



Planfeststellung

Unterlage 15.2

für den

Neubau der B 64/83 Brakel/Hembsen bis Höxter
Teilabschnitt 1b

Neubau der B 64 Höxter/Ottbergen bis Höxter/Godelheim von Bau-km 5,600 bis Bau-km 8,000 und
Neubau der B 83 Beverungen/Wehrden bis Höxter/Godelheim von Bau-km -0,060 bis Bau-km 2,480

Deckblatt „C“ zur Planfeststellung für den Neubau der B 64/83 Brakel/Hembsen bis Höxter
Teilabschnitt 1b

Neubau der B 64 Höxter/Ottbergen bis Höxter/Godelheim von Bau-km 5,600 bis Bau-km 8,000 und
Neubau der B 83 Beverungen/Wehrden bis Höxter/Godelheim von Bau-km -0,060 bis Bau-km 2,480

Regierungsbezirk : Detmold
Kreis : Höxter
Stadt/Gemeinde : Höxter und Beverungen
Gemarkung : Höxter, Godelheim, Wehrden und Amelunxen

Berechnung des verkehrsbedingten Stickstoffeintrages in FFH-Gebiete zum Neubau der B 64/83n zwischen Brakel/Hembsen und Höxter (Ingenieurbüro Lohmeyer, Nov. 2019, Ergänzung 2020)

Aufgestellt:
Paderborn, 21.07.2020
Der Leiter der
Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift
I. A.

gez. Dipl.-Ing. Lars Voigtländer

Satzungsgemäß ausgelegen

Festgestellt gemäß Beschluss vom heutigen Tage

in der Zeit vom _____

Detmold , _____

bis _____ (einschließlich)

in der Stadt/Gemeinde

Bezirksregierung Detmold
- Planfeststellungsbehörde -

Im Auftrage

Zeit und Ort der Auslegung sind mindestens eine Woche vor
Auslegung ortsüblich bekannt gemacht worden.

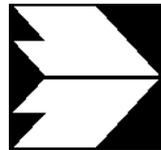
Stadt/Gemeinde _____

(Unterschrift)

(Unterschrift)

(Dienstsiegel)

(Dienstsiegel)



**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0

Telefax: +49 (0) 721 / 6 25 10 30

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Büroleiter: Dr.-Ing. Thomas Flassak

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

BERECHNUNG DES VERKEHRSBEDINGTEN STICKSTOFFEINTRAGES IN FFH-GEBIETE ZUM NEUBAU DER B 64/83N ZWISCHEN BRAKEL/HEMBSSEN UND HÖXTER

Auftraggeber: Landesbetrieb Straßenbau NRW
Regionalniederlassung Sauerland-
Hochstift
Außenstelle Paderborn
Am Rippinger Weg 2
33098 Paderborn

Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr. rer. nat. R. Hagemann

November 2019, ergänzt März und Juli 2020
Projekt 64044-19-01
Berichtsumfang 58 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	6
3 VORGEHENSWEISE	7
3.1 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation	7
3.2 Berechnungsverfahren	8
4 EINGANGSDATEN	11
4.1 Lagedaten	11
4.2 Verkehrsdaten	14
4.3 Meteorologische Daten	17
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft	19
5 EMISSIONEN	22
5.1 Betrachtete Schadstoffe	22
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	22
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	22
5.2.2 Emissionen des untersuchten Straßennetzes	24
6 ERGEBNISSE	28
6.1 Stickstoffoxid-Immissionen (NO _x)	29
6.2 Stickstoffeintrag	34
7 LITERATUR	43
A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	48
A1.1 PROKAS / LASAT- Berechnungsverfahren zur Bestimmung verkehrserzeugter Schadstoffbelastungen	48
A1.2 Beschreibung des Modells LASAT (Auszug aus dem Handbuch).....	49

A1.3 Fehlerdiskussion	51
A2 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE	55

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. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe 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

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.

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.

NO_x zum Schutz der Vegetation

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide (NO_x) von 30 µg/m³ im Jahresmittel. Dieser „kritische Wert“ ist ein auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse festgelegter Wert, dessen Überschreitung unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann.

Deposition

Unter atmosphärischer Deposition werden die Stoffflüsse aus der Erdatmosphäre auf die Erdoberfläche verstanden, das heißt der Austrag und die Ablagerung von gelösten, partikelgebundenen oder gasförmigen Luftinhaltsstoffen auf Oberflächen biotischer oder abiotischer Systeme.

Die atmosphärische Deposition ist ein komplexer, aus vielen Einzelmechanismen bestehender Vorgang. Größere Partikel und Tropfen folgen der Schwerkraft und sedimentieren. Kleinere schwebende Partikel werden mit den Turbulenzen der Luftströmungen auf Oberflächen abgelagert. Gase werden an feuchten Oberflächen gelöst oder von trockenen Oberflächen adsorbiert.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift bereitet derzeit den Neubau der B 64/83n zwischen Brakel/Hembsen und Höxter vor. Für den Bauabschnitt bei Ottbergen wurden durch unser Büro Ausarbeitungen zu Luftschadstoffen (#63033, Lohmeyer, 2016 und 2017) durchgeführt. Derzeit liegen aktualisierte Planunterlagen und Verkehrsdaten vor. Für einen ausgewählten Lebensraumtyp im Nahbereich der B 64/83n zwischen Höxter und Godelheim war die Betrachtung der Änderung auf den Stickstoffeintrag erforderlich. Darauf aufbauend wurde die Aktualisierung für den gesamten Planabschnitt angesprochen.

Als Bezugsjahr für die Betrachtungen zum Schutz der Vegetation wurde entsprechend den Empfehlungen im BAST-Forschungsbericht „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ (BAST, 2013) und dem Stickstoffleitfaden „Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen – H PSE“ (FGSV, 2019) als Bezugsjahr das Jahr der Verkehrsprognose, hier 2030, angesetzt. Die Emissionsberechnung erfolgte auf der Grundlage der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019). Entsprechend den Empfehlungen in BAST (2013) wird für die Berechnung der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge das für die vorliegenden 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. Die Schadstoffkonzentrationen für NO_x und NH_3 wurden mit dem Verfahren PROKAS/LASAT flächenhaft für das Untersuchungsgebiet berechnet sowie die verkehrsbedingten Stickstoffeinträge (N-Depositionen) unter Berücksichtigung der Entnahme des Stickstoffes aus der Atmosphäre mittels landnutzungsabhängiger Depositionsgeschwindigkeiten ermittelt und für die Bereiche der FFH-Gebiete ausgewertet.

Ergebnisse

Im Prognosenullfall 2030 sind im FFH-Gebiet „Stadtwald Brakel“ überwiegend mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare NO_x -Immissionen bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, so auch im FFH-Gebiet „Kalkmagerrasen bei Ottbergen“. Im Prognosenullfall 2030 sind südöstlich von Godelheim im FFH-Gebiet „Nethe“ NO_x -Immissionen bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Im FFH-Gebiet „Grundlose-Taubenborn“, das nördlich von Godelheim in Teilbereichen

bis nahe an die bestehende B 64 heranreicht, sind im Prognosenullfall NO_x -Immissionen bis über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in dem westlich daran angrenzenden FFH-Gebiet „Buchenwälder der Weserhänge“ bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im FFH-Gebiet „Wälder um Beverungen“ sind NO_x -Gesamtbelastungen bis $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Im Planfall 2030 sind im FFH-Gebiet „Stadtwald Brakel“ mit dem Prognosenullfall vergleichbare NO_x -Immissionen bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, so auch im FFH-Gebiet „Kalkmagerrasen bei Ottbergen“. Im Querungsbereich der geplanten B 83n mit dem FFH-Gebiet „Nethe“ sind NO_x -Immissionen bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in der südwestlich der B 83n gelegenen LRT-Fläche bis $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. In den zur bestehenden B 83 nächstgelegenen FFH-Flächen sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall reduzierte NO_x -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im FFH-Gebiet „Grundlose-Taubenborn“, das nördlich von Godelheim von der geplanten B 64 tangiert wird, sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall Zunahmen der NO_x -Immissionen auf Jahresmittelwerte bis $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. In den zur B 64 nächstgelegenen Randbereichen des FFH-Gebietes „Buchenwälder der Weserhänge“ sind NO_x -Immissionen bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im FFH-Gebiet „Wälder um Beverungen“ sind NO_x -Gesamtbelastungen bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Die berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag führen im Prognosenullfall in den westlich von Ottbergen und südlich der B 64 gelegenen Flächen des FFH-Gebietes „Nethe“ zu Stickstoffeinträgen über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und vereinzelt bis $3.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$. In den FFH-Gebieten „Stadtwald Brakel“ und „Kalkmagerrasen bei Ottbergen“ sind Stickstoffeinträge unter $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ prognostiziert. In dem zur B 64 nächstgelegenen FFH-Gebiet „Grundlose-Taubenborn“ sind Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und teilweise über $5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet. In dem daran angrenzenden FFH-Gebiet „Buchenwälder der Weserhänge“ sind Stickstoffeinträge bis $3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ prognostiziert. In den zur B 83 nächstgelegenen Flächen des FFH-Gebietes „Nethe“ sind bis in einen Abstand von ca. 90 m zur Straße verkehrsbedingte Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und teilweise bis $4 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und in den zur L 837 nächstgelegenen FFH-Flächen bis $3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. In den gegenüber Stickstoffeintrag empfindlichen LRT-Flächen der betrachteten FFH-Gebiete sind im Prognosenullfall aufgrund ihrer Entfernung zu einer der Straßen überwiegend geringere Stickstoffeinträge berechnet. Nur in den zur B 64 nächstgelegenen LRT-Flächen des FFH-Gebietes „Buchenwälder der Weserhänge“ sind Stickstoffeinträge bis $3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet.

Im Planfall 2030 sind in den westlich von Ottbergen und südlich der B 64 gelegenen Flächen des FFH-Gebietes „Nethe“ gegenüber dem Prognosenullfall reduzierte verkehrsbedingte

Stickstoffeinträge berechnet, wobei südlich der B 64 Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und vereinzelt bis $2 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ prognostiziert sind. Im Planfall sind im FFH-Gebiet „Grundlose-Taubenborn“ gegenüber dem Prognosenullfall Zunahmen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge berechnet, wobei bis in einen Abstand von 270 m zur geplanten Trasse verkehrsbedingte Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und nahe der Straße über $5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet sind. In den zur B 64 nächstgelegenen Randbereichen des FFH-Gebietes „Buchenwälder der Weserhänge“ sind im Planfall Stickstoffeinträge vereinzelt bis $4.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ prognostiziert. An der geplanten B 83n sind im FFH-Gebiet „Nethe“ bis in einen Abstand von ca. 130 m zur Straße Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und an der Straße über $5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. In den LRT-Flächen sind im Planfall überwiegend mit dem Prognosenullfall vergleichbare Stickstoffeinträge berechnet. Nur in den zur geplanten B 64 nächstgelegenen Randbereichen der dortigen LRT-Flächen und in den zur geplanten B 83n nächstgelegenen LRT-Flächen sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall erhöhte verkehrsbedingte Stickstoffeinträge über $5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet.

In den FFH-Gebieten „Grundlose-Taubenborn“ und „Buchenwälder der Weserhänge“ sind an der B 64n Zunahmen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge berechnet; für den gegenüber Stickstoffeintrag empfindlichen Lebensraumtyp 9130 (Waldmeister-Buchenwald) des FFH-Gebietes „Buchenwälder der Weserhänge“ sind in einem kleinen Teilbereich um etwas mehr als $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ erhöhte Stickstoffeinträge berechnet.

2 AUFGABENSTELLUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift bereitet derzeit den Neubau der B 64/83n zwischen Brakel/Hembsen und Höxter vor. Der geplante Abschnitt der B 64n ist ca. 13 km lang und in drei Bauabschnitte gegliedert. Dafür wurden durch unser Büro Ausarbeitungen zu Luftschadstoffen (#63033, Lohmeyer, 2016 und 2017) durchgeführt. Derzeit liegen aktualisierte Planunterlagen und Verkehrsdaten vor. Dementsprechend sind die Aussagen zu den verkehrsbedingten Stickstoffeinträgen in FFH-Gebiete zu aktualisieren.

Im Bereich des Untersuchungsgebietes bestehen mehrere FFH-Gebiete mit gegenüber Stickstoffeintrag empfindlichen Lebensraumtypen, für die Aussagen zu den verkehrsbedingten Stickstoffeinträgen zu erstellen sind. Für diese Planungen wurde Ende 2015 ein entsprechendes Fachgutachten „Berechnung des verkehrsbedingten Stickstoffeintrages in FFH-Gebiete zum Neubau der B 64/83n zwischen Brakel/Hembsen und Höxter“ (Lohmeyer, 2015) vorgelegt.

Mit der aktualisierten Emissionsdatenbank für den Kfz-Verkehr (HBEFA4.1) und der aktualisierten Verkehrsprognose 2030 ist eine Anpassung des Fachgutachtens in Form einer Überprüfung für einen ausgewählten Lebensraumtyp im Nahbereich der B 64/83n zwischen Höxter und Godelheim erforderlich. Darauf aufbauend wurde die Aktualisierung für den gesamten Planabschnitt angesprochen.

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 den auch Messwerte vorliegen, die eine Einstufung der modellierten Immissionen ermöglichen. Für die Betrachtungen der FFH-Gebiete werden neben der Betrachtung der straßenverkehrsbedingten NO_x -Emissionen und -Immissionen für die Ermittlung des Stickstoffeintrags (N-Deposition) in den Boden in empfindlichen Vegetationsbereichen (z.B. Lebensraumtypen) zusätzlich verkehrsbedingte Ammoniakemissionen (NH_3) betrachtet. Seit Mai 2019 liegt der Stickstoffleitfaden „Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen – H PSE“ vor (FGSV, 2019), der die Berücksichtigung des verkehrsbedingten Stickstoffeintrags in Planungsverfahren beschreibt. Der Leitfaden enthält u. a. Ergebnisse des BAST-Forschungsbericht „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ (BAST, 2013).

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 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel angeführt. Die Anwendung dieses kritischen Wertes zum Schutz der Vegetation ist nach der 39. BImSchV für Bereiche vorbehalten, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptverkehrsstraßen mit einem DTV über 50 000 Kfz/24h entfernt sind. Daneben gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründete Zielwerte für Stickstoffeinträge zum Schutz von Vegetationseinheiten darstellen.

Für die Ermittlung des Stickstoffeintrags (N-Deposition) in empfindliche FFH-Bereiche werden neben den Stickstoffoxiden zusätzlich verkehrsbedingte Emissionen von Ammoniak (NH_3) betrachtet.

3.2 Berechnungsverfahren

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 Emissions-, Ausbreitungs- und Depositionsrechnung wird unter Berücksichtigung der „Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen – H PSE“ (FGSV, 2019) an den aktuellen Stand der Technik angepasst. Die H PSE enthalten u. a. die Ergebnisse des Forschungsberichtes der BAST (2013) „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotop“.

Zur Ermittlung der Immissionen und Depositionen werden zunächst auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen für das zu betrachtenden Bezugsjahr ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) bestimmt. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachtenden Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Längsneigungseinflüssen mit dem Modell PROKAS berechnet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht dem Stand der Technik. Sie basiert auf der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7 (2003)).

Mithilfe von Ausbreitungsrechnungen werden die durch diese Emissionen verursachten Luftschadstoffkonzentrationen der Schadstoffe und deren Depositionen in den Boden flächenhaft im Untersuchungsgebiet ermittelt; dabei erfolgt die Bestimmungen der Stickstoffdepositionen auf Grundlage der sogenannten Reduktionsmethode. Die Schadstoffausbreitung wird mit dem Modell LASAT unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik) und der zeitlichen Variation der Emissionen unter Berücksichtigung geländefolgender Windfelder durchgeführt. Das verwendete Ausbreitungsmodell ist in der Lage, sämtliche im Recheng-

biet liegenden Straßenabschnitte gleichzeitig mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen. Bei der Modellierung der Schadstofffreisetzungen in LASAT wird die fahrzeugerzeugte Turbulenz mit einer Parametrisierung nach Bäumer (2003) und Stern und Yamartino (2001) in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen und den Fahrgeschwindigkeiten berücksichtigt.

Für die Betrachtung der NO_x -Immissionen wird der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentration (Zusatzbelastung), verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

Zudem werden die durch den Straßenverkehr verursachten NO_x - und NH_3 -Depositionen ermittelt. Für die Aussagen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge in die FFH-Gebiete werden die Ergebnisse 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 (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 Wiesen von 1.5 cm/s angegeben.

Für die Ausbreitungsrechnungen wurden die in **Tab. 3.2** angegebenen Depositionsgeschwindigkeiten für die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Landbedeckungsklassen Wald und Wiesen angesetzt. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

	NO	NO₂	NH₃
Depositionsgeschwindigkeit in cm/s Wiese	0.05	0.3	1.5
Depositionsgeschwindigkeit in cm/s Wald	0.05	0.3	2.0

Tab. 3.2: 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.

Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten Übersichtskarten, Planungsdaten und Verkehrsdaten zur Verfügung gestellt. Weiter wurden für das Untersuchungsgebiet Daten des Digitalen Geländemodells sowie des Digitalen Basis-Landschaftsmodell übergeben.

Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung.

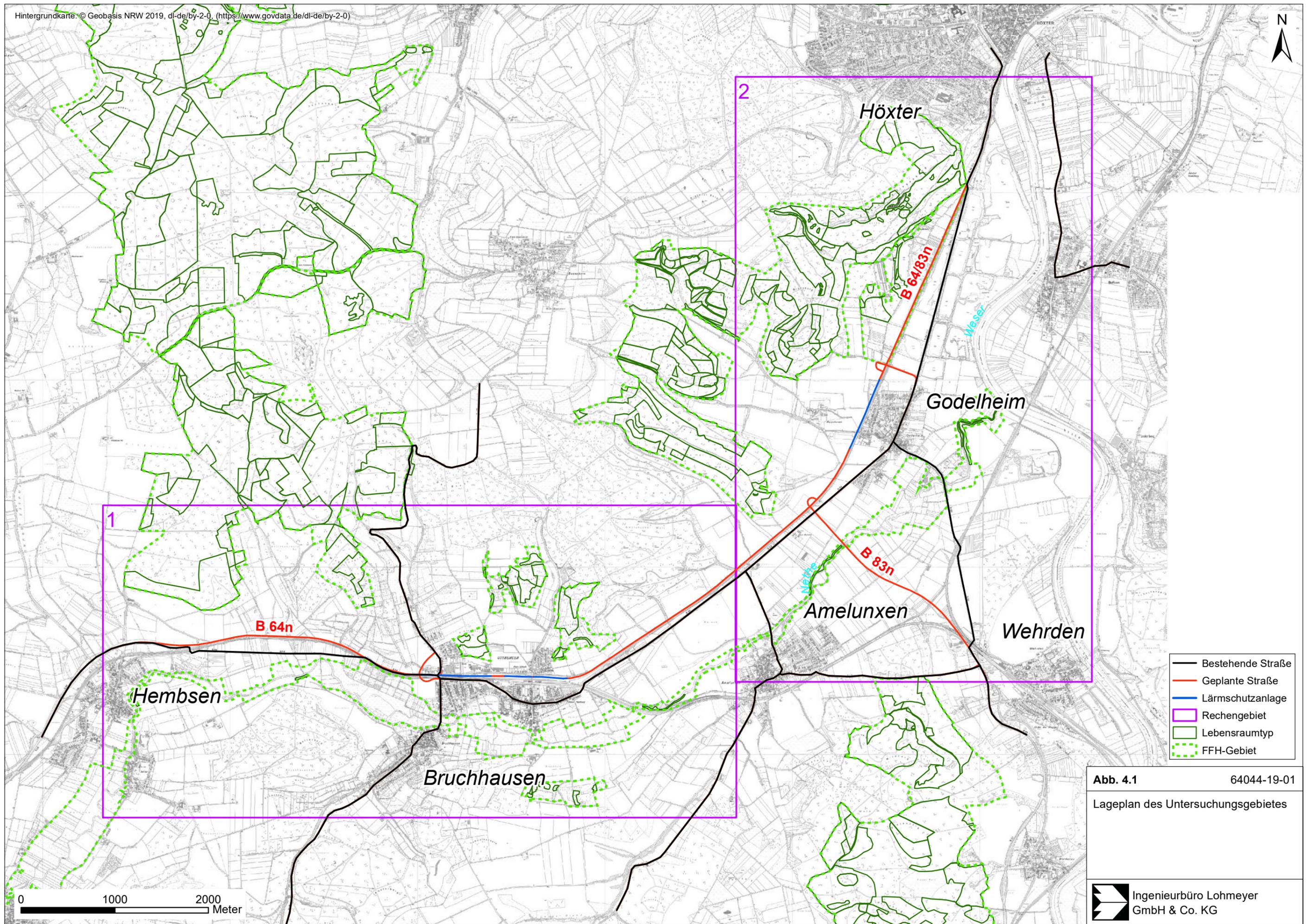
Die hier beschriebenen Berechnungen wurden für die Planerörterung im November 2019 durchgeführt, informativ als Konzept mit Ergebnisdarstellungen zusammengestellt und als Abschluss mit dem vorliegenden Bericht übergeben.

4.1 Lagedaten

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Weserbergland südlich der Stadt Höxter und wird durch die Flusstäler der Weser mit einer süd-nördlichen Orientierung und der Nethe mit einer west-östlichen Orientierung geprägt. Das Gelände im Untersuchungsgebiet mit den Tallagen von Weser und Nethe weist relevante Höhenunterschiede auf, wobei die umliegenden Höhenzüge die Talsohle zum Teil um mehr als 200 m überragen.

Die bestehende B 64 folgt im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes dem Flusslauf der Nethe in West-Ost-Orientierung und durchquert dabei das Ortszentrum von Ottbergen. Östlich von Ottbergen knickt die B 64 nach Nordosten in Richtung Höxter ab und durchquert dabei den Ortsbereich von Godelheim. Im südlichen Bereich der Ortsdurchfahrt von Godelheim mündet die von Südosten kommende B 83 in die B 64. Die B 64 quert in ihrem Streckenverlauf zum Teil planfrei, im Außerortsbereich westlich von Ottbergen sowie im Innerortsbereich von Ottbergen plangleich bestehende Bahnübergänge. Nördlich von Godelheim quert die B 64 plangleich einen weiteren Bahnübergang.

Die Lage des Untersuchungsgebietes mit dem umliegenden Straßennetz und den FFH-Gebieten ist in **Abb. 4.1** dargestellt.



-  Bestehende Straße
-  Geplante Straße
-  Lärmschutzanlage
-  Rechengebiet
-  Lebensraumtyp
-  FFH-Gebiet

Abb. 4.1 64044-19-01

Lageplan des Untersuchungsgebietes

Die Baustrecke der geplanten B 64 (Bauabschnitte 1 bis 3) ist 12.58 km lang, wobei der Lückenschluss 3-streifig mit einem sogenannten 2+1-Querschnitt als Trassenbündelung mit der Bahnstrecke 2974 Langeland – Holzminden auf der nord-westlichen Seite der Bahnstrecke erfolgen soll. Die Länge der Baustrecke im Zuge der B 83n ist 2.86 km lang und erfolgt 2-streifig. Durch den Neubau der B 64 und der B 83n werden die o.g. Bahnübergänge beseitigt und die Ortsdurchfahrten von Ottbergen und Godelheim verkehrlich entlastet. Bei Ottbergen und Godelheim sind Lärmschutzwände mit Höhen bis 6 m über Gradienten vorgesehen, die zur Orientierung in **Abb. 4.1** blau eingetragen sind.

Die von Süden kommende B 83n wird südlich von Godelheim an die B 64n angeschlossen und ist von dort bis Wehrden ebenfalls als Neubau geplant. Die von den Bundesstraßen abzweigenden Straßen weisen bedingt durch das Relief überwiegend deutliche Längsneigungen auf.

Folgende Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Prognosenullfall:** Bestehendes Straßennetz im Untersuchungsgebiet mit Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030
- **Planfall:** Bestehendes Straßennetz mit geplanter B 64 und neuem Anschluss an die B 83 zwischen Amelunxen und Godelheim für das Prognosejahr 2030

Die bestehenden und geplanten Brückenlagen sowie die geplanten Lärmschutzbauten werden in den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigt.

Die in diesem Gutachten betrachteten FFH-Flächen sind in **Abb. 4.1** grün gestrichelt dargestellt. Gegenüber Stickstoffeintrag empfindliche Lebensraumtypen (LRT) sind grün eingetragen. Folgende FFH-Gebiete werden in den Ausarbeitungen betrachtet:

- DE-4221-301 Stadtwald Brakel
- DE-4221-302 Kalkmagerrasen bei Ottbergen
- DE-4222-301 Buchenwälder der Weserhänge
- DE-4222-302 Grundlose-Taubenborn
- DE-4320-305 Nethe
- DE-4322-304 Wälder um Beverungen

Folgende Lebensraumtypen innerhalb der FFH-Gebiete sind entsprechend den Angaben des Auftraggebers detailliert zu betrachten (EU-Code):

- 5130 Formationen von *Juniperus communis* auf Kalkheiden und -rasen

- 6210 Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia)
- 9130 Waldmeister-Buchenwald (Asperulo-Fagetum)
- 9150 Mitteleuropäischer Orchideen-Kalk-Buchenwald (Cephalanthero-Fagion)
- 9180 Schlucht- und Hangmischwälder Tilio-Acerion
- 8160 Kalkhaltige Schutthalden der collinen bis montanen Stufe Mitteleuropas
- 8210 Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation
- 91E0 Auenwälder mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, *Alnion incanae*, *Salicion albae*), zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens nicht als empfindlich gegenüber Stickstoffeintrag ausgewiesen

Das FFH-Gebiet „Nethe“ (DE-4320-305) erstreckt sich entlang des Flusslaufs der Nethe bis zur Mündung der Nethe in die Weser östlich von Godelheim. Dieses Schutzgebiet wird in Teilbereichen durch bestehende Straßen und geplante Streckenabschnitte gequert.

Das FFH-Gebiet „Grundlose-Taubenborn“ (DE-4222-302) befindet sich in Tallage nördlich von Godelheim. Die geplante Trasse B 64/83n verläuft im Planfall auf der östlichen Grenze des FFH-Gebietes.

Das FFH-Gebiet „Buchenwälder der Weserhänge“ (DE-4222-301) und „Wälder um Beverungen“ (DE-4322-304) liegen größtenteils in Hanglage der umliegenden Höhenzüge, wobei das FFH-Gebiet „Buchenwälder der Weserhänge“ mit den nordöstlichen Randbereichen bis an die B 64 heranreicht; die übrigen FFH-Gebiete weisen größere Abstände von mehr als 100 m zur B 64/83n auf.

Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen, die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung.

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit der "Verkehrsuntersuchung zum Neubau der B 64 von Brakel/Hembsen bis Höxter/Ottbergen (TA 1a) " (SSP Consult, 2019) zur Verfügung gestellt. Das sind für das Betrachtungsgebiet mit direkter Umgebung Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) und der LKW-(SV)-Fahrten. Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle in **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** aufgezeigt.

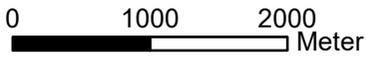
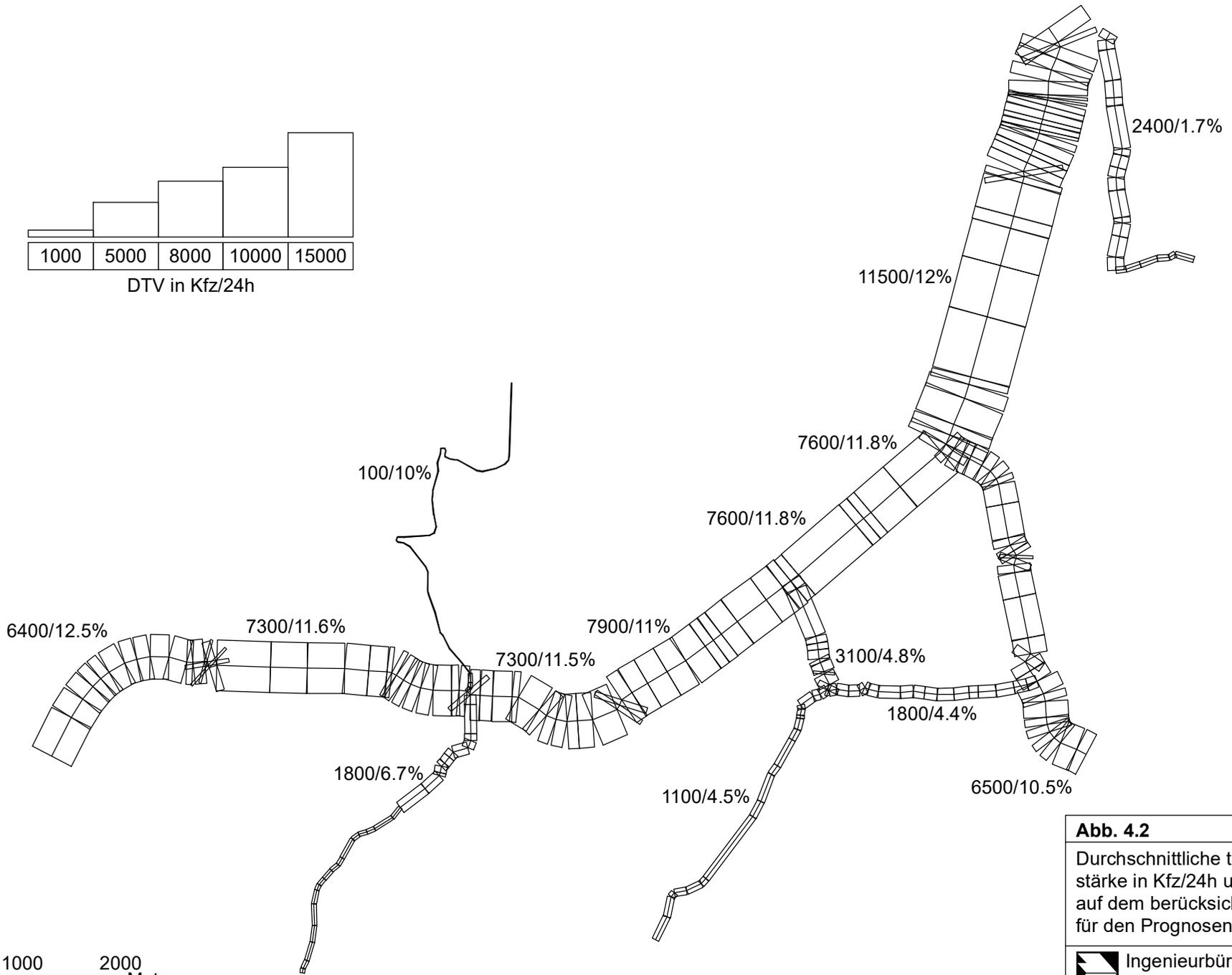
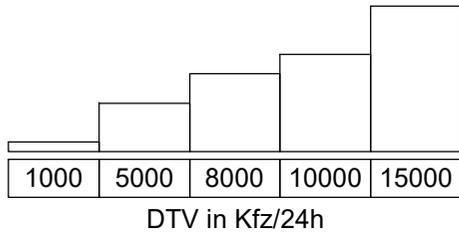


Abb. 4.2 64044-19-01
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Prognosefall 2025
Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

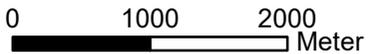
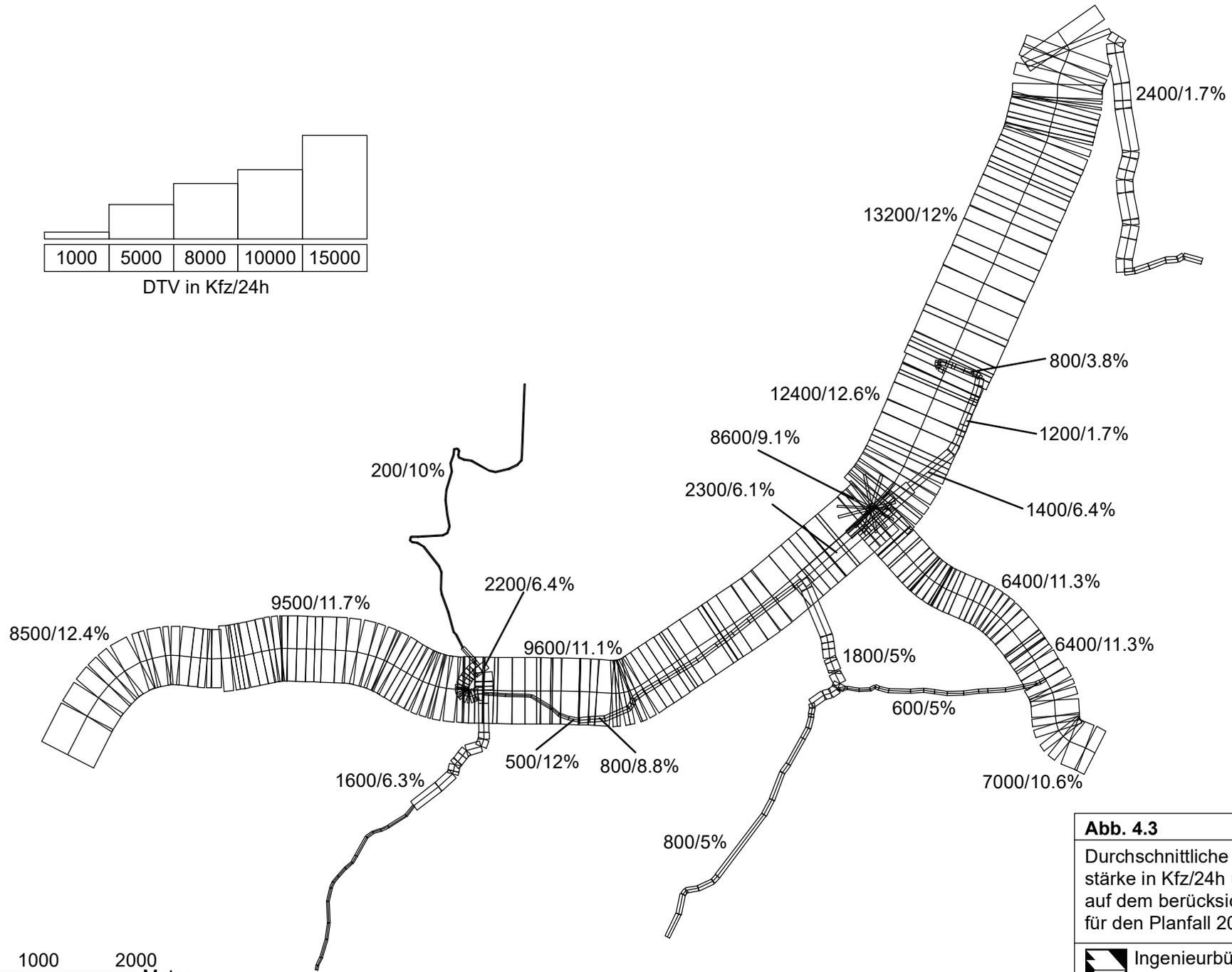
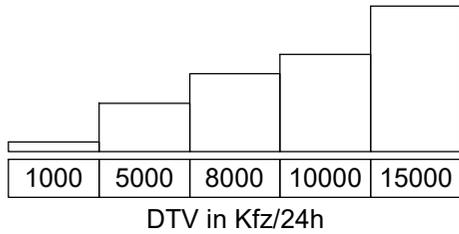


Abb. 4.3 64044-19-01
 Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall 2025
 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen Angaben über die Verteilung auf die Wochentage benötigt, die den Angaben der o.g. Verkehrsuntersuchung, dass der DTV 92.4% und die mittleren SV-Fahrten 80% des Werktagsverkehrs betragen, entnommen sind.

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.

In der Umgebung des Untersuchungsgebietes finden Winddatenerfassungen durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) an der Station Lügde-Paenbruch statt. Sie befindet sich ca. 11 km nördlich des Plangebietes.

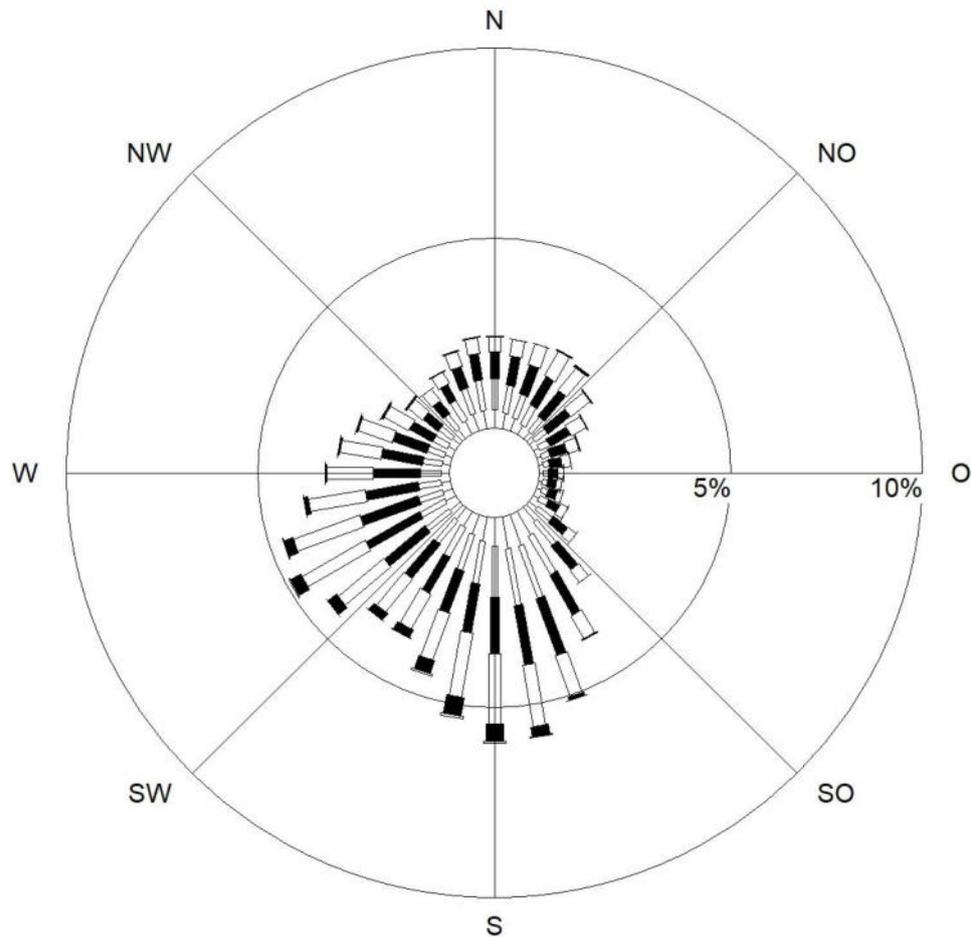
Der Standort der Anlage ist weiträumig von Freiland, vorrangig Acker, umgeben und befindet sich in leichter Sattelage im Weserbergland. Das Gelände am Messort hat eine Höhe von ca. 260 m ü. NN. Die gemessenen Winddaten erfassen dort die regionalen Windanströmungsverhältnisse.

In **Abb. 4.4** ist die Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der Station Lügde-Paenbruch für die Jahre 2009 bis 2018 dargestellt. Die Windrichtungsverteilung wird von Winden aus südlichen bis westlichen Richtungen geprägt, für welche auch die höchsten Windgeschwindigkeiten zu beobachten sind. Winde aus nördlich bis nordöstlichen Richtungen bilden ein zweites Maximum. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in Messhöhe ca. 3.3 m/s.

Ergänzend wurden für den Standort der Klimamessstation Boffzen des DWD Häufigkeitsverteilungen der erfassten Windrichtungen der Jahre 1992 bis 1996 übergeben. Dort werden entsprechend der Lage der Station im Tal der Weser als Hauptwindrichtungen südwestliche Winde erfasst und gegenüber den Messdaten der Kuppenlage geringere mittlere Windgeschwindigkeiten.

Für die Ausbreitungsrechnungen im Betrachtungsgebiet wird die Ausbreitungsklassenstatistik von Lügde-Paenbruch unter Berücksichtigung der Rauigkeit im Untersuchungsgebiet angewendet und für die Anströmungsverhältnisse in Kuppenlagen vorgegeben.

Windverteilung in Prozent



Station	: L_P_09x18	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10.0 m	I	▬	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 3.3 m/s	II	▬	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1	▬	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2	▬	7.0 bis 10 m/s
		IV	▬	größer 10 m/s
		V	▬	

Abb. 4.4: Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der Station Lügde-Paenbruch für die Jahre 2009 bis 2018 (Quelle: DWD)

Das diagnostische Windfeldmodell des eingesetzten Ausbreitungsmodells LASAT berechnet für das gesamte Untersuchungsgebiet die durch Topografie und Landnutzung geprägte örtliche Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung. Hierfür werden für 36 Windrichtungen die Windfelder einzeln berechnet, wobei die Anströmrichtung am Rand des Untersuchungsgebiets jeweils um 10 Grad variiert wird. Die Einflüsse der Hangwinde werden ebenfalls bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigt. Die verwendete Ausbreitungs-klassenstatistik repräsentiert in dieser Vorgehensweise die Referenz für die großräumigen Windverhältnisse, die dann mit den berechneten örtlichen Windfeldern im Untersuchungsgebiet gekoppelt werden. Somit liegen für das Untersuchungsgebiet flächendeckend die Informationen zu den lokalen Windverhältnissen vor.

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft

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

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) betreibt das Landesmessnetz Nordrhein-Westfalen. In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LANUV NRW, 2010-2019). Zusätzlich wurden auch Stationen aus den benachbarten Bundesländern Niedersachsen und Hessen (ZUS LLG, 2010-2019; HLOG, 2010-2019) herangezogen. Die vorliegenden Daten, dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen, sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt.

Die Station Solling-Süd stellt die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegene Station dar. Sie ist in einem ländlich geprägten Gebiet ca. 15 km östlich gelegen. Die Hintergrundstation Bad Arolsen befindet sich ca. 43 km südwestlich zum Betrachtungsgebiet. Die Station Weserbergland mit vorstädtischer Prägung ist ca. 53 km nordnordwestlich gelegen. Die städtische Hintergrundstation Kassel-Mitte sowie die Verkehrsstation Kassel-Fünffenster-Str. befinden sich ca. 46 km südsüdöstlich. Die Station Göttingen mit einer vorstädtischen Charakteristik liegt in einer Entfernung von ca. 46 km in ostsüdöstlicher Richtung zum Untersuchungsgebiet.

biet. Die verkehrsbeeinflussten Stationen in Paderborn (Bahnhofstr. und Friedrichstr.) befinden sich ca. 41 km westlich des Untersuchungsgebietes. Dort werden diskontinuierliche NO₂-Messungen mit Passivsammlern durchgeführt. Daneben wurde in Paderborn „Am Rothoborn“ eine städtische NO₂-Hintergrundbelastung für ca. 1 Jahr betrieben. Der abgeleitete NO₂-Jahresmittelwert für 2009 beträgt dort 22 µg/m³. Der Luftreinhalteplan (LRP) von Paderborn (BRDT, 2011) ist 2011 in Kraft getreten und enthält u. a. Angaben zur Hintergrundbelastung für die Jahre 2006 und 2010. Für 2006 wurde im LRP aus Messdaten ein mittleres, regionales NO₂-Hintergrundniveau von 21 µg/m³ und für PM10 von 22 µg/m³ abgeleitet und benannt. Für das Jahr 2010 wurden aus den Prognosen für die Schadstoffe NO₂ 18 µg/m³, für NO_x ca. 29 µg/m³ und für PM10 20 µg/m³ abgeleitet und angegeben.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Solling-Süd	Bad Arolsen	Weserbergland	Kassel-Mitte	Kassel-Fünfenster-Str.	Göttingen	Paderb. Bahnhofstr.	Paderb. Friedrichstr.
NO ₂ Jahresmittel	2009	-	11	15	26	53	16	57	55
	2010	9	10	14	25	51	16	56	56
	2011	9	10	14	24	51	16	53	54
	2012	10	10	14	25	51	16	53	56
	2013	10	11	16	24	45	17	52	51
	2014	9	9	15	22	46	15	50	50
	2015	9	9	14	22	42	17	47	50
	2016	9	9	15	22	43	16	50	48
	2017	8	9	14	21	39	16	44	46
	2018	9	9	14	22	40	15	45	43
NO _x Jahresmittel	2009	-	13	19	41	125	22	-	-
	2010	10	12	19	38	120	21	-	-
	2011	9	12	19	38	128	22	-	-
	2012	11	11	18	37	126	20	-	-
	2013	10	13	20	37	106	21	-	-
	2014	10	12	19	36	113	20	-	-
	2015	10	12	19	35	99	21	-	-
	2016	10	11	20	34	105	21	-	-
	2017	9	10	17	30	96	20	-	-
	2018	9	10	18	31	87	19	-	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LANUV NRW, 2010-2019; ZUS LLG, 2010-2019; HLUg, 2010-2019)

Die Lageverhältnisse des Untersuchungsgebietes mit der Tallage und den darin befindlichen Siedlungsbereichen erlauben keine direkte Zuordnung der Verhältnisse von einer der Messorte. Aus den Daten der Stationen in Siedlungsbereichen und der Passivsammlermessung in Paderborn von 2009 wird eine NO_2 -Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet mit $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Da die NO_2 -Messwerte der Hintergrundstationen in den letzten Jahren leicht abnehmen, wird die örtliche NO_2 -Hintergrundbelastung mit $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzt.

In Orientierung an Angaben von Romberg et al. (1996) wird für das Untersuchungsgebiet aus der angesetzten NO_2 -Hintergrundbelastung eine NO_x -Hintergrundbelastung von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet, die gut mit den Angaben des LRP Paderborn übereinstimmt, gegenüber den in **Tab. 4.1** aufgeführten NO_x -Messwerten der dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen jedoch etwas höher ist.

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. 13%. 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.

Auf Grundlage der in **Tab. 4.1** aufgeführten Messdaten und den Angaben im Luftreinhalteplan Paderborn werden für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet die Werte der **Tab. 4.2** angesetzt.

Schadstoff	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO_2	19
NO_x	29

Tab. 4.1: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2018/2030

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 Ammoniakemissionen (NH₃) 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 (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

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 4.1 (UBA, 2019) berechnet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugarten PKW, INfz, LKW und Busse im Wesentlichen ab von:

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

- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

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

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

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

AO-Fern100: Außerörtliche Fernstraße, Tempolimit 100 km/h

AO-HVS100: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h

AO-HVSk100: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, kurvig

AO-Fern70: Außerörtliche Fernstraße, Tempolimit 70 km/h

AO-Fern70d: Außerörtliche Fernstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr

AO-HVS70: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h

AO-HVS70d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr

AO-HVSk70: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, kurvig

IO-HVS50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h

IO-HVS50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

IO-HVS50g: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr

IO-HVSk50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, kurvig

IO-HVSk50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr, kurvig

Im Bestand kreuzt die B 64/83 an drei Stellen im Untersuchungsgebiet plangleich bestehende Bahngleise. Die Bahnübergänge sind mit Schranken geregelt. Dort sind bei Bahnbetrieb Kfz-Fahrten mit zusätzlichen Halten verbunden, die nicht in der Verkehrssituation des HBEFA enthalten sind. Dementsprechend wurden für die Bahnübergänge mit der Auswertung der Personenfahrpläne die mittleren stündlichen Schließungszeiten abgeleitet. Diese wurden anteilig den entsprechenden Verkehrszuständen durch Stauanteile hinzugefügt. Im Planfall entfallen diese Bahnübergänge bzw. werden durch Überführungen ersetzt.

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren

des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet, in dem eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Euro-6-Diesel-PKW sowie der Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW berücksichtigt sind. Diese relativen Korrekturen und Anpassungen werden hier auch auf die leichten Nutzfahrzeuge angewendet und berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet die im HBEFA genannten mittlere deutsche Temperaturverhältnisse von ca. 9°C, die etwas niedriger sind gegenüber der mittleren Lufttemperatur im Zeitraum 2009 bis 2018 (Quelle DWD) an der Station Lüdge-Paenbruch mit einer mittleren Lufttemperatur von 9.1°C.

Tab. 5.1 gibt einen Überblick über die zu diesen Verkehrssituationen gehörenden Emissionsfaktoren für NO_x und NH₃, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Steigungs- und Gefällestrecken sowie Gegenverkehrsstrecken mit Steigung. Steigungsstrecken werden gekennzeichnet durch vorangestelltes „+“-Zeichen, Gefällestrecken durch „-“-Zeichen und Gegenverkehrsstrecken durch „_“-Zeichen.

Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt.

Für die Betrachtungen zum Schutz der Vegetation wird entsprechend den H PSE (FGSV, 2019) für die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen als Bezugsjahr das Jahr der Verkehrsprognose (hier 2030) angesetzt.

5.2.2 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x und NH₃ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen dargestellt.

Tab. 5.2 zeigt exemplarisch für einen Streckenabschnitt der B 64 zwischen Godelheim und Höxter die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für den Prognosenußfall und den Planfall 2030.

Entsprechend der Aufgabenstellung ist das Bezugsjahr 2030 als das Jahr der frühestmöglichen Fertigstellung und Inbetriebnahme der geplanten Straßenabschnitte zu betrachten.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren 2030			
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW) in km/h	NO _x je Kfz in g/km		NO ₂ direkt je Kfz in g/km	
		LV	SV	LV	SV
AO-Fern100	96.4	0.097	0.689	0.0160	0.0125
AO-Fern100_2	96.4	0.109	1.026	0.0160	0.0125
AO-Fern70	70.9	0.094	0.819	0.0096	0.0124
AO-Fern70_2	70.9	0.103	1.147	0.0096	0.0124
AO-Fern70d	60.0	0.097	0.973	0.0096	0.0124
AO-Fern70d_2	60.0	0.103	1.108	0.0096	0.0124
AO-HVS100	94.0	0.116	0.755	0.0160	0.0125
AO-HVS100_2	94.0	0.127	0.993	0.0160	0.0125
AO-HVS100_4	94.0	0.160	0.705	0.0160	0.0125
AO-HVS100_6	94.0	0.211	0.659	0.0160	0.0125
AO-HVS70	67.0	0.085	0.915	0.0096	0.0124
AO-HVS70_2	67.0	0.092	1.146	0.0096	0.0124
AO-HVS70_4	67.0	0.112	0.791	0.0096	0.0124
AO-HVS70d	53.8	0.110	1.349	0.0096	0.0124
AO-HVS70d_2	53.8	0.116	1.580	0.0096	0.0124
AO-HVS70d_4	53.8	0.134	1.178	0.0096	0.0124
AO-HVSk100	85.0	0.124	0.909	0.0096	0.0124
AO-HVSk100_4	85.0	0.171	0.839	0.0096	0.0124
AO-HVSk100_6	85.0	0.221	0.767	0.0096	0.0124
AO-HVSk70_2	60.2	0.099	1.653	0.0096	0.0124
AO-HVSk70_4	60.2	0.120	1.212	0.0096	0.0124
AO-HVSk70_6	60.2	0.153	1.016	0.0096	0.0124
IO-HVS50	49.0	0.107	1.275	0.0092	0.0119
IO-HVS50_2	49.0	0.112	1.217	0.0092	0.0119
IO-HVS50_4	49.0	0.126	0.893	0.0092	0.0119
IO-HVS50_6	49.0	0.152	0.812	0.0092	0.0119
IO-HVS50d	39.6	0.133	1.884	0.0092	0.0119
IO-HVS50d_2	39.6	0.136	1.728	0.0092	0.0119
IO-HVS50d_4	39.6	0.151	1.286	0.0092	0.0119
IO-HVS50d_6	39.6	0.180	1.162	0.0092	0.0119
IO-HVS50g	24.9	0.185	3.695	0.0123	0.0163
IO-HVSk50	43.1	0.128	2.376	0.0092	0.0119
IO-HVSk50_2	43.1	0.133	2.412	0.0092	0.0119
IO-HVSk50_4	43.1	0.148	1.933	0.0092	0.0119
IO-HVSk50d	34.4	0.159	3.049	0.0123	0.0163
IO-HVSk50d_2	34.4	0.165	2.638	0.0123	0.0163
IO-HVSk50d_4	34.4	0.180	2.222	0.0123	0.0163

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



Verkehrssituation

- AO-HVS100
- AO-Fern100
- AO-Fern70
- AO-Fern70d
- AO-HVS70
- AO-HVSk100
- IO-HVS50
- IO-HVS50d
- IO-HVS50g
- IO-HVSk50
- IO-HVSk50d

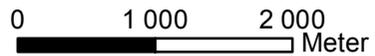


Abb. 5.1	64044-19-01
Verkehrssituation auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Variante	DTV in Kfz/24 h	LKW-(SV)-Anteil in %	Verkehrssituation	NO _x in mg/(m s)	NH ₃ in mg/(m s)
Prognosenullfall	11 500	12	AO-HVS100	0.0264	0.00206
Planfall	13 200	12	AO-Fern100	0.0265	0.00237

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die B 64/83 für den Prognosenullfall und den Planfall im Jahr 2030

6 ERGEBNISSE

Für die Schadstoffausbreitungssimulation wird das Lagrangesche Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT verwendet (Anhang A1). Das Rechengebiet deckt eine Fläche von ca. 11 km x 8 km ab und wurde aufgrund der großen räumlichen Ausdehnung in zwei Rechengebiete unterteilt mit einer horizontalen Auflösung von 20 m x 20 m. Im Untersuchungsgebiet wurden für die betrachteten Untersuchungsfälle die verkehrsbedingten NO_x- und die NH₃-Immissionen in Bodennähe bestimmt sowie die verkehrsbedingten Stickstoffeinträge (N-Depositionen) unter Berücksichtigung der Entnahme des Stickstoffes aus der Atmosphäre mittels landnutzungsabhängiger Depositionsgeschwindigkeiten ermittelt und für die Bereiche der FFH-Gebiete ausgewertet. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet.

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. Der kritische Wert zum Schutz des Ökosystems bezieht sich auf die Gesamtbelastung. Die Anwendung dieses kritischen Wertes zum Schutz der Vegetation ist nach der 39. BImSchV für Bereiche vorbehalten, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind. Dieser kritische Wert wird unter Berücksichtigung der o.g. Randbedingungen im Untersuchungsgebiet bereits mit der angesetzten Hintergrundbelastung erreicht (vgl. **Tab. 4.2**). Im Folgenden wird für NO_x die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus der Überlagerung der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung (Kap. 4) und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes zusammensetzt.

Für die Betrachtungen zum Schutz der Vegetation wird entsprechend den Empfehlungen des BAST-Forschungsberichtes „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ (BAST, 2013), des H PSE (FGSV, 2019) und im Hinblick auf die Wirkung langfristiger Stickstoffeinträge das Bezugsjahr 2030 unter Berücksichtigung der Verkehrsprognose 2030 angesetzt.

Daneben gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründete Zielwerte für N-Depositionen zum Schutz von Vegetationseinheiten darstellen.

Die Ergebnisse werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen des verkehrsbedingten Stickstoffeintrags in Bereiche der FFH-Gebiete bzw. der Lebensraumtypen (LRT)

dargestellt. Die grafische Umsetzung erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

6.1 Stickstoffoxid-Immissionen (NO_x)

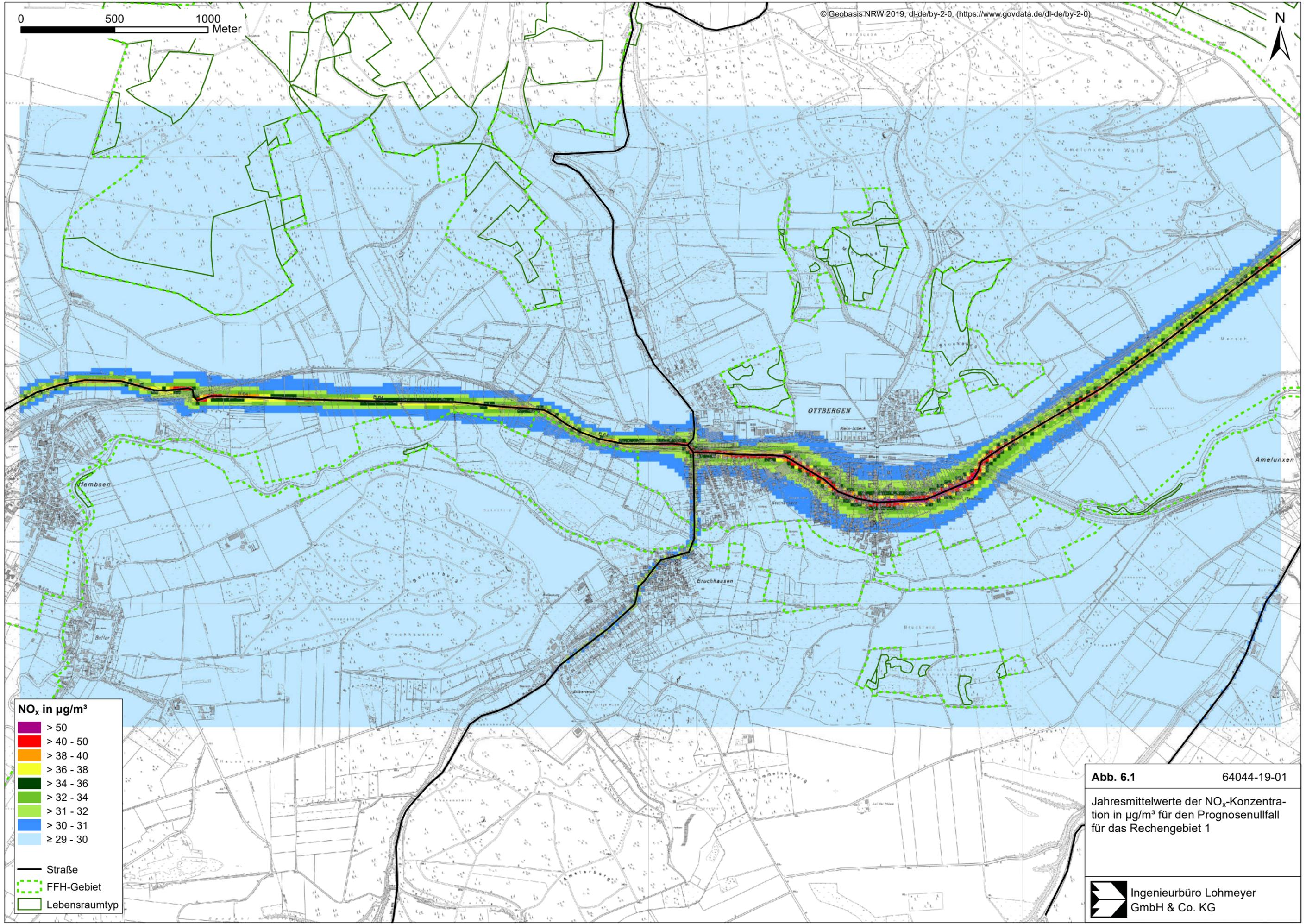
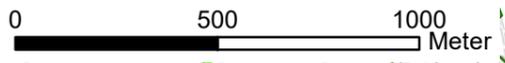
Die **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.4** zeigen die berechneten NO_x-Jahresmittelwerte der bodennahen Luftkonzentrationen (Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung (**Tab. 4.2**) und verkehrsbedingter Zusatzbelastung). Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes wurde die Darstellung in einen südlichen (siehe **Abb. 6.1** bzw. **Abb. 6.3**) und einen nördlichen Bereich (siehe **Abb. 6.2** bzw. **Abb. 6.4**) geteilt. Die FFH-Gebiete sind in den Darstellungen hellgrün und die Flächen mit gegenüber Stickstoffeintrag empfindlichen Lebensraumtypen (Kap. 4.1) dunkelgrün eingezeichnet.

Die **Abb. 6.1** und **Abb. 6.2** zeigen die im Prognosenullfall 2030 berechneten NO_x-Immissionen (Jahresmittelwerte). Die höchsten NO_x-Immissionen sind im Prognosenullfall entlang der bestehenden B 64 und B 83 berechnet mit NO_x-Jahresmittelwerten bis 50 µg/m³. Ab einem Abstand von ca. 180 m zur B 64 sind NO_x-Immissionen unter 30 µg/m³ prognostiziert.

Im FFH-Gebiet „Stadtwald Brakel“, das bis auf ca. 440 m an die bestehende B 64 heranreicht, sind im Prognosenullfall überwiegend mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare NO_x-Immissionen bis 30 µg/m³ berechnet, so auch im FFH-Gebiet „Kalkmagerasen bei Ottbergen“ (**Abb. 6.1**). Im FFH-Gebiet „Nethe“, das westlich von Ottbergen bis nahe an die B 64 heranreicht, sind im Prognosenullfall NO_x-Immissionen bis 36 µg/m³ ermittelt. In den in **Abb. 6.1** dunkelgrün umrandet dargestellten Bereichen der FFH-Gebiete mit gegenüber Stickstoffeintrag empfindlichen Lebensraumtypen (LRT) sind im Prognosenullfall mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare NO_x-Immissionen unter 30 µg/m³ berechnet.

Im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes (**Abb. 6.2**) wird das FFH-Gebiet „Nethe“ südöstlich von Godelheim von der B 83 durchquert; dort sind im FFH-Gebiet NO_x-Immissionen bis 38 µg/m³ prognostiziert. Im FFH-Gebiet „Grundlose-Taubenborn“, das nördlich von Godelheim in Teilbereichen bis nahe an die bestehende B 64 heranreicht, sind im Prognosenullfall NO_x-Immissionen bis über 40 µg/m³ und in dem westlich daran angrenzenden FFH-Gebiet „Buchenwälder der Weserhänge“ bis 38 µg/m³ berechnet. Im FFH-Gebiet „Wälder um Beverungen“ sind NO_x-Gesamtbelastungen bis 32 µg/m³ prognostiziert.

Die **Abb. 6.3** und **Abb. 6.4** zeigen die im Planfall 2030 berechneten NO_x-Immissionen. Im nördlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes sind entlang der geplanten B 83n und



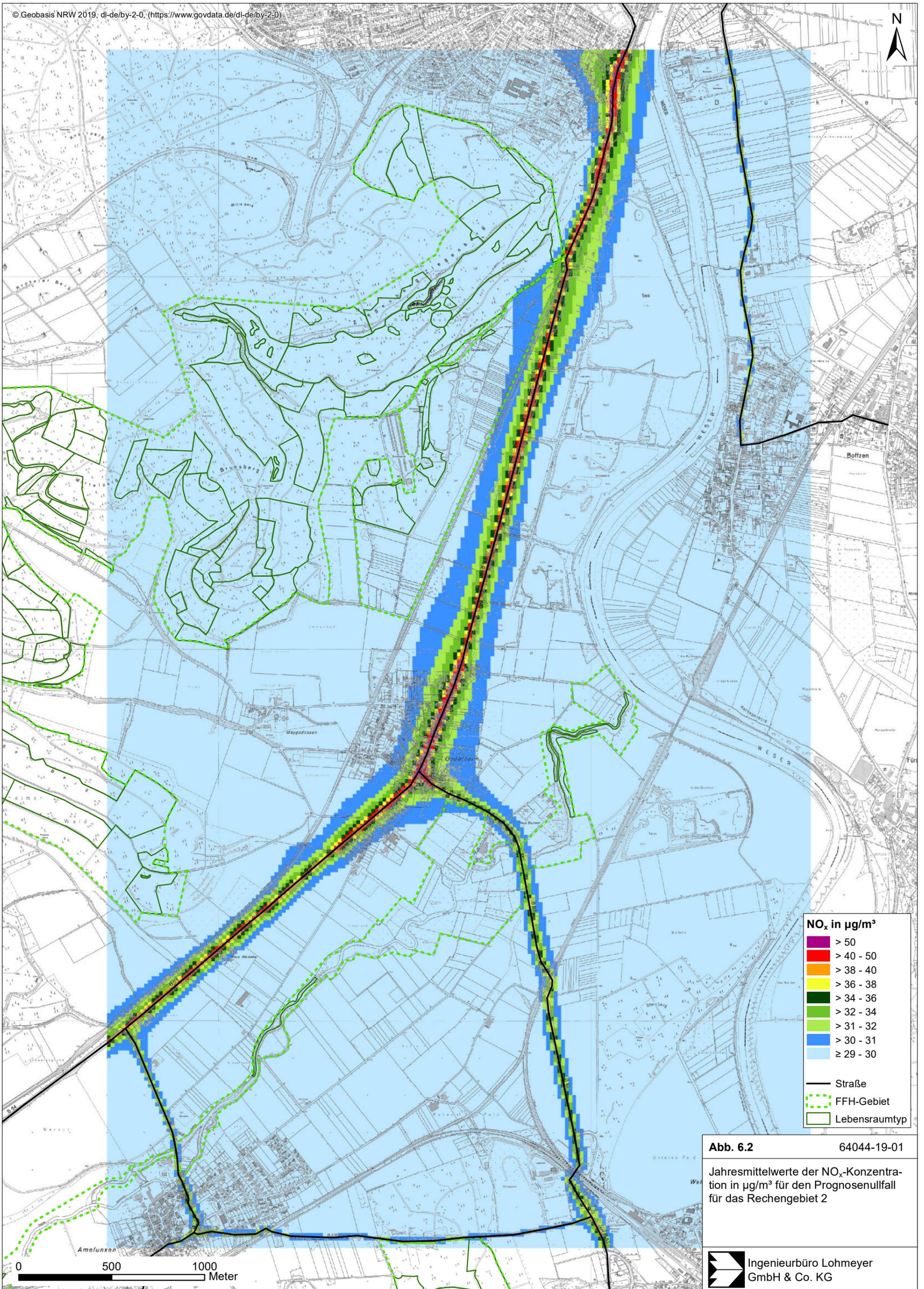
NO_x in µg/m³

- > 50
- > 40 - 50
- > 38 - 40
- > 36 - 38
- > 34 - 36
- > 32 - 34
- > 31 - 32
- > 30 - 31
- ≥ 29 - 30

- Straße
- FFH-Gebiet
- Lebensraumtyp

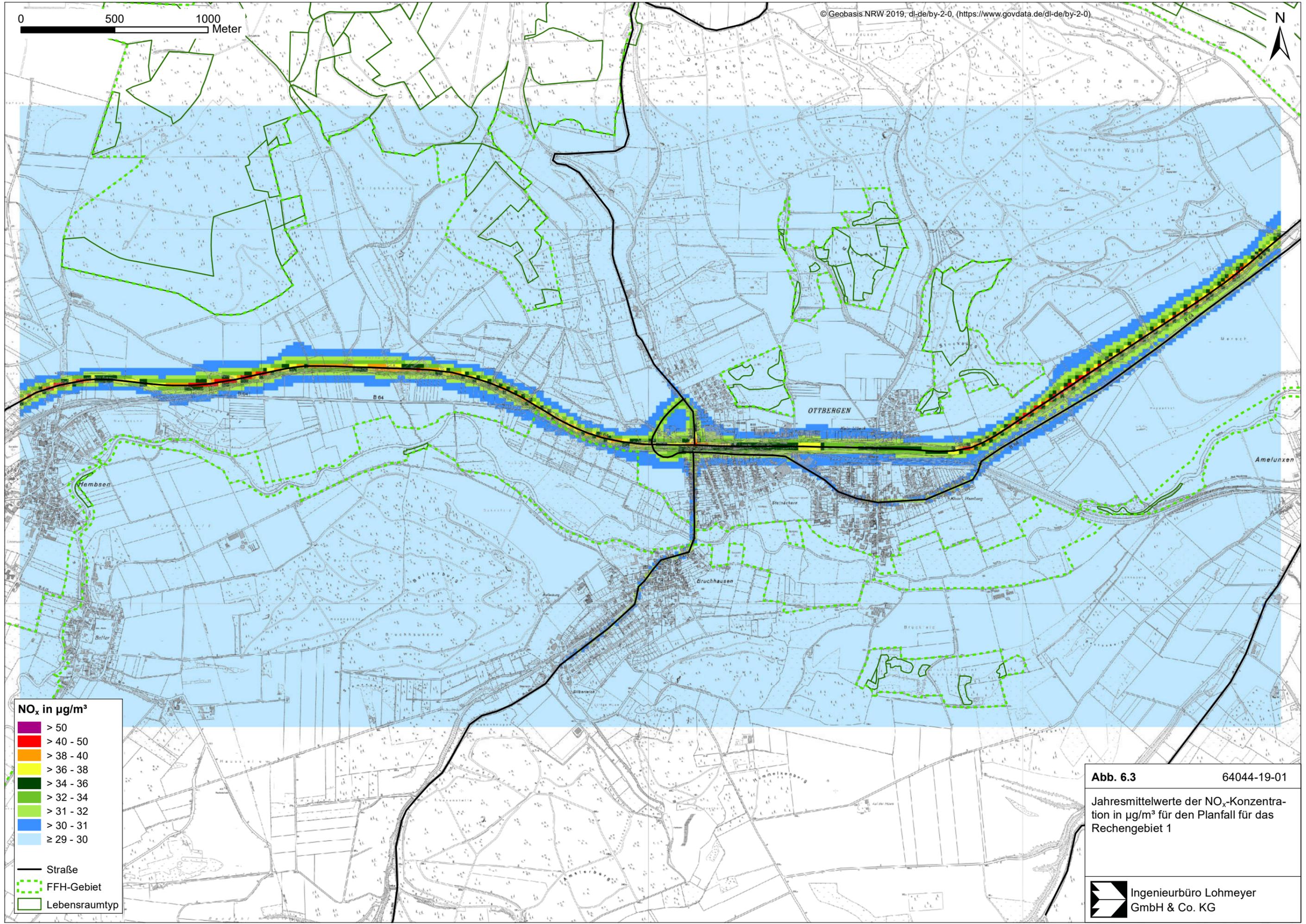
Abb. 6.1 64044-19-01

Jahresmittelwerte der NO_x-Konzentration in µg/m³ für den Prognosefall für das Rechengebiet 1



0 500 1000
Meter

© Geobasis NRW 2019, dl-de/by-2-0, (<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>)



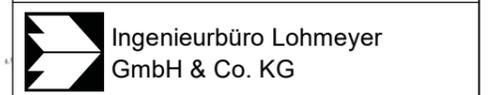
NO_x in µg/m³

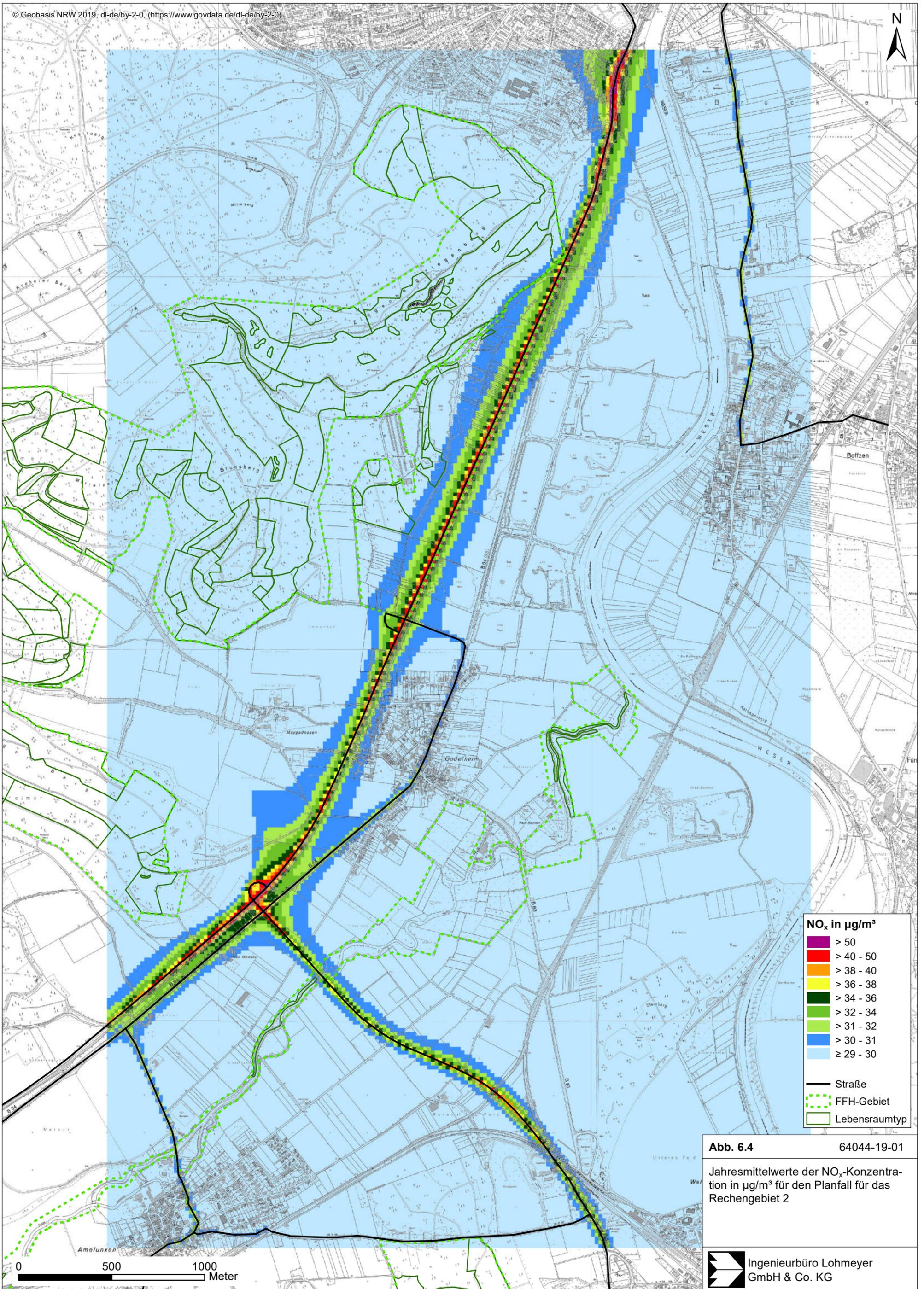
Dark Purple	> 50
Red	> 40 - 50
Orange	> 38 - 40
Yellow	> 36 - 38
Light Green	> 34 - 36
Green	> 32 - 34
Light Blue	> 31 - 32
Blue	> 30 - 31
Light Blue	≥ 29 - 30

— Straße
- - - FFH-Gebiet
□ Lebensraumtyp

Abb. 6.3 64044-19-01

Jahresmittelwerte der NO_x-Konzentration in µg/m³ für den Planfall für das Rechengebiet 1





NO_x in µg/m³

- > 50
- > 40 - 50
- > 38 - 40
- > 36 - 38
- > 34 - 36
- > 32 - 34
- > 31 - 32
- > 30 - 31
- ≥ 29 - 30

- Straße
- - - FFH-Gebiet
- Lebensraumtyp

Abb. 6.4 64044-19-01

Jahresmittelwerte der NO_x-Konzentration in µg/m³ für den Planfall für das Rechengebiet 2

B 64 Zunahmen der NO_x -Immissionen auf NO_x -Jahresmittelwerte über $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, da dort bislang noch keine Straße verläuft. Entlang der bestehenden B 64 und B 83 sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall Abnahmen der NO_x -Immissionen prognostiziert. Im FFH-Gebiet „Stadtwald Brakel“ (**Abb. 6.3**) sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare NO_x -Immissionen bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, so auch im FFH-Gebiet „Kalkmagerrasen bei Ottbergen“. Im FFH-Gebiet „Nethe“, das westlich von Ottbergen bis nahe an die B 64 heranreicht, sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall reduzierte NO_x -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Das FFH-Gebiet „Nethe“ wird im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes südöstlich von Godelheim von der geplanten B 83n durchquert; dort sind im FFH-Gebiet NO_x -Immissionen bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in der südwestlich der B 83 gelegenen LRT-Fläche bis $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert (**Abb. 6.4**). In den zur bestehenden B 83 nächstgelegenen FFH-Flächen sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall reduzierte NO_x -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im FFH-Gebiet „Grundlose-Taubenborn“, das nördlich von Godelheim von der geplanten B 64 tangiert wird, sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall Zunahmen der NO_x -Immissionen auf Jahresmittelwerte bis $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. In den zur B 64 nächstgelegenen Randbereichen des FFH-Gebietes „Buchenwälder der Weserhänge“ sind NO_x -Immissionen bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im FFH-Gebiet „Wälder um Beverungen“ sind NO_x -Gesamtbelastungen bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

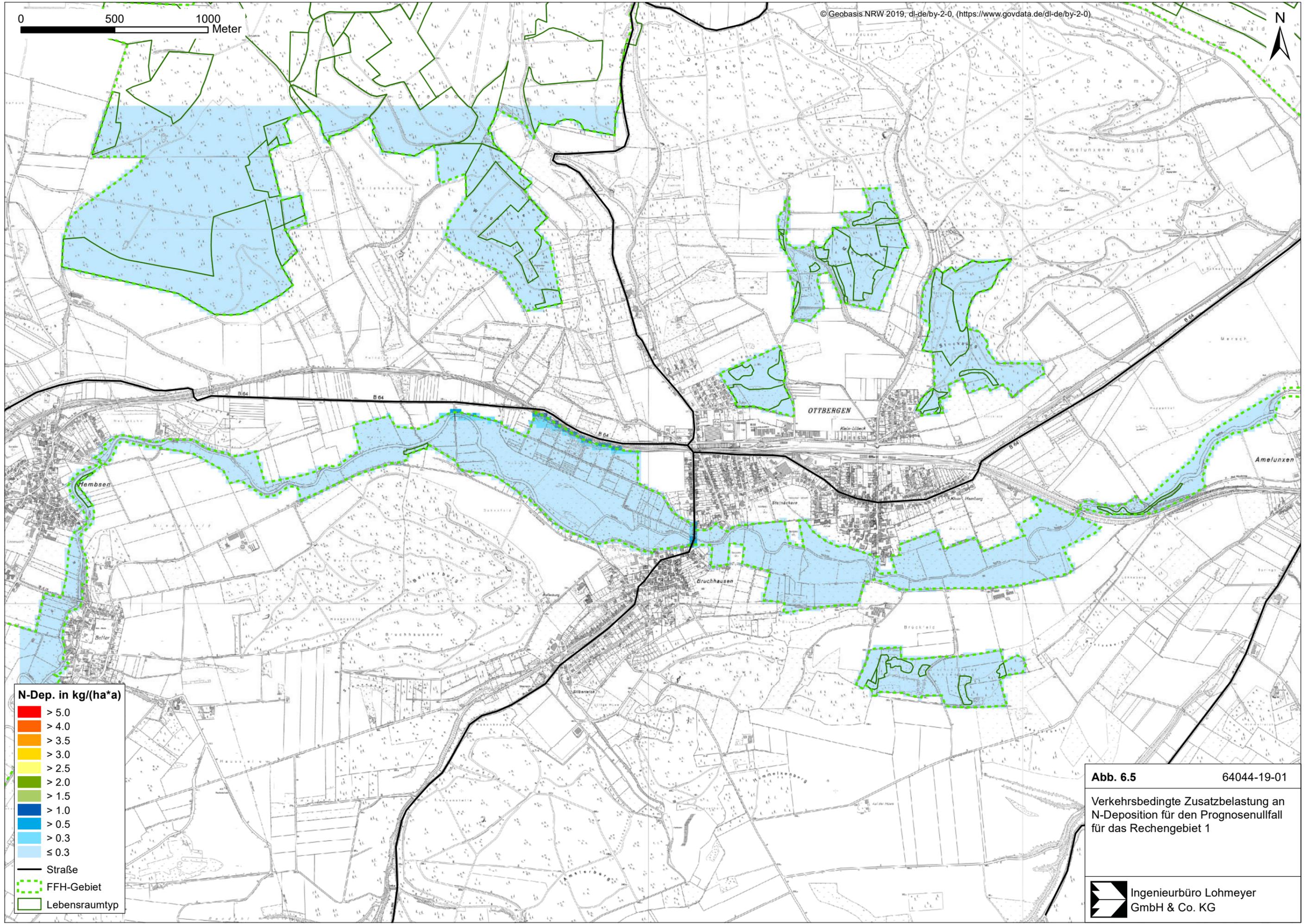
6.2 Stickstoffeintrag

Die hier zu ermittelnden verkehrsbedingten N-Depositionen werden im Nahbereich von den Hauptverkehrsstraßen im Untersuchungsgebiet geprägt. Die ökologische Beurteilung der berechneten N-Depositionen bezüglich der FFH-Gebiete ist nicht Gegenstand des vorgelegten Gutachtens.

Die **Abb. 6.5** zeigt die im Prognosenullfall berechneten verkehrsbedingten Stickstoffeinträge in FFH-Gebiete für den südlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes. Die Flächen mit gegenüber Stickstoffeintrag empfindlichen Lebensraumtypen (LRT) sind in **Abb. 6.5** dunkelgrün umrandet dargestellt. In den westlich von Ottbergen und südlich der B 64 gelegenen Flächen des FFH-Gebietes „Nethe“ sind im Prognosenullfall südlich der B 64 Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und vereinzelt bis $3.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ prognostiziert. In den FFH-Gebieten „Stadtwald Brakel“ und „Kalkmagerrasen bei Ottbergen“ sind Stickstoffeinträge unter $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ prognostiziert. In den in **Abb. 6.5** dargestellten LRT-Flächen der FFH-Gebiete sind im Prognosenullfall aufgrund ihrer großen Entfernung zu einer der Straßen geringere verkehrsbedingte Stickstoffeinträge berechnet.

0 500 1000
Meter

© Geobasis NRW 2019, dl-de/by-2-0, (<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>)



N-Dep. in kg/(ha*a)

Red	> 5.0
Orange	> 4.0
Yellow	> 3.5
Light Yellow	> 3.0
Yellow-Green	> 2.5
Green	> 2.0
Light Green	> 1.5
Blue-Green	> 1.0
Blue	> 0.5
Light Blue	> 0.3
Very Light Blue	≤ 0.3

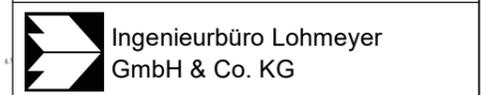
— Straße

- - - FFH-Gebiet

▭ Lebensraumtyp

Abb. 6.5 64044-19-01

Verkehrsbedingte Zusatzbelastung an N-Deposition für den Prognosefall für das Rechengebiet 1



Die **Abb. 6.6** zeigt die im Prognosenullfall berechneten verkehrsbedingten Stickstoffeinträge in FFH-Gebiete für den nördlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes. Im Prognosenullfall sind in dem zur B 64 nächstgelegenen nördlichen Teilbereich des FFH-Gebietes „Grundlose-Taubenborn“ verkehrsbedingte Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und teilweise über $5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet. In dem daran angrenzenden FFH-Gebiet „Buchenwälder der Weserhänge“ sind Stickstoffeinträge bis $3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ prognostiziert. In den zur B 83 nächstgelegenen Flächen des FFH-Gebietes „Nethe“ sind bis in einen Abstand von ca. 90 m zur Straße verkehrsbedingte Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und teilweise bis $4 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und in den zur L 837 nächstgelegenen FFH-Flächen bis $3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt.

In den gegenüber Stickstoffeintrag empfindlichen LRT-Flächen der betrachteten FFH-Gebiete sind im Prognosenullfall aufgrund ihrer Entfernung zu einer der Straßen überwiegend geringere Stickstoffeinträge berechnet. Nur in den zur B 64 nächstgelegenen LRT-Flächen des FFH-Gebietes „Buchenwälder der Weserhänge“ (**Abb. 6.6**) sind Stickstoffeinträge bis $3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet.

Die **Abb. 6.7** zeigt die Planfall berechneten verkehrsbedingten Stickstoffeinträge in FFH-Gebiete für den südlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes. In den westlich von Ottbergen und südlich der B 64 gelegenen Flächen des FFH-Gebietes „Nethe“ sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall reduzierte verkehrsbedingte Stickstoffeinträge berechnet, wobei südlich der B 64 Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und vereinzelt bis $2 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ prognostiziert sind. In den übrigen in **Abb. 6.7** dargestellten FFH-Gebieten sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare Stickstoffeinträge prognostiziert, so auch in den dargestellten LRT-Flächen der FFH-Gebiete.

Die **Abb. 6.8** zeigt die im Planfall berechneten verkehrsbedingten Stickstoffeinträge in FFH-Gebiete für den nördlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes. Im FFH-Gebiet „Grundlose-Taubenborn“, das im Planfall von der geplanten B 64 tangiert wird, sind gegenüber dem Prognosenullfall Zunahmen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge berechnet, wobei dort bis in einen Abstand von bis zu 270 m zur geplanten Trasse verkehrsbedingte Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und nahe der Straße über $5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet sind. In der zur B 64 nächstgelegenen Randbereichen des FFH-Gebietes „Buchenwälder der Weserhänge“ sind im Planfall Stickstoffeinträge vereinzelt bis $4.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ prognostiziert. In den zur geplanten B 83n nächstgelegenen Flächen des FFH-Gebietes „Nethe“ sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall Zunahmen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge berechnet, wobei bis in einen Abstand von ca. 100 m zur Straße Stickstoffeinträge über

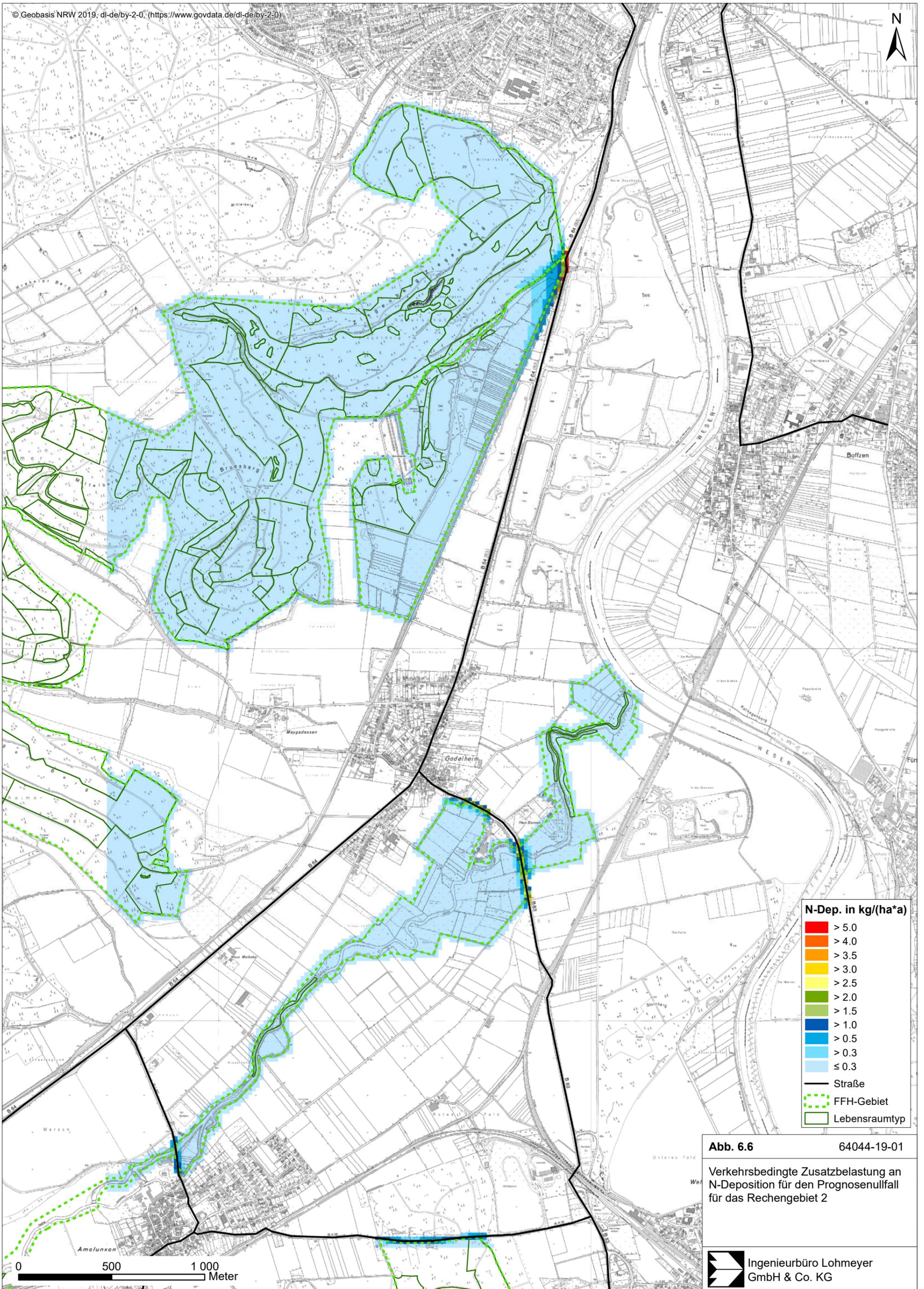
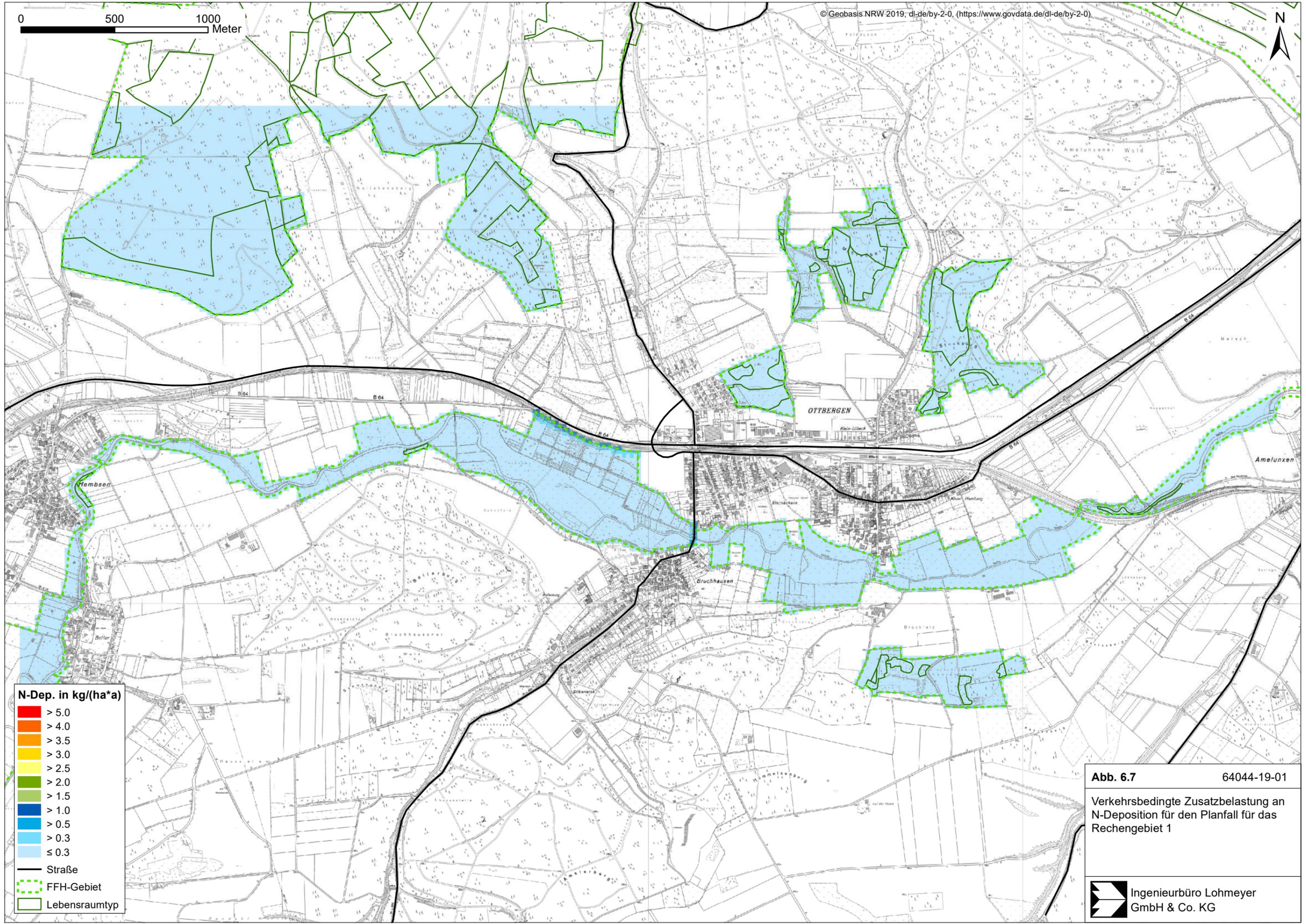


Abb. 6.6 64044-19-01

Verkehrsbedingte Zusatzbelastung an N-Deposition für den Prognosefall für das Rechengebiet 2

0 500 1000
Meter

© Geobasis NRW 2019, dl-de/by-2-0, (<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>)



N-Dep. in kg/(ha*a)

Red	> 5.0
Orange	> 4.0
Yellow-Orange	> 3.5
Yellow	> 3.0
Light Yellow	> 2.5
Light Green	> 2.0
Green	> 1.5
Dark Green	> 1.0
Blue-Green	> 0.5
Light Blue	> 0.3
Very Light Blue	≤ 0.3

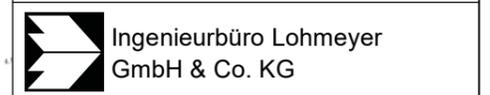
— Straße

--- FFH-Gebiet

— Lebensraumtyp

Abb. 6.7 64044-19-01

Verkehrsbedingte Zusatzbelastung an N-Deposition für den Planfall für das Rechengebiet 1



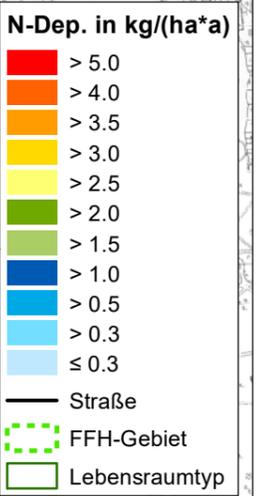
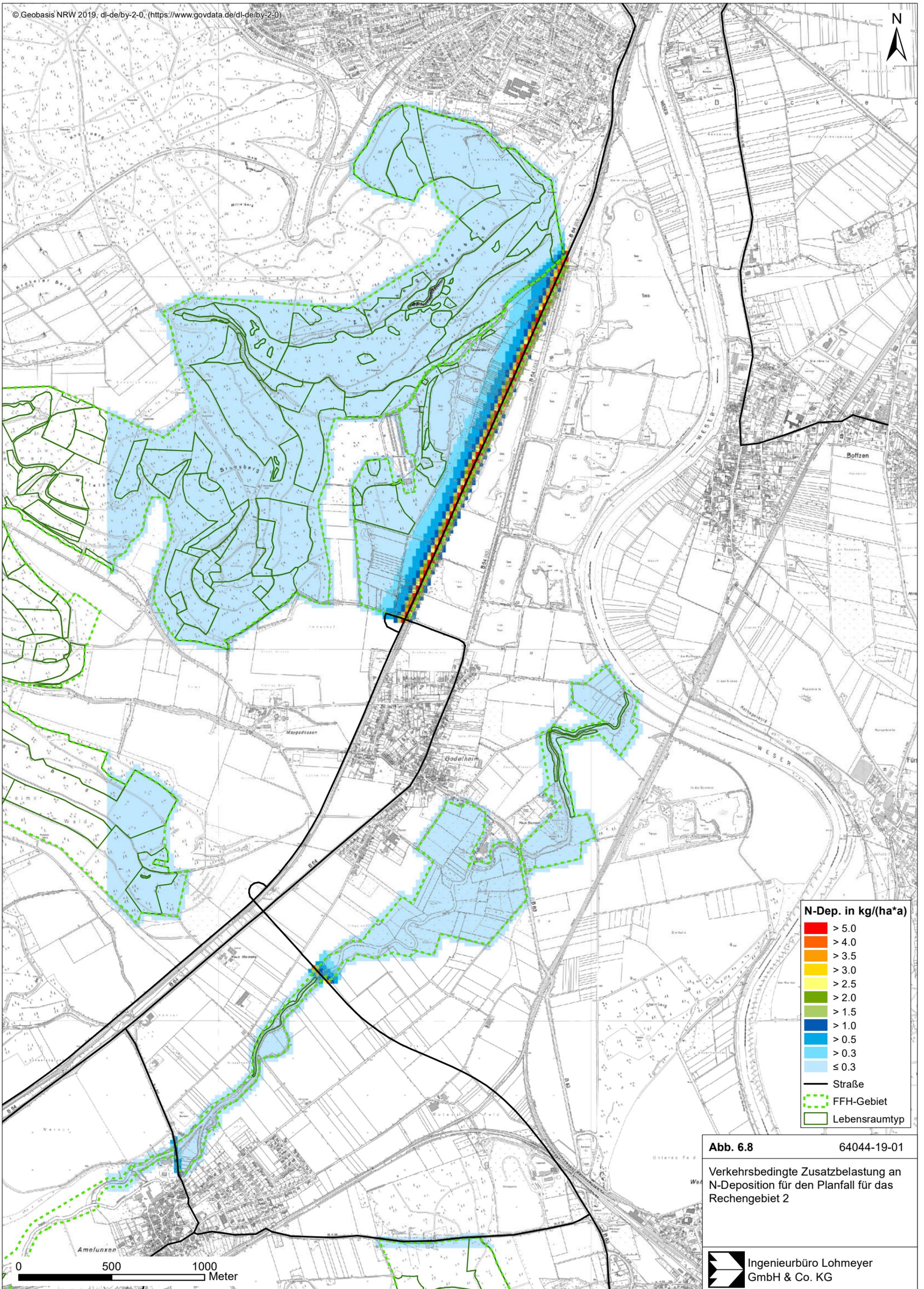


Abb. 6.8 64044-19-01
Verkehrsbedingte Zusatzbelastung an N-Deposition für den Planfall für das Rechengebiet 2

0.3 kg/(ha*a) und an der Straße über 5 kg/(ha*a) ermittelt sind. In den in **Abb. 6.8** dunkelgrün umrandet dargestellten LRT-Flächen sind im Planfall überwiegend mit dem Prognosenullfall vergleichbare Stickstoffeinträge berechnet. Nur in den zu geplanten B 64 nächstgelegenen Randbereichen der dortigen LRT-Flächen und in den zur geplanten B 83n nächstgelegenen LRT-Flächen sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall erhöhte verkehrsbedingte Stickstoffeinträge über 5 kg/(ha*a) berechnet.

Für die Beschreibung der Auswirkungen der Straßenplanungen auf den Stickstoffeintrag in die FFH-Gebiete wird hier ergänzend der Eintrag in gegenüber Stickstoffeintrag empfindliche Lebensraumtypen (LRT) angefügt. In der **Abb. 6.9** ist die Änderung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung an Stickstoffdeposition des Planfalls gegenüber dem Prognosenullfall für den südlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes und in der **Abb. 6.10** für den nördlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes dargestellt. Die in diesem Gutachten betrachteten Lebensraumtypen der jeweiligen FFH-Gebiete sind wiederum dunkelgrün umrandet dargestellt. In den betrachteten FFH-Gebieten im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes (**Abb. 6.9**) sind überwiegend keine verkehrsbedingten Zunahmen des Stickstoffeintrags über 0.3 kg/(ha*a) berechnet. Nur in einem Rechengitter ist eine Zunahme um 0.7 kg/(ha*a) nahe des Fahrbahnrandes der B 64 im FFH-Gebiet „Nethe“ berechnet. Damit sind auch in den LRT-Flächen der FFH-Gebiete im südlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes aufgrund der größeren Entfernungen zu den Straßen im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall keine wesentlichen Änderungen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge berechnet.

Im nördlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes (**Abb. 6.10**) sind in den an die geplante B 64 anschließenden Bereichen der FFH-Gebiete „Grundlose-Taubenborn“ und „Buchenwälder der Weserhänge“ Zunahmen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge berechnet. Bezogen auf die dortigen Lebensraumtypen sind jedoch nur in den bis nahe an die geplante B 64 heranreichenden Randbereichen des gegenüber Stickstoffeintrag empfindlichen Lebensraumtyps 9130 (Waldmeister-Buchenwald) des FFH-Gebietes „Buchenwälder der Weserhänge“ (in **Abb. 6.10** rot umrandet dargestellt) um etwas mehr als 0.3 kg/(ha*a) erhöhte Stickstoffeinträge berechnet. In dem ca. 30 m südlich der geplanten B 83n im FFH-Gebiet „Nethe“ gelegenen Lebensraumtyps „91E0“, der nach derzeitigem Stand jedoch nicht als empfindlich gegenüber Stickstoffeintrag ausgewiesen ist, sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um weniger als 1 kg/(ha*a) erhöhte verkehrsbedingte Stickstoffeinträge prognostiziert.

0 500 1000
Meter

© Geobasis NRW 2019, dl-de/by-2-0, (<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>)

N

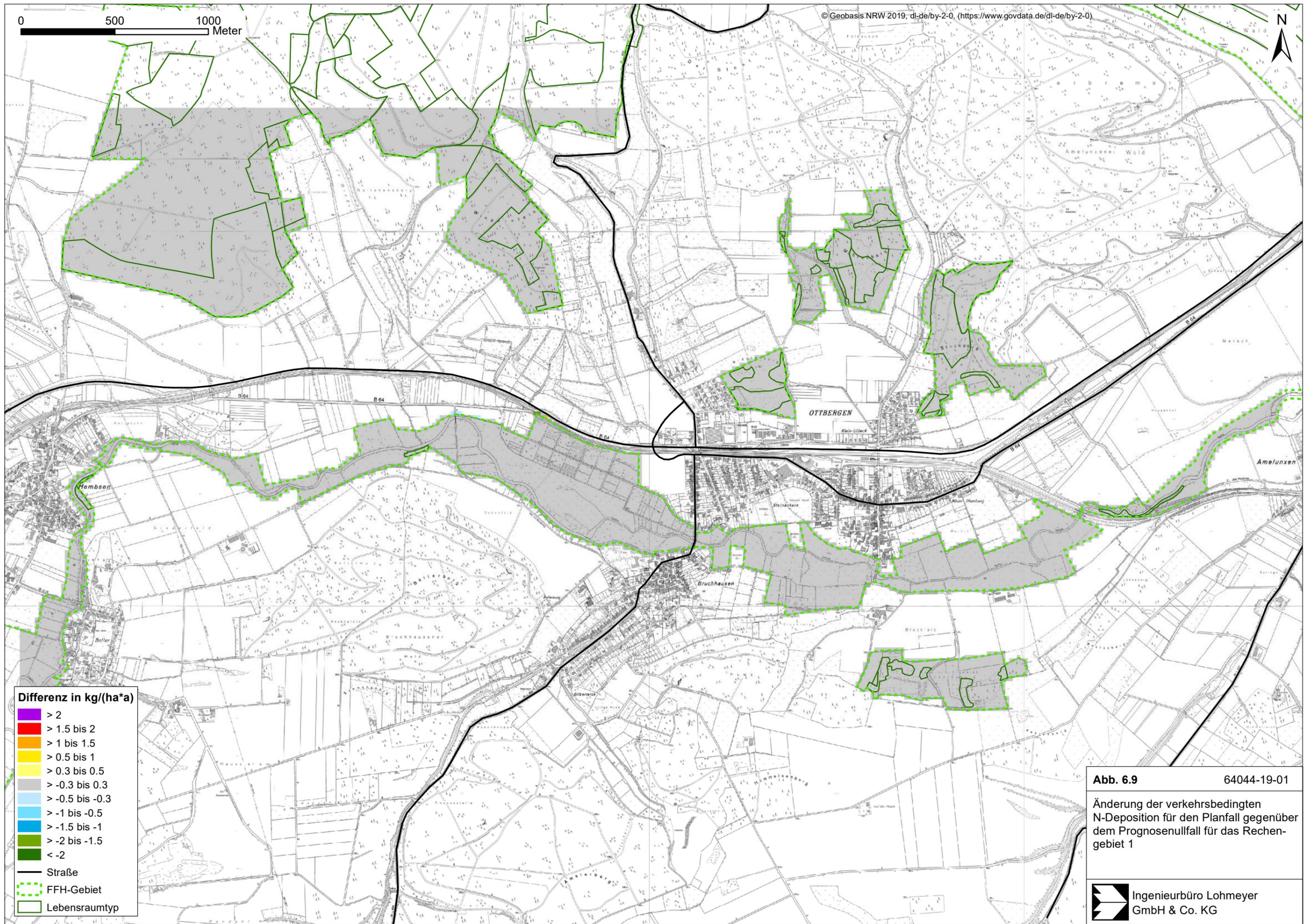


Abb. 6.9 64044-19-01

Änderung der verkehrsbedingten N-Deposition für den Planfall gegenüber dem Prognosenullfall für das Rechengebiet 1

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

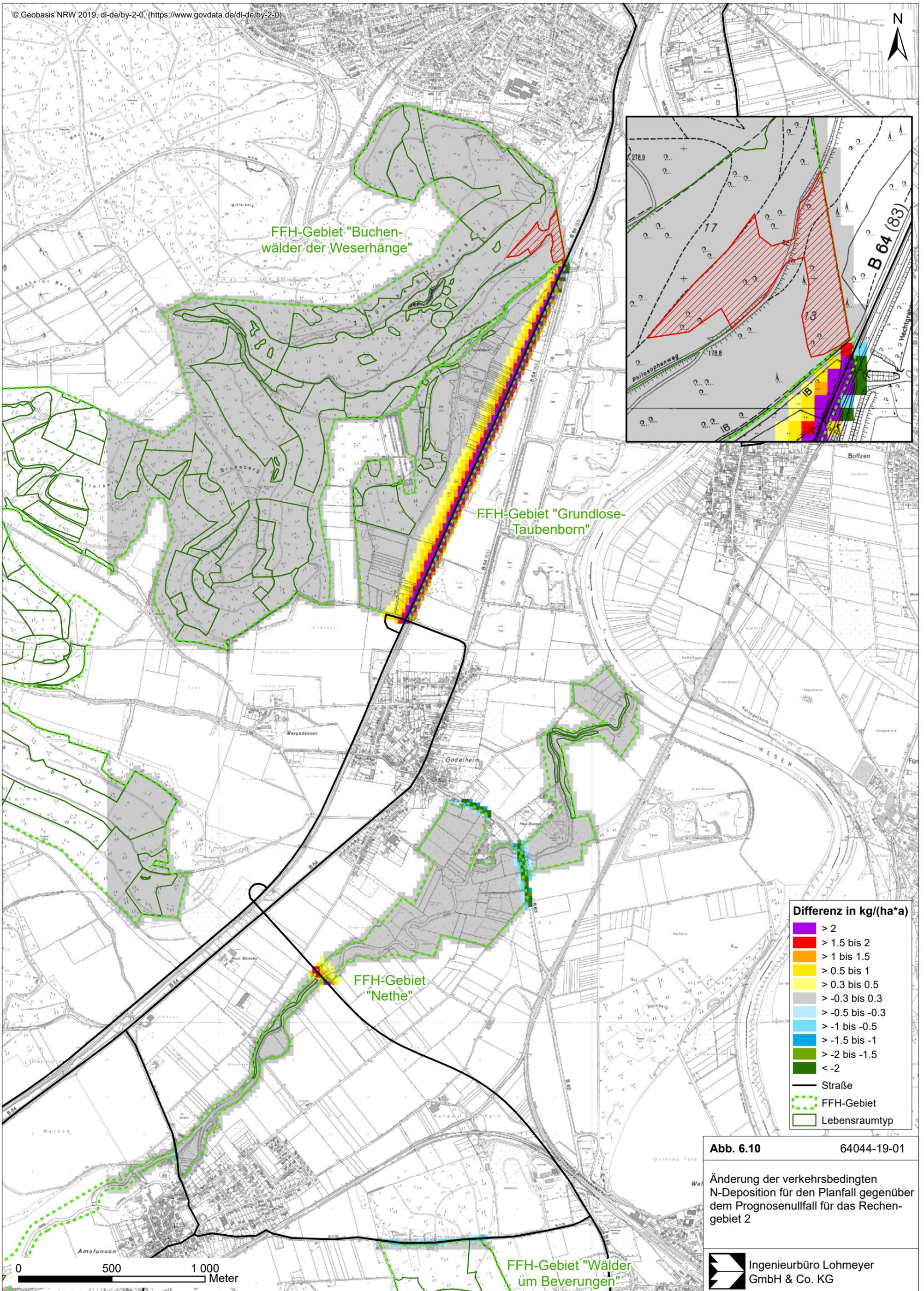


Abb. 6.10 64044-19-01
Änderung der verkehrsbedingten N-Deposition für den Planfall gegenüber dem Prognosenullfall für das Rechengebiet 2

7 LITERATUR

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I Nr. 28, S. 1222), in Kraft getreten am 31. Juli 2018.
- Bachhiesl, M., Narodoslowsky, M., Sturm, P.-J. (2002): Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen. UVP-report 1+2/2002.
- Bächlin, W., Bössinger, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- 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 (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope (Balla, S., Uhl, R., Schlutow, A., Lorentz, H., Förster, M., Becker, C., Müller-Pfannenstiel, K., Lüttmann, J., Scheuschner, Th., Kiebel, A., Düring, I., Herzog, W.). Bericht zum FE 84.0102/2009 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Band 1099. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn; Carl Schünemann Verlag, Bremen, 2013.
- Bäumer, D. (2003): Transport und chemische Umwandlung von Luftschadstoffen im Nahbereich von Autobahnen – numerische Simulationen. Dissertation. Wissenschaftliche Berichte des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung der Universität Karlsruhe. Nr. 32 vom Juni 2003.
- BRDT (2011): Luftreinhaltplan für das Gebiet der Stadt Paderborn. Hrsg.: Bezirksregierung Detmold.
- FGSV (2019): Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen – Stickstoffleitfaden Straße, Ausgabe 2019. FGSV, Verlag der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, Mai 2019.

- Flassak, Th., Bächlin, W., Bösing, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- HLUG (2010-2019): Lufthygienische Jahresberichte. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, <http://www.hlug.de>.
- Janicke, L. (2017): Ausbreitungsmodell LASAT, Referenzbuch zu Version 3.4. Ing.-Büro Dr. Lutz Janicke, Dunum, April 2017.
- Kühlwein, J. (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- LANUV NRW (2010-2019)a: EU-Jahreskenngößen 2009-2018. Landesamt für Umwelt, Natur, und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- LANUV NRW (2010-2019)b: Kurzfassung Jahreskenngößen 2009-2018. Landesamt für Umwelt, Natur, und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- Lohmeyer (2015): Berechnung des verkehrsbedingten Stickstoffeintrages in FFH-Gebiete zum Neubau der B64/83n zwischen Brakel/Hembsen und Höxter. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 63033-15-01, Dezember 2015. Gutachten im Auftrag des Landesbetriebs Straßenbau NRW, Paderborn.
- RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, veröffentlicht 2013.
- 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., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- 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., Yamartino, R.J. (2001): Development and first evaluation of micro-calgrid: a 3-D, urban-canopy-scale photochemical model. In: Atmospheric Environment 35, Supplement No. 1 (2001), 149-165.
- SSP Consult (2019): Verkehrsuntersuchung zum Neubau der B 64 von Brakel/Hembsen bis Höxter/Ottbergen (TA 1a). Fachgutachten im Auftrag Straßen.NRW. SSP Consult, Beratende Ingenieure GmbH, Köln, September 2019.
- TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). GMBI. 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.de>.
- UBA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.1 / September 2019. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- VDI 3782 Blatt 5 (2006): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. Richtlinie VDI 3782 Blatt 5. Hrsg.: VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b, Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure, April 2006.
- VDI 3782 Blatt 7 (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, Düsseldorf, November 2003.

VDI 3945 Blatt 3 (2000): Umweltmeteorologie; Atmosphärische Ausbreitungsmodelle; Partikelmodell. Richtlinie VDI 3945 Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf, September 2000.

ZUS LLG - Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe (2010-2019): Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen - Jahresbericht 2010-2019, Hildesheim.

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

A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A1.1 PROKAS / LASAT- Berechnungsverfahren zur Bestimmung verkehrserzeugter Schadstoffbelastungen

Für die Berechnung der Emissionen wird das mathematische Modell 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 Kurzzeitwerten ist es notwendig, die mit der Tageszeit veränderliche Verkehrsstärke zu berücksichtigen.

Strömungs- und Ausbreitungsmodellierung

Die Ausbreitung wird mit dem Lagrange'schen Partikelmodell LASAT (Janicke, 2010) 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. 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_{z0} als additiver Term zugeschlagen wird. Das Ausbreitungsmodell ist in der Lage, für jede der Linienquellen einen eigenen Wert für σ_{z0} 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 Immissionskenngößen für die Gesamtbelastung aus den Kenngößen 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 NO₂ erfolgt nach Romberg et al. (1996). Diese Vorgehensweise wurde durch Auswertungen von Messdaten der letzten Jahre bestätigt (Bächlin et al., 2006).

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

Das Ausbreitungsmodell LASAT berechnet die Ausbreitung passiver Spurenstoffe in der unteren Atmosphäre (bis ca. 2000 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 vorgebar.

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.

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. Hierzu werden mehrere Rechennetze ineinander geschachtelt, deren Maschenweite sich von Netz zu Netz um einen Faktor 2 ändert. Die berechnete Konzentrationsverteilung kann auf jedem der Netze dargestellt werden.

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 Ausbreitungs-

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 Vorbelastung.

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 Zählwerten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10%.

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO_x -Emissionsfaktoren mit warmem Motor gibt Kühlwein (2004) auf der Basis der Ermittlungen des TÜV Rheinland Abschätzungen von 10% bis 20% für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen an. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor

gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20% aufweisen.

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

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

A N H A N G A 2
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

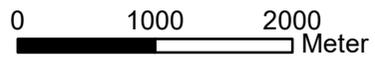
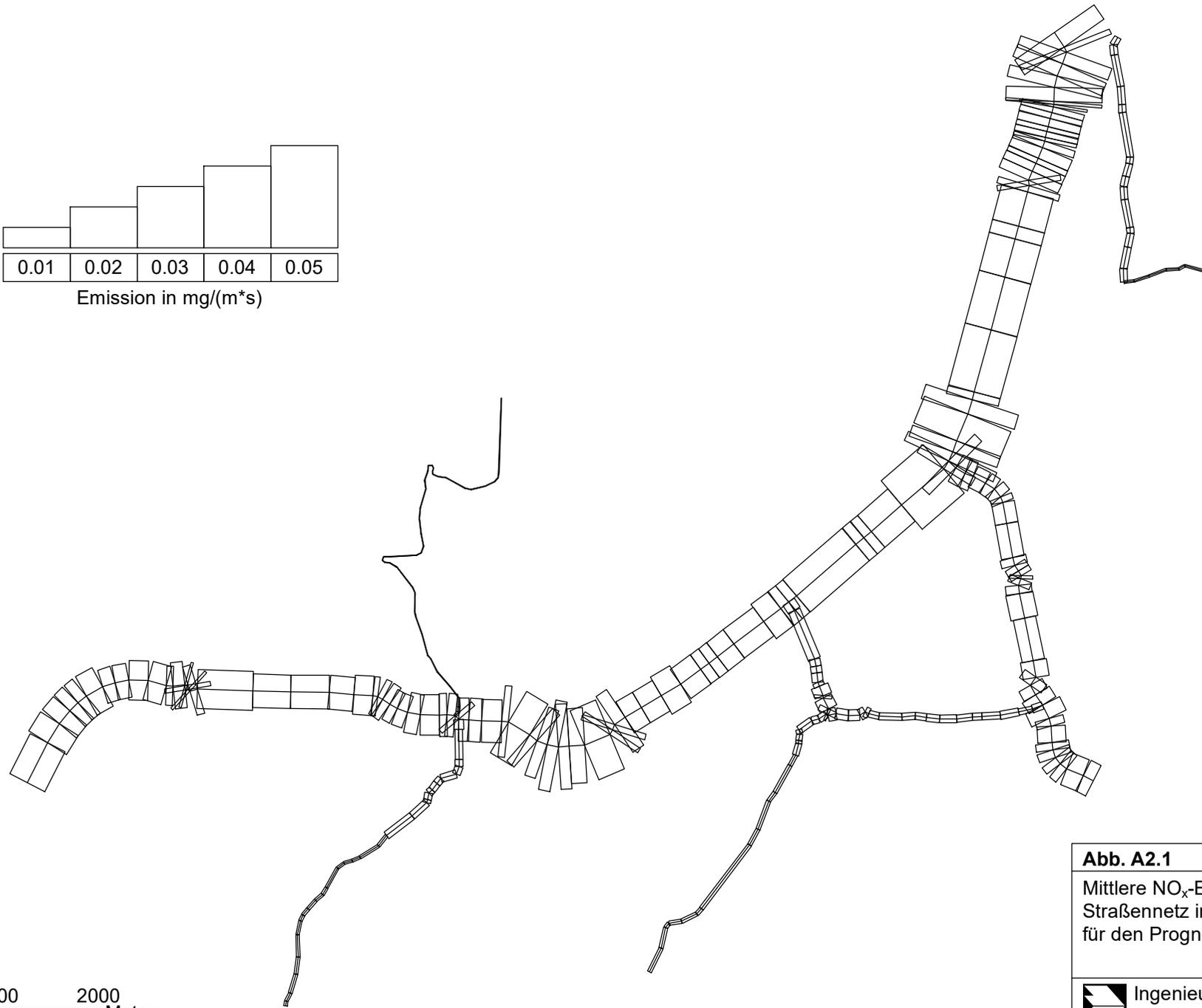
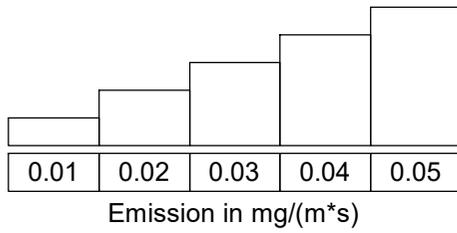


Abb. A2.1 64044-19-01
 Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem
 Straßennetz im Untersuchungsgebiet
 für den Prognosefall 2030

 Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG

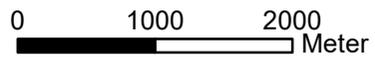
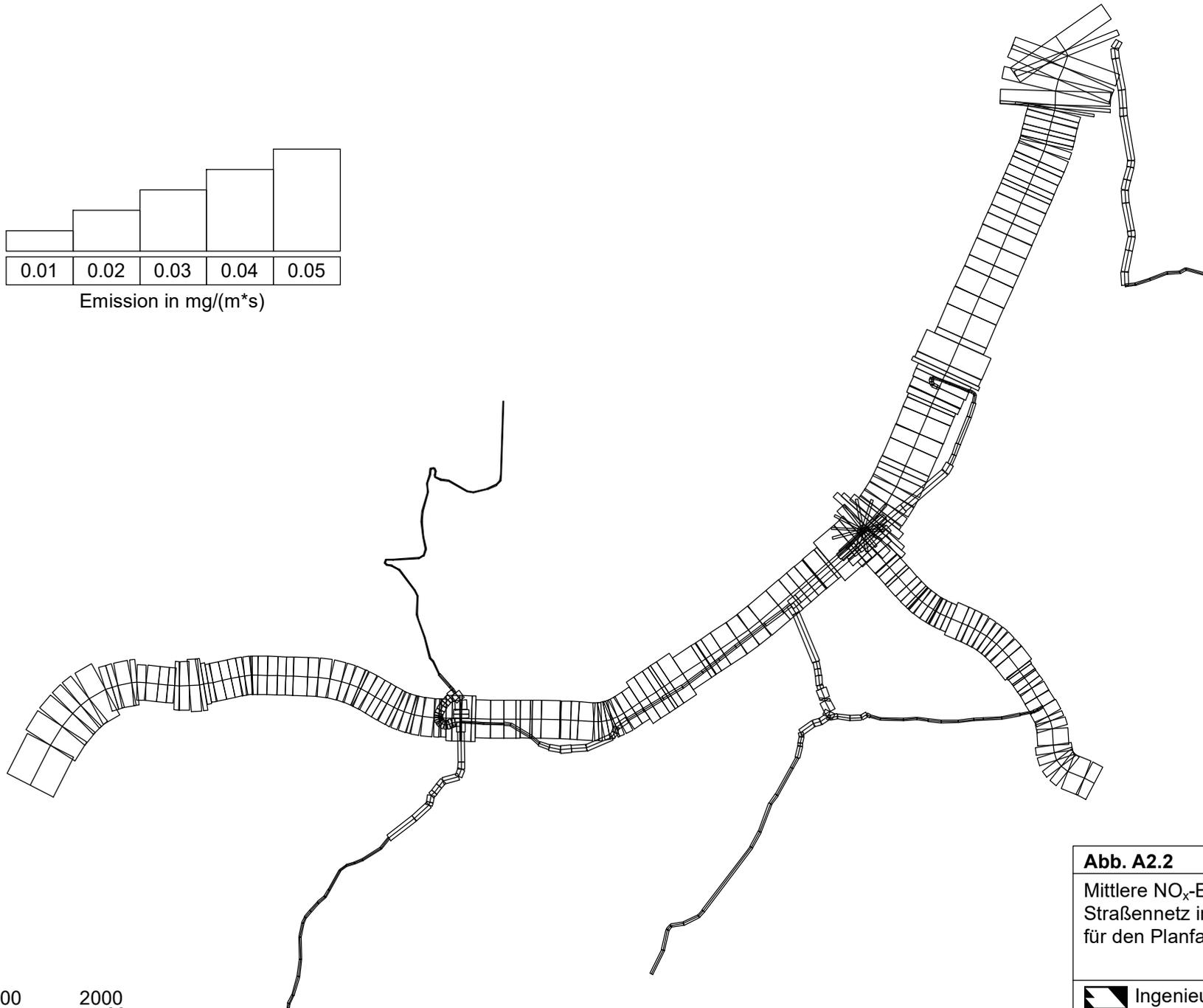
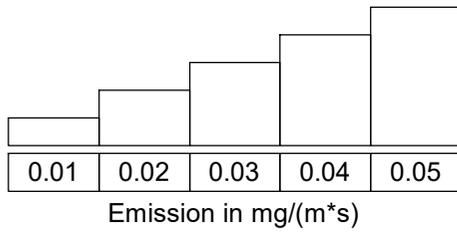


Abb. A2.2	64044-19-01
Mittlere NO _x -Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2030	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

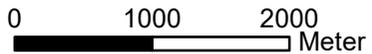
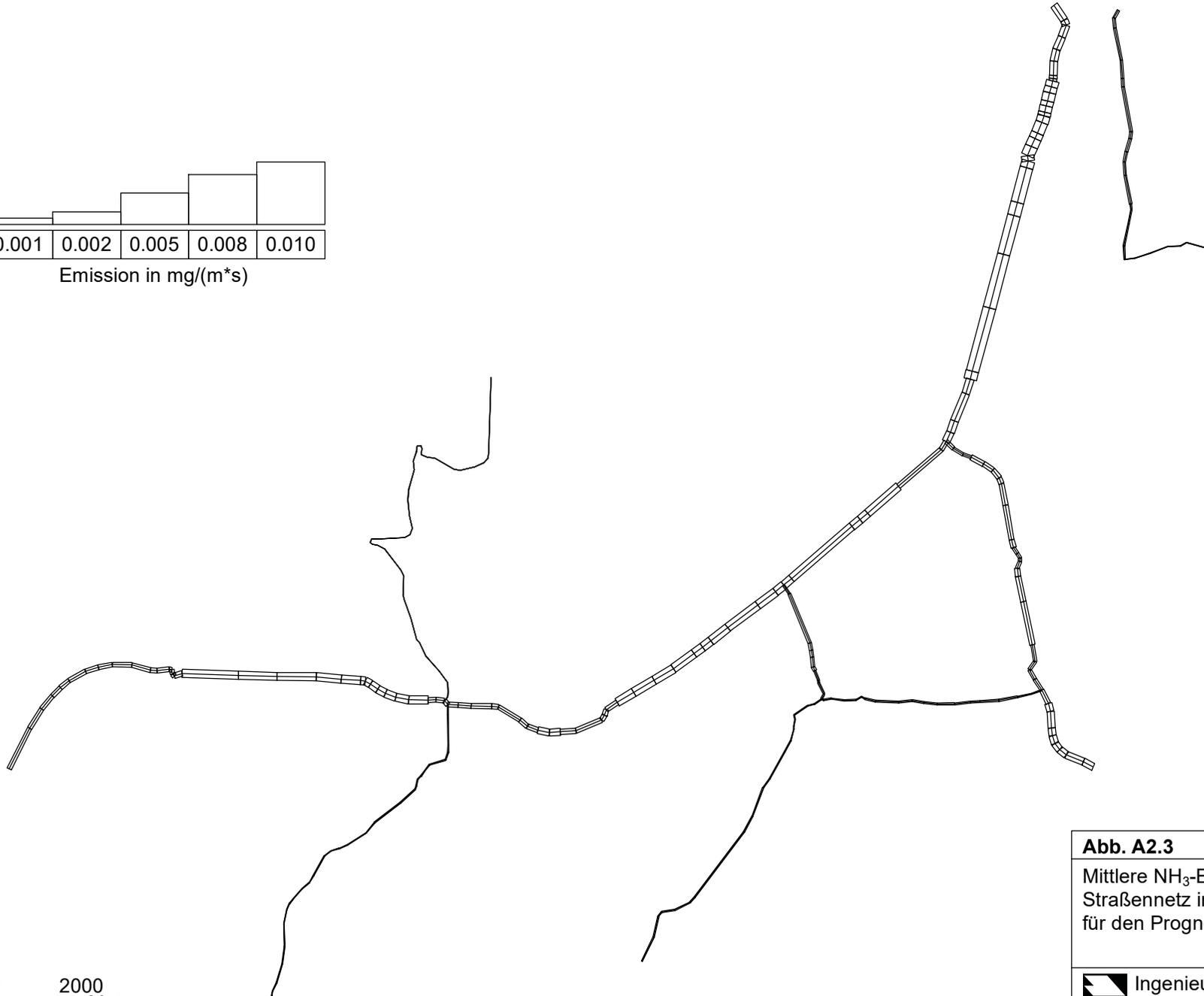
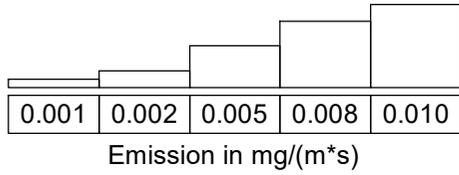


Abb. A2.3 64044-19-01
Mittlere NH₃-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall 2030

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

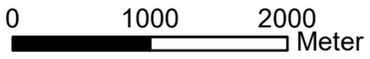
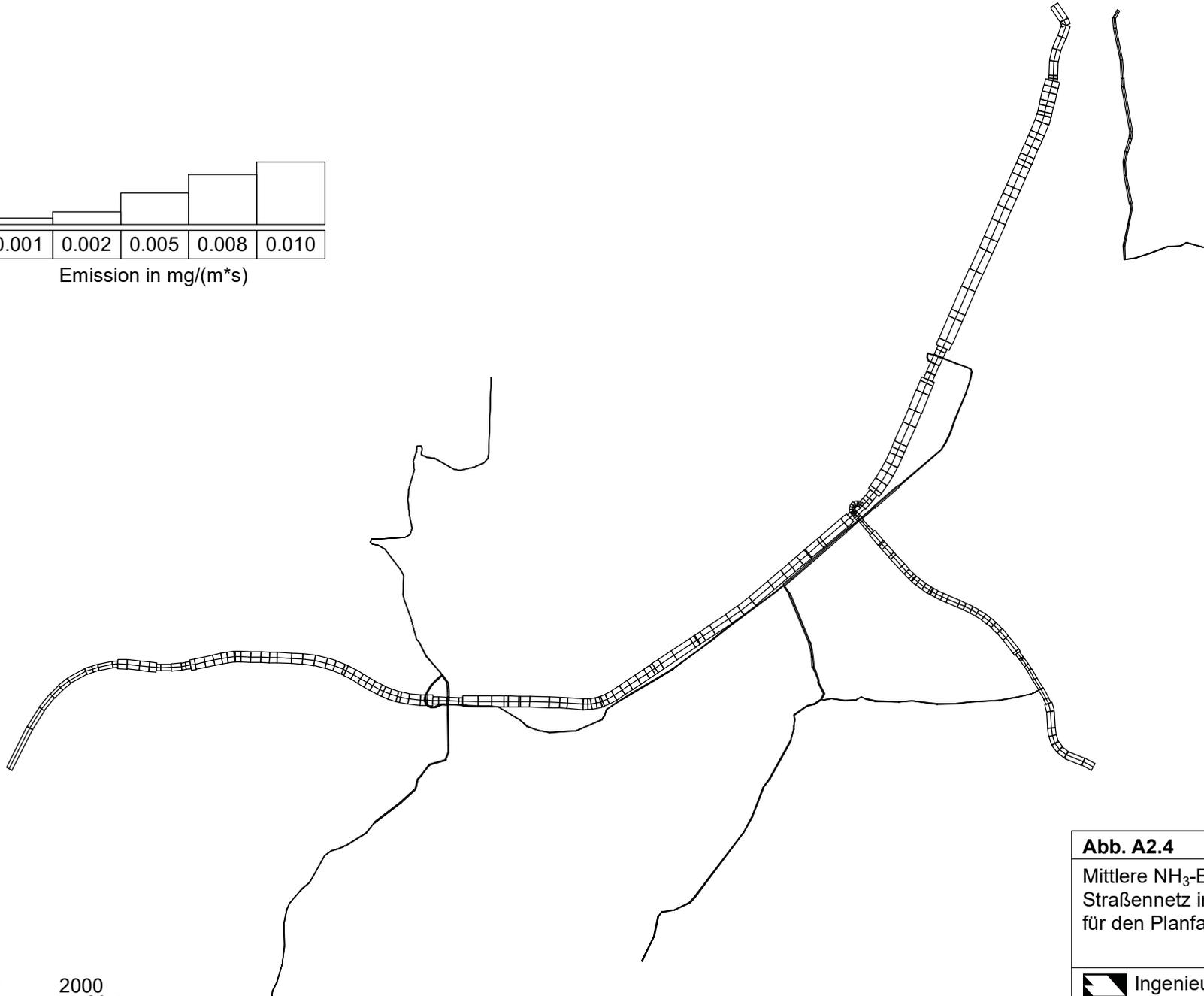
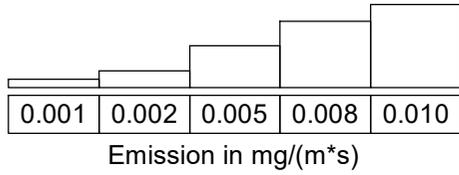


Abb. A2.4 64044-19-01
Mittlere NH₃-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2030

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG