

Planfeststellung

für den

6-streifigen Ausbau der A 1

AK Kamen (o.) – AS Hamm-Bockum/Werne (m.)

von Bau-km 136+800 bis Bau-km 126+416

Luftschadstoffgutachten

Planfeststellung für den

6-streifigen Ausbau der A 1 vom AK Kamen (o.) bis zur AS Hamm-Bockum/Werne (m.)
von Bau-km 136+800 bis Bau-km 126+416

Regierungsbezirk : Arnsberg, Münster
Kreis : Unna, Coesfeld
Stadt/Gemeinde : Stadt Werne, Stadt Bergkamen, Stadt Kamen, Stadt Hamm,
Gemeinde Nottuln, Gemeinde Ascheberg
Gemarkung : Werne-Stadt, Werne-Stockum, Sandbochum, Overberge, Rünthe,
Lerche, Rottum, Ascheberg, Limbergen

Luftschadstoffgutachten

bestehend aus 89 Seiten

Aufgestellt:

Coesfeld, den 14.02.2019

Der Leiter der Regionalniederlassung Münsterland

I. A.



(Dipl.-Ing. Krumm)
(Oberregierungsbaurat)

Satzungsgemäß ausgelegen

Festgestellt gemäß Beschluss vom heutigen Tage

in der Zeit vom _____

bis _____ (einschließlich)

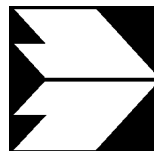
in der Stadt/ Gemeinde:

Zeit und Ort der Auslegung des Planes sind rechtzeitig vor
Beginn der Auslegung ortsüblich bekannt gemacht worden.

Stadt/ Gemeinde _____

(Unterschrift)

(Dienstsiegel)



**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

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

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

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Büroleiter: Dr.-Ing. Thomas Flassak

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

**LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN FÜR DEN
6-STREIFIGEN AUSBAU DER A 1, ABSCHNITT 12,
ZWISCHEN AK KAMEN UND AS HAMM-BOCKUM/WERNE
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES
STICKSTOFFEINTRAGS**

Auftraggeber: Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen
Regionalniederlassung Münsterland
Wahrkamp 30
48653 Coesfeld

Dr. rer. nat. R. Hagemann
Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. T. Flassak

September 2018
Projekt 63640-18-01
Berichtsumfang 86 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	7
3 VORGEHENSWEISE	8
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit	8
3.2 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation	9
3.3 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT	10
3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	12
4 EINGANGSDATEN	15
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	15
4.2 Verkehrsdaten	17
4.3 Meteorologische Daten	22
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung	22
5 EMISSIONEN	27
5.1 Betrachtete Schadstoffe	27
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	27
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	27
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	29
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	33
6 IMMISSIONEN	34
6.1 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit.....	34
6.1.1 Stickstoffdioxidimmissionen.....	35
6.1.2 Feinstaubimmissionen (PM10)	41
6.1.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5)	46
6.1.4 Jahresmittelwerte der Luftschadstoffimmissionen an ausgewählten Untersuchungspunkten.....	51

6.2 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der Vegetation.....	51
6.2.1 Stickstoffoxidimmissionen	54
6.2.2 Stickstoffdeposition.....	57
7 LITERATUR	62
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	69
A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION.....	74
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE	81

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 NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

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

Feinstaub / PM10 / PM2.5

Mit Feinstaub bzw. PM10 / PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

NO_x zum Schutz der Vegetation

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

1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen Regionalniederlassung Münsterland plant derzeit den 6-streifigen Ausbau der A 1, Abschnitt 12, zwischen dem Autobahnkreuz Kamen und der Anschlussstelle Hamm-Bockum/Werne. Im Plangebiet befinden sich angrenzende Siedlungsbereiche sowie FFH-Gebiete (DE-4314-302, DE-4312-301, DE-4311-303), die zum Teil von der A 1 gequert werden bzw. bis auf wenige hundert Meter an die geplante Trasse heranreichen. Für diese Planungen 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 2030 und Emissionsfaktoren (HBEFA Version 3.3, 2017) vorgelegt. Im Zuge der Planungen rücken die Fahrwege 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 2025, dem frühesten Zeitpunkt der Realisierung der Planungen. Betrachtet wurden die Schadstoffe NO_2 und Feinstaub (PM10 und PM2.5). 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 Forschungsberichtes der BASt (2013) „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ für das Bezugsjahr 2030 berechnet.

Die Daten zum prognostizierten Verkehrsaufkommen auf der A 1 und den Zubringerstraßen wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt und mit Angaben für das untergeordnete Straßennetz ergänzt. 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 ohne bauliche Änderungen sind die höchsten NO₂-Immissionen entlang der A 1 im Untersuchungsgebiet ermittelt, die im Nahbereich Jahresmittelwerte über 32 µg/m³ aufweisen. Im Nahbereich der Ortsdurchfahrtsstraßen im Untersuchungsgebiet sind ebenfalls erhöhte NO₂-Immissionen berechnet, die allerdings 36 µg/m³ nicht überschreiten. An der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet sind an den zu den Autobahnen nächstgelegenen Gebäuden vereinzelt NO₂-Gesamtbelastungen bis 36 µg/m³ abgeleitet und an Wohngebäuden, die direkt an Ortsdurchfahrtsstraßen angrenzen, sind vereinzelt NO₂-Jahresmittelwerte bis 30 µg/m³ berechnet. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind überwiegend NO₂-Immissionen bis 21 µg/m³ berechnet. Die an der beurteilungsrelevanten Bebauung ermittelten NO₂-Konzentrationen sind in Bezug auf den Grenzwert für Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ als leicht erhöht und vereinzelt als erhöht zu bezeichnen. Im Prognosenullfall wird der Grenzwert nicht erreicht und nicht überschritten.

Im Planfall mit geplantem 6-streifigen Ausbau der A 1 sind durch die prognostizierte Verkehrszunahme gewisse Zunahmen der NO₂-Immissionen entlang der Autobahn abgeleitet, die im Nahbereich aber weiterhin zum Prognosenullfall vergleichbare Jahresmittelwerte über 32 µg/m³ aufweisen. Damit verbunden sind zum Teil gewisse Zunahmen der Immissionen an der zur A 1 nächstgelegenen Bebauung, die mit Jahresmittelwerten bis 36 µg/m³ weiterhin zum Prognosenullfall vergleichbar sind. Im Bereich geplanter Lärmschutzbauten sind an der zur A 1 nächstgelegenen Wohnbebauung, wie in Stockum, gewisse Abnahmen der NO₂-Immissionen ermittelt. Überwiegend sind an der Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet zum Prognosenullfall vergleichbare NO₂-Immissionen berechnet. Die im Planfall an der beurteilungsrelevanten Bebauung ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte sind in Bezug auf den Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ vereinzelt als erhöhte Konzentrationen zu bewerten, überwiegend sind an der Wohnbebauung wie im Prognosenullfall leicht erhöhte Konzentrationen abgeleitet. Auch im Planfall wird der Grenzwert nicht erreicht und nicht überschritten.

Die PM₁₀-Belastungen (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet sind in beiden Untersuchungsfällen im Nahbereich der A 1 über 22 µg/m³ und überwiegend bis 32 µg/m³ berechnet.

PM10-Immissionen, die gegenüber der Hintergrundbelastung von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur geringfügig erhöht sind, sind überwiegend ab einem Abstand von ca. 110 m zur A 1 ermittelt. An der zur Autobahn nächstgelegenen Einzelbebauung sind vereinzelt PM10-Immissionen bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, an zu Ortsdurchfahrtsstraßen nächstgelegener Wohnbebauung sind vereinzelt bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Überwiegend sind an der Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet in beiden Untersuchungsfällen geringere PM10-Gesamtbelastungen bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Damit wird sowohl im Prognosenullfall wie auch im Planfall der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich nicht erreicht und nicht überschritten; die ermittelten Konzentrationen sind in Bezug auf den Grenzwert als leicht erhöhte zu bewerten. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird an der bestehenden Bebauung im Betrachtungsgebiet ebenfalls in beiden Untersuchungsfällen deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Die PM2.5-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind für den Prognosenullfall und den Planfall zwischen $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der bestehenden Bebauung berechnet. Die PM2.5-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind an der bestehenden Bebauung in Bezug auf den Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überwiegend als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. 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 im Prognosenullfall NO_x -Immissionen über $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Flächen berechnet sind, die im Bereich der Lippeniederung bis zu einer Entfernung von ca. 200 m zur A 1 gelegen sind; für an die A 1 angrenzenden Flächen sind Jahresmittelwerte bis $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Die verkehrsbedingte zusätzliche Stickstoffdeposition liegt für die geschützten Vegetationsflächen, die direkt an die A 1 angrenzen zum Teil über $5.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und sind bis zu einem östlichen Abstand von ca. 450 m und einem westlichen Abstand von ca. 300 m über $1.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. Eintragsraten von $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ oder geringer sind beidseitig der A 1 ab einem Abstand von ca. 1.5 km berechnet.

Für den Planfall mit 6-streifigem Ausbau der A 1 weisen die NO_x -Immissionen entlang der Autobahn durch die Verkehrszunahme zum Teil eine gewisse Zunahme auf. NO_x -Jahresmittelwerte über $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind bis in ca. 220 m Abstand zur A 1 berechnet. Im Nahbereich sind zum Teil gewisse Abnahmen der NO_x -Immissionen durch geplante Lärmschutzbauten ermittelt, die aber weiterhin zum Prognosenullfall vergleichbare Jahresmittelwerte bis $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Die für den Planfall abgeleitete verkehrsbedingte Stickstoffdeposition weist zum Prognosenullfall vergleichbare und in entsprechenden Abständen

auftretende Eintragsraten auf, die im östlichen Nahbereich der A 1 aufgrund der geplanten Lärmschutzbauten etwas geringer sind. Die mit dem 6-streifigen Ausbau der A 1 verbundenen Änderungen der Stickstoffeinträge beschränken sich auf die geschützte Vegetationsbereiche, die direkt an die A 1 angrenzen. An östlich der A 1 gelegenen, direkt angrenzenden FFH-Bereichen sind Abnahmen um mehr als $2.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ aufgrund der geplanten Lärmschutzbauten ermittelt. An westlich der A 1 gelegenen, direkt angrenzenden FFH-Bereichen sind vereinzelt Zunahmen des Stickstoffeintrages um mehr als $2.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet. Für geschützte Vegetationsflächen, die mehr als 100 m von der A 1 entfernt liegen, sind Änderungen der Stickstoffeinträge ermittelt, die geringer als $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ sind.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass der geplante 6-streifige Ausbau der A 1 im 12. Bauabschnitt mit einer gewissen Zunahme der Immissionen entlang der A 1 verbunden ist. Damit verbunden ist eine gegenüber dem Prognosenullfall vereinzelt leichte Zunahme der ermittelten Jahresmittelwerte an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet, wobei die nach der 39. BImSchV geltenden Grenzwerte für NO_2 -PM10- und PM2.5-Jahresmittelwerte nicht erreicht und nicht überschritten werden. Die Umsetzung der Umbauplanungen ist auf lufthygienischer Sicht nicht abzulehnen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen plant derzeit den 6-streifigen Ausbau der A 1, Abschnitt 12, zwischen dem Autobahnkreuz Kamen und der Anschlussstelle Hamm-Bockum/Werne. Im Plangebiet befinden sich angrenzende Siedlungsbereiche sowie FFH-Gebiete (DE-4314-302, DE-4312-301, DE-4311-303), die zum Teil von der A 1 gequert werden bzw. bis auf wenige hundert Meter an die geplante Trasse heranreichen.

Für die Planungen 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 auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10 und PM2.5). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid 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.

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)

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

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

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

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

3.2 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 der 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 3.3 (UBA, 2017) bestimmt. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachteten Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Längsneigungseinflüssen berechnet. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA nicht behandelt. Die Berechnung dieser Emissionen erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von aktuellen Forschungsarbeiten (BASt, 2005; Düring und Lohmeyer, 2011; CORINAIR, 2007). Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (VDI, 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.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt.

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 Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert.

Vorgehen bezüglich Deposition

Die Berechnungen des Stickstoffeintrags berücksichtigen die mit dem Forschungsbericht der BASt (2013) „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotop“ 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 (UBA, 2003). Im Nahbereich einer Emissionsquelle spielt die nasse Deposition von gasförmigen Luftbeimengungen nur eine untergeordnete Rolle (Bachhiesl et al., 2002). Der Beitrag des Straßenverkehrs an der N-Deposition wird demnach im Nahbereich durch die trockene Deposition bestimmt. Die nasse Deposition wird aus diesem Grund im Folgenden vernachlässigt.

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

Die im Untersuchungsgebiet ausgewiesenen FFH-Flächen sind überwiegend von Laubwald und Wiesen bedeckt. In der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 (VDI, 2006) werden Depositionsgeschwindigkeiten für NO von 0.05 cm/s, für NO₂ von 0.3 cm/s als großräumiges Mittel (Mesoskala) und für NH₃ für Wald von 2 cm/s und für Wiesen von 1.5 cm/s angegeben. Für die Ausbreitungsrechnungen werden die in **Tab. 3.3** angegebenen Depositionsgeschwindigkeiten angesetzt.

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

Tab. 3.3: Für die Ausbreitungsrechnungen angesetzte Depositionsgeschwindigkeiten

3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert 115 µg/m³ bis 170 µg/m³ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-

Perzentilwertes von $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 der **Abb. 3.1** dargestellt.

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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).

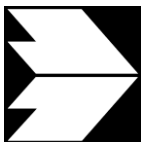
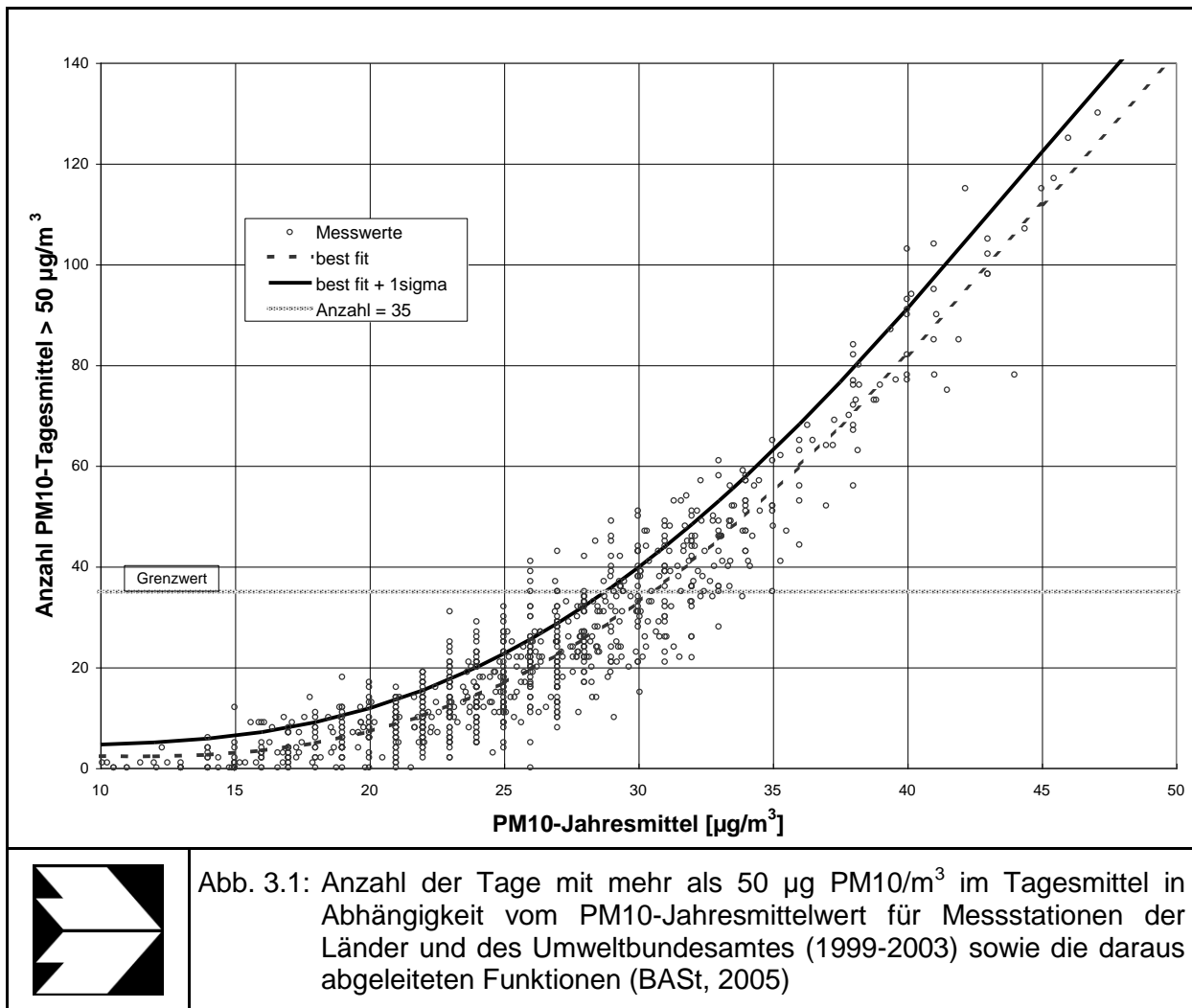


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit mehr als 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BASt, 2005)

4 EINGANGSDATEN

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

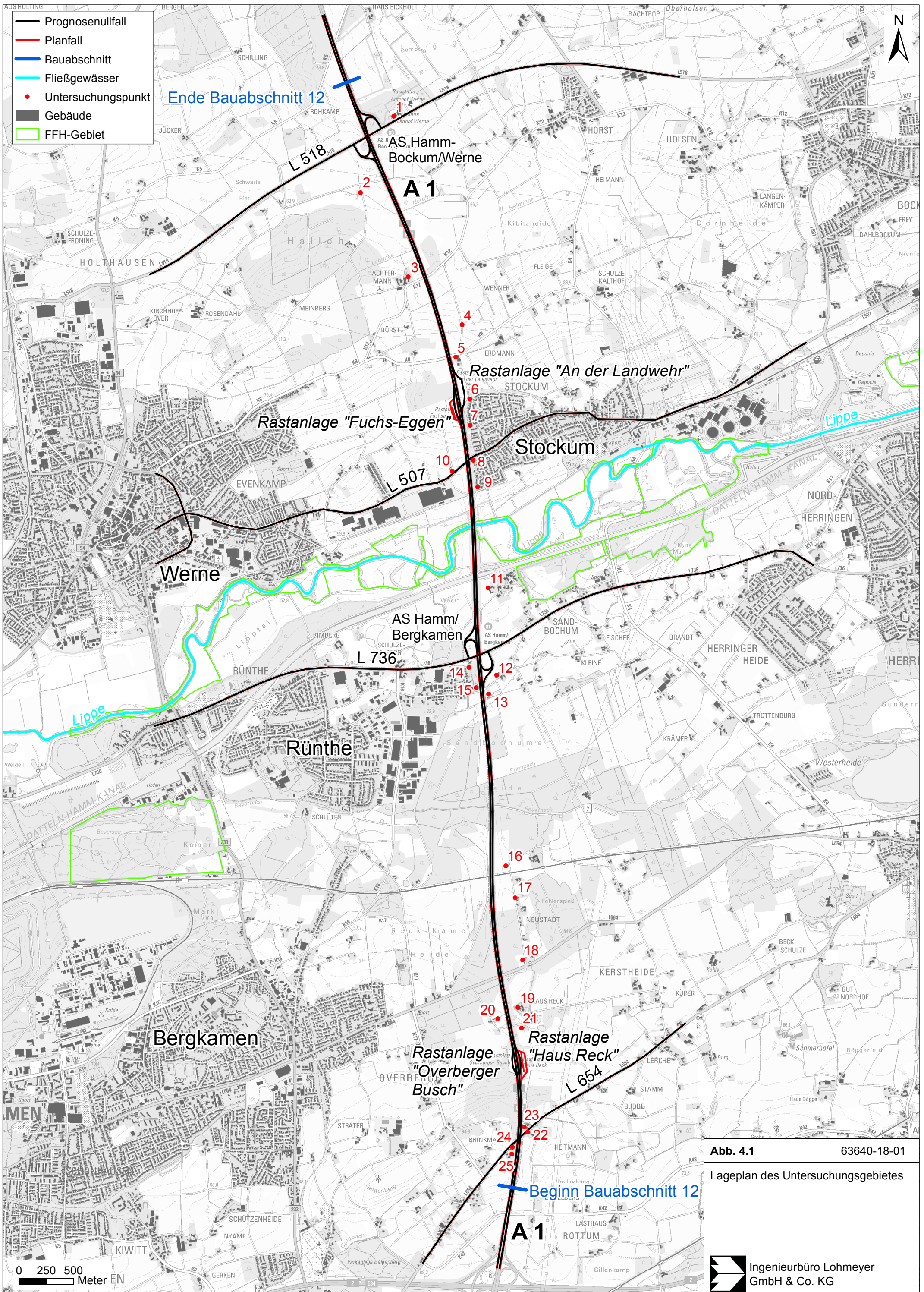
Für das Betrachtungsgebiet wurden die Verkehrsdaten der Fernstraßen durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. 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. 4.1** dargestellte Untersuchungsgebiet befindet sich ca. 20 km nordöstlich von Dortmund, umfasst die in Süd-Nord-Richtung verlaufende Autobahn A 1 und ist durch Siedlungsbereiche sowie Acker-, Wiesen- und Waldflächen geprägt. Der ca. 10 km lange geplante Autobahnabschnitt der A 1 beginnt ca. 800 m nördlich des Autobahnkreuzes (AK) Kamen, umfasst die mittig gelegene Anschlussstelle (AS) Hamm/Bergkamen und endet ca. 500 m nördlich der AS Hamm-Bockum/Werne. Im Abschnitt zwischen dem AK Kamen und der AS Hamm/Bergkamen befinden sich die Rastanlagen Haus Reck und Overberger Busch, zwischen der AS Hamm/Bergkamen und AS Hamm-Bockum/Werne die Rastanlagen An der Landwehr und Fuchs-Eggen. Nördlich der AS Hamm/Bergkamen quert die A 1 den Datteln-Hamm-Kanal und die Lippe.

Südlich der AS Hamm/Bergkamen ist das Untersuchungsgebiet überwiegend eben. In diesem Bereich sind westlich der A 1 geschlossene Siedlungsbereiche gelegen; dabei ist der auf Höhe der Rastanlagen Haus Reck und Overberger Busch gelegene Siedlungsbereich von Bergkamen ca. 1 km von der A 1 entfernt, südwestlich der AS Hamm Bergkamen schließt der geschlossene Siedlungsbereich von Rünthe an. Einzelbebauung befindet sich beidseitig der A 1 vereinzelt wenige 10 m von der bestehenden Trasse entfernt. Südwestlich von Rünthe ist in ca. 2.5 km westlichem Abstand zur A 1 ein FFH-Gebiet gelegen (DE-4311-303).

Nördlich der AS Hamm/Bergkamen schließt an das ebene Gelände der Lippeniederung die Hügellandschaft der Lipper Höhen an. In der Niederung der Lippe sind FFH-Gebiete gelegen (DE-4314-302, DE-4312-301), die zum Teil von der A 1 gequert werden; in der Niederung



- Prognosenullfall
- Planfall
- Bauabschnitt
- Fließgewässer
- Untersuchungspunkt
- Gebäude
- FFH-Gebiet

Ende Bauabschnitt 12

AS Hamm-Bockum/Werne

A 1

Rastanlage "An der Landwehr"

Rastanlage "Fuchs-Eggen"

Stockum

Werne

AS Hamm/Bergkamen

Rünthe

Bergkamen

Rastanlage "Overberger Busch"

Rastanlage "Haus Reck"

A 1

Beginn Bauabschnitt 12

Abb. 4.1 63640-18-01
Lageplan des Untersuchungsgebietes

0 250 500 Meter EN

gelegene Einzelbebauung ist vereinzelt ca. 100 m von der A 1 entfernt. Im Bereich der Lippeniederung weist die A 1 neben Brückenlagen mit bis zu 15 m Höhe ausgeprägte Dammlagen mit entsprechenden Auswirkungen auf geländefolgende Windströmungen auf. Nördlich der Lippeniederung schließt südöstlich der Rastanlagen An der Landwehr und Fuchs-Eggen der geschlossene Siedlungsbereich von Stockum an die bestehende Autobahntrasse an. Westlich der A 1 sind geschlossene Siedlungsbereiche von Werne zum Teil ca. 800 m von der Autobahn entfernt. Im übrigen nördlichen Bereich des Untersuchungsgebiet ist Einzelbebauung vereinzelt wenige 10 m von der A 1 entfernt.

Ergänzend sind in **Abb. 4.1** ausgewählte Untersuchungspunkte an der zur A 1 nächstgelegenen Wohnbebauung eingezeichnet, die sensible Nutzungen im Nahbereich der betrachteten Fahrbahnen kennzeichnen.

Die Planung umfasst den 6-streifigen Ausbau der A 1 im beschriebenen Bauabschnitt, dabei rücken die Fahrwege zum Teil näher an bestehende Wohnbebauung und näher an FFH-Gebiete heran. Im Zuge der Planung ist der Ausbau der Rastanlagen Haus Reck und Fuchs-Eggen vorgesehen, die Anlage An der Landwehr wird unverändert beibehalten und die Rastanlage Overberger Busch aufgegeben. Aufgrund von Geländeabsenkungen im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes werden mit dem geplanten 6-streifigen Ausbau Hamm/Bergkamen Anpassungen der Dammlage der A 1 vorgenommen.

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

Folgende Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Prognosenullfall:** Bestehendes Straßennetz im Untersuchungsgebiet mit Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030
- **Planfall:** Bestehendes Straßennetz unter Berücksichtigung des 6-streifigen Ausbaus der A 1 und den damit verbundenen Verkehrsänderungen für das Prognosejahr 2030

4.2 Verkehrsdaten

Angaben über das Verkehrsaufkommen wurden durch den Auftraggeber mit den Ausarbeitungen der „Fortschreibung der Verkehrsuntersuchung 6-streifiger Ausbau A1, AK Kamen (o) bis AS Hamm-Bockum/Werne (m), Prognose 2030“ (Aviso, 2017) zur Verfügung gestellt.

Diese beinhaltet für die zu betrachteten Untersuchungsfälle Angaben über die durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) und den durchschnittlichen täglichen Schwerverkehr im Prognosejahr 2030 entlang den Autobahnabschnitten der A 1 sowie entlang den Straßen und Fahrwegen im Bereich der Anschlussstellen. Die Verkehrsbelastungsdaten der L 507 und L 654 wurden auf Grundlage von Zählenden der Straßenverkehrszählung 2015 in Nordrhein-Westfalen (NRW, 2018) und unter Annahme einer Verkehrszunahme um ca. 15 % für das Prognosejahr 2030 abgeleitet. Die Verkehrsbelegungsdaten sind in **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** aufgezeigt, dabei sind die Angaben für die A 1 sowie die L 736 und L 518 im Querschnitt zusammengefasst. Im Autobahnabschnitt südlich der AS Hamm/Bergkamen ist das Verkehrsaufkommen ca. 15 % höher als im Abschnitt nördlich der Anschlussstelle. Mit dem geplanten 6-streifigen Ausbau der A 1 im Plangebiet sind für die A 1 gegenüber dem Prognosefall Zunahmen des Gesamtverkehrs zwischen ca. 3 % und ca. 5 % verbunden. Im Bereich der Zubringerstraßen der Anschlussstellen sind Zunahmen zum Teil bis ca. 40 % prognostiziert.

Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Planunterlagen umfassen für die Rastanlagen Angaben die Kapazität der LKW- und PKW-Stellplätze nach dem geplanten 6-streifigen Ausbau der A 1. Für den derzeitigen Ausbauzustand umfassen die Unterlagen für den Rastplatz An der Landwehr Angaben über die PKW-Stellplatzkapazität sowie über die Länge des Parkstandes für LKW. Die anderen Rastplätze umfassen im derzeitigen Ausbauzustand je über einen Parkstand, der sowohl von PKW als auch LKW genutzt. Mit Hilfe der Angaben über die Parkstandlängen und den Fahrzeuglängen werden die Stellplatzkapazitäten in Form einer Maximalabschätzung abgeleitet.

Die in dieser Untersuchung herangezogenen Stellplatzkapazitäten sind in **Tab. 4.1** zusammengefasst. Im Zuge des Ausbaus der A 1 werden an der Rastanlage Haus Reck die Stellplatzkapazitäten für PKW auf ca. das 2-fache und für LKW auf das 7-fache erhöht. An der Rastanlage Fuchs-Eggen wird die LKW-Stellplatzkapazität verdreifacht, die Kapazität für PKW ist vergleichbar zum derzeitigen Ausbauzustand. Die Stellplatzkapazitäten der Rastanlage An der Landwehr bleiben unverändert und die Anlage Overberger Busch entfällt.

In den „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RLS-90) und in der „Parkplatzlärmstudie“ (LfU Bayern, 2007) sind Angaben zur Bestimmung der Fahrbewegungen auf Tank- und Rastanlagen enthalten. In der vorliegenden Untersuchung werden Angaben entsprechend der RLS-90 herangezogen, die im Vergleich zu höheren verkehrsbedingten Emissionen von Luftschadstoffen im Bereich der Rastanlagen führen. Dies entspricht einem konservativen Ansatz. Dabei werden tagsüber (6 – 22 Uhr) je Stellplatz und Stunde 1.5 Fahrbewegungen

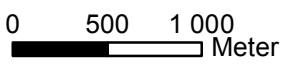
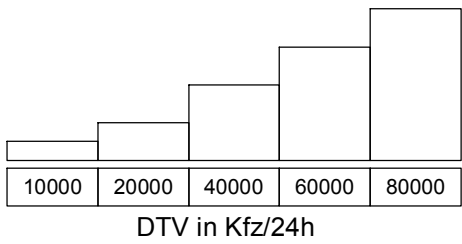
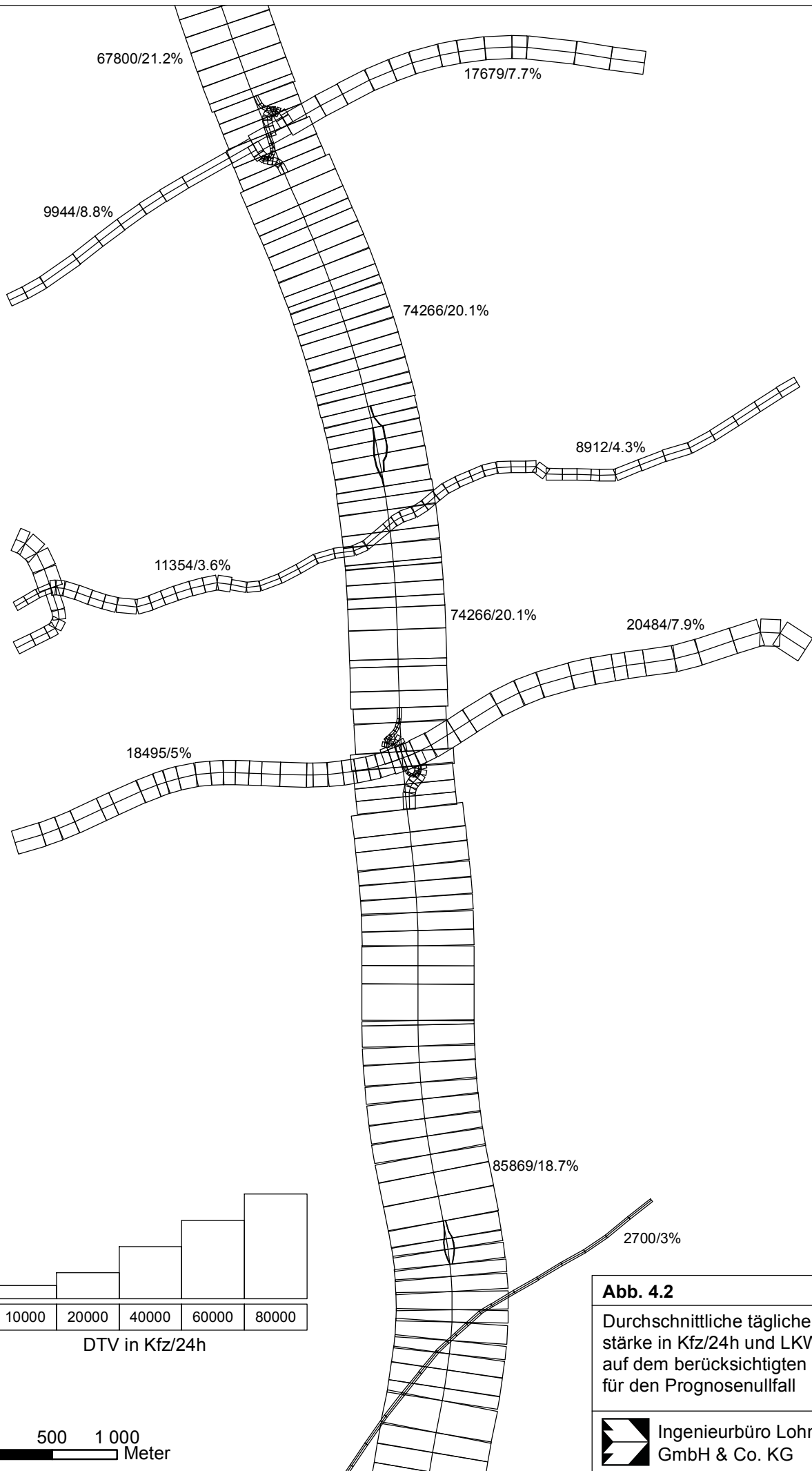


Abb. 4.2 63640-18-01
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Prognosenullfall
Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

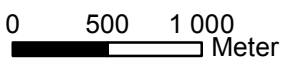
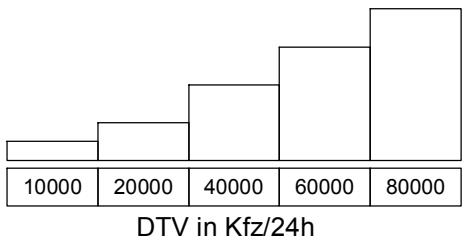
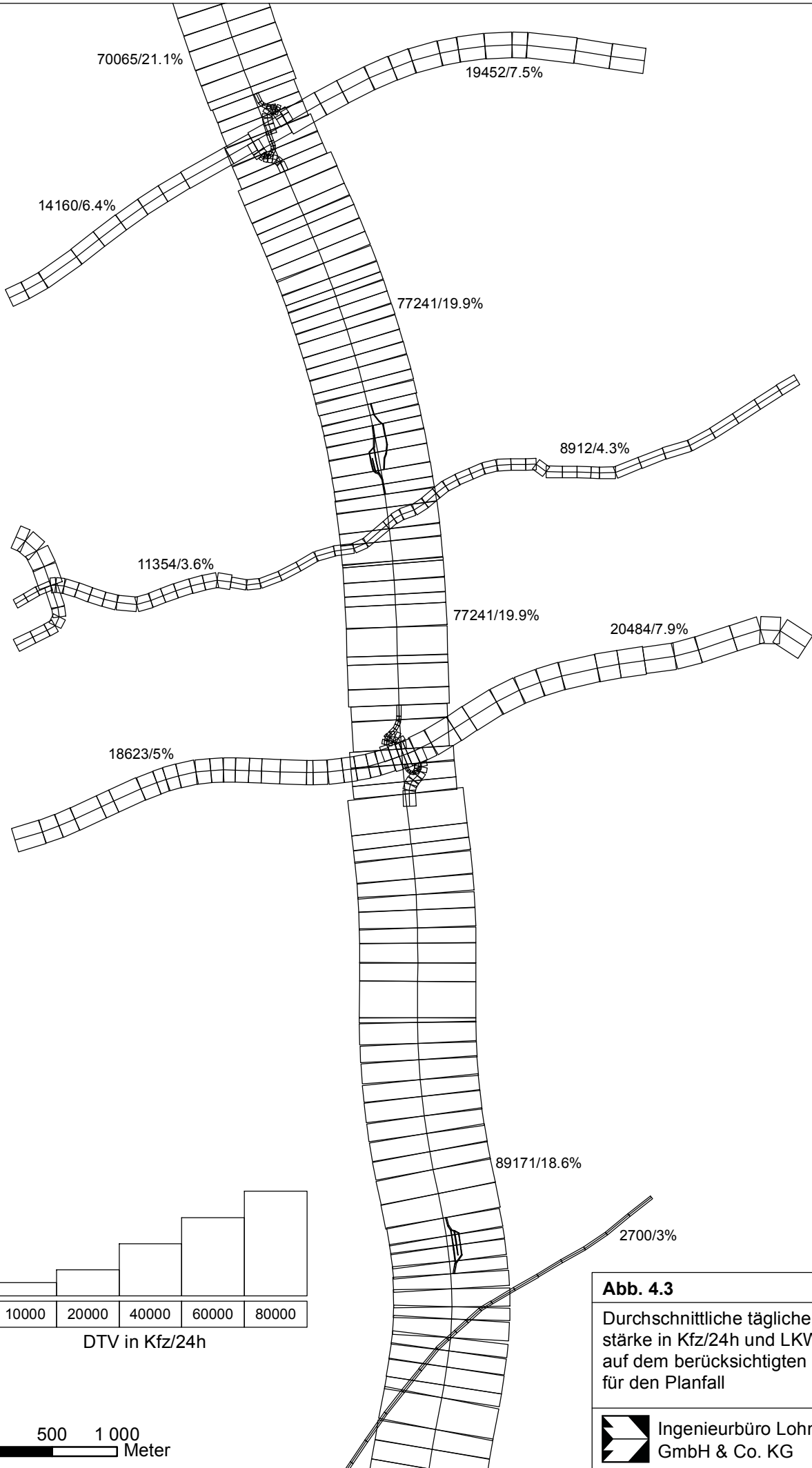



Abb. 4.3 63640-18-01
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

und nachts (22 – 6 Uhr) 0.8 Fahrbewegungen je Stellplatz und Stunde angenommen, wobei sich ein Parkvorgang aus zwei Fahrbewegungen zusammensetzt. Das so berechnete tägliche Verkehrsaufkommen auf den Rastanlagen im Plangebiet ist in **Tab. 4.2** zusammengefasst. Der Verkehr auf der A 1 im Bereich zwischen den Ein- und Ausfahrten der Rastanlagen wird entsprechend der Frequentierung der Rastanlagen reduziert.

Haus Reck	Prognosenullfall	Planfall
Stellplätze PKW	18	32
Stellplätze LKW	6	42
Overberger Busch		
Stellplätze PKW	18	-*
Stellplätze LKW	6	-*
An der Landwehr		
Stellplätze PKW	31	31
Stellplätze LKW	10	10
Fuchs-Eggen		
Stellplätze PKW	31	30
Stellplätze LKW	10	30

Tab. 4.1: Derzeitige und geplante Stellplatzkapazität der Rastanlagen im Plangebiet; *Rückbau

Haus Reck	Prognosenullfall	Planfall
DTV in Kfz/24h	400	1 200
LKW-(SV)-Anteil in %	25.0	56.8
Overberger Busch		
DTV in Kfz/24h	400	-*
LKW-(SV)-Anteil in %	25.0	-*
An der Landwehr		
DTV in Kfz/24h	6 30	6 30
LKW-(SV)-Anteil in %	24.4	24.4
Fuchs-Eggen		
DTV in Kfz/24h	700	1 000
LKW-(SV)-Anteil in %	24.4	50.0

Tab. 4.2: Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken auf den Rastanlagen im Plangebiet; * Rückbau

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 1 zwischen AS Hamm/Bergkamen und AS Hamm-Bockum/Werne (NRW, 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.

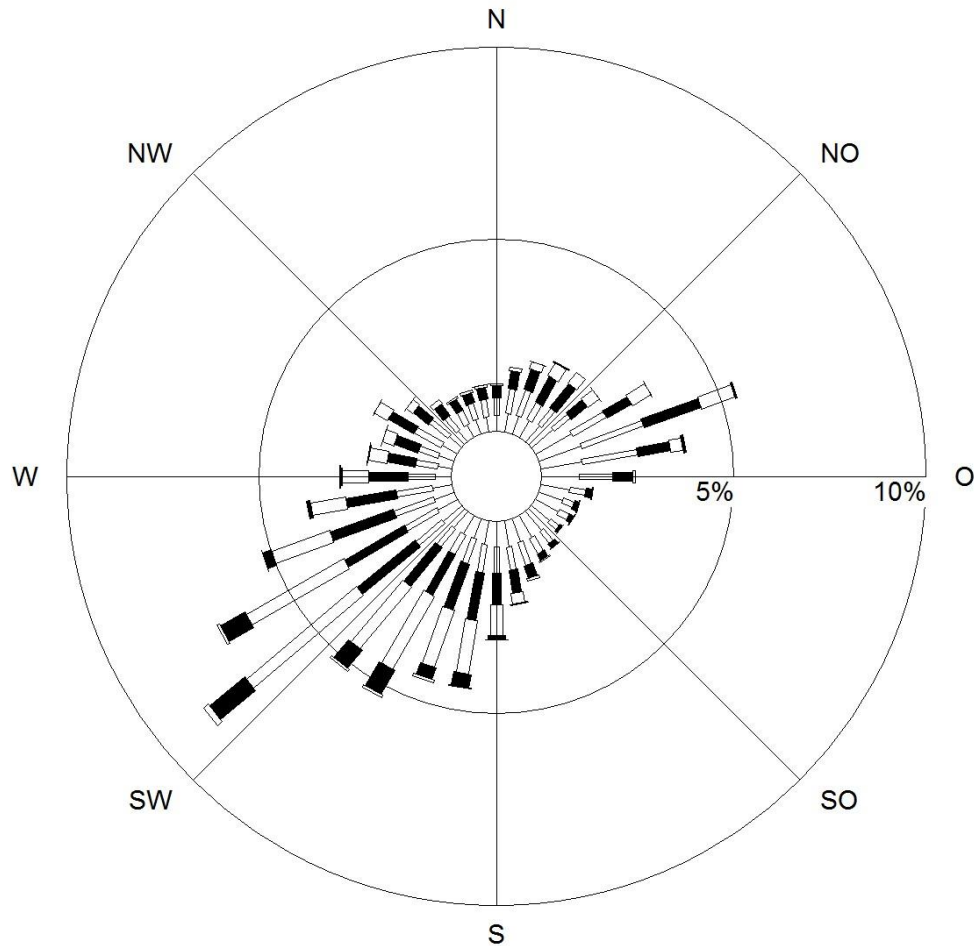
Der zum Untersuchungsgebiet nächstgelegene Messstandort mit aktuellen Windmessdaten befindet sich in ca. 10 km westlicher Entfernung in Lünen an der Luftqualitätsmessstation „Lünen-Niederaden“ des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Aus den Messdaten der letzten 10 Jahre wurde die in **Abb. 4.4** aufgezeigte Windrose abgeleitet. Als Hauptwindrichtungen sind Winde aus südwestlichen sowie ostnordöstlichen Richtungen ermittelt. Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit ist mit ca. 3.0 m/s erfasst. An der ca. 15 km südwestlich des Untersuchungsgebiet gelegen meteorologischen Station „Werl“ des Deutschen Wetterdienstes (DWD) weisen die Windmessdaten eine vergleichbare Windrichtungsverteilung auf. Damit können die Windmessdaten der LANUV-Station „Lünen-Niederaden“ als repräsentativ für das Untersuchungsgebiet betrachtet werden.

Auf Grundlage der Windmessdaten an der LANUV-Station „Lünen-Niederaden“ wird unter Berücksichtigung von Beobachtungsdaten des Wolkenbedeckungsgrades an der DWD-Station Werl eine Ausbreitungsklassenstatistik erzeugt und diese für die Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung der durch die Landnutzung bedingten Rauigkeit im Untersuchungsgebiet angewendet. In den Ausbreitungsrechnungen wird der Einfluss des Reliefs auf die bodennahen Ausbreitungsverhältnisse berücksichtigt.

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

Windverteilung in Prozent



Station : Lünen
 Messhöhe : 20.0 m
 Windgeschw. : 3.0 m/s

— kleiner 1.4 m/s
 ▨ 1.4 bis 2.3 m/s
 ■ 2.4 bis 3.8 m/s
 ▩ 3.9 bis 6.9 m/s
 ■ 7.0 bis 10 m/s
 □ größer 10 m/s

Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Luftqualitätsmessstation „Lünen-Niederaden“ basierend auf Messdaten aus dem Zeitraum 2009 bis 2016 (Quelle: LANUV).

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 die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaubpartikel (PM₁₀, PM_{2.5}) betrachtet.

Das Luftmessnetz wird für Nordrhein-Westfalen vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) betrieben. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LANUV, 2011a-2017a, 2018). Die vorliegenden Daten der dem Untersuchungsgebiet umliegenden Messstationen sind auszugsweise in **Tab. 4.1** aufgeführt. Die NO_x-Jahresmittelwerte wurden aus den gemessenen NO₂- und NO-Jahresmittelwerten abgeleitet (LANUV, 2011b-2017b).

Die nächstgelegenen Messstationen „Bönen Bönener Straße“ und „Hamm Münsterstraße“ befinden sich in ca. 8 km südöstlicher Entfernung bzw. in ca. 8 km nordöstlicher Entfernung und umfassen Messungen, die aufgrund der verkehrsnahen Stationslagen durch verkehrsbedingte Beiträge beeinflusst sind. Die an den ca. 12 km entfernten Messstationen im südwestlich gelegenen Lünen („Lünen-Niederaden“) und im südlich gelegenen Unna („Unna-Königsborn“) erfassten Jahresmittelwerte weisen eine nur geringe Beeinflussung durch den Straßenverkehr auf. Die in ca. 20 km südwestlicher Entfernung in Dortmund („Dortmund-Eving“) und die in ca. 25 km westlicher Entfernung in Datteln („Datteln-Hagem“) erfassten Messdaten sind ebenfalls nur gering durch verkehrsbedingte Beiträge beeinflusst.

Auf Grundlage der Messwerte an den Stationen „Unna-Königsborn“ und „Datteln-Hagem“ wird unter Berücksichtigung der zeitlichen Entwicklung der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für NO₂ von 21 µg/m³, für NO_x von 33 µg/m³ und für PM₁₀ von 20 µg/m³ abgeleitet.

Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw und Horálek, 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM₁₀ und PM_{2.5}. De Leeuw und Horálek (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein PM_{2.5} zu PM₁₀-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 PM_{2.5}- zu PM₁₀-Verhältnis bestimmt. Die PM_{2.5}-Messwerte, die an den in **Tab. 4.1** aufgeführten Messstationen erfasst werden, bestätigen diese Korrelation.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Bönen Bönener Straße	Hamm Münster- straße	Lünen- Niederaden	Unna- Königs- born	Dortmund- Eving	Datteln- Hagem
NO ₂ Jahresmittel	2010	40	47	28	25	33	22
	2011	40	43	29	24	30	21
	2012	44	42	27	22	28	21
	2013	43	44	27	21	29	20
	2014	43	41	27	21	28	21
	2015	38	39	24	21	27	20
	2016	40	40	25	22	27	20
	2017	39	37	23	21	27	20
PM10 Jahresmittel	2010	-	-	25	-	26	25
	2011	28	-	26	-	25	23
	2012	-	-	21	-	21	21
	2013	-	-	24	-	22	20
	2014	-	-	17	-	20	19
	2015	-	-	17	-	20	17
	2016	-	-	14	-	19	17
	2017	-	-	14	-	20	16
PM10 - Über- schreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³)	2010	-	-	12	-	16	14
	2011	-	-	26	-	32	23
	2012	-	-	9	-	8	9
	2013	-	-	12	-	12	11
	2014	-	-	5	-	10	5
	2015	-	-	8	-	10	6
	2016	-	-	1	-	8	2
	2017	-	-	4	-	12	6
PM2.5 Jahresmittel	2010	-	-	-	19	20	-
	2011	-	-	-	18	19	20
	2012	-	-	-	15	16	17
	2013	-	-	-	16	16	17
	2014	-	-	-	14	15	16
	2015	-	-	-	-	14	15
	2016	-	-	-	12	13	15
	2017	-	-	-	12	14	14
NO _x Jahresmittel (gemessen)	2010	48	36	54	30	48	36
	2011	55	38	55	32	55	38
	2012	48	31	46	30	48	31
	2013	45	30	49	28	45	30
	2014	48	32	46	30	48	32
	2015	39	29	44	29	39	29
	2016	43	34	48	32	43	34
	2017	-	-	-	-	-	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LANUV, 2011a-2017a, 2018; LANUV, 2011b-2017b)

Auf Grundlage dieser Verhältnisse von PM2.5 zu PM10 und der oben genannten Zusammenhänge wird für das Untersuchungsgebiet eine PM2.5-Hintergrundbelastung von 15 µg/m³ angesetzt. In **Tab. 4.2** sind die angesetzten Werte für die Schadstoffhintergrundbelastung dargestellt.

Schadstoff	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂	21
NO _x	33
PM10	20
PM2.5	15

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2017/2025/2030

Für das Chemiemodell zur Beschreibung der NO-NO₂-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.

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 2025 zeigen Abschätzungen (RLuS, 2012) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen für Stickoxide um ca. 7 % und für Feinstaubpartikel um ca. 3 %. Für das Bezugsjahr 2030, das hinsichtlich der Konventionen des BStF-Forschungsberichtes „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotop“ bei der Ermittlung des verkehrsbedingten Stickstoffeintrages zu betrachten ist, zeigen diese Abschätzungen gegenüber der heutigen Situation eine Reduktion der Stickoxidimmissionen um ca. 7 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktion 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 NO₂ und PM10 erreicht, weshalb diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet werden. Zudem werden die PM2.5-Immissionen behandelt.

Für die Betrachtungen zum Stickstoffeintrag in FFH-Gebiete sind entsprechend BAST (2013) die NO_x-Emissionen und Ammoniakemissionen (NH₃) 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, Sattelschlepper, Busse usw.

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

5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.3 (UBA, 2017) berechnet.

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

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),

- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z.B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2017) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israel et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und auch der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

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
AB80:	Autobahn, Tempolimit 80 km/h
AB_Stau:	Autobahn, Stop-and-Go-Verkehr
AO-HVS100:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h
AO-HVS70:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
IO-HVS50:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h

Auf den Rastanlagen im Untersuchungsgebiet werden die Emissionen während Parkvorgängen durch den angesetzten Stop-and-go-Verkehr berücksichtigt.

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.3 (UBA, 2017) berechnet, in dem eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Euro-6-Diesel-PKW sowie der Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-

PKW berücksichtigt sind. Diese relativen Korrekturen und Anpassungen werden hier auch auf die leichten Nutzfahrzeuge angewendet und berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet die an der DWD-Station „Werl“ erfassten stündlichen Zeitreihen der Lufttemperatur im Zeitraum 2007 – 2016 (Quelle: DWD) mit einer mittleren Temperatur von 10.6 °C.

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2025 aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Steigungs- und Gefällestrecken sowie Gegenverkehrsstrecken mit Steigung. Steigungsstrecken werden gekennzeichnet durch vorangestelltes „+“-Zeichen, Gefällestrecken durch „-“ Zeichen und Gegenverkehrsstrecken durch „_“-Zeichen. Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt. Die Emissionen werden auf der Grundlage der im Verkehrsgutachten genannten Verkehrsprognosen 2030 im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit für das Bezugsjahr 2025, dem frühestmöglichen Jahr der Fertigstellung wesentlicher Teile der Planung, berechnet. Für den Stickstoffeintrag wird entsprechend BASt (2013) das Jahr der Verkehrsprognose als Bezugsjahr angesetzt, hier 2030 (**Tab. 5.2**).

Weiterhin wurden aus dem HBEFA (UBA, 2017) die verfügbaren Angaben über Ammoniakemissionen (NH₃) der Kfz abgefragt. Danach werden für das Bezugsjahr 2030 für LKW NH₃-Emissionen von 0.003 g/km und für PKW zwischen 0.012 g/km (innerorts) und 0.029 g/km (außerorts) genannt.

5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA nicht enthalten, sie sind auch derzeit nicht mit zufriedenstellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

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

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2025									
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	142.6	0.405	0.283	0.0049	0.0049	0.0300	0.1300	0.011	0.048	0.126	0.064
AB>130-2	142.6	0.251	0.470	0.0039	0.0014	0.0300	0.1300	0.011	0.048	0.078	0.124
AB>130+2	142.6	0.632	0.443	0.0061	0.0071	0.0300	0.1300	0.011	0.048	0.196	0.096
AB80	82.8	0.127	0.285	0.0020	0.0049	0.0300	0.1300	0.013	0.051	0.038	0.063
AB80_2	82.8	0.142	0.441	0.0021	0.0043	0.0300	0.1300	0.013	0.051	0.043	0.107
AB80-2	82.8	0.073	0.445	0.0015	0.0013	0.0300	0.1300	0.013	0.051	0.021	0.119
AB80+2	82.8	0.211	0.437	0.0027	0.0074	0.0300	0.1300	0.013	0.051	0.065	0.095
AB_Stau	18.9	0.258	1.329	0.0040	0.0151	0.0300	0.1300	0.022	0.075	0.077	0.300
AB_Stau-2	18.9	0.216	2.202	0.0036	0.0116	0.0300	0.1300	0.022	0.075	0.064	0.560
AB_Stau-4	18.9	0.178	3.382	0.0034	0.0090	0.0300	0.1300	0.022	0.075	0.053	0.906
AB_Stau+2	18.9	0.307	1.081	0.0043	0.0184	0.0300	0.1300	0.022	0.075	0.092	0.227
AO-HVS100	94.0	0.175	0.367	0.0023	0.0063	0.0300	0.1300	0.011	0.053	0.054	0.068
AO-HVS70	67.0	0.135	0.433	0.0021	0.0069	0.0300	0.1300	0.016	0.062	0.040	0.078
AO-HVS70_2	67.0	0.148	0.632	0.0021	0.0068	0.0300	0.1300	0.016	0.062	0.045	0.134
AO-HVS70_4	67.0	0.178	0.651	0.0023	0.0072	0.0300	0.1300	0.016	0.062	0.054	0.136
AO-HVS70_6	67.0	0.225	0.653	0.0027	0.0084	0.0300	0.1300	0.016	0.062	0.069	0.126
IO-HVS50	49.0	0.138	0.728	0.0029	0.0084	0.0260	0.1000	0.020	0.060	0.039	0.137
IO-HVS50_2	49.0	0.147	0.906	0.0030	0.0083	0.0260	0.1000	0.020	0.060	0.042	0.202

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2025

Die nicht motorbedingten PM2.5-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) werden in der vorliegenden Untersuchung entsprechend der im Emission Inventory Guidebook von EMEP/CORINAIR (CORINAIR, 2007) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Eine Differenzierung in verschiedene Straßentypen (z.B. Bundesautobahn oder innerorts) ist durch eine dort angegebene Geschwindigkeitsabhängigkeit (für Reifen und Bremsabrieb) möglich.

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

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



- Verkehrssituation**
- AB>130
 - AB_Stau
 - AB80
 - AO-HVS100
 - AO-HVS70
 - IO-HVS50

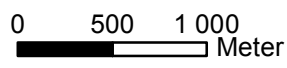



Abb. 5.1 63640-18-01

Verkehrssituation auf dem Straßennetz für den Planfall. Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2030	
Verkehrssituation	Geschwindigkeit PKW (km/h)	NO _x	
		PKW	LKW
AB>130	142.6	0.326	0.231
AB>130-2	142.6	0.195	0.456
AB>130+2	142.6	0.529	0.345
AB80	82.8	0.075	0.229
AB80_2	82.8	0.083	0.387
AB80-2	82.8	0.042	0.436
AB80+2	82.8	0.124	0.339
AB_Stau	18.9	0.157	1.104
AB_Stau-2	18.9	0.131	2.051
AB_Stau-4	18.9	0.105	3.315
AB_Stau+2	18.9	0.188	0.831
AO-HVS100	94.0	0.104	0.252
AO-HVS70	67.0	0.083	0.296
AO-HVS70_2	67.0	0.092	0.502
AO-HVS70_4	67.0	0.110	0.509
AO-HVS70_6	67.0	0.137	0.473
IO-HVS50	49.0	0.086	0.495
IO-HVS50_2	49.0	0.091	0.735

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2030

Es sei darauf verwiesen, dass insbesondere die Emissionsfaktoren für Straßenabrieb von den Autoren wegen fehlender systematischer Untersuchungen mit sehr großen Unsicherheiten bewertet werden. Palmgren et al. (2003) setzen z.B. die PM_{2.5}-Straßenabriebemissionen auf Basis von Untersuchungen von TNO aus dem Jahr 1997 zu Null. Um auf der sicheren Seite zu liegen, werden dennoch Emissionsfaktoren verwendet.

Auf Grundlage der o.a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM₁₀- und PM_{2.5}-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in der **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

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

Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x , 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. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ dargestellt.

Tab. 5.3 zeigt exemplarisch für einen Abschnitt der A 1 zwischen AS Hamm/Bergkamen und AS Hamm-Bockum/Werne die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für das Bezugsjahr 2025. Die mit der Planung verbundene Zunahme der Verkehrsbelastung beträgt ca. 4 %, der Schwerverkehr verbleibt annähernd unverändert. Die Zunahme der Stickoxid- und Feinstaubemissionen ist mit ca. 4 % mit der relativen Verkehrsänderung vergleichbar.

Varianten	DTV [Kfz/24h]	LKW- Anteil [%]	Verkehrssituation	Mittlere Emissionsdichte			
				NO_x [mg/(m*s)]	PM_{10} mg/(m*s)	$\text{PM}_{2.5}$ mg/(m*s)	NO_2 direkt [mg/(m*s)]
Prognosenullfall	74 300	20.1	AB>130	0.3267	0.0473	0.0203	0.0975
Planfall	77 200	19.9	AB>130	0.3401	0.0490	0.0210	0.1015

Tab. 5.3: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen im Bezugsjahr 2025 für die A 1 zwischen AS Hamm/Bergkamen und AS Hamm-Bockum/Werne

In **Tab. 5.4** sind die entsprechenden Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für das Bezugsjahr 2030 aufgeführt. Auch hier ist die Zunahme der Stickoxid- und Ammoniakemissionen im Planfall vergleichbar zu der relativen Zunahme der Verkehrsbelastung um ca. 4 %.

Varianten	DTV [Kfz/24h]	LKW- Anteil [%]	Verkehrssituation	Mittlere Emissionsdichte	
				NO_x [mg/(m*s)]	NH_3 mg/(m*s)
Prognosenullfall	74 300	20.1	AB>130	0.2634	0.0180
Planfall	77 200	19.9	AB>130	0.2742	0.0187

Tab. 5.4: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen im Bezugsjahr 2030 für die A 1 zwischen AS Hamm/Bergkamen und AS Hamm-Bockum/Werne

6 IMMISSIONEN

Im Untersuchungsgebiet, d.h. im Plangebiet wurden Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Das Untersuchungsgebiet deckt eine Fläche von ca. 5 km x 12 km ab. Im Untersuchungsgebiet wurden für die betrachteten Untersuchungsfälle die Luftschadstoffimmissionen in Bodennähe bei einer horizontalen Auflösung von 10 m x 10 m bestimmt.

6.1 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit

Für die Ermittlung der NO₂- und Feinstaubimmissionen hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit wurde das Untersuchungsgebiet in zwei Rechengebiete unterteilt, ein Gebiet für den südlichen Abschnitt der A 1 zwischen AK Kamen und AS Hamm/Bergkamen und ein Gebiet für den nördlichen Abschnitt zwischen AS Hamm/Bergkamen und AS Hamm-Bockum/Werne. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) 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.

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. Beurteilungsrelevanten Kenngrößen sind einheitliche Farben zugeordnet. Damit werden Grenzwerte der 39. BImSchV mit roten Farben für NO₂-Jahresmittelwerte sowie für PM10- und PM2.5-Jahresmittelwerte und der Schwellenwert für PM10-Kurzzeitbelastungen sowie der Zielwert für PM2.5-Jahresmittelwerte mit der gelben Farbe belegt.

Zusätzlich werden die Schadstoffimmissionen an den in **Abb. 4.1** dargestellten ausgewählten Untersuchungspunkten in sensitiven Bereichen, d. h. beurteilungsrelevanten Bereichen, wie straßennaher Wohnbebauung, betrachtet. Für diese Untersuchungspunkte werden in **Tab. 6.1** die Immissionen tabellarisch ausgegeben.

6.1.1 Stickstoffdioxidimmissionen

Die für den Prognosenullfall berechneten Jahresmittelwerte der NO₂-Immissionen sind für den südlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. 6.1** und für den nördlichen Teil in **Abb. 6.2** dargestellt. Die Immissionen im Untersuchungsgebiet sind durch die verkehrsbedingten Beiträge der A 1 geprägt. Diese führen zu flächenhaft erhöhten NO₂-Konzentrationen entlang der Autobahn im Untersuchungsgebiet, die bis zu einem Abstand von ca. 120 m, entlang des stärker befahrenen Abschnittes südlich der AS Hamm/Bergkamen zum Teil auch bis zu einem Abstand von ca. 150 m, Jahresmittelwerte über 26 µg/m³ aufweisen und im Nahbereich der A 1 über 32 µg/m³ ermittelt sind. Am Fahrbahnbereich der A 1 sind zum Teil NO₂-Jahresmittelwerte über 50 µg/m³ berechnet, insbesondere entlang des stärker befahrenen Abschnittes südlich der AS Hamm/Bergkamen. Im Bereich der Lippeniederung sind die flächenhaft erhöhten NO₂-Immissionen aufgrund der ausgeprägten Dammlage der A 1 etwas weniger intensiv und im Nahbereich der A 1 überwiegend bis 28 µg/m³ berechnet. Im Bereich der Anschlussstellen führt die Überlagerung der Beiträge der Autobahn, der Rampenfahrbahnen und der Zubringerstraßen ebenfalls zu flächenhaft erhöhten NO₂-Immissionen mit Jahresmittelwerten über 26 µg/m³ im Nahbereich der Fahrwege. Die verkehrsbedingten Beiträge der Zubringerstraßen führen im Nahbereich zum Teil zu NO₂-Jahresmittelwerten bis 36 µg/m³. Die Beiträge des Straßenverkehrs entlang den übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind geringer und führen im Nahbereich der Straßen zu Jahresmittelwerten bis 32 µg/m³.

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. An der zur A 1 nächstgelegenen Bebauung sind vereinzelt Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung über 30 µg/m³ und bis 36 µg/m³ berechnet. Überwiegend ist an Gebäuden im Untersuchungsgebiet die NO₂-Gesamtbelastung mit Jahresmittelwerten bis 30 µg/m³ geringer, so auch an zu Ortsdurchfahrtsstraßen nächstgelegener Wohnbebauung. An der Wohnbebauung des Siedlungsbereiches von Stockum, die nicht direkt an die A 1 und an die Ortsdurchfahrtsstraße angrenzt, sind überwiegend NO₂-Immissionen bis 24 µg/m³ berechnet. An Bebauung in größeren Entfernungen zur A 1, wie an der Wohnbebauung der Siedlungsbereiche von Bergkamen, Rünthe und Werne, die nicht direkt an Ortsdurchfahrtsstraßen angrenzt, sind überwiegend NO₂-Gesamtbelastungen ermittelt, die gegenüber der angesetzten NO₂-Hintergrundbelastung von 21 µg/m³ nur geringfügig erhöht sind.

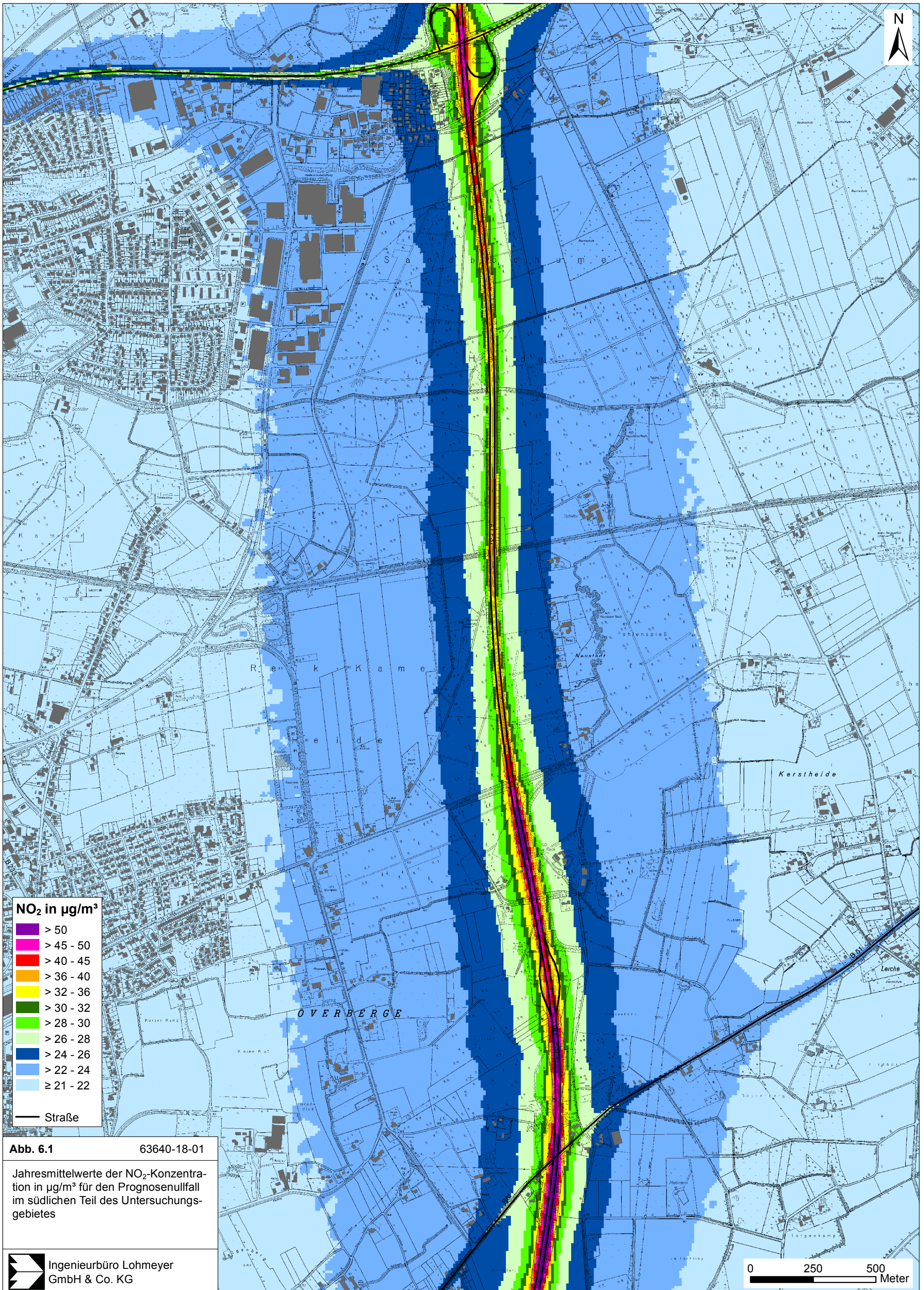


Abb. 6.1 63640-18-01

Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ für den Prognosenullfall im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes

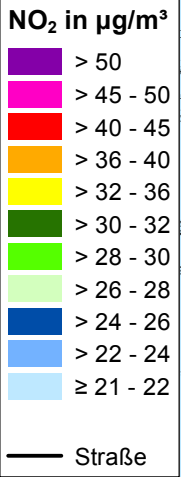
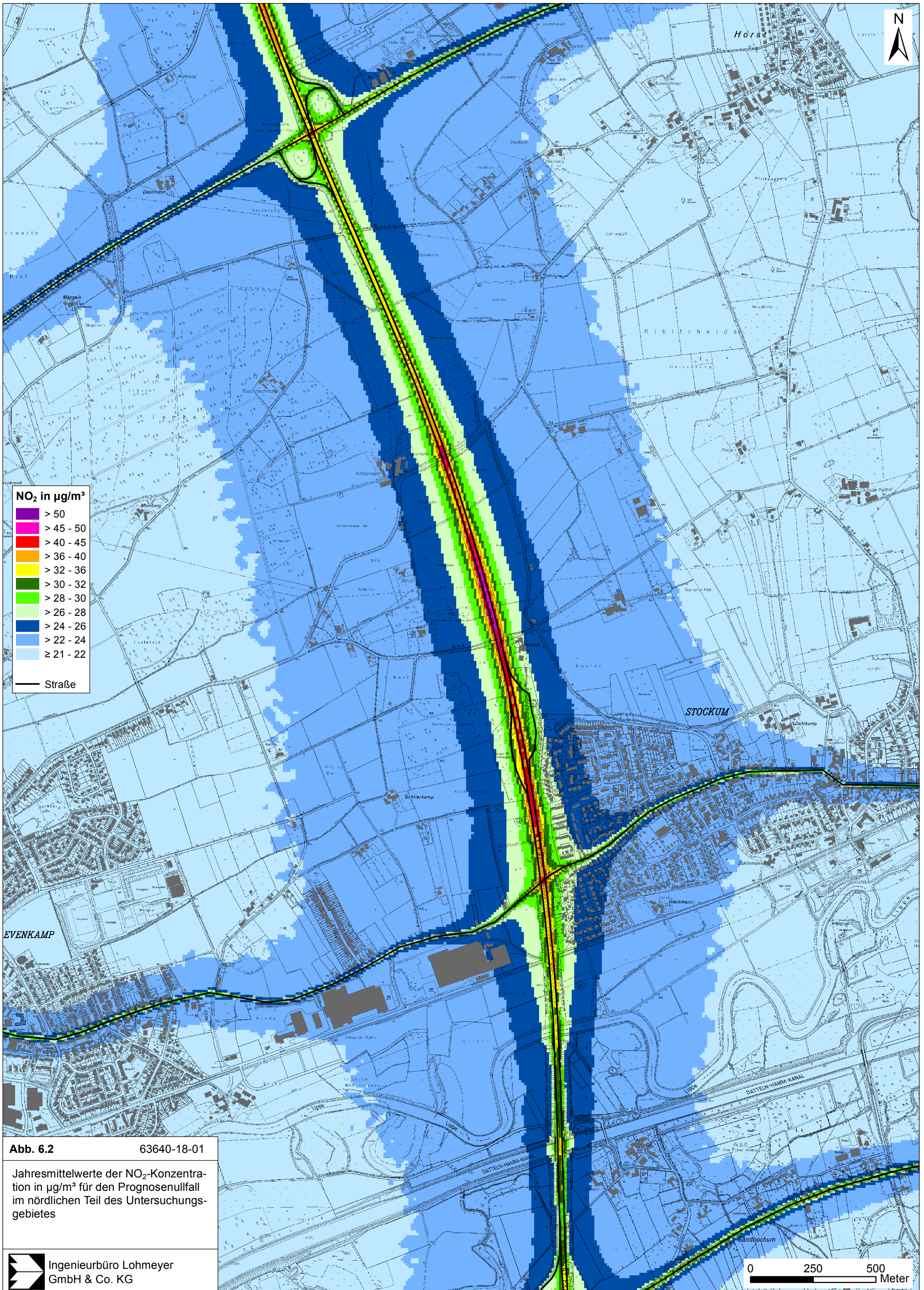


Abb. 6.2 63640-18-01

Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ für den Prognosenullfall im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes

Der geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird im Prognosenullfall an der im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten. Die ermittelten NO₂-Immissionen sind an der beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** überwiegend als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen, vereinzelt treten erhöhte Konzentrationen auf.

Die für den Planfall ermittelten Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung sind für den südlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. 6.3** und für den nördlichen Teil in **Abb. 6.4** dargestellt. Die mit dem 6-streifigen Ausbau verbundene fünfprozentige Verkehrszunahme und den dadurch bedingten Anstieg der verkehrsbedingten Freisetzungen sowie das mit dem Ausbau verbundene Auseinanderrücken der äußeren Fahrbahnen führen zu einer gewissen Zunahme der flächenhaft erhöhten NO₂-Immissionen entlang der A 1, die zum Teil bis zu einem Abstand von ca. 180 m über 26 µg/m³ ermittelt sind. Im Nahbereich der A 1 sind zum Prognosenullfall vergleichbare NO₂-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten über 32 µg/m³ ermittelt, die im Fahrbahnbereich zum Teil 50 µg/m³ im Jahresmittel überschreiten. Im Bereich der Lippeniederung im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes (**Abb. 6.4**) sind im Nahbereich der A 1 aufgrund der ausgeprägten Dammlage weiterhin etwas geringere NO₂-Immissionen überwiegend bis 28 µg/m³ ermittelt. Im Bereich der Anschlussstellen sind ebenfalls gewisse Zunahmen der NO₂-Immissionen berechnet, die mit Jahresmittelwerten über 26 µg/m³ zum Prognosenullfall vergleichbar sind. Deutliche Zunahmen um bis ca. 2 µg/m³ sind im Nahbereich der westlich der A 1 gelegenen Abschnitte der L 518 mit NO₂-Jahresmittelwerten bis 32 µg/m³ berechnet, entlang den übrigen Zubringerstraßen im Untersuchungsgebiet sind gewisse Zunahmen der NO₂-Immissionen mit zum Prognosenullfall weiterhin vergleichbaren Jahresmittelwerten abgeleitet.

An der zur A 1 nächstgelegenen Bebauung sind mit dem Ausbau der A 1 gewisse Zunahmen der NO₂-Gesamtbelastung verbunden, die aber auch im Planfall weiterhin vereinzelt NO₂-Jahresmittelwerte über 30 µg/m³ und bis 36 µg/m³ aufweisen. Wie im Prognosenullfall sind an Gebäuden im übrigen Untersuchungsgebiet geringere NO₂-Immissionen bis 30 µg/m³ ermittelt. Zum Teil sind an zur A 1 nahegelegener Wohnbebauung trotz leicht höherer verkehrsbedingter Beiträge im Planfall eine gewisse Abnahme der NO₂-Jahresmittelwerte abgeleitet, bedingt durch geplante Lärmschutzbauten, wie an Bebauung des Siedlungsbereiches von Stockum. An Bebauung im Untersuchungsgebiet in größeren Entfernungen zur A 1, die nicht direkt an Straßen des untergeordneten Netzes angrenzt, sind im Planfall zum Prognosenullfall vergleichbare NO₂-Immissionen zwischen 21 µg/m³ und 24 µg/m³ ermittelt.

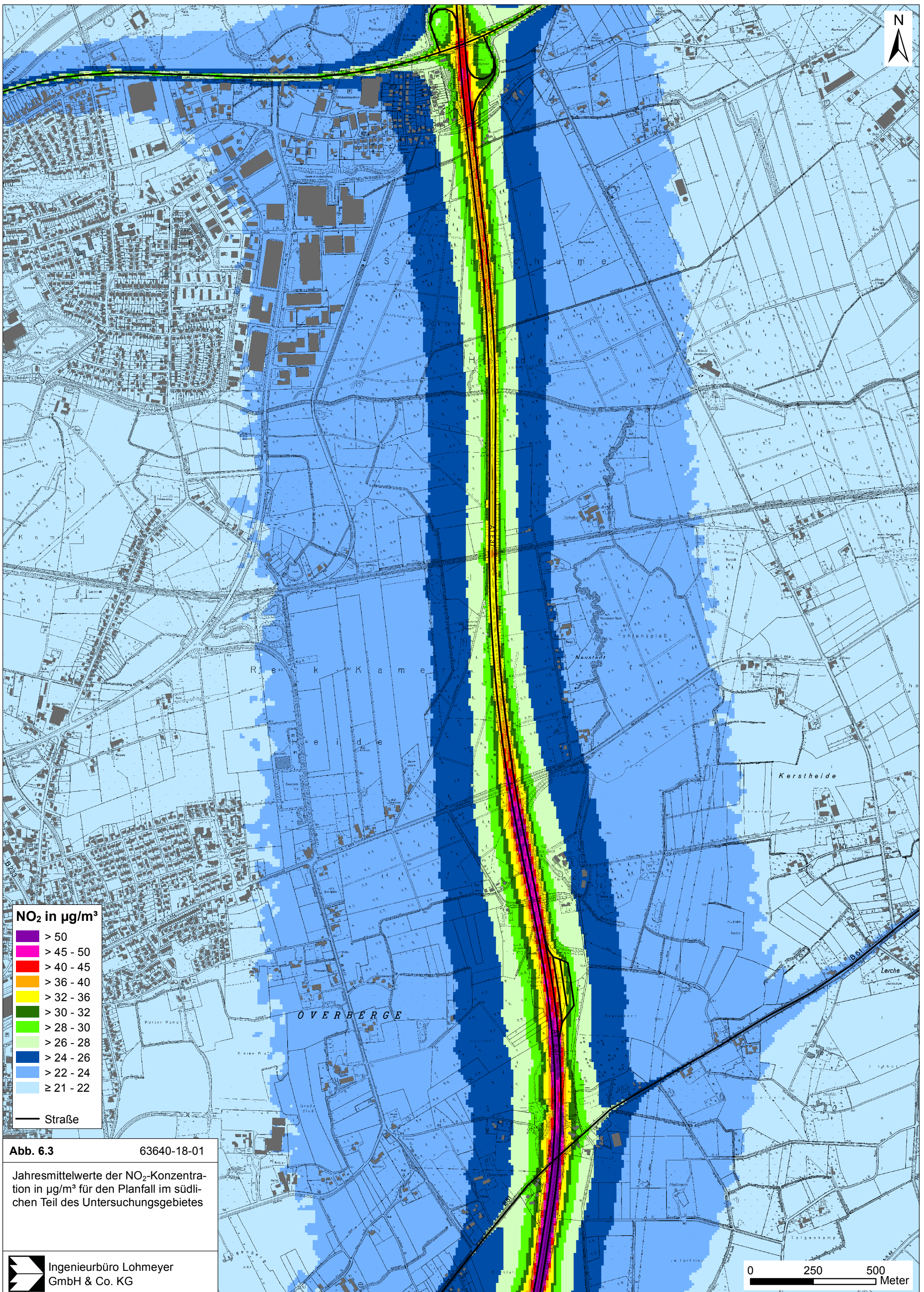
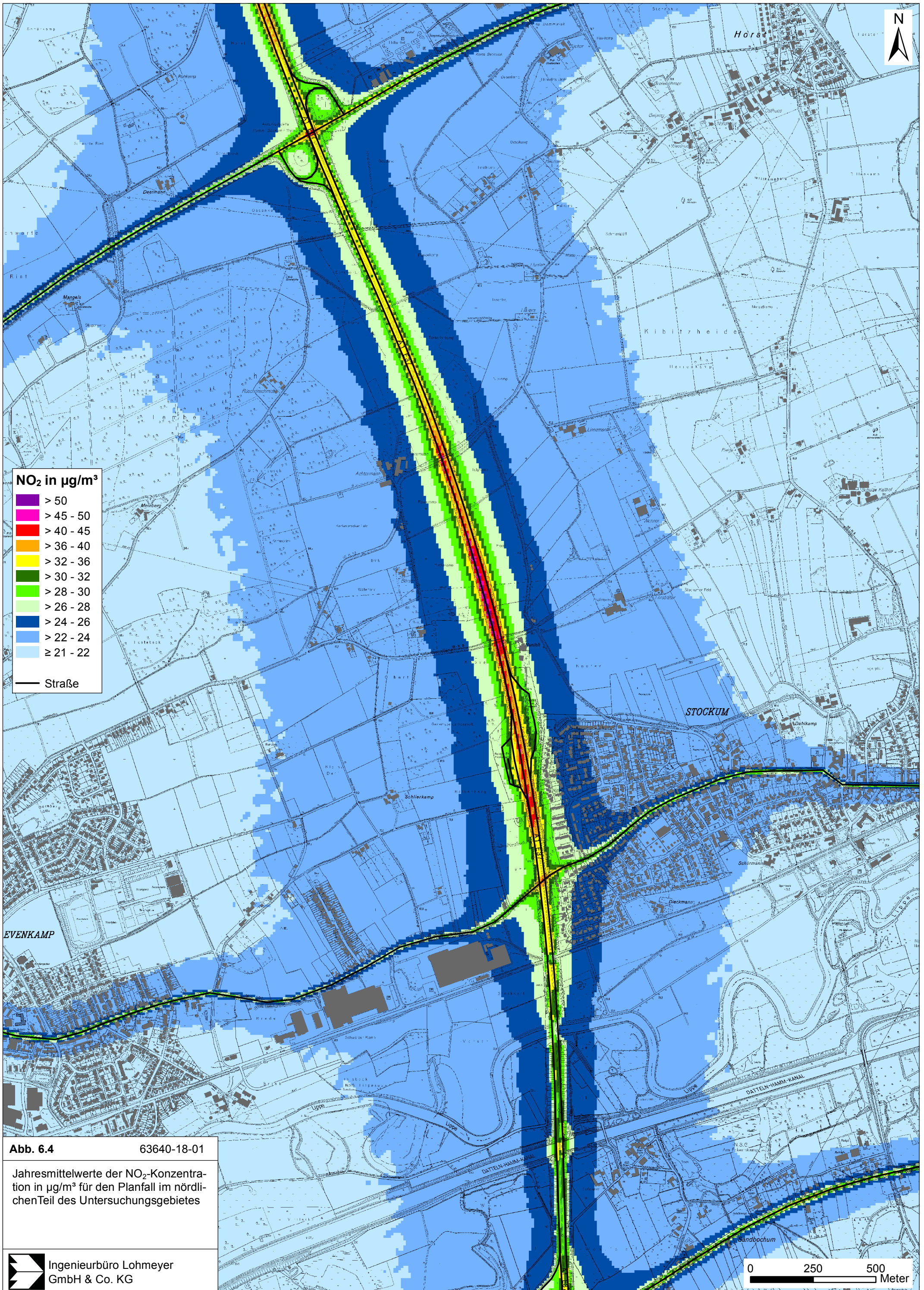


Abb. 6.3 63640-18-01

Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ für den Planfall im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes



Der geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte wird an der beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet auch im Planfall nicht erreicht und nicht überschritten. Bezogen auf diesen Grenzwert sind an zur A 1 nächstgelegener Bebauung nach **Tab. 3.2** vereinzelt erhöhte Konzentrationen ermittelt. An der übrigen Bebauung im Untersuchungsgebiet sind vergleichbar zum Prognosenullfall leicht erhöhte Konzentrationen ermittelt.

6.1.2 Feinstaubimmissionen (PM10)

Für die Bewertung der PM10-Immissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert von 40 µg/m³ und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von 29 µg/m³ der Kurzzeitwert überschritten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von 29 µg/m³ und 40 µg/m³ diskutiert.

Die für den Prognosenullfall ermittelten PM10-Immissionen im Jahresmittel sind für den südlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. 6.5** sowie für den nördlichen Teil in **Abb. 6.6** dargestellt. Die für den Planfall ermittelten PM10-Immissionen sind entsprechend in **Abb. 6.7** und **Abb. 6.8** dargestellt. In beiden Untersuchungsfällen unterscheiden sich die verkehrsbedingten Beiträge entlang der A 1 zur PM10-Gesamtbelastung südlich und nördlich der AS Hamm/Bergkamen. Im stärker befahrenen südlichen Abschnitt sind im Nahbereich der A 1 Jahresmittelwerte der PM10-Immission über 24 µg/m³ und vereinzelt bis 35 µg/m³ berechnet. Ab einem Abstand von ca. 110 m, vereinzelt auch erst ab einem Abstand von ca. 170 m zur Autobahn unterscheiden sich die ermittelten PM10-Immissionen nur geringfügig von der angesetzten Hintergrundbelastung von 20 µg/m³. Nördlich der AS Hamm/Bergkamen sind die verkehrsbedingte, Beiträge entlang der A 1 etwas geringer und führen im Nahbereich der Autobahn zu PM10-Jahresmittelwerten über 22 µg/m³ und vereinzelt bis 30 µg/m³; ab einer Entfernung von ca. 130 m zur A 1 sind diese nur geringfügig gegenüber der Hintergrundbelastung erhöht. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte PM10-Immissionen nur im Nahbereich der Straßen des untergeordneten Straßennetzes berechnet, die vereinzelt Jahresmittelwerte bis 28 µg/m³ aufweisen.

Im Untersuchungsgebiet werden für den Prognosenullfall und für den Planfall sowohl der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wie auch der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung von 29 µg/m³ deutlich nicht erreicht und nicht über-

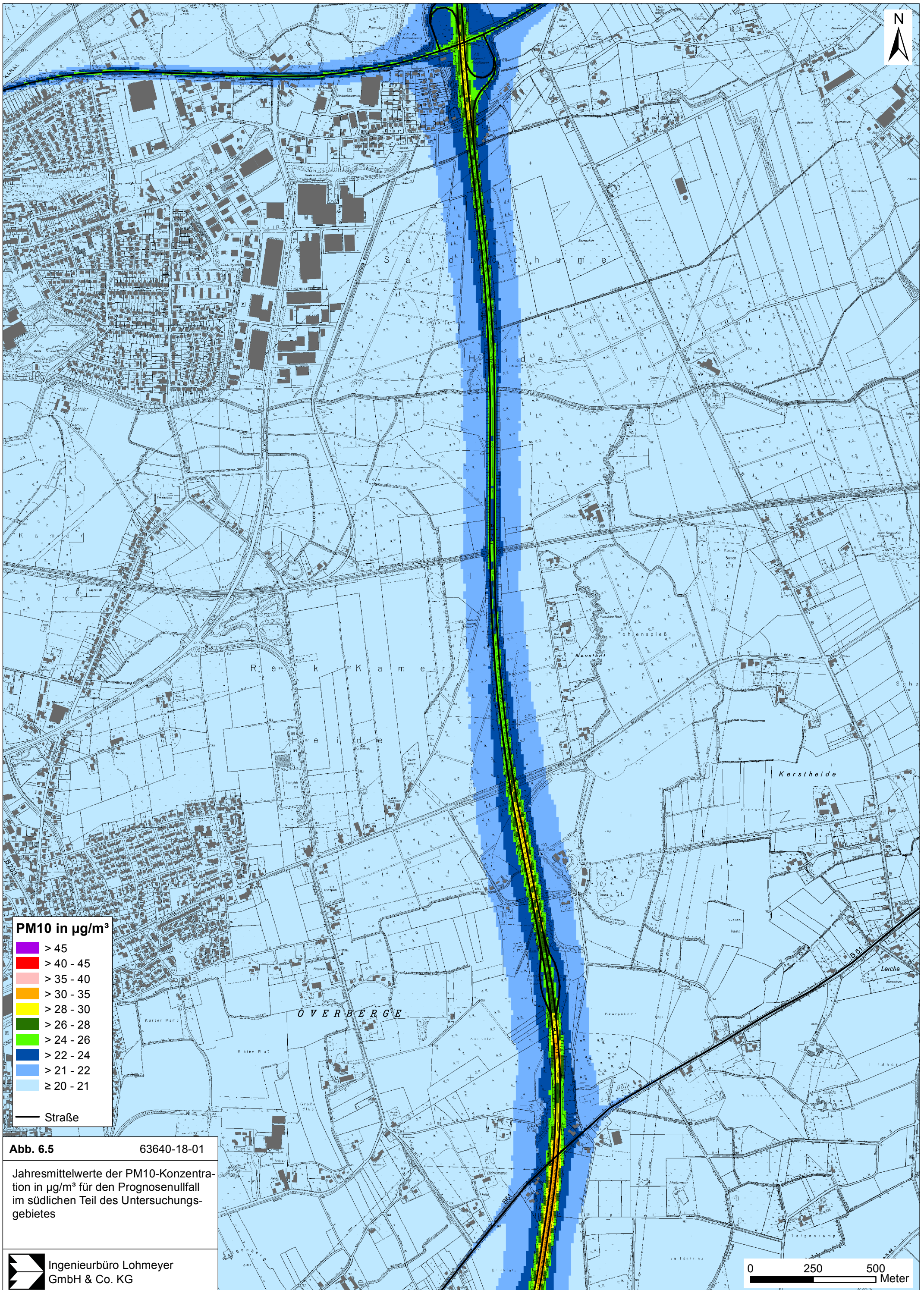
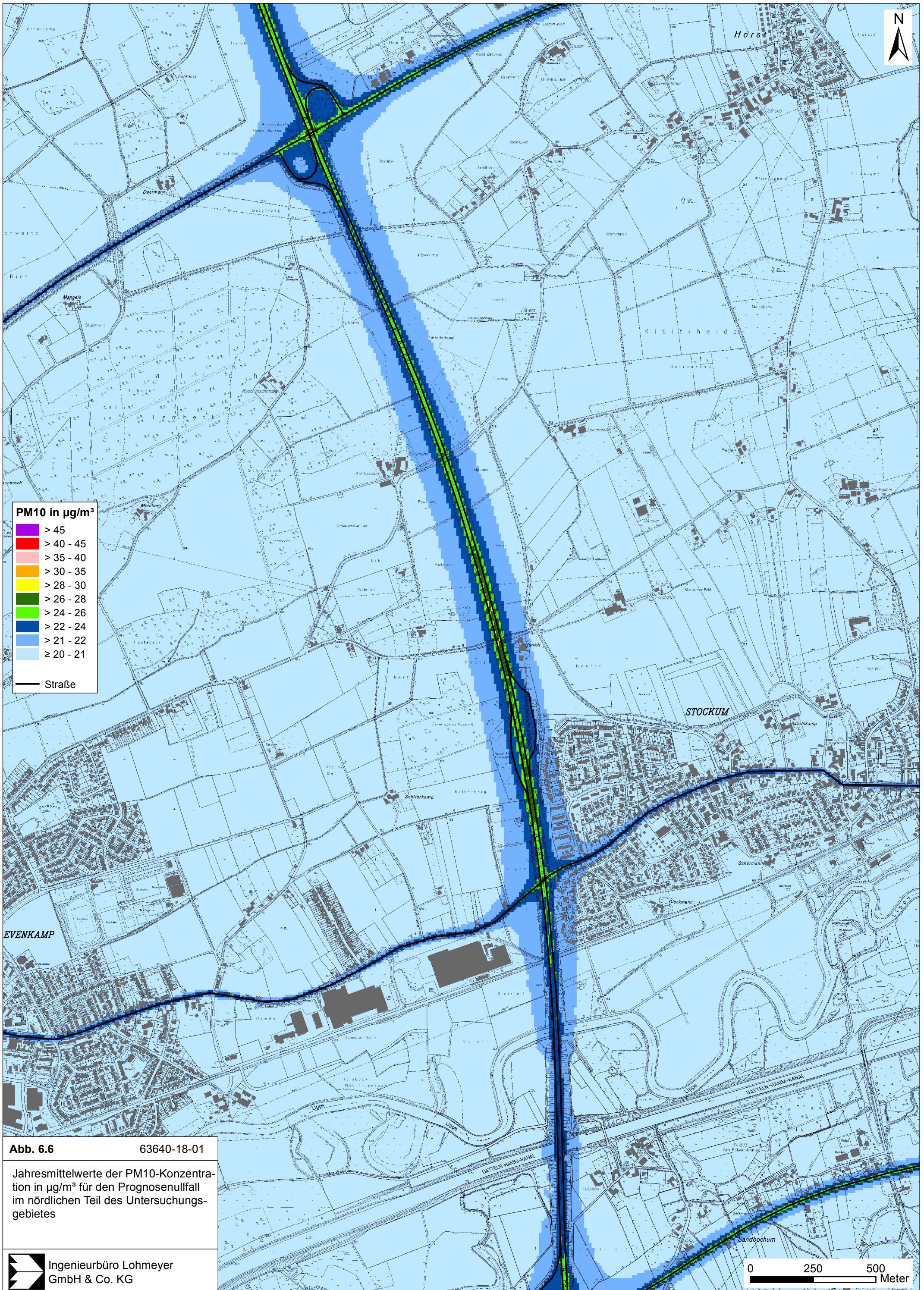


Abb. 6.5 63640-18-01

Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Prognosefall im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes



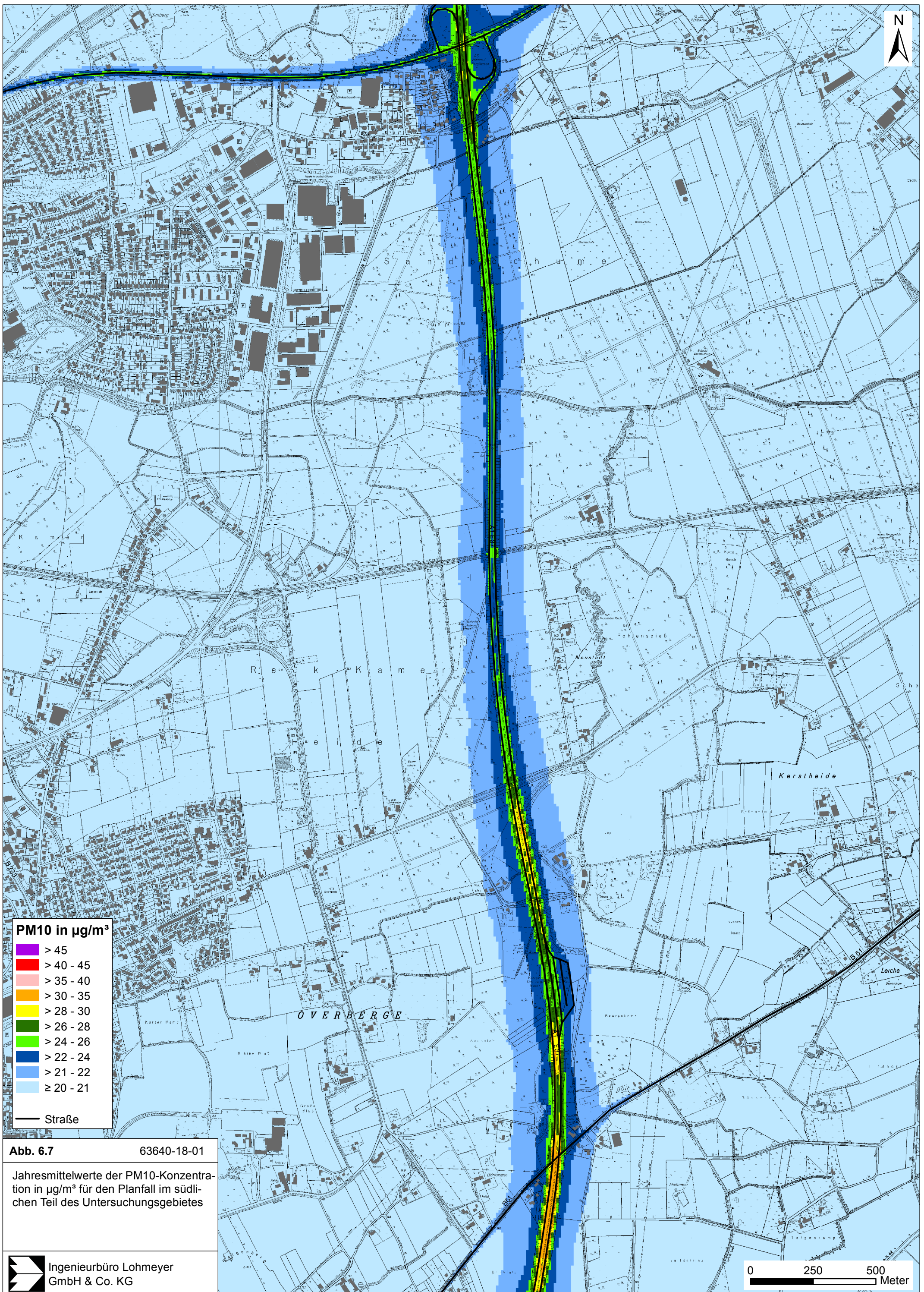
PM10 in µg/m³

- > 45
- > 40 - 45
- > 35 - 40
- > 30 - 35
- > 28 - 30
- > 26 - 28
- > 24 - 26
- > 22 - 24
- > 21 - 22
- ≥ 20 - 21

— Straße

Abb. 6.6 63640-18-01

Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in µg/m³ für den Prognosenullfall im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes



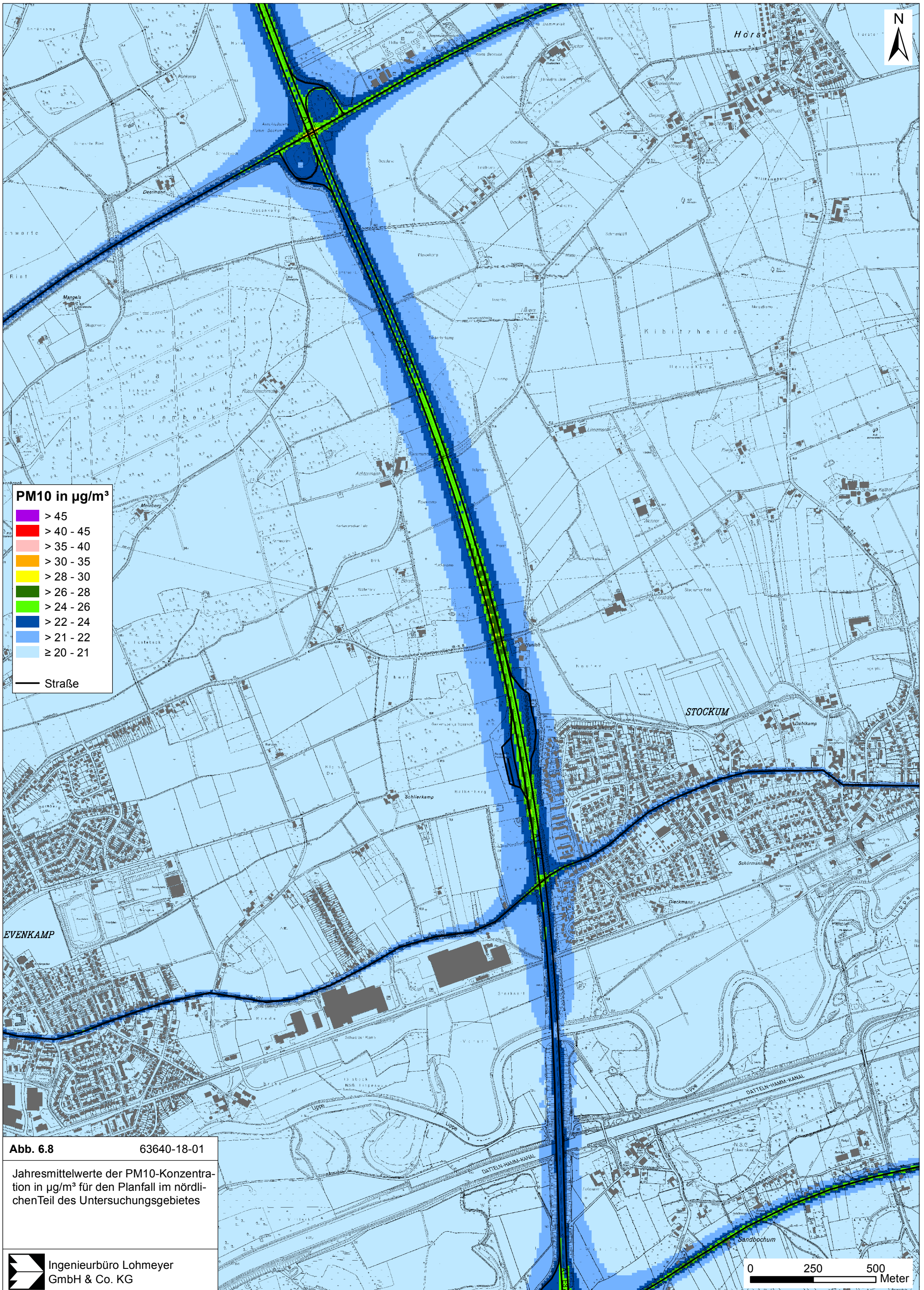
PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- > 45
- > 40 - 45
- > 35 - 40
- > 30 - 35
- > 28 - 30
- > 26 - 28
- > 24 - 26
- > 22 - 24
- > 21 - 22
- ≥ 20 - 21

— Straße

Abb. 6.7 63640-18-01

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



schritten. An der zu A 1 nächstgelegenen Bebauung sind vereinzelt Jahresmittelwerte der PM10-Gesamtbelastung bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der zur A 1 nächstgelegenen Wohnbebauung von Stockum und Rünthe sind PM10-Immissionen bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An zur L 736 nächstgelegener Bebauung östlich der A 1 sind vereinzelt PM10-Jahresmittelwerte bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, überwiegend sind an Bebauung, die an Straßen des untergeordneten Straßennetzes angrenzen, geringe Konzentrationen bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet unterscheiden sich die PM10-Immissionen nur geringfügig von der Hintergrundbelastung. Die an der Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet ermittelten PM10-Gesamtbelastungen sind nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

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 südlichen Teil des Untersuchungsgebietes in **Abb. 6.9** sowie für den nördlichen Teil in **Abb. 6.10** dargestellt. Die für den Planfall ermittelten PM2.5-Immissionen sind entsprechend in **Abb. 6.11** und **Abb. 6.12** dargestellt. Im Untersuchungsgebiet sind gegenüber der Hintergrundbelastung von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöhte PM2.5-Belastungen im Nahbereich der A 1 mit Jahresmittelwerten über $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Im Fahrbahnbereich der A 1 sind nördlich der AS Hamm/Bergkamen vereinzelt PM2.5-Immissionen bis $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, im stärker befahrenen Abschnitt südlich der Anschlussstelle vereinzelt bis $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Nahbereich der Fahrwege des untergeordneten Straßennetzes sind ebenfalls überwiegend gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte PM2.5-Immissionen ermittelt, die vereinzelt Jahresmittelwerte bis $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen.

An der Bebauung im Untersuchungsgebiet sind sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall nur vereinzelt PM2.5-Gesamtbelastungen ermittelt, die mit Jahresmittewerten bis $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegenüber der Hintergrundbelastung um mehr als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöht sind, wie an zur A 1 nächstgelegenen Bebauung im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes und an einigen Wohngebäuden, die direkt an die Ortdurchfahrtsstraßen von Stockum angrenzen. An der übrigen Bebauung im Untersuchungsgebiet unterscheiden sich die berechneten PM2.5-Jahresmittelwerte nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

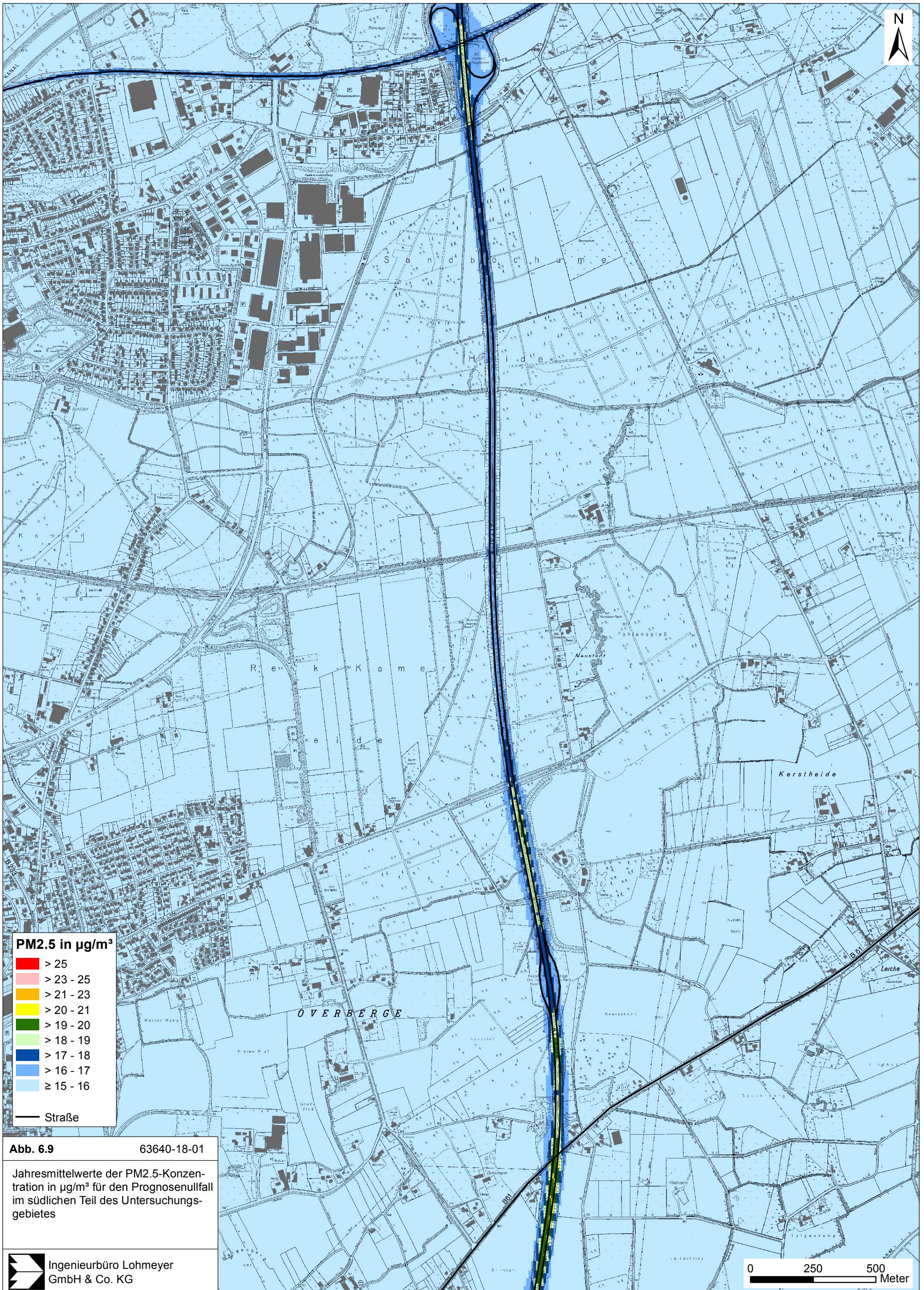
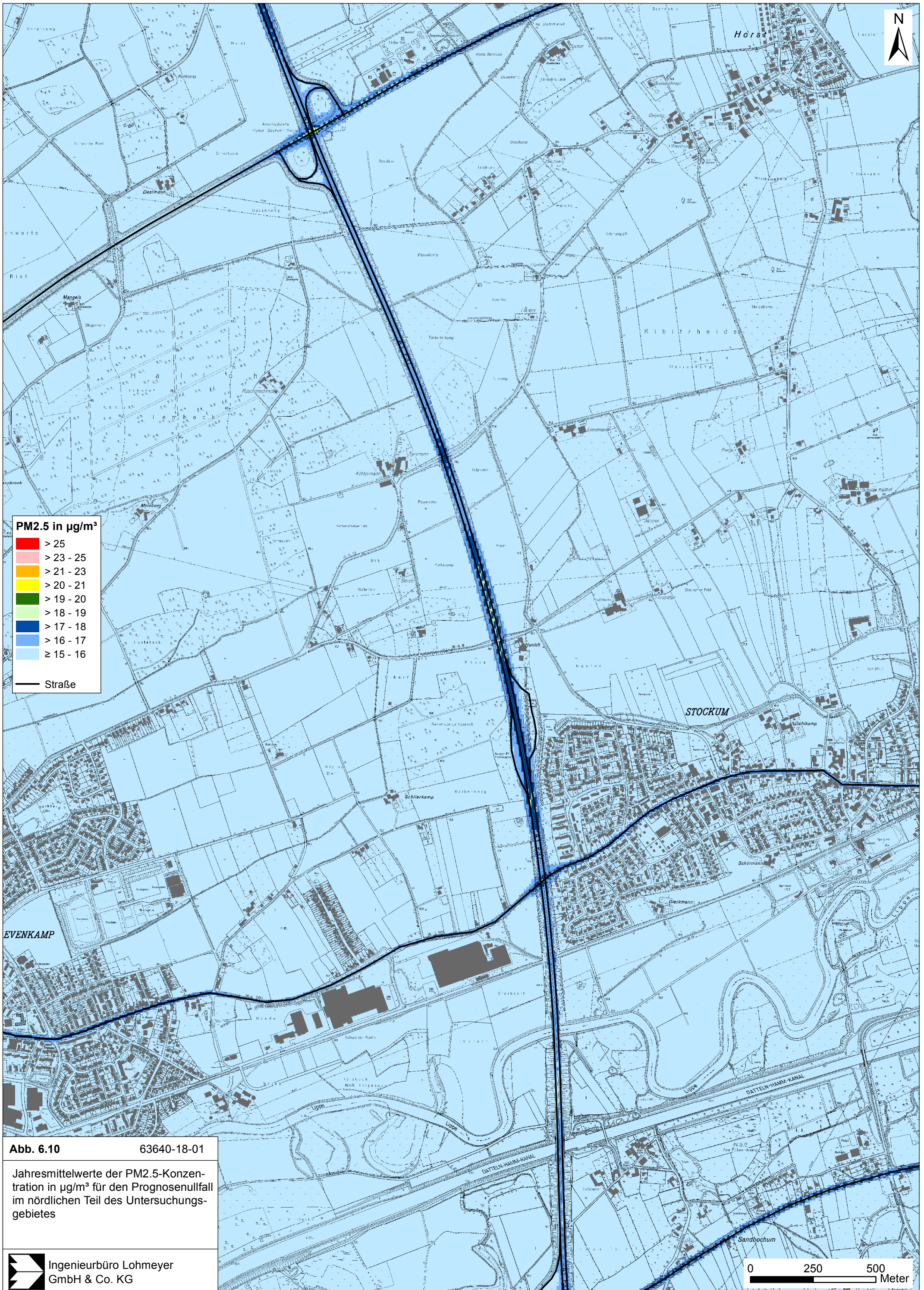


Abb. 6.9 63640-18-01

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



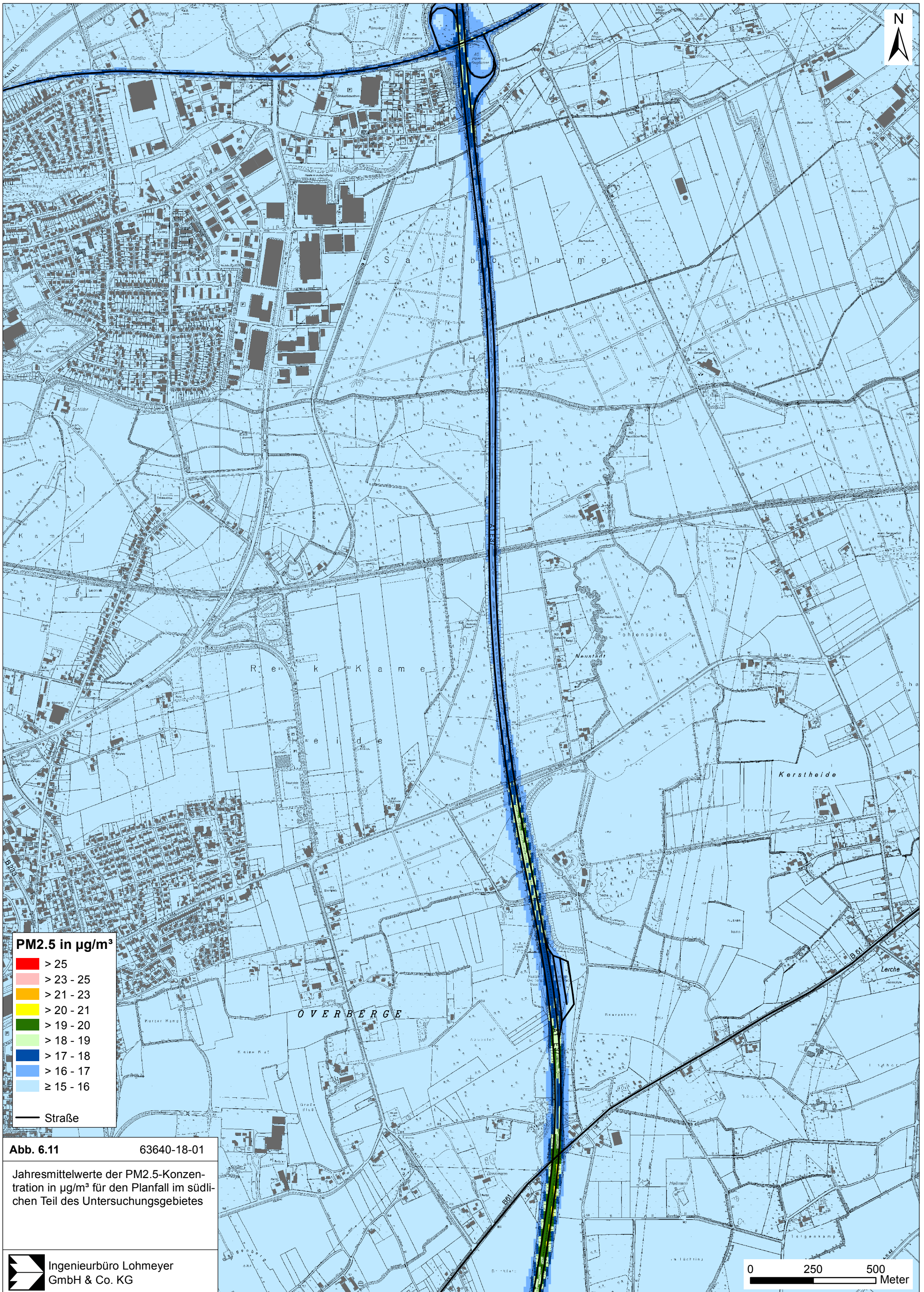
PM2.5 in µg/m³

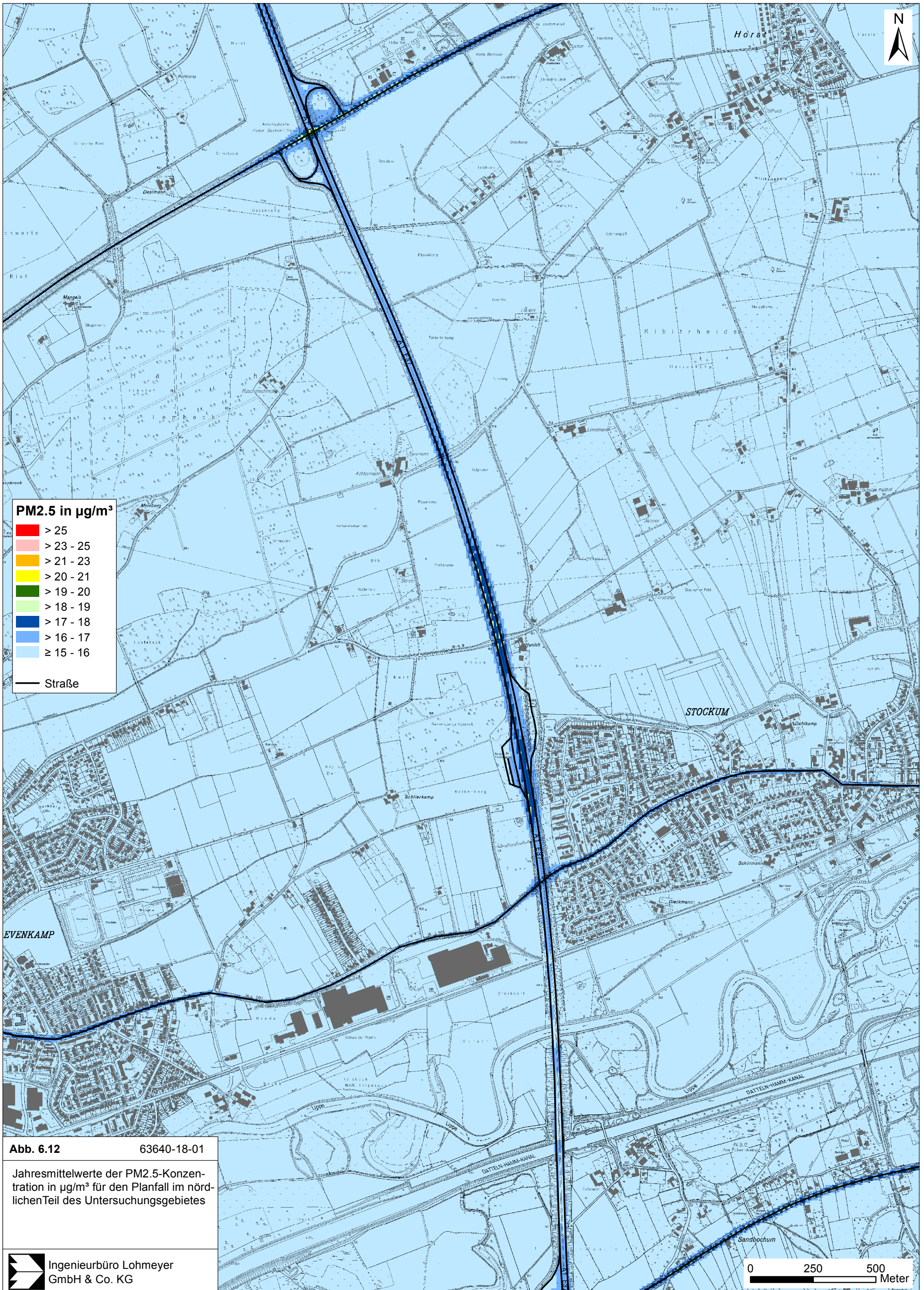
- > 25
- > 23 - 25
- > 21 - 23
- > 20 - 21
- > 19 - 20
- > 18 - 19
- > 17 - 18
- > 16 - 17
- ≥ 15 - 16

— Straße

Abb. 6.10 63640-18-01

Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in µg/m³ für den Prognosenullfall im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes





PM2.5 in µg/m³

- > 25
- > 23 - 25
- > 21 - 23
- > 20 - 21
- > 19 - 20
- > 18 - 19
- > 17 - 18
- > 16 - 17
- ≥ 15 - 16

— Straße

Abb. 6.12 63640-18-01

Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in µg/m³ für den Planfall im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes

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. Bezogen auf den Grenzwert sind die ermittelten PM_{2.5}-Jahresmittelwerte nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen und bezogen auf den Richtgrenzwert als erhöhte Konzentrationen zu bezeichnen.

6.1.4 Jahresmittelwerte der Luftschadstoffimmissionen an ausgewählten Untersuchungspunkten

Die an den in **Abb. 4.1** dargestellten Untersuchungspunkten ermittelten NO₂-, PM₁₀- und PM_{2.5}-Jahresmittelwerte sind für den Prognosenußfall in **Tab. 6.1** und für den Planfall in **Tab. 6.2** zusammengefasst. An allen Untersuchungspunkten werden die jeweiligen Grenzwerte für Jahresmittelwerte nicht erreicht und nicht überschritten. Die ermittelten Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung sind in Bezug auf den Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ nach **Tab. 3.2** in beiden Untersuchungsfällen als leicht erhöhte bis vereinzelt als erhöhte Konzentrationen zu bewerten. Die ermittelten Jahresmittelwerte der PM₁₀-Gesamtbelastung sind in Bezug auf den Grenzwert für PM₁₀-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ nach **Tab. 3.2** in beiden Untersuchungsfällen als leicht erhöhte Konzentrationen zu bewerten. Die ermittelten Jahresmittelwerte der PM_{2.5}-Gesamtbelastung sind in Bezug auf den Grenzwert für PM_{2.5}-Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ nach **Tab. 3.2** in beiden Untersuchungsfällen als leicht erhöhte Konzentrationen zu bewerten.

6.2 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der Vegetation

Die Immissionsrechnungen wurden für ein Rechengebiet, das die Bereiche um die zu untersuchenden FFH-Gebiete umfasst, durchgeführt und die Stickstoffdepositionen innerhalb der FFH-Gebiete unter Berücksichtigung der Landnutzung ausgewertet.

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

Die Ergebnisse werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen des verkehrsbedingten Stickstoffeintrags in Bereiche der FFH-Gebiete dargestellt. Die grafische Umsetzung erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen

Punkt	Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	NO ₂ Jahresmittel	PM10 Jahresmittel	PM2.5 Jahresmittel
1	26	22	16
2	24	21	15
3	25	21	15
4	25	21	15
5	28	22	16
6	26	22	16
7	28	22	16
8	31	23	16
9	28	22	16
10	28	22	16
11	25	21	16
12	26	22	16
13	29	23	16
14	28	22	16
15	31	23	16
16	26	21	16
17	25	21	15
18	25	21	15
19	28	22	16
20	29	22	16
21	27	22	16
22	29	22	16
23	33	24	17
24	31	23	16
25	32	23	16

Tab. 6.1: Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den ausgewählten Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiet im Prognosenullfall. Lage der Punkte s. Abb. 4.1.

zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

Es werden die für die jeweiligen Varianten berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag (N-Deposition) in Böden, resultierend aus verkehrsbedingten NO_x- und NH₃-Einträgen in den untersuchten Bereichen der FFH-Gebiete und die Differenzen des Planfalls gegenüber dem Prognosenullfall dargestellt.

In Abhängigkeit von der Landnutzung ergeben sich unterschiedliche Depositionsgeschwindigkeiten (s. Kap. 3), die in unterschiedlichen Stickstoffdepositionen resultieren. Für bewaldete Bereiche wurden höhere Depositionsgeschwindigkeiten angesetzt als für die Bereiche

Punkt	Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	NO ₂ Jahresmittel	PM10 Jahresmittel	PM2.5 Jahresmittel
1	26	22	16
2	24	21	15
3	25	21	16
4	25	21	16
5	29	22	16
6	27	22	16
7	28	22	16
8	30	23	16
9	27	22	16
10	27	22	16
11	25	21	16
12	26	22	16
13	29	23	16
14	28	22	16
15	31	23	17
16	26	21	16
17	25	21	15
18	25	21	15
19	28	22	16
20	30	22	16
21	28	22	16
22	30	22	16
23	35	24	17
24	32	23	16
25	33	23	16

Tab. 6.2: Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den ausgewählten Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiet im Planfall. Lage der Punkte s. Abb. 4.1.

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.

Die Farblegende zur Darstellung des verkehrsbedingten zusätzlichen Stickstoffeintrags wird mit einer Unterteilung in Schritten von $0.5 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ gewählt und wird um die geringste Stufe von $0.3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ 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).

Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass die Angaben über den bestehenden Stickstoffeintrag („Vorbelastungsdaten Stickstoff“ (<http://gis.uba.de/website/depo1>) in Schritten von $1 \text{ kg N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ angegeben werden.

6.2.1 Stickstoffoxidimmissionen

Abb. 6.13 und **Abb. 6.14** zeigen die für das Bezugsjahr 2030 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 NO_x -Hintergrundbelastung wurde aus vorliegenden Messdaten abgeleitet (vgl. **Tab. 4.2**). Die im Untersuchungsgebiet gelegenen geschützten Vegetationsbereiche sind in den Darstellungen grün umrandet.

Im Prognosenufall (**Abb. 6.13**) führen die verkehrsbedingten Beiträge der A 1 zu flächenhaft erhöhten NO_x -Immissionen entlang der Autobahn, die im Fahrbahnbereich im Bereich der Lippeniederung mit entsprechend ausgeprägter Dammlage überwiegend bis $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und sonst deutlich über $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet sind. Mit zunehmendem Abstand zur A 1 nehmen die verkehrsbedingten Beiträge der A 1 zur NO_x -Gesamtbelastung ab, die ab einem Abstand von ca. 300 m, im Bereich der Lippeniederung durch die ausgeprägte Dammlage zum Teil auch bereits ab einem Abstand von ca. 200 m, Jahresmittelwerte von $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringer aufweisen. Damit sind im Untersuchungsgebiet für die geschützten Vegetationsflächen, die weniger als 200 m von A 1 entfernt liegen, NO_2 -Immissionen über $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. In größeren Entfernungen sind für die in den Lippenierungen gelegenen geschützten Vegetationsflächen überwiegend NO_x -Gesamtbelastungen bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Für die geschützten Vegetationsflächen südwestlich von Rünthe unterscheiden sich die ermittelten NO_x -Jahresmittelwerte nur geringfügig von der angesetzten Hintergrundbelastung von $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Für den Planfall (**Abb. 6.14**) sind bedingt durch den 6-streifigen Ausbau und der damit verbundenen Zunahme der Verkehrsbelastung sowie des Auseinanderrückens der äußeren Fahrspuren gewisse Zunahmen der flächenhaft erhöhten NO_x -Gesamtbelastung entlang der A 1 ermittelt. Im Fahrbahnbereich sind auf Höhe der Lippeniederung durch die geplanten Lärmschutzbauten sowie das Auseinanderrücken der äußeren Fahrspuren gewisse Abnahmen der NO_x -Immissionen berechnet, die aber überwiegend weiterhin Jahresmittelwerte bis $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen; bis zu einem Abstand von ca. 220 m sind NO_x -Immissionen über

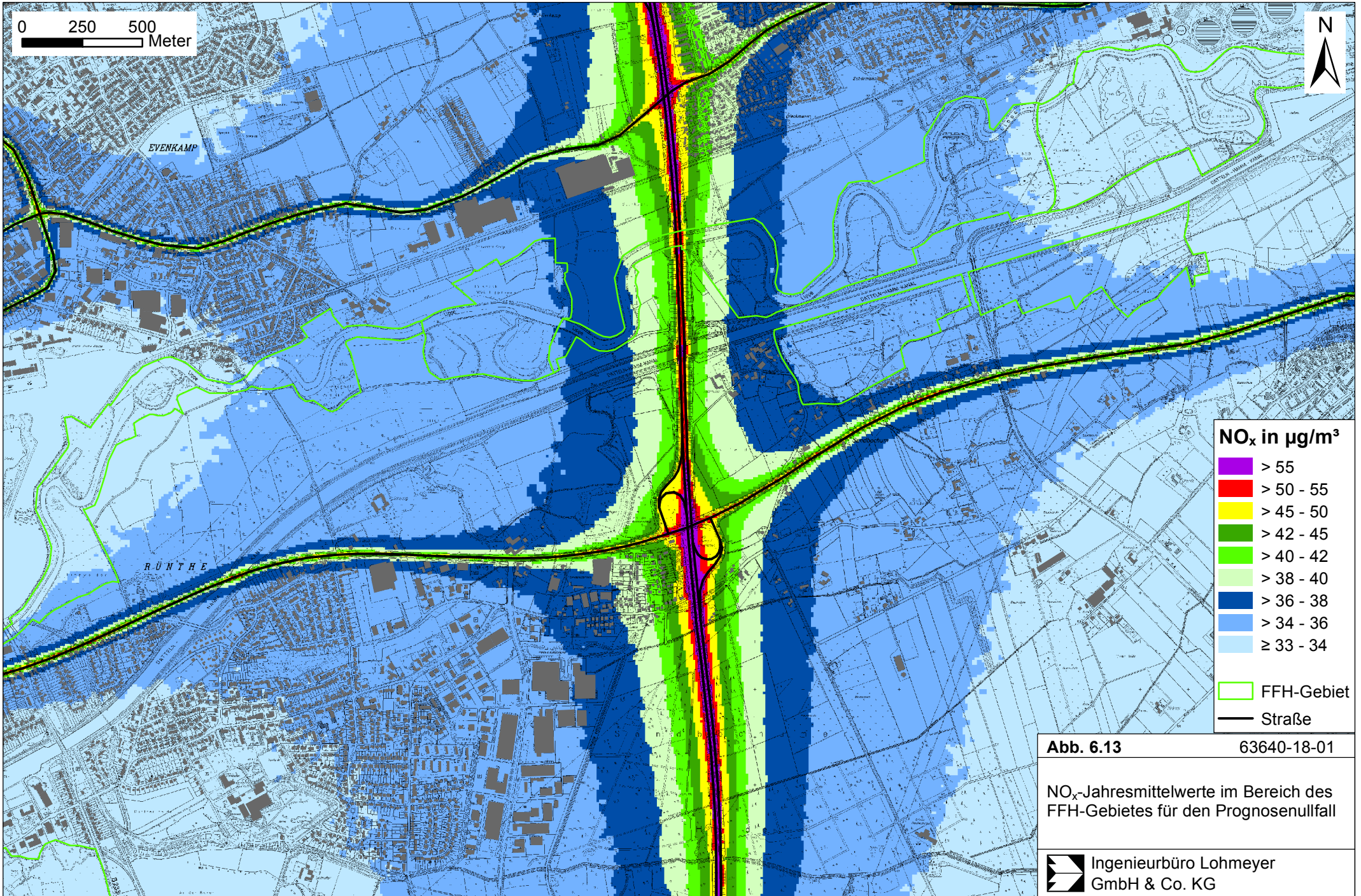
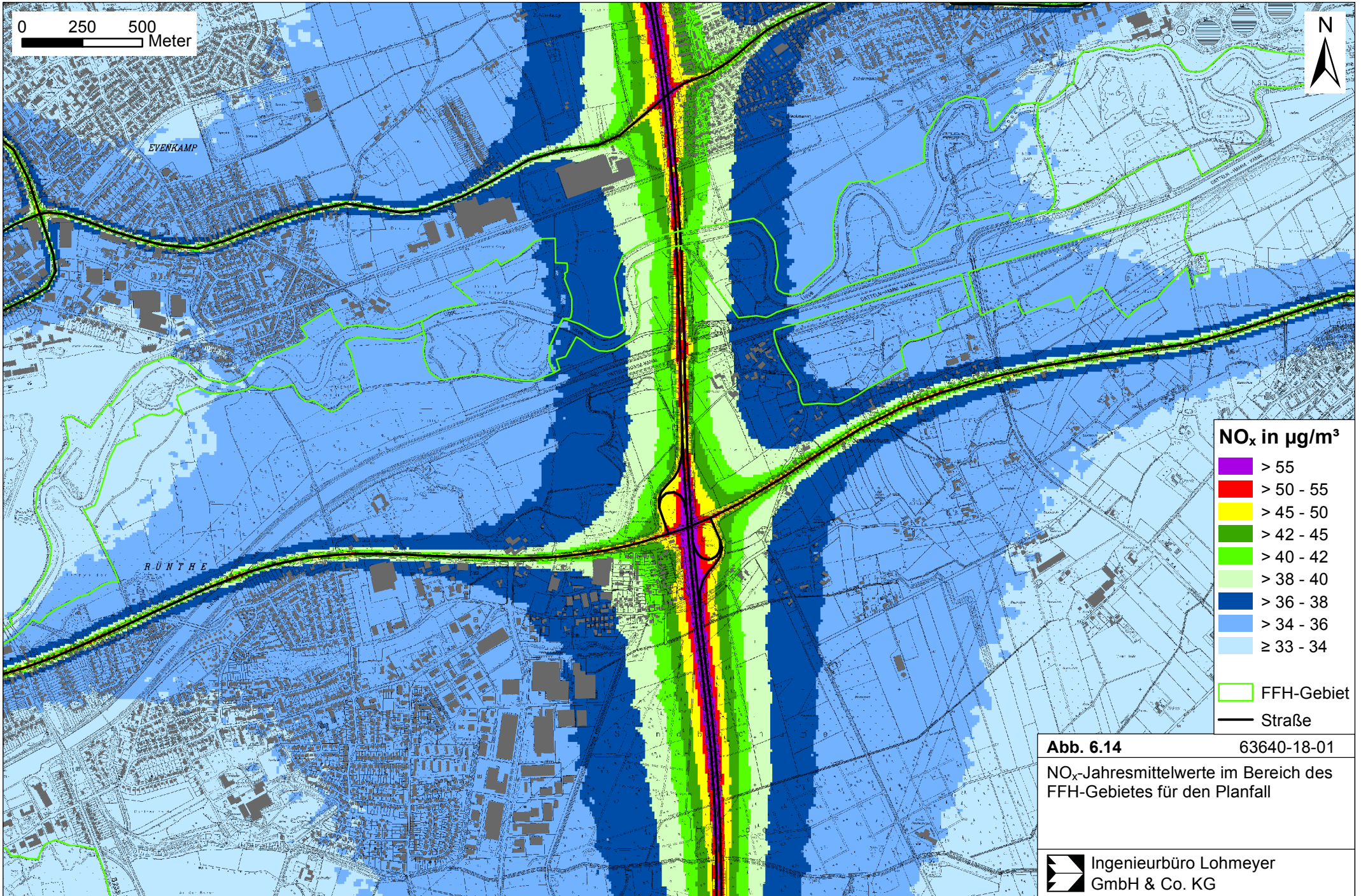


Abb. 6.13 63640-18-01

NO_x-Jahresmittelwerte im Bereich des FFH-Gebietes für den Prognosenullfall



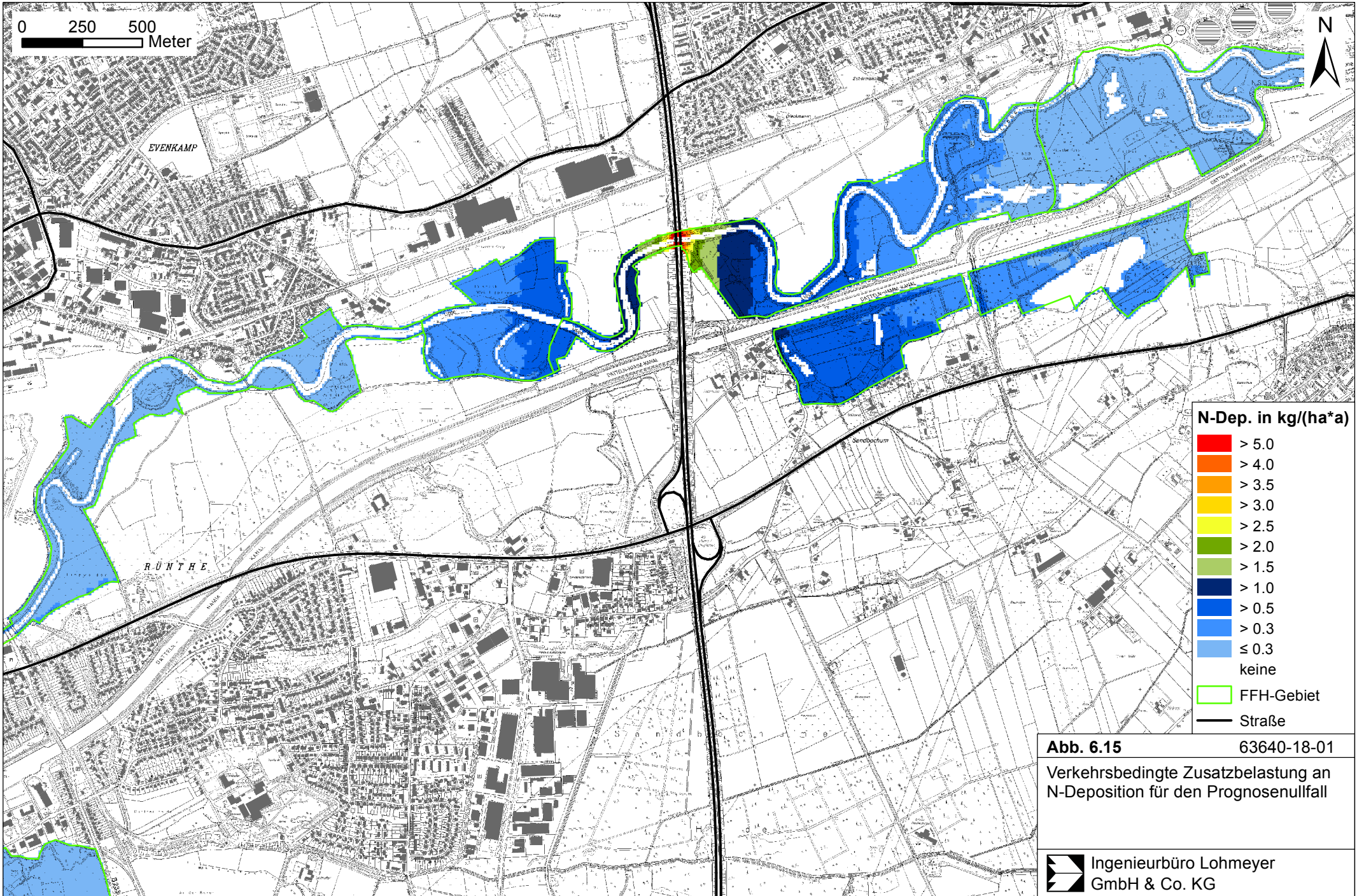
38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Nördlich und südlich der Lippeniederung sind im Fahrbahnbereich der A 1 wie im Prognosenullfall NO_x -Jahresmittelwerte über 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Für in den Lippeniederung gelegene geschützte Vegetationsbereiche, die weniger als 220 m von der A 1 entfernt liegen, sind NO_x -Gesamtbelastungen über 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und aufgrund der geplanten Lärmschutzbauten überwiegend bis 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. In größeren Entfernungen sind zum Prognosenullfall vergleichbare NO_x -Immissionen bis 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet, so auch an den südwestlich von Rünthe gelegenen geschützten Vegetationsflächen.

6.2.2 Stickstoffdeposition

Abb. 6.15 und **Abb. 6.16** zeigen die berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag (N-Depositionen) resultierend aus den straßenverkehrsbedingten NO_x - und Ammoniaketrägen des jeweiligen Betrachtungsfalles. Die geschützten Vegetationsflächen sind in den Darstellungen grün umrandet.

Im Prognosenullfall (**Abb. 6.15**) sind an den zur A 1 direkt angrenzenden Vegetationsflächen der FFH-Gebiete zum Teil Stickstoffeinträge über 5.0 $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet, die mit zunehmendem Abstand zur Autobahn abnehmen und westlich der A 1 ab einem Abstand von ca. 300 m Eintragsraten von 1 $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ oder geringer aufweisen. Vergleichbare Stickstoffeinträge sind östlich der A 1 durch Überlagerung mit verkehrsbedingten Beiträgen der L 736 teilweise erst ab einem Abstand von ca. 450 m abgeleitet. Ab einem Abstand von ca. 1.5 km zur A 1 sind beidseitig der Autobahn überwiegend Eintragsraten von 0.3 $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ oder geringer abgeleitet. Vergleichbare Stickstoffeinträge sind für das FFH-Gebiet südwestlich von Rünthe berechnet.

Für den Planfall (**Abb. 6.16**) sind an den zur A 1 direkt angrenzenden Vegetationsflächen der FFH-Gebiete weiterhin zum Teil Stickstoffeinträge über 5.0 $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet, die östlich der A 1 aufgrund der geplanten Lärmschutzwände eine gewisse Abnahme der Eintragsraten gegenüber dem Prognosenullfall aufweisen. Ähnlich wie im Prognosenullfall sind ab einem westlichen Abstand von ca. 300 m und ab einem östlichen Abstand von ca. 450 m Stickstoffeinträge von 1.0 $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ oder geringer berechnet, die ab einem Abstand von ca. 1.5 km zu A 1 beidseitig Eintragsraten von 0.3 $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ oder geringer aufweisen. Für das südwestlich von Rünthe gelegene FFH-Gebiet sind zum Prognosenullfall vergleichbare Stickstoffeinträge bis 0.3 $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt.



0 250 500
Meter



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

Red	> 5.0
Orange	> 4.0
Yellow-Orange	> 3.5
Yellow	> 3.0
Light Yellow	> 2.5
Light Green	> 2.0
Green	> 1.5
Dark Blue	> 1.0
Blue	> 0.5
Light Blue	> 0.3
Very Light Blue	≤ 0.3
White	keine
Green outline	FFH-Gebiet
Black line	Straße

Abb. 6.15 63640-18-01
Verkehrsbedingte Zusatzbelastung an
N-Deposition für den Prognosenullfall

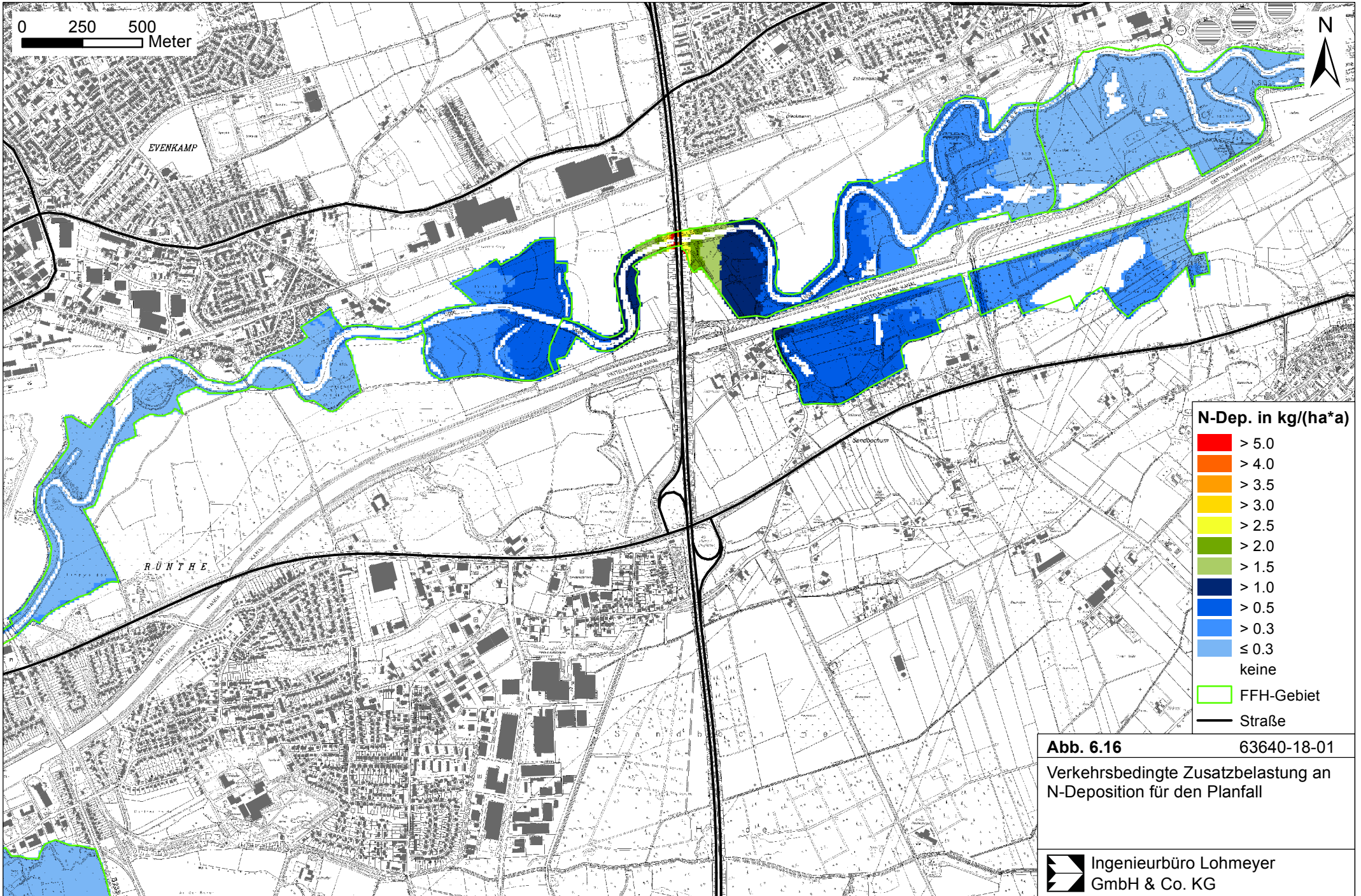


Abb. 6.16 63640-18-01
 Verkehrsbedingte Zusatzbelastung an
 N-Deposition für den Planfall

Die Änderungen der Stickstoffdeposition im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall sind für geschützte Vegetationsflächen, die mehr als 100 m von der A 1 entfernt liegen geringer als $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet. Änderungen des Stickstoffeintrages über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ beschränken sich auf den Nahbereich der A 1 und sind in **Abb. 6.17** dargestellt. An den direkt an die A 1 angrenzenden östlichen Bereiche der geschützten Vegetationsflächen sind aufgrund der geplanten Lärmschutzbauten überwiegend Abnahmen der Stickstoffeintragsraten mit zum Teil mehr als $2 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet, an den westlichen gelegenen, direkt angrenzenden FFH-Flächen sind vereinzelt Zunahmen um mehr als $2 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ abgeleitet.

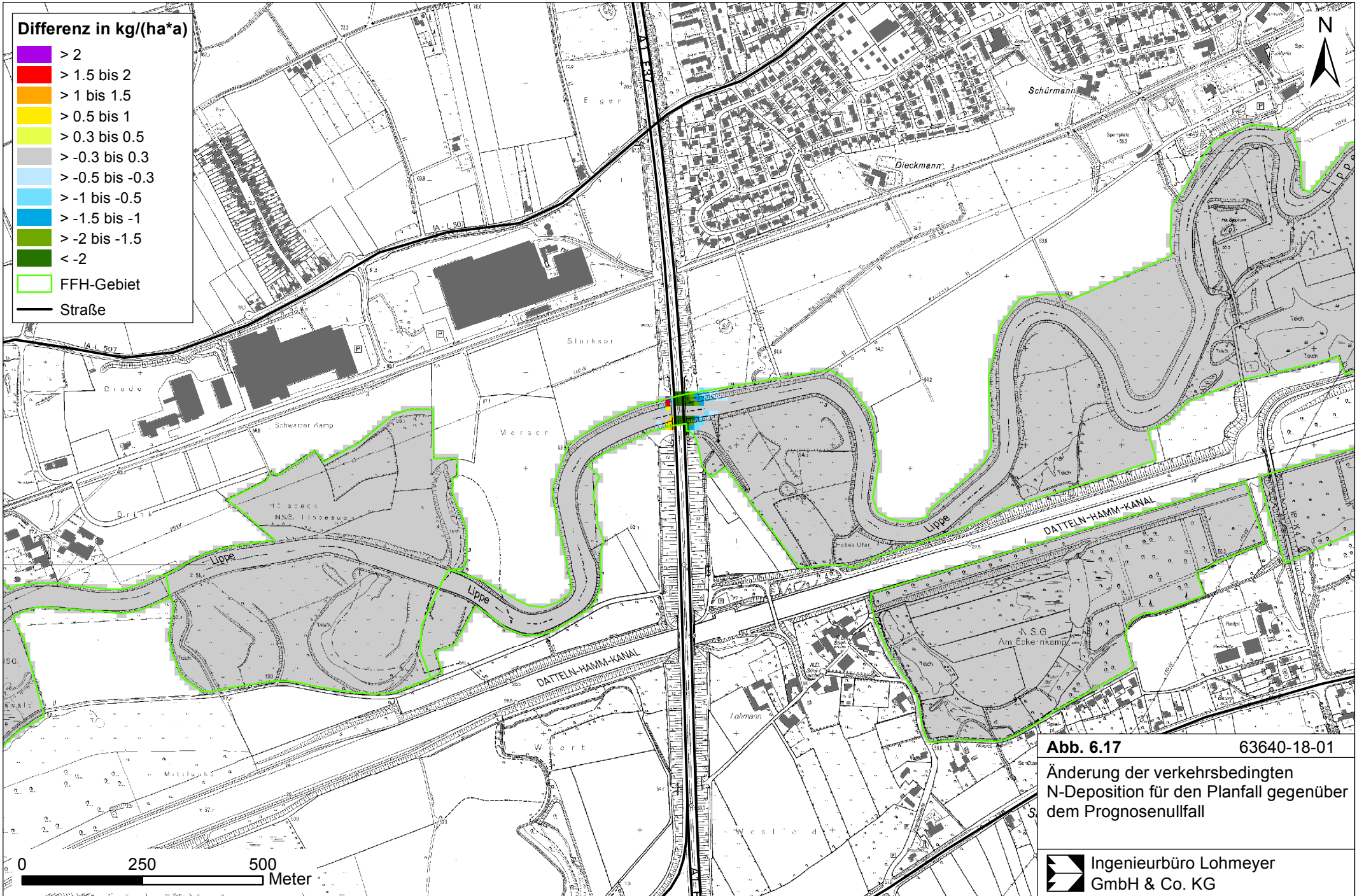


Abb. 6.17 63640-18-01
 Änderung der verkehrsbedingten
 N-Deposition für den Planfall gegenüber
 dem Prognosenullfall

Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG

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.
- Aviso (2017): Fortschreibung der Verkehrsuntersuchung 6-streifiger Ausbau A1, AK Kamen (o) bis AS Hamm-Bockum/Werne (m), Prognose 2030. AVISO GmbH, Aachen, Oktober 2017.
- Bachhiesl, M., Narodoslawsky, M., Sturm, P.-J. (2002): Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen. UVP-report 1+2/2002.
- Bächlin, W., Böisinger, 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 Ausbreitungsrechnungen. 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.
- 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 PM2.5 an den Immissionsschutz? In: Immissionsschutz 3/09.
- CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook. EEA (European Environment Agency). Publish date: 05.12.2007. In: Technical report No 16/2007.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of the health impacts of exposure to PM2.5 at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate change, June 2009.
- 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.
- Düring und Lohmeyer (2011): Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt 70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.

- 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., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangparameter 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.
- LANUV (2011a-2017a, 2018): EU-Jahreskenngroßen 2010-2017. Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- LANUV (2011b-2017b): Kurzfassung Jahreskenngroßen 2010-2016. Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Hg.: Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe.

- 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.
- Lohmeyer (2001): Validierung von PM10-Immissionsberechnung im Nahbereich von Straßen und Quantifizierung der Feinstaubausbildung von Straßen. Auftraggeber: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, Berlin und Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden. Bericht des Ing.-Büro Lohmeyer, Karlsruhe und Dresden, Juni 2001. Herunterladbar unter www.Lohmeyer.de/literatur.htm
- Lohmeyer (2003): Feinstaub- und Schadgasbelastungen in der Göttinger Straße, Hannover. Ingenieurbüro Dr.-Ing. Achim Lohmeyer, Karlsruhe. Projekt 1847, Februar 2003. Gutachten im Auftrag von Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLÖ), Hannover.
- Lohmeyer (2003): Quantifizierung der PM10-Emissionen durch Staubaufwirbelung und Abrieb von Strassen auf Basis vorhandener Messdaten. Erstellt vom Ingenieurbüro Lohmeyer (Feb. 2003) in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg und UMEG Karlsruhe für das Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg. Herunterladbar unter www.lohmeyer.de/literatur.htm.
- Lohmeyer (2004): FE 02.222/2002/LRB, PM10-Emissionen an Außerortsstraßen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach, Projekt 70016-03-10, Berichtsentwurf vom 30.04.2004.
- 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 Environmental Research Institut / Denmark.
http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/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.

- 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-Reinhalte 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.
- TREMODO (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2003): Umweltdaten Deutschland online <http://www.env-it.de/umweltdaten/open.de>.
- UBA (2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3/Mai 2017. Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. <http://www.hbefa.net/>.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.

- VDI (2000): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell, VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI, Düsseldorf, September 2000.
- VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.
- VDI (2006): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 5. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2006.

A N H A N G A 1
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 wird dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft.

A N H A N G A 2
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 verkehrserzeugter Schadstoffbelastungen

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

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

Strömungs- und Ausbreitungsmodellierung

Die Ausbreitung wird mit dem Lagrange'schen Partikelmodell LASAT (Janicke, 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 Immissionskenngößen für die Gesamtbelastung aus den Kenngößen für die Hintergrundbelastung und die Zusatzbelastung erfolgt nach dem in der TA Luft 86 in Anhang D angegebenen Verfahren.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt nach Romberg et al. (1996), 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 3945 Blatt 3 „Partikelmodelle“ (VDI, 2000) und ist Grundlage des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 der neuen TA Luft (2002), das vom Ingenieurbüro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt wurde.

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

Es werden folgende physikalische Vorgänge zeitabhängig simuliert:

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

Eine Abgasfahnenüberhöhung wird parametrisch erfasst. Das Gelände kann eben oder gegliedert sein und Gebäude enthalten, deren Umströmung berücksichtigt wird. In ebenem Gelände werden die zeitabhängigen meteorologischen Größen durch ein ebenes Grenzschichtmodell beschrieben. Dieses greift auf einfache Parameter zur Charakterisierung der Wettersituation zurück, wie z.B. eine Klassierung nach TA Luft oder KTA, oder es wird direkt über die Monin-Obukhov-Länge und die Mischungsschichthöhe parametrisiert. Darüber

hinaus können aber auch Vertikalprofile, wie sie von SODAR-Geräten zur Verfügung gestellt werden, oder Messreihen eines Ultraschall-Anemometers verarbeitet werden.

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

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

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

zierten 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 Zählraten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10 %.

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

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen,

ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20 % aufweisen.

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

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

A N H A N G A 3
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

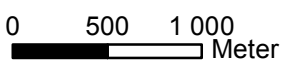
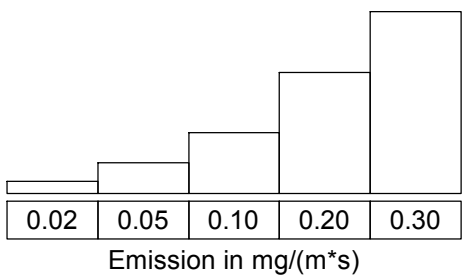
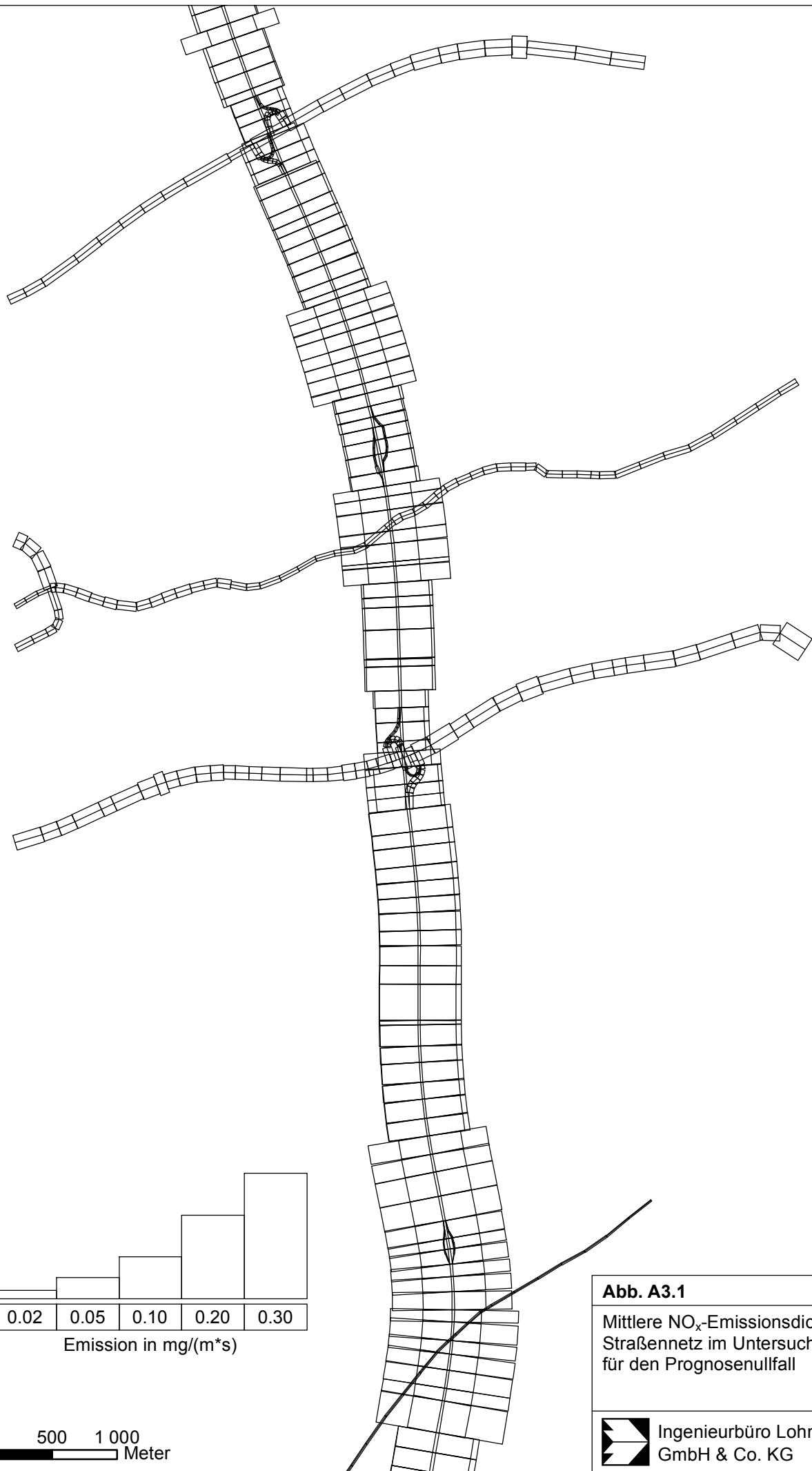


Abb. A3.1

63640-18-01

Mittlere NO_x -Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosefall



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

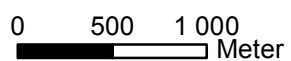
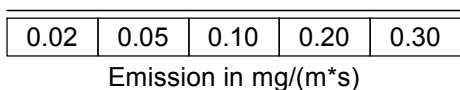
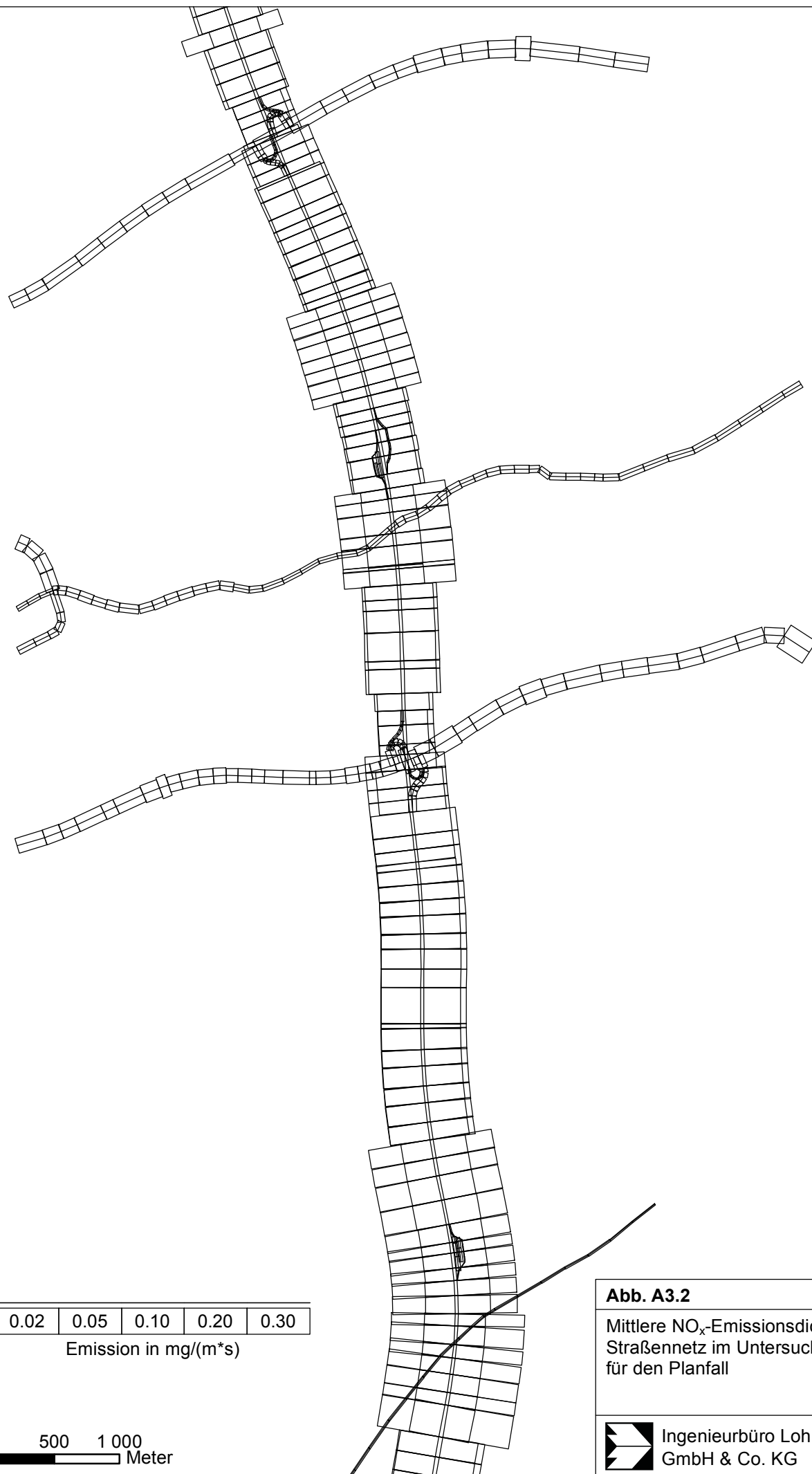


Abb. A3.2 63640-18-01

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

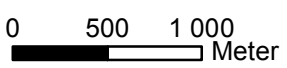
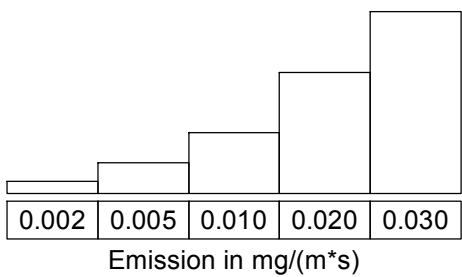
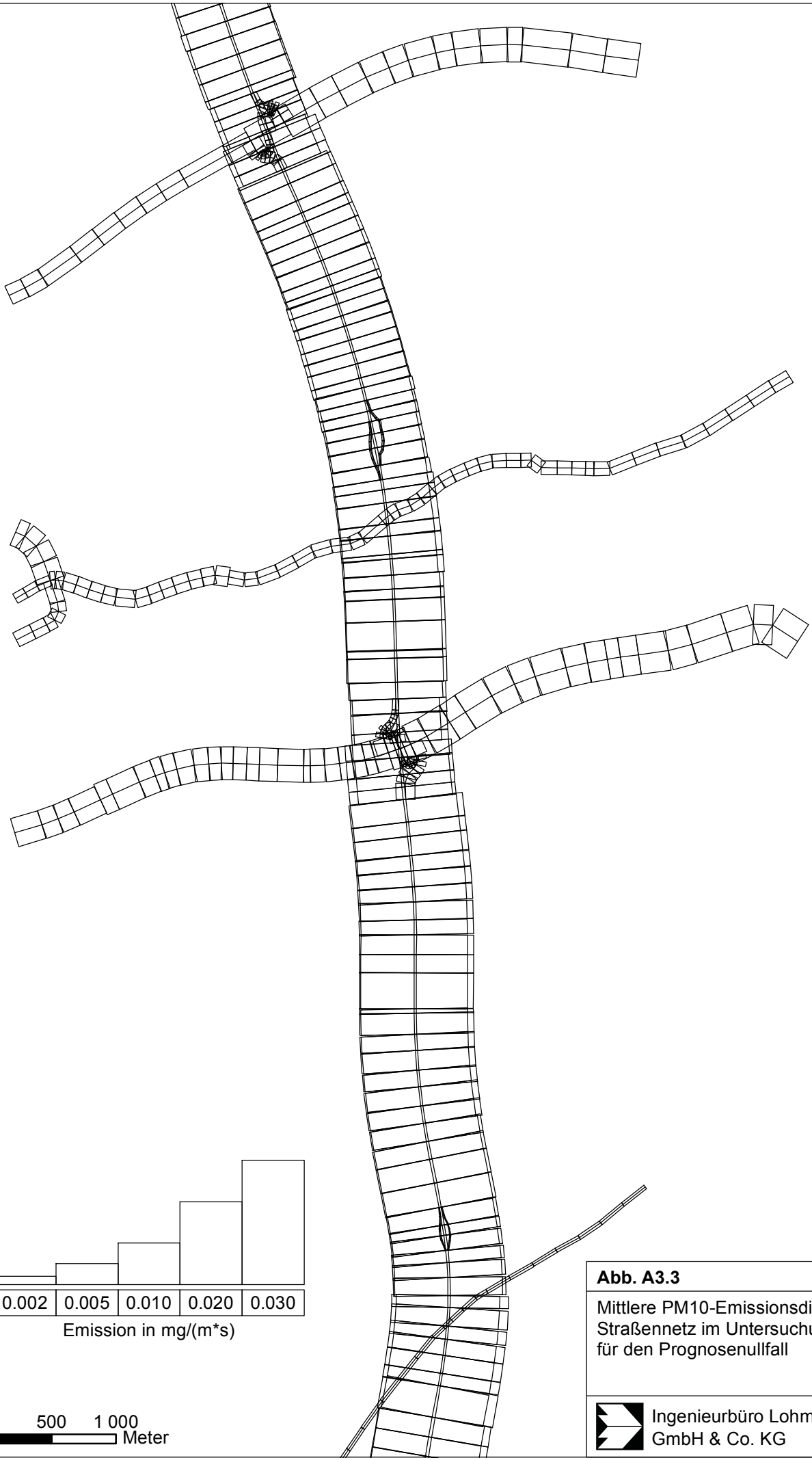


Abb. A3.3 63640-18-01
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosefall

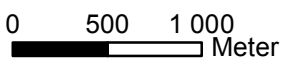
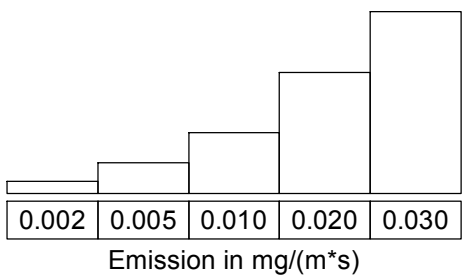
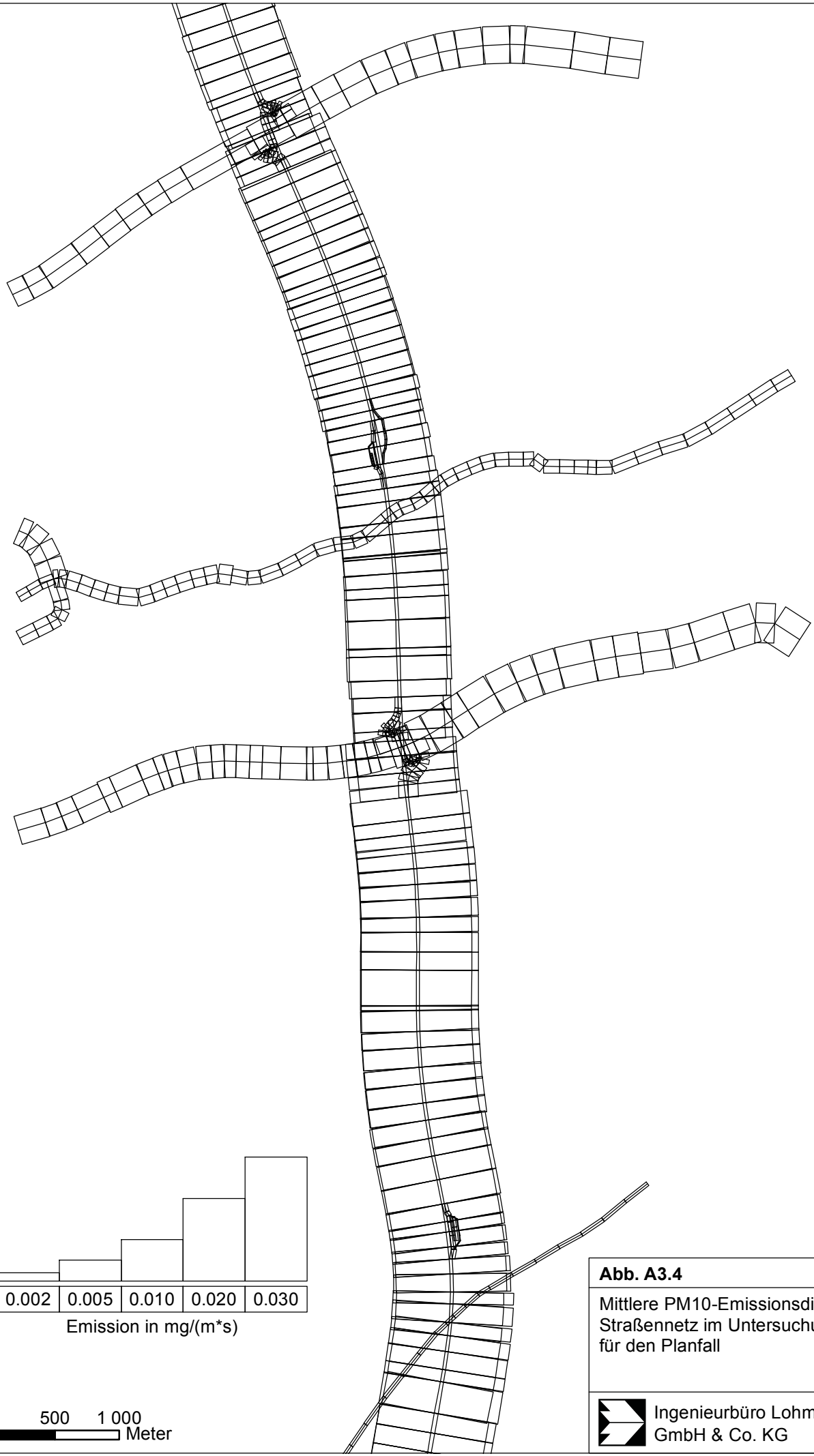


Abb. A3.4 63640-18-01

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

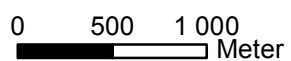
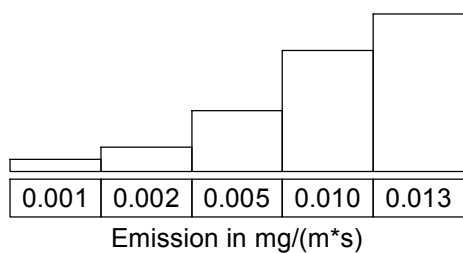
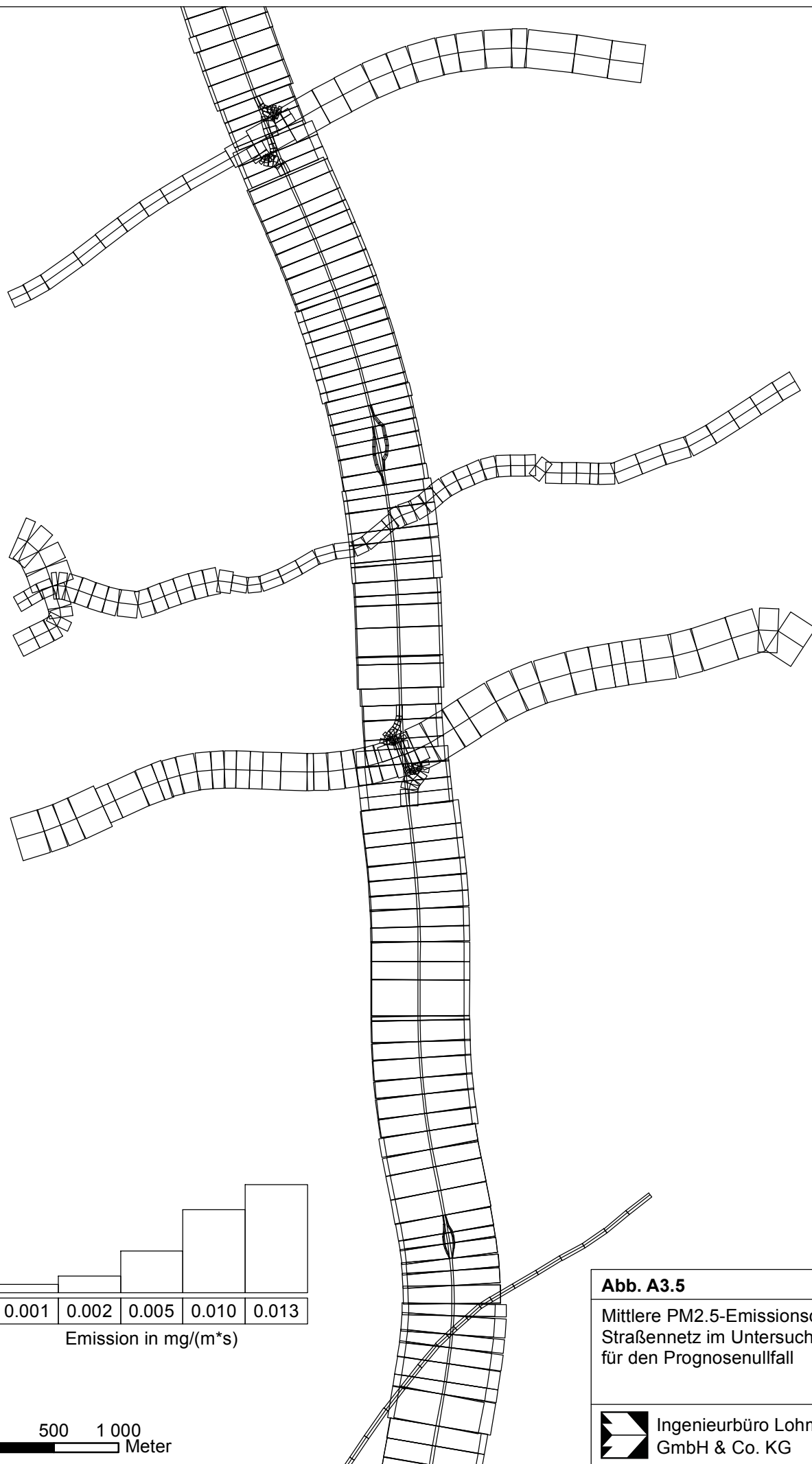


Abb. A3.5

63640-18-01

Mittlere PM_{2.5}-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognoseullfall



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

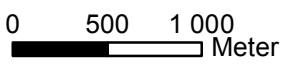
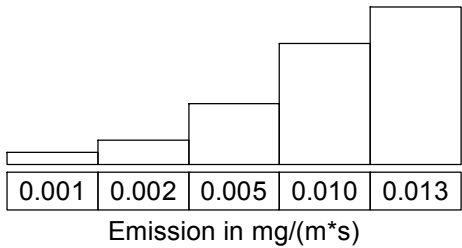
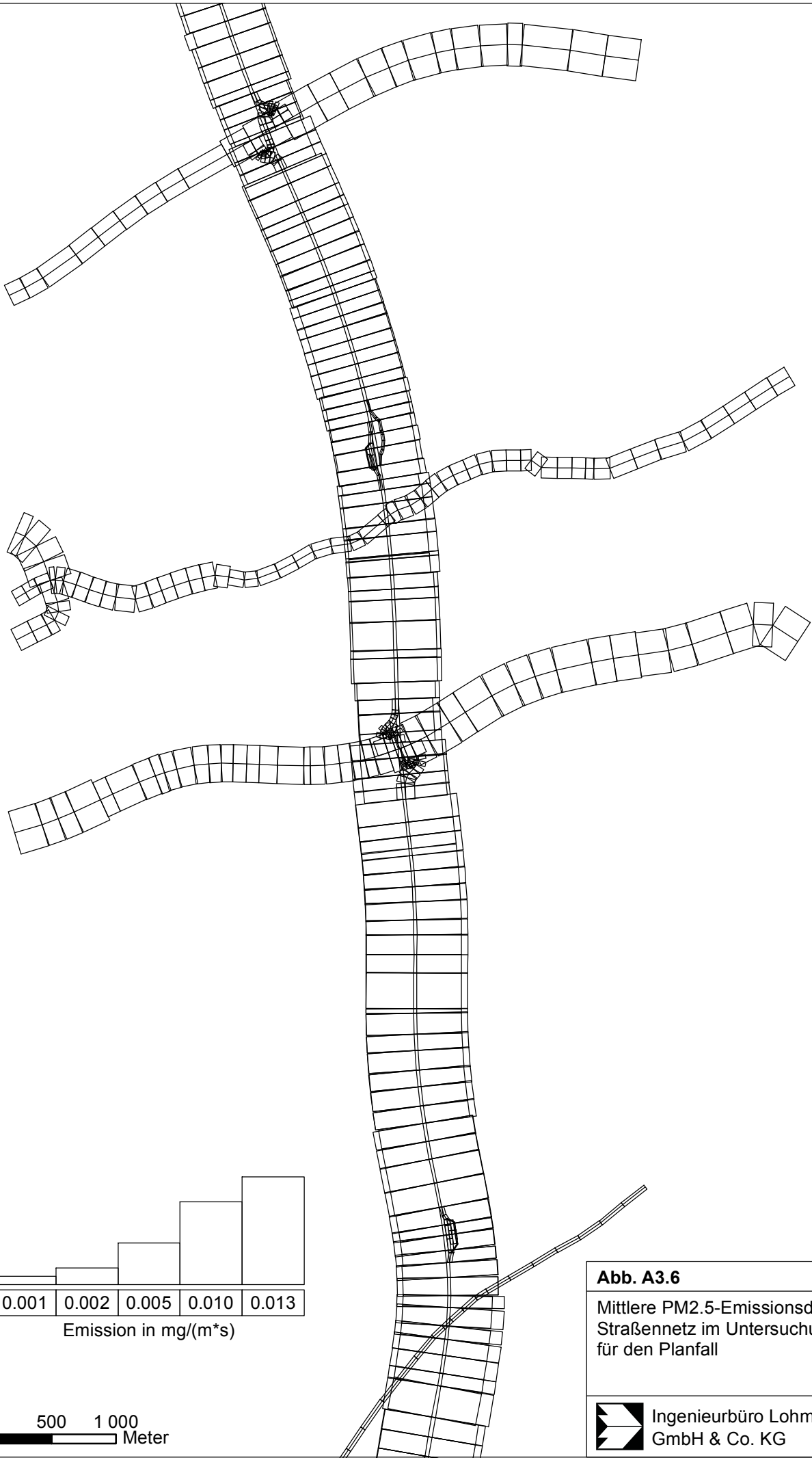


Abb. A3.6 63640-18-01
Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall