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

Nachrichtliche Unterlage Nr. 19.4.3a

zum
Planfeststellungsbeschluss
vom 29. August 2022
Az. VI 1-061-k-04#2.191
Wiesbaden, den 08.09.2022
Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Energie, Verkehr
und Wohnen
Abt. VI
Im Auftrag
Regierungsdirektorin

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE, VERKEHR UND WOHNEN

AKTUALISIERUNG DER BERECHNUNG DES STICKSTOFFEINTRAGS FÜR DEN ERSATZNEUBAU DER TALBRÜCKE SECHSHELDEN - A 45

Auftraggeber: COCHET CONSULT - Planungsgesellschaft Umwelt Stadt & Verkehr
Luisenstraße 110
53129 Bonn

Dipl.-Geogr. F. Jänich

Dipl.-Geogr. T. Nagel
~~Dr.-Ing. W. Bächlin~~

~~März 2017~~April 2018
Projekt 62239-12-01_NT2_O1
Berichtsumfang ~~47~~63 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN ..... 11 a

1 ZUSAMMENFASSUNG ..... 33 a

2 AUFGABENSTELLUNG ..... 66 a

3 VORGEHENSWEISE ..... 77 a

3.1 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation ..... 77 a

3.2 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT ..... 77 a

4 EINGANGSDATEN ..... 1010 a

4.1 Lagedaten ..... 1111 a

4.2 Verkehrsdaten ..... 1111 a

4.3 Meteorologische Daten ..... 1518 a

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft ..... 1520 a

5 EMISSIONEN ..... 1923 a

5.1 Betrachtete Schadstoffe ..... 1923 a

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren ..... 1923 a

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes ..... 2429 a

6 ERGEBNISSE HINSICHTLICH DEM SCHUTZ DER VEGETATION ..... 2531 a

6.1 Stickstoffoxidimmissionen ..... 2531 a

6.2 Stickstoffeintrag ..... 2837 a

7 LITERATUR ..... 3445 a

ANHANG A1: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG ..... 3648 a

ANHANG A2: EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE ..... 4355 a

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 m^3 Luft (µg/m^3 oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

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

zum gleichen 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.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Bei Sechshelden ist für die A 45 ein Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden in Planung. In direkter Umgebung zum Plangebiet sind drei Flora- und Faunahabitat- (FFH) Gebiete gelegen, die u. a. empfindlich gegenüber Stickstoffeinträgen sind. ~~Dazu wurde bereits ein Variantenvergleich bestehend aus der „Ausbauvariante" und der „Verlegungsvariante" sowie den Prognose-Nullfall berechnet.~~Dazu wurden bereits Berechnungen durchgeführt (Lohmeyer, 2014).

Im derzeitigen Planungsstand ~~hat sich die Ausbauvariante gefestigt. Nunmehr liegt eine~~der 1. Planänderung wurden neue ~~Technische Planung mit u. a. aktualisierten Lärmschutzwänden vor. Zudem wurde das Verkehrsgutachten~~ Verkehrszahlen für den Prognosehorizont 2030 vorgelegt. Diese sind für den Planfall und den Prognose-Nullfall ~~mit dem Horizont 2030 erneuert. Diese Veränderungen erforderten~~heranzuziehen. Zudem wurde im Projektverlauf die Emissionsdatenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren" (HBEFA) erneuert, welche ebenfalls anzuwenden ist. Diese Veränderungen erfordern eine Neuberechnung der Stickstoffdepositionen. Zur Betrachtung der Stickoxidbelastung in FFH-Bereichen ~~wurden~~werden die NO_X-Immissionen ausgewiesen. Außerdem wurden die Stickstoffdeposition resultierend aus straßenverkehrsbedingten NO_X- und Ammoniakeinträgen für die FFH-Bereiche ermittelt.

Die Emissionsberechnung erfolgt auf der Grundlage der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA" Version 3.~~2 (UBA, 2014) und unter Beachtung neuer Anpassungen für Diesel-EURO 6-Pkw~~3 (UBA, 2017) entsprechend der Konvention des BASt-Forschungsergebnisses (Balla et al., 2013) für das Jahr 2030 ermittelt. 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. Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet werden die Emissionen des Verkehrs auf den berücksichtigten Straßen und die Ausbreitung der freigesetzten Schadstoffe in der Luft berechnet. Der Stickstoffeintrag (N-Deposition) in den Boden in den ausgewiesenen FFH-Gebieten wird resultierend aus straßenverkehrsbedingten NO_X- und Ammoniakeinträgen ermittelt.

Ergebnisse

Im FFH-Gebiet „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden“ (5215-305) werden am Randbereich an der A 45 durch den Kfz-Verkehr hohe NO_X-Immissionen ~~bis~~teilweise über 60 µg/m³ prognostiziert. In den FFH-Gebieten „Wald und Grünland um Donsbach“ (5215-308) und „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen“ (5215-306) ist die NO_X-Gesamtbelastung mit max. ~~50 µg/m³ bzw. 55~~60 µg/m³ vergleichbar. In den überwiegenden Bereichen der erst genannten FFH-Gebiete werden NO_X-Immissionen bis 38 µg/m³ für das Prognosejahr 2030 berechnet; das entspricht praktisch der angesetzten Hintergrundbelastung. Im FFH-Gebiet „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen“ (5215-306) werden NO_X-Gesamtbelastungen größtenteils bis 41 µg/m³ berechnet. Damit liegen dort die Werte leicht über der angesetzten Hintergrundbelastung.

Im Planfall werden an der geplanten A 45 und an der B 277 in FFH-Bereichen hohe NO_X-Immissionen berechnet. Im FFH-Gebiet „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden“ (5215-305) werden ~~bis~~teilweise über 60 µg/m³ die höchsten NO_X-Belastungen ermittelt. In den anderen FFH-Gebieten werden NO_X-Immissionen bis ~~50~~55 µgm³ im „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen“ (5215-306) bzw. bis ~~55~~60 µg/m³ im „Wald und Grünland um Donsbach“ (5215-308) prognostiziert. In den überwiegenden Bereichen der FFH-Gebiete „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden“ (5215-305) und „Wald und Grünland um Donsbach“ (5215-308) werden NO_X-Immissionen bis 38 µg/m³ für den Planfall 2030 berechnet; das entspricht praktisch der angesetzten Hintergrundbelastung. Im FFH-Gebiet „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen“ (5215-306) sind die NO_X-Konzentrationen in großen Teilen bis 41 µg/m³ und damit leicht über der angesetzten Hintergrundbelastung. Im Planfall werden vergleichbare NO_X-Immissionen zum Prognose-Nullfall ermittelt. Durch den geplanten Lärmschutz auf der Brücke werden dort in der näheren Umgebung im Planfall leicht geringere NO_X-Belastungen ~~ermittelt~~berechnet.

Die Anwendung des in der 39. BImSchV angeführten kritischen Werts zum Schutz der Vegetation für NO_X von 30 µg/m³ im Jahresmittel ist nach der 39. BImSchV jedoch 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. Dieser Wert wird schon durch die aus Messdaten abgeleitete Hintergrundbelastung erreicht bzw. überschritten, der Grenzwert ist wegen der o. a. Einschränkungen nicht auf das Untersuchungsgebiet anwendbar.

Im Prognose-Nullfall werden in den FFH-Gebieten „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden“ (5215-305), „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen“ (5215-306) und „Wald und Grünland um Donsbach“ (5215-308) Stickstoffeinträge ~~bis~~teilweise über 10.0 kg/(ha a) berechnet. Davon betroffen sind aber nur kleine Flächen an den Rändern der FFH-Gebiete.

Im Planfall werden im Nahbereich der A 45 für das FFH-Gebiet „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden“ (5215-305) im Nordwesten des Untersuchungsgebiets verkehrsbedingte Stickstoffeinträge ~~bis~~ ebenfalls über 10.0 kg/(ha a) berechnet. Bedingt durch die geplanten Lärmschutzwände auf der Brücke werden dort Verringerungen bis 5.0 kg N/(ha a) prognostiziert. Im überwiegenden Teil des FFH-Gebiets betragen die Änderungen der Stickstoffeinträge deutlich weniger als 0.3 kg N/(ha a).

Im FFH-Gebiet „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen“ (5215-306) werden Stickstoffeinträge ~~bis~~über 10.0 kg/(ha a) berechnet, die insbesondere durch die Beiträge der B 277 geprägt werden. Die Erhöhung der Lärmschutzwand in Brückenlage führt im FFH-Gebiet trotz Verkehrszunahme zu einer ~~Verringerungen~~Verringerung der Stickstoffeinträge bis 1.0 kg/(ha a)~~berechnet~~.

Im FFH-Gebiet „Wald und Grünland um Donsbach“ (5215-308) werden insbesondere durch die Beiträge der B 277 Stickstoffeinträge ~~bis~~über 10.0 kg/(ha a) prognostiziert. Die Veränderungen gegenüber dem Prognose-Nullfall betragen 0.3 kg/(ha a) oder weniger, im Randbereich des FFH-Gebiets auch leicht darüber.

2 AUFGABENSTELLUNG

Bei Sechshelden ist für die A 45 ein Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden in Planung. In direkter Umgebung zum Plangebiet sind drei FFH-Gebiete gelegen, die u. a. empfindlich gegenüber Stickstoffeinträge sind. ~~Dazu wurde bereits ein Variantenvergleich bestehend aus der „Ausbauvariante“ und der „Verlegungsvariante“ sowie den Prognose-Nullfall berechnet.~~ Dazu wurden bereits Berechnungen durchgeführt (Lohmeyer, 2014).

Im derzeitigen Planungsstand ~~hat sich die Ausbauvariante gefestigt. Nunmehr liegt eine~~der 1. Planänderung wurden neue ~~Technische Planung mit u. a. aktualisierten Lärmschutzwänden vor. Zudem wurde das Verkehrsgutachten~~Verkehrszahlen für den Prognosehorizont 2030 vorgelegt. Diese sind für den Planfall und den Prognose-Nullfall ~~mit dem Horizont 2030 erneuert. Diese Veränderungen~~heranzuziehen. Zudem wurde im Projektverlauf die Emissionsdatenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren“ (HBEFA) erneuert, welche ebenfalls anzuwenden ist. Diese Veränderungen erfordern eine Neuberechnung der Stickstoffdepositionen. Zur Betrachtung der Stickoxidbelastung in FFH-Bereichen sind die NO_X-Immissionen auszuweisen. Außerdem ist die Stickstoffdeposition resultierend aus straßenverkehrsbedingten NO_X- und Ammoniakeinträgen für die FFH-Bereiche zu ermitteln.

Die Ergebnisse sollen als Grundlage für die Beurteilung der ökologischen Auswirkungen auf die Vegetation (speziell in den FFH-Gebieten) bei Realisierung der aktuellen Planungen dienen. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit und die Ökosysteme gefährden können. Im Rahmen der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Luftkonzentrationen der Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Der Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Ökosysteme festgelegt werden, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf den v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoff Stickoxid im Hinblick auf die Ökosysteme. Für die Ermittlung des Stickstoffeintrags (N-Deposition) in den Boden in ausgewiesenen FFH-Gebieten werden zusätzlich verkehrsbedingte Emissionen von Ammoniak (NH_3) betrachtet.

3.1 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation

Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung wird in der 39. BImSchV für NO_X ein kritischer Wert zum Schutz der Vegetation von 30 µg/m³ im Jahresmittel angeführt. Dieser kritische Wert zum Schutz der Vegetation ist nach der 39. BImSchV auf Bereiche anzuwenden, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind. Daneben gibt es die sog. „Critical Loads" (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründete Zielwerte für N-Depositionen zum Schutz von Vegetationseinheiten darstellen.

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 (FGSV, 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 sowie von NH_3 mit der RLuS nicht möglich. Für die

vorliegende Aufgabenstellung wird das Berechnungsverfahren PROKAS eingesetzt (www.lohmeyer.de/modelle/prokas_detail.htm), 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 (Kap. 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 (Kap. 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.~~2~~3 (UBA, ~~2014~~2017) 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.

Vorgehen bezüglich Deposition

Mit dem Programmsystem PROKAS/LASAT werden neben den Luftkonzentrationen der Schadstoffe die durch Straßenverkehr verursachten NO_X- und NH_3-Depositionen ermittelt. Die NO_X- und NH_3-Depositionen werden entsprechend der Molekularmassen in Stickstoffdepositionen (N-Depositionen) umgerechnet.

Stickstoffverbindungen werden aus der Atmosphäre über nasse Deposition (Regen, Schnee usw.) und trockene Deposition in Ökosysteme eingetragen. Trockene Deposition ist landnutzungsabhängig und meist größer als die nasse Deposition (UBA, 2003). Im Nahbereich einer Emissionsquelle spielt die nasse Deposition von gasförmigen Luftbeimengungen nur eine untergeordnete Rolle (Bachhiesl et al., 2002). Der Beitrag des Straßenverkehrs an der N-Deposition wird demnach im Nahbereich durch die trockene Deposition bestimmt. Die nasse Deposition wird aus diesem Grund im Folgenden vernachlässigt.

Die trockene Deposition wird mithilfe von Depositionsgeschwindigkeiten berechnet, die abhängig von der lokalen Oberflächenbeschaffenheit sind. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass die Depositionsgeschwindigkeiten für Wiesen und Ackerböden kleiner sind als für Laubwälder. Noch höhere Werte werden für Nadelwälder erwartet (Bachhiesl et al., 2002).

In der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 (VDI, 2006) werden Depositionsgeschwindigkeiten für NO von 0.05 cm/s und für NO_2 von 0.3 cm/s als großräumiges Mittel (Mesoskala) angegeben. Für NH_3 werden Depositionsgeschwindigkeiten für Wald von 2 cm/s und für Gras von 1.5 cm/s angegeben.

Für die Ausbreitungsrechnungen wurden die in **Tab. 3.1** angegebenen Depositionsgeschwindigkeiten für die im Untersuchungsgebiet dominierende Landbedeckung Wald und Wiesen angesetzt.

Depositionsgeschwindigkeit [cm/s]	**NO**	**NO_2**	**NH_3**
Wiese	0.05	0.3	1.5
Wald	0.05	0.3	2

Tab. 3.1: Für die Ausbreitungsrechnungen angesetzte Depositionsgeschwindigkeiten

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 (Kap. 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
- Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes
- Lage- und Höheninformationen zu geplanten Lärmschutzbauten
- Tempolimits für geplante Streckenabschnitte

Die übergebenen Lagen- und Höheninformationen zu geplanten Lärmschutzbauten für den Planfall (INVER, ~~2017~~2018) 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 Dillenburg und zwischen den Städten Siegen und Wetzlar. Im derzeitigen Zustand quert die A 45 das FFH-Gebiet „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen" (5215-306) an der Talbrücke Sechshelden und verläuft in Streckenabschnitten parallel entlang der FFH-Gebiete „Wald und Grünland um Donsbach" (5215-308) und „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden" (5215-305). Die im Untersuchungsgebiet ausgewiesenen FFH-Flächen sind großflächig bewaldet. Nur im FFH-Gebiet „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden" können größere Flächen der Landbedeckungsklasse Wiesen und Weiden zugeordnet werden.

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 Dill-Tals 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.

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

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber in Form einer Prognose für das Jahr 2030 zur Verfügung (IVV, ~~2017~~2018) gestellt. ~~Das~~ Entsprechend der Konvention des BASt-Forstungsberichts (Balla et al., 2013) ist dieses Prognosejahr für die Emissions- und Immissionsberechnung heranzuziehen. In den Verkehrszahlen sind für das Betrachtungsgebiet ~~mit~~und direkter Umgebung Angaben der durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTV_W) und der LKW-Anteile mit einem zulässigen Gesamtgewicht >3.5 t in % enthalten. Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle in **Abb. 4.2 a** und **Abb. 4.3 a** aufgezeigt; für die A 45 ist der Verkehr jeweils fahrtrichtungsbezogen berücksichtigt.

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.

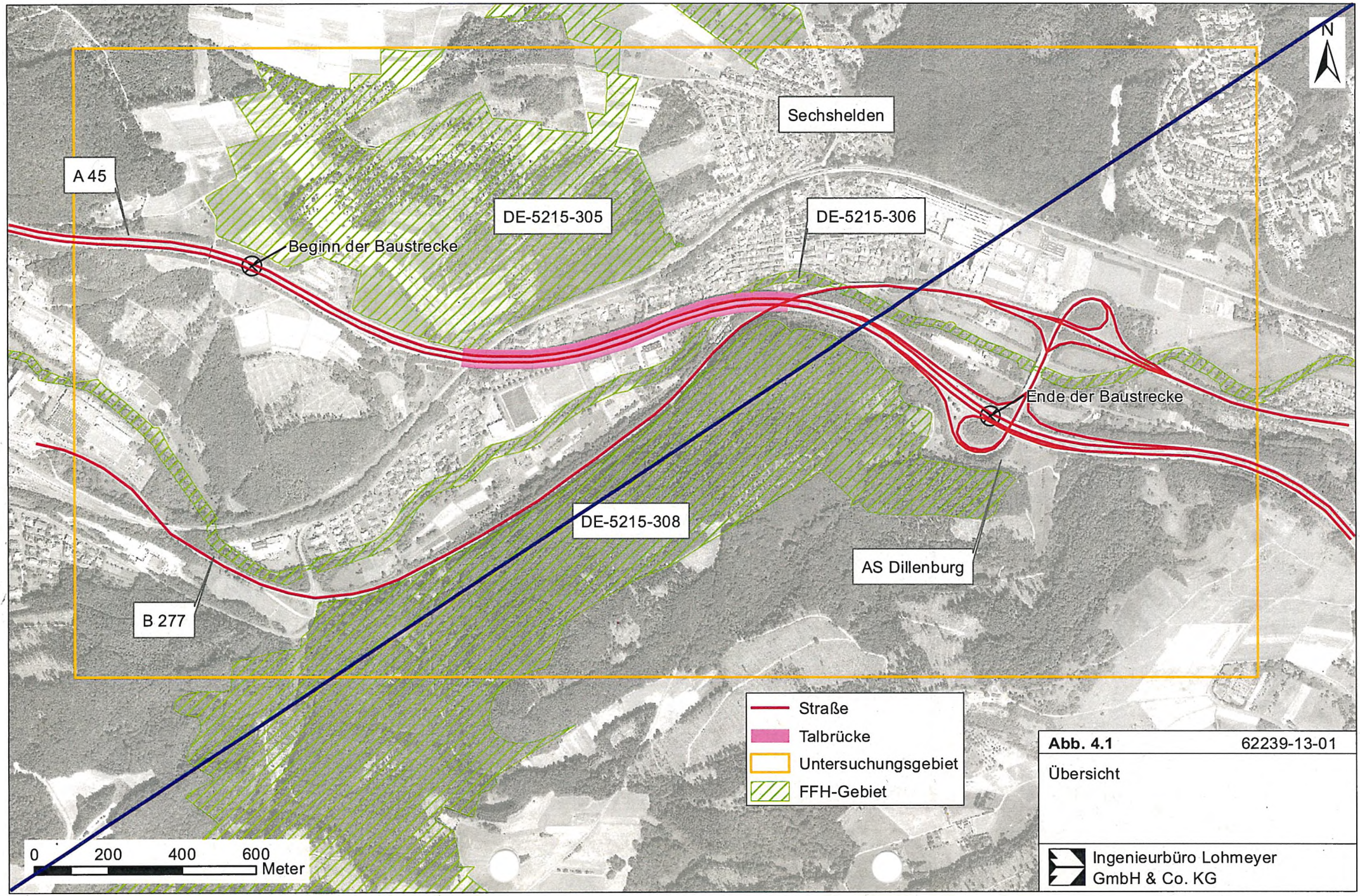


Abb. 4.1 62239-13-01

Übersicht

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

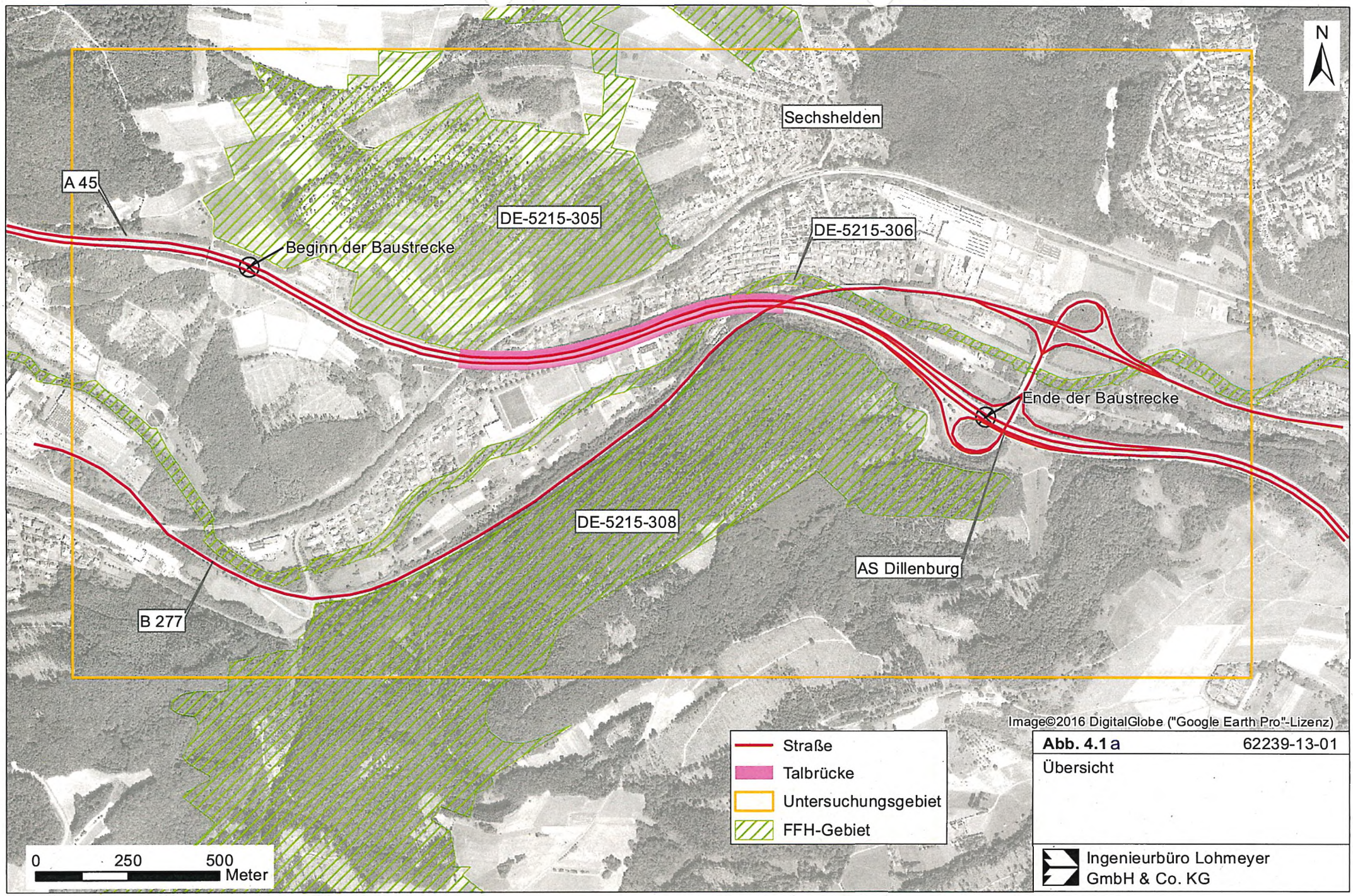


Abb. 4.1 a 62239-13-01

Übersicht

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

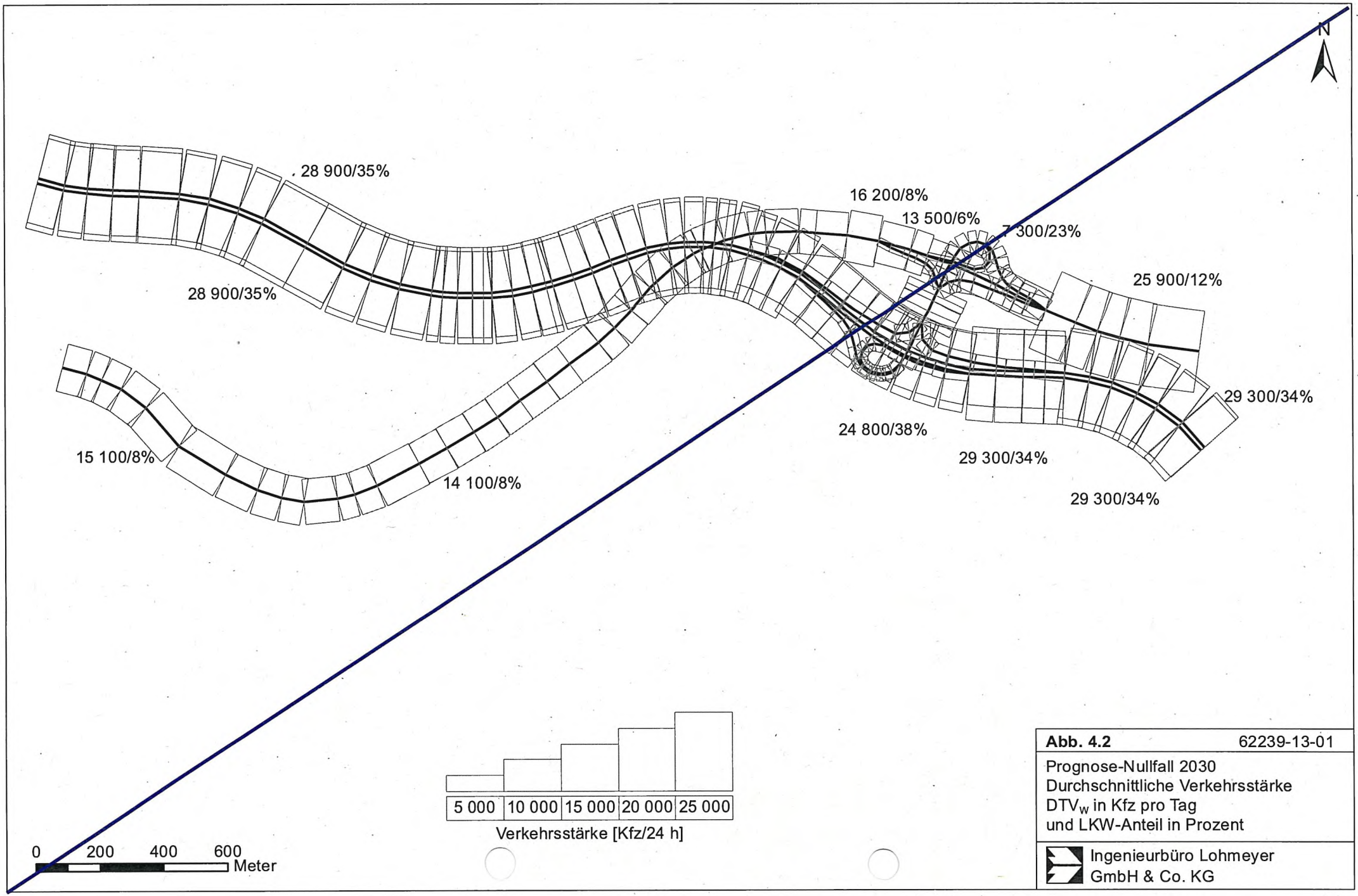


Abb. 4.2 62239-13-01

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

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

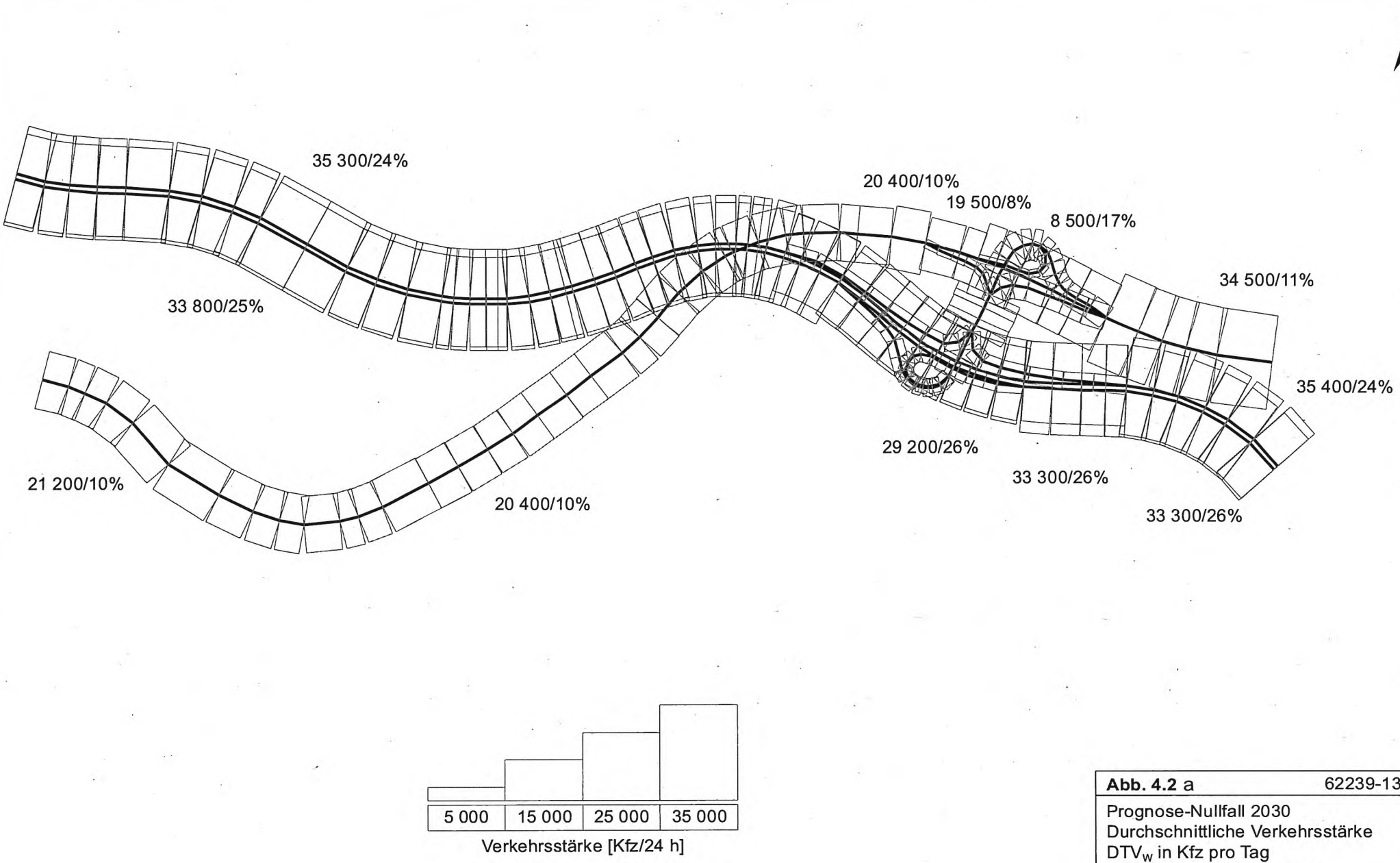


Abb. 4.2 a 62239-13-01

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

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

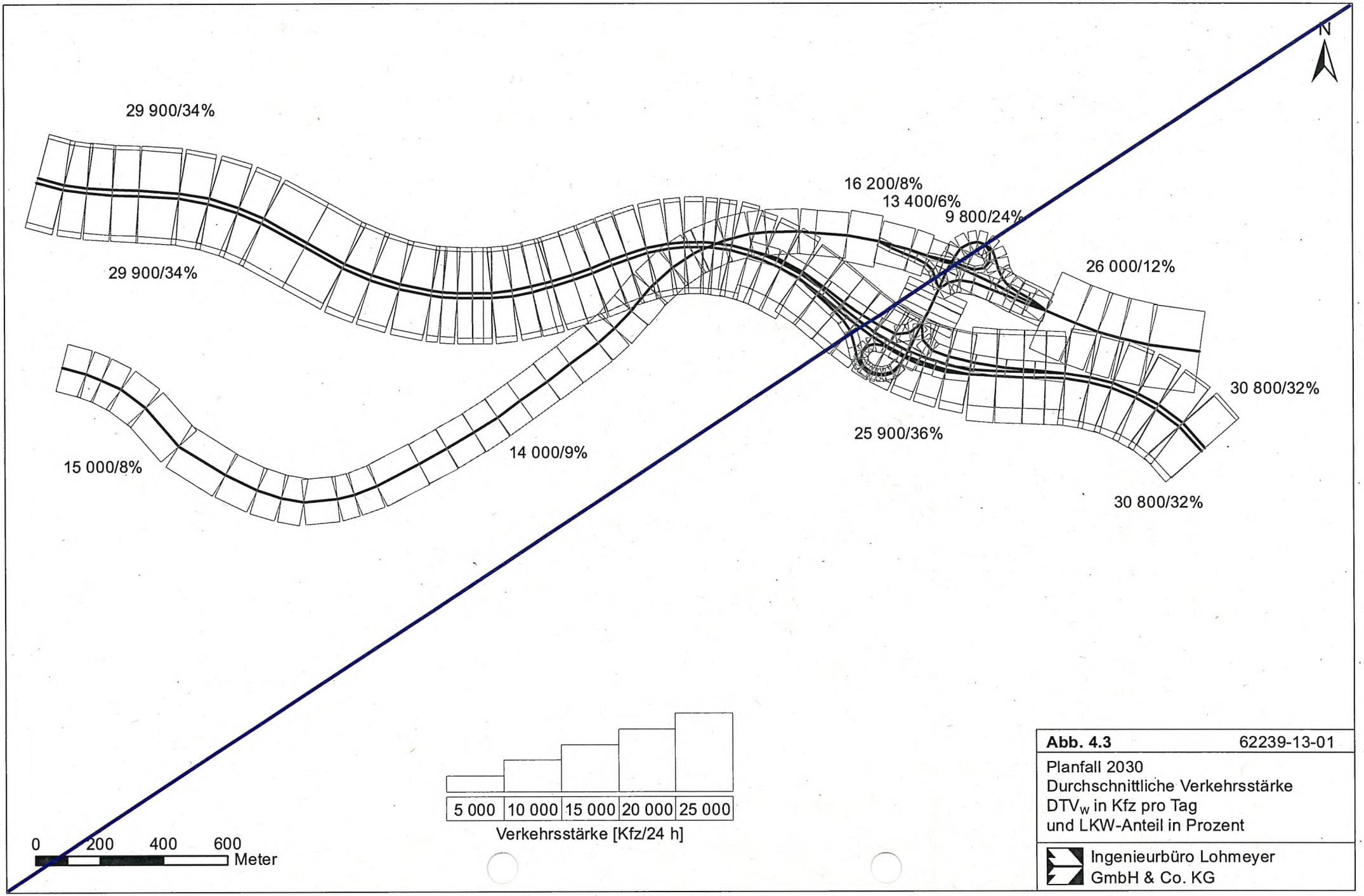
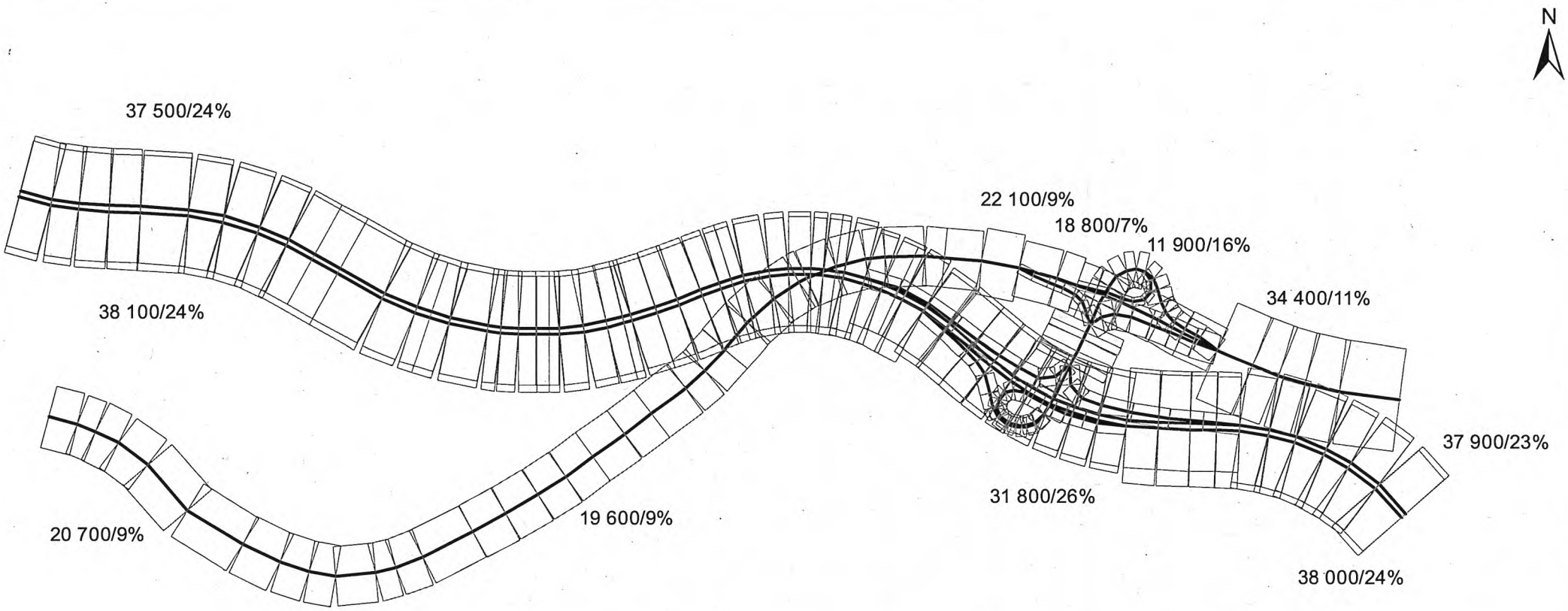
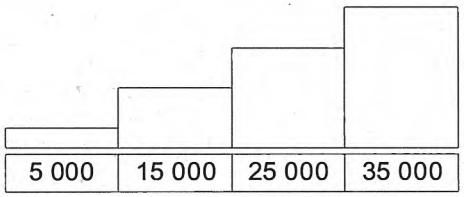


Abb. 4.3 62239-13-01

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 a 62239-13-01

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

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

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

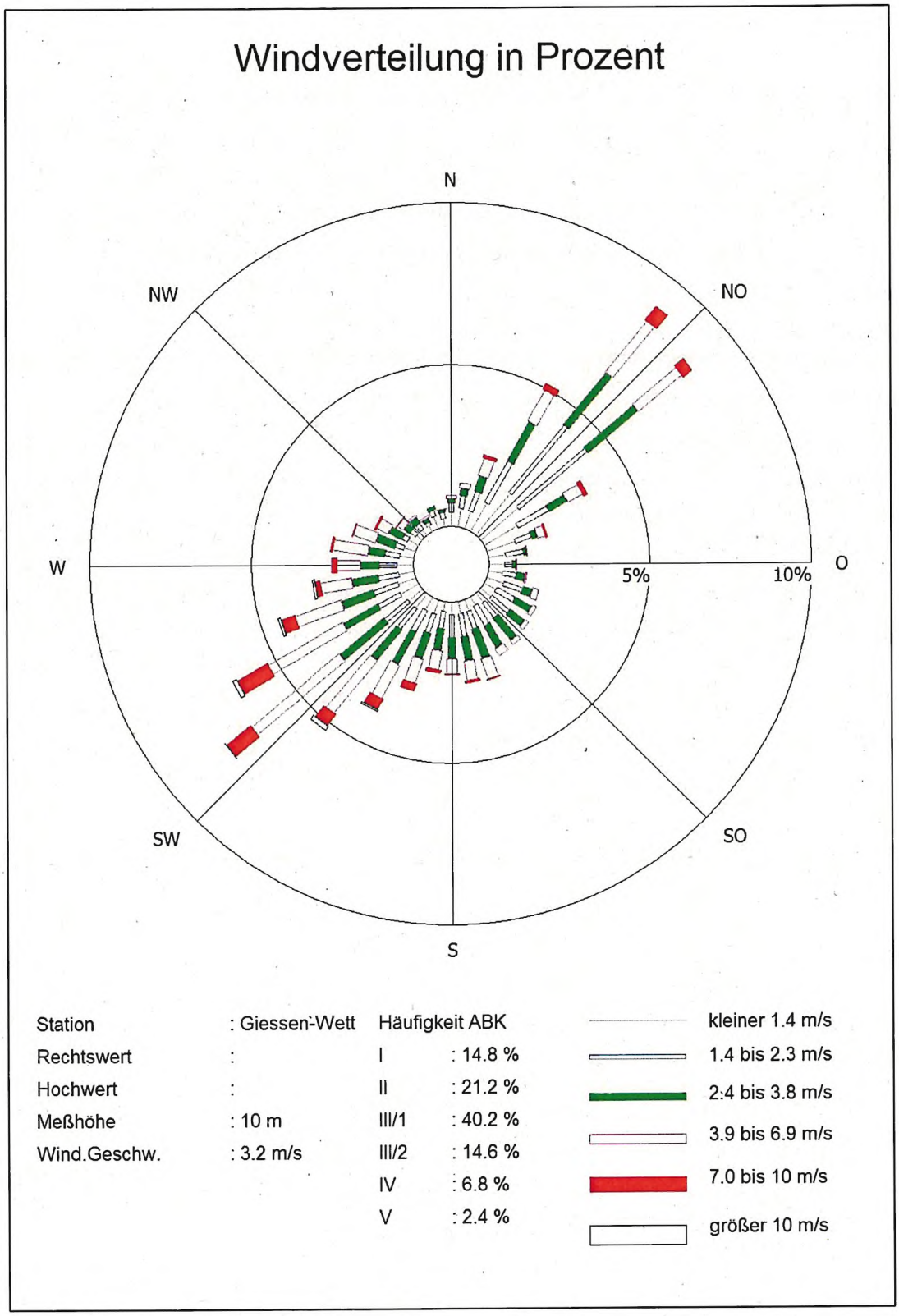


Abb. 4.4: Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der Station Gießen-Wettenberg im Jahr 2011

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 (LNUV 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 Stickoxide (NO_x) betrachtet.

Schad-stoff-kompo-nente	Zeit-raum	Wester-wald-Herdorf	Wetzlar	Linden/ Leihges-tern	Marburg	Marburg-Univers. Straße	Limburg	Netphen (Rothaar-gebirge)
NO2 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
NO_X Jahres-mittel (gemes-sen)	2006	14	84	39	47	161	62	-
	2007	12	78	38	43	158	58	-
	2008	12	78	34	47	158	55	-
	2009	13	89	36	48	158	62	-
	2010	13	71	29	38	122	50	-
	2011	12	78	32	45	139	60	-
	2012	11	-	-	-	-	-	-
	2013	11	70	29	38	125	50	-
	2014	9	72	28	41	126	50	-
	2015	10	63	30	42	149	51	-
	2016	9	68	30	40	150	48	-
	2017	9	59	25	36	84	44	-

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

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-Nordwest) 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.

Aus diesen Daten wird in Anlehnung an die siedlungsnahen Stationen eine großräumige Hintergrundbelastung für NO_2 und NO_X abgeleitet, die in **Tab. 4.2** aufgeführt ist.

Schadstoff	Jahresmittelwert
NO_2	22
NO_X	35

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung in µg/m³ im Untersuchungsgebiet ~~2015~~2017/2030

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Entsprechend der Aufgabenstellung sind hier die NO_X-Emissionen zu betrachten. Für die Ermittlung der N-Deposition in den Boden werden zudem die Ammoniakemissionen (NH_3) betrachtet.

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 „Kfz-Emissionsbestimmung" (VDI, 2003).

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA" Version 3.~~2~~3 (UBA, ~~2014~~2017) berechnet. ~~Sie hängen~~ Darin wurde eine Korrektur der Stickoxid-Basisemissionsfaktoren für ~~die Fahrzeugarten PKW~~EURO 4- und ~~LKW im Wesentlichen ab von~~ 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.

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, ~~2010~~2017) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

~~Das Prognosejahr 2030 liegt der Emissionsberechnung zu Grunde. Für dieses Prognosejahr weist HBEFA 3.2 aus, dass innerorts und außerorts ca. 52 % und auf Autobahnen ca. 57 % 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.~~

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 a** dargestellt. Die entsprechenden Emissionsfaktoren sind in **Tab. 5.1** aufgeführt. Entsprechend der Angaben vom Auftraggeber ~~wurden~~werden für die A 45 im Prognose-Nullfall sowie im Planfall die Geschwindigkeiten von 130 km/h umgesetzt.

Entsprechend der Aufgabenstellung und den Konventionen des 2013 veröffentlichten BASt-Forschungsberichtes „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nähr-

stoffeinträgen in empfindliche Biotope“ ist das Bezugsjahr 2030 zu betrachten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in davor liegenden Jahren höhere spezifische Emissionsfaktoren vorliegen, da die jeweiligen Kfz-Flotten mehr Anteile an Fahrzeugen mit ungünstigeren Minderungskonzepten beinhalten.

Weiterhin ~~wurden~~werden aus dem HBEFA (UBA, ~~2014~~2017) die verfügbaren Angaben über Ammoniakemissionen (NH_3) der Kfz abgefragt. Danach werden für das Prognosejahr 2030 für LKW NH_3-Emissionen von 0.003 g/km und für PKW zwischen 0.012 g/km (innerorts), 0.029 g/km (außerorts) und 0.025 g/km (Autobahn) genannt.

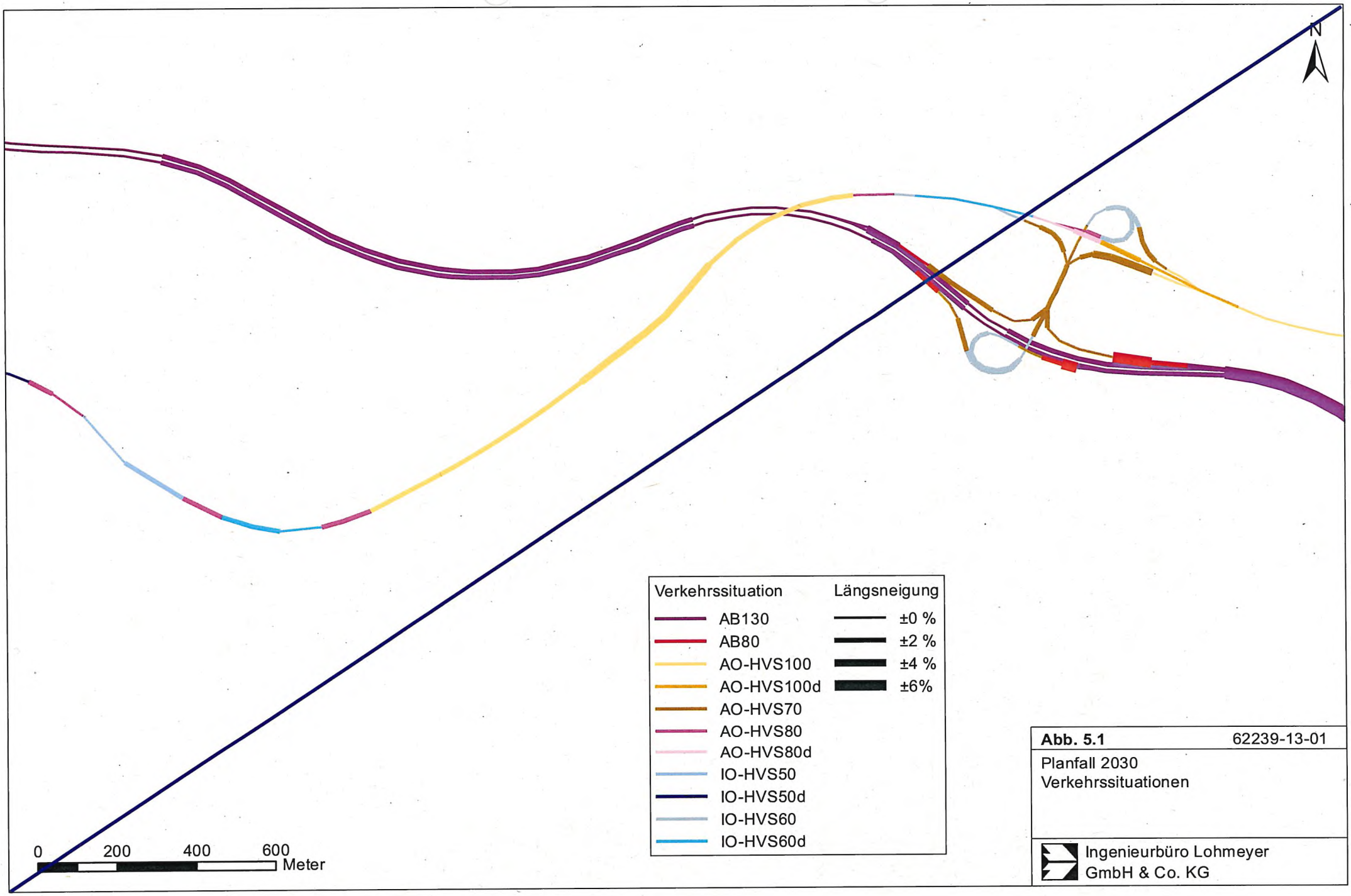


Abb. 5.1 62239-13-01

Planfall 2030
Verkehrssituationen

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

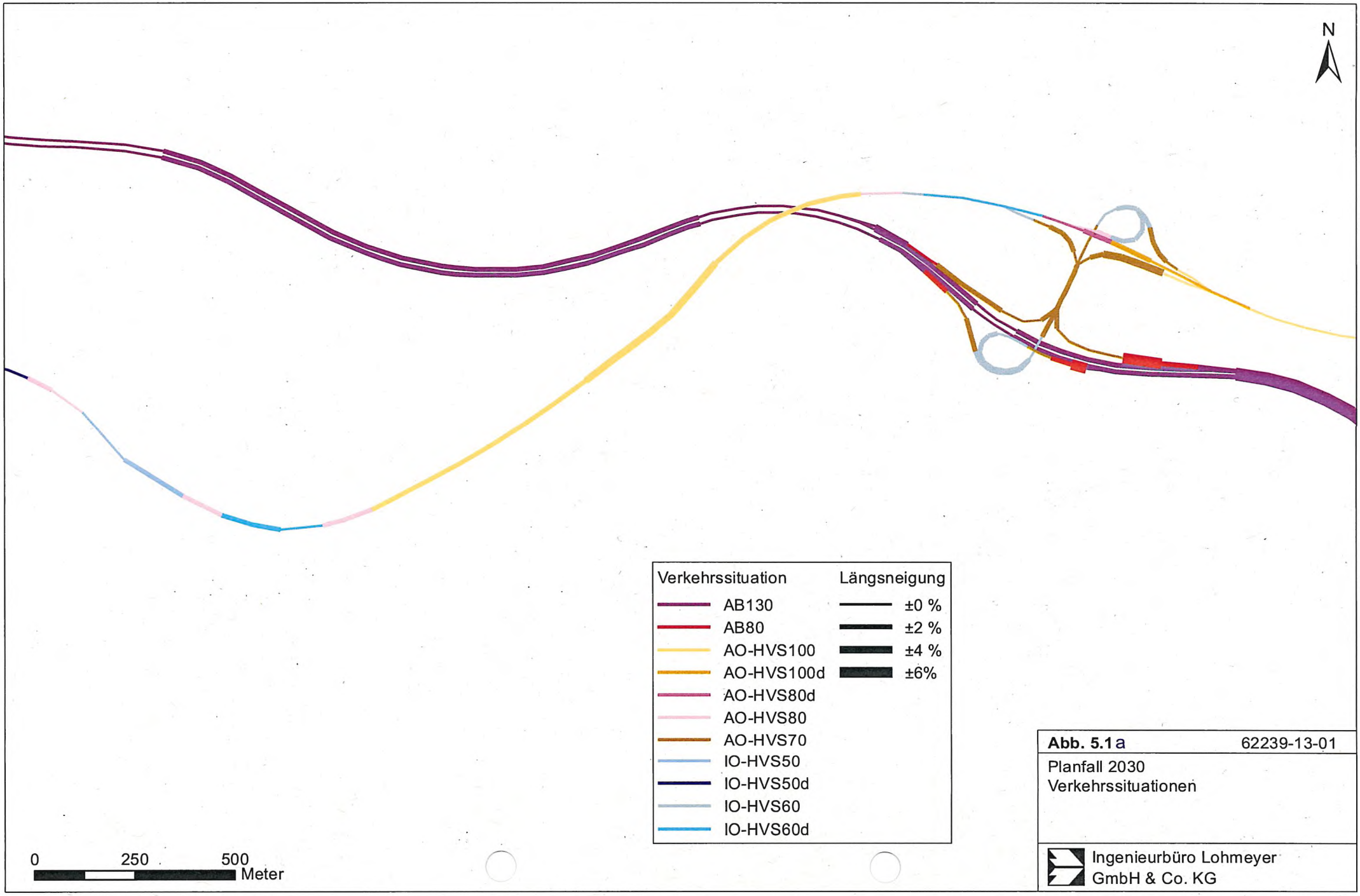


Abb. 5.1a 62239-13-01

Planfall 2030
Verkehrssituationen

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Straßenparameter			spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km]	
			NO_X	
Verkehrssituation (Kürzel)	Längsneigung	Geschwindigkeit [km/h]	PKW	LKW
AB130	±0 %	132.6	~~0.182~~ 0.229	0.231
AB130	±2 %	132.6	~~0.204~~ 0.226	0.400
AB130	+2 %	132.6	~~0.292~~ 0.322	0.345
AB130	+4 %	132.6	~~0.536~~ 0.552	0.583
AB130	-2 %	132.6	~~0.116~~ 0.131	0.456
AB130	-4 %	132.6	~~0.086~~ 0.078	0.036
AB80	±0 %	82.8	~~0.066~~ 0.077	0.229
AB80	±2 %	82.8	~~0.078~~ 0.085	0.387
AB80	±6 %	82.8	~~0.155~~ 0.159	0.358
AB80	+2 %	82.8	~~0.110~~ 0.127	0.339
AB80	-2 %	82.8	~~0.046~~ 0.043	0.436
AB80	-6 %	82.8	~~0.027~~ 0.017	0.002
AO-HVS100	±0 %	94.0	~~0.117~~ 0.106	0.252
AO-HVS100	±2 %	94.0	~~0.132~~ 0.117	0.444
AO-HVS100	±4 %	94.0	~~0.173~~ 0.151	0.444
AO-HVS100d	±0 %	77.0	~~0.097~~ 0.094	0.282
AO-HVS100d	±2 %	77.0	~~0.111~~ 0.101	0.496
AO-HVS70	±0 %	67.0	~~0.096~~ 0.085	0.296
AO-HVS70	±2 %	67.0	~~0.100~~ 0.094	0.502
AO-HVS70	+2 %	67.0	~~0.131~~ 0.133	0.369
AO-HVS70	-2 %	67.0	~~0.069~~ 0.055	0.635
AO-HVS70	-4 %	67.0	~~0.053~~ 0.037	0.472
AO-HVS80	±0 %	76.1	~~0.094~~ 0.087	0.270
AO-HVS80	±2 %	76.1	~~0.103~~ 0.098	0.482
AO-HVS80	-2 %	76.1	~~0.065~~ 0.055	0.609
AO-HVS80d	±0 %	62.0	~~0.095~~ 0.081	0.326
AO-HVS80d	±2 %	62.0	~~0.098~~ 0.087	0.593
IO-HVS50	±0 %	49.0	~~0.112~~ 0.088	0.495
IO-HVS50	±2 %	49.0	~~0.117~~ 0.093	0.735
IO-HVS50d	±0 %	39.6	~~0.142~~ 0.115	0.628
IO-HVS60	±0 %	58.0	~~0.105~~ 0.092	0.354
IO-HVS60	±2 %	58.0	~~0.114~~ 0.098	0.579
IO-HVS60	+2 %	58.0	~~0.145~~ 0.135	0.369
IO-HVS60	-2 %	58.0	~~0.083~~ 0.060	0.789
IO-HVS60d	±0 %	47.1	~~0.137~~ 0.114	0.470
IO-HVS60d	±2 %	47.1	~~0.144~~ 0.122	0.740

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2030

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_X und NH_3 werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. In An-

hang A2 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_X und NH_3 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)]	NH_3 [mg/(m s)]
A 45 Prog.-Nullfall	~~28 300~~ 35 300	~~34.6~~ 24	AB130+2	~~0.09384~~ 0.12453	~~0.00587~~ 0.00802
A 45 Planfall	~~29 200~~ 37 500	~~33.6~~ 24	AB130+2	~~0.09668~~ 0.13223	~~0.00611~~ 0.00858

Tab. 5.2: Verkehrskennwerte und Emissionen an der A 45 in Fahrtrichtung Dortmund für das Jahr 2030

6 ERGEBNISSE HINSICHTLICH DEM SCHUTZ DER VEGETATION

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kapitel 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Die Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die kritischen Werte zum Schutz des Ökosystems beziehen sich auf die Gesamtbelastung. Im Folgenden wird für NO_X die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus der Überlagerung der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung (Kapitel 4) und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für die betrachteten Schadstoffkomponenten sind in den nachfolgenden Abschnitten aufgezeigt. Die Immissionen sind 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. Entsprechend der Aufgabenstellung wird das Prognosejahr 2030 betrachtet; dabei ist zu berücksichtigen, dass in davor liegenden Jahren bei vergleichbaren Verkehrsbelegungen aufgrund der Fahrzeugflottenzusammensetzung höhere verkehrsbedingte Emissionen abzuleiten sind und damit höhere Immissionen.

Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung wird in der 39. BImSchV für NO_X ein kritischer Wert zum Schutz der Vegetation von 30 µg/m³ im Jahresmittel angeführt. Dieser Wert zum Schutz der Vegetation ist nach der 39. BImSchV auf Bereiche anzuwenden, 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. Laut HLUG (2007) sind die Voraussetzungen für die Anwendung dieser kritischen Luftschadstoffbelastung im gesamten Landesgebiet Hessen nicht gegeben. Weiterhin überschreitet bereits die aus Messdaten mit 48 µg/m³ abgeleitete Hintergrundbelastung diesen Wert. Zusätzlich gibt es die sog. „Critical Loads" (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründete Zielwerte für N-Depositionen zum Schutz von Vegetationseinheiten darstellen. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil des Gutachtens.

6.1 Stickstoffoxidimmissionen

Abb. 6.1 a bis **Abb. 6.2 a** zeigen die berechneten NO_X-Jahresmittelwerte der bodennahen Luftkonzentrationen (Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und verkehrsbedingter Zu-

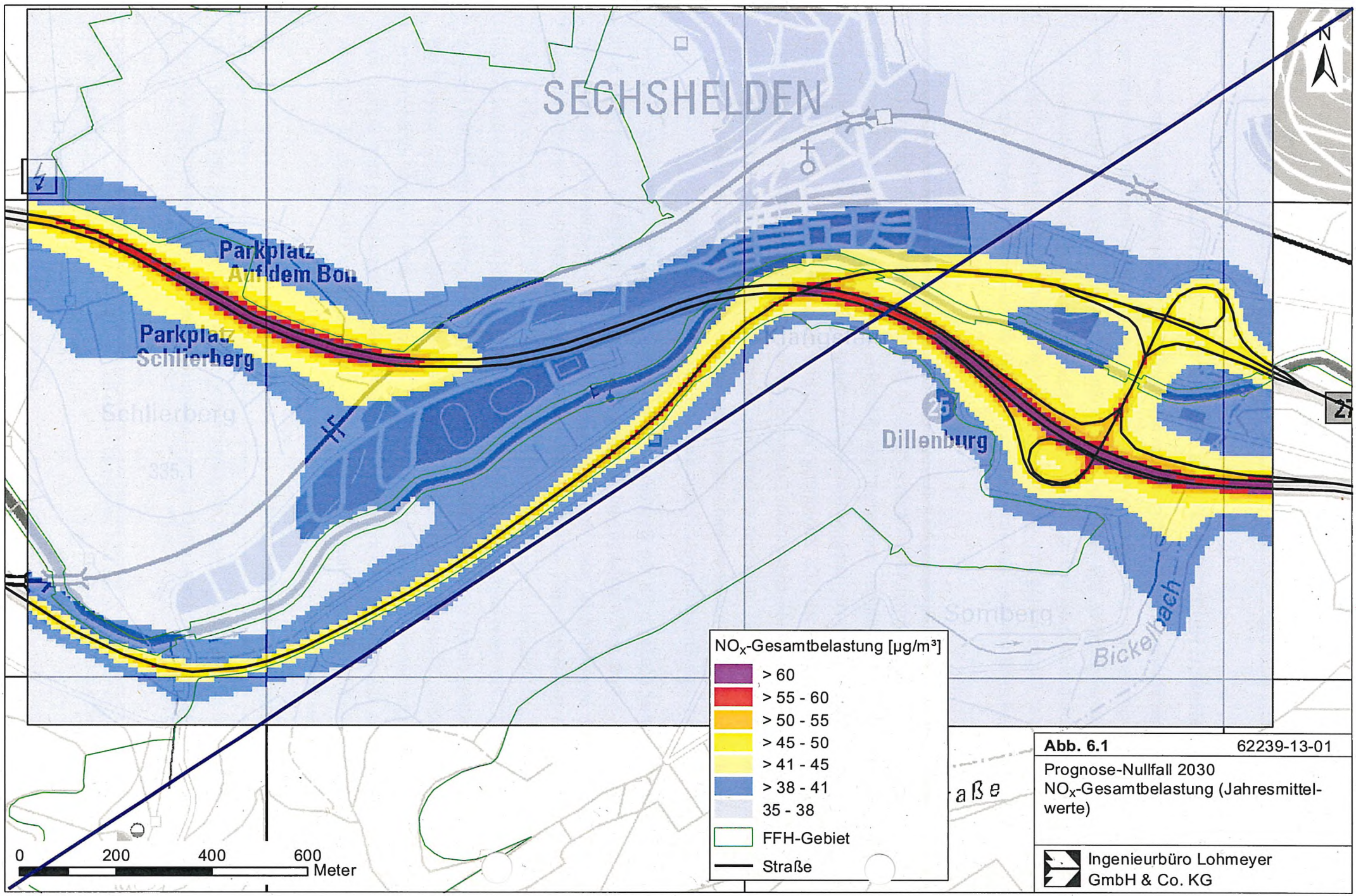


Abb. 6.1 62239-13-01

Prognose-Nullfall 2030
NO_x-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

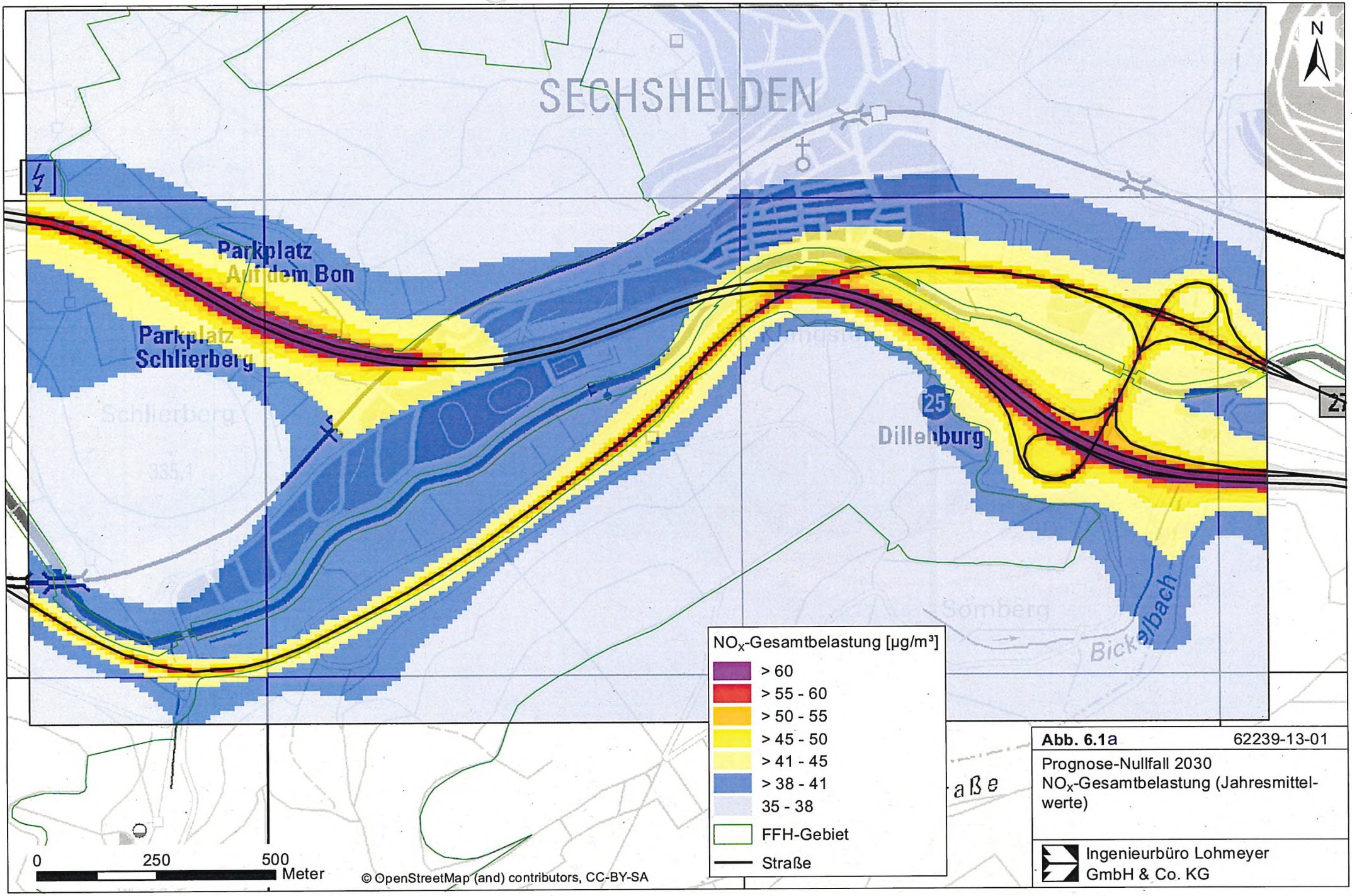


Abb. 6.1a 62239-13-01

Prognose-Nullfall 2030
NO_x-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

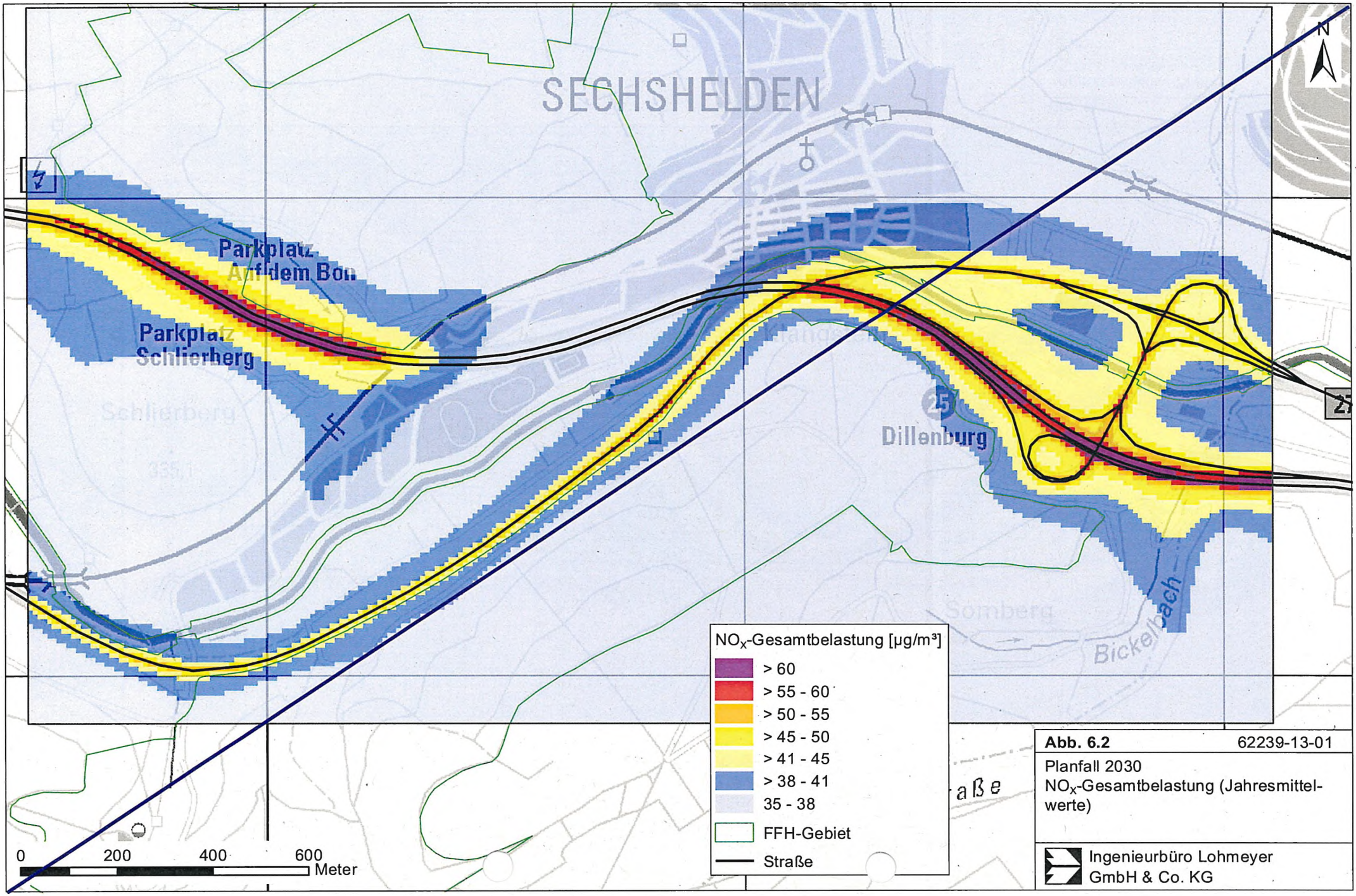


Abb. 6.2 62239-13-01

Planfall 2030
NO_x-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

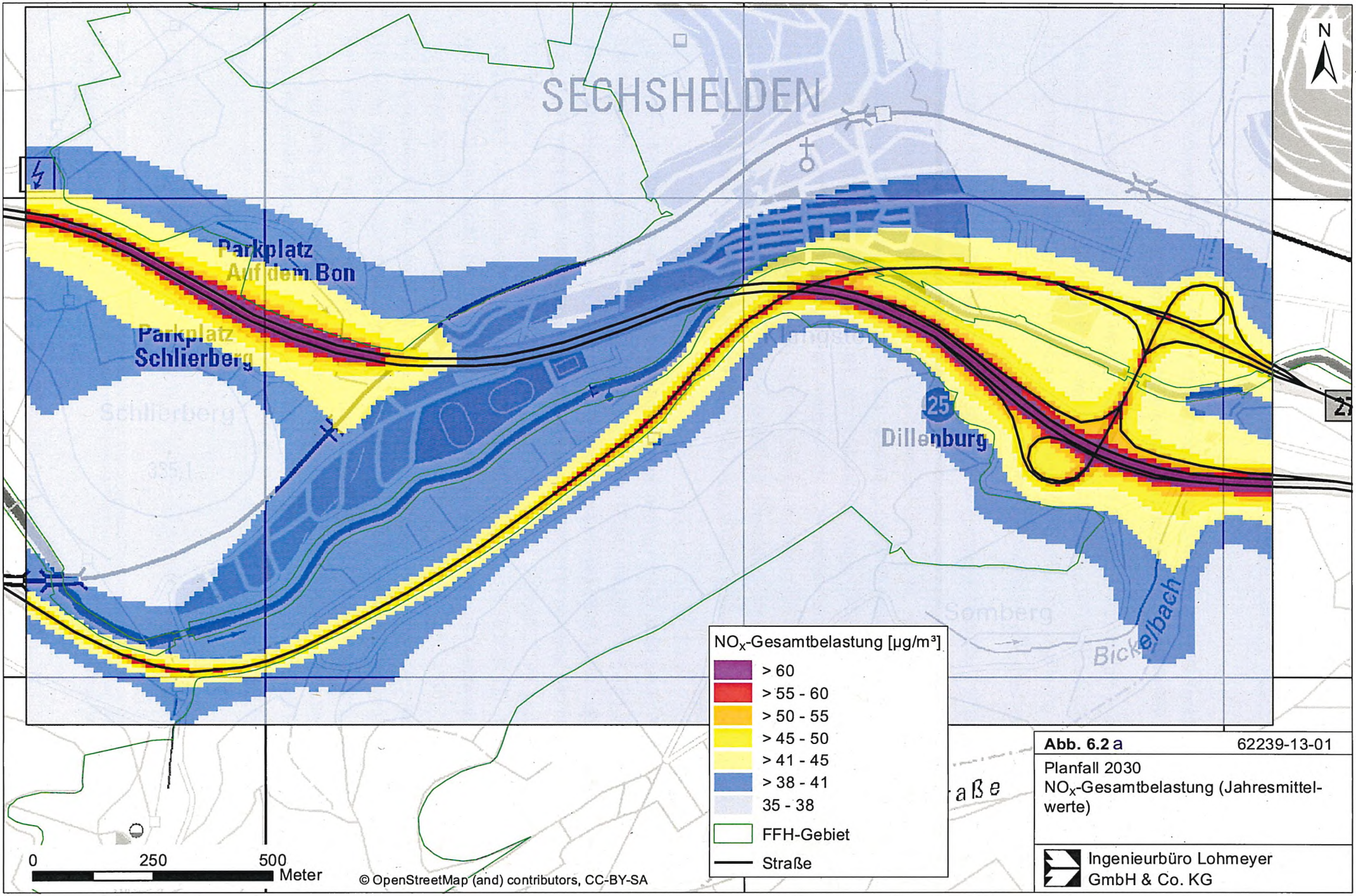


Abb. 6.2 a 62239-13-01

Planfall 2030
NO_x-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

satzbelastung). Die NO_X-Hintergrundbelastung wurde aus Messdaten umliegender Stationen abgeleitet. FFH-Flächen sind in den Darstellungen grün umrandet.

Im Prognose-Nullfall (siehe **Abb. 6.1 a**) werden im Nahbereich der A 45 sowie der B 277 hohe verkehrsbedingte NO_X-Immissionen berechnet. Im Bereich der Talbrücke werden aufgrund der günstigen Ausbreitungsbedingungen in größerer Höhe bodennah relativ geringe verkehrsbedingte NO_X-Immissionen ermittelt.

Im FFH-Gebiet „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden" (5215-305) werden am Randbereich an der A 45 durch den Kfz-Verkehr hohe NO_X-Immissionen ~~bis~~teilweise über 60 µg/m³ prognostiziert. In den FFH-Gebieten „Wald und Grünland um Donsbach" (5215-308) und „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen" (5215-306) ist die NO_X-Gesamtbelastung mit max. ~~50 µg/m³ bzw.~~ ~~55~~60 µg/m³ vergleichbar. In den überwiegenden Bereichen der erst genannten FFH-Gebiete werden NO_X-Immissionen bis 38 µg/m³ für das Prognosejahr 2030 berechnet; das entspricht praktisch der angesetzten Hintergrundbelastung. Im FFH-Gebiet „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen" (5215-306) werden NO_X-Gesamtbelastungen größtenteils bis 41 µg/m³ berechnet. Damit liegen dort die Werte leicht über der angesetzten Hintergrundbelastung.

Im Planfall (siehe **Abb. 6.2 a**) werden an der geplanten A 45 und an der B 277 in FFH-Bereichen hohe NO_X-Immissionen berechnet. Im FFH-Gebiet „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden" (5215-305) werden ~~bis~~teilweise über 60 µg/m³ die höchsten NO_X-Belastungen ermittelt. In den anderen FFH-Gebieten werden NO_X-Immissionen bis ~~50~~55 µgm³ im „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen" (5215-306) bzw. bis ~~55~~60 µg/m³ im „Wald und Grünland um Donsbach" (5215-308) prognostiziert. In den überwiegenden Bereichen der FFH-Gebiete „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden" (5215-305) und „Wald und Grünland um Donsbach" (5215-308) werden NO_X-Immissionen bis 38 µg/m³ für den Planfall 2030 berechnet; das entspricht praktisch der angesetzten Hintergrundbelastung. Im FFH-Gebiet „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen" (5215-306) sind die NO_X-Konzentrationen in großen Teilen bis 41 µg/m³ und damit leicht über der angesetzten Hintergrundbelastung. Im Planfall werden vergleichbare NO_X-Immissionen zum Prognose-Nullfall ermittelt. Durch den geplanten Lärmschutz auf der Brücke, werden dort in der näheren Umgebung im Planfall leicht geringere NO_X-Belastungen ~~ermittelt~~berechnet.

6.2 Stickstoffeintrag

Abb. 6.3 a und **Abb. 6.4 a** zeigen die berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag in Böden (N-Deposition), resultierend aus straßenverkehrsbedingten NO_X- und Ammoniakeinträgen des jeweiligen Betrachtungsfalles. Die FFH-Flächen sind in den Darstellungen wiederum grün umrandet. In der Legende ist eine Zuordnung der berechneten verkehrsbedingten Stickstoffeinträge mit den Farben gegeben. Die geringste Klasse ist entsprechend den Ausführungen des BASt-Forschungsberichtes (Balla et al., 2013) mit 0.3 kg/(ha a) gewählt. Dies entspricht in den vorliegenden Berechnungen einer verkehrsbedingten NO_X-Zusatzbelastung (Jahresmittel) von etwa 1 µg/m³. Solch geringe Konzentrationen sind im Zusammenhang mit Messdaten kaum von Schwankungen der Hintergrundbelastung zu unterscheiden (vgl. **Tab. 4.1**). Damit ist bei dieser geringen Konzentration ein Vergleich von berechneten Immissionen mit Messdaten mit Unsicherheiten verbunden. Für geringere Konzentrationen bzw. Stickstoffeinträge sind weniger belastbare Aussagen gegeben.

Im Prognose-Nullfall (siehe **Abb. 6.3 a**) werden im FFH-Gebiet „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden" (5215-305) Stickstoffeinträge ~~bis~~teilweise über 10.0 kg/(ha a) in einem schmalen Streifen entlang der ~~der~~ A 45 berechnet. Ab einer Entfernung von ~~600~~650 m von der A 45 werden im betrachteten Untersuchungsgebiet verkehrsbedingte N-Depositionen bis 0.3 kg N/(ha a) ermittelt. Im FFH-Gebiet „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen" (5215-306) an der B 277-Querung werden ebenfalls auf kleiner Fläche verkehrsbedingte Stickstoffeinträge ~~bis~~über 10.0 kg N/ (ha a) prognostiziert. Im FFH-Gebiet „Wald und Grünland um Donsbach" (5215-308) werden Stickstoffdepositionen ~~bis~~ebenfalls über 10.0 kg N/(ha a) berechnet. Davon betroffen ist aber nur ein schmaler Streifen am Rand des FFH-Gebietes entlang der B 277.

Im Planfall (siehe **Abb. 6.5 a**) werden im Nahbereich der A 45 für das FFH-Gebiet „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden" (5215-305) im Nordwesten des Untersuchungsgebiets vergleichbar mit dem Prognose-Nullfall verkehrsbedingte Stickstoffeinträge ~~bis~~über 10.0 kg/(ha a) berechnet. In größeren Abständen zur A 45 (über 100 m) erhöhen sich die Stickstoffeinträge leicht gegenüber dem Prognose-Nullfall. In den FFH-Gebieten „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen" (5215-306) und „Wald und Grünland um Donsbach" (5215-308) werden Stickstoffeinträge ~~bis~~ebenfalls über 10.0 kg/(ha a) berechnet, die insbesondere durch die Beiträge der B 277 geprägt werden und im Prognose-Nullfall und Planfall vergleichbar sind.

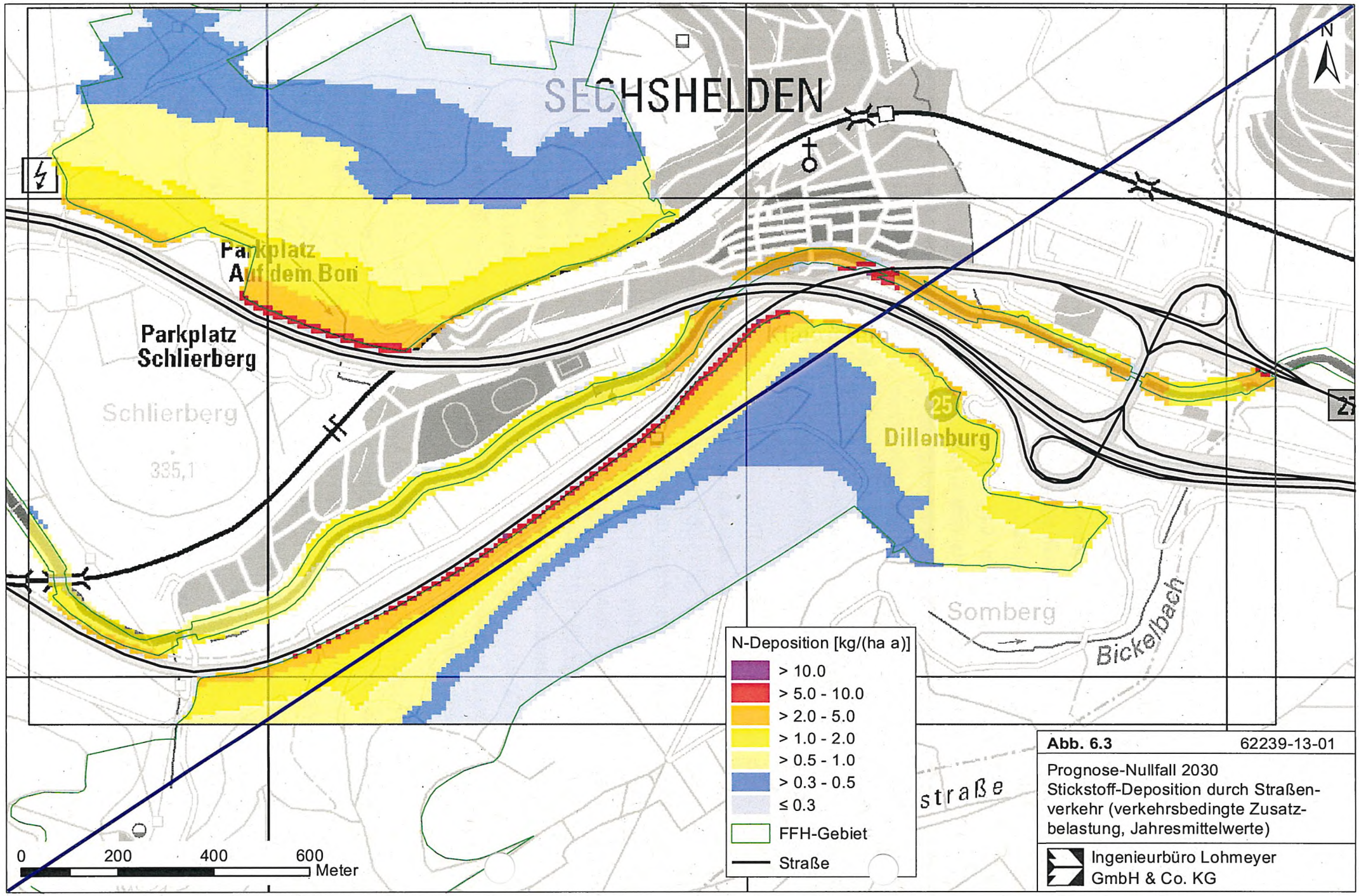


Abb. 6.3 62239-13-01

Prognose-Nullfall 2030
Stickstoff-Deposition durch Straßenverkehr (verkehrsbedingte Zusatzbelastung, Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

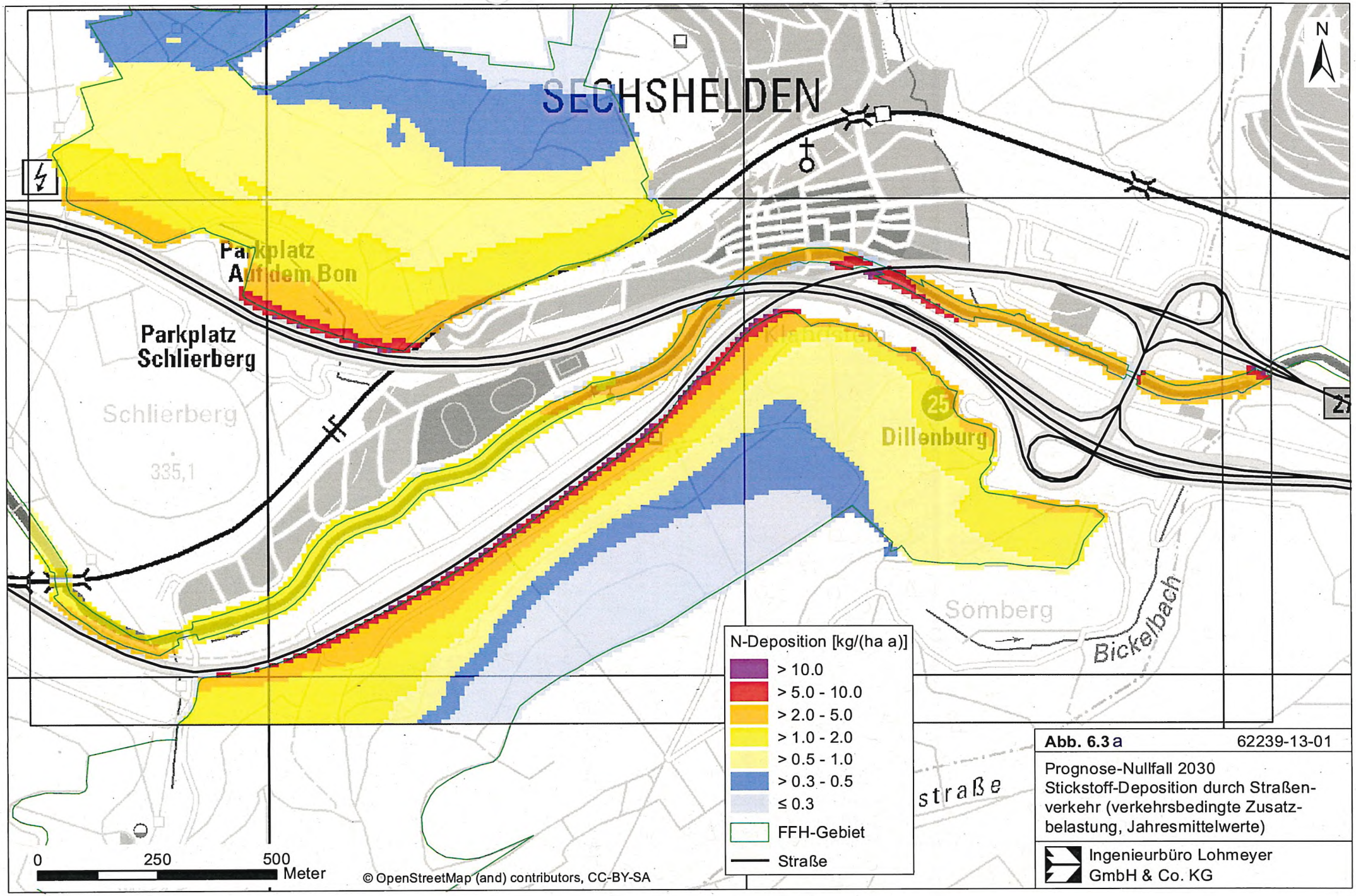


Abb. 6.3 a 62239-13-01

Prognose-Nullfall 2030
Stickstoff-Deposition durch Straßenverkehr (verkehrsbedingte Zusatzbelastung, Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

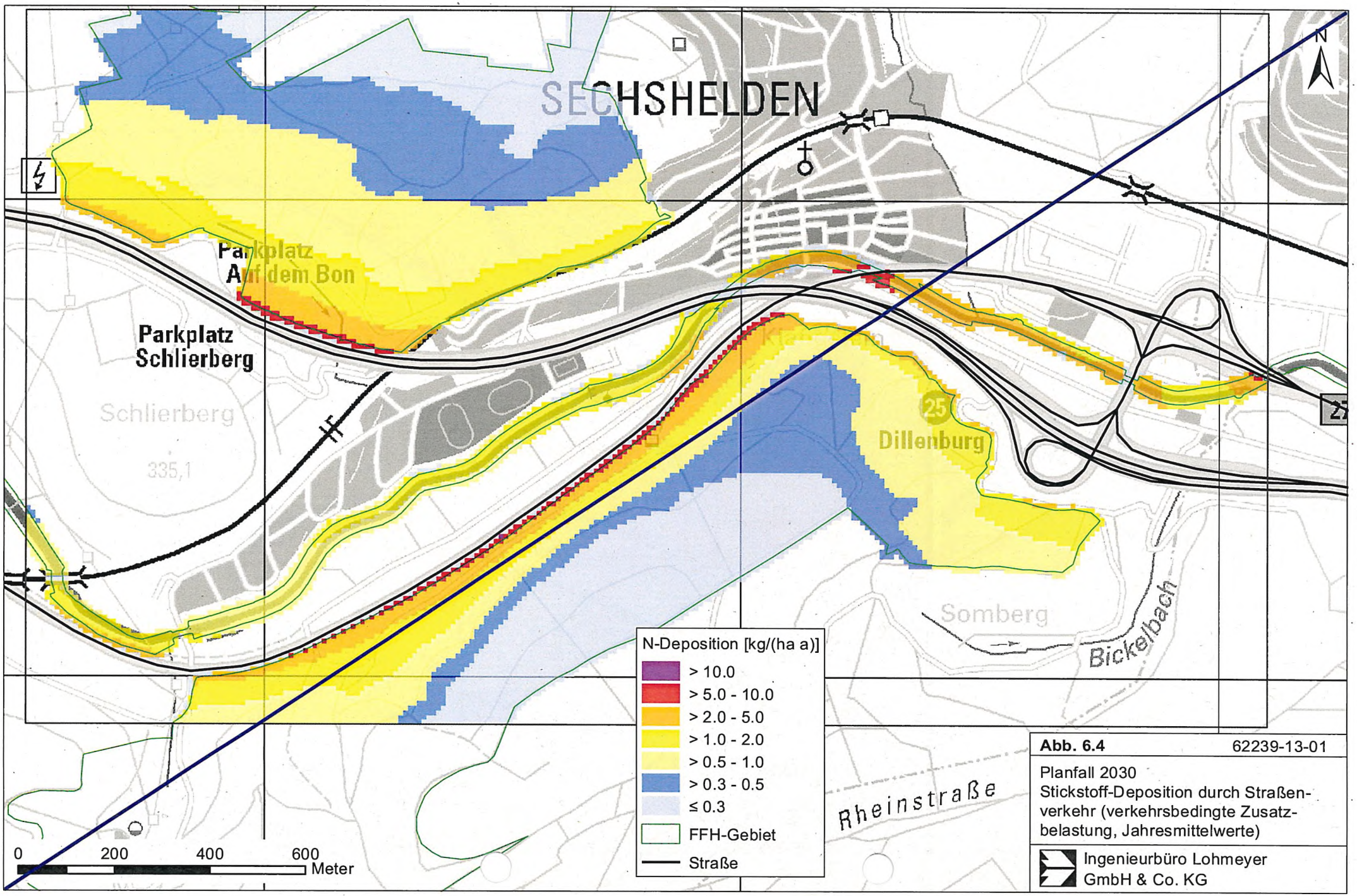


Abb. 6.4 62239-13-01

Planfall 2030
Stickstoff-Deposition durch Straßenverkehr (verkehrsbedingte Zusatzbelastung, Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

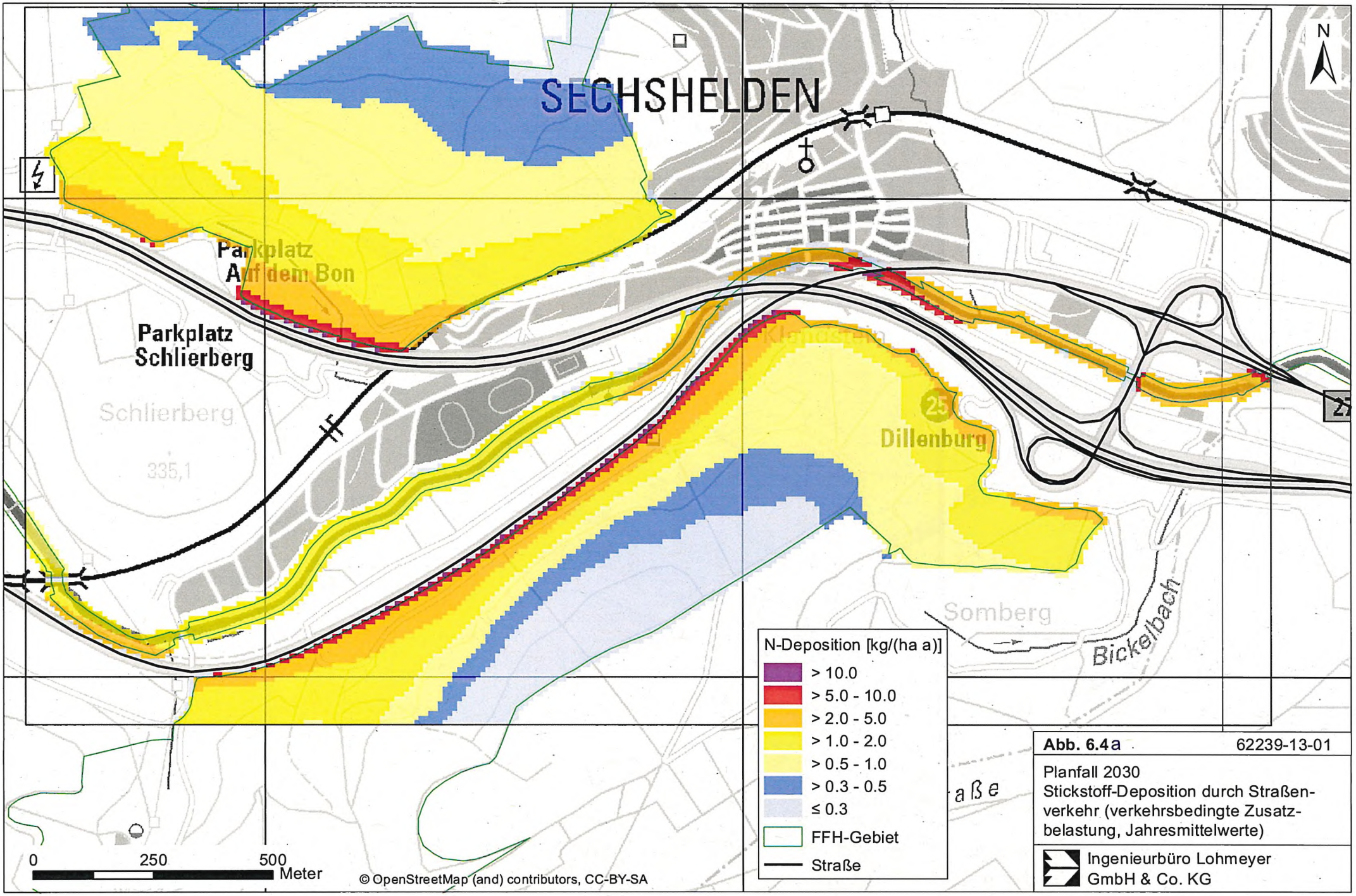


Abb. 6.4a 62239-13-01

Planfall 2030
Stickstoff-Deposition durch Straßenverkehr (verkehrsbedingte Zusatzbelastung, Jahresmittelwerte)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

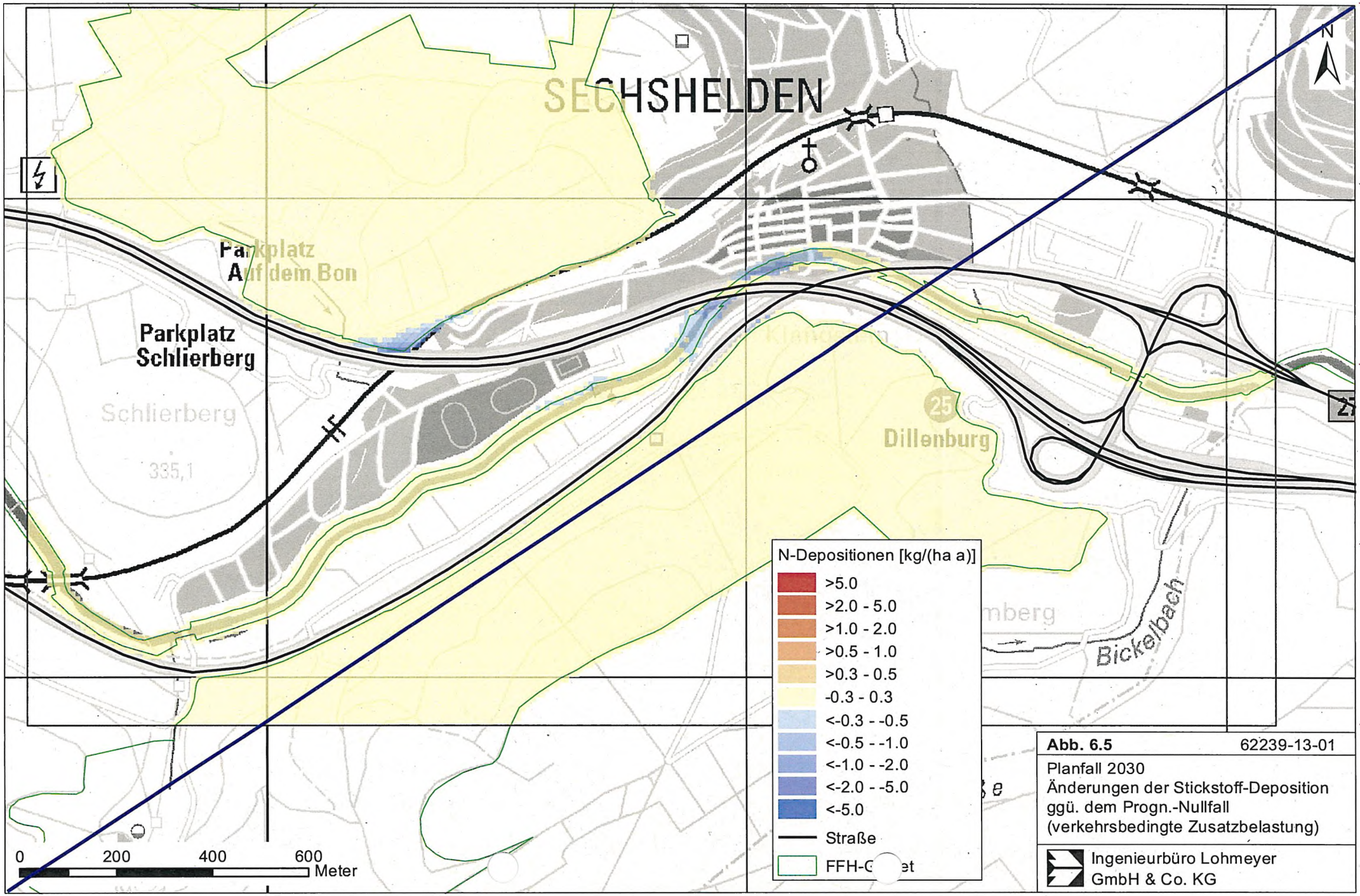


Abb. 6.5 62239-13-01

Planfall 2030
Änderungen der Stickstoff-Deposition
ggü. dem Progn.-Nullfall
(verkehrsbedingte Zusatzbelastung)

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

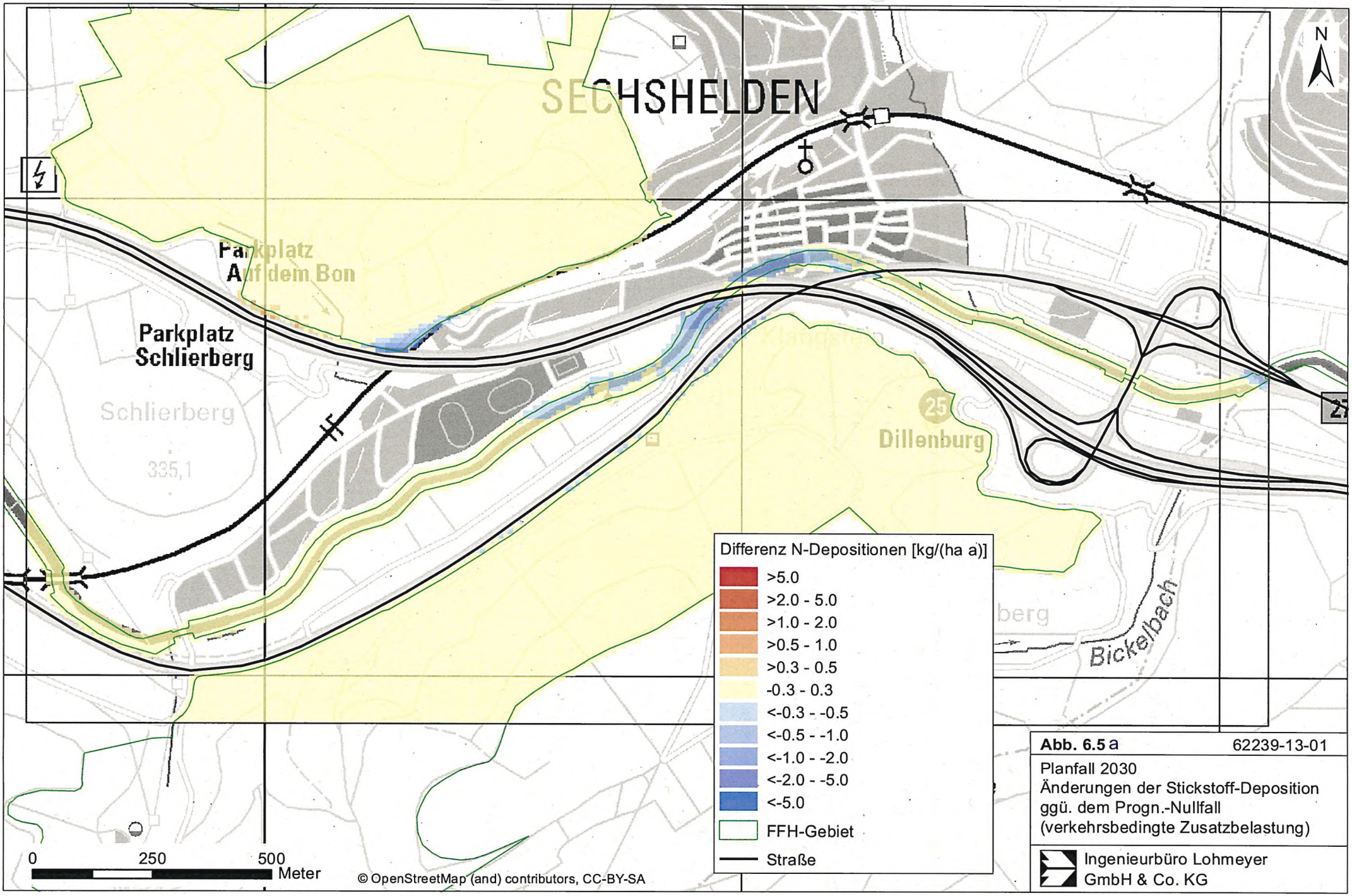


Abb. 6.5 a 62239-13-01

Planfall 2030
Änderungen der Stickstoff-Deposition
ggü. dem Progn.-Nullfall
(verkehrsbedingte Zusatzbelastung)

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Die Änderungen der verkehrsbedingten Zusatzbelastung der N-Deposition im Planfall im Vergleich zum Prognose-Nullfall sind in **Abb. 6.5 a** dargestellt. Im Planfall werden im FFH-Gebiet „Krombachswiesen und Struth bei Sechshelden" (5215-305) Verringerungen bis 5.0 kg N/(ha a) prognostiziert, insbesondere bedingt durch die geplanten Lärmschutzwände auf der Brücke und den damit verbundenen günstigeren Ausbreitungsbedingungen der Schadgase. Eine Verringerung des Stickstoffeintrags ist aber nur im Nahbereich der Talbrücke zu verzeichnen. Entlang der A 45 werden auf kleiner Fläche Mehrbelastungen bis 1.0 kg/(ha a) ermittelt. Im überwiegenden Teil des FFH-Gebiets betragen die Änderungen der Stickstoffeinträge deutlich weniger als 0.3 kg N/(ha a).

Im FFH-Gebiet „Dill bis Herborn-Burg mit Zuflüssen" (5215-306) werden durch die Erhöhung der Lärmschutzwand in Brückenlage trotz Verkehrszunahme Verringerungen der Stickstoffeinträge bis 1.0 kg/(ha a) berechnet. Dadurch werden bei Umsetzung des Planfalls die Stickstoffeinträge gegenüber dem Prognose-Nullfall im FFH-Gebiet leicht verringert.

Im FFH-Gebiet „Wald und Grünland um Donsbach" (5215-308) werden geringe Änderungen im Planfall ermittelt. Die Veränderungen betragen unter 0.3 kg/(ha a), im Randbereich des FFH-Gebiets auch leicht darüber.

7 LITERATUR

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.

Bachhiesl, M., Narodoslawsky, M., Sturm, P.-J. (2002): Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen. UVP-report 1+2/2002.

Balla, S., Lorentz, H., Uhl, R., Schlutow, A. (2013): Beurteilung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßenbauvorhaben und Modellierung verkehrsbedingter Stickstoffeinträge in FFH-Gebiete. Veröffentlicht in: Tagungsbeiträge zum Kolloquium „Luftqualität an Straßen" am 20. und 21. März 2013, Bergisch Gladbach. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen.

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

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

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.

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

HLUG (2007): Stickstoffdioxid (NO2) Quellen- Emissionen – Auswirkungen auf Gesundheit und Ökosystem – Bewertungen – Immissionen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden.
http://www.hlug.de/medien/luft/luftmessnetz/dokumente/2007/NO2_Broschuere.pdf

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

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

IVV - Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG (~~2017~~2018): Verkehrsbelegungsabbildungen basierend auf der ~~Verkehrsuntersuchung~~Fortschreibung der Verkehrsuntersuchungen sechsstreifiger Ausbau der BAB A 45 - Landesgrenze HE/NW - Gambacher Kreuz, Prognosejahr 2030, Bericht vom ~~April 2016~~ ~~Januar 2018~~, E-Mail von Herrn Stock u. a. am ~~02~~26.03.~~2017~~2018.

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

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

Lohmeyer (2014): Berechnung des Stickstoffeintrags für den Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden - A 45. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Projekt O1_62239-12-01, Entwurf vom 25.02.2014, Gutachten im Auftrag von: COCHET CONSULT – Planungsgesellschaft Umwelt Stadt & Verkehr, Bonn.

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

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

Romberg, E., Niemann, H.-J., Brilon, W., Hölscher, N. (1986): Windkanaluntersuchungen über die Ausbreitung von Abgasen an Hochleistungsstraßen. 3. Teilstufe: Parameterstudie. Forschungsbericht im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen vom Institut für Konstruktiven Ingenieurbau und Lehrstuhl für Verkehrswesen I, Ruhr-Universität Bochum.

Romberg, E., Bösinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO_2-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.

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

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 (2003): Umweltdaten Deutschland online http://www.env-it.de/umweltdaten/open.d.

UBA (~~2014~~2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.~~2~~3. (HBEFA 3.~~2~~3) (aktualisierte Version vom ~~25.07.2014). Dokumentation~~ 02.05.2017). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS ~~AG~~ Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit ~~IFEU Heidelberg.~~ MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt ~~Berlin~~ Dessau-Roßlau.

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.

VDI (2006): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 5. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2006.

A N H A N G A1:
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG

A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG

A1.1 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 kann entsprechend der Arbeiten von Romberg et al. (1986) für die Bundesanstalt für Straßenwesen berücksichtigt werden. Die Wirkung der Lärmschutzwand 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.

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 nach Romberg et al. (1996).

A1.2 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 Programm, 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.

A1.3 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 Ausbreitungsmo-

delle 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 A2:
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

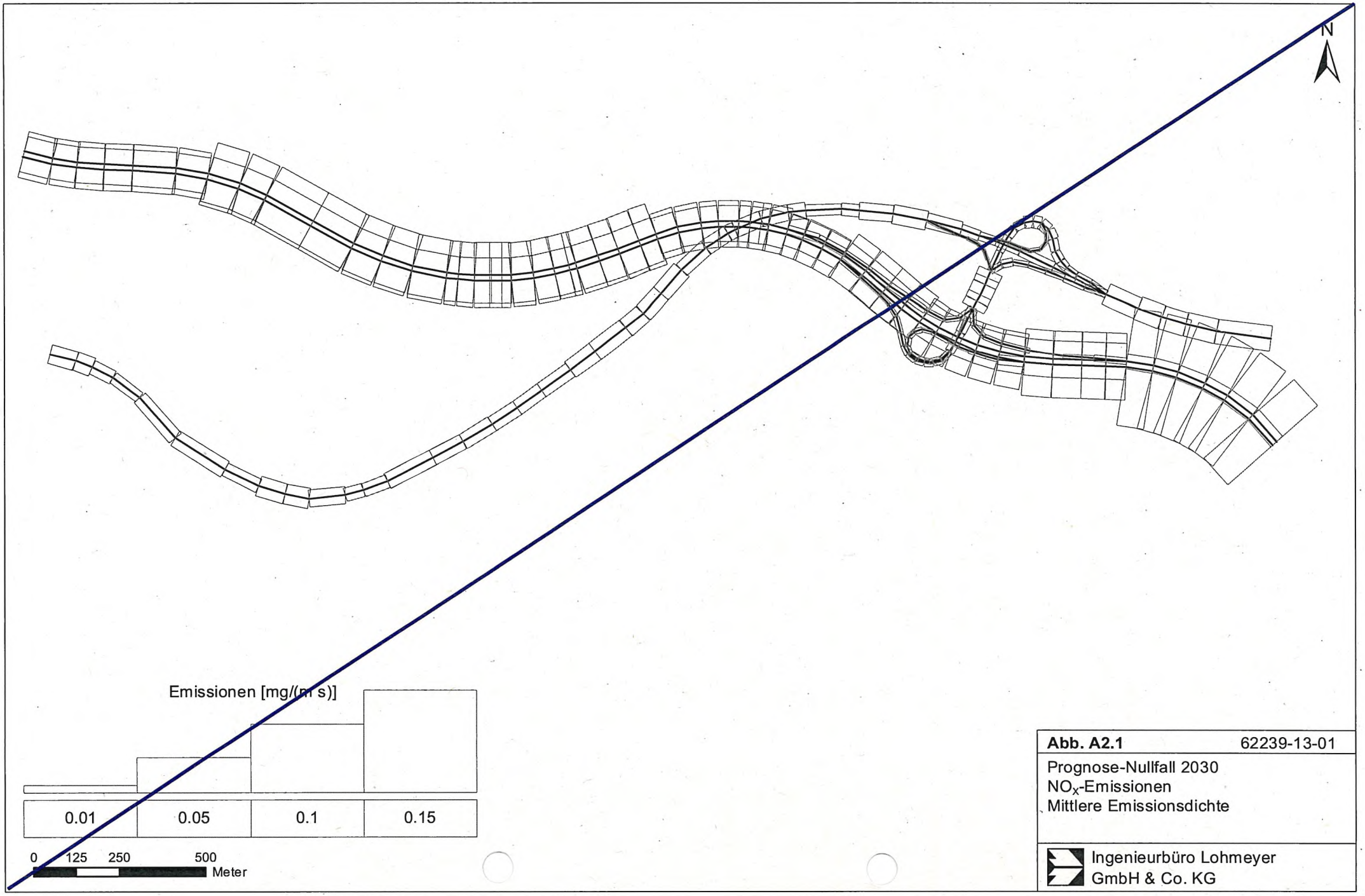


Abb. A2.1 62239-13-01

Prognose-Nullfall 2030
NO_x-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

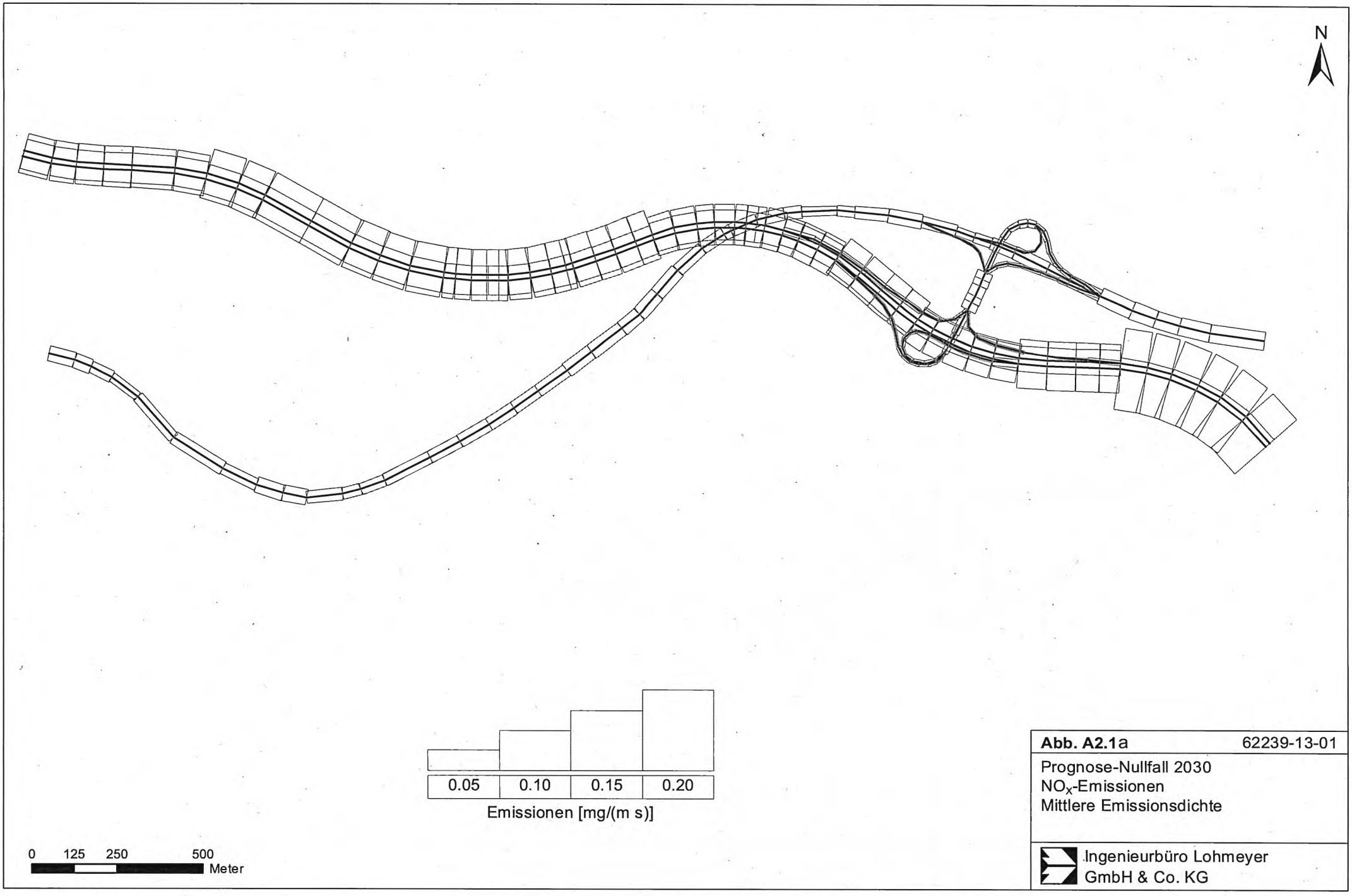


Abb. A2.1a 62239-13-01

Prognose-Nullfall 2030
NO_x-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

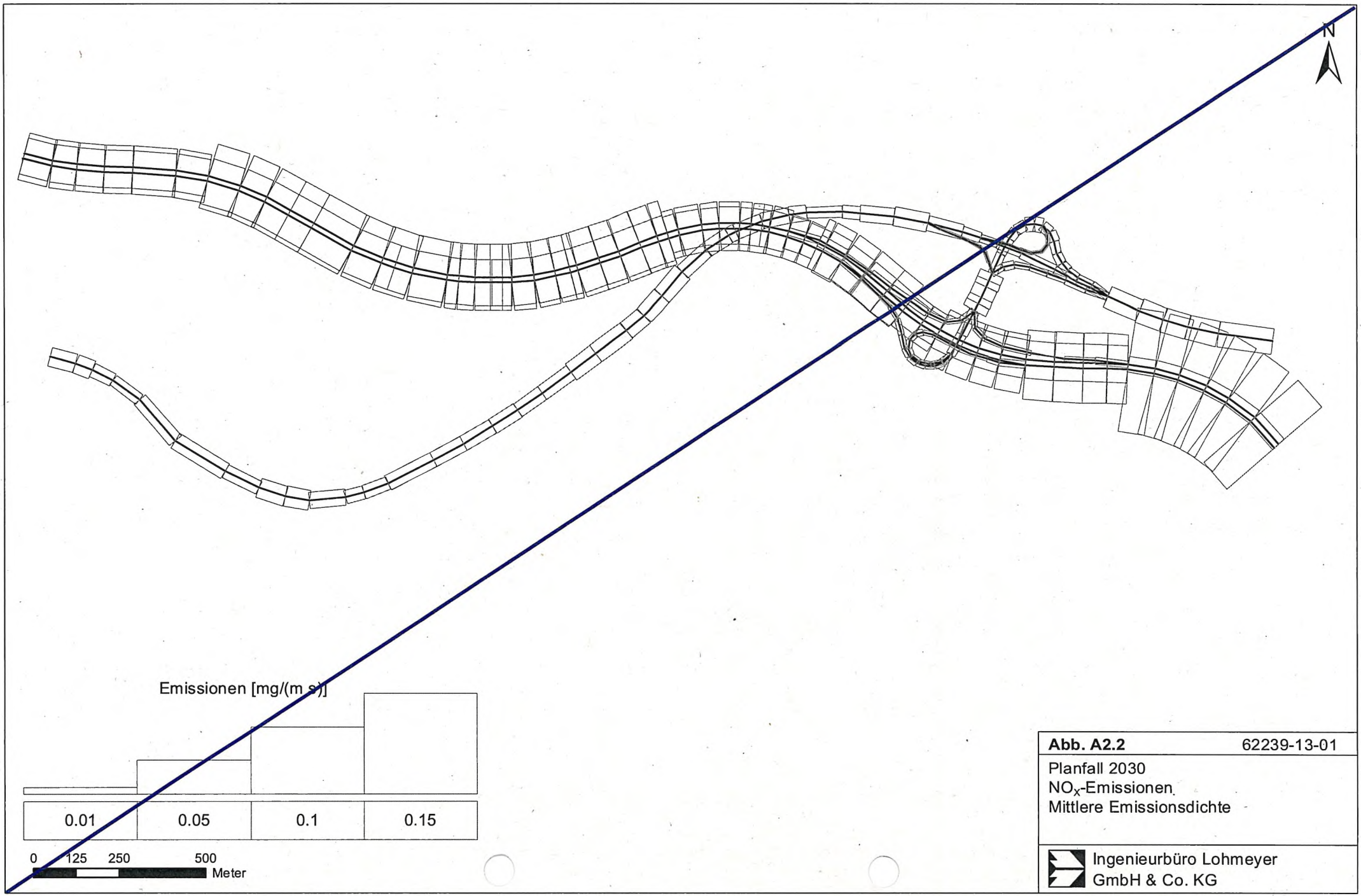


Abb. A2.2 62239-13-01

Planfall 2030
NO_x-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

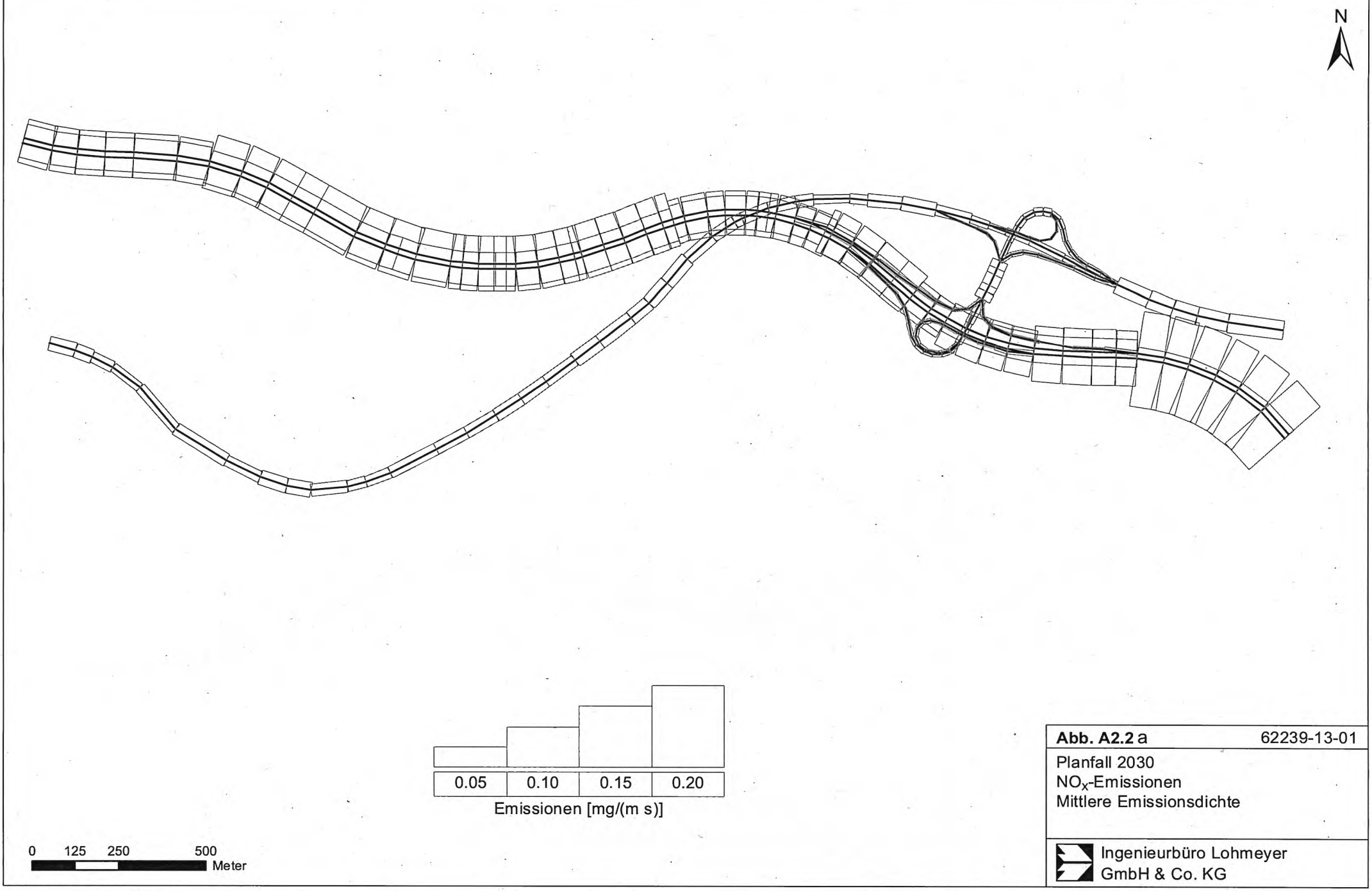


Abb. A2.2 a 62239-13-01

Planfall 2030
NO_x-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

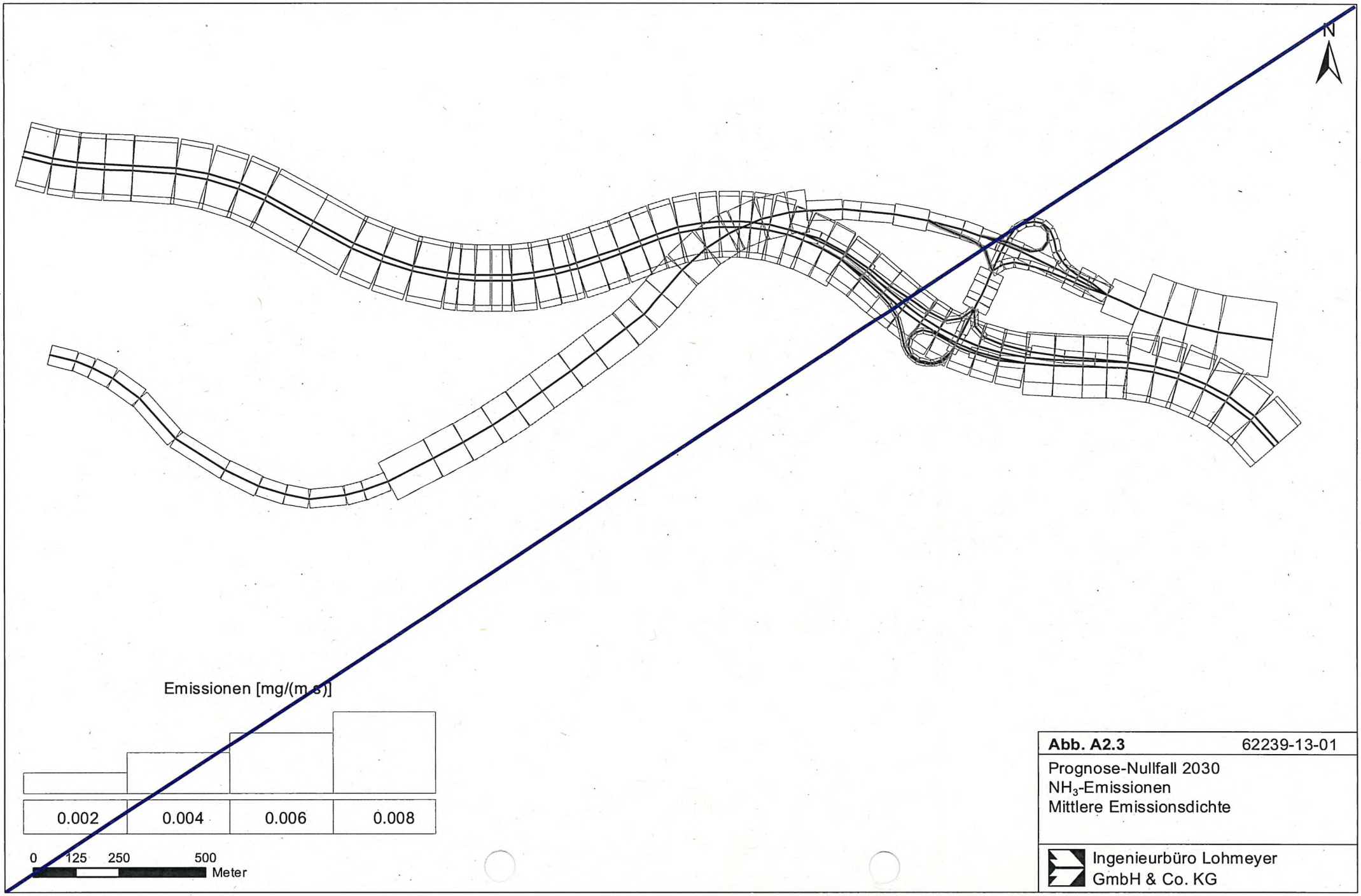


Abb. A2.3 62239-13-01

Prognose-Nullfall 2030
NH_3-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

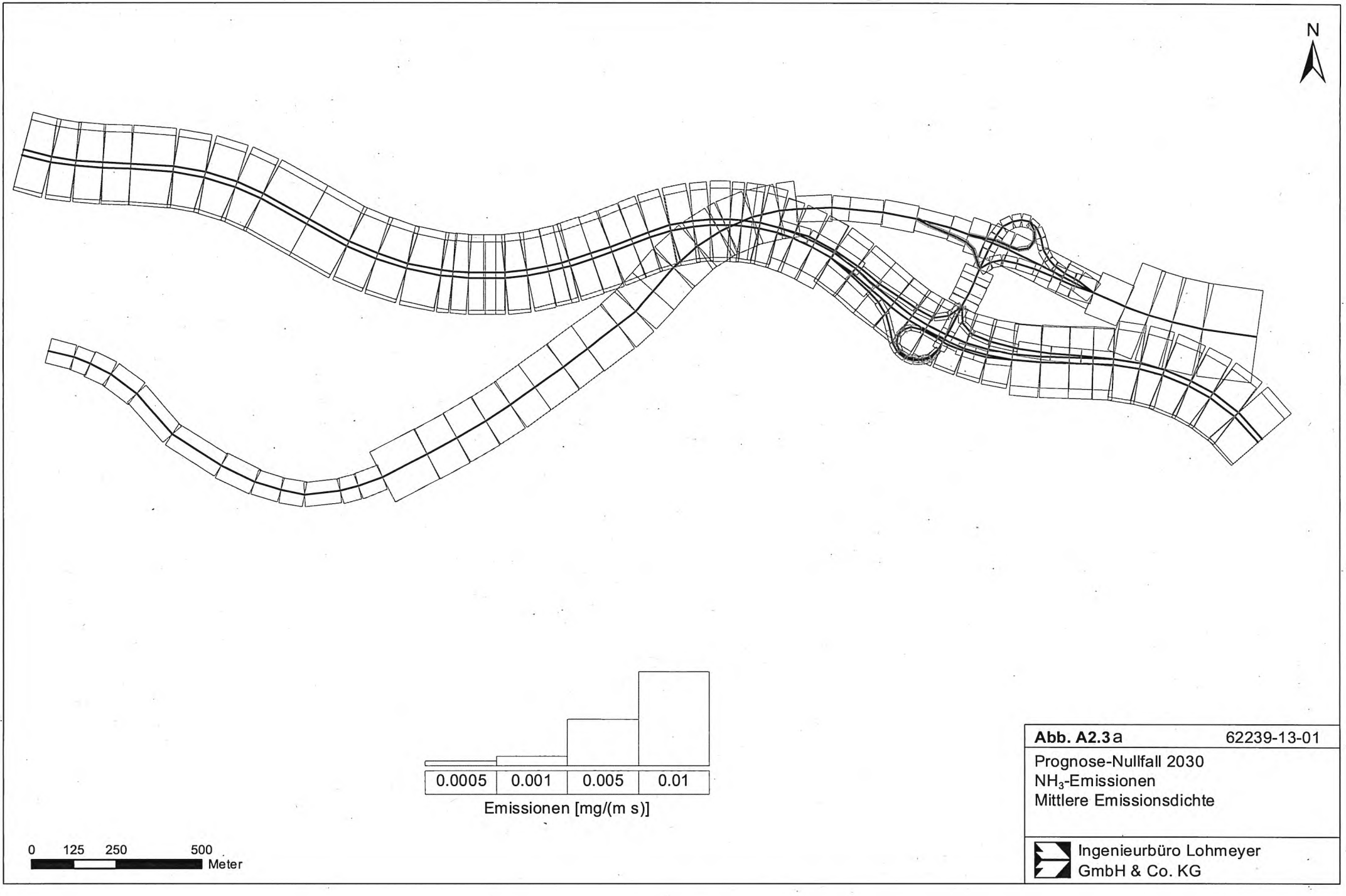


Abb. A2.3a 62239-13-01

Prognose-Nullfall 2030
NH_3-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

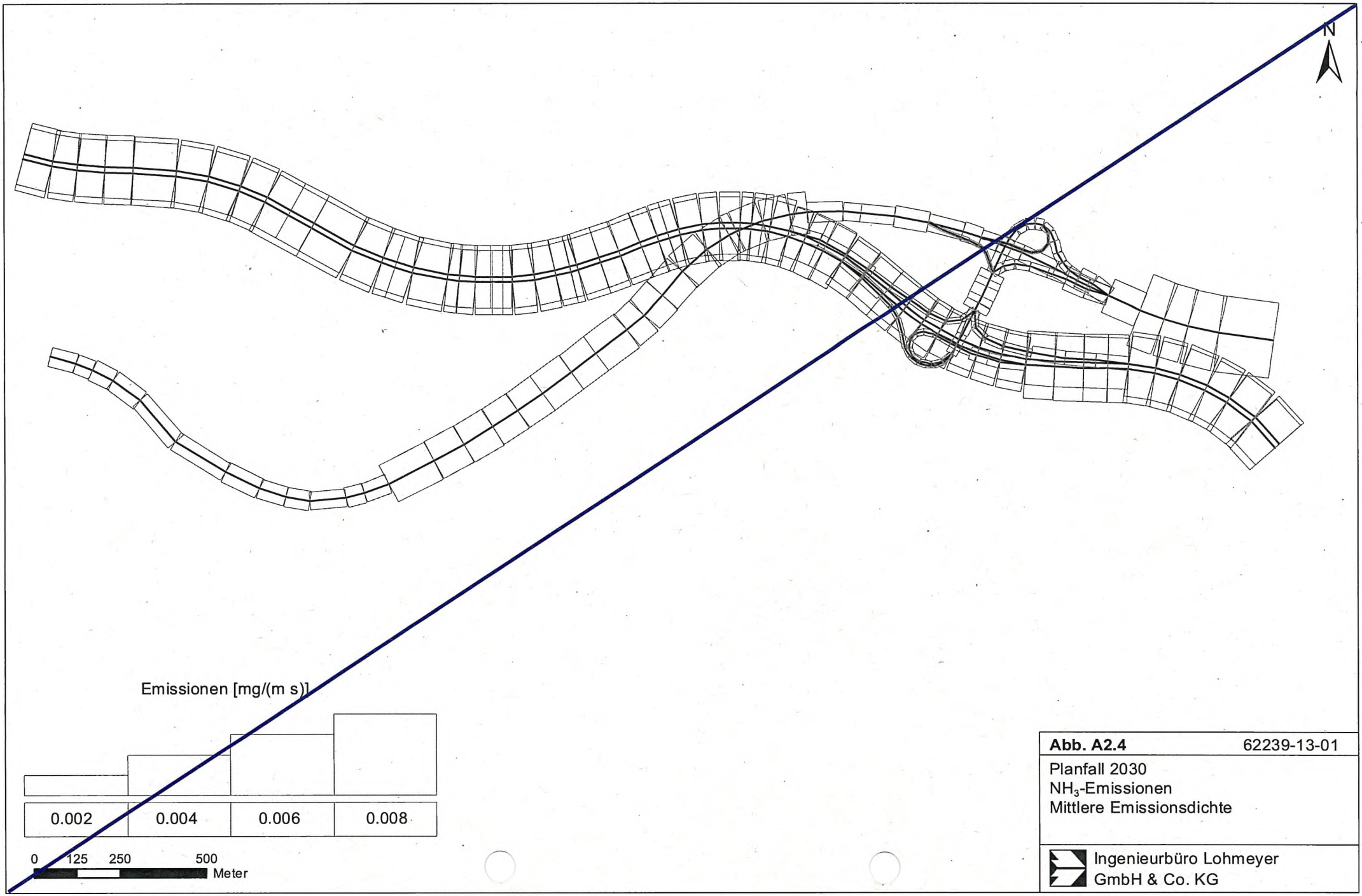


Abb. A2.4 62239-13-01

Planfall 2030
NH_3-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

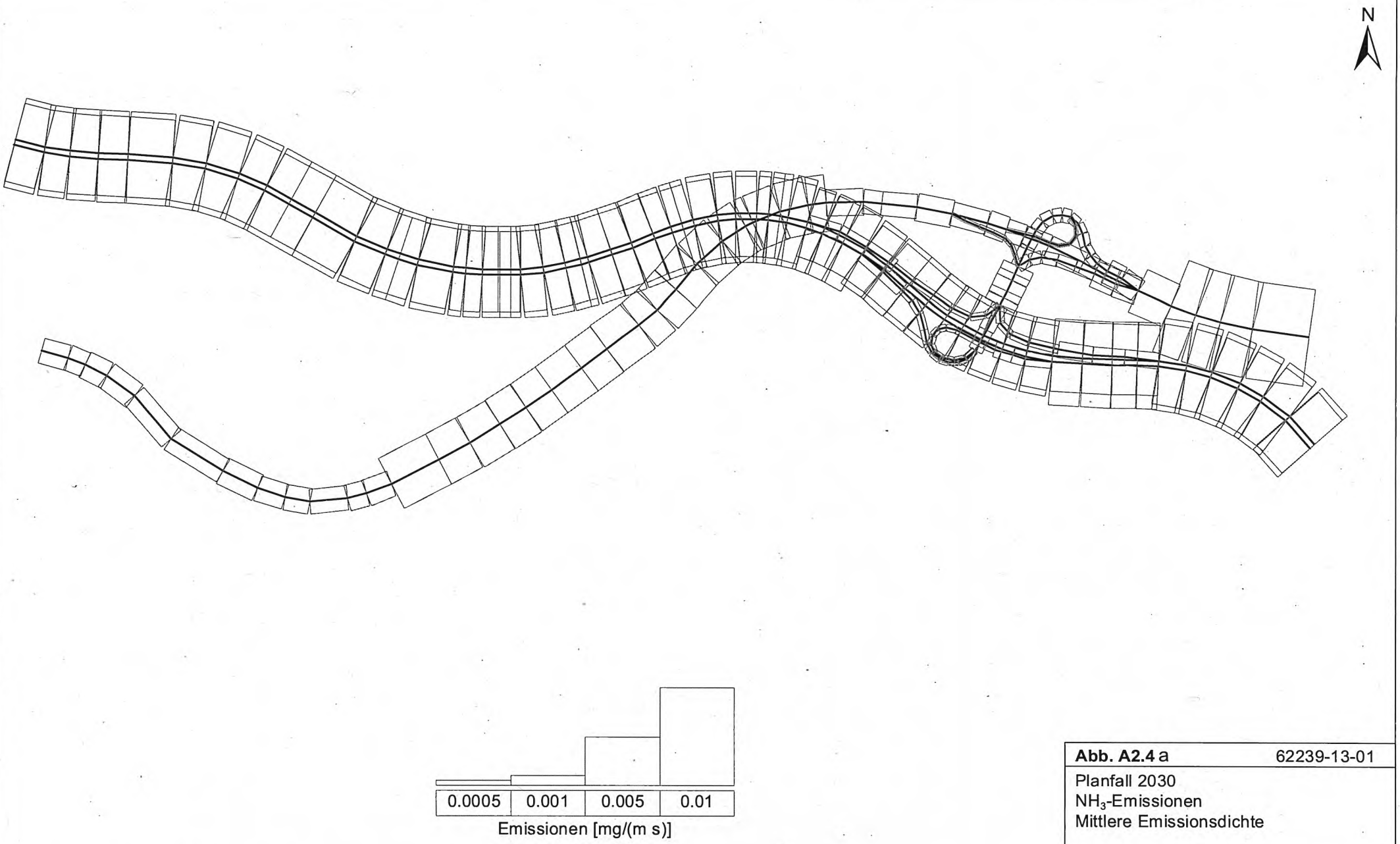


Abb. A2.4 a 62239-13-01

Planfall 2030
NH_3-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG