

Straßenbauverwaltung: Freistaat Bayern, Autobahndirektion Südbayern
 Straße / Abschnittsnummer / Station: A99_320_0,494 bis A99_340_3,922



A 99 Autobahnring München
Sanierung Tunnel Allach und Temporäre Seitenstreifenfreigabe
(TSF) AD München-Allach bis AD München-Feldmoching

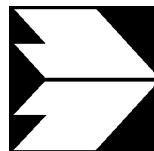
PROJIS-Nr.:

FESTSTELLUNGSENTWURF

vom 11.12.2020

Luftschadstofftechnische Untersuchung

<p>aufgestellt: Autobahndirektion Südbayern</p>  <p>Dr. Eid, Ltd. Baudirektor München, den 11.12.2020</p>	<p>Planfestgestellt mit Beschluss der Regierung von Oberbayern Az: 4354.32_01-9-7 München, 22.04.2024</p> <p>gez. Thomasberger Regierungsrat</p> 



**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

**LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN
FÜR DIE PLANUNGEN ZUR
TEMPORÄREN SEITENSTREIFENFREIGABE
AM MÜNCHNER AUTOBAHNRING (A 99) IM ABSCHNITT
AD MÜNCHEN-ALLACH – AD MÜNCHEN-FELDMOCHING
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES STICKSTOFFEINTRAGS**

Auftraggeber: Autobahndirektion Südbayern
Seidlstraße 7-11

80335 München

Dr. rer. nat. R. Hagemann

Dipl.-Geogr. T. Nagel

Juli 2020
Projekt 64027-19-01
Berichtsumfang 110 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	8
3 VORGEHENSWEISE	9
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit	9
3.2 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation	10
3.3 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT	10
3.4 Überschreitungshäufigkeit der PM10-Tagesmittelwerte	13
4 EINGANGSDATEN	15
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	15
4.2 Verkehrsdaten	17
4.3 Meteorologische Daten	18
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung	21
5 EMISSIONEN	25
5.1 Betrachtete Schadstoffe	25
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	25
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	32
6 IMMISSIONEN.....	34
6.1 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit.....	34
6.1.1 Stickstoffdioxid	35
6.1.2 Feinstaubimmissionen (PM10)	38
6.1.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5)	40
6.2 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der Vegetation.....	41
6.2.1 Stickstoffoxidimmissionen	42
6.2.2 Stickstoffdeposition.....	44

7 LITERATUR	48
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	53
A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION.....	58
A3 GESAMTDEPOSITIONSRATEN IM BEREICH DER FFH-GEBIETE.....	65
A5 ABBILDUNGEN	69

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 / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

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

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO_2 -Konzentrationen von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

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

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

NO_x zum Schutz der Vegetation

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide (NO_x) von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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.

1 ZUSAMMENFASSUNG

In München ist am Autobahnring A 99 im Abschnitt zwischen dem Autobahndreieck München-Allach und dem Autobahndreieck München-Feldmoching eine temporäre Seitenstreifenfreigabe (TSF) mit dem Ziel der Stauzeitreduktion geplant. Im Plangebiet befinden sich angrenzende Siedlungsbereiche sowie die FFH-Gebiete „Allacher Forst und Angerlohe“ (DE-7734-302), „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ (DE-7734-301) „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ (DE-7735-371) mit ausgewiesenen Schutzflächen, die zum Teil nahe an die geplante Trasse heranreichen. Für die Planfeststellung waren Aussagen zu den Auswirkungen der Straßenplanung hinsichtlich der Luftschadstoffbelastung auf die benachbarten Siedlungsbereiche und auf die geschützten Vegetationsbereiche erforderlich.

Hiermit wird ein Luftschadstoffgutachten für den Prognosenullfall und für den Planfall unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrsprognosedaten im Prognosejahr 2035 und Emissionsfaktoren (HBEFA Version 4.1; UBA, 2019) vorgelegt. Im Zuge der Planungen rücken die Fahrwege in Folge der temporären Befahrung des Seitenstreifens teilweise näher an benachbarte Siedlungsbereiche und geschützte Vegetationsflächen heran.

In diesem Gutachten wurden die Immissionen ermittelt, die durch den Kfz-Verkehr unter Berücksichtigung der vorherrschenden Hintergrundbelastung und der lokalen Windverhältnisse zu erwarten sind. Betrachtet wurden basierend auf den o.g. Verkehrsdaten die Immissionen im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit für das Bezugsjahr 2023, der frühestmöglichen Inbetriebnahme der Einrichtung zur temporären Seitenstreifenfreigabe; mit jedem späteren Jahr der geplanten Inbetriebnahme sind geringere motorbedingte Emissionsfaktoren verbunden. Betrachtet wurden die Schadstoffe NO₂ und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2.5}). Die Beurteilung erfolgte im Vergleich mit geltenden Beurteilungswerten, das sind Grenzwerte der 39. BImSchV, sowie im Vergleich zum Prognosenullfall.

Weiterhin wurden die NO_x-Immissionen und die Stickstoffdeposition resultierend aus straßenverkehrsbedingten NO_x- und Ammoniaketrägen für geschützte Vegetationsbereiche entsprechend den Konventionen des Stickstoffleitfaden H PSE (FGSV, 2019) bzw. des Forschungsberichtes der BAST (2013) „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeträgen in empfindliche Biotope“ für das Bezugsjahr 2035 berechnet.

Die Daten zum prognostizierten Verkehrsaufkommen auf der A 99 und den untergeordneten Straßen wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Aus den Verkehrsbelegungsdaten wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten

Emissionsfaktoren die Emissionen auf allen Straßenabschnitten für die betrachteten Bezugsjahre berechnet.

Die Immissionsberechnungen erfolgen mit dem Straßennetzmodell PROKAS, wobei als Ausbreitungsmodell das dreidimensionale Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrangemodell in Erweiterung des Modells der TA Luft, www.janicke.de) verwendet wird, unter Einbeziehung der lokalen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik, der topografischen Gegebenheiten, der berechneten Emissionen des Kfz-Verkehrs auf den Straßen und der aus Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung.

Im Prognosenullfall führen die verkehrsbedingten Beiträge zu flächenhaft erhöhten NO_2 -Gesamtbelastungen entlang der A 99, die im Nahbereich Immissionen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen, dem Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte, und die sie im Bereich der Portale des Tunnels Allach intensivieren. Dabei sind am Fahrbahnrand der A 99 über $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Damit verbunden sind vereinzelte Grenzwertüberschreitungen an beurteilungsrelevanter Wohnbebauung im Bereich des westlichen Tunnelportals, dort sind am nächstgelegenen Wohngebäude auf der Nordseite der A 99 NO_2 -Jahresmittelwerte bis $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Überwiegend sind an der zur A 99 nächstgelegenen Wohnbebauung jedoch geringere Immissionen ermittelt, die NO_2 -Jahresmittelwerte vereinzelt bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und sonst bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer abgeleitet. Entlang den untergeordneten Stadtstraßen Eversbuschstraße und Feldmochinger Straße sind die verkehrsbedingten Beiträge geringer und führen nur am Fahrbahnrand vereinzelt zu NO_2 -Gesamtbelastungen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An den angrenzenden Wohngebäuden sind dabei überwiegend Jahresmittelwerte bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt; vereinzelt sind NO_2 -Immissionen rechnerisch bis $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet.

Damit wird der derzeit geltende Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Prognosenullfall an der im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung vereinzelt erreicht und auch überschritten, dabei sind Überschreitungen des Grenzwertes bis ca. 18 % abgeleitet. Überwiegend wird an den Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet der Grenzwert jedoch nicht erreicht und nicht überschritten.

Im Planfall führt die Reduzierung der Stauhäufigkeit aufgrund der temporären Seitenstreifenfreigabe zu einer Verringerung der verkehrsbedingten Schadstofffreisetzungen entlang der A 99. Damit verbunden ist eine gewisse Abnahme der entlang der Autobahn flächenhaft erhöhten NO -Immissionen, wobei im Nahbereich der Autobahn und im Bereich der Tunnelportale Konzentrationswerte weiterhin deutlich über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet sind. Gegenüber dem Prognosenullfall sind im Bereich des westlichen Tunnelportals an der nächstgelegenen

Wohnbebauung auf der Nordseite der A 99 im Planfall etwas geringere NO_2 -Immissionen mit Jahresmittelwerten vereinzelt bis $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An der übrigen zur A 99 nahegelegenen Wohnbebauung sind ebenfalls Abnahmen der NO_2 -Gesamtbelastungen ermittelt, wobei im Planfall weiterhin vereinzelt Jahresmittelwerte bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet sind. Entlang der Eversbuschstraße und der Feldmochinger Straße sind an der angrenzenden Wohnbebauung ebenfalls gewisse Abnahmen der NO_2 -Immissionen abgeleitet.

Damit wird im Planfall der derzeit geltende Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ebenfalls vereinzelt erreicht und auch überschritten. Die dabei abgeleiteten Überschreitungen des Grenzwertes bis ca. 8 % sind im Vergleich zum Prognosenullfall deutlich geringer. Überwiegend wird jedoch wie im Prognosenullfall an den Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet der Grenzwert nicht erreicht und nicht überschritten, dabei sind gegenüber dem Prognosenullfall etwas geringere NO_2 -Jahresmittelwerte prognostiziert.

Die PM_{10} -Belastungen (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet sind in beiden Untersuchungsfällen im Nahbereich der A 99 über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und überwiegend bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im Bereich der Portale des Tunnels Allach sind am Fahrbahnrand der Autobahn auch PM_{10} -Immissionen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Dabei sind im Bereich des westlichen Portals an den nördlich der A 99 nächstgelegenen Wohngebäuden vereinzelt PM_{10} -Immissionen über $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind geringere Jahresmittelwerte zwischen $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Damit werden in beiden Untersuchungsfällen an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sowohl der Grenzwert für PM_{10} -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wie auch der Schwellenwert zur Ableitung der PM_{10} -Kurzzeitbelastung von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an nach der 39. BImSchV beurteilungsrelevanter Bebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Die $\text{PM}_{2.5}$ -Belastungen (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet sind in beiden Untersuchungsfällen im Nahbereich der A 99 über $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und überwiegend bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im Bereich der Portale des Tunnels Allach sind am Fahrbahnrand der Autobahn auch $\text{PM}_{2.5}$ -Immissionen vereinzelt über $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Dabei sind im Bereich des westlichen Portals an der nördlich der A 99 nächstgelegenen Wohnbebauung $\text{PM}_{2.5}$ -Immissionen vereinzelt bis $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An den übrigen Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet sind überwiegend geringere Jahresmittelwerte zwischen $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Damit erreichen die an der Wohnbebauung ermittelten $\text{PM}_{2.5}$ -Belastungen den Grenzwert für $\text{PM}_{2.5}$ -Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht und überschreiten ihn auch nicht. Der

Richtgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird an der bestehenden Bebauung im Betrachtungsgebiet ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Für die geschützten Vegetationsbereiche ist festzuhalten, dass in beiden Untersuchungsfällen der kritische NO_x -Wert zum Schutz der Vegetation von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel, der hier aufgrund der Nähe zur Autobahn und den Siedlungsgebieten nicht direkt anwendbar ist, bereits durch die angesetzte NO_x -Hintergrundbelastung erreicht und überschritten wird. Entlang der A 99 führen die verkehrsbedingten Beiträge zu flächenhaft erhöhten NO_x -Immissionen, die gegenüber dem Prognosenullfall im Planfall etwas schwächer ausgeprägt sind. Dabei sind in beiden Untersuchungsfällen die NO_x -Immissionen am Fahrbahnrand über $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Die verkehrsbedingten Stickstoffeinträge sind im Prognosenullfall für das FFH-Gebiet „Allacher Forst und Angerlohe“ bis in einen Abstand zur Autobahn von ca. 200 m über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und an den nördlichsten zur A 99 nächstgelegenen Flächen vereinzelt bis $30.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet, das umfasst auch Flächen des LRT 9170. Für östliche Bereiche des FFH-Gebiets sind nur an den zur Bundesstraße B 304 nächstgelegenen Flächen Eintragsraten über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und bis $7.1 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. Für die übrigen Bereiche des FFH-Gebietes sind im Prognosenullfall geringere N-Depositionen ermittelt, die aber immer Eintragsraten über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ aufweisen. Für das FFH-Gebiet „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ sind bis in einen Abstand von ca. 240 m zur A 99 N-Depositionen mit Eintragsraten über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und vereinzelt bis $16.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet. Für das FFH-Gebiet „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ sind Stickstoffdepositionen über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ bis in einen Abstand von ca. 80 m zur A 99 ermittelt, dabei weisen die zur A 99 nächstgelegenen Flächen Eintragsraten bis $6.7 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ auf.

Im Planfall sind aufgrund der verringerten Schadstofffreisetzungen überwiegend geringere Stickstoffeintragsraten als im Prognosenullfall ermittelt. Dabei sind im Bereich des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ N-Depositionen über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ bis in einen Abstand zur Autobahn von ca. 160 m berechnet, die an den zur A 99 nächstgelegenen Flächen Eintragsraten bis $25.1 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ aufweisen. An den zur B 304 nächstgelegenen Flächen sind im Planfall N-Depositionen vereinzelt bis $6.7 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. Für die Bereiche des FFH-Gebiets „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ sind für Flächen bis in einen Abstand von ca. 160 m zur A 99 Stickstoffdepositionen über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet, die im Nahbereich durch das Heranrücken der äußeren Fahrwege durch die temporäre Seitenstreifenfreigabe im Planfall vereinzelt bis $20.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet

sind. Für Flächen des FFH-Gebiets „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ sind bis in einen Abstand von ca. 60 m zur A 99 N-Depositionen über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und bis $6.7 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet.

Die vorhabeninduzierten Änderungen an verkehrsbedingten Stickstoffeintrag aufgrund der temporären Seitenstreifenfreigabe führen im Bereich des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ nur vereinzelt und nur in den nördlichsten Bereichen zu Zunahmen um mehr als $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und vereinzelt bis $1.6 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$. Für im FFH-Gebiet gelegene Bereiche des Lebensraumtyps 9170, die unter Berücksichtigung der modelltechnischen Umsetzung des Untersuchungsgebiets in ein $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ Rechengitter insgesamt eine Fläche von 102.68 ha umfassen, sind an den zu A 99 unmittelbar angrenzenden Rechenflächen vereinzelt Zunahmen bis $0.8 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. Dabei ist für den Lebensraumtyp 9170 festzuhalten, dass knapp 0.3% der modelltechnisch für ein $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ Rechengitter dargestellten LRT-Flächen planungsbedingte Zunahmen der Stickstoffdepositionen um mehr als $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ aufweisen. Damit sind deutlich weniger als 3% der betrachteten Gesamtfläche von dieser Zunahme betroffen. Für die übrigen Bereiche des FFH-Gebiets sind bis in einen Abstand von ca. 200 m zur A 99 planungsbedingte Abnahmen an verkehrsbedingten Stickstoffeinträgen überwiegend zwischen $0.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und $1.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet. In noch größeren Abständen sind die Änderungen geringer als $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$. Für das FFH-Gebiet „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ sind an den südlich zur A 99 nächstgelegenen Flächen vereinzelt Zunahmen der N-Depositionsraten über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und bis $4.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$. Für das FFH-Gebiet „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ sind keine Änderungen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass an der Bebauung im Bereich des westlichen Portals des Tunnel Allachs im betrachteten Bezugsjahr hohe Schadstoffbelastungen berechnet sind. Damit verbunden sind bereits im derzeitigen Ausbauzustand A 99 vereinzelte Grenzwertüberschreitungen an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet. Dort führt die geplante temporäre Seitenstreifenfreigabe zu einer Abnahme der Luftschadstoffbelastungen, wobei weiterhin vereinzelte aber geringere Grenzwertüberschreitungen prognostiziert sind. Für die übrige Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind überwiegend keine Konflikte hinsichtlich den Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit zu erwarten, dabei führen dort die Planungen vorwiegend zu leichten Abnahmen der Schadstoffbelastungen. Die Umsetzung der Planung ist bezogen auf die umliegende Wohnnutzung aus lufthygienischer Sicht nicht zwingend abzulehnen.

2 AUFGABENSTELLUNG

In München ist am Autobahnring A 99 im Abschnitt zwischen dem Autobahndreieck München-Allach und dem Autobahndreieck München-Feldmoching eine temporäre Seitenstreifenfreigabe (TSF) mit dem Ziel der Stauzeitreduktion geplant. Im beplanten Abschnitt der A 99 befindet sich zum Teil zur Autobahn nahegelegene Wohnbebauung wie z. B. im Autobahnabschnitt zwischen der Anschlussstelle München-Ludwigsfeld und dem Autobahndreieck München-Feldmoching. Mit der geplanten TSF rücken die äußersten Fahrstreifen näher an die bestehende Bebauung heran, insbesondere während den Tagstunden mit erhöhten Verkehrsaufkommen und den entsprechenden Schadstofffreisetzung. Zudem befinden sich im Plangebiet geschützte Vegetationsbereiche des FFH-Gebietes „Allacher Forst und Angerlohe“ (DE-7734-302) mit Flächen, die direkt an die A 99 heranreichen, sowie Flächen des FFH-Gebietes „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ (DE-7734-301), die zum Teil von der A 99 gequert werden. Östlich des Autobahndreiecks München-Feldmoching reichen Flächen des FFH-Gebietes „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ (DE-7735-371) an die A 99 heran.

Für die Planungsfeststellung ist ein Luftschadstoffgutachten zu erstellen, welches die Auswirkungen der Straßenplanung auf die Luftschadstoffbelastung in benachbarten Siedlungsbereichen sowie die Auswirkungen auf den Stickstoffeintrag in entsprechende FFH-Gebiete beschreibt. Für Wohnnutzungen sind die zu erwartenden relevanten Immissionen hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit zu ermitteln und entsprechend der hier maßgebenden 39. BImSchV zu bewerten. Für die FFH-Gebiete sind die zu erwartenden Stickstoffeinträge zu berechnen.

3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, ob die durch die geplante Baumaßnahme 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. Grenz- oder Vorsorgewerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v.a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO₂ und PM₁₀ die 22. BImSchV ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus in Form einer Schadstoffleitkomponentenbetrachtung auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM₁₀ und PM_{2.5}). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich und wird hier nicht durchgeführt.

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert. Für die Ermittlung des Stickstoffeintrags (N-Deposition) in den Boden in ausgewiesenen FFH-Bereichen werden zusätzlich verkehrsbedingte Emissionen von Ammoniak (NH₃) betrachtet.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit

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

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

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	
PM2.5	Richtgrenzwert ab 2020	20	

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

3.2 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation

Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung wird in der 39. BImSchV für NO_x ein kritischer Wert für Stickstoffoxide zum Schutz der Vegetation von 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel angeführt. Dieser Wert zum Schutz der Vegetation ist nach der 39. BImSchV auf Bereiche anzuwenden, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind. Daneben gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründete Zielwerte für N-Depositionen zum Schutz von Vegetationseinheiten darstellen.

3.3 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT

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 jeweils an den aktuellen Stand der Technik angepasst, insbesondere unter Berücksichtigung des Stickstoffleitfadens „Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen – H PSE“ (FGSV, 2019). Der Stickstoffleitfaden H PSE enthält u. a. die Ergebnisse des Forschungsberichtes der BAST (2013) „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“.

Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet werden zunächst auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen ermittelt. 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. Im HBEFA4.1 sind auch nicht motorbedingte Emissionsfaktoren für Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}) aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung enthalten. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachteten Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Längsneigungseinflüssen 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 Luftkonzentrationen der Schadstoffe im Untersuchungsgebiet ermittelt. Auf der Grundlage von meteorologischen Daten (Kap. 4) und der Emissionsganglinien werden die statistischen Jahreskennwerte der Schadstoffkonzentrationen berechnet. Der so berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die Hintergrundbelastung (Kap. 4) überlagert. Die für die Ausbreitungsrechnungen notwendigen Daten zur Meteorologie werden Messdaten einer nahe gelegenen Station entnommen. Die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet wird aus Messdaten umliegender Stationen abgeleitet.

Die Schadstoffausbreitung wird mit dem dreidimensionalen Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrangemodell in Erweiterung des Modells der TA Luft, www.janicke.de) für die Kombinationen aus Emissionssituationen, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und atmosphärischen Stabilitätsbedingungen unter Berücksichtigung der Topografie durchgeführt. Das verwendete Ausbreitungsmodell ist in der Lage, sämtliche im Rechengebiet 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. Die Schadstoffkonzentrationen werden mit dem Verfahren PROKAS/LASAT flächenhaft für das Untersuchungsgebiet berechnet.

In diesem Verfahren werden unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik) und der zeitlichen Variation der Emissionen die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittelwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt.

Vorgehen bezüglich Deposition

Die Berechnungen des Stickstoffeintrags berücksichtigen die mit Stickstoffleitfaden H PSE (FGSV, 2019) genannten Konventionen.

Mit dem Programmsystem PROKAS/LASAT werden neben den Luftkonzentrationen der Schadstoffe die durch Straßenverkehr verursachten NO_x - und NH_3 -Depositionen ermittelt. Die NO_x - und NH_3 -Depositionen werden entsprechend der Molekularmassen in 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 (LAI, 2012). 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.

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

Tab. 3.2: Für die Ausbreitungsrechnungen angesetzte Depositionsgeschwindigkeiten

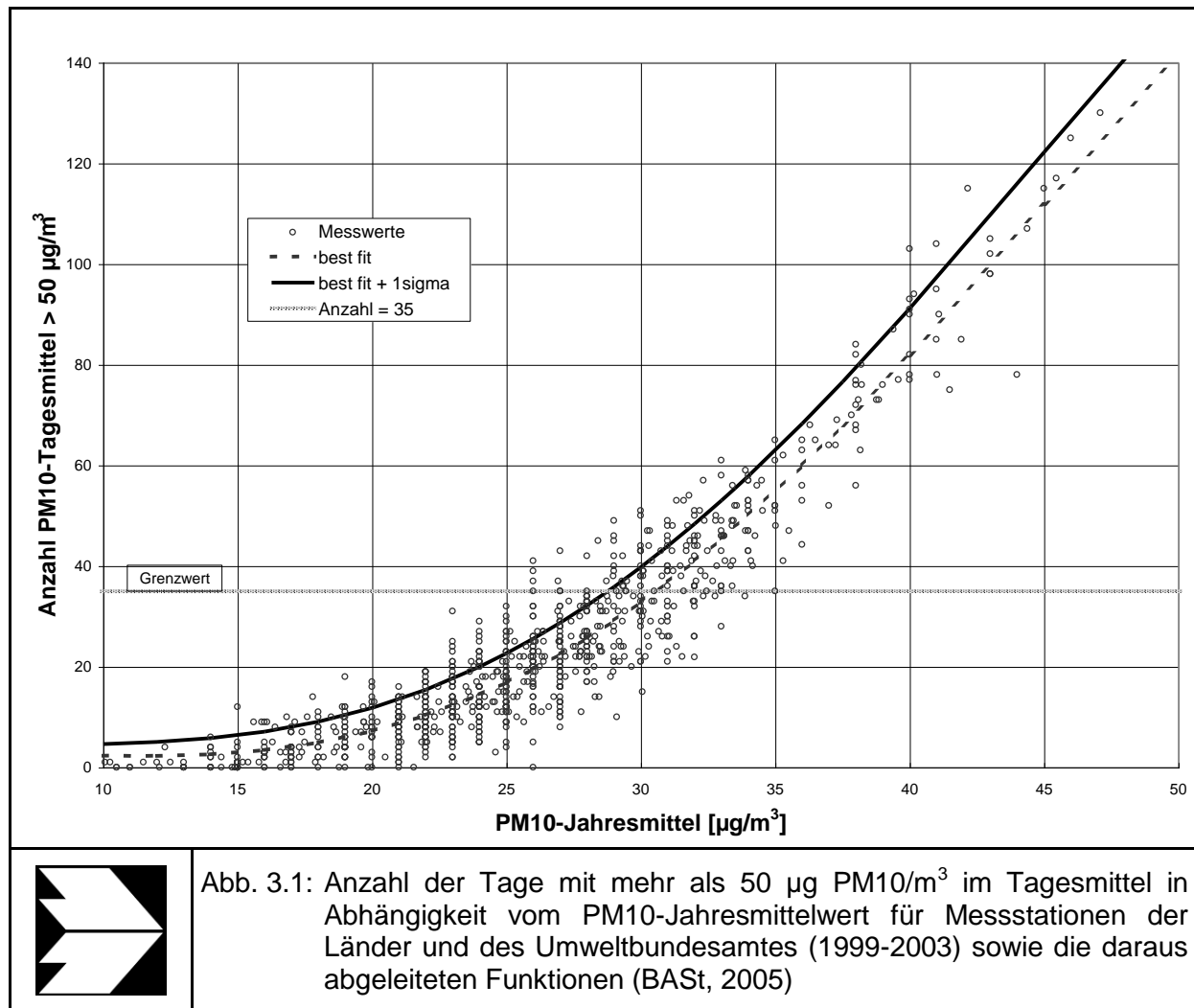
Die im Untersuchungsgebiet ausgewiesenen Flächen des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ sind überwiegend von Wald bedeckt, ein deutlich kleinerer Flächenanteil wird der Landbedeckungsklasse Wiese zugeordnet. Die ausgewiesenen Flächen des FFH-Gebiets „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ weisen überwiegend von Wiesenvegetation auf.

3.4 Überschreitungshäufigkeit der PM10-Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für PM10 einen Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nur 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in **Abb. 3.1** dargestellt.

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

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



4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung.

Für das Untersuchungsgebiet wurden die Verkehrsdaten durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Verkehrsdaten, meteorologischen Daten und Schadstoffhintergrundbelastung werden in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 erläutert.

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das in **Abb. A4.1** dargestellte Untersuchungsgebiet befindet sich im Nordwesten und Norden von München außerhalb des zentralen Stadtbereichs. Das überwiegend ebene Untersuchungsgebiet ist geprägt durch Siedlungsbereiche mit überwiegend vorstädtischer Bebauung sowie landwirtschaftlich genutzten Flächen, ein kleinerer Anteil weist Gewerbebebauung und Waldflächen auf.

Im Untersuchungsgebiet verläuft der 6-streifig ausgebaute Autobahnring München (Autobahn A 99) in Südwest-Nordost-Richtung. Der ca. 6.5 km lange beplante Autobahnabschnitt des Autobahnring München beginnt unmittelbar östlich des Autobahndreiecks München-Allach (AD M-Allach) und umfasst im weiteren Verlauf Richtung Nordosten den ca. 1 km langen Tunnel Allach sowie die Anschlussstelle München-Ludwigsfeld mit der Bundesstraße B 304 (AS M-Ludwigsfeld) und endet unmittelbar westlich des Autobahndreiecks München-Feldmoching (AD M-Feldmoching). Im Bereich der Tunnels Allach quert die Staatsstraße St 2063 die A 99, unmittelbar westlich des AD M-Feldmoching quert die St 2342 die Autobahn; im Untersuchungsgebiet verlaufen die genannten Staatsstraßen überwiegend durch städtische Wohngebiete und benannt als Eversbuschstraße (St 2063) bzw. Feldmochinger Straße (St. 2342).

Im Bereich des Westportals des Tunnels Allach befindet beidseitig der A 99 nahegelegene Wohnbebauung, zudem befinden sich auf der Südseite zwischen der Wohnbebauung und der A 99 Gartennutzungen. Im Bereich des Ostportals befindet sich nördlich und nordwestlich nahegelegene Wohnbebauung. Im weiteren Verlauf reicht im Abschnitt zwischen dem

Tunnel Allach und der AS M-Ludwigsfeld auf der Nordseite der A 99 Gewerbebebauung nahe an den Autobahnring heran. Im nordöstlichen und südöstlichen Bereich des AS M-Ludwigsfeld befinden sich vereinzelte Wohnnutzungen. Im Autobahnabschnitt zwischen der AS M-Ludwigsfeld und des AD M-Feldmoching befindet sich beidseitig des Autobahnringes München nahegelegene Wohnbebauung. Entlang der Eversbuschstraße und der Feldmochinger Straße befindet sich beidseitig angrenzende Wohnbebauung mit Straßenraumbreiten zum Teil unterhalb von 20 m.

Im Untersuchungsgebiet sind zudem geschützte Vegetationsbereiche der FFH-Gebiete „Allacher Forst und Angerlohe“ (DE-7734-302), „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ (DE-7734-301) und „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ (DE-7735-371) gelegen. Dabei reichen im Abschnitt zwischen dem Tunnel Allach und der AS M-Ludwigsfeld auf der Südseite der A 99 die nördlichen Bereiche des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ dicht an die Autobahn heran, östliche ausgewiesene Schutzflächen reichen nahe an die B 304 heran. Im Autobahnabschnitt zwischen AS M-Ludwigsfeld und AD M-Feldmoching werden Flächen des FFH-Gebiets „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ von der A 99 gequert. Nordöstlich des AD-M-Feldmoching befindet sich Flächen des FFH-Gebiets „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“, die nahe an die Fahrwege des Autobahndreiecks und nahe an die nördliche Fahrbahn der A 99 heranrücken.

Im FFH-Gebiet „Allacher Forst und Angerlohe“ befinden sich Bereiche mit schützenswerten Lebensraumtypen (LRT), dabei sind im Untersuchungsgebiet die gegenüber Stickstoffeinträgen empfindlichen Lebensraumtypen „Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald“ (LRT 9170), „Kalkmagerrasen“ (LRT 6210), „Pfeifengraswiese“ (LRT 6410) und „Magere Flachland-Mähwiese“ (LRT 6510) gelegen.

Die Planungen umfassen eine temporäre Seitenstreifenfreigabe (TSF) mit dem Ziel der Stauzeitreduktion. Mit der geplanten TSF rücken während der Freigabe die äußersten Fahrstreifen näher an die bestehende Bebauung und näher an geschützte Vegetationsbereiche der FFH-Gebiete heran, insbesondere während den Tagstunden mit erhöhten Verkehrsaufkommen und den damit verbundenen entsprechend höheren Schadstofffreisetzungen. Im Zuge der Planungen sind östlich der AS M-Ludwigsfeld auf der Südseite der A 99 Lärmschutzwände vorgesehen.

In den Ausbreitungsrechnungen werden Tunnel- und Brückenlagen sowie in typisierter Form bestehende und geplante Lärmschutzbauten berücksichtigt. Bestehende Dammlagen sind im Relief des digitalen Geländemodells enthalten.

Folgende Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Prognosenußfall:** Bestehendes Straßennetz im Untersuchungsgebiet mit Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2035
- **Planfall:** Bestehendes Straßennetz unter Berücksichtigung der geplanten temporären Seitenstreifenfreigabe und den damit verbundenen Verkehrsänderungen für das Prognosejahr 2035

4.2 Verkehrsdaten

Die durch die brenner BERNARD ingenieure GmbH ermittelten Angaben über das Verkehrsaufkommen im Prognosejahr 2035 wurden durch den Auftraggeber in Form von Kenndatentabellen zur Verfügung gestellt. Diese beinhalten für die zu betrachteten Untersuchungsfälle Angaben u. a. über die durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTV_w) und der Schwerverkehrsanteile entlang den Autobahnabschnitten der A 99, den Straßen und Fahrwegen im Bereich der Anschlussstellen sowie der Bundes- und Staatsstraßen im Untersuchungsgebiet. Die Verkehrsbelegungsdaten sind in **Abb. A4.2** und **Abb. A4.3** aufgezeigt, dabei sind die Angaben im Querschnitt zusammengefasst. Im Autobahnabschnitt westlich der AS M-Ludwigsfeld führen die Planungen zu einer Zunahme des Verkehrsaufkommens um ca. 6 % und einer Zunahme der LKW-Fahrten um ca. 15 %. Östlich der AS M-Ludwigsfeld nimmt das Verkehrsaufkommen um ca. 7 % zu, dabei reduzieren sich die werktäglichen LKW-Fahrten um ca. 3 %.

Derzeit treten im Bereich des beplanten Autobahnabschnittes regelmäßig Stauereignisse auf. Durch den Auftraggeber wurden Angaben der werktäglichen Staustunden im Bereich des Tunnels Allach fahrtrichtungsfein übergeben, das sind täglich 1.7 h in östlicher Fahrtrichtung und 1.5 h in westlicher Fahrtrichtung. Unter der Annahme, dass im Prognosenußfall die Stauereignisse regelmäßig während den Spitzenstunden mit erhöhten Verkehrsaufkommen auftreten, wird mittels der Ganglinie eines typischen Werktages abgeleitet, dass die Stauereignisse in östlicher Fahrtrichtung ca. 14 % der werktäglichen Fahrleistung und in westlicher Fahrtrichtung ca. 12 % umfassen. Für den Autobahnabschnitt östlich der AS M-Ludwigsfeld, für den ebenfalls eine temporäre Freigabe der Seitenstreifen geplant ist, liegen keine Angaben zur Stauhäufigkeit vor. Für diesen Abschnitt werden auf Grundlage der beschrie-

benen Angaben für den Tunnel Allach vergleichbare Stauhäufigkeiten angesetzt. Mit der geplanten temporären Seitenstreifenfreigabe wird im Planfall eine Reduzierung der Stauzeiten auf ca. 0.5 h in beide Fahrrichtungen angesetzt.

Die beschriebenen Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2035 werden im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit unverändert für die Emissionsberechnungen im Bezugsjahr 2023, dem Jahr der frühestmöglichen Inbetriebnahme der Einrichtung zur temporären Seitenstreifenfreigabe, angesetzt. Diese Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren entspricht dabei einer konservativen Vorgehensweise. Für den Stickstoffeintrag wird entsprechend H PSE (FGSV, 2019) das Jahr der Prognosehorizont der übergebenen Verkehrsdaten als Bezugsjahr angesetzt, hier 2035.

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und SV-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt. Die in diesem Gutachten verwendeten Verkehrstagesganglinien beruhen auf typisierten Tagesganglinien der A 99 zwischen AD M-Allach und AS M-Ludwigsfeld (BASt, 2018).

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 Untersuchungsgebiets liegen mehrere Windmessdatensätze des Deutschen Wetterdienstes (DWD) vor.

Der zum Untersuchungsgebiet nächstgelegene Messstandort befindet sich ca. 2 km nordöstlich des AD M-Feldmoching an der DWD-Messstation Oberschleißheim, an dem südöstlich der Flugplatz Schleißheim angrenzt. Für den Standort liegen Windmessdaten bis zum Jahr 1981 vor. Die dort erfasste Windrichtungsverteilung weist im Zehnjahreszeitraum eine Häufung von westlichen bis westsüdwestlichen sowie von östlichen bis ostnordöstlichen Richtungen auf; die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in Messhöhe mit ca. 2.5 m/s.

Die zum Untersuchungsgebiet nächstgelegene Messstandorte mit aktuellen Windmessdaten befinden sich im zentralen Stadtbereich von München und am Flughafen München.

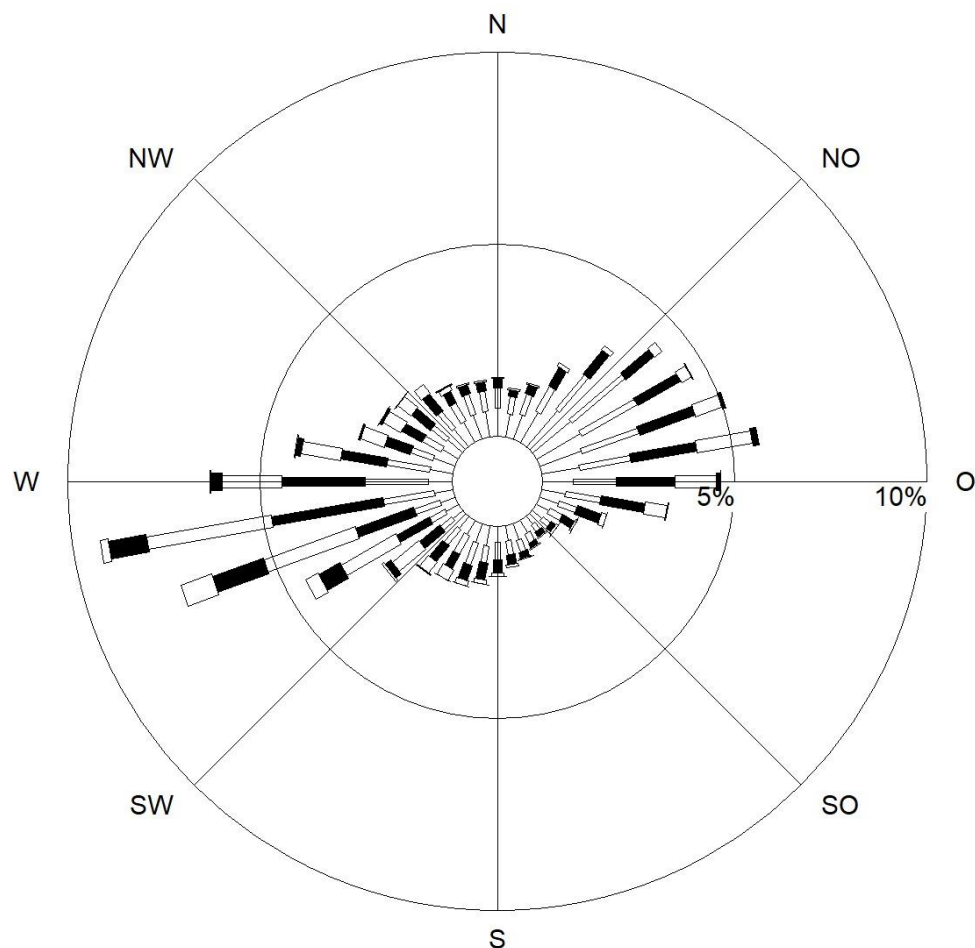
Die DWD-Messstation München-Stadt befindet sich ca. 6 km südöstlich des Untersuchungsgebiets im westlichen Bereich des Stadtbezirks Neuhausen-Nymphenburg. Die Umgebung ist überwiegend durch mehrstöckige Blockrandbebauung geprägt. Die dort erfasste Windrichtungsverteilung weist im Zehnjahreszeitraum eine Häufung von westsüdwestlichen sowie ostnordöstlichen Richtungen auf; die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in Messhöhe mit ca. 2.8 m/s.

Die DWD-Messstation München-Flughafen ist ca. 25 km nordöstlich des Untersuchungsgebiets gelegen und befindet sich auf dem Flughafengelände. In den überwiegend durch landwirtschaftliche Flächen geprägten Umgebungen finden sich zudem kleinere Siedlungsbereiche und Waldflächen. Die an der DWD-Messstation München-Flughafen im Zehnjahreszeitraum erfasste Windrichtungsverteilung ist in **Abb. 4.1** dargestellt. Westsüdwestliche Windrichtungen dominieren, eine weitere Häufung tritt bei ostnordöstlichen Richtungen auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist in Messhöhe mit 3.0 m/s erfasst.

Aufgrund der vergleichbaren Landbedeckungen werden für das Untersuchungsgebiet die Windmessdaten der DWD-Station Flughafen-München für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung der durch die Landnutzung bedingten Rauigkeit herangezogen. Aus diesen Messdaten wird in Verbindung mit Beobachtungsdaten des Wolkenbedeckungsgrades an der DWD-Station München-Flughafen eine Ausbreitungsklassenstatistik erzeugt und für die Ausbreitungsrechnungen verwendet.

Das diagnostische Windfeldmodell von LASAT berechnet für das gesamte Untersuchungsgebiet die durch das Relief und die Landnutzung geprägte örtliche Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung. Hierfür werden für jede Ausbreitungsklasse die Basiswindfelder berechnet. Für die Schadstoffausbreitungsrechnungen werden die Anströmrichtungen um 2 Grad variiert. Hierfür werden aus den Basiswindfeldern die entsprechenden Windfelder abgeleitet. Die verwendete Ausbreitungsklassenstatistik repräsentiert in dieser Vorgehensweise die Referenz für die großräumigen Windverhältnisse, die dann mit den mittels LASAT berechneten örtlichen Windfeldern im Untersuchungsgebiet gekoppelt werden. Somit liegen für das Untersuchungsgebiet flächendeckend die Informationen zu den lokalen Windverhältnissen vor.

Windverteilung in Prozent



Station	: M-Flughafen	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10.0 m	I : 11.7 %	▨	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 3.0 m/s	II : 26.6 %	■	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1 : 60.8 %	▤	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 0.4 %	■	7.0 bis 10 m/s
		IV : 0.4 %	□	größer 10 m/s
		V : 0.0 %		

Abb. 4.1: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der DWD-Station München-Flughafen basierend auf Messdaten aus dem Zeitraum 2009 bis 2018 (Quelle: DWD).

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt

fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden im vorliegenden Gutachten im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaubpartikel (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) betrachtet. Zudem werden hinsichtlich geschützter Vegetationsflächen der Schadstoff Stickoxide (NO_x) betrachtet.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) betreibt das Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) für Luftschadstoffe. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LfU 2013-2019). Die Jahreskenngrößen 2019 für NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ sind derzeit in einer vorläufigen Kurzauswertung veröffentlicht (LfU, 2020).

Die vorliegenden Daten der dem Untersuchungsgebiet umliegenden Messstationen sind auszugsweise in **Tab. 4.1** aufgeführt. Die nächstgelegenen Messstationen befinden sich südlich bis ost-südöstlich des Untersuchungsgebiets im Siedlungsbereich von München. Die ca. 3 km entfernte Messstation München/Allach ist im äußeren nordwestlichen Stadtbereich gelegen; die dort erfassten Kennwerte der Luftqualität sind aufgrund der Lage abseits von Hauptverkehrsstraßen nur gering von verkehrsbedingten Beiträgen beeinflusst und sind typisch für den städtischen Hintergrund. In ca. 8 km Entfernung befindet sich im Innenstadtbereich die Station München/Landshuter Allee am Fahrbahnrand der vierspurigen Bundesstraße B 2 R; die Messdaten weisen einen sehr deutlichen Beitrag von verkehrsbedingten Schadstofffreisetzungen auf. Die Messstation München/Lothstraße ist ca. 9 km entfernt im zentralen Stadtbereich; am Messstandort werden Luftschadstoffmessungen abseits von Hauptverkehrsstraßen mit entsprechend geringen verkehrsbedingten Beiträgen durchgeführt. An der ca. 11 km entfernten Station München/Stachus werden im Bereich einer stark befahrenen Straße Kennwerte Luftqualitätsmessungen im zentralen Stadtbereich durchgeführt. Die ca. 14 km entfernte Messstation München/Johanniskirchen befindet sich am nord-

östlichen Stadtrandbereich und ist aufgrund der Lage abseits von Hauptverkehrsstraße nur gering durch verkehrsbedingte Beiträge beeinflusst mit entsprechend typischen Kennwerten für den städtischen Hintergrund.

Auf Grundlage der Messwerte an nächstgelegenen, für den städtischen Hintergrund repräsentativen Messstation München/Allach wird unter Berücksichtigung der zeitlichen Entwicklung der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für NO_2 von $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet, für PM_{10} wird auf Grundlage der Messwerte der Station München/Johanniskirchen eine Hintergrundbelastung von $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet, wobei die in **Tab. 4.1** aufgeführten NO_x -Messwerte der dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Station München/Allach im Vergleich dazu in den letzten Jahren zu etwas höheren NO_x -Jahresmittelwerten führen.

Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw und Horálek, 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$. De Leeuw und Horálek (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein $\text{PM}_{2.5}$ zu PM_{10} -Verhältnis zwischen 0.5 und 0.8. Bruckmann et al. (2009) beziffern das Verhältnis zwischen 0.63 und 0.71. Dabei wird hier an Hintergrundstationen im Vergleich zu Stationen in Quellnähe (Verkehr und Industrie) ein höheres $\text{PM}_{2.5}$ - zu PM_{10} -Verhältnis bestimmt. Die $\text{PM}_{2.5}$ -Messwerte, die an den in **Tab. 4.1** aufgeführten Messstationen erfasst werden, bestätigen diese Korrelation.

Auf Grundlage dieser Verhältnisse von $\text{PM}_{2.5}$ zu PM_{10} und der oben genannten Zusammenhänge wird für das Untersuchungsgebiet eine $\text{PM}_{2.5}$ -Hintergrundbelastung von $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzt. In **Tab. 4.2** sind die angesetzten Werte für die Schadstoffhintergrundbelastung dargestellt.

Für das Chemiemodell zur Beschreibung der NO - NO_2 -Konversion (Düring et al., 2011) wird in Orientierung an den Messungen der in **Tab. 4.1** aufgeführten Messstationen der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für Ozon von $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzt.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	München (M)/ Allach	M/ Landshuter Allee	M/ Loth- straße	M/ Stachus	M/ Johannes- kirchen
NO ₂ Jahresmittel	2012	-	81	31	60	22
	2013	-	81	31	64	22
	2014	25	83	31	62	22
	2015	26	84	33	64	23
	2016	26	80	33	56	22
	2017	25	78	32	53	21
	2018	24	66	27	48	20
	2019	21	63	27	42	19
PM10 Jahresmittel	2012	-	29	18	26	16
	2013	-	31	20	26	18
	2014	-	27	18	23	16
	2015	-	27	18	24	16
	2016	-	25	17	22	14
	2017	-	26	18	26	16
	2018	-	25	18	22	16
	2019	-	24	15	19	14
PM10 - Über- schreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³)	2012	-	27	5	14	4
	2013	-	39	11	19	8
	2014	-	17	8	14	6
	2015	-	13	1	7	1
	2016	-	6	1	7	1
	2017	-	21	11	23	10
	2018	-	14	6	7	4
	2019	-	16	1	4	0
PM2.5 Jahresmittel	2012	-	18	13	17	10
	2013	-	19	14	16	14
	2014	-	16	12	15	12
	2015	-	15	12	14	12
	2016	-	14	11	13	10
	2017	-	16	13	15	12
	2018	-	15	13	14	12
	2019	-	12	10	11	10
NO _x Jahresmittel (gemessen)	2012	-	222	49	134	33
	2013	-	237	52	150	34
	2014	46	253	52	146	34
	2015	52	245	59	147	38
	2016	49	243	58	133	34
	2017	46	230	53	119	33
	2018	42	181	44	99	28
	2019	-	-	-	-	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LfU, 2013-2020)

Schadstoff	Jahresmittelwert [µg/m³]
NO ₂	24
NO _x	39
PM10	16
PM2.5	12

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2019/2023/2035

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 im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit zu betrachtende Bezugsjahr 2023 zeigen Abschätzungen (RLuS, 2012) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen für Stickoxide um ca. 7 % und für Feinstaubpartikel um ca. 4 %. Für das Bezugsjahr 2035, das hinsichtlich der Konventionen des Stickstoffleitfadens H PSE bei der Ermittlung des verkehrsbedingten Stickstoffeintrages zu betrachten ist, sind in RLUS 2012 keine Abschätzungen enthalten; für das Jahr 2030 zeigen diese Abschätzungen gegenüber der heutigen Situation eine Reduktion der Stickoxidimmissionen um ca. 10 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen.

Für die Stadt München umfasst die 7. Fortschreibung des Luftreinhalteplans (ROB, 2019) u. a. eine Abschätzung der städtischen NO₂-Hintergrundbelastung bis ins Jahr 2030 unter Berücksichtigung einer möglichen zeitlichen Entwicklung der Jahresmittelwerte basierend auf der Fortschreibung der Messdaten an den LfU-Stationen München/Johanniskirchen und München/Allach. Für das Jahr 2023 wird im Luftreinhalteplan eine NO₂-Hintergrundbelastung von 22 µg/m³ genannt, die gegenüber der für die heutige Situation abgeleiteten NO₂-Hintergrundbelastung in **Tab. 4.1** um ca. 8 % reduziert ist.

Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung der genannten Reduktionen verzichtet; das entspricht einer konservativen Vorgehensweise.

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO_2 und PM_{10} erreicht, weshalb diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet werden. Zudem werden die $\text{PM}_{2.5}$ -Immissionen behandelt.

Für die Betrachtungen zum Stickstoffeintrag in FFH-Gebiete sind entsprechend BAST (2013) die NO_x -Emissionen und Ammoniakemissionen (NH_3) zu betrachten.

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, Sattelschleppern, Bussen usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2003).

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet, das gegenüber Version 3.3 (UBA, 2017) u. a. neue NO_x -Angaben für Diesel-Kfz und für NH_3 differenziertere Angaben zu Freisetzungen durch LKW berücksichtigt.

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 (UBA, 2019) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israël et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden. Im HBEFA4.1 sind auch nicht motorbedingte Emissionsfaktoren für Feinstaub enthalten.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, soweit dieser Prozess in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen relevant wird. Für die kleineren Entfernungen sind die sekundären Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

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

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

AB>130:	Autobahn, ohne Tempolimit
AB>130s:	Autobahn, ohne Tempolimit, Stop- & Go-Verkehr
AB120:	Autobahn, Tempolimit 120 km/h

AB120s:	Autobahn, Tempolimit 120 km/h, Stop- & Go-Verkehr
AB100:	Autobahn, Tempolimit 100 km/h
AB100s:	Autobahn, Tempolimit 100 km/h, Stop- & Go-Verkehr
AB80:	Autobahn, Tempolimit 80 km/h
AB80s:	Autobahn, Tempolimit 80 km/h, Stop-and-Go-Verkehr
AO-HVS70:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
IOS-HVS70:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
IOS-HVS70d:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS60:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h
IOS-HVS60d:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS60g:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-HVS50:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h

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 Diesel-PKW sowie der Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW berücksichtigt sind; vergleichbare Anpassungen sind auch für leichte Nutzfahrzeuge enthalten. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Emissionsfaktoren berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet die an der DWD-Station München-Stadt erfassten stündlichen Zeitreihen der Lufttemperatur im Zeitraum 2009-2018 mit einer mittleren Temperatur von 10.5 °C (Quelle: DWD).

Derzeit treten regelmäßig Störungen des Verkehrsablaufes im beplanten Autobahnabschnitt des Autobahnringes München auf, die mit Stauereignissen während den Spitzenstunden mit erhöhten Verkehrsaufkommen verbunden sind und mit Realisierung der temporären Seitenstreifenfreigabe reduziert werden (**Kap. 4.2**). In beiden Untersuchungsfällen werden für die beplanten Autobahnabschnitte anteilig an der werktäglichen Fahrleistung Stop- & Go-Verkehre berücksichtigt, sofern diese einen Zuschlag darstellen.

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2023 aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Steigungs- und Gefällestrrecken sowie Gegenverkehrsstrrecken mit Steigung. Steigungsstrrecken werden gekennzeichnet durch vorangestelltes „+“-

Zeichen, Gefällestrecken durch „-“ Zeichen und Gegenverkehrsstrecken durch „_“-Zeichen. Die entsprechenden Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2035 sind in **Tab. 5.2** aufgeführt.

Durch den Auftraggeber wurden Angaben zu den zulässigen Höchstgeschwindigkeiten entlang der A 99 im beplanten Abschnitt fahrtrichtungsfein übergeben. Vom AD M-Allach kommend ist in östlicher Fahrtrichtung die zulässige Höchstgeschwindigkeit bis unmittelbar östlich der AS M-Ludwigsfeld auf 80 km/h begrenzt. Im weiteren Verlauf bis unmittelbar westlich des AD M-Feldmoching liegt kein Tempolimit vor. Vom AD M-Feldmoching kommend ist in westlicher Fahrtrichtung bis zu einer Entfernung von ca. 800 m zur AS M-Ludwigsfeld die Höchstgeschwindigkeit ebenfalls nicht beschränkt. Im weiteren Verlauf Richtung Westen bis unmittelbar westlich der AS M-Ludwigsfeld beträgt die zulässige Höchstgeschwindigkeit 120 km/h und anschließend bis unmittelbar östlich des Tunnels Allach 100 km/h. Im Tunnel Allach ist in westlicher Fahrtrichtung die Höchstgeschwindigkeit ebenfalls auf 80 km/h beschränkt.

Die beschriebenen zulässigen Höchstgeschwindigkeiten im beplanten Autobahnabschnitt des Autobahnringes München werden für die Emissionsberechnungen im Prognosenullfall herangezogen.

Im Planfall mit temporärer Seitenstreifenfreigabe werden zeitweise die Seitenstreifen befahren, damit verbunden sind während diesen Zeiten Schadstofffreisetzungen im Bereich der Seitenstreifen. Während Zeiten mit temporär freigegebenen Seitenstreifen ist eine Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten vorgesehen. Das ist für Abschnitte ohne Tempolimit eine Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 120 km/h und für andere Abschnitte eine Reduzierung um bis 20 km/h. Entsprechend den Angaben des Auftraggebers ist eine temporäre Seitenstreifenfreigabe während den Spitzenstunden vorgesehen. Das sind Zeiten mit erhöhten Verkehrsaufkommen, die bis knapp 50 % der werktäglichen Fahrleistung umfassen können. Entsprechend den Angaben in **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2** sind für Autobahnen geringere Fahrgeschwindigkeiten mit geringeren Emissionsfaktoren verbunden, die zu bis ca. 40 % reduzierten Schadstofffreisetzungen führen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktion verzichtet. Neben der vorgesehenen Freigabe der Seitenstreifen während Spitzenstunden, wird in der vorliegenden Untersuchung in der Ausbreitungsrechnungen davon abweichend auch in den übrigen Zeiten Schadstofffreisetzungen im Bereich der Seitenstreifen angesetzt; das entspricht ebenfalls einer konservativen Vorgehensweise.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2023									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW)	NO _x		PM10 / PM2.5 (nur Abgase)		PM 10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)		NO ₂ direkt	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
AB>130	142.7	0.150	0.591	0.0073	0.0118	0.030	0.130	0.009	0.044	0.040	0.163
AB>130-2	142.7	0.099	1.137	0.0194	0.0033	0.030	0.130	0.009	0.044	0.026	0.316
AB>130+2	142.7	0.223	0.603	0.0029	0.0100	0.030	0.130	0.009	0.044	0.055	0.164
AB>130s	17.9	0.150	5.240	0.0073	0.0337	0.030	0.130	0.015	0.068	0.040	1.457
AB>130s-2	17.9	0.099	7.946	0.0194	0.0281	0.030	0.130	0.015	0.068	0.026	2.213
AB>130s+2	17.9	0.223	4.730	0.0029	0.0361	0.030	0.130	0.015	0.068	0.055	1.314
AB120	122.0	0.077	0.591	0.0016	0.0118	0.030	0.130	0.009	0.044	0.022	0.163
AB120-2	122.0	0.050	1.137	0.0010	0.0033	0.030	0.130	0.009	0.044	0.014	0.316
AB120+2	122.0	0.129	0.603	0.0028	0.0100	0.030	0.130	0.009	0.044	0.037	0.164
AB120s	17.9	0.092	5.305	0.0014	0.0336	0.030	0.130	0.015	0.068	0.026	1.475
AB120s-2	17.9	0.073	7.974	0.0012	0.0281	0.030	0.130	0.015	0.068	0.020	2.221
AB120s+2	17.9	0.129	4.733	0.0019	0.0364	0.030	0.130	0.015	0.068	0.037	1.315
AB100	102.0	0.052	0.584	0.0008	0.0118	0.030	0.130	0.009	0.044	0.015	0.161
AB100-2	102.0	0.029	1.122	0.0005	0.0032	0.030	0.130	0.009	0.044	0.008	0.312
AB100-4	102.0	0.017	0.313	0.0004	0.0013	0.030	0.130	0.009	0.044	0.005	0.087
AB100+2	102.0	0.092	0.604	0.0016	0.0100	0.030	0.130	0.009	0.044	0.026	0.164
AB100+4	102.0	0.151	0.817	0.0048	0.0143	0.030	0.130	0.009	0.044	0.044	0.222
AB100s	17.9	0.092	5.314	0.0014	0.0337	0.030	0.130	0.015	0.068	0.026	1.477
AB100s-2	17.9	0.073	8.047	0.0012	0.0281	0.030	0.130	0.015	0.068	0.020	2.241
AB100s-4	17.9	0.059	7.799	0.0010	0.0227	0.030	0.130	0.015	0.068	0.016	2.172
AB100s+2	17.9	0.115	4.730	0.0019	0.0363	0.030	0.130	0.015	0.068	0.033	1.314
AB80	82.8	0.042	0.630	0.0007	0.0105	0.030	0.130	0.010	0.046	0.012	0.174
AB80-2	82.8	0.026	1.369	0.0005	0.0034	0.030	0.130	0.010	0.046	0.007	0.381
AB80-4	82.8	0.016	0.297	0.0003	0.0013	0.030	0.130	0.010	0.046	0.004	0.082
AB80+2	82.8	0.070	0.596	0.0010	0.0108	0.030	0.130	0.010	0.046	0.020	0.162
AB80+4	82.8	0.110	0.792	0.0017	0.0142	0.030	0.130	0.010	0.046	0.032	0.215
AB80s	15.5	0.098	6.426	0.0017	0.0313	0.030	0.130	0.015	0.068	0.028	1.787
AB80s-2	15.5	0.079	10.082	0.0013	0.0273	0.030	0.130	0.015	0.068	0.022	2.809
AB80s-4	15.5	0.064	8.628	0.0011	0.0237	0.030	0.130	0.015	0.068	0.017	2.404
AB80s+2	15.5	0.125	5.854	0.0023	0.0355	0.030	0.130	0.015	0.068	0.036	1.626
AB80s+4	15.5	0.160	5.805	0.0029	0.0411	0.030	0.130	0.015	0.068	0.045	1.612
AO-HVS70	67.0	0.044	0.891	0.0007	0.0109	0.026	0.100	0.012	0.056	0.012	0.244
IOS-HVS70	66.2	0.077	0.938	0.0037	0.0109	0.026	0.100	0.012	0.059	0.019	0.256
IOS-HVS70d_2	50.2	0.085	1.799	0.0038	0.0111	0.032	0.350	0.015	0.065	0.021	0.495
IOS-HVS60	52.0	0.078	1.026	0.0036	0.0117	0.026	0.100	0.014	0.063	0.019	0.279
IOS-HVS60-2	52.0	0.062	2.336	0.0033	0.0061	0.026	0.100	0.014	0.063	0.015	0.647
IOS-HVS60-4	52.0	0.051	0.852	0.0031	0.0034	0.026	0.100	0.014	0.063	0.011	0.235
IOS-HVS60+2	52.0	0.100	0.901	0.0039	0.0144	0.026	0.100	0.014	0.063	0.026	0.244
IOS-HVS60+4	52.0	0.128	0.941	0.0050	0.0150	0.026	0.100	0.014	0.063	0.035	0.252

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2023									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW)	NO _x		PM10 / PM2.5 (nur Abgase)		PM 10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)		NO ₂ direkt	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
IOS-HVS60_2	52.0	0.081	1.618	0.0036	0.0102	0.026	0.100	0.014	0.063	0.020	0.445
IOS-HVS60d	43.0	0.082	1.009	0.0037	0.0132	0.032	0.350	0.015	0.068	0.020	0.272
IOS-HVS60d-2	43.0	0.066	1.067	0.0034	0.0064	0.032	0.350	0.015	0.068	0.016	0.292
IOS-HVS60d+2	43.0	0.101	1.050	0.0040	0.0176	0.032	0.350	0.015	0.068	0.026	0.285
IOS-HVS60d+4	43.0	0.127	1.071	0.0044	0.0179	0.032	0.350	0.015	0.068	0.034	0.288
IOS-HVS60g	28.2	0.105	3.257	0.0040	0.0180	0.039	0.700	0.016	0.068	0.027	0.897
IOS-HVS60g-2	28.2	0.088	3.508	0.0037	0.0156	0.039	0.700	0.016	0.068	0.022	0.967
IOS-HVS60g+2	28.2	0.128	2.981	0.0045	0.0214	0.039	0.700	0.016	0.068	0.034	0.820
IOS-HVS50	42.9	0.078	1.750	0.0035	0.0132	0.026	0.113	0.015	0.068	0.019	0.479
IOS-HVS50-2	42.9	0.061	3.064	0.0033	0.0081	0.026	0.113	0.015	0.068	0.014	0.849
IOS-HVS50-4	42.9	0.052	1.214	0.0032	0.0051	0.026	0.113	0.015	0.068	0.012	0.335
IOS-HVS50_2	42.9	0.079	2.153	0.0036	0.0130	0.026	0.113	0.015	0.068	0.020	0.594
IOS-HVS50_4	42.9	0.087	1.201	0.0037	0.0127	0.026	0.113	0.015	0.068	0.022	0.328

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2023

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren 2035 je Kfz in g/km			
Verkehrs- situation	Ge- schwin- digkeit	NO _x		NH ₃	
	PKW	LV	SV	LV	SV
AB>130	142.7	0.150	0.591	0.015	0.013
AB>130-2	142.7	0.099	1.137	0.015	0.013
AB>130+2	142.7	0.223	0.603	0.015	0.013
AB>130s	17.9	0.150	5.240	0.016	0.019
AB>130s-2	17.9	0.099	7.946	0.016	0.019
AB>130s+2	17.9	0.223	4.730	0.016	0.019
AB120	122.0	0.077	0.591	0.015	0.013
AB120-2	122.0	0.050	1.137	0.015	0.013
AB120+2	122.0	0.129	0.603	0.015	0.013
AB120s	17.9	0.092	5.305	0.016	0.019
AB120s-2	17.9	0.073	7.974	0.016	0.019
AB120s+2	17.9	0.129	4.733	0.016	0.019
AB100	102.0	0.052	0.584	0.015	0.013
AB100-2	102.0	0.029	1.122	0.015	0.013
AB100-4	102.0	0.017	0.313	0.015	0.013
AB100+2	102.0	0.092	0.604	0.015	0.013
AB100+4	102.0	0.151	0.817	0.015	0.013

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren 2035 je Kfz in g/km			
Verkehrssituation	Ge- schwin- digkeit	NO _x		NH ₃	
	PKW	LV	SV	LV	SV
AB100s	17.9	0.092	5.314	0.016	0.019
AB100s-2	17.9	0.073	8.047	0.016	0.019
AB100s-4	17.9	0.059	7.799	0.016	0.019
AB100s+2	17.9	0.115	4.730	0.016	0.019
AB80	82.8	0.042	0.630	0.015	0.013
AB80-2	82.8	0.026	1.369	0.015	0.013
AB80-4	82.8	0.016	0.297	0.015	0.013
AB80+2	82.8	0.070	0.596	0.015	0.013
AB80+4	82.8	0.110	0.792	0.015	0.013
AB80s	15.5	0.098	6.426	0.016	0.019
AB80s-2	15.5	0.079	10.082	0.016	0.019
AB80s-4	15.5	0.064	8.628	0.016	0.019
AB80s+2	15.5	0.125	5.854	0.016	0.019
AB80s+4	15.5	0.160	5.805	0.016	0.019
AO-HVS70	67.0	0.044	0.891	0.009	0.012
IOS-HVS70	66.2	0.077	0.938	0.008	0.012
IOS-HVS70d_2	50.2	0.085	1.799	0.008	0.012
IOS-HVS60	52.0	0.078	1.026	0.008	0.012
IOS-HVS60-2	52.0	0.062	2.336	0.008	0.012
IOS-HVS60-4	52.0	0.051	0.852	0.008	0.012
IOS-HVS60+2	52.0	0.100	0.901	0.008	0.012
IOS-HVS60+4	52.0	0.128	0.941	0.008	0.012
IOS-HVS60_2	52.0	0.081	1.618	0.008	0.012
IOS-HVS60d	43.0	0.082	1.009	0.008	0.012
IOS-HVS60d-2	43.0	0.066	1.067	0.008	0.012
IOS-HVS60d+2	43.0	0.101	1.050	0.008	0.012
IOS-HVS60d+4	43.0	0.127	1.071	0.008	0.012
IOS-HVS60g	28.2	0.105	3.257	0.013	0.016
IOS-HVS60g-2	28.2	0.088	3.508	0.013	0.016
IOS-HVS60g+2	28.2	0.128	2.981	0.013	0.016
IOS-HVS50	42.9	0.078	1.750	0.008	0.012
IOS-HVS50-2	42.9	0.061	3.064	0.008	0.012
IOS-HVS50-4	42.9	0.052	1.214	0.008	0.012
IOS-HVS50_2	42.9	0.079	2.153	0.008	0.012
IOS-HVS50_4	42.9	0.087	1.201	0.008	0.012

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2035

Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. A4.4** für den Planfall dargestellt. Die Emissionen werden auf der Grundlage übergebenen Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2035 im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit für das Bezugsjahr 2023, dem geplanten Jahr der frühestmöglichen Inbetriebnahme der Einrichtung zur temporären Freigabe der Seitenstreifen, berechnet; mit jedem späteren Jahr der geplanten Verkehrsfreigabe sind geringere motorbedingte Emissionsfaktoren verbunden. Für den Stickstoffeintrag wird entsprechend H PSE (FGSV, 2019) das Jahr der Prognosehorizont der übergebenen Verkehrsdaten als Bezugsjahr angesetzt, hier 2035.

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. In den Abbildungen **A4.27** bis **A4.36** sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ im Bezugsjahr 2023 sowie für NO_x und NH_3 im Bezugsjahr 2035 dargestellt.

Tab. 5.3 zeigt exemplarisch für einen Abschnitt der A 99 zwischen dem Tunnel Allach und der AS M-Ludwigsfeld die Verkehrskennndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für das Bezugsjahr 2023. Die mit der Planung verbundene Zunahme der Verkehrsbelastung beträgt ca. 6 %, die werktäglichen LKW-Fahrten nehmen um ca. 15 % zu. Die im Planfall reduzierte Stauhäufigkeit führt zu einer Reduzierung der Stickoxidfreisetzungen um fast 20 %, für die durch die nicht-motorbedingte Anteile dominierten Feinstaubemissionen sind für PM_{10} geringe Zunahmen abgeleitet, die $\text{PM}_{2.5}$ -Freisetzungen reduzieren sich um knapp 3 %.

Varianten	DTV _w in Kfz/24h	LKW- Anteil in %	Verkehrs- situation	Mittlere Emissionsdichte in mg/(m*s)			
				NO_x	NO_2 direkt	PM_{10}	$\text{PM}_{2.5}$
Prognosenußfall	144 800	20.2	AB80 ¹⁾ /AB100 ²⁾	0.686	0.187	0.0840	0.0350
Planfall	153 100	18.8	AB80 ³⁾ /AB100 ³⁾	0.554	0.154	0.0855	0.0340

Tab. 5.3: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen im Bezugsjahr 2023 für die A 99 zwischen dem Tunnel Allach und AS M-Ludwigsfeld; 1) 14-prozentiger Stauanteil, 2) 12-prozentiger Stauanteil, 3) 4%-prozentiger Stauanteil

In **Tab. 5.4** sind die entsprechenden Verkehrskennndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für das Bezugsjahr 2035

aufgeführt. Hier führt die Planung zu einer Reduzierung der Stickoxidfreisetzungen um ca. 30 %, die NH₃-Emissionen erhöhen sich um ca. 5 %.

Varianten	DTV _w in Kfz/24h	LKW- Anteil in %	Verkehrs- situation	Mittlere Emissionsdichte in mg/(m*s)	
				NO _x	NH ₃
Prognosenußfall	144 800	20.2	AB80 ¹⁾ /AB100 ²⁾	0.435	0.024
Planfall	153 100	18.8	AB80 ³⁾ /AB100 ³⁾	0.295	0.025

Tab. 5.4: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen im Bezugsjahr 2035 für die A 99 zwischen dem Tunnel Allach und AS M-Ludwigsfeld; 1) 14-prozentiger Stauanteil, 2) 12-prozentiger Stauanteil, 3) 4%-prozentiger Stauanteil

6 IMMISSIONEN

Im Untersuchungsgebiet, d.h. im Plangebiet wurden Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Das Untersuchungsgebiet deckt eine Fläche von ca. 8.5 km x 4.5 km ab. Im Untersuchungsgebiet wurden für die betrachteten Untersuchungsfälle die Luftschadstoffimmissionen in Bodennähe bei einer horizontalen Auflösung von 10 m x 10 m bestimmt.

Für die Ermittlung der verkehrsbedingten Beiträge zu den Luftschadstoffimmissionen und an Stickstoffdepositionen wurde das Untersuchungsgebiet in zwei Rechengebiete unterteilt, ein Gebiet für den westlichen Abschnitt der A 99 zwischen dem AD München-Allach und der AS München-Ludwigsfeld und ein Gebiet für den östlichen Abschnitt zwischen der AS München-Ludwigsfeld und dem AD München-Feldmoching.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen, bestehend aus der Überlagerung der Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes, werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Bereiche außerhalb des ausgewerteten Rechengebietes sind ohne Farbe dargestellt.

6.1 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) im Bezugsjahr 2023 auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

In den grafischen Ergebnisdarstellungen sind den beurteilungsrelevanten Kenngrößen einheitliche Farben zugeordnet. Damit werden Grenzwerte der 39. BImSchV mit roten Farben für NO₂-Jahresmittelwerte sowie für PM₁₀- und PM_{2.5}-Jahresmittelwerte dargestellt; der Schwellenwert für PM₁₀-Kurzzeitbelastungen und der Zielwert für PM_{2.5}-Jahresmittelwerte mit der gelben Farbe belegt.

6.1.1 Stickstoffdioxid

Die für den Prognosenullfall berechneten Jahresmittelwerte der NO_2 -Immissionen sind für den westlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. A4.5** und für den östlichen Teil in **Abb. A4.6** dargestellt. Die Immissionen im Untersuchungsgebiet sind durch die verkehrsbedingten Beiträge der A 99 geprägt. Diese führen zu flächenhaft erhöhten NO_2 -Konzentrationen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Nahbereich der Autobahn, die sich in den Portalbereichen des Tunnels Allach intensivieren und die am Fahrbahnrand Jahresmittelwerte über $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Mit zunehmendem Abstand zur A 99 sind geringere NO_2 -Gesamtbelastungen berechnet. Dabei sind im westlichen Untersuchungsgebiet ab einem Abstand von ca. 320 m südlich und ca. 200 m nördlich zur Autobahn NO_2 -Immissionen von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer ermittelt. Im östlichen Untersuchungsgebiet können vergleichbare NO_2 -Konzentrationswerte zum Teil erst ab einem südöstlichen Abstand von ca. 340 m zur Autobahn festgestellt werden. In den Portalbereichen des Tunnels Allachs sind Jahresmittelwerte von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer aufgrund der Portalfreisetzungen erst ab einem südlichen Abstand von ca. 360 m und ab einem nördlichen Abstand von ca. 250 m berechnet. Entlang den untergeordneten Straßen im Untersuchungsgebiet sind geringere verkehrsbedingte Beiträge zur NO_2 -Gesamtbelastung abgeleitet. Im Nahbereich der B 304 sind die NO_2 -Immissionen überwiegend bis $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab einem beidseitigen Abstand von ca. 80 m bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer ermittelt. Entlang der Eversbuschstraße sind nur im Nahbereich NO_2 -Jahresmittelwerte über $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Im östlichen Untersuchungsgebiet sind am Fahrbahnrand der Feldmochinger Straße vereinzelt NO_2 -Immissionen bis $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet, überwiegend sind die NO_2 -Konzentrationen im Nahbereich über $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z. B. Wohnbebauung führen. Die Bewertung der Luftqualität auf dem Gelände von Arbeitsstätten ist in der 39. BImSchV ausgeschlossen. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.5**) sind im Bereich des westlichen Portals des Tunnels Allach an den nördlich der A 99 gelegenen Wohngebäuden bis in einen Abstand von ca. 170 m NO_2 -Immissionen über $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die an dem zum Tunnelportal nächstgelegenen Gebäude vereinzelt bis $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel berechnet sind und damit oberhalb des Grenzwerts für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen. Auf der Südseite der A 99 sind in diesem Bereich an der Wohnbebauung deutlich geringere NO_2 -Gesamtbelastungen von $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer abgeleitet. An der zum östlichen Tunnelportal nahegelegenen Wohnbebauung auf der

Nordseite der A 99 sind NO_2 -Konzentrationen vereinzelt über $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An den zur AS M-Ludwigsfeld nächstgelegenen Wohngebäuden sind NO_2 -Jahresmittelwerte vereinzelt bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.6**) sind an den nördlich der A 99 gelegenen Wohngebäuden bis in einen Abstand von ca. 110 m NO_2 -Immissionen über $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die an den zur Autobahn nächstgelegenen Wohngebäuden vereinzelt Jahresmittelwerte bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Auf der Südseite der A 99 sind an den nahegelegenen Wohngebäuden bis in einen Abstand von ca. 200 m NO_2 -Jahresmittelwerte über $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An den zu den Staatsstraßen nächstgelegenen Wohngebäuden der Eversbuschstraße und der Feldmochinger Straße sind NO_2 -Jahresmittelwerte überwiegend bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An Wohngebäuden der Feldmochinger Straße sind, bedingt durch die modelltechnische Umsetzung des Straßenraums auf das $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ Rechengitter, vereinzelt auch höhere Jahresmittelwerte bis $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Für die übrige Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind überwiegend NO_2 -Immissionen zwischen $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An den Gartennutzungen im Bereich des Westportals des Tunnels Allach auf der Südseite der A 99 sind vereinzelt Konzentrationswerte bis $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet.

Damit wird der derzeit geltende Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Prognosenullfall an der im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung vereinzelt erreicht und auch überschritten, dabei sind Überschreitungen des Grenzwertes bis ca. 18 % abgeleitet. Überwiegend wird an den Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet der Grenzwert jedoch nicht erreicht und nicht überschritten.

An den Gewerbebauten im Untersuchungsgebiet sind an den auf der Nordseite der A 99 nächstgelegenen Gebäuden NO_2 -Konzentrationswerte über $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An den zur AS M-Ludwigsfeld nächstgelegenen Gewerbegebäude sind auf der Nordseite der A 99 NO_2 -Immissionen vereinzelt bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf der Südseite vereinzelt bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der zur B 304 nächstgelegenen gewerblichen Bebauung nördlich der AS M-Ludwigsfeld sind NO_2 -Immissionen vereinzelt bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. An den übrigen Gewerbebauten im Untersuchungsgebiet sind die ermittelten Immissionen geringer.

Die für den Planfall ermittelten Jahresmittelwerte der NO_2 -Gesamtbelastung sind für den westlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. A4.7** und für den östlichen Teil in **Abb. A4.8** dargestellt. Die temporäre Seitenstreifenfreigabe führt im Planfall zu einer Reduzierung der Stauhäufigkeit. Damit verbunden ist eine Verringerung der verkehrsbeding-

ten Stickoxidfreisetzungen entlang der A 99 trotz einer gewissen Verkehrszunahme (siehe Kap. 5.3), wobei im Nahbereich der Autobahn und im Bereich der Tunnelportale Konzentrationswerte weiterhin deutlich über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet sind. Die geringeren verkehrsbedingten Beiträge entlang der Autobahn führen gegenüber dem Prognosenullfall zu einer gewissen Abnahme der flächenhaft erhöhten NO_2 -Immissionen entlang der A 99. Im westlichen Untersuchungsgebiet sind ab einem südlichen Abstand von ca. 240 m und ab einem nördlichen Abstand von ca. 170 m NO_2 -Immissionen von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer prognostiziert. Im östlichen Untersuchungsgebiet sind vergleichbare Konzentrationswerte aufgrund der höheren zulässigen Höchstgeschwindigkeiten erst ab einem südwestlichen Abstand von ca. 320 m und einem nordöstlichen Abstand von ca. 190 m berechnet. Im Bereich der Portale des Tunnels Allach sind NO_2 -Immissionen von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer zum Teil erst ab Abstand von ca. 200 m nördlich und ca. 280 m südlich der Autobahn festzustellen. Entlang den untergeordneten Straßen im Untersuchungsgebiet sind gegenüber dem Prognosenullfall ebenfalls gewisse Abnahmen der NO_2 -Gesamtbelastungen abgeleitet. Dabei sind im Nahbereich der B 304 Immissionen überwiegend bis $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die im Planfall bereits ab einem Abstand von ca. 70 m Jahresmittelwerte von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer aufweisen. Im Nahbereich der Eversbuschstraße sind NO_2 -Immissionen überwiegend bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und entlang der Feldmochinger Straße weiterhin vereinzelt bis $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Im Planfall sind im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.7**) im Bereich des westlichen Portals des Tunnels Allach an der Wohnbebauung auf der Nordseite der A 99 NO_2 -Immissionen über $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis in einen Abstand von 140 m zur Autobahn ermittelt, dabei sind an dem zum Tunnelportal nächstgelegenen Gebäude gegenüber dem Prognosenullfall etwas geringere Jahresmittelwerte bis $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. In diesem Bereich sind an den südlich der A 99 gelegenen Wohngebäuden nur vereinzelt NO_2 -Immissionen bis $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, überwiegend sind an diesen Gebäuden im Planfall Jahresmittelwerte von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer berechnet. Im Bereich des östlichen Tunnelportals sind an der nächstgelegenen Wohnbebauung Abnahmen der NO_2 -Gesamtbelastung gegenüber dem Prognosenullfall ermittelt mit Jahresmittelwerten vereinzelt bis $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An der zur AS M-Ludwigsfeld nächstgelegenen Wohnbebauung sind im Planfall geringere NO_2 -Gesamtbelastungen bis $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.8**) sind an Wohngebäuden, die bis ca. 100 m von der A 99 entfernt liegen, NO_2 -Immissionen über $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Südlich der Autobahn sind für Wohngebäude die bis ca. 190 m von der A 99 entfernt liegen NO_2 -Immissionen über $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, die an den zur Autobahn nächstgelegenen Gebäuden weiterhin

vereinzelt Jahresmittelwerte bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Entlang der Eversbuschstraße und der Feldmochinger Straße sind an der angrenzenden Wohnbebauung weiterhin NO_2 -Immissionen überwiegend bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert, dabei sind aufgrund der modelltechnischen Umsetzung des Straßenraums weiterhin vereinzelt höhere Konzentrationswerte abgeleitet, die aber gegenüber dem Prognosenullfall etwas geringer sind. An den Gartennutzungen im Bereich des Westportal des Tunnels Allach auf der Südseite der A 99 sind im Planfall keine Konzentrationswerte über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet.

Damit wird im Planfall der derzeit geltende Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ebenfalls vereinzelt erreicht und auch überschritten. Die dabei abgeleiteten Überschreitungen des Grenzwertes bis ca. 8 % sind im Vergleich zum Prognosenullfall deutlich geringer. Überwiegend wird jedoch wie im Prognosenullfall an den Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet der Grenzwert nicht erreicht und nicht überschritten, dabei sind gegenüber dem Prognosenullfall etwas geringere NO_2 -Jahresmittelwerte prognostiziert.

6.1.2 Feinstaubimmissionen (PM10)

Für die Bewertung der PM10-Immissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Kurzzeitwert überschritten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diskutiert.

Die für den Prognosenullfall ermittelten PM10-Immissionen im Jahresmittel sind für den westlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. A4.9** sowie für den östlichen Teil in **Abb. A4.10** dargestellt. Die verkehrsbedingten Beiträge der A 99 zur PM10-Gesamtbelastung führen im Untersuchungsgebiet zu flächenhaft erhöhten Immissionen entlang der Autobahn, die im westlichen Teil aufgrund des höheren Verkehrsaufkommens etwas stärker ausgeprägt sind. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets sind am Fahrbahnrand der A 99 PM10-Jahresmittelwerte über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und überwiegend bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Im Bereich der Tunnelportale sind am Fahrbahnrand Immissionen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet, die sich jedoch auf den unmittelbaren Nahbereich der A 99 beschränken. Mit zunehmender Entfernung werden die verkehrsbedingten PM10-Beiträge zur Gesamtbelastung geringer. Dabei sind bis zu einem Abstand von ca. 80 m beidseitig zur

A 99 PM10-Jahresmittelwerte über $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Vergleichbare Immissionen treten im Bereich der Portale des Tunnels Allach bis in Abstand von ca. 130 m südlich und ca. 100 m nördlich der Autobahn auf. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets sind PM10-Gesamtbelastungen über $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur im Nahbereich der A 99 bis in einen Abstand von ca. 60 m südöstlich und ca. 40 m nordwestlich der Autobahn abgeleitet, die am Fahrbahnrand Jahresmittelwerte über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und überwiegend bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. An den untergeordneten Straßen im Untersuchungsgebiet sind geringere verkehrsbedingte Beiträge zur PM10-Gesamtbelastung ermittelt, die im Jahresmittel am Fahrbahnrand der B 304 bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am Fahrbahnrand der St 2063 sowie der St 2342 bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet sind.

Im Untersuchungsgebiet werden im Prognosenullfall sowohl der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wie auch der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an nach der 39. BImSchV beurteilungsrelevanter Bebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Dabei sind im Bereich des Westportals des Tunnel Allachs an den nördlich der A 99 nächstgelegenen Wohngebäuden vereinzelt PM10-Immissionen über $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind geringere Jahresmittelwerte zwischen $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Im Bereich der Gartennutzungen auf der Südseite des westlichen Tunnelportals sind PM10-Konzentrationswerte bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet.

An der gewerblichen Bebauung im Untersuchungsgebiet (**Abb. A4.9**) sind an den auf Nordseite der A 99 nächstgelegenen Gebäuden PM10-Konzentrationswerte vereinzelt bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An den übrigen Gewerbegebäuden weisen die ermittelten PM10-Immissionen Jahresmittelwerte zwischen $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Im Planfall sind aufgrund der Verkehrszunahmen etwas höhere verkehrsbedingte PM10-Beiträge entlang den betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet abgeleitet. Die dabei berechneten PM10-Gesamtbelastungen sind für den westlichen Teil des Untersuchungsgebiets in **Abb. A4.11** und für den östlichen Teil in **Abb. A4.12** aufgezeigt. Gegenüber dem Prognosenullfall sind die flächenhaft erhöhten PM10-Gesamtbelastungen entlang den Straßen im Untersuchungsgebiet etwas stärker ausgeprägt. Dabei sind im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets PM10-Immissionen über $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ weiterhin bis in einen beidseitigen Abstand von ca. 80 m zur A 99 ermittelt sowie im Bereich der Portale des Tunnel Allachs in zum Prognosenullfall vergleichbaren Abständen ermittelt. Am Fahrbahnrand der A 99 sind die PM10-Immissionen weiterhin überwiegend bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die in den Portalbereichen wie im Prognosenullfall höhere Konzentrationswerte vereinzelt über

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets sind weiterhin bis in einen Abstand von ca. 60 m südöstlich und ca. 40 m nordwestlich der Autobahn PM10-Konzentrationen über 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die am Fahrbahnrand weiterhin Jahresmittelwerte über 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und überwiegend bis 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Im Bereich der Straßen des untergeordneten Straßennetzes sind nur geringe Änderungen der PM10-Gesamtbelastungen prognostiziert.

An der Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind im Planfall PM10-Immissionen prognostiziert, die sich nur geringfügig vom Prognosenullfall unterscheiden. Im Bereich des westlichen Portals des Tunnels Allach sind an der nördlich der A 99 nächstgelegenen Wohnbebauung weiterhin vereinzelt Jahresmittelwerte über 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An den übrigen Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet sind vergleichbar zum Prognosenullfall PM10-Gesamtbelastungen zwischen 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Damit werden auch im Planfall die Beurteilungswerte für PM10-Feinstaub sehr deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

An den südlich der A 99 gelegenen Gartennutzungen im Bereich des westlichen Tunnelportals sowie an den Gewerbenutzungen im Untersuchungsgebiet sind ebenfalls zum Prognosenullfall vergleichbare PM10-Immissionen zwischen 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

6.1.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5)

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen (PM2.5) werden zwei Beurteilungswerte festgelegt. Diese sind der Grenzwert (Jahresmittelwert), der ab dem Jahr 2015 einzuhalten ist und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert), der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM2.5-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ diskutiert.

Die für den Prognosenullfall ermittelten PM2.5-Immissionen im Jahresmittel sind für den westlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. A4.13** sowie für den östlichen Teil in **Abb. A4.14** dargestellt. Die für den Planfall ermittelten PM2.5-Immissionen sind entsprechend in **Abb. A4.15** und **Abb. A4.16** dargestellt. In beiden Untersuchungsfällen sind im Nahbereich A 99 erhöhte PM2.5-Belastungen über 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets am Fahrbahnrand Jahresmittelwerte überwiegend bis 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Im Bereich der Tunnelportale führen die PM2.5-Freisetzen am Fahrbahnrand zu PM2.5-Immissionen vereinzelt über 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets sind die PM2.5-Immissionen am Fahrbahnrand der Autobahn überwiegend bis 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

prognostiziert. Entlang den untergeordneten Straßen im Untersuchungsgebiet sind geringere verkehrsbedingte PM_{2.5}-Beiträge abgeleitet, die zu Jahresmittelwerten bis 16 µg/m³ führen. A 99 erhöhte PM_{2.5}-Belastungen über 14 µg/m³ ermittelt, die im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets am Fahrbahnrand Jahresmittelwerte überwiegend bis 18 µg/m³ aufweisen. Im Bereich der Tunnelportale führen die PM_{2.5}-Freisetzungen am Fahrbahnrand zu PM_{2.5}-Immissionen vereinzelt über 25 µg/m³. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets sind die PM_{2.5}-Immissionen am Fahrbahnrand der Autobahn überwiegend bis 16 µg/m³ prognostiziert. Entlang den untergeordneten Straßen im Untersuchungsgebiet sind geringere verkehrsbedingte PM_{2.5}-Beiträge abgeleitet, die zu Jahresmittelwerten bis 16 µg/m³ führen. An der Bebauung im Untersuchungsgebiet sind sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall nur vereinzelt PM_{2.5}-Gesamtbelastungen bis 16 µg/m³ ermittelt, so an der nördlich der A 99 nächstgelegenen Wohnbebauung im Bereich des westlichen Portals des Tunnels Allach. Überwiegend sind an den zu den betrachteten Straßen nächstgelegenen Wohngebäuden geringere PM_{2.5}-Jahresmittelwerte bis 14 µg/m³ ermittelt. Für Wohngebäude, die nicht direkt an die betrachteten Straßen angrenzen, sind die ermittelten PM_{2.5}-Immissionen mit Jahresmittelwerte bis 13 µg/m³ nur geringfügig von der Hintergrundbelastung unterscheiden. Vergleichbare PM_{2.5}-Konzentrationswerte sind in beiden Untersuchungsfällen für die im Untersuchungsgebiet gelegenen Garten- und Gewerbenutzungen abgeleitet.

Damit werden an der beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet sowohl der Grenzwert als auch der Richtgrenzwert für PM_{2.5}-Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ bzw. 20 µg/m³ deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

6.2 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der Vegetation

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge im Bezugsjahr 2035 (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet.

Für die Betrachtungen zum Schutz der Vegetation wird entsprechend den Empfehlungen des Stickstoffleitfadens H PSE (FGSV, 2019) bzw. des BAST-Forschungsberichtes „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ (BAST, 2013) und im Hinblick auf die Wirkung langfristiger Stickstoffeinträge das Bezugsjahr 2035 angesetzt.

6.2.1 Stickstoffoxidimmissionen

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. 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. 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.

Die **Abb. A4.17** und **Abb. A4.18** zeigen die für den Prognosenullfall berechneten Jahresmittelwerte der NO_x -Gesamtbelastung der bodennahen Luftkonzentrationen (Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und verkehrsbedingter Zusatzbelastung) innerhalb der FFH-Gebiete bzw. geschützten Vegetationsbereiche und deren Umgebung. Die im Untersuchungsgebiet gelegenen geschützten Vegetationsbereiche sind in den Darstellungen mit Grüntönen umrandet. Im Prognosenullfall führen die verkehrsbedingten Beiträge der A 99 zu flächenhaft erhöhten NO_x -Immissionen entlang der Autobahn, die am Fahrbahnrand über $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel berechnet sind und sich im Bereich der Tunnelportale intensivieren. Mit zunehmendem Abstand zur A 99 sind geringere NO_x -Immissionen ermittelt, die im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets bis zu einem Abstand von ca. 480 m südlich und ca. 320 m nördlich der Autobahn Jahresmittelwerte über $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets sind vergleichbare NO_x -Konzentrationen bis in einen Abstand von ca. 310 m südöstlich und ca. 210 m nordwestlich der A 99 berechnet. Entlang der B 304 sind bis in einen beidseitigen Abstand von ca. 90 m NO_x -Gesamtbelastungen über $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Für die Staatsstraßen im Untersuchungsgebiet sind geringere NO_x -Beiträge zu Gesamtbelastung abgeleitet.

Im Bereich geschützten Vegetationsflächen der im Untersuchungsgebiet gelegenen FFH-Gebiete wird der kritische NO_x -Wert zum Schutz der Vegetation von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel, der hier aufgrund der Nähe zur Autobahn und den Siedlungsgebieten nicht direkt anwendbar ist, bereits durch die angesetzte NO_x -Hintergrundbelastung erreicht und damit um mindestens 30 % überschritten. Im Bereich von Flächen des FFH-Gebietes „Allacher Forst und Angerlohe“ (**Abb. A4.17**) wird mit NO_x -Jahresmittelwerten über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis in

einen Abstand von ca. 130 m zur A 99 der kritische NO_x -Wert um mehr als das Doppelte überschritten, so auch für Flächen des LRT 9170. Für diese Flächen sind im Bereich des östlichen Portals vereinzelt NO_x -Immissionen über $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. An den zur B 304 nächstgelegenen Bereichen des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ sind NO_x -Immissionen vereinzelt bis $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Für das FFH-Gebiet „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.18**) sind für südöstlich der A 99 gelegene Bereiche bis in einen Abstand von ca. 40 m über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, für das FFH-Gebiet „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ sind mit Jahresmittelwerten bis $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auch an den zur Autobahn nächstgelegenen Flächen keine NO_x -Immissionen über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Die für den Planfall ermittelten Jahresmittelwerte der NO_x -Gesamtbelastung sind für den westlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. A4.19** und für den östlichen Teil in **Abb. A4.20** dargestellt. Mit der Reduzierung der Stauhäufigkeit durch die temporäre Seitenstreifenfreigabe ist eine Verringerung der verkehrsbedingten Beiträge zu NO_x -Gesamtbelastung verbunden. Dies führt zu einer deutlichen Abnahme der flächenhaft erhöhten NO_x -Immissionen entlang der A 99. Dabei sind im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes am Fahrbahnrand der Autobahn weiterhin Jahresmittelwerte über $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die im Bereich der Tunnelportale am stärksten ausgeprägt sind. Dabei sind bis in einem Abstand von ca. 310 m südlich und ca. 220 m nördlich der A 99 NO_x -Gesamtbelastungen über $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes sind im Planfall NO_x -Immissionen über $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis in einem Abstand von ca. 250 m südöstlich und ca. 150 m nordwestlich der Autobahn prognostiziert, dabei sind am Fahrbahnrand der A 99 zum Teil Konzentrationswerte berechnet, die $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel nicht überschreiten. Entlang der B 304 sind im Planfall bis in einen beidseitigen Abstand von ca. 70 m NO_x -Gesamtbelastungen über $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet.

Im Planfall sind für Flächen des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ (**Abb. A4.19**) bis in einen Abstand von ca. 90 m zur A 99 NO_x -Immissionen über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, damit wird der kritische NO_x -Wert um mehr als das Doppelte überschritten. Dabei sind für die zum östlichen Portal des Tunnels Allach nächstgelegenen Flächen überwiegend NO_x -Jahresmittelwerte unterhalb von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An den zur B 304 nächstgelegenen Bereichen sind NO_x -Immissionen überwiegend bis $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Für Flächen des FFH-Gebiets „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ sind NO_x -Immissionen über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Planfall nur vereinzelt und nur in den zur A 99 direkt angrenzenden Flächen prognostiziert. Für das FFH-Gebiet „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“

sind an den zur A 99 nächstgelegenen Vegetationsflächen nur vereinzelt NO_x -Immissionen über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

6.2.2 Stickstoffdeposition

Als fachlichen Maßstab gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründete Zielwerte zum Schutz von Vegetationseinheiten durch erhöhte Stickstoffdepositionen darstellen. Im Untersuchungsgebiet werden, resultierend aus verkehrsbedingten NO_x - und NH_3 -Einträgen, die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag (N-Deposition) mit einer horizontalen Auflösung von $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ berechnet und innerhalb der untersuchten FFH-Bereichen unter Berücksichtigung der Landnutzung ausgewertet und grafisch dargestellt. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

In Abhängigkeit von der Landnutzung ergeben sich unterschiedliche Depositionsgeschwindigkeiten (s. Kap. 3), die in unterschiedlichen Stickstoffdepositionen resultieren. Für bewaldete Bereiche wurden für NH_3 höhere Depositionsgeschwindigkeiten angesetzt als für die Bereiche mit Wiesen und Weiden. In den Ergebnisabbildungen ist dies teilweise durch Farbwechsel innerhalb der FFH-Gebiete entsprechend der zugrundeliegenden Nutzung bei gleichem Abstand zur Straße zu erkennen. Für FFH-Bereiche ohne vegetationsbestandene Flächen werden rechnerisch keine Stickstoffentnahmen berücksichtigt.

Für die jeweiligen Untersuchungsfälle werden die berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag (N-Deposition) in Böden sowie die Differenzen des Planfalls gegenüber dem Prognosenullfall, das sind die vorhabinduzierten Änderungen, innerhalb der FFH-Gebiete grafisch dargestellt. Im Anhang A4 sind die unter Berücksichtigung der Stickstoff-Hintergrundbelastung abgeleiteten Gesamtdpositionsraten für die betrachteten Untersuchungsfälle erläuternd dargestellt.

Die Farblegende zur Darstellung des verkehrsbedingten zusätzlichen Stickstoffeintrags wird mit einer Unterteilung in Schritten von $0.5 \text{ kg N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ gewählt und wird um die geringste Stufe von $0.3 \text{ kg N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ entsprechend der Konvention des BAST-Berichtes (2013) ergänzt. Die geringen berechneten Stickstoffeinträge entsprechen in den vorliegenden Berechnungen einer verkehrsbedingten NO_x -Zusatzbelastung (Jahresmittel) von weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Solch geringe Konzentrationen sind im Zusammenhang mit Messdaten kaum von Schwankungen der Hintergrundbelastung zu unterscheiden. Damit ist bei dieser geringen Konzentration ein Vergleich von berechneten Immissionen mit Messdaten mit Unsicherheiten verbunden (vergl.

Tab. 4.1). Für geringere Konzentrationen bzw. Stickstoffeinträge sind noch weniger belastbare Aussagen gegeben. Die berechneten Stickstoffeinträge werden in $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ mit einer Nachkommastelle ausgegeben; gerundet entsprechend DIN 1333 (1992).

Die **Abb. A4.21** und **Abb. A4.22** zeigen die berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag (N-Depositionen) resultierend aus den straßenverkehrsbedingten NO_x - und Ammoniaketrägen für den westlichen und für den östlichen Teil des Untersuchungsgebiets im Prognosenullfall. Die geschützten Vegetationsflächen sind in den Darstellungen grün umrandet. Im FFH-Gebiet „Allacher Forst und Angerlohe“ im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.21**) sind für die zur A 99 nächstgelegenen Flächen im Bereich des östlichen Portals des Tunnels Allach bis in einen Abstand von ca. 120 m und sonst von ca. 80 m zur Autobahn flächenhaft hohe N-Depositionen über $5.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt, dabei sind an den zur A 99 nächstgelegenen Flächen vereinzelt Eintragsraten bis $30.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet. Stickstoffdepositionen über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ sind für nördliche FFH-Bereiche bis in einen Abstand von ca. 200 m zur A 99 ermittelt. Für östliche Bereiche des FFH-Gebiets sind Stickstoffeinträge über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ nur an den zur B 304 nächstgelegenen Flächen berechnet, dabei sind vereinzelt Eintragsraten über $5.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und bis $7.1 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet. Für die übrigen Bereiche des FFH-Gebietes sind geringere N-Depositionen ermittelt, die aber im Prognosenullfall keine Eintragsraten von $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ oder geringer aufweisen. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.22**) sind im Bereich des FFH-Gebiets „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ für südlich der A 99 gelegene Flächen Stickstoffdepositionen über $1.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet, an den zur Autobahn nächstgelegenen Bereichen sind Eintragsraten über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und vereinzelt bis $16.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. Auf der Nordseite der A 99 weisen Vegetationsflächen bis in einer Entfernung von ca. 240 m Stickstoffeinträge über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und bis $4.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ auf. Ab einer Entfernung von ca. 960 m sind für Flächen des FFH-Gebietes „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ keine Stickstoffeinträge über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet. Für das FFH-Gebiet „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ nordöstlich des AD M-Feldmoching sind für Flächen die weniger als 80 m von den Fahrwegen entfernt liegen Stickstoffdepositionen über $2.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und vereinzelt bis $6.7 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt.

Die für den Planfall unter Berücksichtigung der temporären Seitenstreifenfreigabe ermittelten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag sind für den westlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. A4.23** sowie für den östlichen Teil in **Abb. A4.24** dargestellt. Mit den reduzierten Schadstofffreisetzungen aufgrund der verringerten Stauhäufigkeit sind flächenhaft erhöhte N-Depositionen über $5.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ im FFH-Gebiet „Allacher Forst und Angerlohe“

(**Abb. A4.23**) für FFH-Bereiche nur noch bis in einen Abstand von ca. 50 m zur A 99 und in der Umgebung des östlichen Tunnelportals bis in einen Abstand von ca. 100 m ermittelt. Dabei treten an den zur Autobahn nächstgelegenen Flächen vereinzelt Eintragsraten bis 25.1 kg/(ha*a) auf. Stickstoffeinträge über 2.5 kg/(ha*a) sind im Planfall für Flächen bis in einen Abstand von ca. 160 m berechnet. Im östlichen Bereich des FFH-Gebiets sind für zur B 304 nahegelegene Flächen etwas geringe Stickstoffeinträge gegenüber dem Prognose-nullfall ermittelt, die in den zur Straße nächstgelegenen Bereichen weiterhin Eintragsraten über 2.5 kg/(ha*a) und vereinzelt bis 6.7 kg/(ha*a) aufweisen. Die für die übrigen Flächen des FFH-Gebietes „Allacher Forst und Angerlohe“ geringer ermittelten N-Depositionen sind ähnlich wie im Prognose-nullfall im gesamten Bereich über 0.3 kg/(ha*a) berechnet. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.24**) sind für die südlich der Autobahn gelegenen Flächen des FFH-Gebiets „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ an Bereichen, die nahe an die A 99 heranreichen, Stickstoffeinträge weiterhin vereinzelt über 5.0 kg/(ha*a) ermittelt, dabei führt das Heranrücken der äußeren Fahrspur durch die temporäre Seitenstreifenfreigabe vereinzelt zu Eintragsraten bis 20.5 kg/(ha*a). N-Depositionen über 2.5 kg/(ha*a) sind bis in einen Abstand von ca. 160 m zur A 99 abgeleitet. Für weiter entfernt liegende Fläche sind zum Teil gegenüber dem Prognose-nullfall geringere Eintragsraten vereinzelt zwischen 0.5 kg/(ha*a) und 1.0 kg/(ha*a) berechnet. Für auf der Nordseite der A 99 gelegene Bereiche des FFH-Gebiets sind in unmittelbarer Nähe zur Autobahn Stickstoffdeposition weiterhin vereinzelt zwischen 4.0 kg/(ha*a) und 5.0 kg/(ha*a) berechnet. Im Bereich des FFH-Gebiets „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ nordöstlich des AD M-Feldmoching sind im Planfall N-Depositionen über 2.5 kg/(ha*a) und bis 6.7 kg/(ha*a) für Flächen bis in einen Abstand von ca. 60 m abgeleitet.

Die vorhabeninduzierten Änderungen sind in den **Abb. A4.25** und **Abb. A4.26** als Differenz der verkehrsbedingten Zusatzbelastung an Stickstoffdeposition des Planfalls gegenüber dem Prognose-nullfall dargestellt. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.25**) führt das nähere Heranrücken der äußeren Fahrbahn durch das Befahren des Seitenstreifens nur vereinzelt und nur in den nördlichsten unmittelbar an die A 99 heranreichenden Flächen des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ zu einer planungsbedingten Zunahme des verkehrsbedingten Stickstoffeinträge um mehr als 0.3 kg/(ha*a) und vereinzelt bis 1.6 kg/(ha*a). Für im FFH-Gebiet gelegene Bereiche des Lebensraumtyps 9170, die unter Berücksichtigung der modelltechnischen Umsetzung des Untersuchungsgebiets in ein 10 m x 10 m Rengitter insgesamt eine Fläche von 102.68 ha umfassen, sind an den zu A 99 unmittelbar angrenzenden Rechenflächen vereinzelt Zunahmen bis 0.8 kg/(ha*a) ermittelt;

für die LRT 6210/6410/6510 sind keine Zunahmen dargestellt. Dabei ist für den Lebensraumtyp 9170 festzuhalten, dass knapp 0.3 % der modelltechnisch für ein 10 m x 10 m Rengitter dargestellten LRT-Flächen planungsbedingte Zunahmen der Stickstoffdepositionen um mehr als 0.3 kg/(ha*a) aufweisen. Damit sind deutlich weniger als 3 % der betrachteten Gesamtfläche von dieser Zunahme betroffen. Überwiegend führt die Reduktion der Stauhäufigkeit durch die temporäre Seitenstreifenfreigabe und die damit verbundene Verringerung der verkehrsbedingten Schadstofffreisetzungen zu einer Abnahme der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge in den zur A 99 nahegelegenen Bereiche des FFH-Gebiets. Dabei sind für Flächen, die bis ca. 200 m von der Autobahn entfernt liegen, Abnahmen des verkehrsbedingten Stickstoffeintrages zwischen 0.5 kg/(ha*a) und 1.5 kg/(ha*a) abgeleitet, in der Umgebung des östlichen Portals des Tunnels Allach im Bereich der nächstgelegenen FFH-Flächen sind zum Teil auch Abnahmen der Eintragsraten um mehr als 2.0 kg/(ha*a) abgeleitet. Ab einer Entfernung von ca. 400 m zur A 99 sind im Bereich des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ die abgeleiteten planungsbedingten Änderungen an Stickstoffeintrag überwiegend geringer als 0.3 kg/(ha*a). Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.26**) sind nur im Bereich des FFH-Gebiets „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ und nur für auf der Südseite der Autobahn unmittelbar angrenzenden Flächen vereinzelt Zunahmen der N-Depositionsraten über 0.3 kg/(ha*a) und bis 4.5 kg/(ha*a) ermittelt, die durch das Heranrücken der äußeren Fahrwege in Folge der Seitenstreifenfreigabe bedingt sind. Überwiegend sind für die ausgewiesenen Schutzflächen in diesem Teil des Untersuchungsgebiets die planungsbedingten Änderungen der Stickstoffeinträge geringer als 0.3 kg/(ha*a) abgeleitet.

7 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962. (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen)
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004. (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- Bachhiesl, M., Narodoslawsky, M., Sturm, P.-J. (2002): Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen. UVP-report 1+2/2002.
- Bächlin, W., Bösing, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Aus-

- breitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BAST (2013): 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.: Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Bericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Band 1099; BMVBS Abteilung Straßenbau, Bonn; Carl Schünemann Verlag, Bremen.
- BAST (2018): Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2015. Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Bergisch-Gladbach, 2018.
- 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.
- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu den Feinstaubfraktion PM_{2.5} an den Immissionsschutz? In: Immissionsschutz 3/09.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of the health impacts of exposure to PM_{2.5} at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate change, June 2009.
- DIN 1333 (1992): Zahlenangaben. Normenausschuss Einheiten und Formelgrößen (AEF) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Normenausschuss Qualitätssicherung und angewandte Statistik (AQS) im DIN. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152.
- Flassak, Th., Bächlin, W., 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.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von PM₁₀-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der

- Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003.
www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1.
- Israël, G.W., Pesch, M., Schlums, C. (1994): Bedeutung des Reifenabriebs für die Rußemission des Kfz-Verkehrs. In: Staub - Reinhaltung der Luft 54, S. 423-430. Springer-Verlag, Berlin.
- Janicke, L. (2017): Ausbreitungsmodell LASAT, Referenzbuch zu Version 3.4. Ing.-Büro Dr. Lutz Janicke, Dunum, April 2017.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.
- 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.
- LfU (2013-2019): Lufthygienischer Jahresbericht 2012-2018. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- LfU (2020): Vorläufige Jahreskurzauswertung 2019 für Stickstoffdioxid und Feinstaub. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten, Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt, kommunale ökologische Briefe Nr. 01/05.01.2000, Raabe-Verlag, Berlin.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, www.lua.nrw.de bzw. www.lanuv.nrw.de
- NRW (2018): Straßennetz Landesbetrieb Straßenbau NRW, Datensatz. Landesbetrieb Straßenbau NRW. Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0. www.open.nrw.
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J.B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460. Hrsg.: Ministry of Environment – National Envi-

ronmental Research Institut / Denmark.

http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR460.PDF

RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, veröffentlicht 2013.

ROB (2019): Luftreinhalteplan für die Stadt München – 7. Fortschreibung. Regierung von Oberbayern, München, Oktober 2019.

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.

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.

TREMOT (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes,

FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.

UBA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.1 / April 2019. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.

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

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

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

A N H A N G A1

**BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-
STRASSEN**

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

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

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

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für $\text{PM}_{2.5}$, Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM_{10} -Fraktion über ein Kalender-

jahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	ab 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m ³	seit 2005

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

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

A1.2 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation

Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung wird in der 39. BImSchV für NO_x ein Grenzwert zum Schutz der Vegetation von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel genannt. Die Anwendung dieses Grenzwertes 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. Daneben gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründete Zielwerte für Stickstoffdepositionen zum Schutz von Vegetationseinheiten darstellen.

A1.3 Vorsorgewerte

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

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen $\text{PM}_{2.5}$ -Jahresmittelwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus, der bereits heute eingehalten werden sollte und ab dem Jahr 2015 ein Grenzwert wird.

Für den Immissionsgrenzwert für $\text{PM}_{2.5}$ von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab dem Jahr 2015 wurde eine Toleranzmarge von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erlassen, die sich ab dem 1. Januar 2009 in jährlichen Stufen um ein Siebentel (ca. $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vermindert. Diese Toleranzmarge darf überschritten werden, ohne die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Der jeweilige jährliche Wert wird hier als Übergangsbeurteilungswert bezeichnet.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche $\text{PM}_{2.5}$ -Exposition von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche $\text{PM}_{2.5}$ -Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche $\text{PM}_{2.5}$ -Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20 %, mindestens jedoch soll das Ziel von $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2020 erreicht werden.

A1.4 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

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

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM_{2.5}-Richtgrenzwert von 20 µg/m³ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 sollte dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft werden.

A N H A N G A2
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-
ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2.1 PROKAS / LASAT - Berechnungsverfahren zur Bestimmung verkehrser- zeugter Schadstoffbelastungen

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

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

Strömungs- und Ausbreitungsmodellierung

Die Ausbreitung wird mit dem Lagrange'schen Partikelmodell LASAT (Janicke, 2006) simuliert. Das Ausbreitungsmodell LASAT (Beschreibung unten) berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der unteren Atmosphäre im mikro- und mesoskaligen Bereich. Es basiert auf einem Lagrange-Modell (Teilchensimulation), bei dem die Dispersion der Stoffteilchen in der Atmosphäre durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird. Für komplexes Gelände ist im meteorologischen Präprozessor ein diagnostisches Windfeldmodell integriert. Dreidimensionale Wind- und Turbulenzfelder, in denen z.B. der Einfluss von Gebäuden oder Unebenheiten des Geländes berücksichtigt sind, können auch explizit vorgegeben werden. Für eine Umsetzung der Kaltluftsimulationen mit KALM in Eingabe-Files von LASAT stehen separate Programme (Schnittstellen) zur Verfügung. Es können beliebig viele Emissionsquellen als Punkt-, Linien-, Flächen-, Raster- oder Volumenquellen definiert werden. Die meteorologischen Parameter der Ausbreitungsrechnung können als Zeitreihe vorgegeben werden. Es wird die über fortlaufende Zeitintervalle gemittelte dreidimensionale Konzentrationsverteilung der emittierten Spurenstoffe und die Massenstromdichte ihrer Deposition am Erdboden berechnet. Liegen die meteorologischen Daten als Zeitreihe über ein Jahr oder als Jahresstatistik vor, können auch Jahresmittelwert und Perzentile berechnet

werden. Im Nahbereich von Quellen kann die Ausbreitungsrechnung mit erhöhter räumlicher Auflösung durchgeführt werden.

Lärmschutzmaßnahmen

Auch der Einfluss von Lärmschutzmaßnahmen endlicher Länge kann entsprechend der Arbeiten von Romberg et al. (1986) für die Bundesanstalt für Straßenwesen berücksichtigt werden. Die Wirkung der Lärmschutzwand wird als Anfangsverdünnung interpretiert, indem der Quellboxhöhe ein Wert σ_{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 Immissionskenngrößen für die Gesamtbelastung aus den Kenngrößen für die Hintergrundbelastung und die Zusatzbelastung erfolgt nach dem in der TA Luft 86 in Anhang D angegebenen Verfahren.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin und Bösing (2007).

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

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

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

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

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

Es werden folgende physikalische Vorgänge zeitabhängig simuliert:

- Transport durch den mittleren Wind,
- Dispersion in der Atmosphäre,
- Sedimentation schwerer Aerosole,
- Deposition am Erdboden (trockene Deposition),
- Auswaschen der Spurenstoffe durch Regen und nasse Deposition,
- Chemische Umwandlungen erster Ordnung,
- Gamma-Submersion (Wolkenstrahlung) bei radioaktiven Stoffen.

Eine Abgasfahnenüberhöhung wird parametrisch erfasst. Das Gelände kann eben oder gegliedert sein und Gebäude enthalten, deren Umströmung berücksichtigt wird. In ebenem Gelände werden die zeitabhängigen meteorologischen Größen durch ein ebenes Grenz-

schichtmodell 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.

A2.3 Fehlerdiskussion

Immissionsprognosen als Folge der Emissionen des Kfz-Verkehrs sind ebenso wie Messungen der Schadstoffkonzentrationen fehlerbehaftet. Bei der Frage nach der Zuverlässigkeit der Berechnungen und der Güte der Ergebnisse stehen meistens die Ausbreitungsmodelle im Vordergrund. Die berechneten Immissionen sind aber nicht nur abhängig von den

Ausbreitungsmodellen, sondern auch von einer Reihe von Eingangsinformationen, wobei jede Einzelne dieser Größen einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die prognostizierten Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

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

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung - PEF" (Flassak et al., 1996) wird der Einfluss von Unschärfen der Eingangsgrößen betrachtet. Einen großen Einfluss auf die Immissionskenngrößen zeigen demnach die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen sowie die Bebauungsdichte, die lichten Abstände zwischen der Straßenrandbebauung und die Windrichtungsverteilung.

Hinsichtlich der Fehlerabschätzung für die Kfz-Emissionen ist anzufügen, dass die Emissionen im Straßenverkehr bislang nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen ermittelt werden. Die Genauigkeit der Emissionen ist unmittelbar abhängig von den Fehlerbandbreiten der Basisdaten (d.h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

Nach BAST (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zähldaten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10 %.

Für 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-Rechnenergebnissen durch. Die Abweichungen zwischen Mess- und Rechenergebnissen lagen im Bereich von 10 %, wobei die Eingangsdaten im Fall der Göttinger Straße sehr genau bekannt waren. Bei größeren Unsicherheiten in den Eingangsdaten sind höhere Rechenunsicherheiten zu erwarten. Dieser Vergleich zwischen Mess- und Rechenergebnissen dient der Validierung des Modells, wobei anzumerken ist, dass sowohl Messung als auch Rechnung fehlerbehaftet sind.

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

A N H A N G A3
GESAMTDEPOSITIONSRATEN IM BEREICH DER FFH-GEBIETE

A3 GESAMTDEPOSITIONSRATEN IM BEREICH DER FFH-GEBIETE

Im Rahmen der ökologischen Beurteilung der vorhabeninduzierten Auswirkungen der verkehrsbedingten Beiträge an Stickstoffeintrag in geschützte Vegetationsbereiche sind entsprechend den Angaben des Stickstoffleitfadens H PSE (FGSV, 2019) für diese Bereiche u. a. die zukünftige Gesamtbelastungen an Stickstoffeinträgen zu bewerten. Die Gesamtbelastung setzt sich aus der Hintergrundbelastung und den verkehrsbedingten Zusatzbelastungen zusammen; die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen wurden in der vorliegenden Untersuchung ermittelt und ist im Haupttext beschrieben.

Angaben zu der bestehenden Hintergrundbelastung werden durch das Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt. Der derzeit aktuelle Datensatz umfasst mittleren Angaben zu bestehenden atmosphärischen Stickstoffeinträgen in Böden für den Zeitraum 2013 bis 2015, die im Rahmen des PINETI-3 Projektes erstellt wurden (UBA, 2018). Die Hintergrundbelastungsdaten liegen für das Gebiet von Deutschland auf einem 1 km x 1 km-Raster vor, dabei werden für jede Rasterfläche bestehende atmosphärische Stickstoffeinträge für insgesamt 10 verschiedene Landnutzungsklassen genannt. Die beschriebenen Daten wurden im Internet über den Kartendienst des Umweltbundesamtes ausgelesen, dabei ist darauf hinzuweisen, dass dort die Angaben über den bestehenden Stickstoffeintrag in Schritten von 1 kg N/(ha*a) angegeben werden.

Für die Planungen zur temporären Seitenstreifenfreigabe an der A 99 werden die Hintergrundbelastungsdaten über den bestehenden Stickstoffeintrag basierend auf dem 1 km x 1 km-Raster herangezogen und unter Berücksichtigung der im Untersuchungsgebiet vorliegenden Landnutzungen auf das 10 m x 10 m-Raster der vorliegenden Untersuchung übertragen und in den betrachteten vegetationsbestandenen Bereichen der FFH-Gebiete „Allacher Forst und Angerlohe“, „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ und „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ dargestellt.

Für die FFH-Gebiete wurde die Art der darin befindlichen Landnutzungen aus den Informationen des digitalen Landnutzungsmodells Basis-DLM übernommen und für den Fall, dass detailliertere Angaben in den übergebenen LRT-Daten bezüglich der Art der Landnutzung vorliegen, wurden diese entsprechend überlagert. Für diese Landnutzungsarten innerhalb der FFH-Gebiete erfolgt ein Abgleich mit den Landnutzungsklassen des UBA-Datensatzes, damit eine Zuordnung der Hintergrundbelastungswerte zu den örtlichen Gegebenheiten innerhalb der FFH-Gebiete ermöglicht wird. Insgesamt sind folgende fünf Landnutzungsklas-

sen in den FFH-Gebieten enthalten: „Ackerland“, „Laubwald“, „Mischwald“, „Grasland“, „seminatürliche Ökosysteme“. Diese finden sich alle in dem FFH-Gebiet „Allacher Forst und Angerlohe“, in dem FFH-Gebiet „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ sind die vier Klassen „Ackerland“, „Laubwald“, „Grasland“ und „seminatürliche Ökosysteme“ und in dem FFH-Gebiet „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ sind die drei Klassen „Laubwald“, „Mischwald“ und „seminatürliche Ökosysteme“ enthalten.

Die zu betrachteten Bereiche der FFH-Gebiete umfassen insgesamt 14 Rasterflächen des UBA-Hintergrunddatensatzes. Die Angaben der Hintergrundbelastung variieren für „Grasland“ zwischen 13 kg/(ha*a) und 14 kg/(ha*a), für „Ackerland“ zwischen 14 kg/(ha*a) und 15 kg/(ha*a) und für „Laubwald“ zwischen 18 kg/(ha*a) und 19 kg/(ha*a), für Mischwald wird einheitlich 19 kg/(ha*a) und für „seminatürliche Ökosysteme“ einheitlich 14 kg/(ha*a) angegeben.

Die **Abb. A4.37** zeigt die genannten bestehenden Hintergrundbelastungen an Stickstoffeintrag für die FFH-Gebiete im gesamten Untersuchungsgebiet für das 10 m x 10 m-Raster der vorliegenden Untersuchung. Dabei sind für die waldbestandenen Flächen des LRT 9170 im Bereich des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ überwiegenden eine Hintergrundbelastung an Stickstoffeintrag von 18 kg/(ha*a) abgeleitet. Für die wiesenbestandenen Flächen des LRT 6210/6410/6510 sind bestehende N-Depositionen überwiegend von 13 kg/(ha*a) ermittelt. Für die betrachteten Bereiche der FFH-Gebiete „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ und „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ ist die Hintergrundbelastung an Stickstoffeintrag nicht unter 14 kg/(ha*a) abgeleitet.

Die Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und verkehrsbedingter Zusatzbelastung für den Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen ist in **Abb. A4.38** und **Abb. 4.39** dargestellt. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.38**) sind für Bereiche des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ bis in einen Abstand von ca. 230 m zur Autobahn Gesamtbelastungen an Stickstoffeintrag über 20 kg/(ha*a) berechnet, die an den zur A 99 nächstgelegenen Bereichen Eintragsraten vereinzelt bis 48 kg/(ha*a) aufweisen. Für weiter entfernt liegende Bereiche sind geringere Gesamtbelastungen an N-Deposition überwiegend zwischen 18 µg/m³ und 20 µg/m³ ermittelt. Im Bereich der Flächen des LRT 6210/6410/6510 sind Gesamtbelastungen überwiegend bis 14 kg/(ha*a) berechnet.

Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.39**) sind für südlich der A 99 gelegene Flächen des FFH-Gebiets „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ Gesamtbelastungen an Stickstoffeintrag vereinzelt bis $30 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet, für die überwiegenden Bereiche sind geringere Gesamtbelastungen zwischen $14 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und $20 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. Vergleichbare Gesamtbelastungen an N-Deposition sind für die betrachteten Bereiche des FFH-Gebiets „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“ berechnet.

Die für den Planfall mit Berücksichtigung der temporären Seitenstreifenfreigabe berechneten Gesamtbelastungen an Stickstoffeintrag sind für den östlichen Teil des Untersuchungsgebiets in **Abb. A4.40** und für den westlichen Teil in **Abb. A4.41** aufgezeigt. Aufgrund der geringeren verkehrsbedingten Schadstofffreisetzungen in Folge der Verringerung der Stauhäufigkeit sind Gesamtbelastungen an Stickstoffeintrag nur für Flächen des FFH-Gebiets „Allacher Forst und Angerlohe“ (**Abb. A4.40**) bis in einen Abstand von ca. 200 m zur A 99 berechnet. Für die zur Autobahn nächstgelegenen Flächen sind gegenüber dem Prognosenullfall überwiegend geringere Gesamtbelastungen ermittelt mit Gesamtbelastungen bis $43 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$. Diese Zusammenhänge gelten auch für die Flächen des LRT 9170. Für die übrigen Bereiche sind zum Prognosenullfall vergleichbare Gesamtbelastungen an N-Deposition zwischen $13 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und $20 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets (**Abb. A4.41**) sind für Bereiche des FFH-Gebiets „Gräben und Niedermoorreste im Dachauer Moos“ auf der Südseite der A 99 Gesamtbelastungen vereinzelt bis $35 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. Überwiegend sind jedoch zum Prognosenullfall vergleichbare Gesamtbelastungen berechnet, so auch im Bereich des FFH-Gebiets „Heideflächen und Lohwälder nördlich von München“.

A N H A N G A4

ABBILDUNGEN

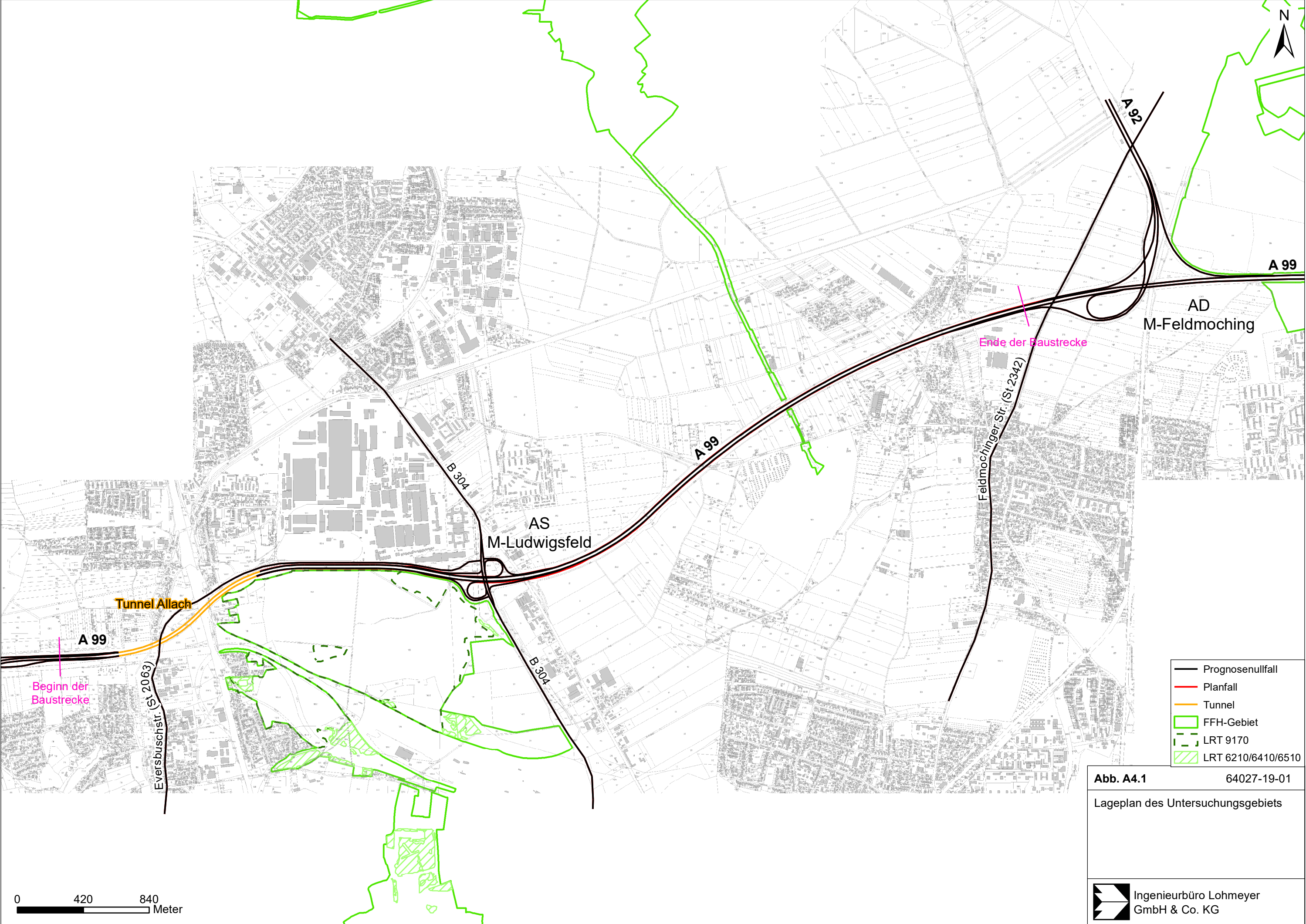


Abb. A4.1 64027-19-01

Lageplan des Untersuchungsgebiets

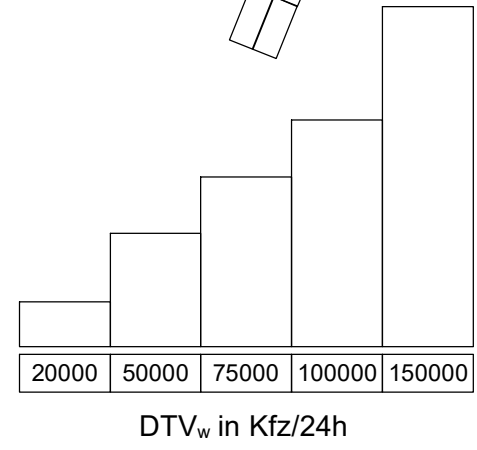
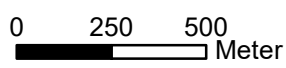
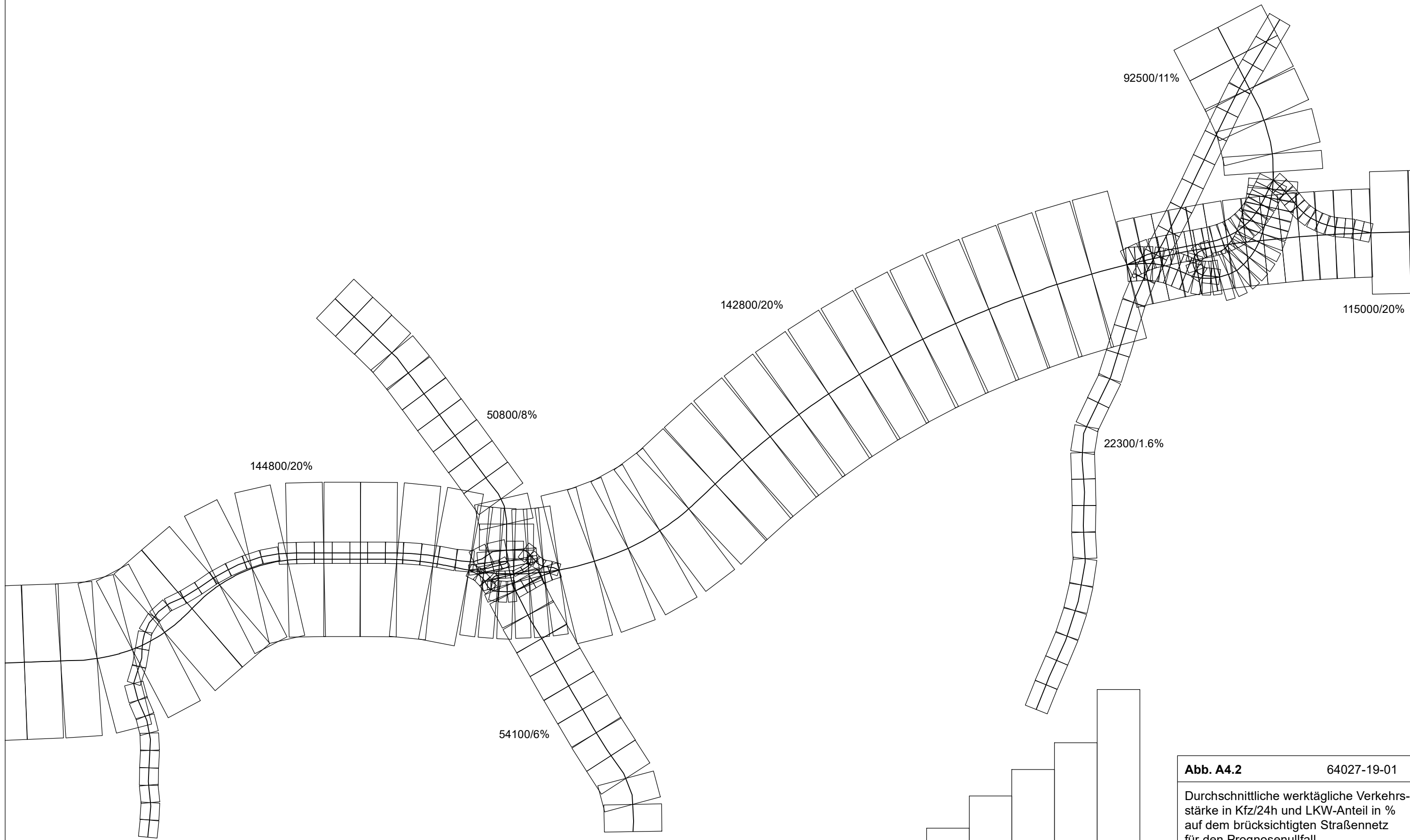

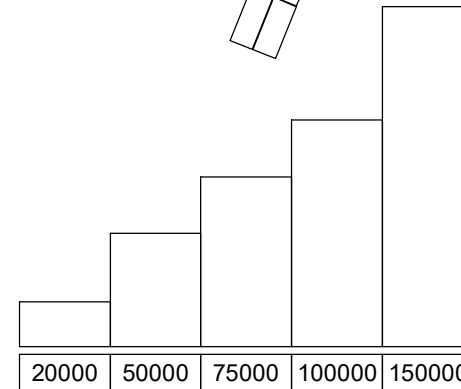
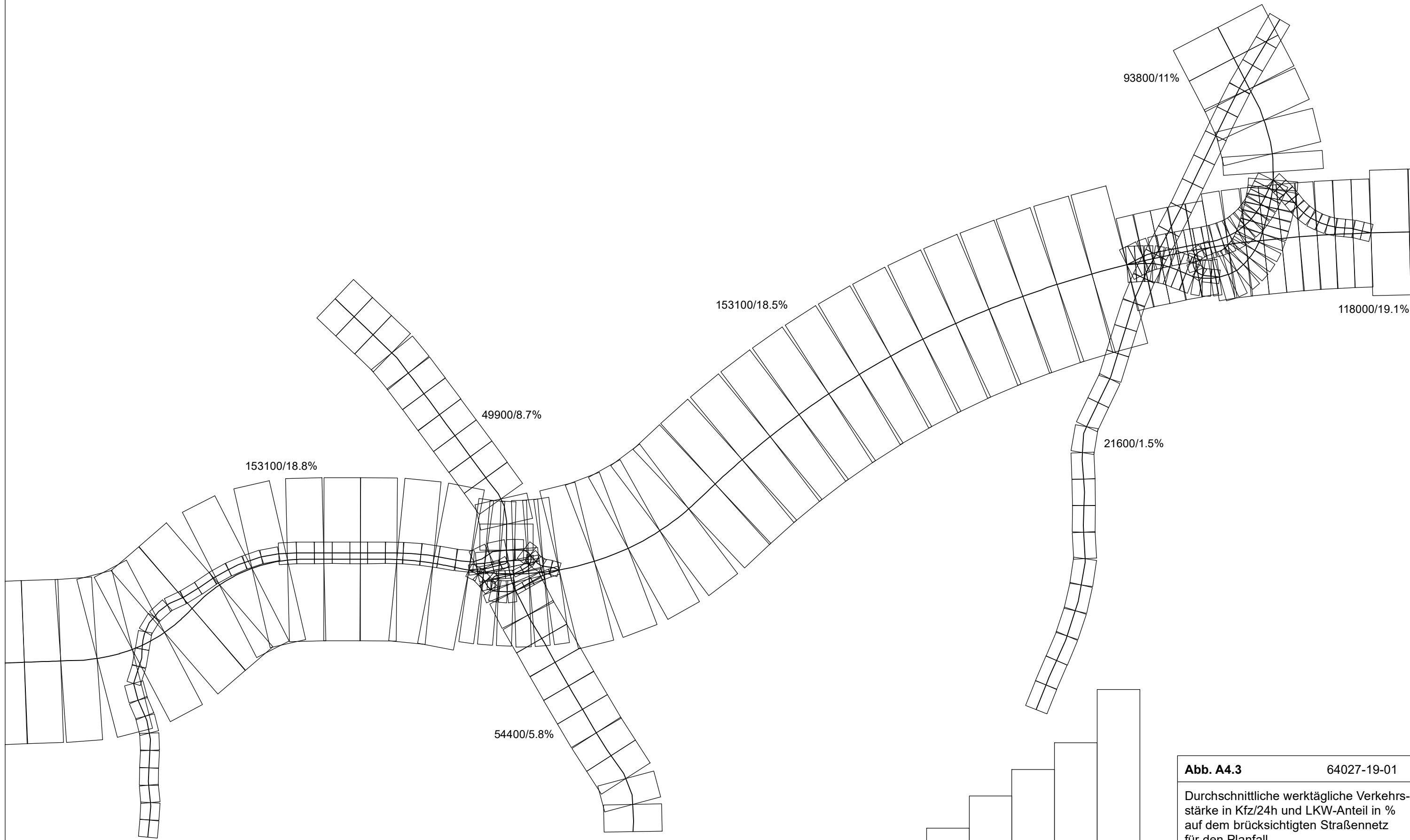


Abb. A4.264027-19-01

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


Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



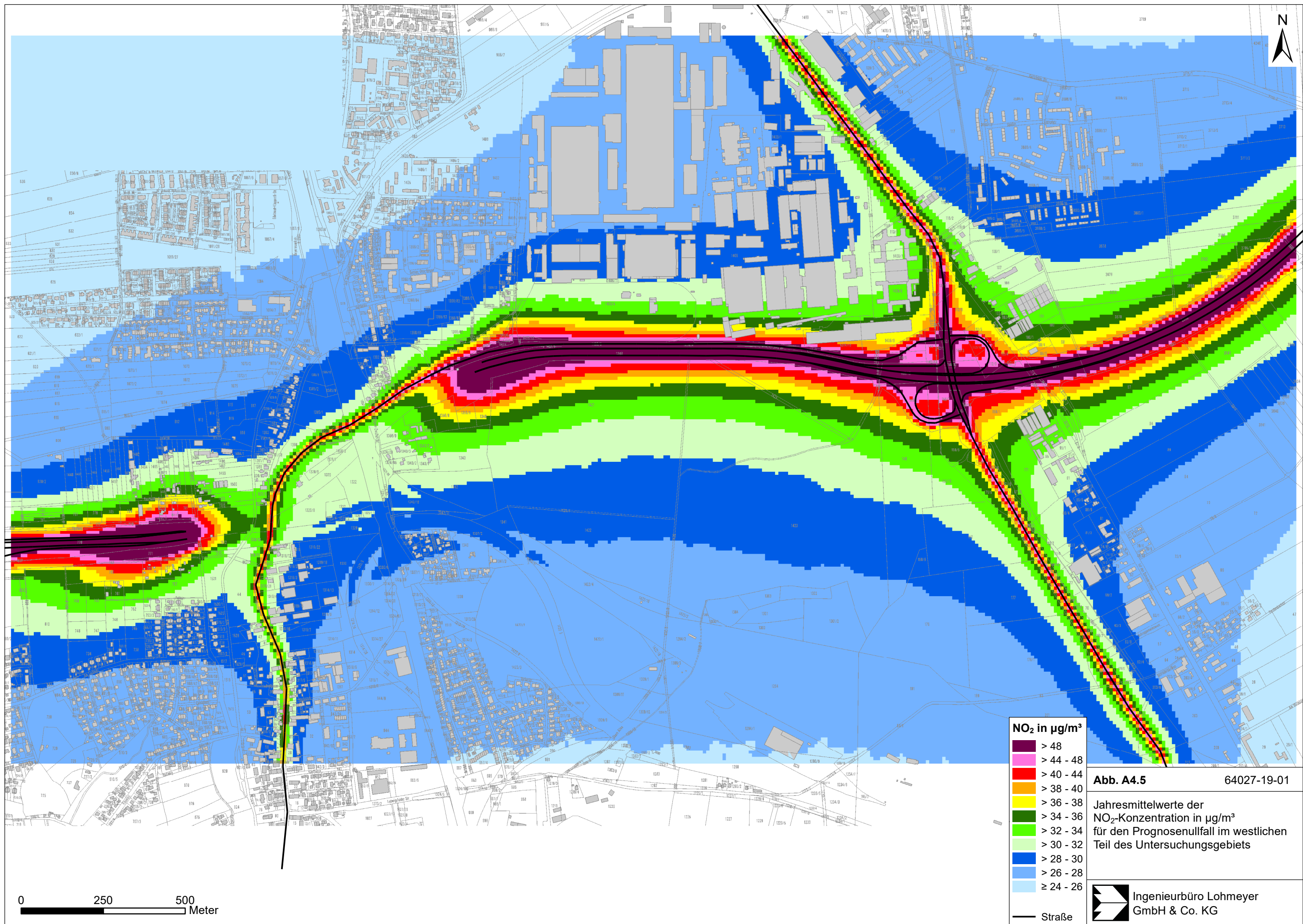
0 250 500
Meter

Abb. A4.364027-19-01

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

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG






NO₂ in µg/m³

- > 48
- > 44 - 48
- > 40 - 44
- > 38 - 40
- > 36 - 38
- > 34 - 36
- > 32 - 34
- > 30 - 32
- > 28 - 30
- > 26 - 28
- ≥ 24 - 26

— Straße

Abb. A4.5 64027-19-01
Jahresmittelwerte der
NO₂-Konzentration in µg/m³
für den Prognosenullfall im westlichen
Teil des Untersuchungsgebiets

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

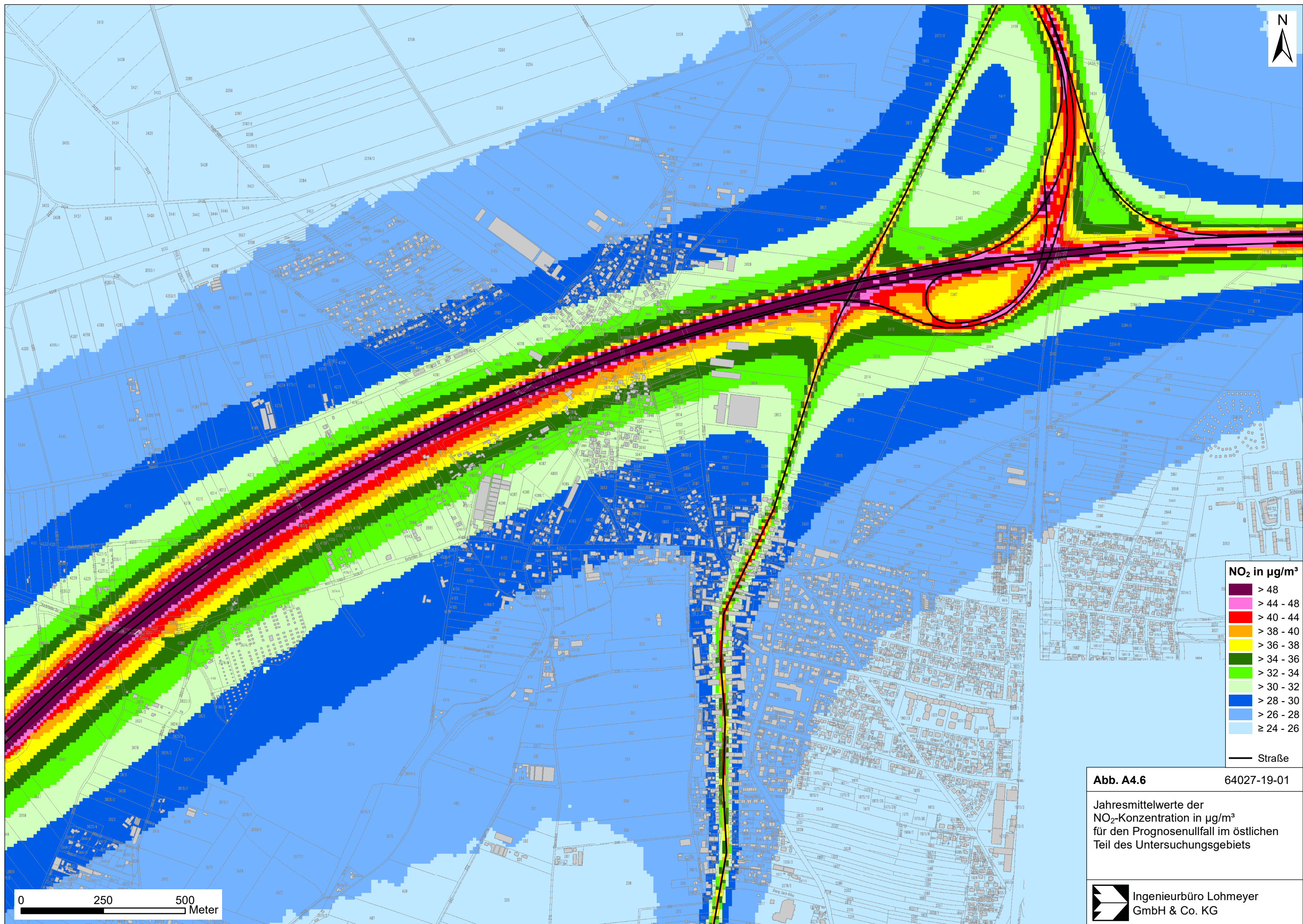
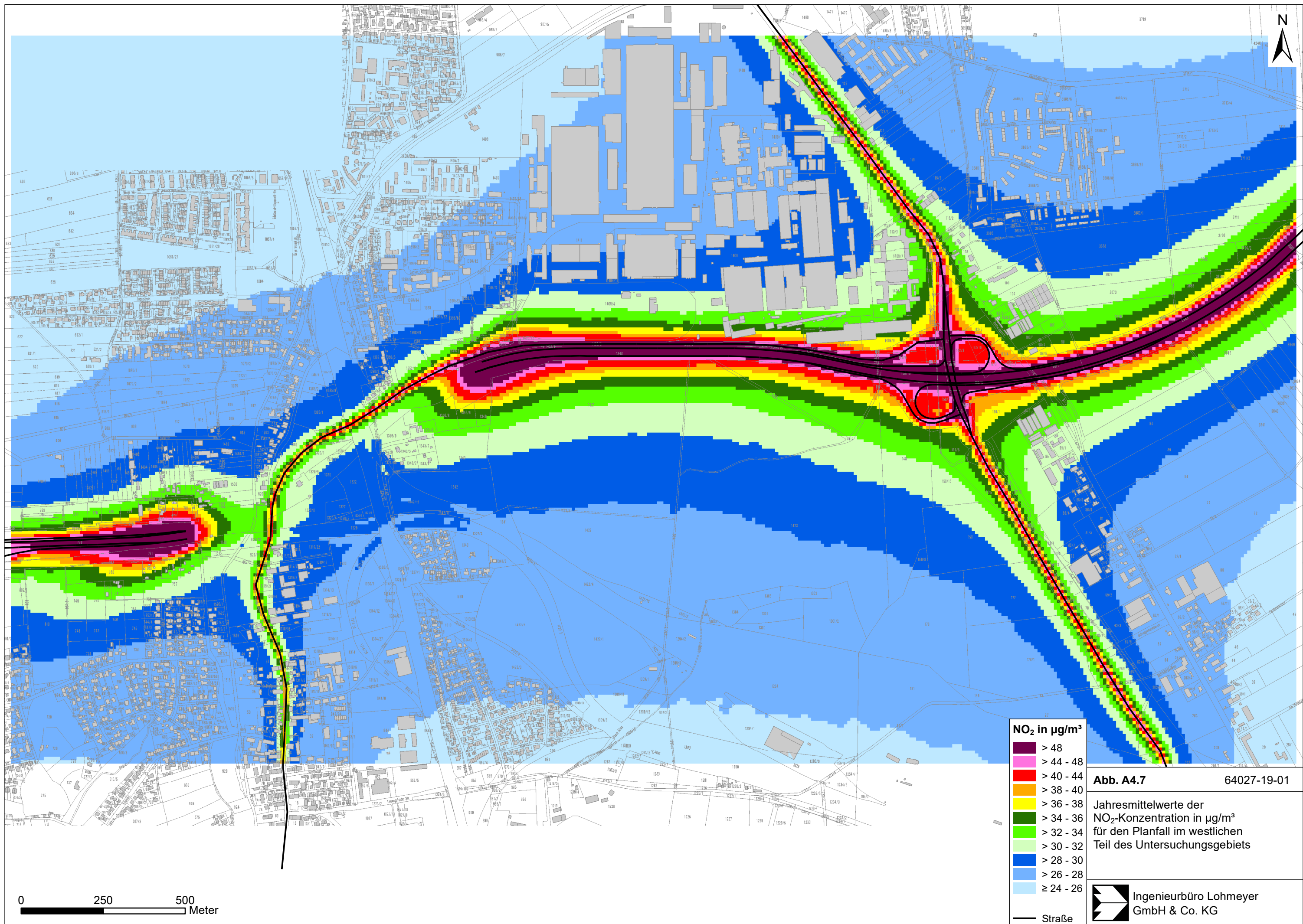


Abb. A4.6 64027-19-01

Jahresmittelwerte der
NO₂-Konzentration in µg/m³
für den Prognosenullfall im östlichen
Teil des Untersuchungsgebiets



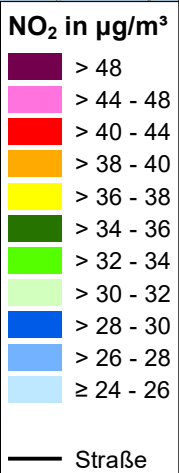
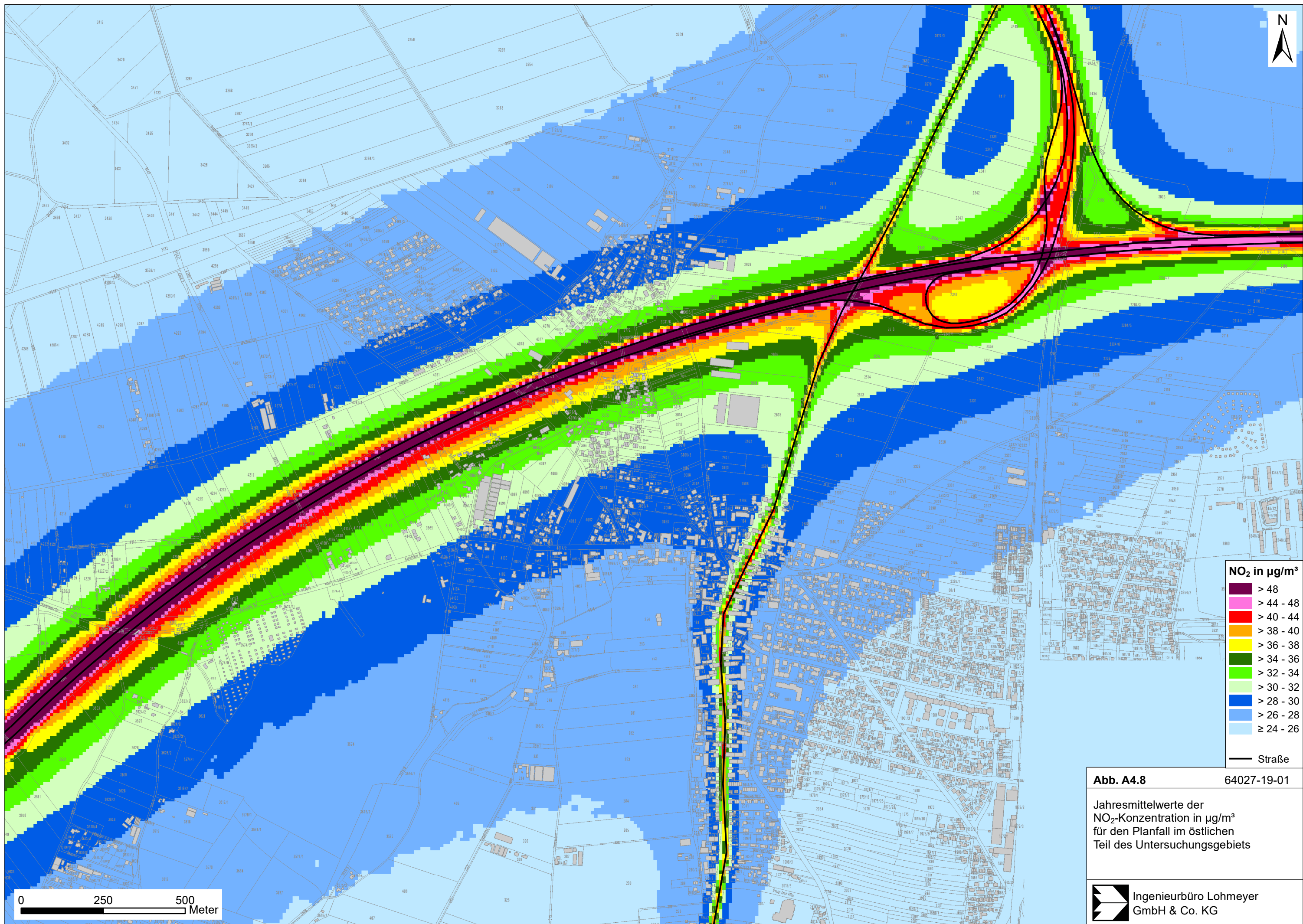
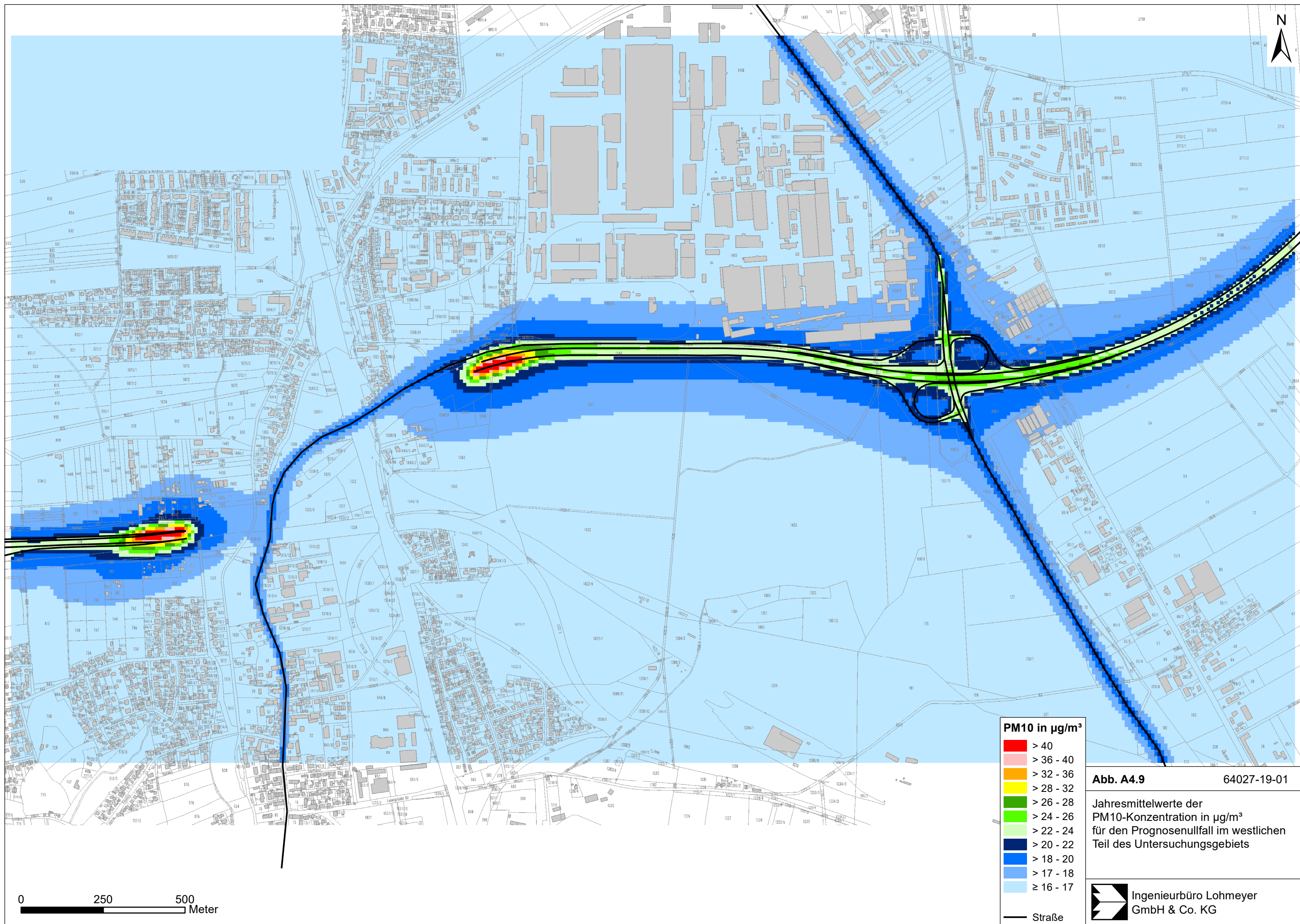


Abb. A4.8 64027-19-01

Jahresmittelwerte der
NO₂-Konzentration in µg/m³
für den Planfall im östlichen
Teil des Untersuchungsgebiets





PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- > 40
- > 36 - 40
- > 32 - 36
- > 28 - 32
- > 26 - 28
- > 24 - 26
- > 22 - 24
- > 20 - 22
- > 18 - 20
- > 17 - 18
- $\geq 16 - 17$

— Straße

Abb. A4.10 64027-19-01

Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Prognosenullfall im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets

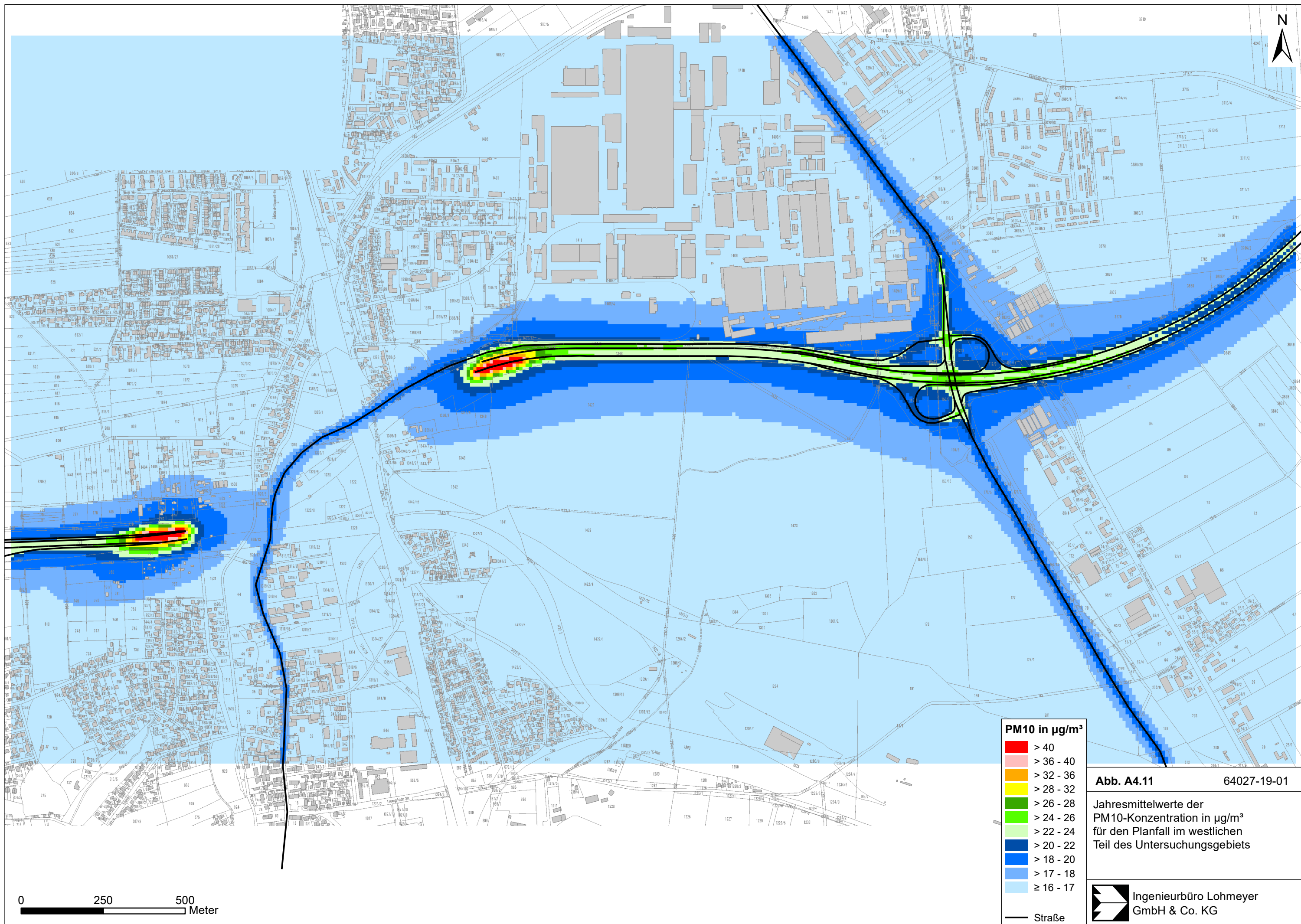


Abb. A4.11 64027-19-01

Jahresmittelwerte der
PM10-Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
für den Planfall im westlichen
Teil des Untersuchungsgebiets



PM10 in µg/m³

- > 40
- > 36 - 40
- > 32 - 36
- > 28 - 32
- > 26 - 28
- > 24 - 26
- > 22 - 24
- > 20 - 22
- > 17 - 20
- > 16 - 17

— Straße

Abb. A4.12 64027-19-01

Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in µg/m³ für den Planfall im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets

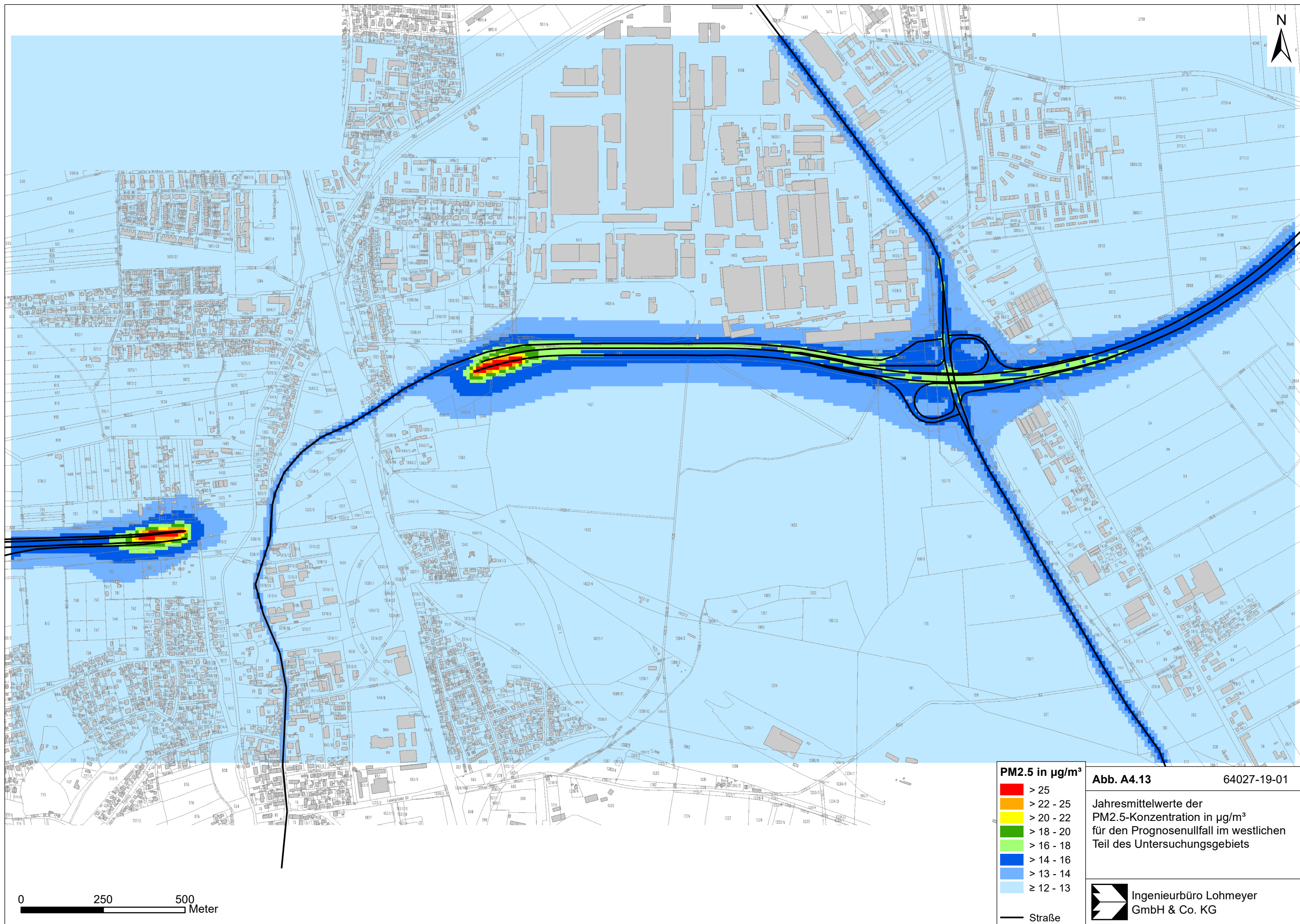
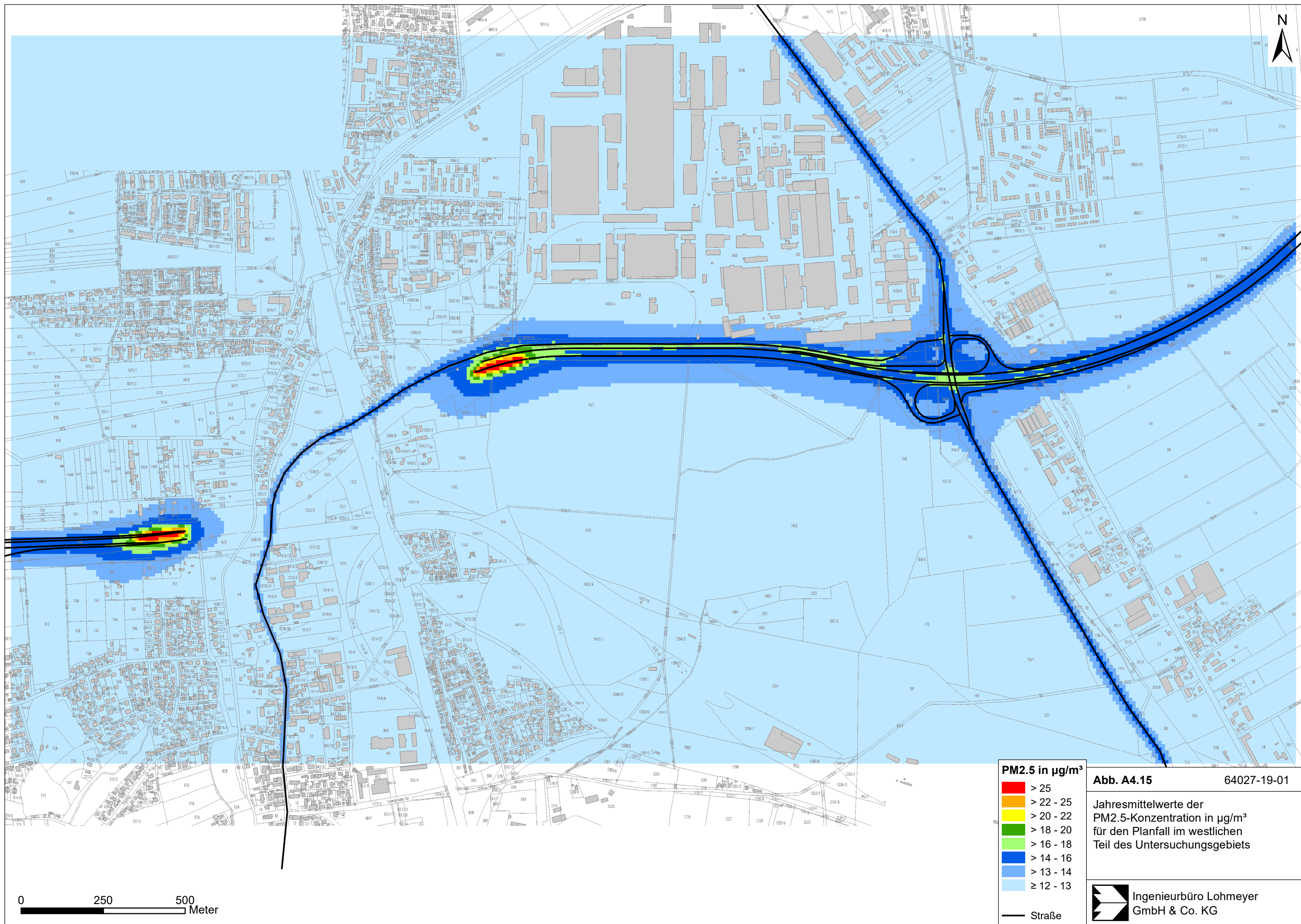




Abb. A4.14 64027-19-01

Jahresmittelwerte der
PM2.5-Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
für den Prognosenullfall im östlichen
Teil des Untersuchungsgebiets





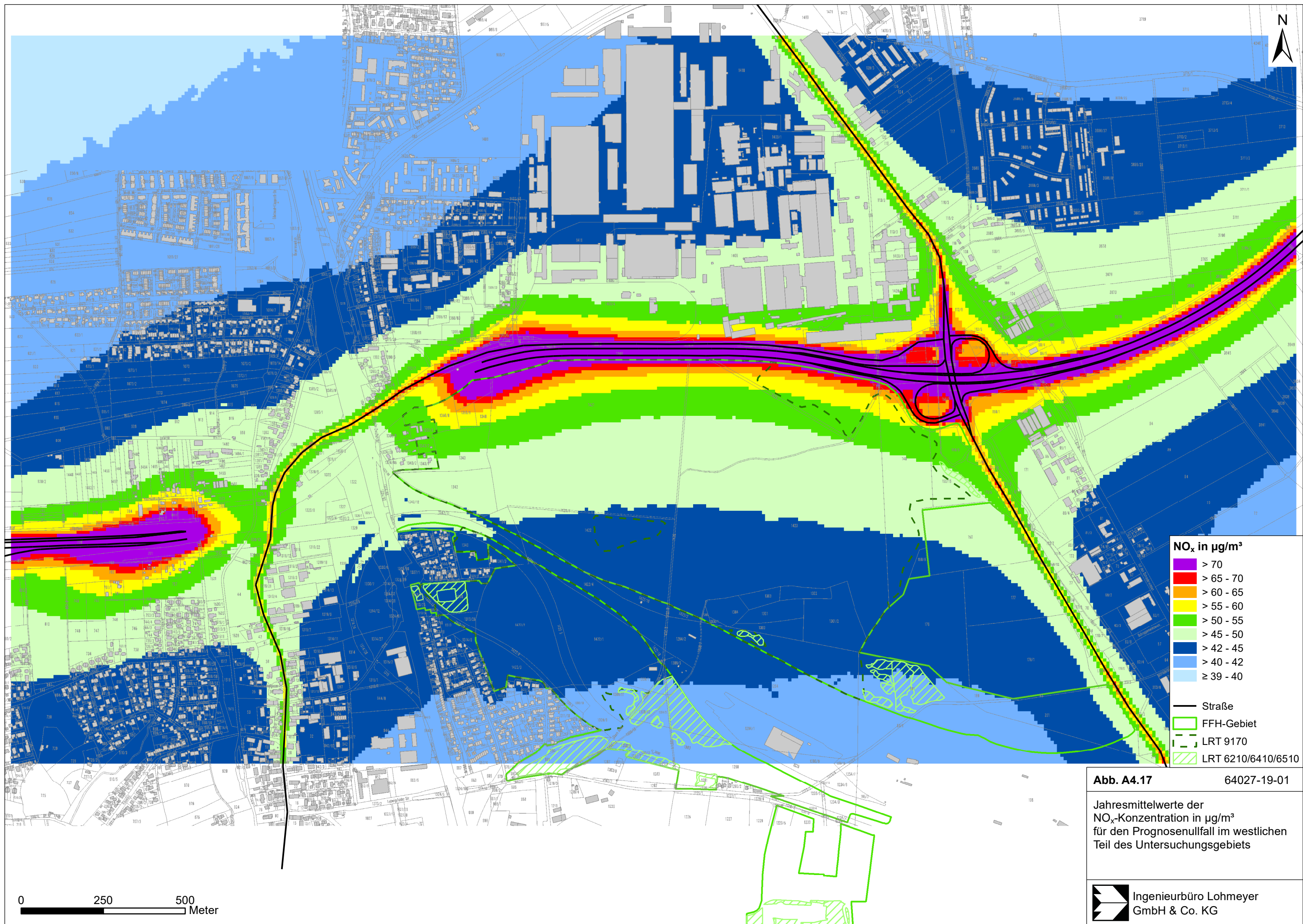
PM2.5 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

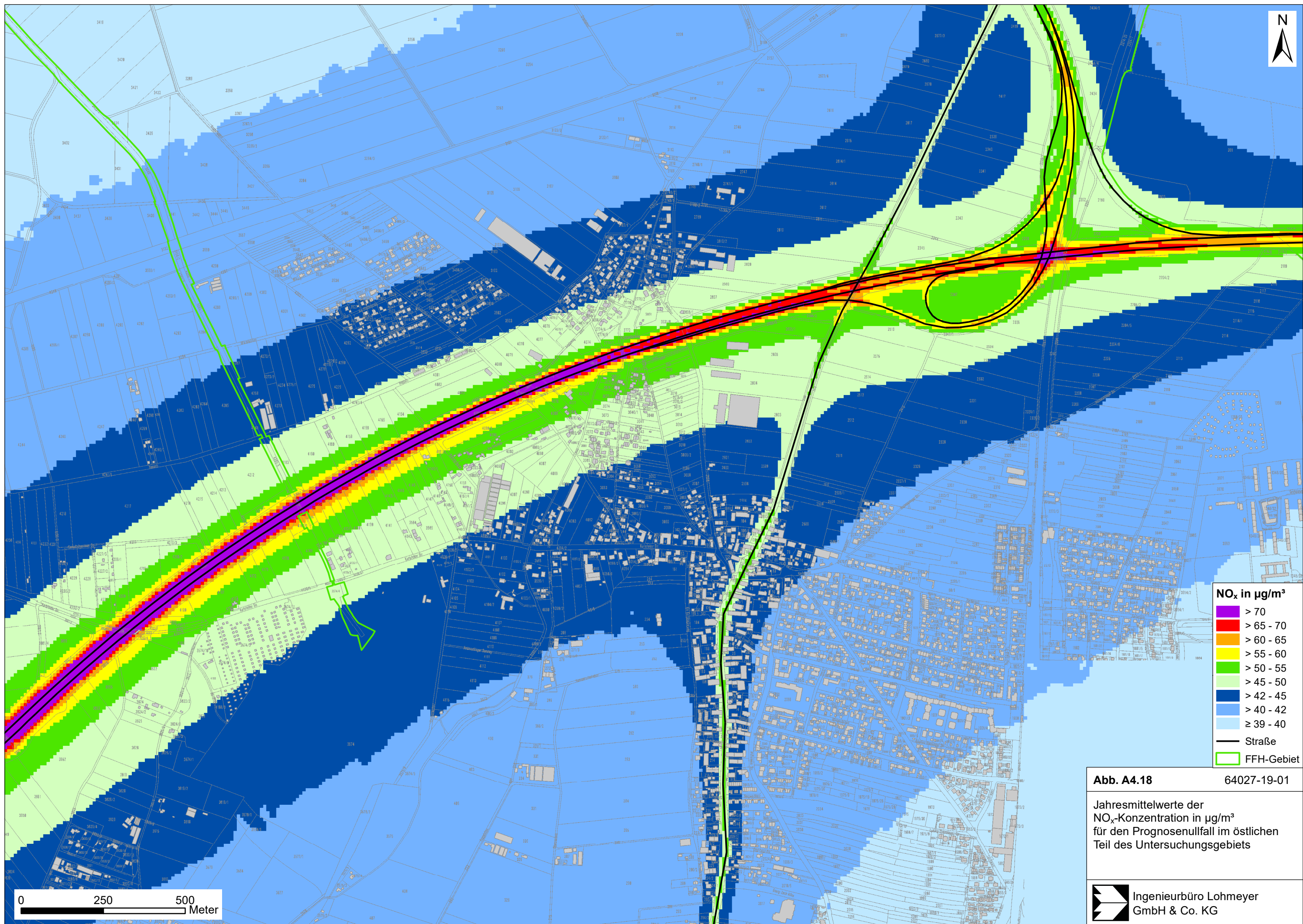
- > 25
- > 22 - 25
- > 20 - 22
- > 18 - 20
- > 16 - 18
- > 14 - 16
- ≥ 12 - 13

— Straße

Abb. A4.16 64027-19-01

Jahresmittelwerte der
PM2.5-Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
für den Planfall im östlichen
Teil des Untersuchungsgebiets





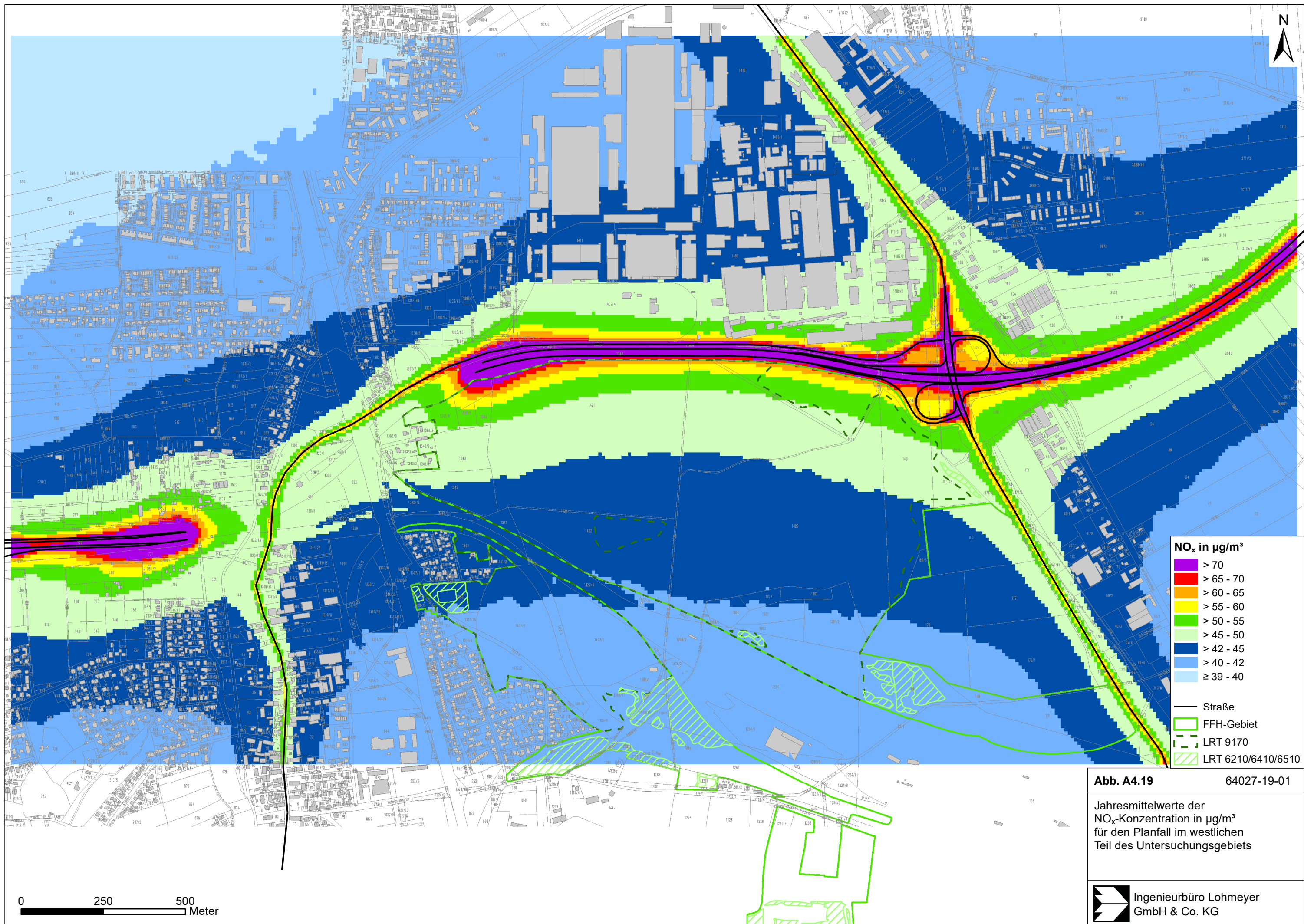
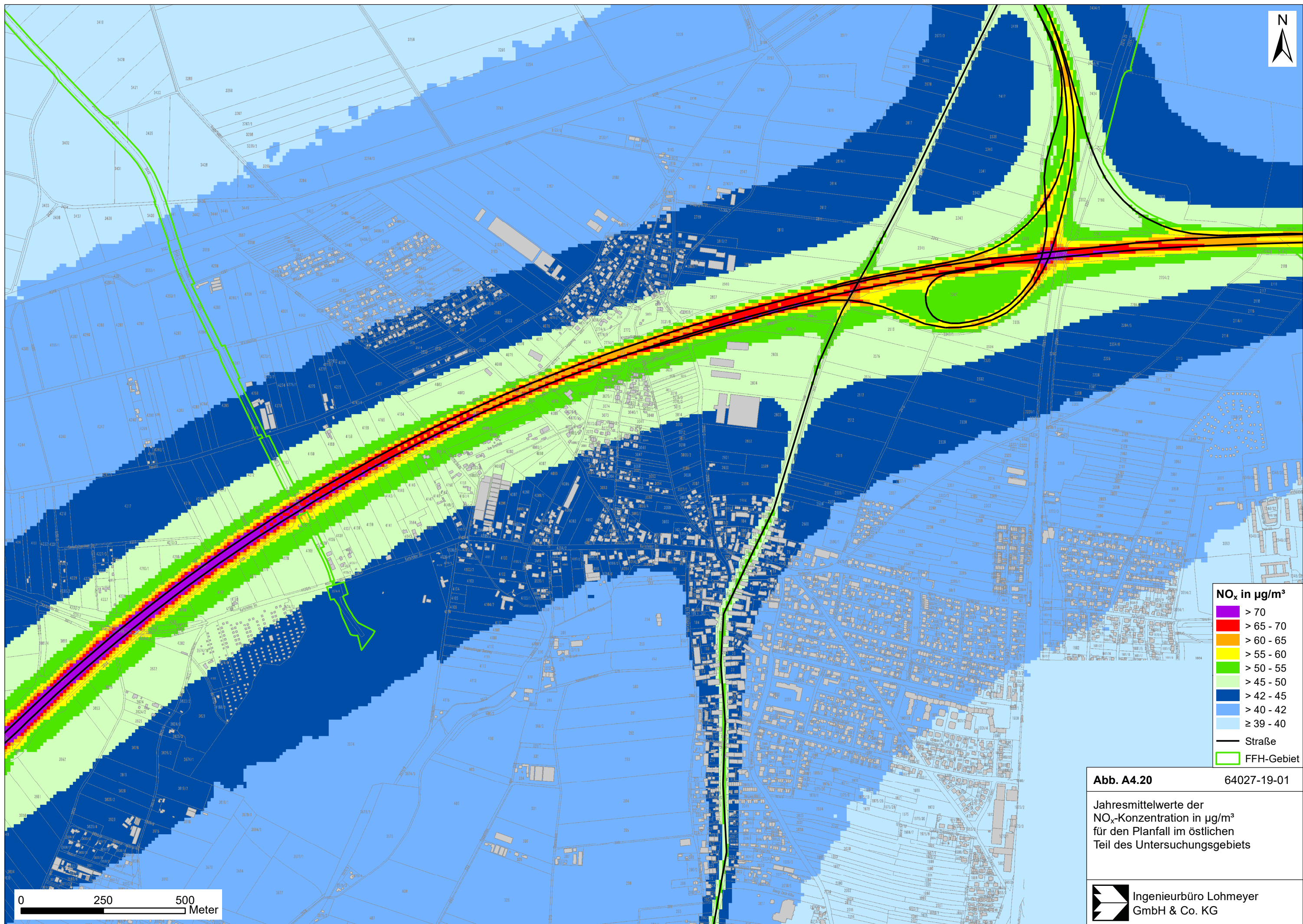
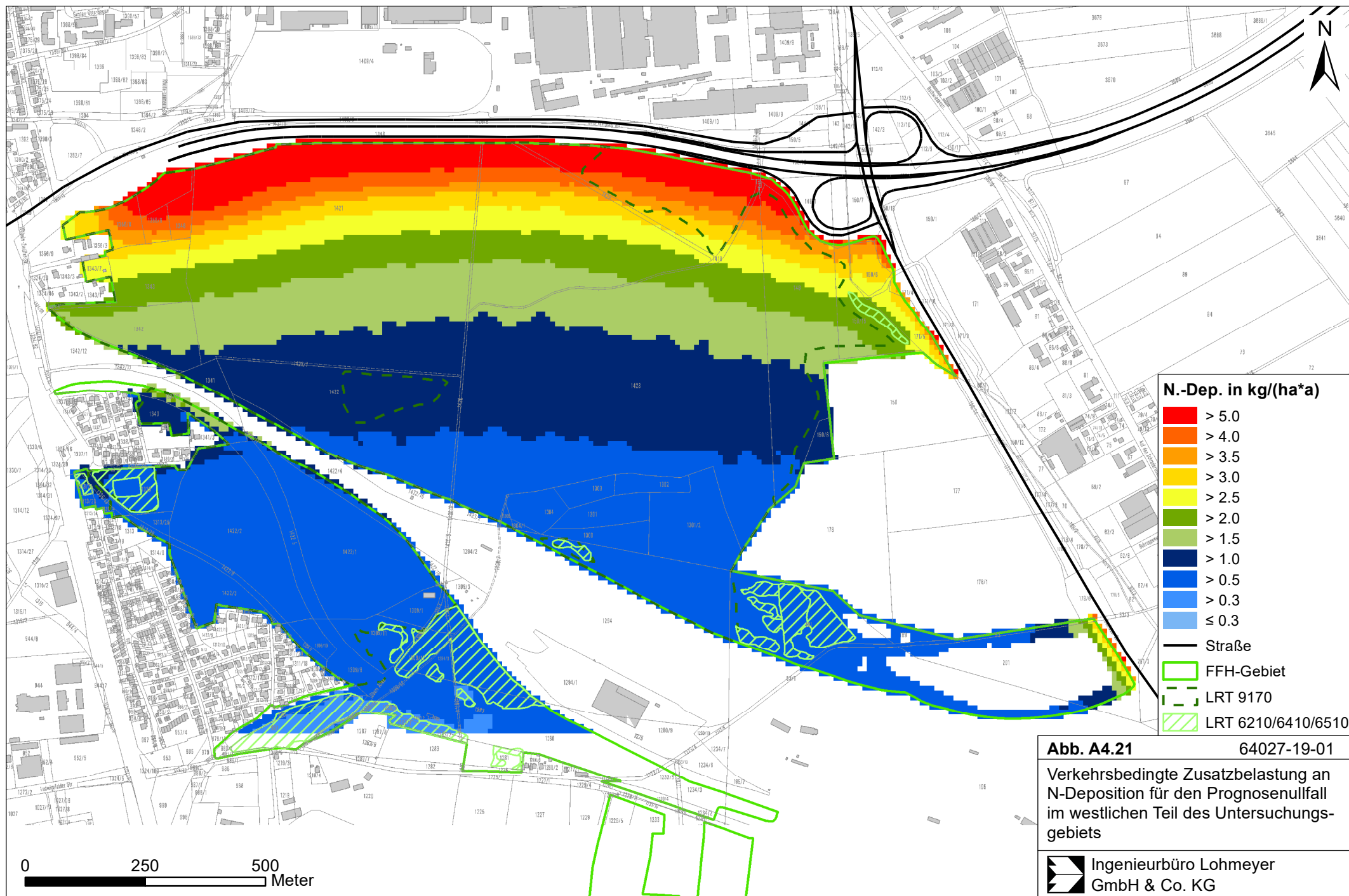


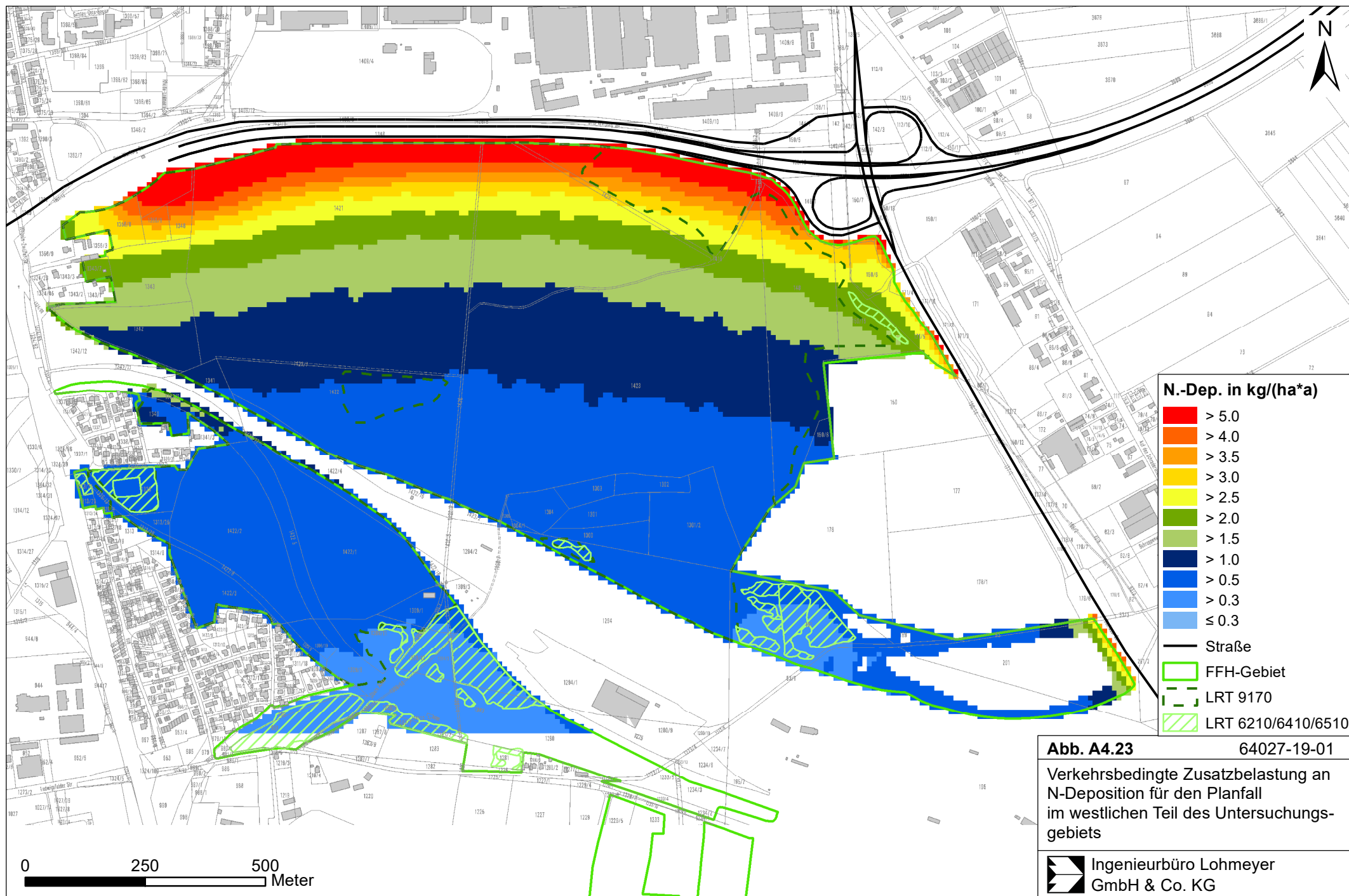
Abb. A4.19 64027-19-01

Jahresmittelwerte der
NO_x-Konzentration in µg/m³
für den Planfall im westlichen
Teil des Untersuchungsgebiets











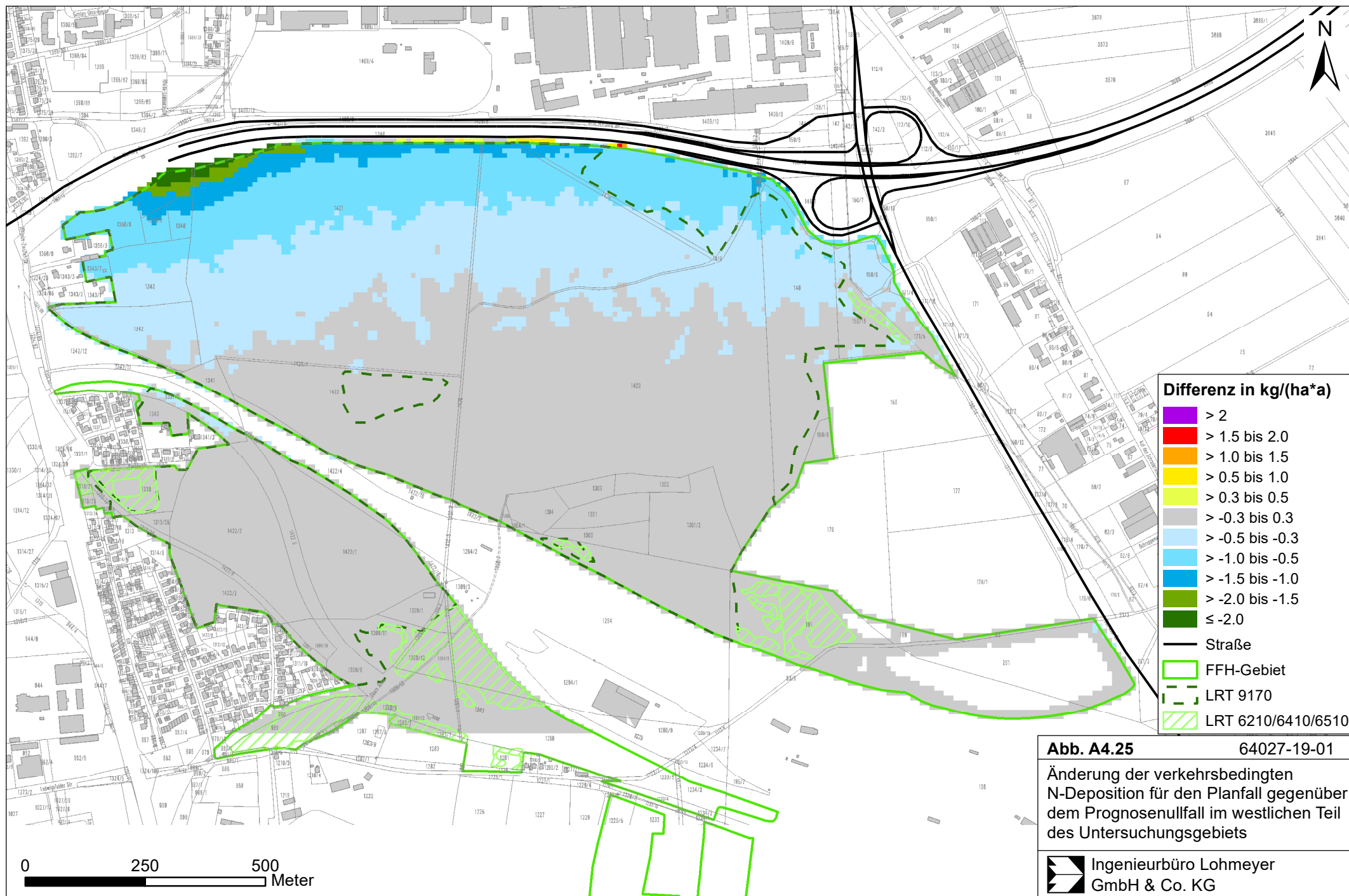

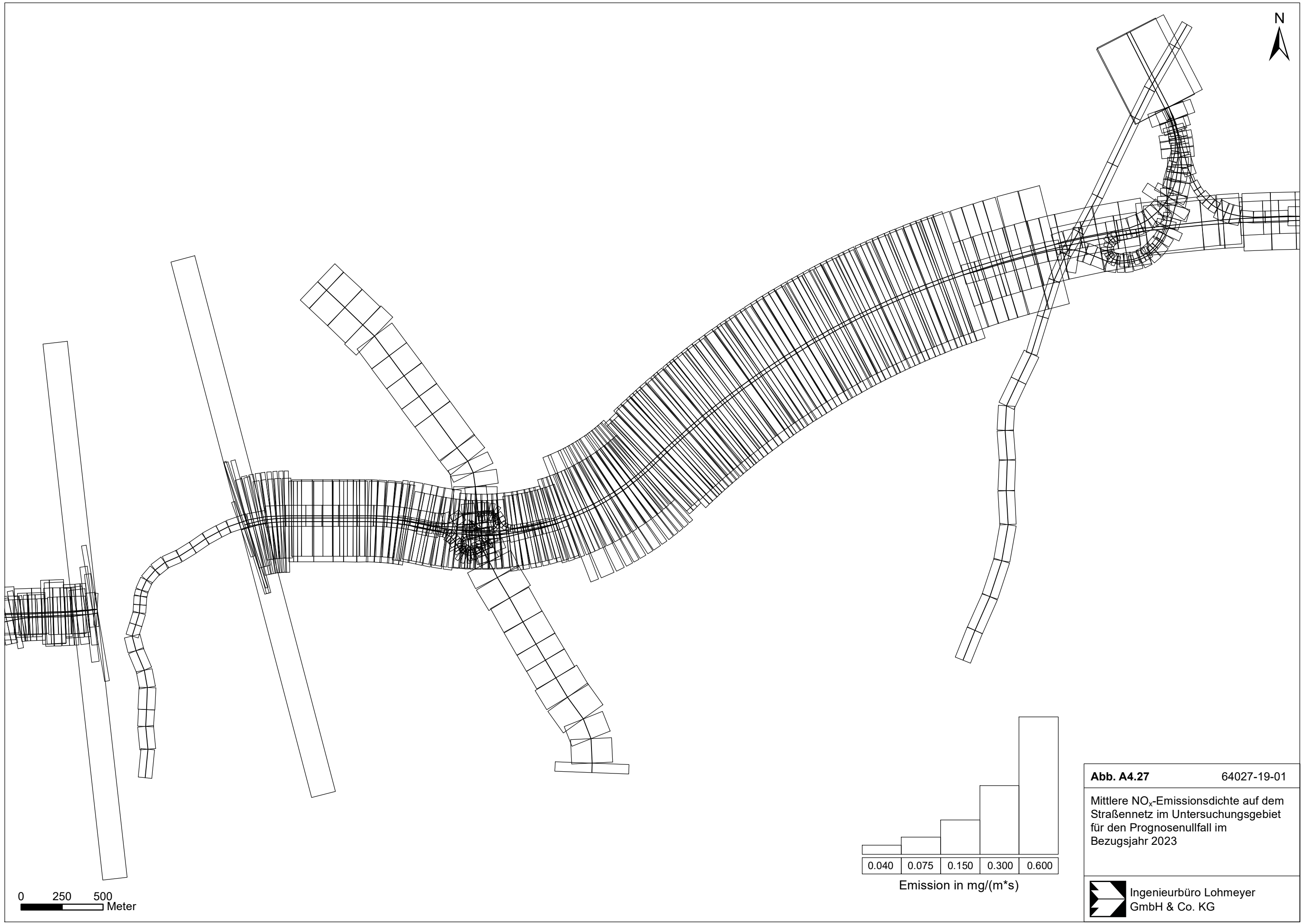


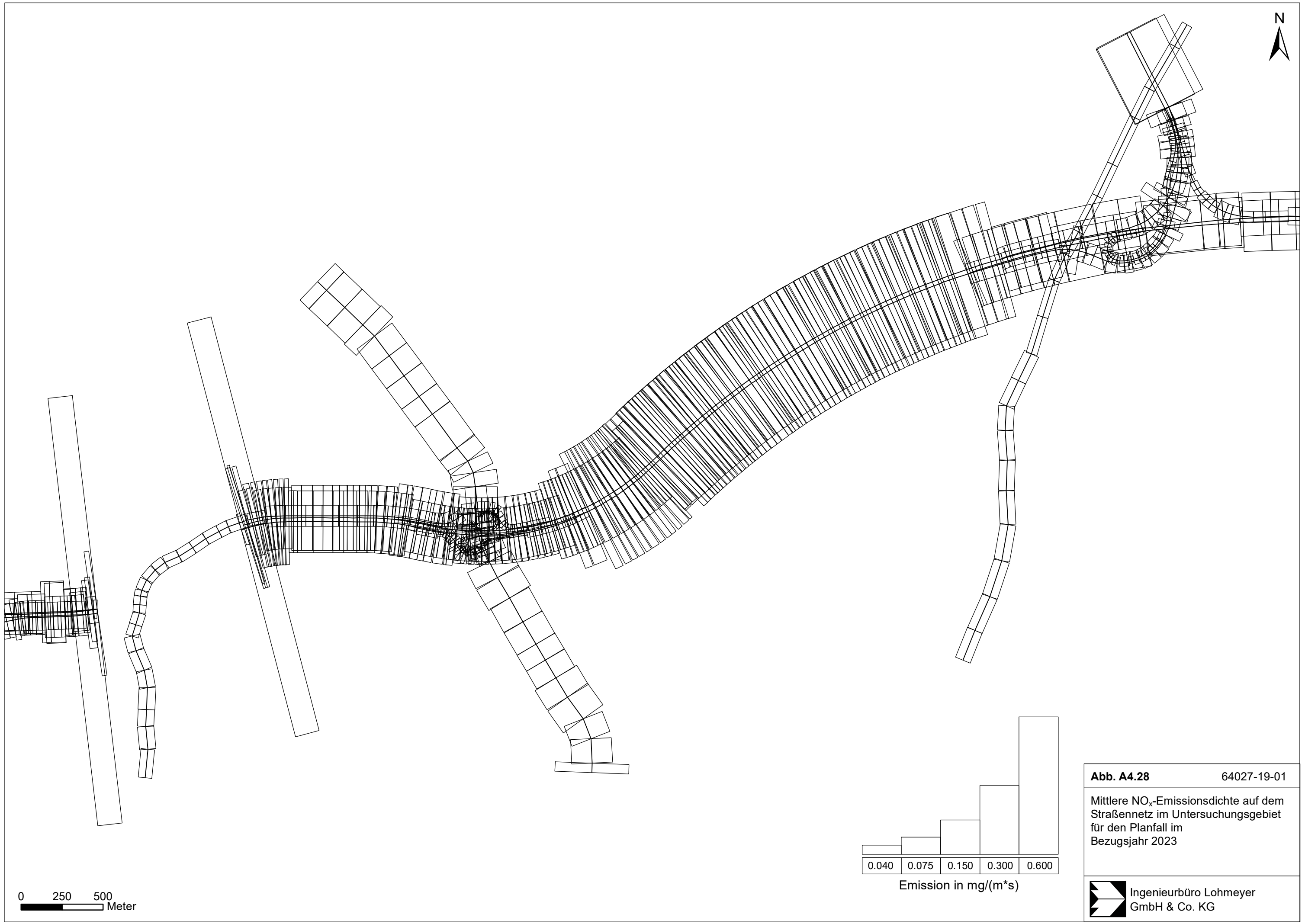


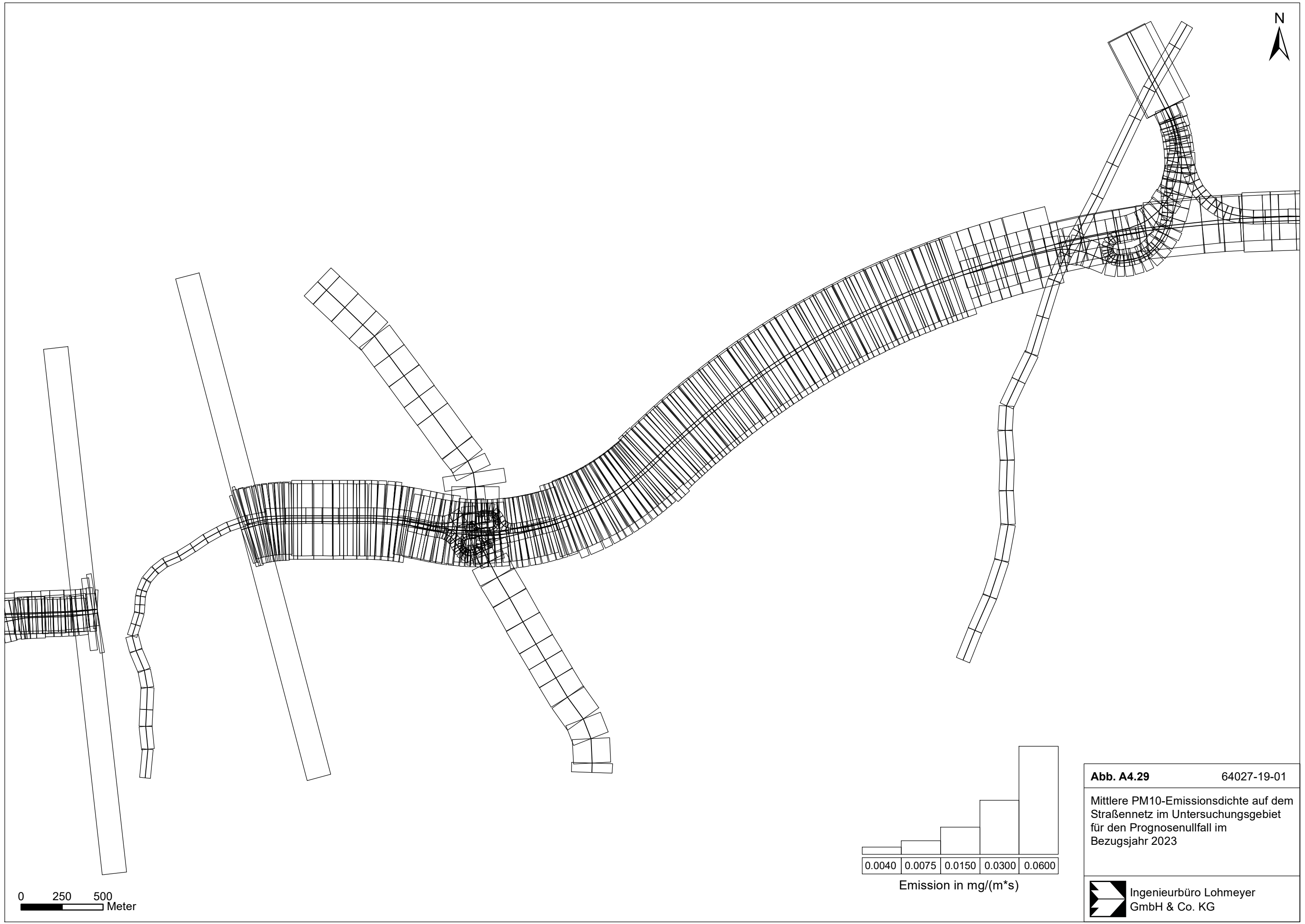
Abb. A4.26 64027-19-01

Änderung der verkehrsbedingten
N-Deposition für den Planfall gegenüber
dem Prognosenullfall im östlichen Teil
des Untersuchungsgebiets

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG








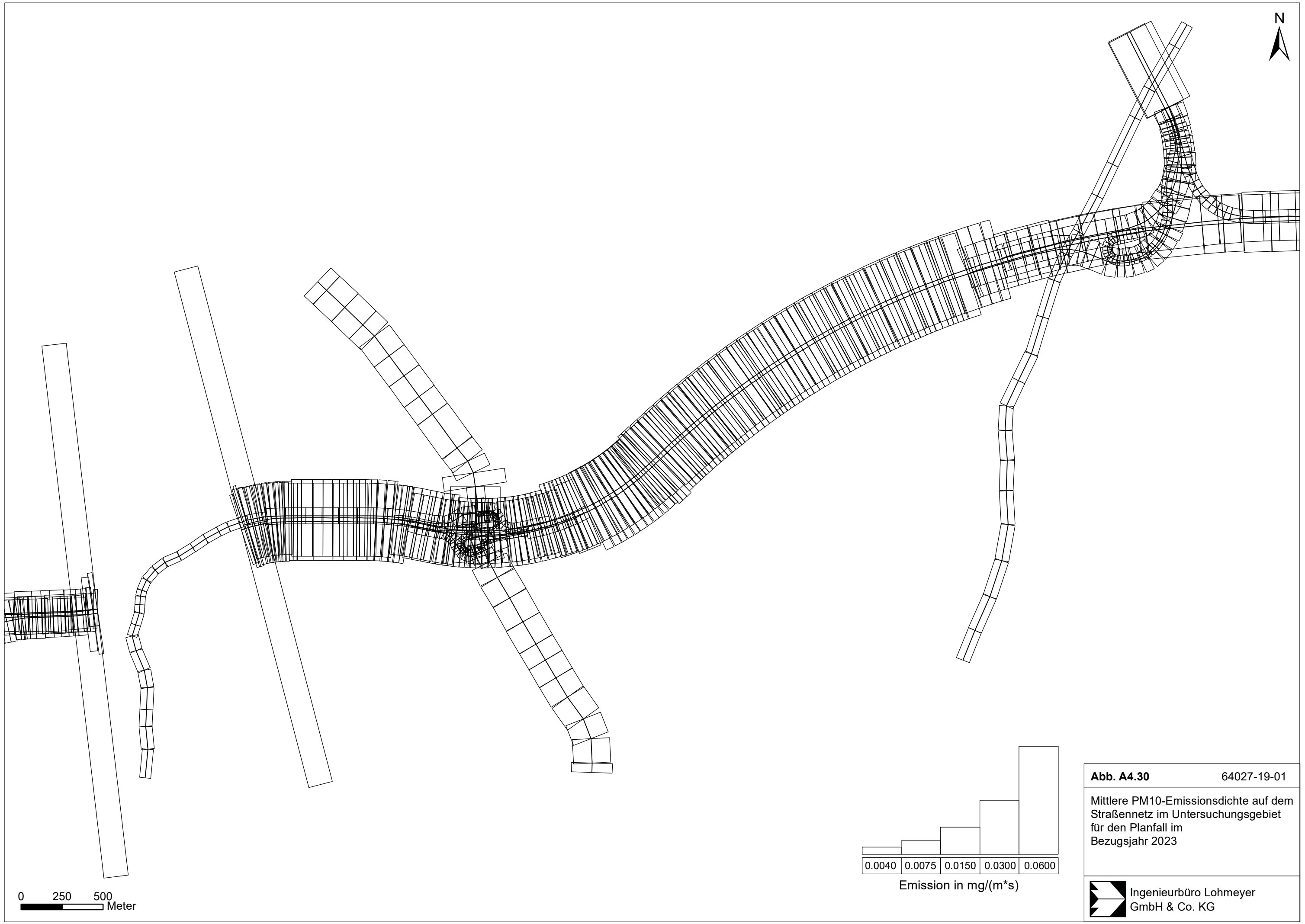
0 250 500
Meter



Abb. A4.2964027-19-01

Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall im Bezugsjahr 2023

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG




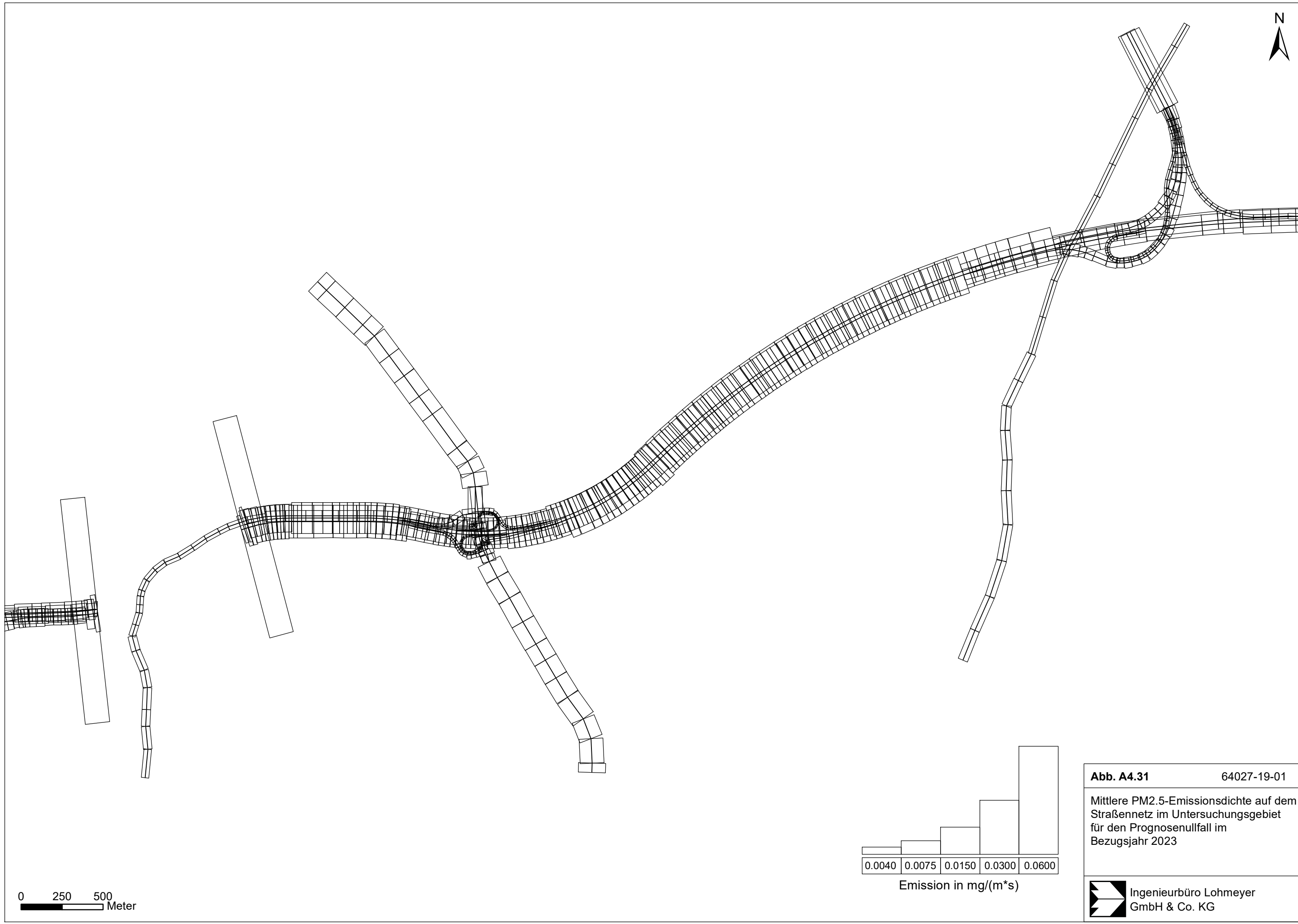
0 250 500
Meter

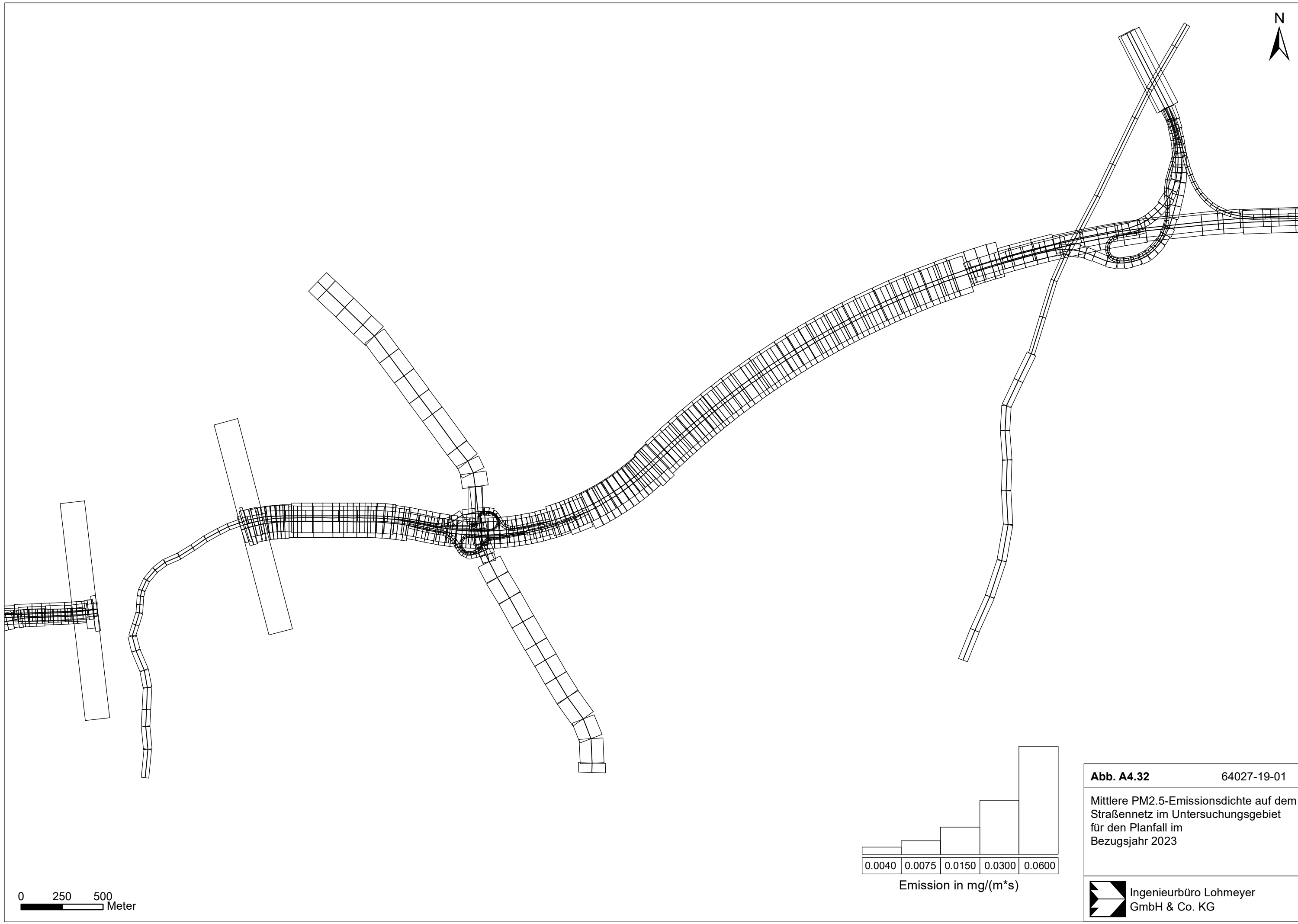


Abb. A4.3064027-19-01

Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall im Bezugsjahr 2023

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG





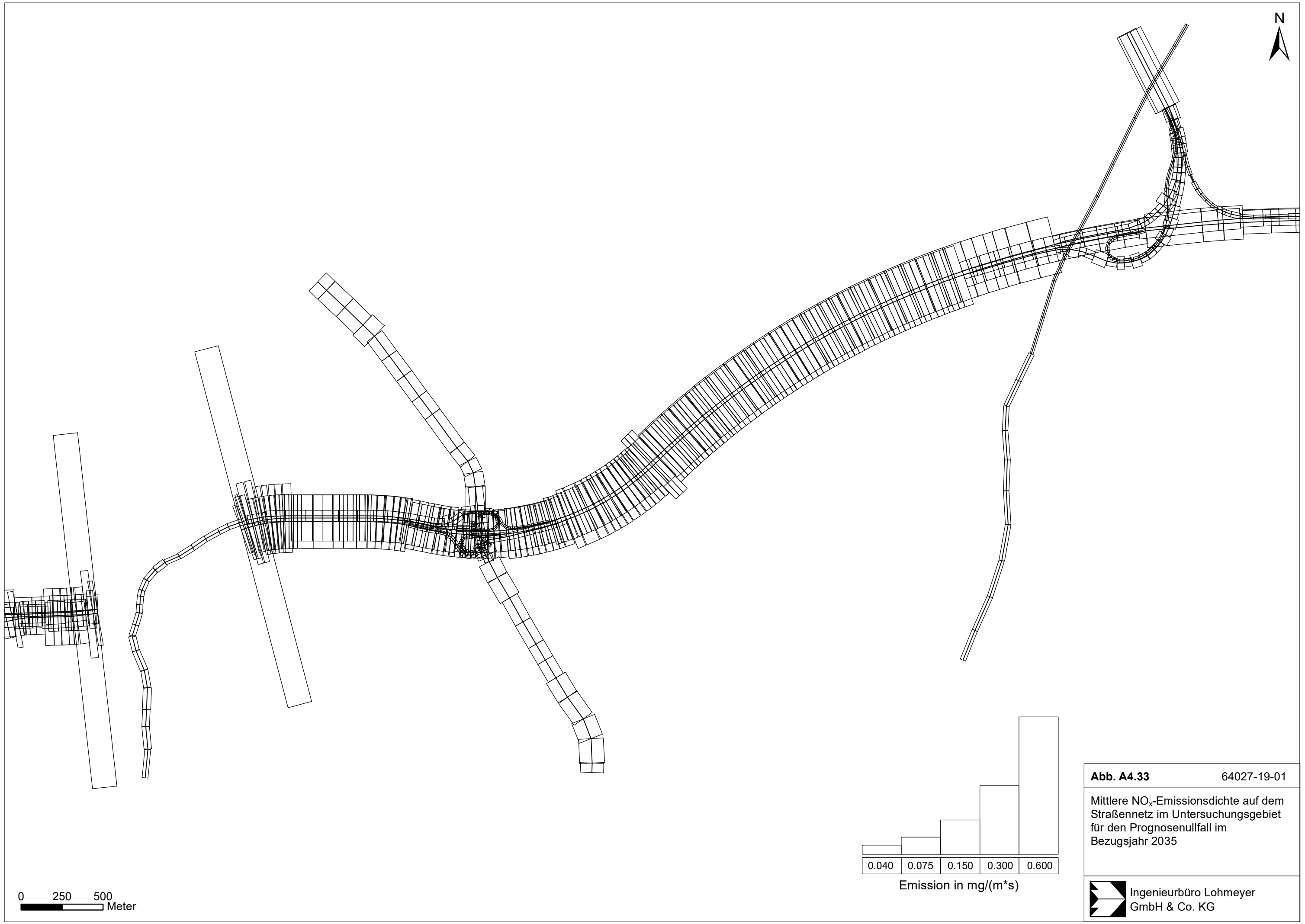

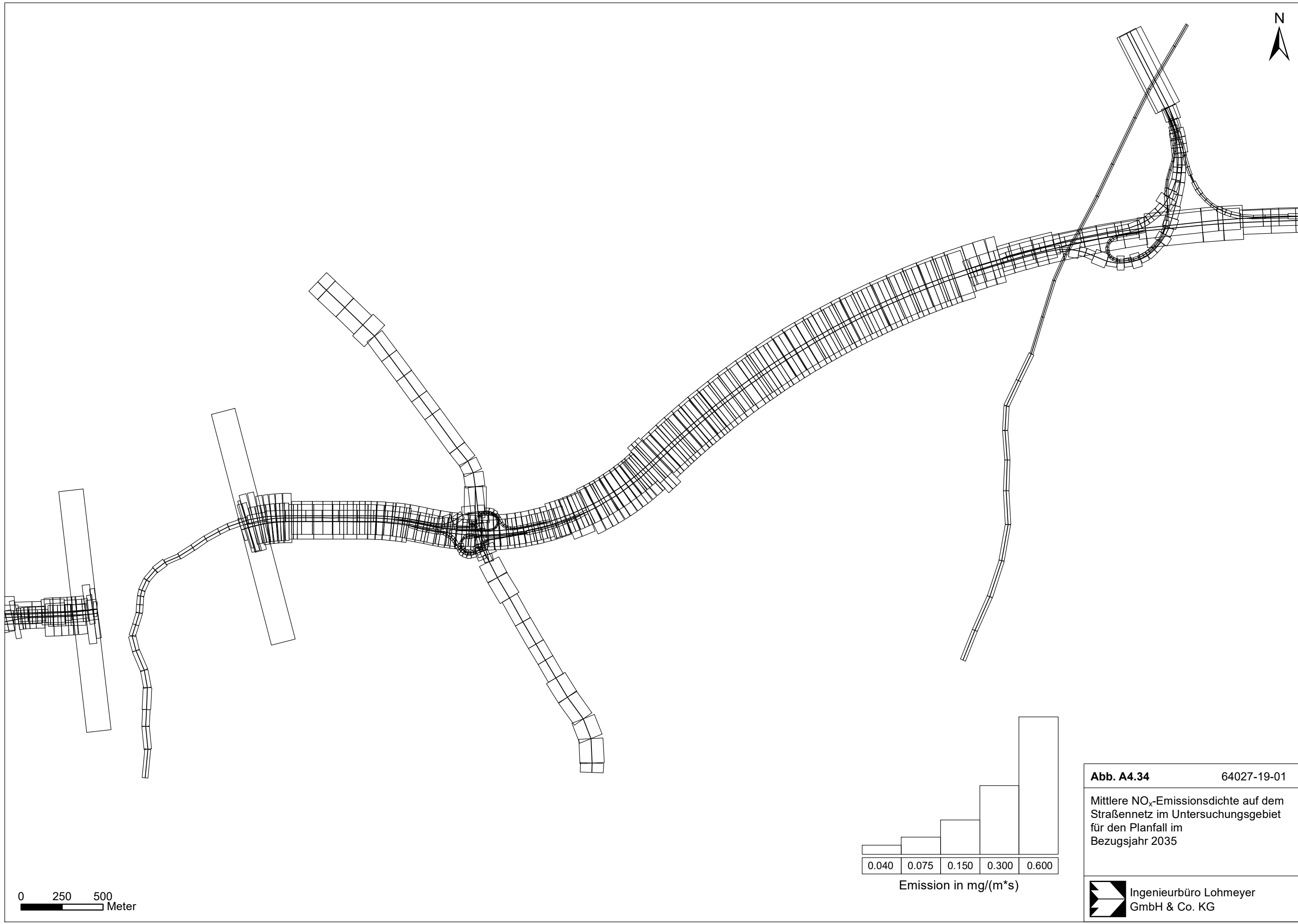


Abb. A4.33 64027-19-01

Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenußfall im Bezugsjahr 2035

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG




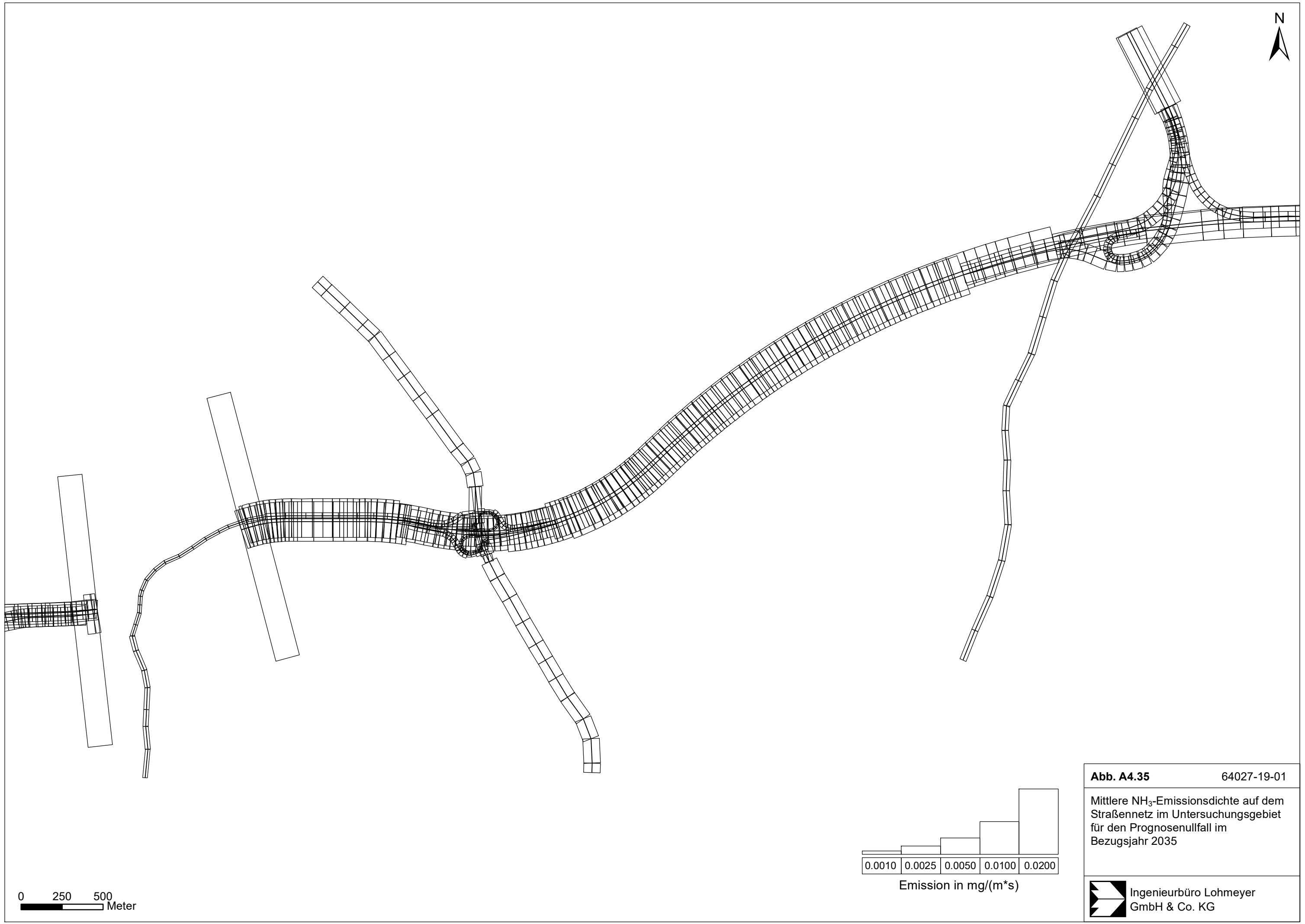
0 250 500
Meter



Abb. A4.3464027-19-01

Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall im Bezugsjahr 2035

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



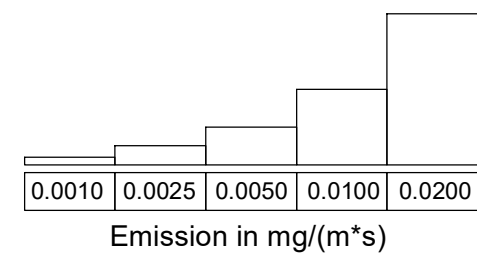
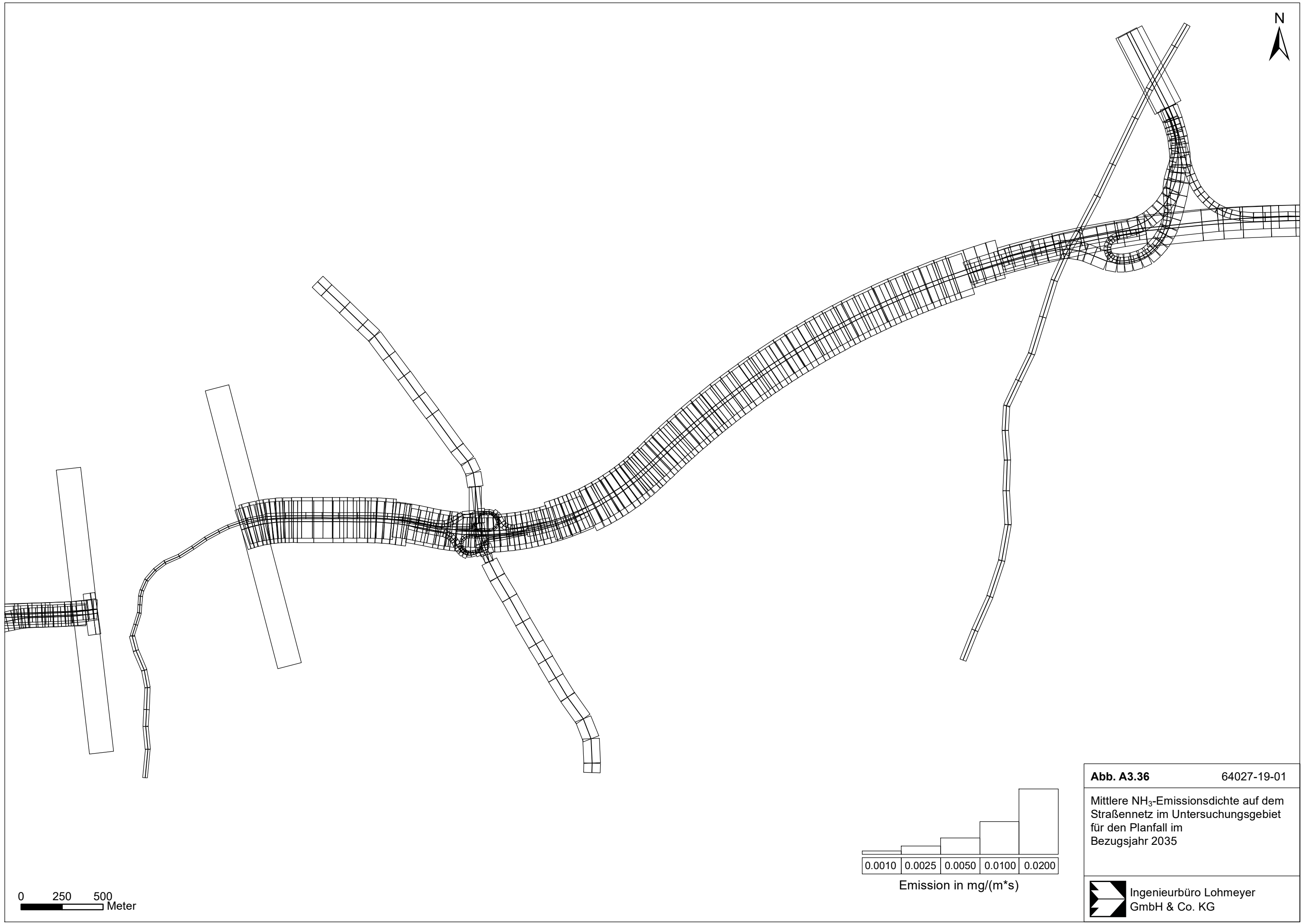



Abb. A3.3664027-19-01

Mittlere NH₃-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall im Bezugsjahr 2035

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



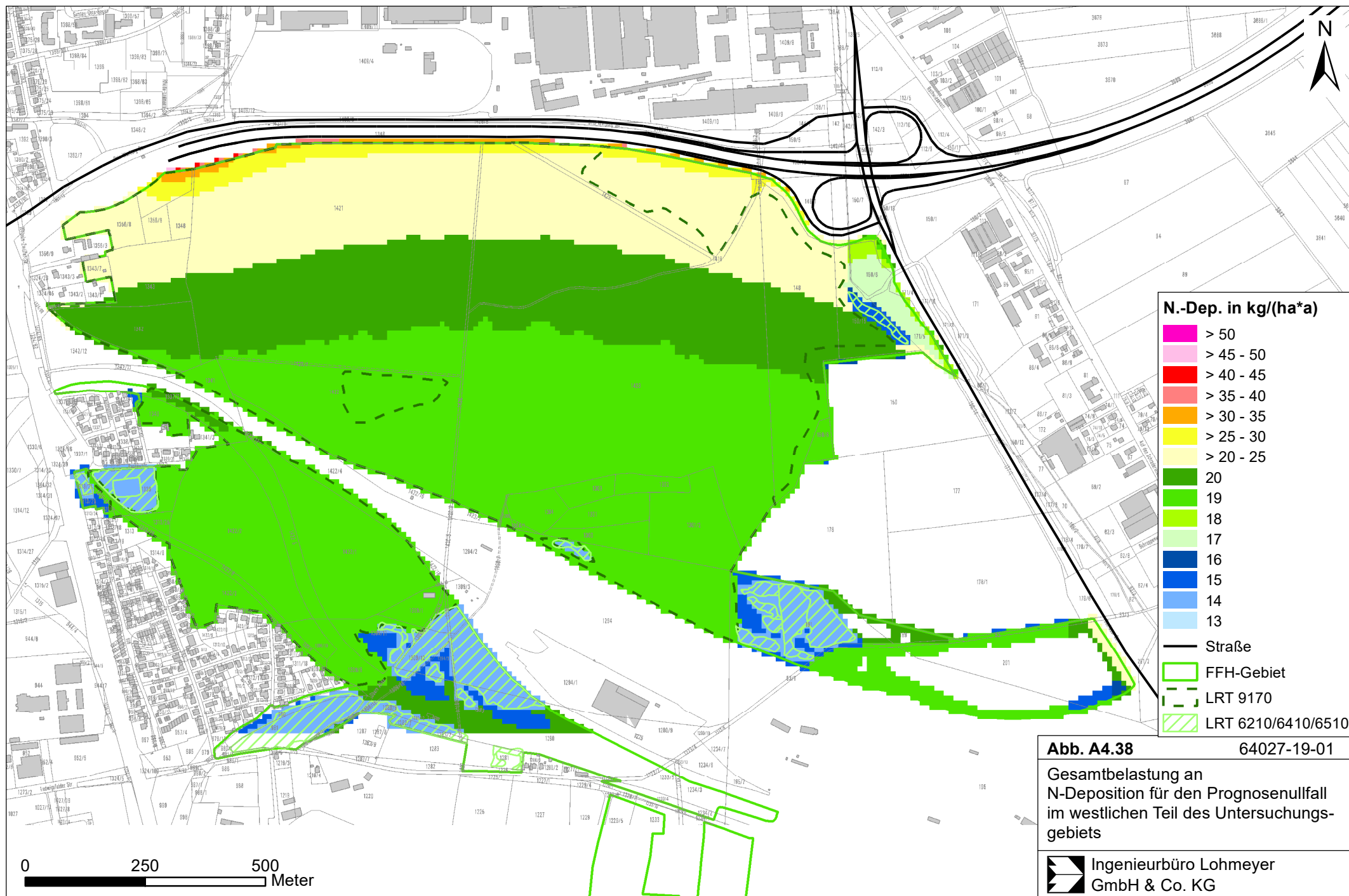




Abb. A4.39 64027-19-01

Gesamtbelastung an N-Deposition für den Prognosenullfall im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



