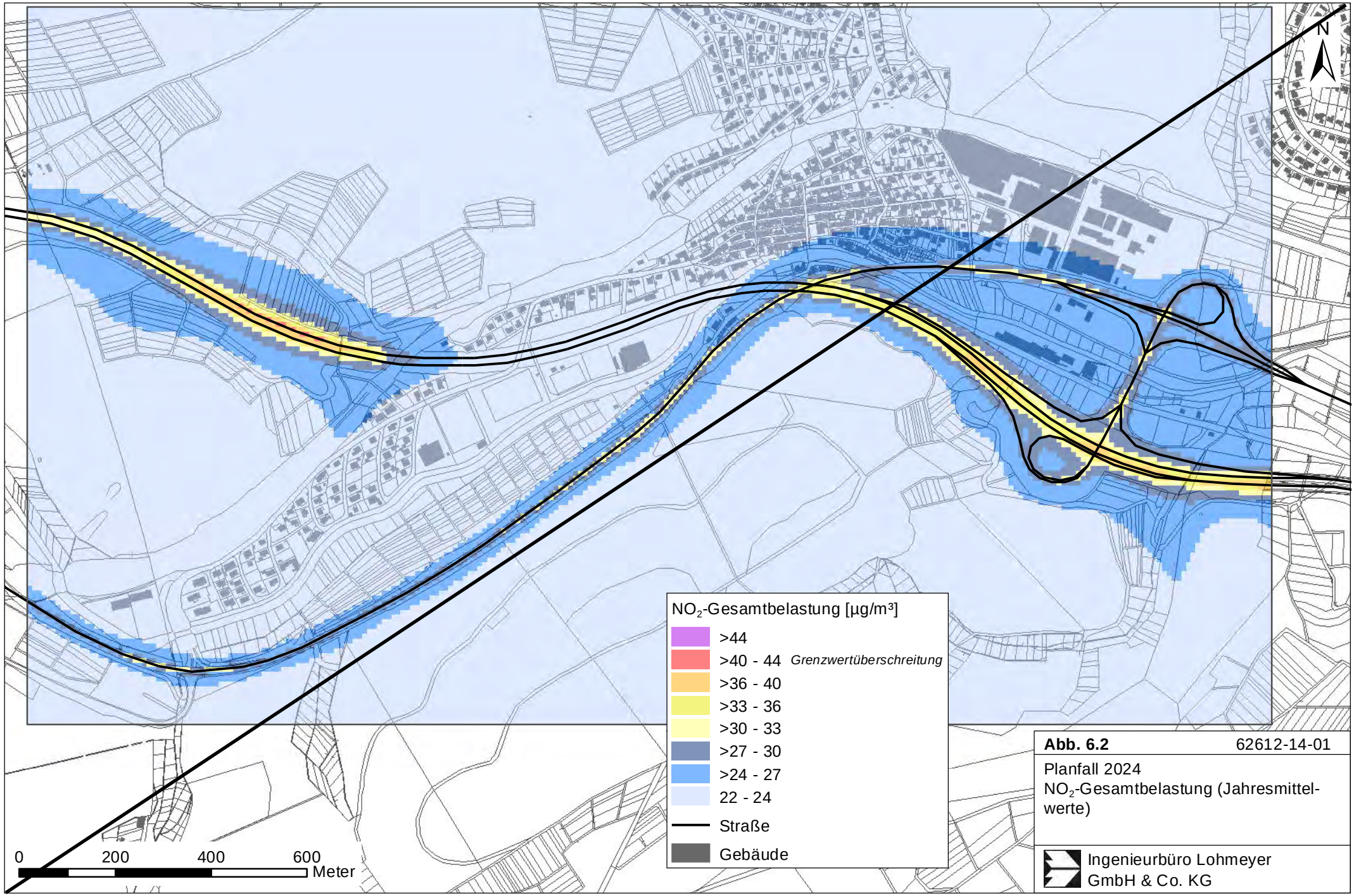


Abb. 6.2 62612-14-01

Planfall 2024
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

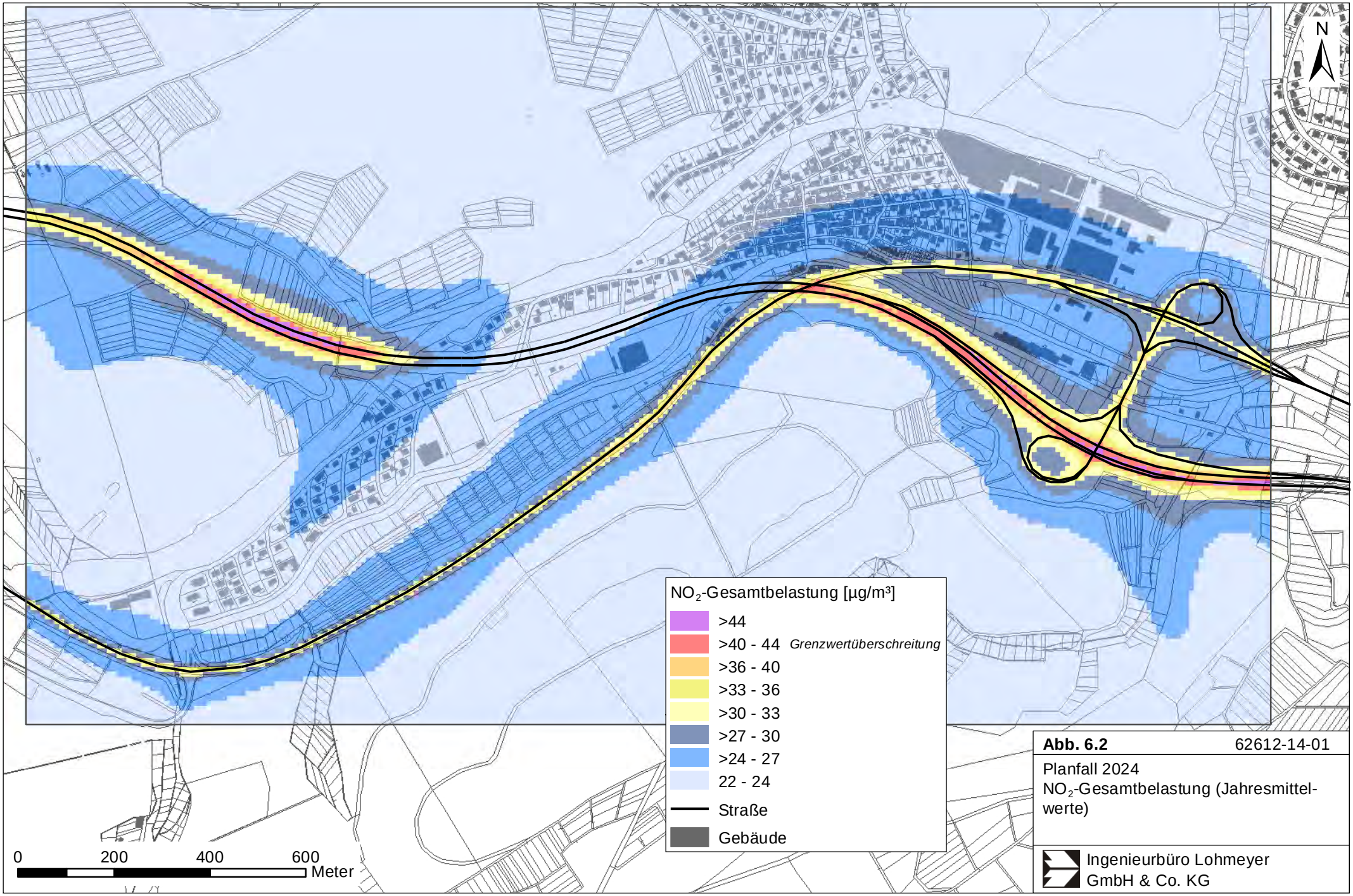


Abb. 6.2 62612-14-01

Planfall 2024
NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

An der AS Dillenburg werden im Prognose-Nullfall straßennah NO_2-Jahresmittelwerte über 44~~36~~ µg/m³ berechnet. Der anstehende Höhenzug im Süden erschwert die Ausbreitung der Schadstoffe. Dadurch werden in Nebentälern bis in einer Entfernung von ca. 300 m zur A 45 bzw. der Auffahrten über 24 µg NO_2/m³ berechnet. An der B 277 nördlich der AS Dillenburg werden Jahresmittelwerte vereinzelt straßennah bis 40~~33~~ µg/m³ berechnet. Damit sind die NO_2-Immissionen gegenüber der A 45 niedriger. Zwischen der B 277 und der A 45 im Bereich der AS Dillenburg sinken die NO_2-Jahresmittelwerte den Berechnungen zu Folge nicht unterhalb von 25 µg/m³.

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

Im Prognose-Nullfall werden westlich der Talbrücke (Richtung Dortmund) an den Gebäuden der W.-Thielmann-Straße NO_2-Belastungen bis 29~~27~~ µg/m³ ermittelt. Östlich der Talbrücke entlang der Straße Am Klangstein, wo die B 277 kreuzt, werden an der Bebauung NO_2-Jahresmittelwerte bis 31~~28~~ µg/m³ prognostiziert. An der lockeren Bebauung der Straße Am Klangstein an der AS Dillenburg bzw. am Anschluss B 277, der Sechsheldener Straße, werden NO_2-Schadstoffbelastungen ~~ebenfalls~~ bis 28~~26~~ µg/m³ berechnet.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO_2-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird den Berechnungsergebnissen zufolge im Prognose-Nullfall 2024 in Betrachtungsgebiet entlang der A 45 und der B 277 an der nächstgelegenen Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten Die NO_2-Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** an der Bebauung als ~~leicht~~ erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Im Planfall (siehe **Abb. 6.2**) werden im Prognosejahr 2024 westlich der Talbrücke (Richtung Dortmund) NO_2-Jahresmittelwerte vereinzelt über 44~~40~~ µg/m³ direkt an der Straße prognostiziert. Im Dilltal werden in der Umgebung des Brückenbauwerks inklusive Berücksichtigung der geplanten Lärmschutzbauten überwiegend NO_2-Jahresmittelwerte bis 27 µg/m³ berechnet.

An der AS Dillenburg werden NO_2-Jahresmittelwerte ebenfalls über 44~~36~~ µg/m³ im Nahbereich der A 45 prognostiziert. In südlicher Richtung werden in einem Nebental ab einer Entfernung von ca. 330~~220~~ m wiederum NO_2-Belastungen bis 24 µg/m³ festgestellt. An der B 277 nördlich der AS Dillenburg werden NO_2-Konzentrationen bis 40~~33~~ µg/m³ berechnet.

Im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit werden im Planfall im Jahr 2024 westlich der Talbrücke an der Bebauung der W.-Thielemann-Straße NO_2-Konzentrationen bis 26~~25~~ µg/m³ prognostiziert. Im Vergleich zum Prognose-Nullfall sind die NO_2-Belastungen aufgrund der Wirkung der geplanten Lärmschutzbauten leicht geringer.

Östlich der Talbrücke, an der Straße am Klangstein, werden NO_2-Konzentrationen etwas niedriger im Vergleich ~~vergleichbar~~ zum Prognose-Nullfall bis 30~~27~~ µg/m³ ermittelt. An den Einzelgrundstücken der Sechsheldener Straße und Am Klangstein an der AS Dillenburg werden wie beim Prognose-Nullfall NO_2-Konzentrationen bis 28~~26~~ µg/m³ festgestellt.

Der NO_2-Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel wird den Berechnungsergebnissen zufolge im Planfall im Jahr 2024 an relevanter Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten. Die NO_2-Belastungen werden als leicht erhöhte NO_2-Belastung und im Vergleich zum Prognose-Nullfall mit ähnlichen NO_2-Jahresmittelwerten ermittelt.

6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10)

Für die Bewertung der PM10-Immissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert von 29 µg/m³ im Jahresmittel. Dieser besagt, dass bei Konzentrationen unterhalb des entsprechenden Schwellenwertes auch der PM10-24 h-Grenzwert sicher eingehalten wird. Im Folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die Jahresmittelwerte von 29 µg/m³ und 40 µg/m³ diskutiert.

Die Ergebnisse der PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) sind für den Prognose-Nullfall 2024 in **Abb. 6.3** und für den Planfall in **Abb. 6.4** dargestellt.

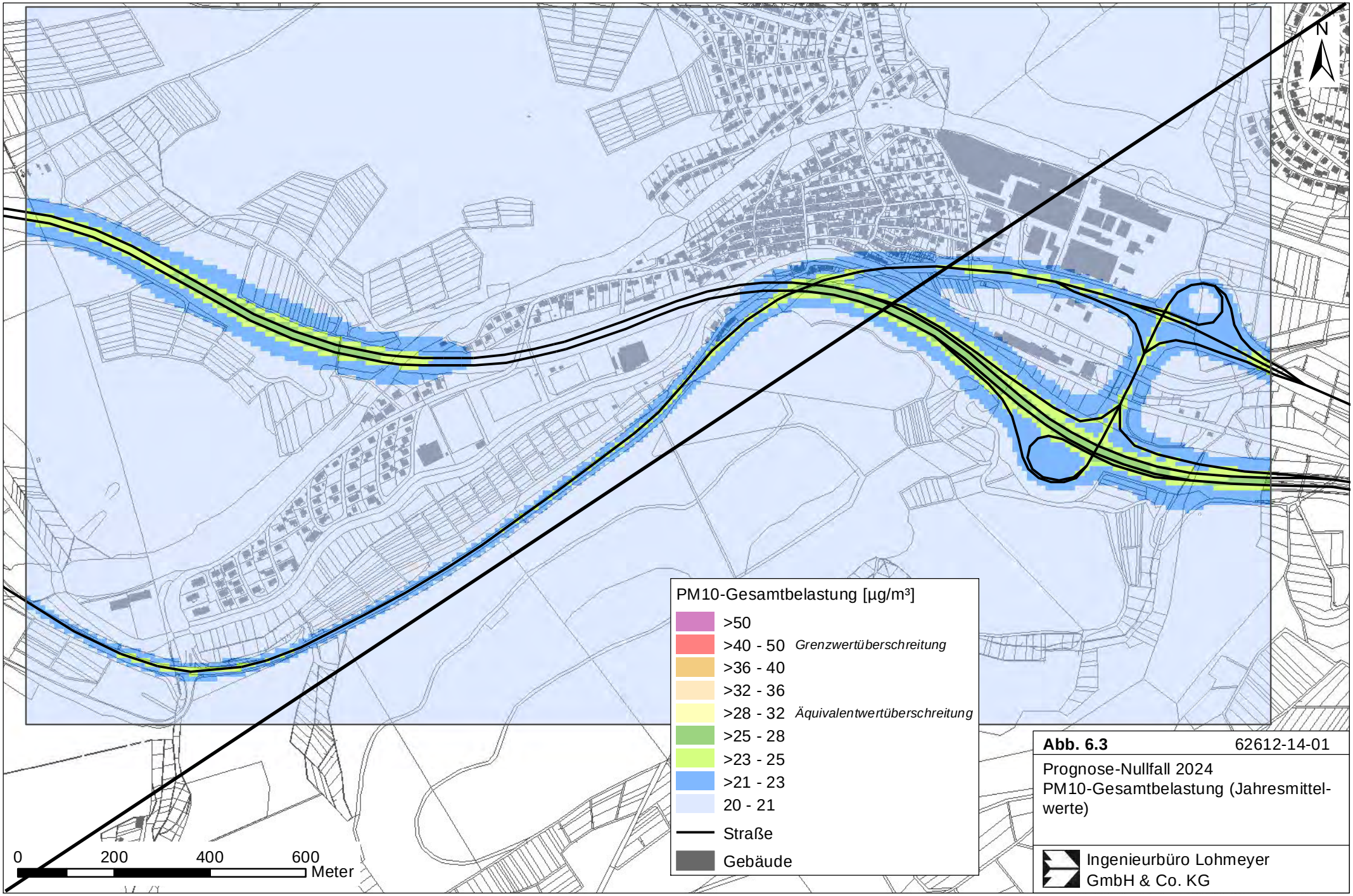


Abb. 6.3 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

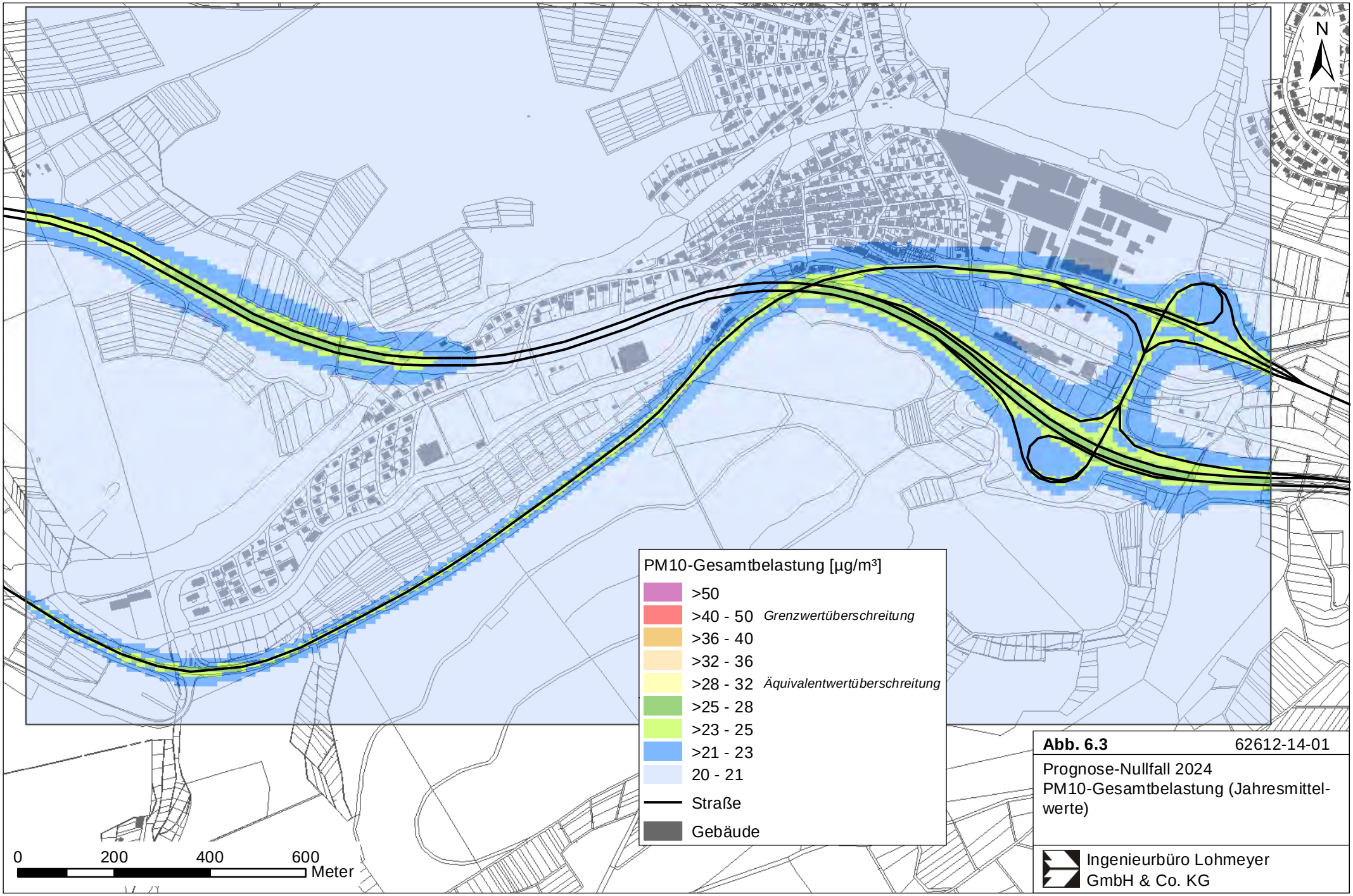


Abb. 6.3 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

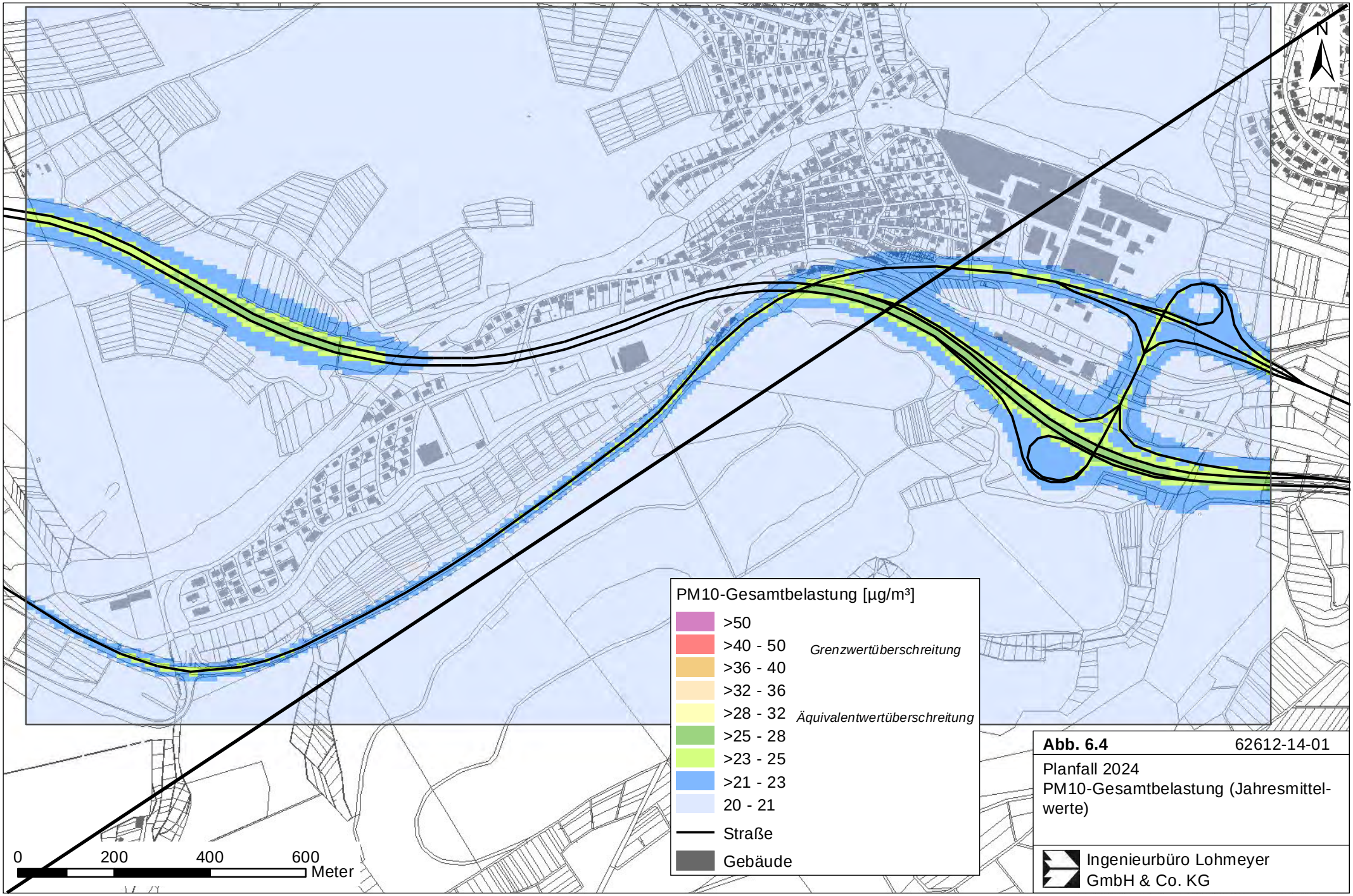


Abb. 6.4 62612-14-01

Planfall 2024
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

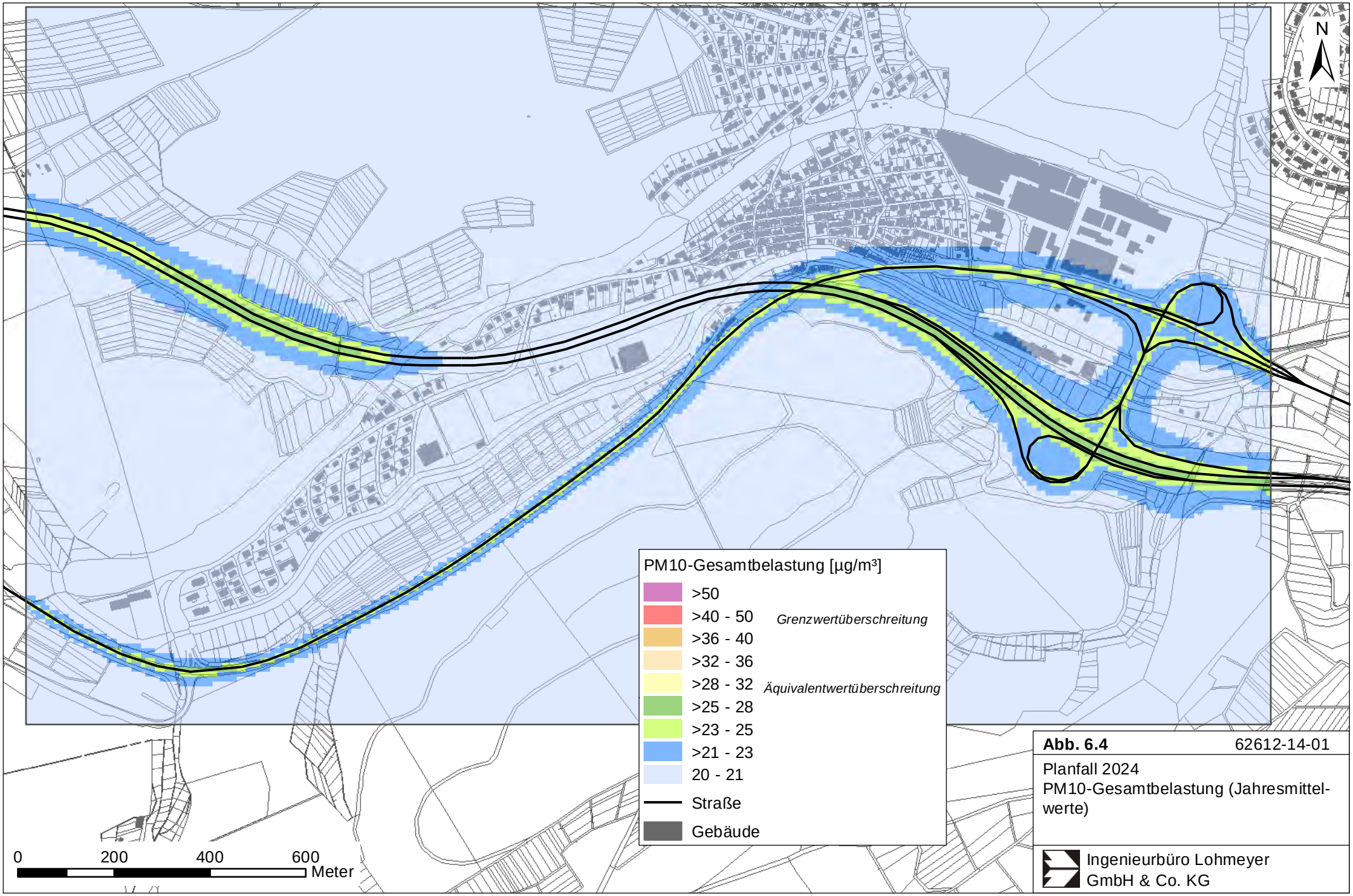


Abb. 6.4 62612-14-01

Planfall 2024
PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 20 µg/m³ treten im Prognose-Nullfall westlich der Talbrücke keine PM10-Jahresmittelwerte bis 28 µg/m³ auf. Ab einer Entfernung von ca. 50~~70~~ m sinken die PM10-Belastungen auf~~bis~~ 21 µg/m³ oder darunter.

Östlich der Talbrücke, wo sich die A 45 und die B 277 kreuzen, werden im Prognose-Nullfall PM10-Belastungen bis 28 µg/m³ in einem eng begrenzten Raum ermittelt. Vereinzelt treten auch Werte bis 32 µg/m³ auf. Eine Erhöhung auf über 21 µg/m³ beschränkt sich auf eine Entfernung zur Trasse von ca. 60 m.

An der AS Dillenburg werden entlang der A 45 PM10-Belastungen bis 28 µg/m³ berechnet. In Abständen bis ca. 70~~80~~ m sind die PM10-Belastungen bis 21 µg/m³ und darunter dargestellt.

Zur Beurteilung der berechneten PM10-Luftschadstoffbelastungen werden die nächstgelegenen Gebäude, bspw. mit Wohnfunktion, herangezogen.

Im Prognose-Nullfall wird westlich der Talbrücke an der Bebauung der W.-Thielmann-Straße eine PM10-Belastung bis 22 µg/m³ prognostiziert. Für~~Gleiches gilt auch für~~ den Bereich östlich der Talbrücke werden~~. Auch dort übersteigen die~~ PM10-Konzentrationen bis 23 ~~Prognosen an der Bebauung der Straße Am Klangstein die Konzentration von 22~~ µg/m³ ermittelt~~nicht~~. An der AS Dillenburg werden an den Häusern der Sechsheldener Straße und Am Klangstein im Prognose-Nullfall PM10-Belastungen ebenfalls bis 22 µg/m³ berechnet.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird im Prognose-Nullfall 2024 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** sind die PM10-Jahresmittelwerte als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von 29 µg/m³ im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend der Berechnungsergebnissen an der bestehenden Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten.

Die prognostizierten PM10-Jahresmittelwerte im Planfall (**Abb. 6.4**) westlich der Talbrücke sind mit dem Prognose-Nullfall vergleichbar. Im Planfall werden dort PM10-Jahresmittelwerte bis 28 µg/m³ berechnet. Am Brückenkopf sind durch die geplanten Lärmschutzbauten im Planfall leicht geringere PM10-Immissionen gegenüber dem Prognose-Nullfall prognostiziert.

Östlich der Talbrücke werden, vergleichbar zum Prognose-Nullfall, im Planfall PM10-Belastungen bis 28 µg/m³ ermittelt. An der AS Dillenburg werden im Planfall bis 28 µg/m³ in ~~min~~

Straßennähe berechnet. Vereinzelt werden im Straßenraum auch Werte bis 32 µg/m³ festgestellt.

Zur Beurteilung der berechneten PM10-Luftschadstoffbelastungen werden die nächstgelegenen Gebäude betrachtet. Im Planfall werden westlich der Talbrücke an den Gebäuden der W.-Thielmann-Straße PM10-Jahresmittelwerte bis 21 µg/m³ berechnet.

Im Bereich am östlichen Brückenlager wird den Berechnungen zu Folge an der nächstgelegenen Bebauung der Straße Am Klangstein die PM10-Belastung bis 23~~22~~ µg/m³ bleiben. An den~~Gleiches trifft im Planfall auch auf die~~ nächstgelegenen Häusern~~Häuser~~ an der Sechsheldener Straße bzw. Am Klangstein an der AS Dillenburg ~~zu. Dort~~ werden vergleichbar zum Prognose-Nullfall PM10-Konzentrationen ~~ebenfalls~~ bis 22 µg/m³ prognostiziert. ~~Die PM10-Belastungen liegen damit auf vergleichbarem Niveau mit dem Prognose-Nullfall.~~

Der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird im Planfall im Jahr 2024 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert nach **Tab. 3.2** sind die PM10-Jahresmittelwerte als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von 29 µg/m³ im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der bestehenden Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten.

6.3 Feinstaub-Immissionen (PM2.5)

Die Ergebnisse der PM2.5-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind für den Prognose-Nullfall 2024 in **Abb. 6.5** und für den Planfall in **Abb. 6.6** aufgezeigt.

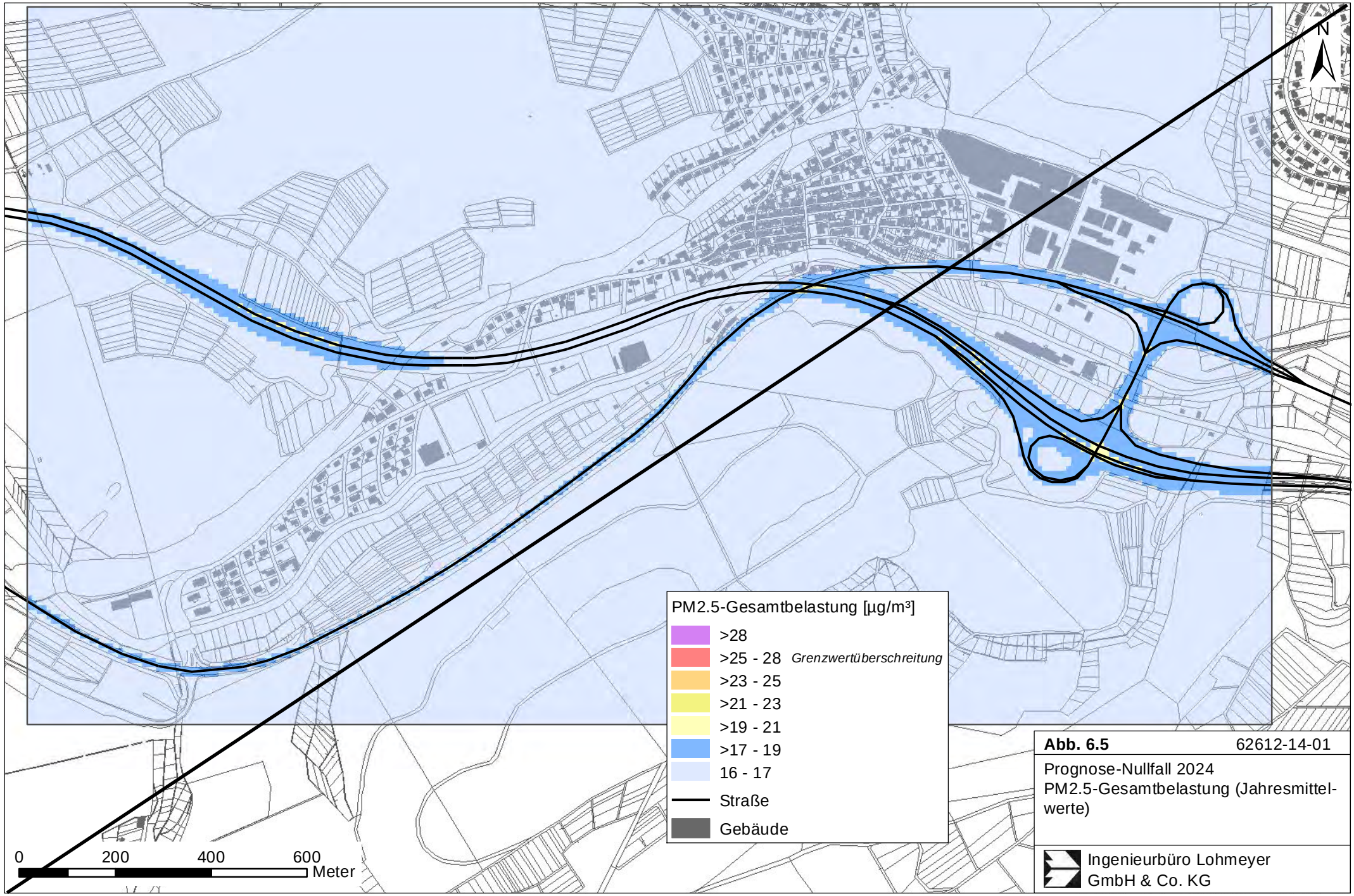


Abb. 6.5 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

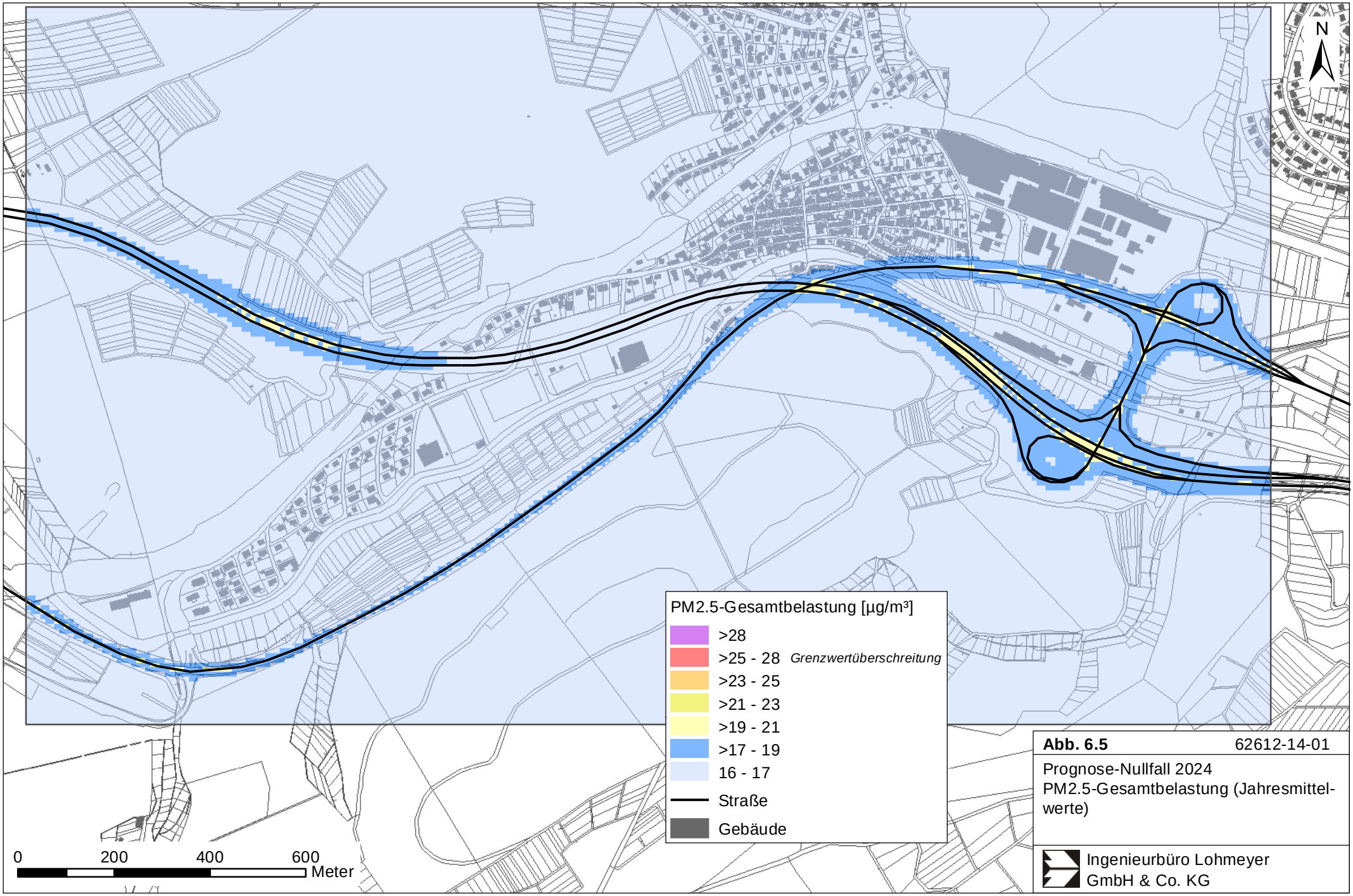


Abb. 6.5 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

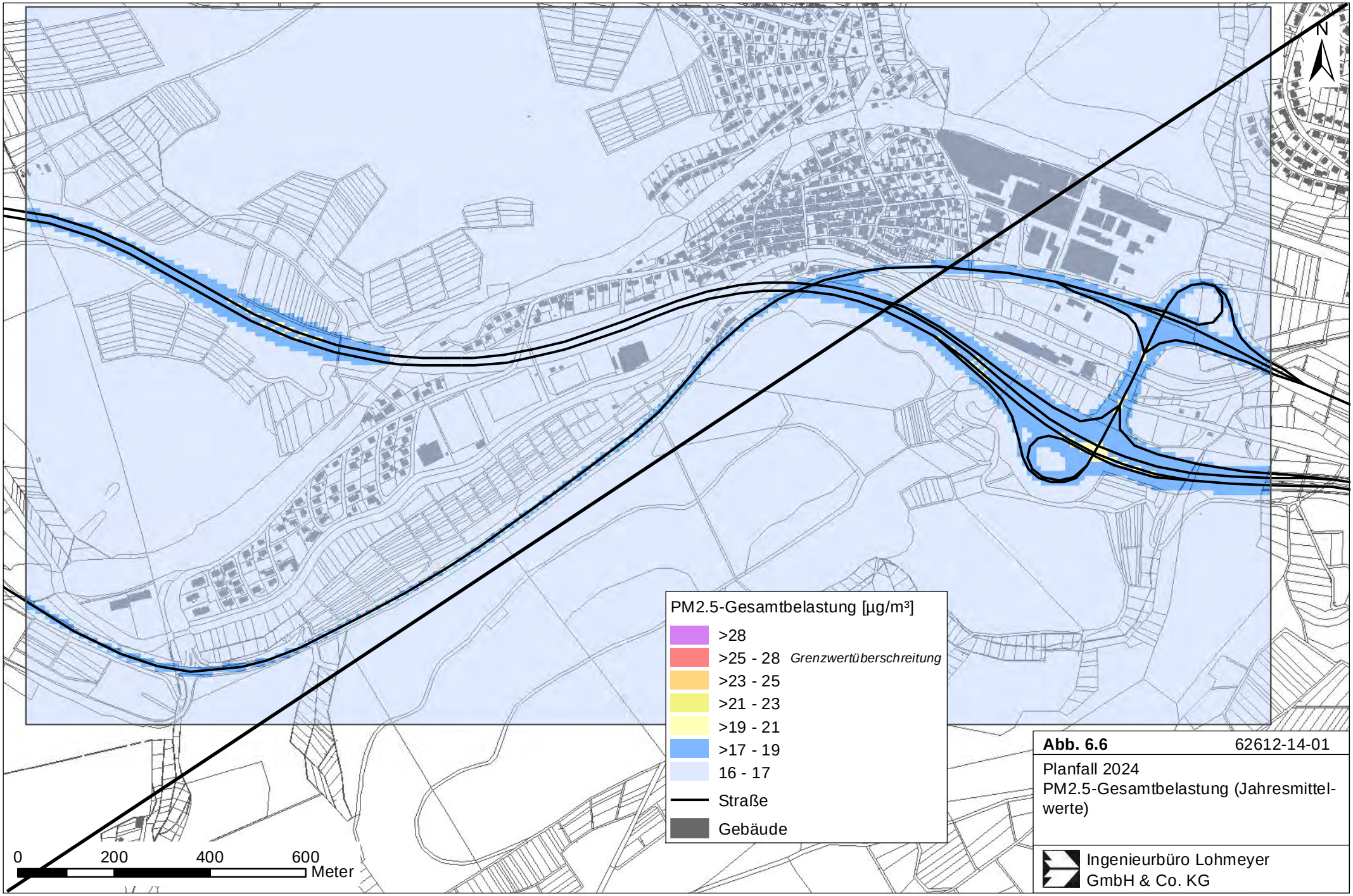


Abb. 6.6 62612-14-01

Planfall 2024
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

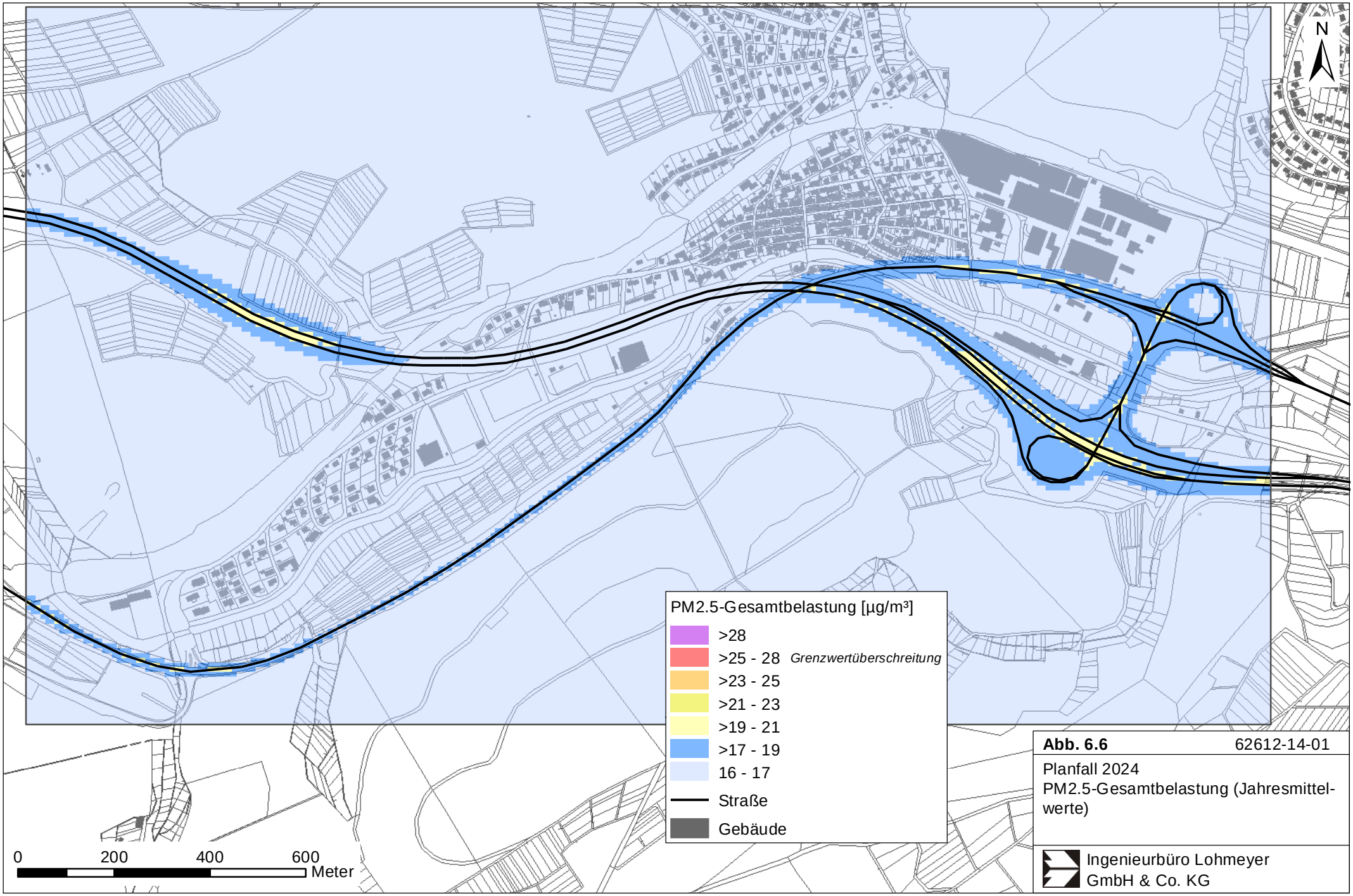


Abb. 6.6 62612-14-01

Planfall 2024
PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Unter Berücksichtigung der PM2.5-Hintergrundbelastung von 16 µg/m³ werden im Prognose-Nullfall (**Abb. 6.5**) westlich der Talbrücke PM2.5-Gesamtbelastungen bis 21 µg/m³ ermittelt. Ab einer Entfernung von 40 m zur A 45 werden PM2.5-Belastungen bis 17 µg/m³ oder weniger berechnet.

Entlang der A 45 östlich der Talbrücke bis zur AS Dillenburg werden ebenfalls PM2.5-Immissionen bis 21 µg/m³ prognostiziert.

Im Prognose-Nullfall werden an der nächstgelegenen Bebauung der W.-Thielmann-Straße westlich der Talbrücke PM2.5-Immissionen bis 17 µg/m³ ermittelt. Am Widerlager, dem östlichen Verlauf der A 45 folgend, werden an der Bebauung der Straße Am Klangstein PM2.5-Belastungen ~~ebenfalls~~ bis 18~~17~~ µg/m³ prognostiziert.

An der Bebauung der Sechsheldener Straße bzw. Am Klangstein unweit der AS Dillenburg werden im Prognose-Nullfall bis 17 µg/m³ berechnet. Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ wird entsprechend den Immissionsberechnungen im Prognose-Nullfall im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten wird. Die berechneten Belastungen an der Bebauung sind als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Im Planfall (**Abb. 6.6**) werden westlich der Talbrücke vergleichbar zum Prognose-Nullfall PM2.5-Gesamtbelastungen bis 21 µg/m³ ermittelt. Am östlichen Widerlager, wo die A 45 die B 277 kreuzt, werden PM2.5-Belastungen ebenfalls bis 21 µg/m³ direkt neben der Trasse berechnet, gleiches gilt für den Bereich an der AS Dillenburg im Nahbereich der A 45.

Im Planfall werden an der nächstgelegenen Bebauung der W.-Thielmann-Straße westlich der Talbrücke bis 17 µg PM2.5/m³ im Jahresmittel, wie auch im Prognose-Nullfall, berechnet. An den Gebäuden der östlichen Seite des Tales, Am Klangstein, werden PM2.5-Belastungen ~~ebenfalls~~ bis 18~~17~~ µg/m³ ermittelt.

An Gebäuden der Sechsheldener Straße bzw. Am Klangstein werden in der Nähe der AS Dillenburg PM2.5-Immissionen erneut bis 17 µg/m³ prognostiziert. Auch dort wird~~wurde~~ keine Erhöhung der PM2.5-Belastungen an der Wohnbebauung gegenüber dem Prognose-Nullfall berechnet.

Die Berechnungsergebnisse an den beurteilungsrelevanten Gebäuden des Planfalls im Jahr 2024 zeigen, dass der PM2.5-Grenzwert nicht erreicht und nicht überschritten ist.

7 LITERATUR

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

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.

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.

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

BASt (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen (Düring, I., Bösinger, R., Lohmeyer, A.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 125, ISBN 3-86509-307-8, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.

Bäumer, D. (2003): Transport und chemische Umwandlung von Luftschadstoffen im Nahbereich von Autobahnen – Numerische Simulationen. Wissenschaftliche Berichte des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung der Universität Karlsruhe Nr. 32. Juni 2003.

Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu der Feinstaubfraktion PM2.5 an den Immissionsschutz? Immissionsschutz 3/09.

CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007. EEA (European Environment Agency). Publish date: 5 Dec 2007. In: Technical report No 16/2007.

De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of the health impacts of exposure to PM2.5 at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate change, June 2009.

Düring und Lohmeyer (2011): Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt 70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.

Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO2 conversion model under consideration of direct NO2-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011).

EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152.

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., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von PM10-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003. www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1.

~~Hausberger, S. (2016): E-Mail vom 27.04.2016 von Stefan Hausberger zu den Korrekturfaktoren EURO 6, TU Graz.~~

HLUG (2007-2018~~2016~~): Lufthygienische Jahresberichte. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, http://www.hlug.de.

Israël, G.W., Pesch, M., Schlums, C. (1994): Bedeutung des Reifenabriebs für die Rußemission des Kfz-Verkehrs. In: Staub - Reinhaltung der Luft 54, S. 423-430. Springer-Verlag, Berlin.

INVER - Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen GmbH (2018~~2017~~): Lagepläne der Immissionschutzmaßnahmen, Stand 2018~~2017~~-01.

IVV - Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG (2018~~2017~~): Verkehrsbelegungsabbildungen basierend auf der Fortschreibung der Verkehrsuntersuchungen~~Verkehrsuntersuchung~~ sechsstreifiger Ausbau der BAB A 45 - Landesgrenze HE/NW - Gambacher Kreuz, Prognosejahr 2030, Bericht vom Januar 2018 ~~April 2016~~, E-Mail von Herrn Stock u. a. am 26~~02~~.03.2018~~2017~~.

Janicke (2015): Dispersion Model LASAT Version 3.3 Referenz Book. Janicke Consulting, Überlingen, ~~Aktuelle~~ Version vom 06.03.2015.

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

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

LANUV NRW (2007-2018~~2016~~): Lufthygienische Jahresberichte. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW; http://www.lanuv.nrw.de/luft/immissionen/ber_trend/kenn.htm

Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.

Lohmeyer (2017~~2014~~): A 45, Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden - Berechnung der verkehrsbedingten Immissionen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG,Karlsruhe. Projekt 62612-14-01, April 2017~~März 2014~~. Gutachten im Auftrag von INVER - Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen GmbH, Erfurt.

LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, www.lua.nrw.de bzw. www.lanuv.nrw.de

LUWG RP (2007-2018~~2016~~): Lufthygienische Jahresberichte. Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz; http://www.luft-rlp.de/aktuell/monatsberichte/2013/

Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J. B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460. http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR460.PDF.

RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. Hrsg.: FGSV Verlag GmbH, Köln (ISBN 978-3-86446-047-0). Ausgabe 2012.

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).

Stern, R. und Yamatino, R.J. (2001): Development and first evaluation of micro-calgrid: a 3-D, urban-canopy-scale photochemical model. Atmospheric Environment 35, S149-S165., ISSN: 13522310

TA Luft (1986): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft). GMBl., 37.J., Nr.7, 28.02.1986, S. 95 - 143.

TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). GMBl. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605.

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 (2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3. (HBEFA 3.3) (aktualisierte Version vom 02.05.2017). Dokumentation ~~25.07.2014). Dokumentation~~ zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz.~~IFEU Heidelberg.~~ Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau~~Berlin~~.

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

VDI (2000): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell, VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI, Düsseldorf, September 2000.

VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.

A N H A N G A1:
BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, 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/m^3 maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO_2	Jahresmittelwert	40 µg/m^3	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m^3 maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m^3	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m³	ab 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m^3	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m^3	seit 2005

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

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. In der 39. BImSchV wurden u.a. die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben wurden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der ab dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist. Für davor liegende Jahre werden Toleranzmargen genannt, die hier im Kap. A1.2 beschrieben werden.

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 bereits heute eingehalten werden sollte und ab dem Jahr 2015 ein Grenzwert wird.

Für den Immissionsgrenzwert für PM2.5 von 25 µg/m³ ab dem Jahr 2015 wurde eine Toleranzmarge von 5 µg/m³ erlassen, die sich ab dem 1. Januar 2009 in jährlichen Stufen um ein Siebentel (ca. 0.7 µg/m³) vermindert. Diese Toleranzmarge darf überschritten werden, ohne die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Der jeweilige jährliche Wert wird hier als Übergangsbeurteilungswert bezeichnet.

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 umsetzt.

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM2.5-Richtgrenzwert von 20 µg/m^3 im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 wird dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft.

A1.4 Schutz der Vegetation

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Sickstoffoxide (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.

A N H A N G A2:
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSER-MITTLUNG

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-ERMITTLUNG

A2.1 PROKAS / LASAT - Berechnungsverfahren zur Bestimmung verkehrserzeugter Schadstoffbelastungen

Für die Berechnung der Emissionen wird das Berechnungsverfahren PROKAS verwendet, welches das umgebende Straßennetz bis in eine Entfernung von mehreren Kilometern vom Untersuchungspunkt berücksichtigt. Schadstoffbelastungen durch Ferntransport und andere Quellen (z. B. Industrie) werden durch PROKAS in der Hintergrundbelastung berücksichtigt.

Für die Rechnung wird das gesamte Straßennetz in kurze Linienquellen zerlegt. Mit diesem Aufteilen in Einzelquellen kann auch der Fall berücksichtigt werden, dass sich die Emissionen im Verlauf einer Straße ändern, zum Beispiel bei Geschwindigkeitsbeschränkung auf einem Teil einer Straße. Dann emittieren die Quellen, die dieses Straßenstück repräsentieren, mit einer anderen Quellstärke als die Quellen auf dem Straßenstück ohne Geschwindigkeitsbegrenzung. Für eine Bestimmung von Perzentilwerten ist es wichtig, die mit der Tageszeit veränderliche Verkehrsstärke zu berücksichtigen.

Strömungs- und Ausbreitungsmodellierung

Die Ausbreitung wird mit dem Lagrange'schen Partikelmodell LASAT (Janicke, 2015) simuliert. Das Ausbreitungsmodell LASAT (Beschreibung unten) berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der unteren Atmosphäre im mikro- und mesoskaligen Bereich. Es basiert auf einem Lagrange-Modell (Teilchensimulation), bei dem die Dispersion der Stoffteilchen in der Atmosphäre durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird. Für komplexes Gelände ist im meteorologischen Präprozessor ein diagnostisches Windfeldmodell integriert. Dreidimensionale Wind- und Turbulenzfelder, in denen z. B. der Einfluss von Gebäuden oder Unebenheiten des Geländes berücksichtigt sind, können auch explizit vorgegeben werden. Für eine Umsetzung der Kaltluftsimulationen mit KALM in Eingabe-Files von LASAT stehen separate Programme (Schnittstellen) zur Verfügung. Es können beliebig viele Emissionsquellen als Punkt-, Linien-, Flächen-, Raster- oder Volumenquellen definiert werden. Die meteorologischen Parameter der Ausbreitungsrechnung können als Zeitreihe vorgegeben werden. Es wird die über fortlaufende Zeitintervalle gemittelte dreidimensionale Konzentrationsverteilung der emittierten Spurenstoffe und die Massenstromdichte ihrer Deposition am

Erdboden berechnet. Liegen die meteorologischen Daten als Zeitreihe über ein Jahr oder als Jahresstatistik vor, können auch Jahresmittelwert und Perzentile berechnet werden. Im Nahbereich von Quellen kann die Ausbreitungsrechnung mit erhöhter räumlicher Auflösung durchgeführt werden.

Lärmschutzmaßnahmen

Auch der Einfluss von Lärmschutzmaßnahmen endlicher Länge wirkt entsprechend der Richtlinien über Luftverunreinigungen an Straßen ohne und mit lockerer Randbebauung (RLuS, 2012) immissionsmindernd. Die Wirkung von Lärmschutzwänden/-wällen und auch Dammlagen wird als Anfangsverdünnung interpretiert, indem der Quellboxhöhe ein Wert σ_{zo} als additiver Term zugeschlagen wird. Das Ausbreitungsmodell ist in der Lage, für jede der Linienquellen einen eigenen Wert für σ_{zo} zu berücksichtigen.

Fahrzeugerzeugte Turbulenz

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 mit LASAT mit einer Parametrisierung nach Bäumer (2003) und Stern und Yamatino (2001) berücksichtigt.

Meteorologie

Bezüglich der Meteorologie wird mit 36 verschiedenen Windrichtungsklassen, 9 verschiedenen Windgeschwindigkeitsklassen und 6 verschiedenen Ausbreitungsklassen gerechnet. Die Ausbreitungsklassen berücksichtigen, dass die Verdünnung der Abgase für eine gegebene Windrichtung und Windgeschwindigkeit auch noch von der Stabilität der Atmosphäre abhängt. So ist z. B. die Verdünnung bei "Inversionswetterlagen" schlechter als bei sonnigen "Normalwetterlagen". Insgesamt werden also $36 \times 9 \times 6 = 1\,944$ Wetterlagen mit den jeweiligen Häufigkeiten berücksichtigt.

Als Rechenergebnis erhält man somit für jeden betrachteten Punkt unterschiedliche Konzentrationswerte mit der zugehörigen Häufigkeit, also der Angabe darüber, wie häufig die jeweiligen Konzentrationen pro Jahr auftreten. Aus diesen Ergebnissen wird dann eine Häufigkeitsverteilung hergestellt und es wird derjenige Wert bestimmt, der z. B. in 98 % der Zeit unterschritten wird. Dies ist der gesuchte 98-Perzentilwert der Zusatzbelastung.

Ermittlung der Gesamtbelastung

Die Ermittlung der Immissionskenngrößen für die Gesamtbelastung aus den Kenngrößen für die Hintergrundbelastung und die Zusatzbelastung erfolgt nach dem in der TA Luft 86 in Anhang D angegebenen Verfahren.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO_2 erfolgt mit Hilfe eines vereinfachten Chemiemodells (Düring et al., 2011).

A2.2 Beschreibung des Modells LASAT (Auszug aus dem Handbuch)

LASAT (Lagrange Simulation von Aerosol-Transport) ist ein Modell zur Berechnung der Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, das in einem Computerprogramm realisiert ist. LASAT ist ein Episodenmodell, d. h. es berechnet den zeitlichen Verlauf der Stoffkonzentration in einem vorgegebenen Rechengebiet.

Bei der Ausbreitungsrechnung wird für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert (Lagrange-Simulation).

LASAT ist konform mit der VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 „Partikelmodelle“ (VDI, 2000) und ist Grundlage des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 der neuen TA Luft (2002), das vom Ingenieurbüro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt wurde.

Das Ausbreitungsmodell LASAT berechnet die Ausbreitung passiver Spurenstoffe in der unteren Atmosphäre (bis ca. 2 000 m Höhe) im lokalen und regionalen Bereich (bis ca. 150 km Entfernung). Es basiert auf einem Lagrange-Modell (Teilchensimulation), bei dem die Dispersion der Stoffteilchen in der Atmosphäre durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird. Dies ist - seit der Version 2.00 - ein Markov-Prozess für die Orts- und Geschwindigkeitskomponenten eines Simulationsteilchens, der Zeitschritte bis zum Doppelten der Lagrange-Korrelationszeit zulässt.

Es werden folgende physikalische Vorgänge zeitabhängig simuliert:

- Transport durch den mittleren Wind,
- Dispersion in der Atmosphäre,
- Sedimentation schwerer Aerosole,

- Deposition am Erdboden (trockene Deposition),
- Auswaschen der Spurenstoffe durch Regen und nasse Deposition,
- Chemische Umwandlungen erster Ordnung,
- Gamma-Submersion (Wolkenstrahlung) bei radioaktiven Stoffen.

Eine Abgasfahnenüberhöhung wird parametrisch erfasst. Das Gelände kann eben oder gegliedert sein und Gebäude enthalten, deren Umströmung berücksichtigt wird. In ebenem Gelände werden die zeitabhängigen meteorologischen Größen durch ein ebenes Grenzschichtmodell beschrieben. Dieses greift auf einfache Parameter zur Charakterisierung der Wettersituation zurück, wie z. B. eine Klassierung nach TA Luft oder KTA, oder es wird direkt über die Monin-Obukhov-Länge und die Mischungsschichthöhe parametrisiert. Darüber hinaus können aber auch Vertikalprofile, wie sie von SODAR-Geräten zur Verfügung gestellt werden, oder Messreihen eines Ultraschall-Anemometers verarbeitet werden.

Für komplexes Gelände ist im meteorologischen Präprozessor ein diagnostisches Windfeldmodell integriert, das für indifferente und stabile Schichtung einsetzbar ist. Das diagnostische Windfeldmodell kann auch die Umströmung von Gebäuden berechnen und dabei die im Lee auftretende Rezirkulation und die erhöhte Turbulenz modellieren. Gebäude dürfen auch in gegliedertem Gelände stehen. Dreidimensionale Wind- und Turbulenzfelder können auch explizit vorgegeben werden. Die Struktur der hierfür benötigten Datendateien ist voll dokumentiert.

Es können beliebig viele Emissionsquellen als Punkt-, Linien-, Flächen-, Raster– oder Volumenquellen definiert werden. Die meisten Parameter der Ausbreitungsrechnung - insbesondere die Quellstärken bzgl. der einzelnen Stoffkomponenten, Quellorte, Umwandlungsraten, Depositionsgeschwindigkeiten - können als Zeitreihe vorgegeben werden.

Es wird die über fortlaufende Zeitintervalle gemittelte dreidimensionale Konzentrationsverteilung der emittierten Spurenstoffe und die Stoffstromdichte ihrer Deposition am Erdboden berechnet. Die Größe des Mittelungsintervalles ist vorgebbar.

Die horizontale räumliche Auflösung beträgt typischerweise 1 bis 3 % des gesamten Rechengebietes. Für den bei Teilchensimulationen immer auftretenden Stichprobenfehler (er kann durch Erhöhung der Teilchenzahl beliebig verringert werden) wird während der Ausbreitungsrechnung ein Schätzwert berechnet. Diese Schätzung ermöglicht es dem Pro-

gramm, die Fluktuationen in der berechneten Konzentrationsverteilung ohne systematische Verfälschung zu glätten. Neben der vollen dreidimensionalen Verteilung wird für vorgebbare Monitorpunkte die Zeitreihe von Konzentration und Deposition ausgerechnet.

A2.3 Fehlerdiskussion

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

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

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

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 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.

A N H A N G A3:
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

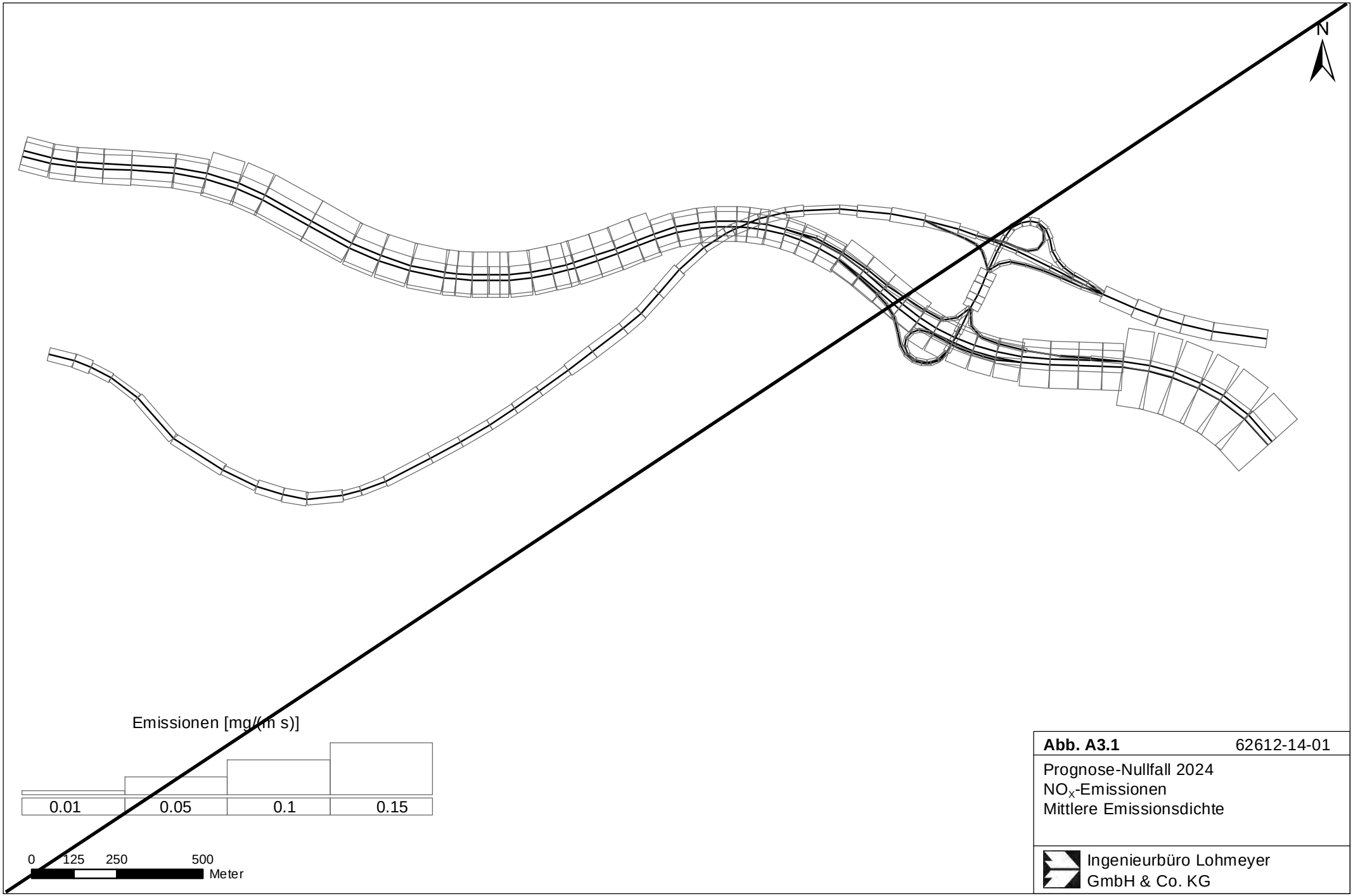
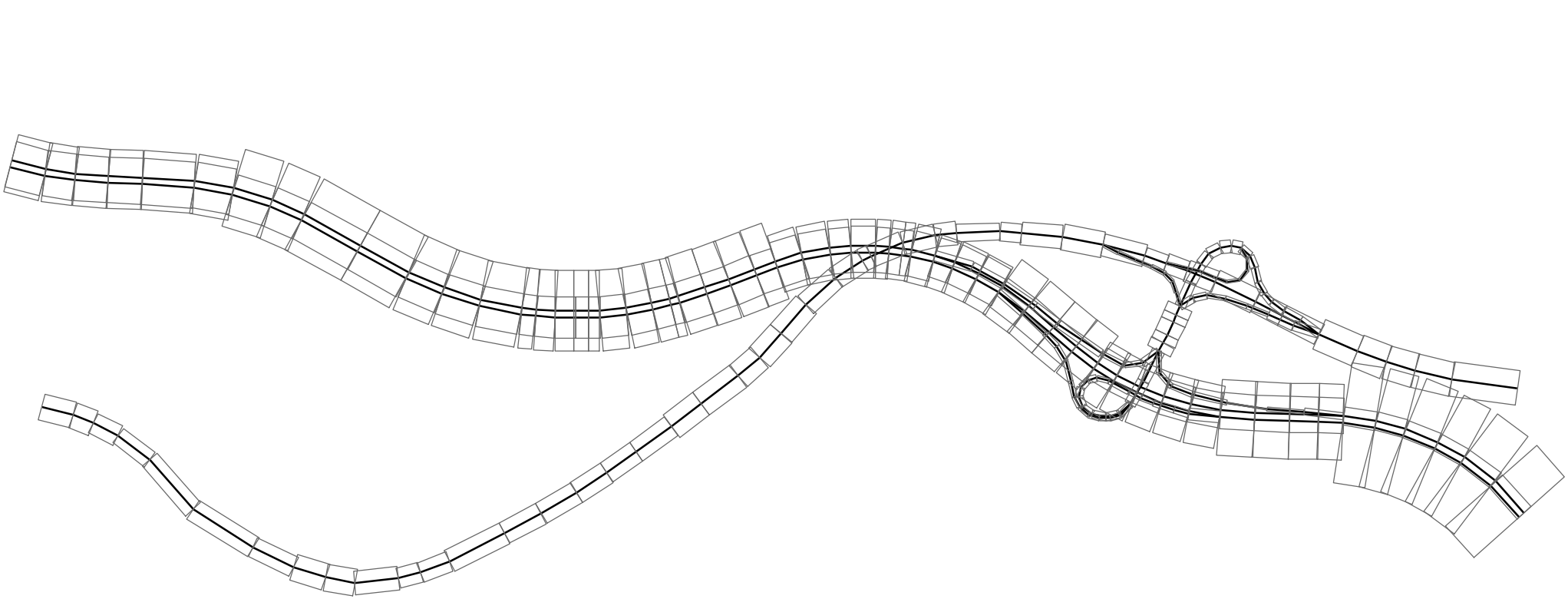


Abb. A3.1 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
NO_X-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Emissionen [mg/(m s)]

0.01	0.05	0.1	0.15

0 125 250 500 Meter

Abb. A3.1 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
NO_X-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

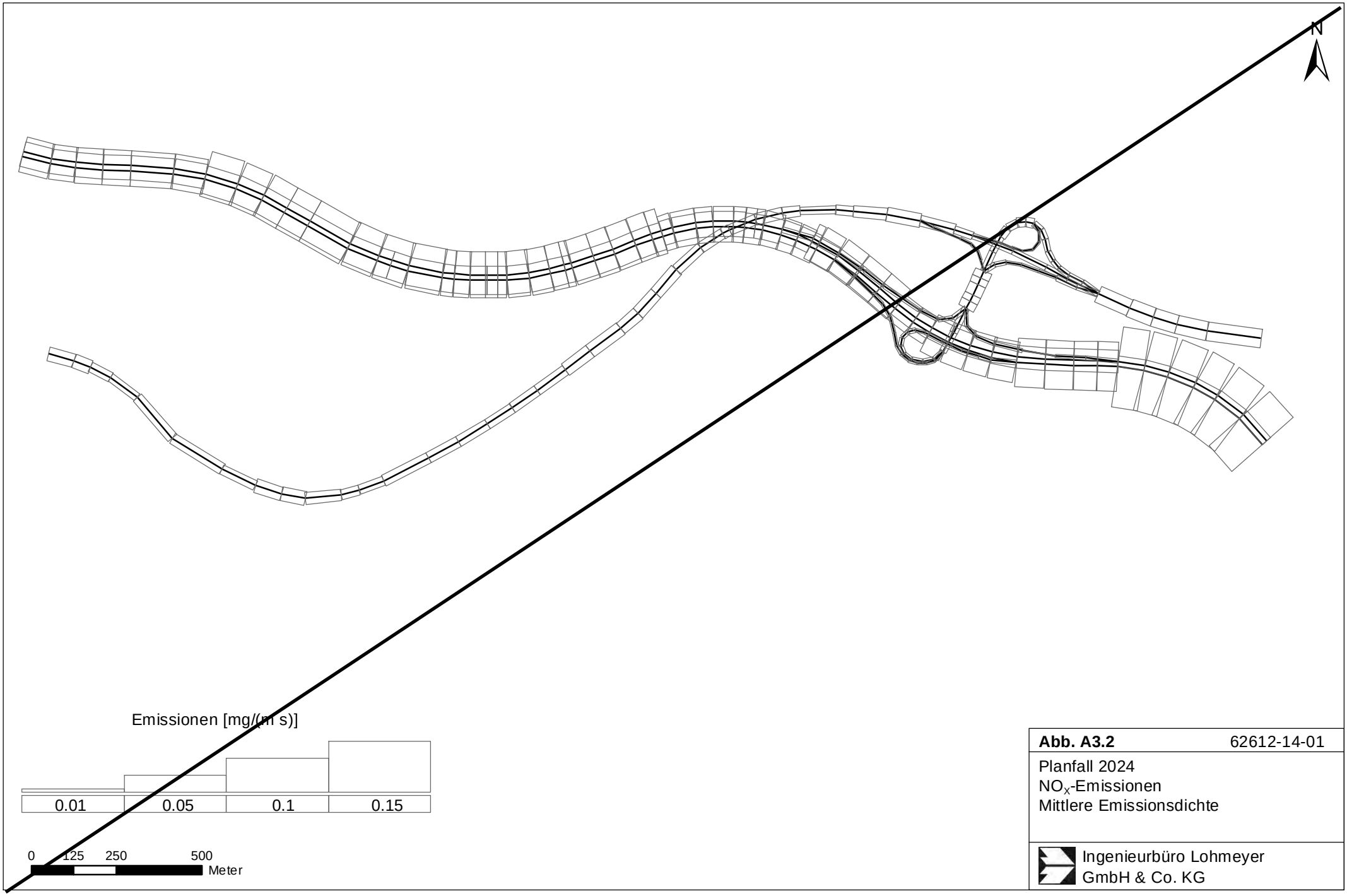
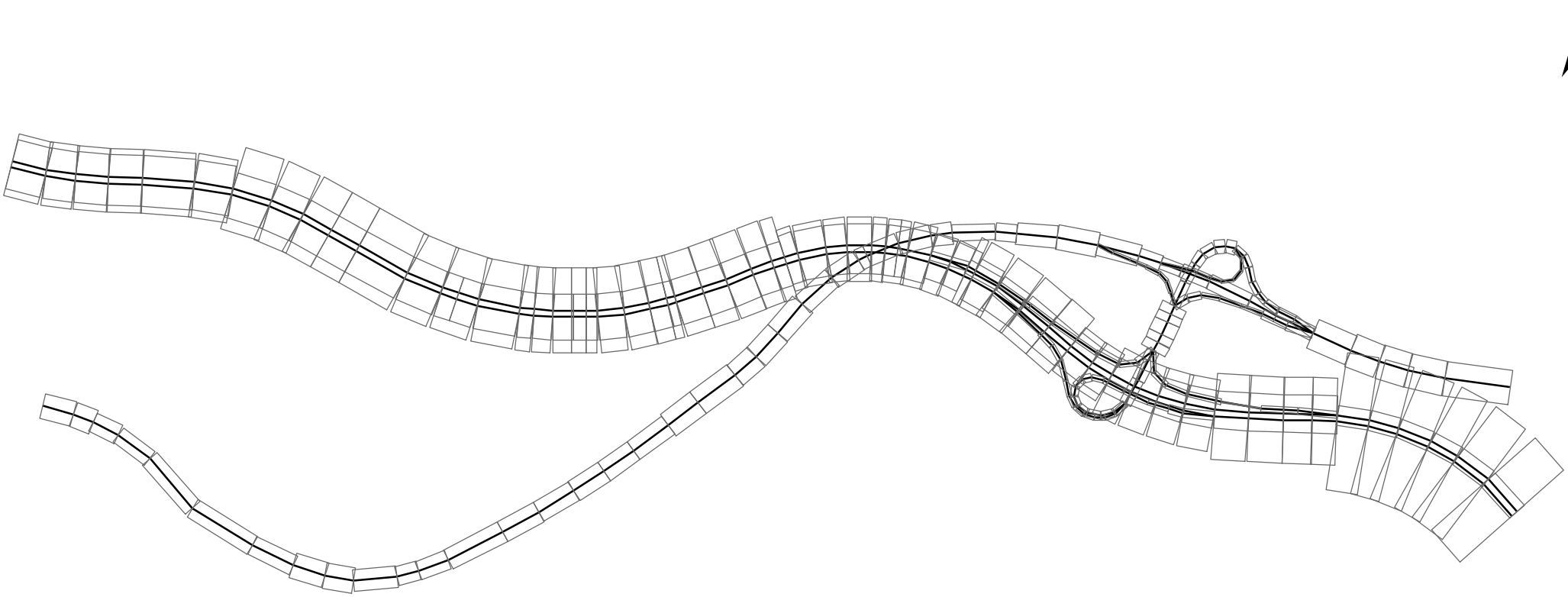


Abb. A3.2 62612-14-01

Planfall 2024
NO_X-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Emissionen [mg/(m s)]

0.01	0.05	0.1	0.15

0 125 250 500 Meter

Abb. A3.2 62612-14-01

Planfall 2024
NO_X-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

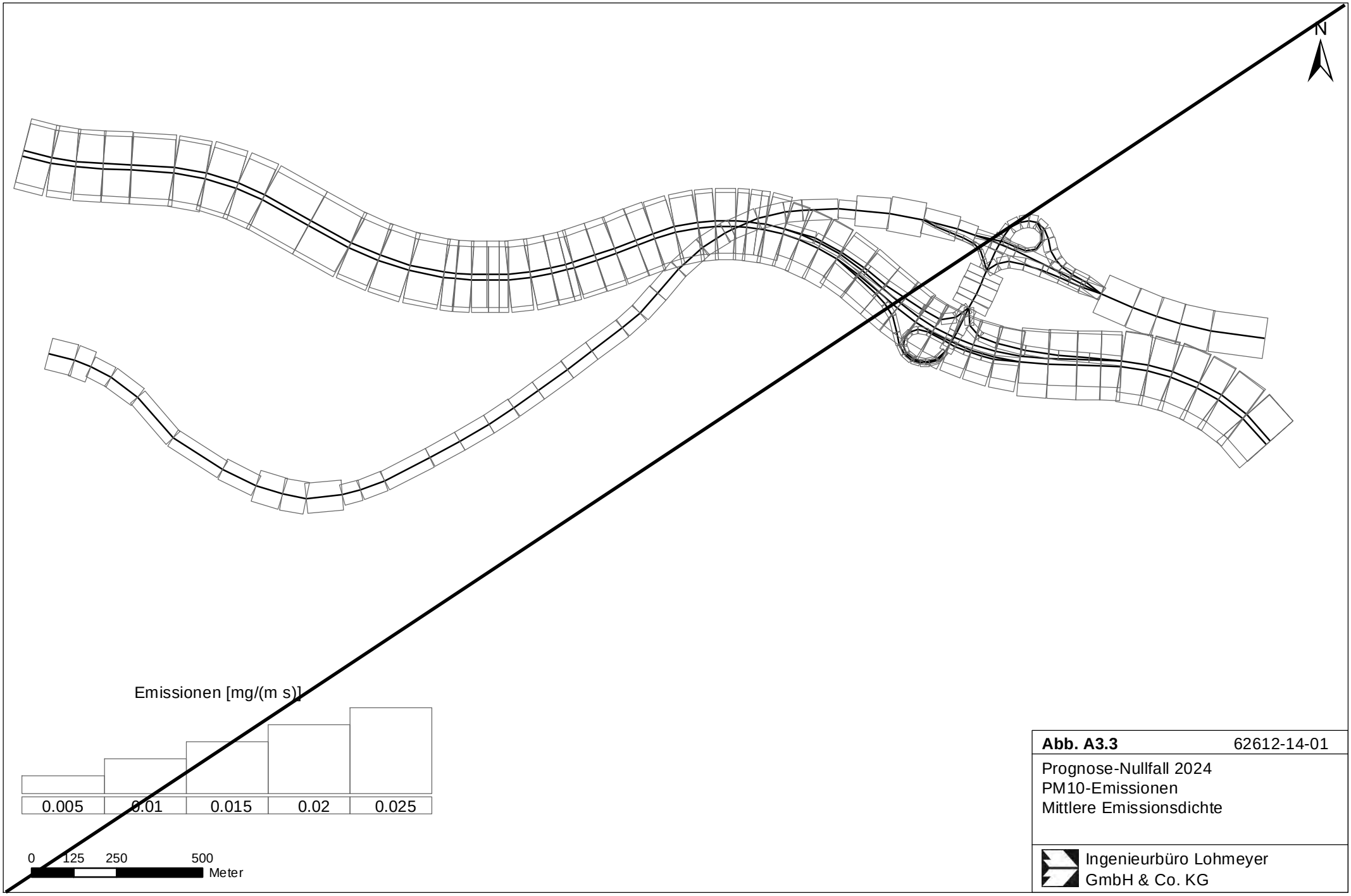
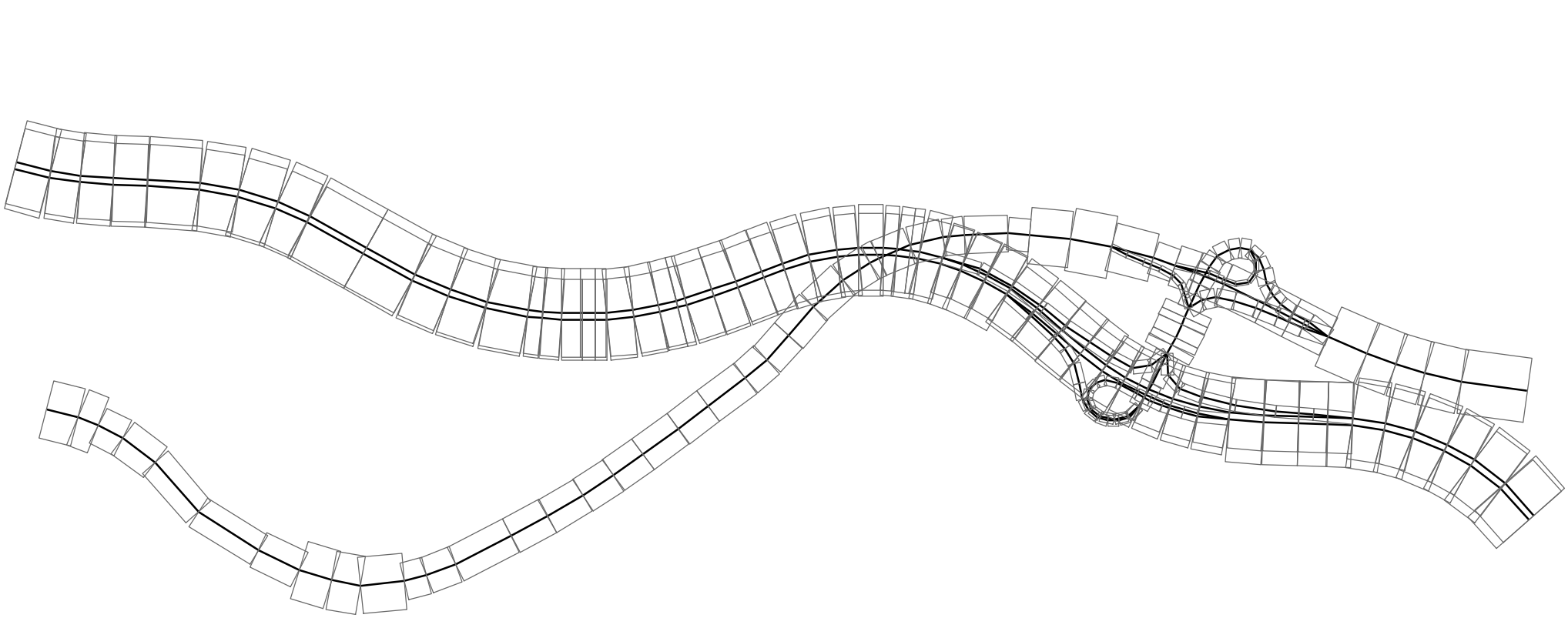


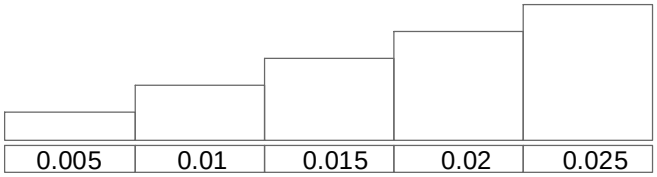
Abb. A3.3 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
PM10-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Emissionen [mg/(m s)]



0 125 250 500 Meter

Abb. A3.3 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
PM10-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

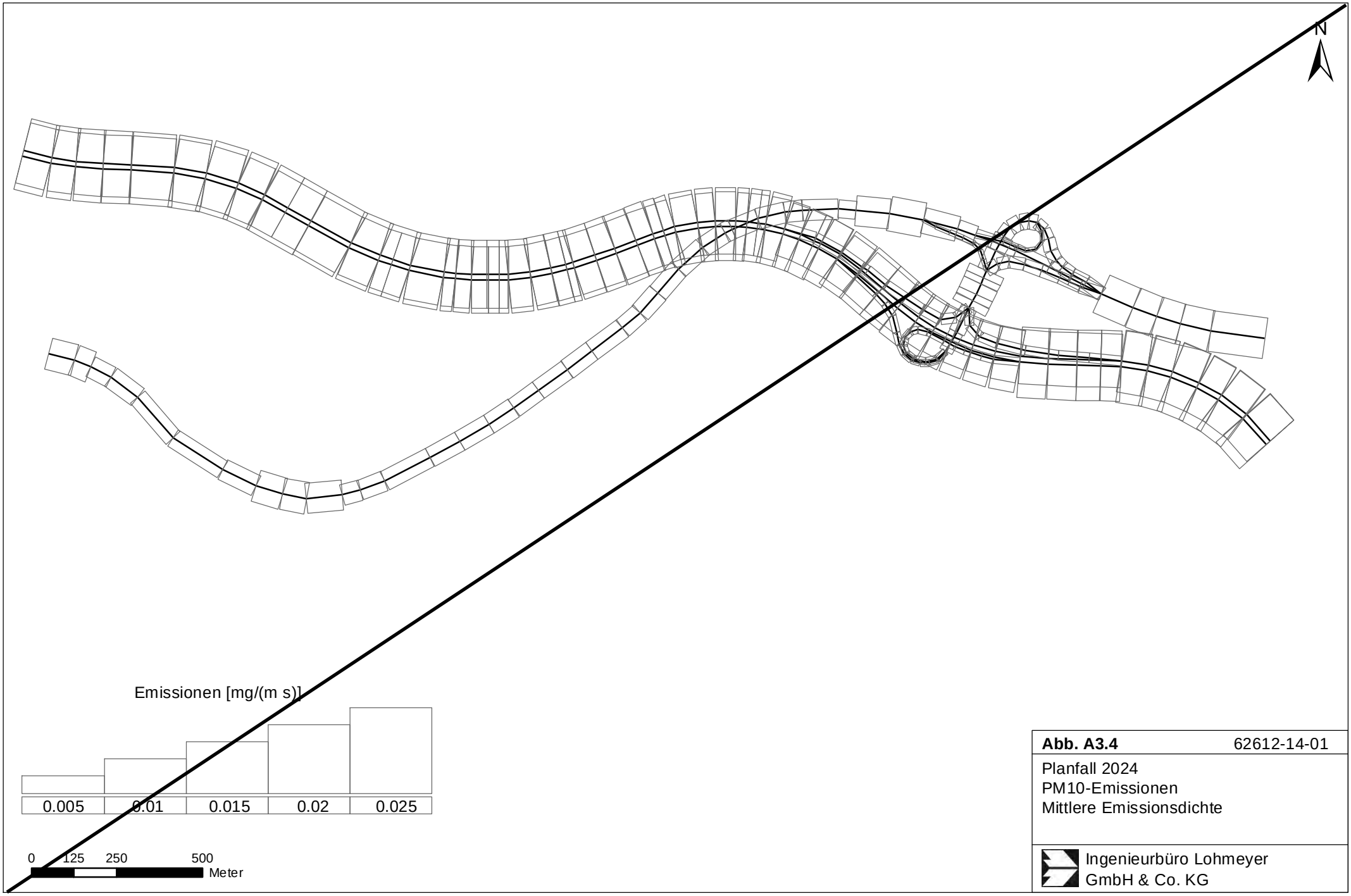
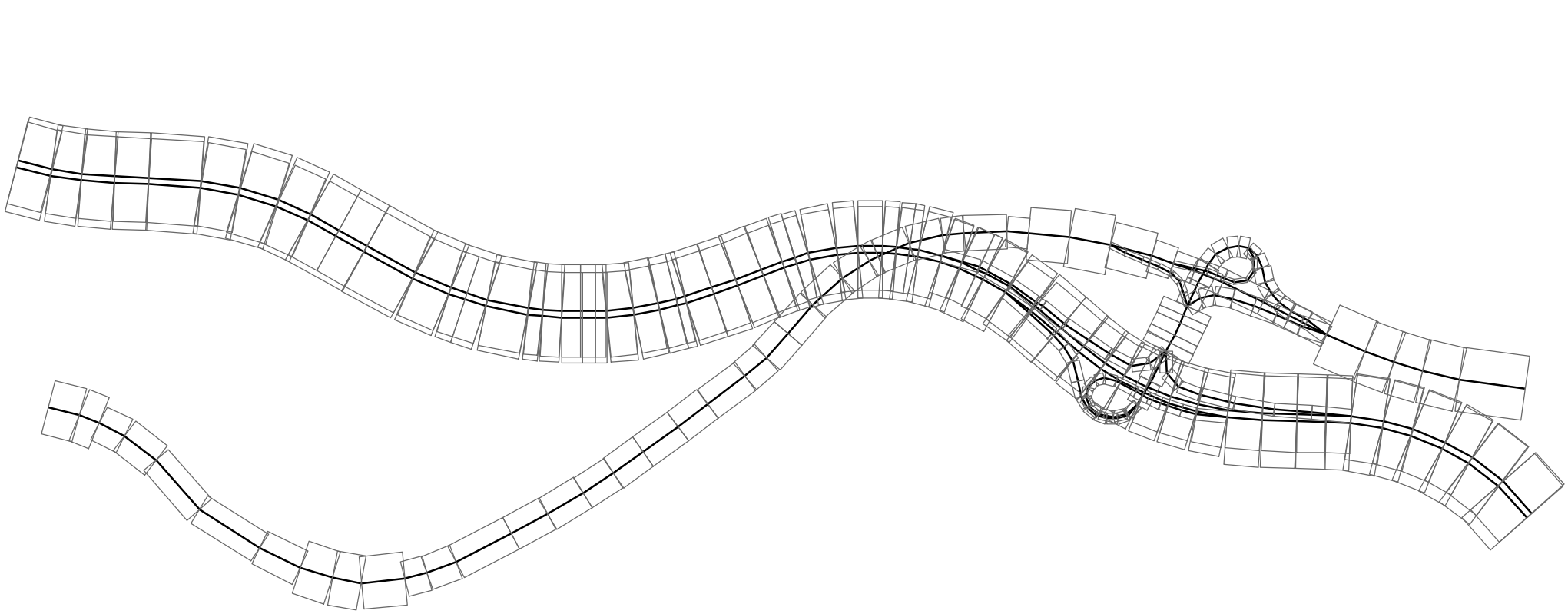


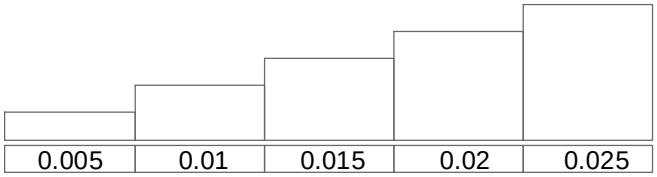
Abb. A3.4 62612-14-01

Planfall 2024
PM10-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Emissionen [mg/(m s)]



0 125 250 500 Meter

Abb. A3.4 62612-14-01

Planfall 2024
PM10-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

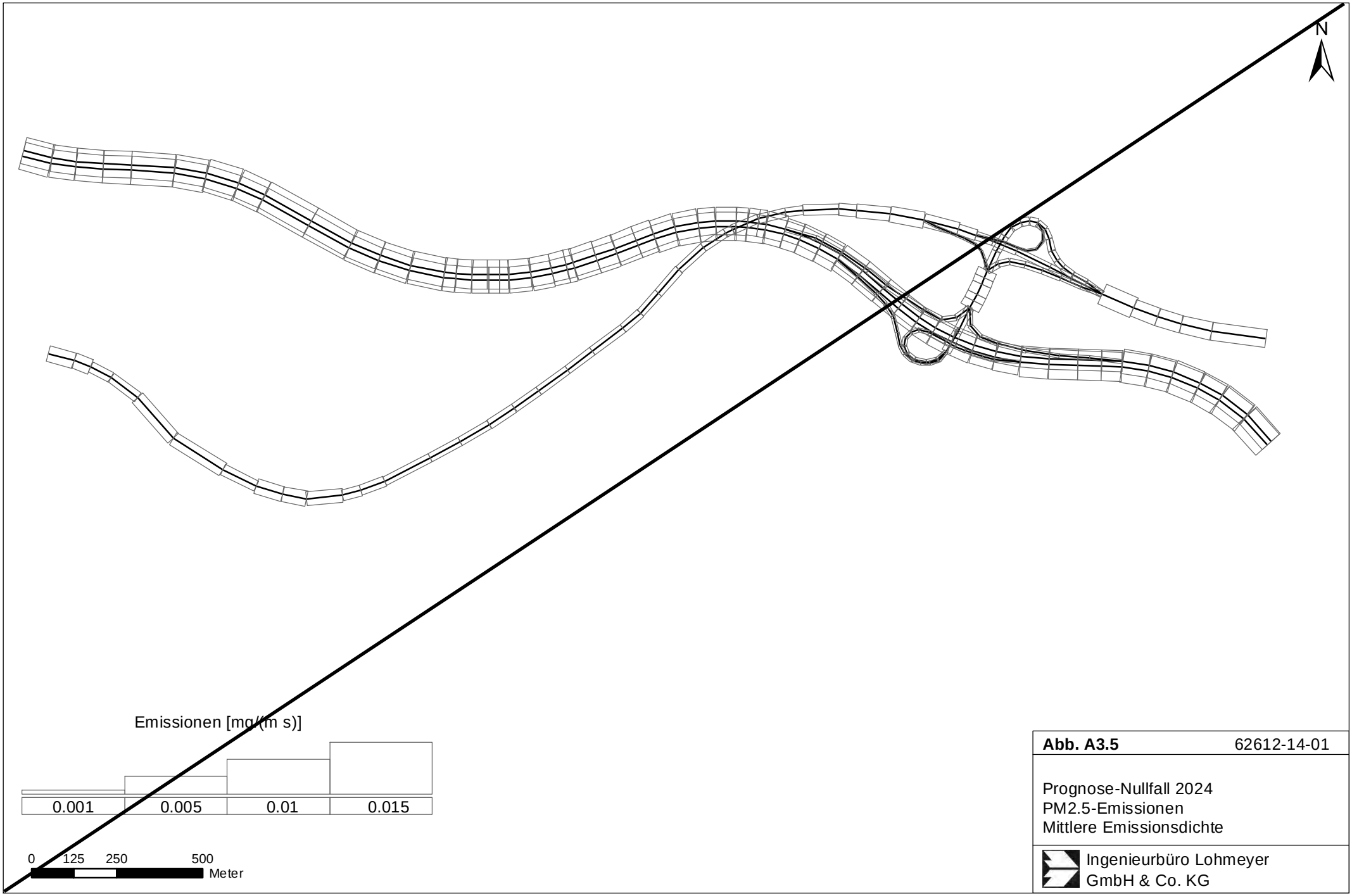
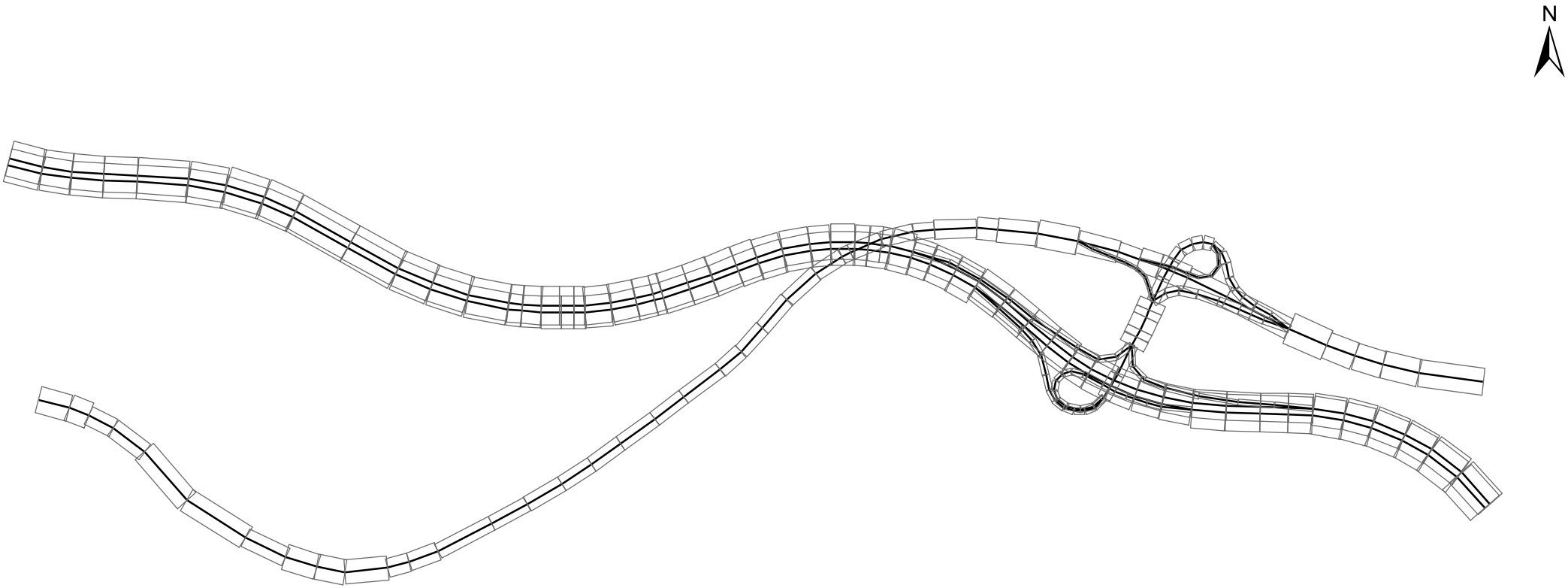


Abb. A3.5 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
PM2.5-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Emissionen [mg/(m s)]

0.001	0.005	0.01	0.015

0 125 250 500 Meter

Abb. A3.5 62612-14-01

Prognose-Nullfall 2024
PM2.5-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

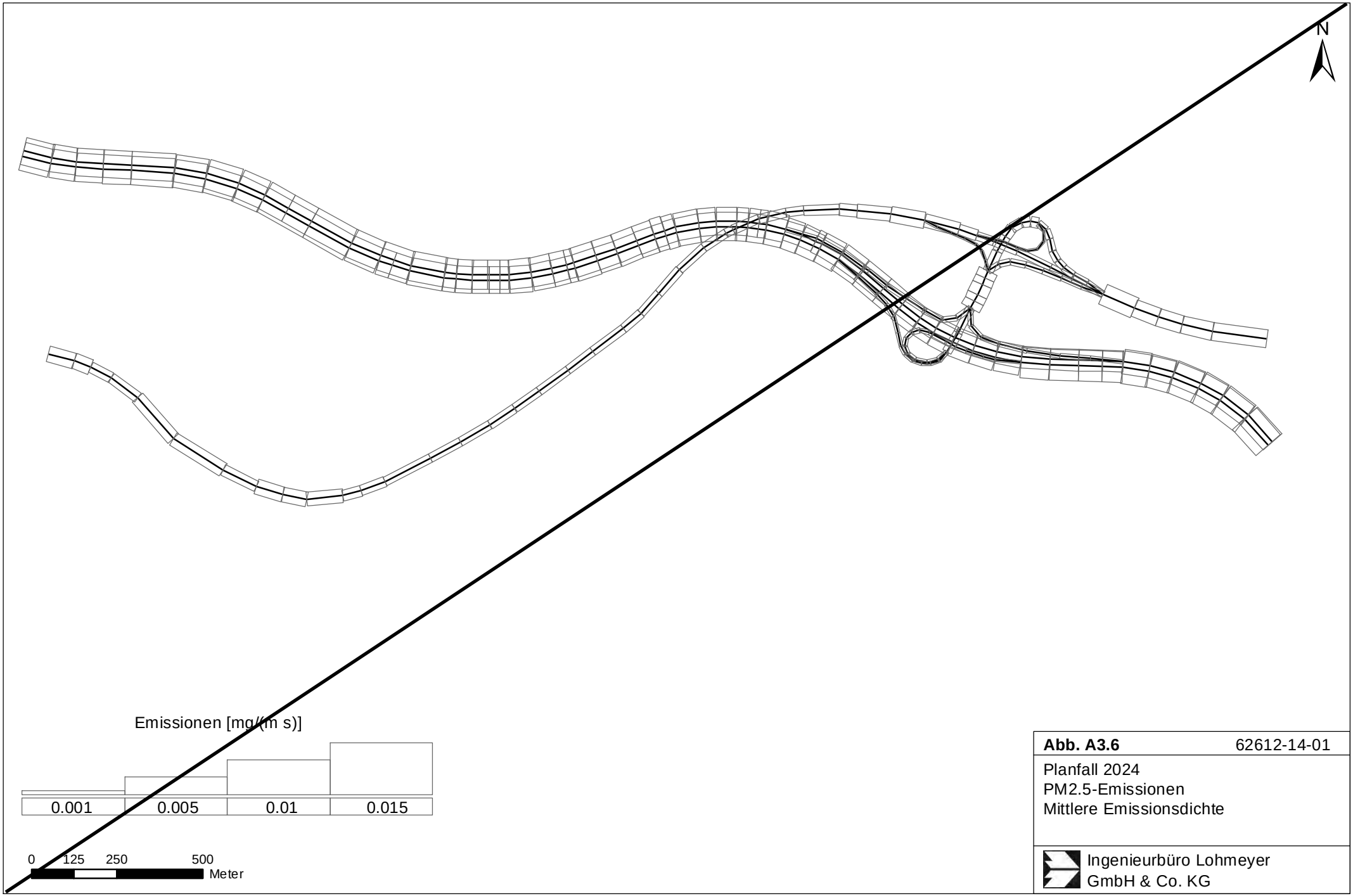
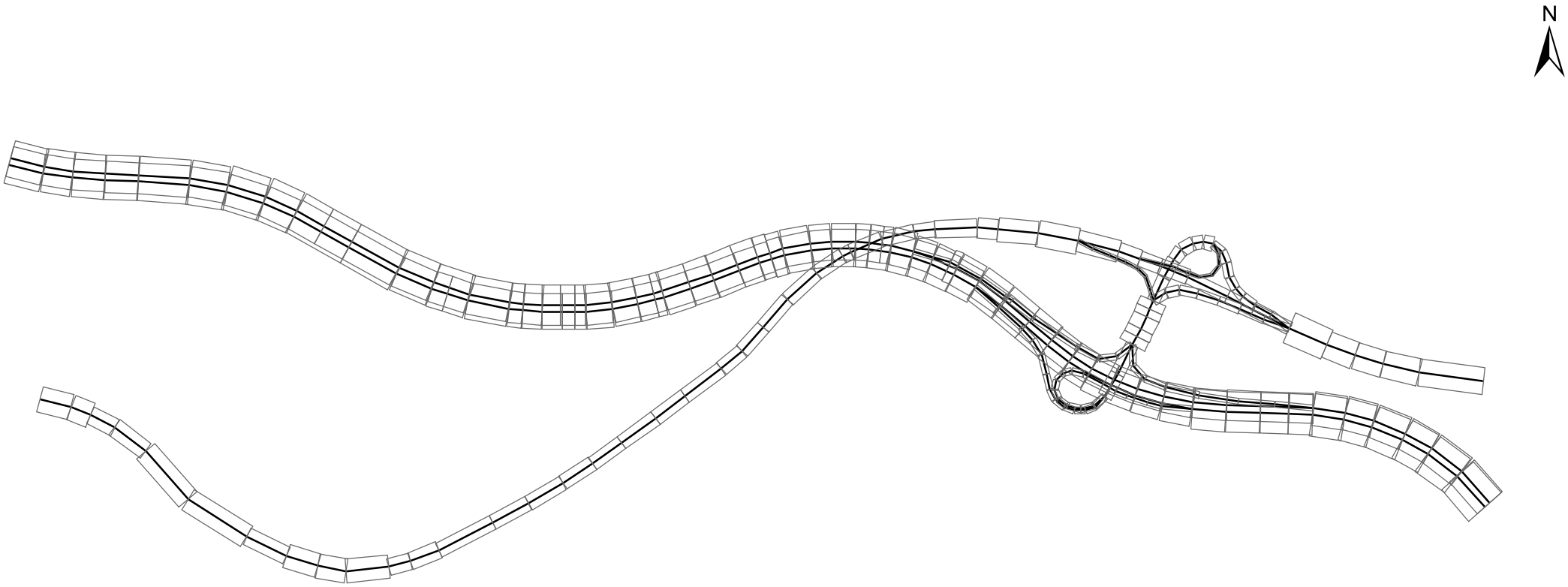


Abb. A3.6 62612-14-01

Planfall 2024
PM2.5-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Emissionen [mg/(m s)]

0.001	0.005	0.01	0.015

0 125 250 500 Meter

Abb. A3.6 62612-14-01

Planfall 2024
PM2.5-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG