

Planfeststellung
für die
Sanierung der L 239
im Bereich Ratingen Schwarzbachtal
von Bau-km 0+000 bis Bau-km 2+910

Regierungsbezirk : Düsseldorf
Kreis : Mettmann
Stadt/Gemeinde : Ratingen
Gemarkung : Hasselbeck
Kreis : Mettmann
Stadt/Gemeinde : Stadt Mettmann
Gemarkung : Metzkausen

Luftschadstoffgutachten
bestehend aus 103 Seiten

Aufgestellt:

Mönchengladbach, den 05.05.2022
Der Leiter der Regionalniederlassung Niederrhein

I. A.

(Ekkehard Deußen)

Satzungsgemäß ausgelegen

Festgestellt gemäß Beschluss vom heutigen Tage

in der Zeit vom _____
bis _____ (einschließlich)

in der Stadt/ Gemeinde:

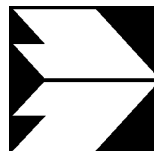
Zeit und Ort der Auslegung des Planes sind rechtzeitig vor
Beginn der Auslegung ortsüblich bekannt gemacht worden.

Stadt/ Gemeinde _____

(Unterschrift)

(Dienstsiegel)

(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 DIE SANIERUNG DER L 239
IM BEREICH RATINGEN SCHWARZBACHTAL
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES
STICKSTOFFEINTRAGS**

Auftraggeber: Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen
Regionalniederlassung Niederrhein
Breitenbachstraße 90
41065 Mönchengladbach

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

Dr.-Ing. T. Flassak

April 2019
Projekt 63704-18-01
Berichtsumfang 100 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	18
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung	24
5 EMISSIONEN	28
5.1 Betrachtete Schadstoffe.....	28
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	28
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	28
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	34
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	35
6 IMMISSIONEN.....	37
6.1 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit.....	37
6.1.1 Stickstoffdioxidimmissionen.....	37
6.1.2 Feinstaubimmissionen (PM10)	45
6.1.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5)	51
6.2 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der Vegetation.....	55
6.2.1 Stickstoffoxidimmissionen.....	56

6.2.2 Stickstoffdeposition.....	61
7 LITERATUR	68
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	74
A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	78
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE.....	85

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

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

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

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

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

Verkehrssituation

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

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

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

NO_x zum Schutz der Vegetation

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide (NO_x) von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Dieser „kritische Wert“ ist ein auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse festgelegter Wert, dessen Überschreitung unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Niederrhein, plant derzeit die Sanierung der L 239 im Bereich Ratingen Schwarzbachtal im Streckenabschnitt zwischen der A 44 und der A 3. Im Plangebiet befinden sich angrenzende Wohngebäude sowie flächenhafte Ausweisungen von Naturschutzgebieten, die zum Teil an den geplanten Streckenabschnitt der L 239 angrenzen. 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 mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes sowie für den Planfall mit Aufhebung des LKW-Fahrverbotes unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrsprognosedaten im Prognosejahr 2030 und Emissionsfaktoren der aktuellen Emissionsdatenbank (HBEFA Version 3.3, 2017) vorgelegt. Im Zuge der Planungen rücken die Fahrwege teilweise näher an bestehende Wohngebäude und geschützte Vegetationsflächen heran.

In diesem Gutachten wurden die Immissionen ermittelt, die durch den Kfz-Verkehr unter Berücksichtigung der vorherrschenden Hintergrundbelastung und der lokalen Windverhältnisse zu erwarten sind. Betrachtet wurden basierend auf den o.g. Verkehrsdaten die Immissionen im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit für das Bezugsjahr 2023, dem frühesten Zeitpunkt der Realisierung der Planungen. Betrachtet wurden die Schadstoffe NO₂ und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2.5}). Die Beurteilung erfolgte im Vergleich mit geltenden Beurteilungswerten, das sind Grenzwerte der 39. BImSchV, sowie im Vergleich zum Prognosenullfall.

Weiterhin wurden die NO_x-Immissionen und die Stickstoffdeposition resultierend aus straßenverkehrsbedingten NO_x- und Ammoniaketrägen für geschützte Vegetationsbereiche entsprechend den Konventionen des Forschungsberichtes der BAST (2013) „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ für das Bezugsjahr 2030 berechnet.

Die Daten zum prognostizierten Verkehrsaufkommen auf den Straßen im Untersuchungsgebiet wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Aus den Verkehrsbelegungsdaten wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten Emissionsfaktoren die Emissionen auf allen Straßenabschnitten für die betrachteten Bezugsjahre berechnet.

Die Immissionsberechnungen erfolgen mit dem Straßennetzmodell PROKAS, wobei als Ausbreitungsmodell das dreidimensionale Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrangemodell in Erweiterung des Modells der TA Luft, www.janicke.de) verwendet wird, unter

Einbeziehung der lokalen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik, der topografischen Gegebenheiten, der berechneten Emissionen des Kfz-Verkehrs auf den Straßen und der aus Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung.

In allen drei Untersuchungsfällen, d. h. im Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen, im Planfall unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes und im Planfall unter Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes, sind die höchsten NO₂-Immissionen im Untersuchungsgebiet entlang den Autobahnen im Untersuchungsgebiet ermittelt, die im Nahbereich der A 3 und der A 44 Jahresmittelwerte über 45 µg/m³ aufweisen. Mit zunehmenden Abstand zu den Autobahnen sind geringere NO₂-Immissionen ermittelt, die bis zu einem Abstand von ca. 150 m zur A 3 sowie bis zu einem Abstand zwischen 50 m südlich und 80 m nördlich zur A 44 Jahresmittelwerte über 28 µg/m³ aufweisen. In allen drei betrachteten Untersuchungsfällen sind an der zur A 3 nächstgelegenen Bebauung Jahresmittelwerte der NO₂-Immissionen vereinzelt bis knapp über 36 µg/m³ berechnet. An der zur A 44 nächstgelegenen Bebauung sind die NO₂-Immissionen vereinzelt bis 28 µg/m³ ermittelt.

Im Bereich des beplanten Abschnittes der L 239 ist im Prognosenullfall die NO₂-Gesamtbelastung im Nahbereich der Straße vereinzelt bis 32 µg/m³ ermittelt. Damit verbunden sind an der zur L 239 nächstgelegenen Wohnbebauung prognostizierte NO₂-Gesamtbelastungen vereinzelt bis 30 µg/m³. Die in den Planfällen deutlich höheren Verkehrsaufkommen und den damit verbundenen höheren verkehrsbedingten Stickstofffreisetzungen führen entlang der L 239 zu einer gewissen Zunahme der NO₂-Gesamtbelastung; dabei sind gegenüber dem Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes für den Planfall mit Aufhebung des LKW-Fahrverbotes nur geringfügig höhere NO₂-Immissionen prognostiziert. An der zur L 239 nächstgelegenen Wohnbebauung sind in beiden Planfällen NO₂-Jahresmittelwerte vereinzelt bis 32 µg/m³ ermittelt.

An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind in allen drei Untersuchungsfällen überwiegend geringe NO₂-Gesamtbelastungen prognostiziert, deren Jahresmittelwerte zur Hintergrundbelastung von 23 µg/m³ vergleichbar sind.

Damit wird in allen drei Untersuchungsfällen der Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung nicht erreicht und nicht überschritten, mit Ausnahme von der zur A 3 nächstgelegenen Bebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Die PM₁₀-Belastungen (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet sind allen drei Untersuchungsfällen im Nahbereich der A 3 bis 36 µg/m³ und im Nahbereich der A 44 bis 28 µg/m³

berechnet. Entlang des beplanten Abschnittes der L 239 sind im Prognosenullfall westlich der Schwarzbachquerung die PM10-Gesamtbelastungen überwiegend bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, östlich der Querung unterscheiden sich die ermittelten Jahresmittelwerte auch im Nahbereich der L 239 nur geringfügig von der PM10-Hintergrundbelastung von $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Diese sind aufgrund der in den Planfällen höher abgeleiteten PM10-Freisetzen sowohl bei Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes als auch bei Aufhebung des LKW-Fahrverbotes um ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöht und in den Planfällen westlich der Schwarzbachquerung bis $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und östlich bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Nahbereich der L 239 prognostiziert.

An der zur A 3 nächstgelegenen Bebauung sind PM10-Jahresmittelwerte vereinzelt bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der übrigen Wohnbebauung sind die ermittelten Immissionen deutlich geringer und an der Wohnbebauung entlang der L 239 im Prognosenullfall bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in den Planfällen vereinzelt bis $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Damit wird in beiden Untersuchungsfällen sowohl der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als auch der Schwellenwert von $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der Überschreitungshäufigkeit des Kurzzeitgrenzwertes deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Die PM2.5-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwerte) sind für alle drei Untersuchungsfälle an der gesamten Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet nur vereinzelt Immissionen bis $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An zur L 239 nächstgelegener Wohnbebauung sind in den Planfällen vereinzelt PM2.5-Jahresmittelwerte bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Prognosenullfall bis $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der übrigen Wohnbebauung sind überwiegend geringere Gesamtbelastungen ermittelt, die sich nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterscheiden. Damit werden in allen drei Untersuchungsfällen sowohl der derzeit geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als auch der ab 2020 einzuhaltende Richtgrenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Für die geschützten Vegetationsbereich ist festzuhalten, dass in allen Untersuchungsfällen die relativ höchsten NO_x -Immissionen im Bereich des zur A 3 nächstgelegenen Naturschutzgebietes ermittelt sind, die bis zu einem Abstand von ca. 250 m Jahresmittelwerte über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an den zur A 3 nächstgelegenen Flächen vereinzelt bis $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Damit verbunden sind Eintragsraten der N-Deposition über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$, die an den zur A 3 nächstgelegenen Flächen vereinzelt deutlich über $5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt sind.

An den zur L 239 nächstgelegenen geschützten Vegetationsbereichen sind in allen Untersuchungsfällen auf Höhe der Schwarzbachquerung NO_x -Immissionen über $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Die in diesem Bereich ermittelten Eintragsraten der N-Deposition sind an den zur L 239 direkt angrenzenden geschützten Vegetationsflächen im Prognosenullfall bis

5 kg/(ha*a) und in den Planfällen über 5 kg/(ha*a) berechnet. Ab einem Abstand von ca. 40 m im Prognosenullfall und in den Planfällen von ca. 50 m sind Eintragsraten unterhalb von 0.5 kg/(ha*a) ermittelt. Für die übrigen geschützten Vegetationsbereiche sind überwiegend zur Hintergrundbelastung von 35 µg/m³ vergleichbare NO_x-Immissionen und Eintragsraten der N-Deposition von 0.3 kg/(ha*a) oder geringer berechnet.

Durch den Ausbau der L 239 bedingte Änderungen der N-Deposition über 0.3 kg/(ha*a) sind im gesamten Untersuchungsgebiet nur an den direkt an die L 239 angrenzenden geschützten Vegetationsflächen auf Höhe der Schwarzbachquerung abgeleitet. An diesen Flächen führt der geplante Ausbau bei Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes zu Zunahmen bis 2 kg/(ha*a), bei Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes zu Zunahmen knapp über 2 kg/(ha*a). Dabei ist zu beachten, dass diese Flächen bereits derzeit zum Teil als Fahrbahnflächen genutzt werden.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass die geplante Sanierung der L 239 mit einer gewissen Zunahme der Immissionen entlang der L 239 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 zum Schutz der menschlichen Gesundheit für NO₂- PM10- und PM2.5-Jahresmittelwerte an der Wohnbebauung im Bereich der L 239 weiterhin deutlich nicht erreicht und nicht überschritten werden. Die Umsetzung der Sanierungsplanungen ist bezogen auf die Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (39. BImSchV) aus lufthygienischer Sicht nicht abzulehnen. Ergänzend sind die zu erwartenden Änderungen des verkehrsbedingten Stickstoffeintrages in geschützte Vegetationsbereiche quantitativ aufgezeigt.

2 AUFGABENSTELLUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen plant derzeit die Sanierung der L 239 im Bereich Ratingen Schwarzbachtal im Streckenabschnitt zwischen der A 44 und der A 3. Im Plangebiet befinden sich angrenzende Wohngebäude sowie flächenhafte Ausweisungen von Naturschutzgebieten, die zum Teil an den beplanten Streckenabschnitt angrenzen.

Für die Planungen ist ein Luftschadstoffgutachten zu erstellen, welches die Auswirkungen der Straßenplanung auf die Luftschadstoffbelastung an Wohnbebauung sowie die Auswirkungen auf den Stickstoffeintrag in entsprechende Naturschutzgebiete 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 geschützten Vegetationsbereiche im Untersuchungsgebiet sind die zu erwartenden Stickstoffeinträge zu berechnen. Dabei müssen die örtlichen Ausbreitungsverhältnisse im Plangebiet berücksichtigt werden, die aufgrund des strukturierten Geländes durch entsprechend geländefolgend geführte Windströmungen beeinflusst sind.

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 sich durch die zu betrachtenden Szenarien bzw. Planungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) an beurteilungsrelevanter Bebauung entlang der L 239 unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt sind, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v.a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO₂ und PM₁₀ die 22. BImSchV ersetzt.

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

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

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit

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

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

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

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

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, PM_{2.5}) 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 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-Depo-

sition 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 Naturschutzgebiete sind überwiegend von Acker- und Wiesenflächen bedeckt, zudem sind bewaldete Flächen vorzufinden. 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	NO ₂	NH ₃
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

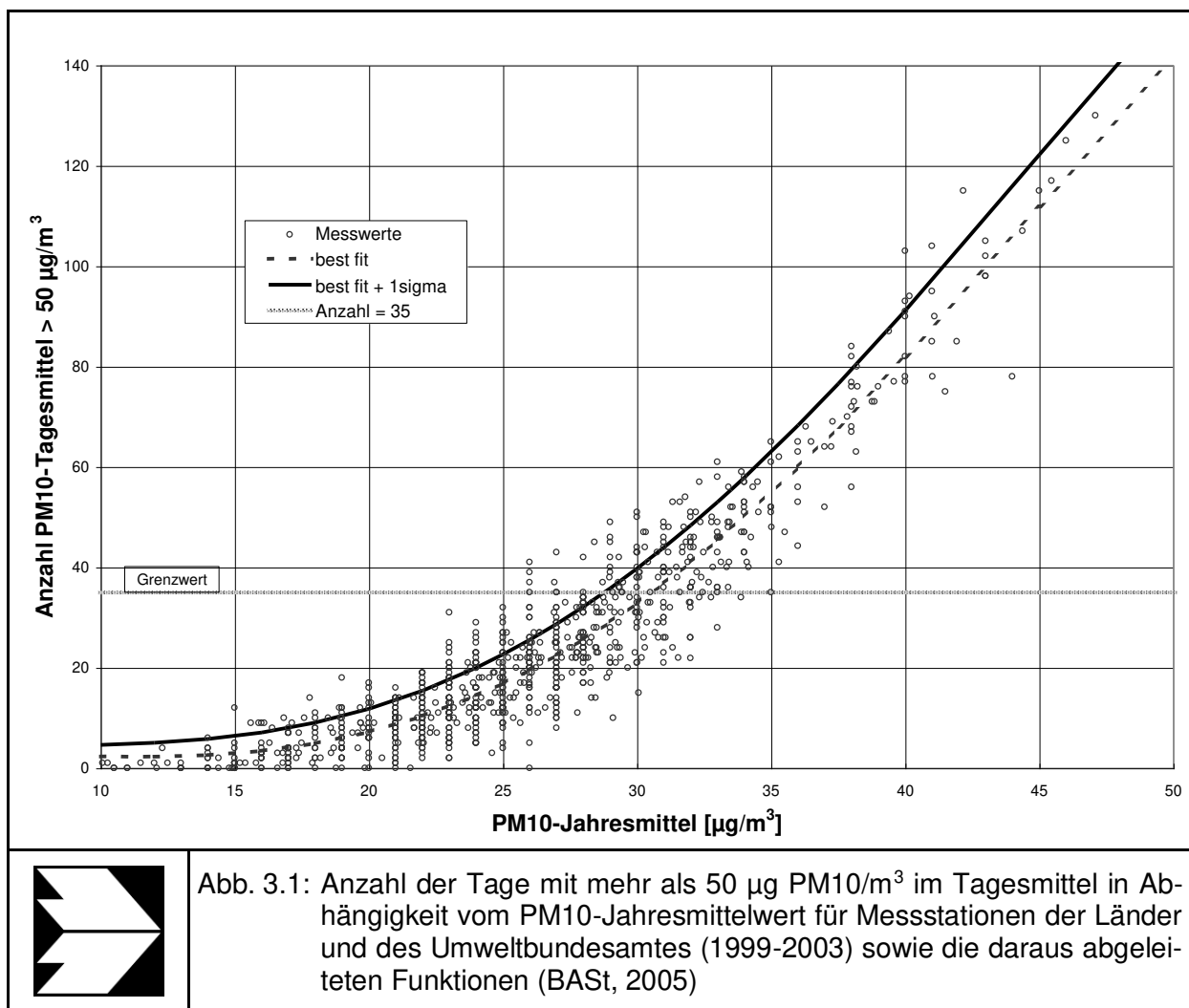
Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser 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 µg/m³ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM₁₀-Konzentrationen von 50 µg/m³ 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).



4 EINGANGSDATEN

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

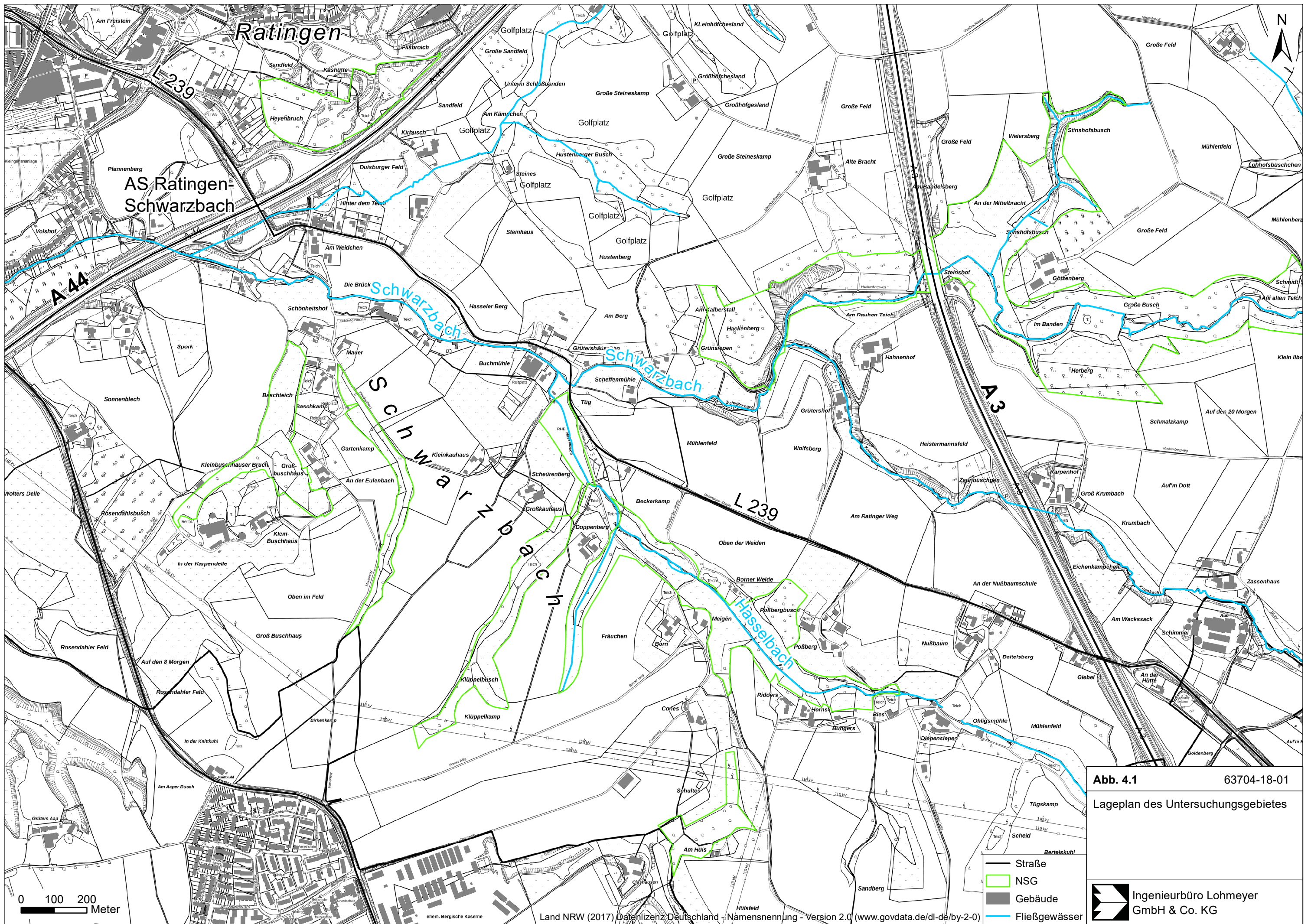
Für das Betrachtungsgebiet wurden die Verkehrsdaten der Fernstraßen durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. 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. 10 km nordöstlich von Düsseldorf am nordwestlichen Rand des Bergischen Landes und umfasst eine überwiegend durch Acker-, Wiesen- und Waldflächen geprägte Umgebung. Das Gelände im Untersuchungsgebiet steigt in südöstlicher Richtung leicht an und ist durch das überwiegend in Ost-West Richtung verlaufende Tal des Schwarzbaches sowie des in Südost-Nordwest Richtung verlaufende Tal des Schwarzbacher Zuflusses Hasselbach geprägt. Das umliegende Gelände überragt die Talsohlen um bis ca. 30 m.

Im Untersuchungsgebiet ist der Ratinger Stadtteil Schwarzbach gelegen, der überwiegend Einzelbebauung aufweist. Nordwestlich der in Nordost-Südwest Richtung verlaufenden A 44 schließt der zentrale Stadtbereich von Ratingen an. Im Osten des Untersuchungsgebietes ist die in Nord-Süd Richtung verlaufende A 3 gelegen.

Die L 239 verläuft im Untersuchungsgebiet in Nordwest-Südost Richtung und ist an der Anschlussstelle (AS) Ratingen-Schwarzbach mit der A 44 verknüpft. Östlich der AS Ratingen-Schwarzbach folgt die L 239 zunächst dem Verlauf des Schwarzbachtales talaufwärts. Östlich der Einmündung des Hasselbaches in den Schwarzbach ist die L 239 nach der Querung des Schwarzbaches im weiteren Verlauf in Hügellage gelegen. Im Osten des Untersuchungsgebietes quert die L 239 die A 3 mittels eines Brückenbauwerkes und führt im weiteren Verlauf nach Mettmann, das südöstlich des Untersuchungsgebiets gelegen ist.



Im Abschnitt zwischen der AS Ratingen-Schwarzbach und der A 3 grenzt in Teilbereichen Einzelbebauung an die L 239. Auf Höhe der Schwarzbachquerung grenzt ein Naturschutzgebiet (NSG) direkt an die L 239 an.

Im Streckenabschnitt der L 239 zwischen der A 44 und der A 3 weisen Teile des Abschnitts mit Fahrbahnbreiten von ca. 4.5 m sehr geringe Straßenquerschnitte auf, so dass sich zwei Schwerverkehrsfahrzeuge nicht begegnen können und auch der Begegnungsfall zweier PKW gestört ist. Derzeit ist der genannte Streckenabschnitt überwiegend mit einem Tempolimit von 50 km/h sowie mit einem LKW-Fahrverbot belegt.

Die Planungen umfassen die Sanierung der L 239 im ca. 3 km langen Streckenabschnitt zwischen der AS Ratingen-Schwarzbach und dem Brückenbauwerk zur Querung der A 3. Im Zuge der Sanierung ist eine Verbreiterung der Fahrbahn auf ca. 6.5 m im gesamten beplanten Streckenabschnitt geplant. Mit diesen Sanierungsplanungen ist der Begegnungsfall zweier Fahrzeuge störungsfrei möglich.

Folgende Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Prognosenußfall:** Bestehendes Straßennetz im Untersuchungsgebiet mit Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030
- **Planfall mit LKW-Fahrverbot:** Bestehendes Straßennetz unter Berücksichtigung der Sanierung der L 239 unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes und den damit verbundenen Verkehrsänderungen für das Prognosejahr 2030
- **Planfall ohne LKW-Fahrverbot:** Bestehendes Straßennetz unter Berücksichtigung der Sanierung der L 239 unter Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes und den damit verbundenen Verkehrsänderungen für das Prognosejahr 2030

4.2 Verkehrsdaten

Angaben über das Verkehrsaufkommen wurden durch den Auftraggeber mit den Ausarbeitungen der „Verkehrsuntersuchung zum Umbau der L 239 im Bereich Ratingen Schwarzbachtal“ (SSP, 2018) zur Verfügung gestellt.

Die Untersuchungsunterlagen umfassen für den Prognosenußfall (in der Verkehrsuntersuchung als Bezugsfall bezeichnet) und für die zwei Planfälle Angaben zu den durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) in Form der Verkehrsbelastung des Gesamtverkehrs (Kfz/24h) und Angaben zu den durchschnittlichen täglichen LKW-Verkehrsstärken (SV) in

Form der Verkehrsbelastung des Schwerverkehrs (SV/24h). Aus diesen Angaben wird der prozentuale Anteil des Schwerverkehrs abgeleitet.

Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die zu betrachteten Untersuchungsfälle in **Abb. 4.2**, **Abb. 4.3** und **Abb. 4.4** dargestellt, dabei sind die Angaben der Autobahnen in grau dargestellt. Im Prognosenullfall ist trotz bestehendem LKW-Fahrverbot eine gewisse Nutzung des beplanten Streckenabschnittes der L 239 durch den Schwerverkehr mit knapp 100 Fahrzeugen pro Tag bei einem Gesamtverkehr von bis 4 000 Kfz/24h prognostiziert. Mit der geplanten Sanierung der L 239 ist eine Zunahme der Verkehrsbelastung um ca. 60 % verbunden; unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes (Planfall 1) ist weiterhin eine Nutzung des Streckenabschnittes durch den Schwerverkehr mit knapp 100 Fahrzeugen pro Tag prognostiziert; die Aufhebung des LKW-Fahrverbotes (Planfall 2) ist mit einer Verdreifachung der durchschnittlich täglichen SV-Fahrten verbunden.

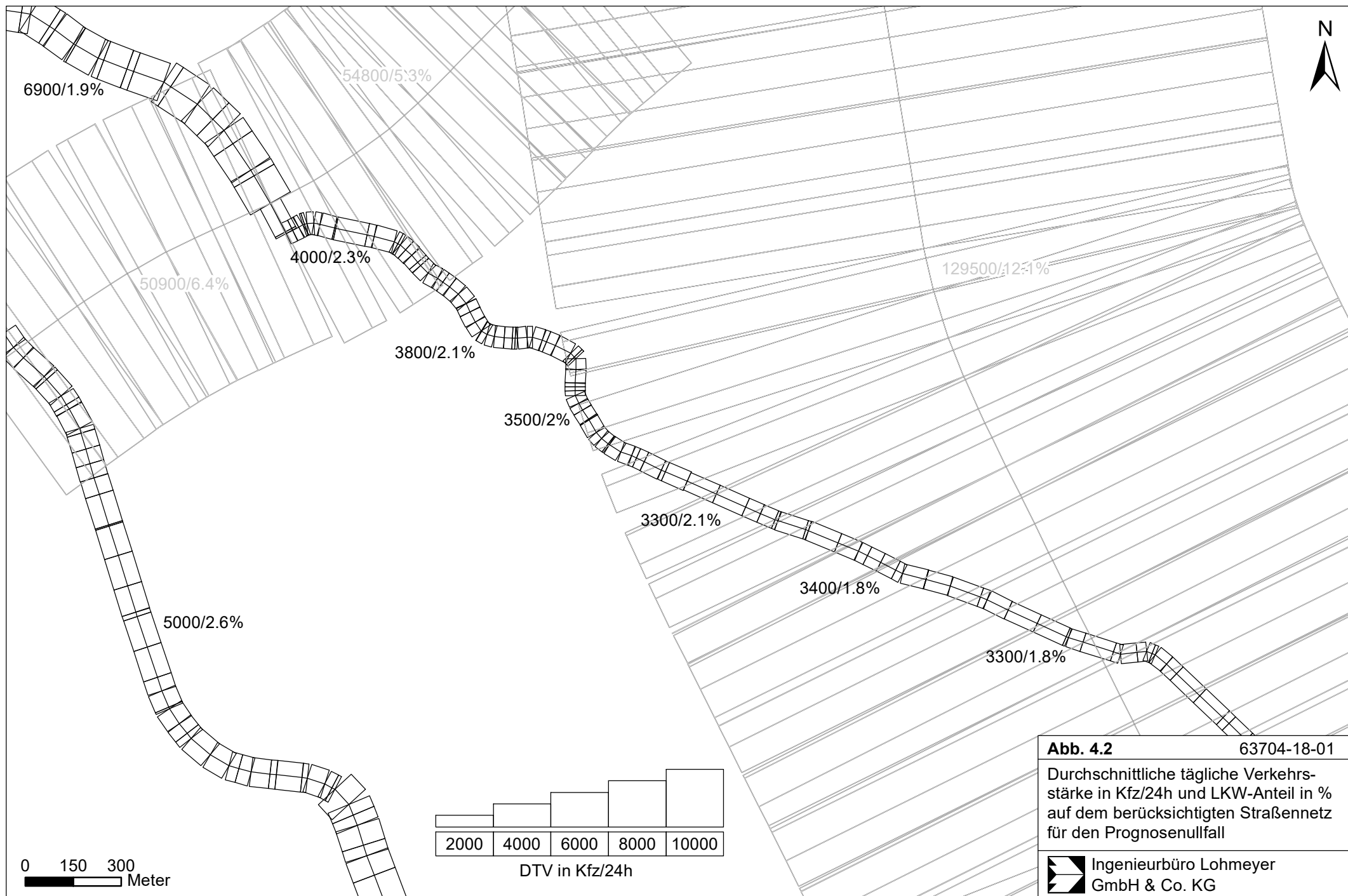
Mit der geplanten Sanierung der L 239 ist eine gewisse Abnahme der Verkehrsbelastung entlang den Autobahnen im Untersuchungsgebiet verbunden. An der A 3 reduziert sich das Verkehrsaufkommen um etwas mehr als 1 %, dabei bestehen zwischen den Planfällen nur geringfügige Unterschiede. An der A 44 sind östlich der AS Ratingen-Schwarzbach mit den Planungen Abnahmen der Verkehrsbelastung um knapp 3 % verbunden, westlich der Anschlussstelle führen die Planungen zu geringfügigen Zunahmen.

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 L 239 im beplanten Streckenabschnitt (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 nächstgelegenen Messstandort mit aktuellen Windmessdaten befinden sich in ca. 8 km westlicher Entfernung in an der meteorologischen Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) am Flughafen Düsseldorf und ist im Niederrheinischen Tiefland gelegen. Östlich des Niederrheinischen Tiefland schließt das Bergische Land mit ansteigendem Gelände an, dies führt an diesem Messstandort zu einem geringen Auftreten von



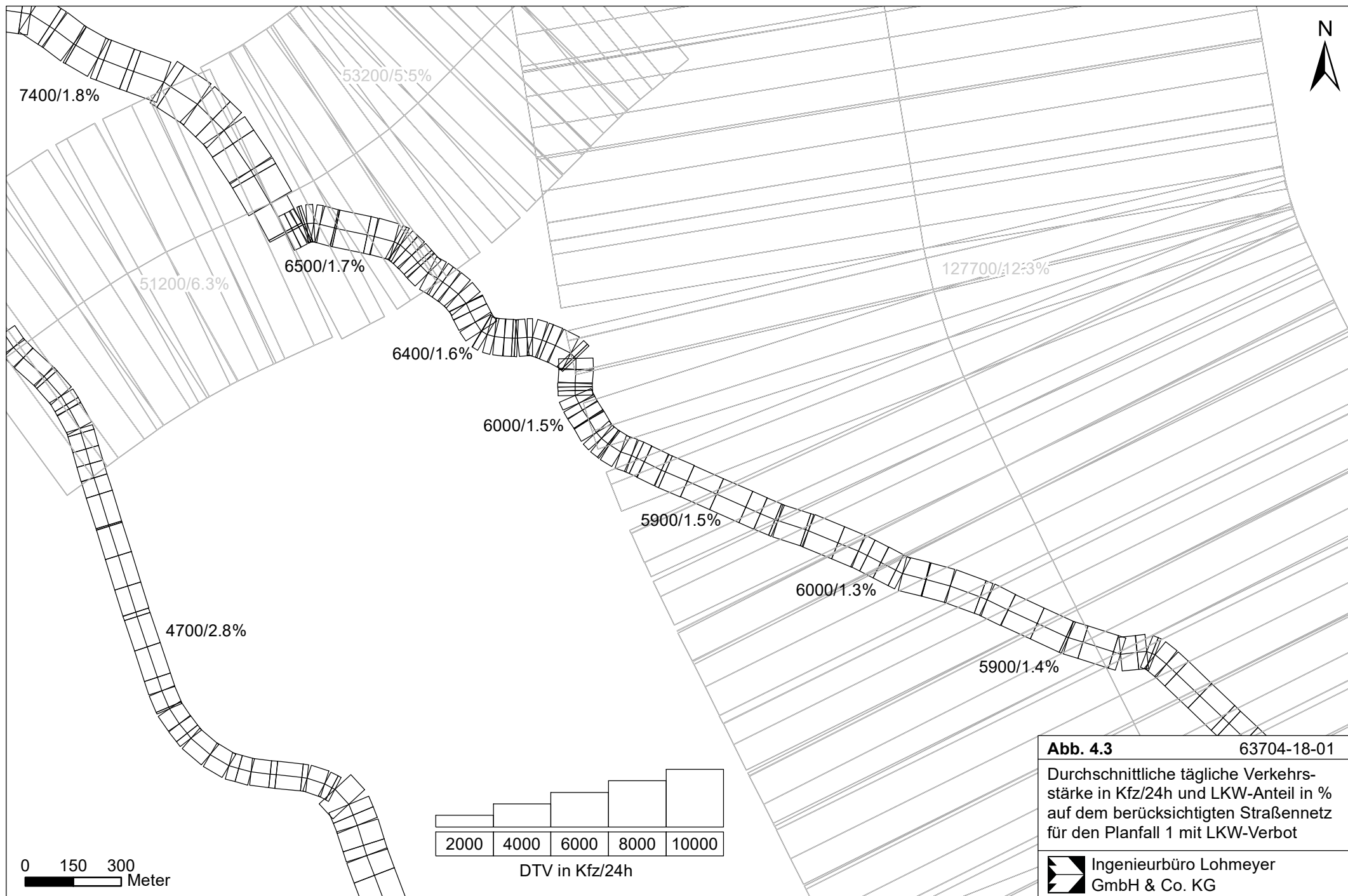


Abb. 4.3 63704-18-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall 1 mit LKW-Verbot

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

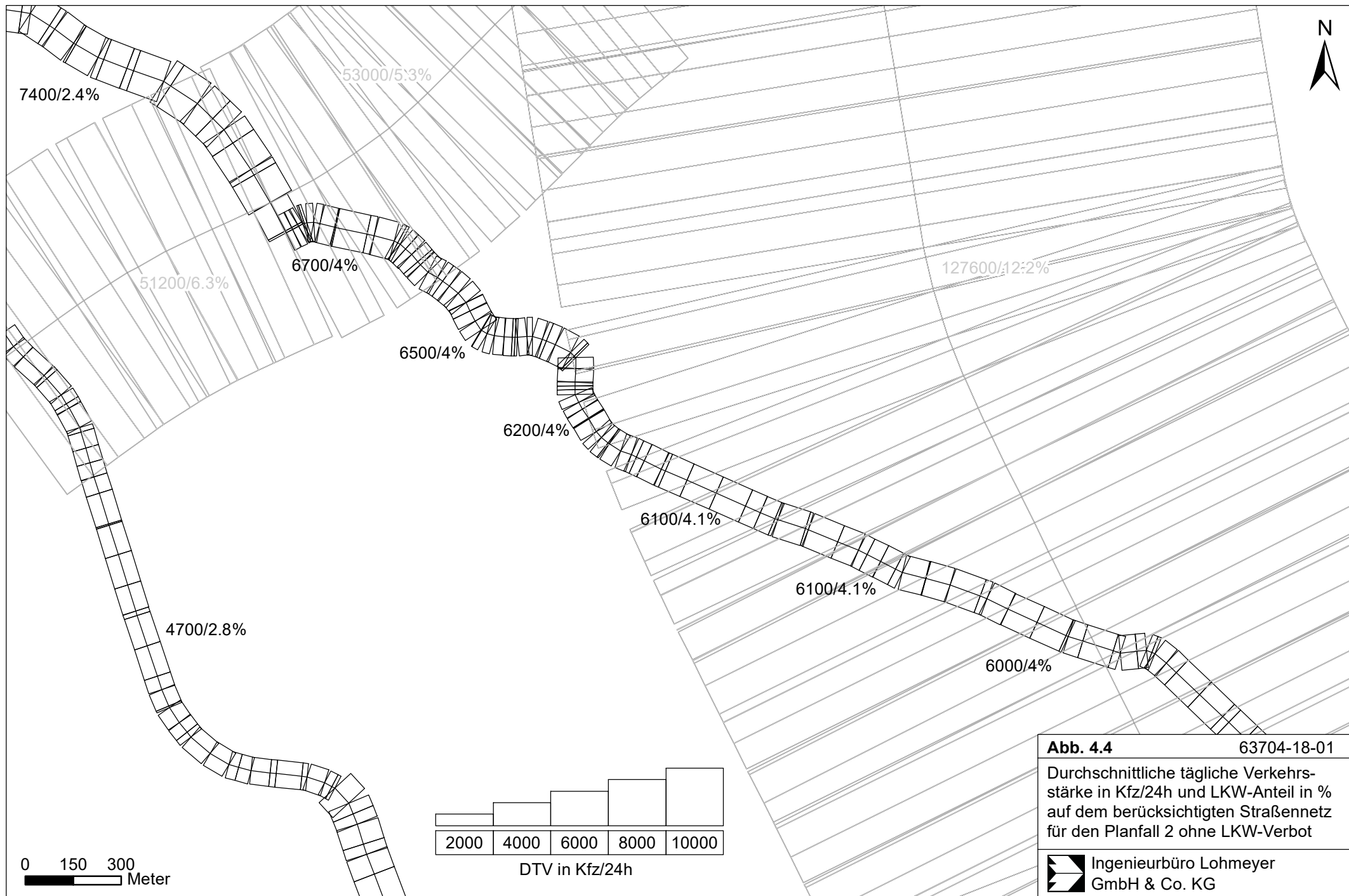


Abb. 4.4 63704-18-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall 2 ohne LKW-Verbot

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

östlichen Windrichtungen. Damit können die an der DWD-Station Düsseldorf erfassten Windmessdaten aufgrund der geographischen Begebenheiten nicht als repräsentativ für die Verhältnisse des Untersuchungsgebietes im Bergischen Land angesehen werden.

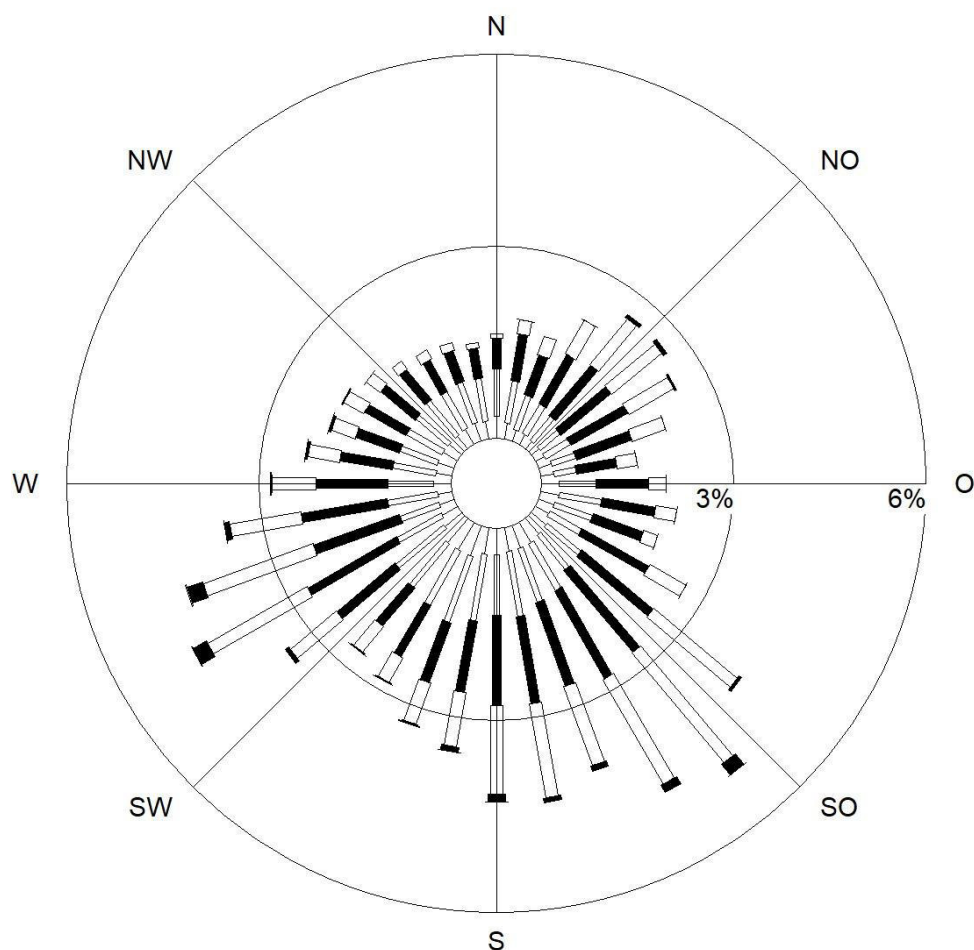
Die ca. 10 km südlich des Untersuchungsgebiet gelegene Messstation zur Luftqualitätsüberwachung Düsseldorf-Reisholz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) ist ebenfalls im Niederrheinischen Tiefland gelegen; damit können die dort erfassten Windmessdaten ebenfalls nicht auf das Untersuchungsgebiet übertragen werden.

Weitere Windmessdaten liegen an der ca. 15 km südöstlich entfernten LANUV-Station Solingen-Wald vor. Aus den Messdaten der letzten 10 Jahre wurde die in **Abb. 4.5** aufgezeigte Windrose abgeleitet.

Als Hauptwindrichtungen sind Winde aus südöstlichen bis südlichen sowie westsüdwestlichen Richtungen ermittelt, eine weitere Häufung tritt bei nordöstlichen Windrichtungen auf. Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit ist mit ca. 3.1 m/s in 21 m Höhe erfasst. Aufgrund der zum Untersuchungsgebiet vergleichbaren Lage der Messstation Solingen-Wald am nordwestlichen Rand des Bergischen Landes und der östlich gelegenen Niederrheinischen Bucht können die Windmessdaten als repräsentativ für das Untersuchungsgebiet betrachtet werden. Aus diesen Messdaten wird unter Berücksichtigung von Beobachtungsdaten des Wolkenbedeckungsgrades an der DWD-Station Düsseldorf eine Ausbreitungsklassenstatistik erzeugt.

Die erzeugte Ausbreitungsklassenstatistik wird unter Berücksichtigung der Rauigkeit im Untersuchungsgebiet für die Ausbreitungsrechnungen berücksichtigt. Das diagnostische Windfeldmodell des eingesetzten Ausbreitungsmodells LASAT berechnet dabei für das gesamte Untersuchungsgebiet die durch Topografie und Landnutzung geprägte örtliche Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung. Hierfür werden für 36 Windrichtungsklassen die Windfelder einzeln berechnet, wobei die Anströmrichtung jeweils um 2 Grad variiert wird. Die verwendete Ausbreitungsklassenstatistik repräsentiert in dieser Vorgehensweise die Referenz für die großräumigen Windverhältnisse im Kuppenbereich, die dann mit den berechneten örtlichen Windfeldern im Untersuchungsgebiet gekoppelt werden. Somit liegen für das Untersuchungsgebiet flächendeckend die Informationen zu den lokalen Windverhältnissen vor.

Windverteilung in Prozent



Station	: Solingen	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 21.0 m	I : 8.6 %	▤	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 3.1 m/s	II : 19.6 %	■	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1 : 47.0 %	▨	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 15.8 %	■	7.0 bis 10 m/s
		IV : 6.0 %	□	größer 10 m/s
		V : 3.0 %		

Abb. 4.5: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der LANUV-Station „Solingen-Wald“ basierend auf Messdaten aus dem Zeitraum 2008 bis 2017 (Quelle: LANUV).

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung

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

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden im vorliegenden Gutachten die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaubpartikel (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) betrachtet.

Das Luftmessnetz wird für Nordrhein-Westfalen vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) betrieben. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte bzw. deren Kurzfassungen sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe bis zum Jahr 2017 zu finden (LANUV, 2011- 2018). Die gemessenen Kenngrößen der Luftqualität für das Jahr 2018 wurden alternativ vorläufigen Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes entnommen (UBA, 2019a-c); für NO_x lagen zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Untersuchung für die Jahre 2017 und 2018 noch keine geeigneten Daten vor. Die vorliegenden Daten für die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt.

Die nächstgelegene Messstation „Ratingen-Tiefenbroich“ befindet sich in ca. 5 km nordwestlicher Entfernung zum Untersuchungsgebiet und umfasst Messungen, die nur gering durch verkehrsbedingte Messungen beeinflusst sind. Die an der ca. 7 km entfernten Messstation im südöstlich gelegenen Mettmann („Mettmann Breite Straße 10“) erfassten Kennwerte der Luftqualität sind durch verkehrsbedingte Beiträge beeinflusst. Die ca. 10 km südwestlich gelegene Messstation „Düsseldorf Corneliusstraße“ ist sehr deutlich durch verkehrsbedingte Schadstofffreisetzungen beeinflusst, während die in Düsseldorf an der Station „Düsseldorf-Lörick“ erfassten Messdaten den städtischen Hintergrund repräsentieren. Die Messstation „Solingen-Wald“, ca. 15 km südöstlich des Untersuchungsgebietes im Siedlungsbereich von Solingen gelegen, ist nur gering durch verkehrsbedingte Beiträge beeinflusst.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Ratingen-Tiefenbroich	Mettmann Breite Straße 10	Düsseldorf Corneliusstraße	Düsseldorf-Lörick	Solingen-Wald
NO ₂ Jahresmittel	2010	31	-	67	30	26
	2011	29	-	64	28	25
	2012	29	45	64	27	25
	2013	26	47	61	28	24
	2014	26	44	60	27	22
	2015	26	41	59	25	23
	2016	27	41	58	25	21
	2017	26	-	56	25	22
	2018*	24	-	53	25	19
PM ₁₀ Jahresmittel	2010	22	-	35	25	21
	2011	23	-	32	25	20
	2012	21	-	28	23	19
	2013	20	-	28	23	20
	2014	16	-	25	19	18
	2015	16	-	27	19	17
	2016	16	-	25	17	16
	2017	17	-	26	16	16
	2018*	17	-	25	17	17
PM ₁₀ - Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m³)	2010	11	-	48	12	9
	2011	19	-	42	21	12
	2012	16	-	26	15	11
	2013	8	-	27	8	5
	2014	5	-	15	6	6
	2015	5	-	14	7	8
	2016	0	-	13	0	1
	2017	5	-	15	4	1
	2018*	4	-	13	3	3
PM _{2.5} Jahresmittel	2010	-	-	23	18	-
	2011	-	-	22	17	-
	2012	-	-	21	15	-
	2013	-	-	23	16	-
	2014	-	-	19	14	-
	2015	-	-	17	13	-
	2016	-	-	18	12	-
	2017	-	-	18	12	-
	2018*	-	-	16	12	-
NO _x Jahresmittel (gemessen)	2010	48	-	156	42	37
	2011	46	-	151	43	34
	2012	43	-	153	39	34
	2013	40	-	147	40	33
	2014	38	-	138	38	30
	2015	38	-	139	36	31
	2016	42	-	141	37	29
	2017	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	-	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LANUV, 2011a-2017a, 2018); *vorläufige Werte aus UBA (2019a, 2019b, 2019c)

Weiterhin liegt der „Luftreinhalteplan Mettmann 2012“ (BRD, 2012) vor, in dem die Hintergrundbelastung der Region fachlich abgeleitet wird. Für Mettmann wird demnach auf Basis im Rhein-Ruhr-Gebiet gemessener NO_2 -Jahresmittelwerte für 2009 eine Hintergrundbelastung von $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genannt.

Durch das UBA sind im Internet flächenhafte Informationen zu den Luftschadstoffbelastungen in Deutschland veröffentlicht (<http://gis.uba.de/Website/luft/index.html>) basierend auf Übertragung der punktuellen Messdaten auf die Fläche im $8 \text{ km} \times 8 \text{ km}$ -Raster; detaillierte örtliche Gegebenheiten und Siedlungseinflüsse sind dort jedoch nicht enthalten. Für das Untersuchungsgebiet wird demnach für das Jahr 2016 eine NO_2 -Belastung zwischen $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genannt.

Auf Grundlage der Messwerte an den Stationen „Ratingen-Tiefenbroich“, „Düsseldorf-Lörick“ und „Solingen-Wald“ wird unter Berücksichtigung des Luftreinhalteplans für Mettmann sowie der zeitlichen Entwicklung der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für NO_2 von $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für NO_x von $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet; für PM_{10} wird im Hinblick auf ungünstige meteorologische Bedingungen ein Wert von $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vorgeben.

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

Auf Grundlage dieser Verhältnisse von $\text{PM}_{2.5}$ zu PM_{10} und der oben genannten Zusammenhänge wird für das Untersuchungsgebiet eine $\text{PM}_{2.5}$ -Hintergrundbelastung von $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzt. In **Tab. 4.2** sind die angesetzten Werte für die Schadstoffhintergrundbelastung dargestellt.

Schadstoff	Jahresmittelwert [µg/m ³]
NO ₂	23
NO _x	35
PM10	18
PM2.5	13

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2018/2023/2030

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Für das im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit zu betrachtende Bezugsjahr 2023 zeigen Abschätzungen (RLuS, 2012) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen für Stickoxide um ca. 8 % und für Feinstaubpartikel um ca. 2 %. Für das Bezugsjahr 2030, das hinsichtlich der Konventionen des BAST-Forschungsberichtes „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ bei der Ermittlung des verkehrsbedingten Stickstoffeintrages zu betrachten ist, zeigen diese Abschätzungen gegenüber der heutigen Situation eine Reduktion der Stickoxidimmissionen um ca. 9 %. 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 PM_{2.5}-Immissionen behandelt.

Für die Betrachtungen zum Stickstoffeintrag in geschützte Vegetationsbereiche 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, PM_{2.5}) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 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; Israël 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:

AB130:	Autobahn, Tempolimit 130 km/h
AB100:	Autobahn, Tempolimit 100 km/h
AO-HVS100:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h
AO-HVSk100:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße (kurvig), Tempolimit 100 km/h
AO-HVS70:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
AO-HVS50:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
AO-HVSk50:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße (kurvig), Tempolimit 50 km/h
AO-HVS_Stau:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Stop-and-Go-Verkehr
IO-HVS50:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
IO-HVSk50:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße (kurvig), Tempolimit 50 km/h
IO-HVS_Stau:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Stop-and-Go-Verkehr
IO-NS50:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h

Die überwiegenden Bereiche des beplanten Streckenabschnittes der L 239 sind aufgrund des derzeitigen Ausbauzustandes mit einem außerörtlichen Tempolimit von 50 km/h belegt. Im

HBEFA sind bisher keine Emissionsfaktoren für außerörtliche Hauptverkehrsstraßen mit Tempo 50 enthalten. Die Ermittlung der Schadstofffreisetzungen für die Verkehrssituationen AO-HVS50 bzw. AO-HVSk50 im Prognosenullfall erfolgt in Anlehnung an die entsprechenden innerörtlichen Verkehrssituationen, d. h. IO-HVS50 und IO-HVSk50. Durch die geplante Sanierung der L 239 wird im Planfall eine Aufhebung des außerörtlichen Tempolimits angesetzt.

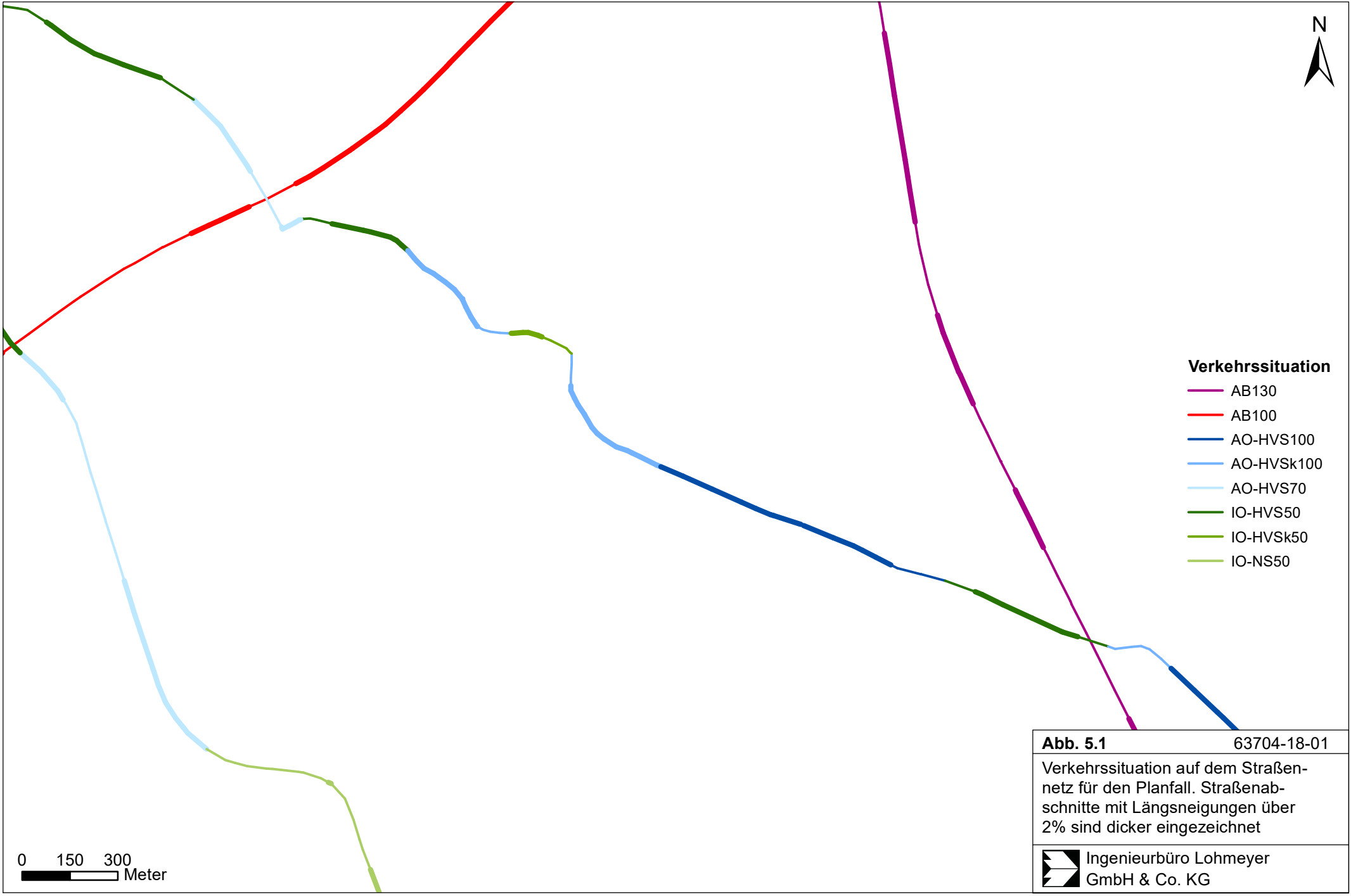
Weiter ist derzeit entlang des beplanten Streckenabschnittes der L 239 aufgrund der geringen Straßenbreite von ca. 4.5 m der Begegnungsfall zweier Fahrzeuge gestört. Diese regelmäßig auftretenden Verkehrsstörungen werden bei den Emissionsberechnungen berücksichtigt, indem im Prognosenullfall während den täglichen Spitzenstunden ein stark eingeschränkter Verkehrsfluss mit Stop-and-Go-Verkehr angesetzt wird, der für ca. 10 % des täglichen Verkehrsaufkommens angesetzt wird. In den Emissionsberechnungen werden die Verkehrsstörungen berücksichtigt, sofern diese in der Summe einen Zuschlag darstellen.

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 „Wuppertal-Buchenhofen“ in ca. 15 km südöstlicher Entfernung erfassten stündlichen Zeitreihen der Lufttemperatur im Zeitraum 2007 – 2016 (Quelle: DWD) mit einer mittleren Temperatur von 10.2 °C.

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2023 aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Gegenverkehrsstrecken mit Steigung; gekennzeichnet durch vorangestelltes „_“-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 2023, 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**).

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2023									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW)	NO _x		PM10 / PM2.5 (nur Abgase)		PM 10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)		NO ₂ direkt	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
AB130	132.6	0.370	0.337	0.0043	0.0060	0.0300	0.1300	0.011	0.048	0.116	0.069
AB130_2	132.6	0.395	0.514	0.0047	0.0053	0.0300	0.1300	0.011	0.048	0.124	0.115
AB130_4	132.6	0.509	0.461	0.0049	0.0061	0.0300	0.1300	0.011	0.048	0.161	0.093
AB100	102.0	0.195	0.339	0.0025	0.0060	0.0300	0.1300	0.011	0.048	0.061	0.069
AB100_2	102.0	0.217	0.516	0.0026	0.0054	0.0300	0.1300	0.011	0.048	0.067	0.116
AB100_4	102.0	0.275	0.460	0.0031	0.0061	0.0300	0.1300	0.011	0.048	0.086	0.093
AO-HVS100	94.0	0.222	0.490	0.0027	0.0087	0.0300	0.1300	0.011	0.053	0.069	0.081
AO-HVS100_2	94.0	0.240	0.702	0.0029	0.0083	0.0300	0.1300	0.011	0.053	0.074	0.131
AO-HVS100_6	94.0	0.398	0.830	0.0040	0.0110	0.0300	0.1300	0.011	0.053	0.125	0.140
AO-HVSk100	79.9	0.202	0.551	0.0026	0.0092	0.0300	0.1300	0.014	0.060	0.062	0.089
AO-HVSk100_2	79.9	0.215	0.752	0.0026	0.0091	0.0300	0.1300	0.014	0.060	0.066	0.141
AO-HVSk100_4	79.9	0.262	0.792	0.0030	0.0098	0.0300	0.1300	0.014	0.060	0.082	0.146
AO-HVSk100_6	79.9	0.359	0.862	0.0035	0.0116	0.0300	0.1300	0.014	0.060	0.113	0.147
AO-HVS70	67.0	0.168	0.584	0.0023	0.0095	0.0300	0.1300	0.016	0.062	0.052	0.093
AO-HVS70_2	67.0	0.184	0.770	0.0024	0.0095	0.0300	0.1300	0.016	0.062	0.056	0.146
AO-HVS70_4	67.0	0.222	0.806	0.0026	0.0100	0.0300	0.1300	0.016	0.062	0.068	0.150
AO-HVS70_6	67.0	0.283	0.853	0.0031	0.0117	0.0300	0.1300	0.016	0.062	0.088	0.146
AO-HVS50	49.0	0.172	0.948	0.0035	0.0115	0.0260	0.1000	0.020	0.060	0.050	0.158
AO-HVS50_2	49.0	0.184	1.062	0.0035	0.0115	0.0260	0.1000	0.020	0.060	0.054	0.216
AO-HVS50_6	49.0	0.271	0.930	0.0040	0.0134	0.0260	0.1000	0.020	0.060	0.082	0.164
AO-HVSk50	35.0	0.284	1.250	0.0046	0.0159	0.0260	0.1000	0.022	0.062	0.085	0.201
AO-HVSk50_2	35.0	0.295	1.399	0.0046	0.0159	0.0260	0.1000	0.022	0.062	0.088	0.260
AO-HVSk50_4	35.0	0.326	1.543	0.0047	0.0162	0.0260	0.1000	0.022	0.062	0.098	0.314
AO-HVSk50_6	35.0	0.371	1.450	0.0051	0.0173	0.0260	0.1000	0.022	0.062	0.113	0.284
AO-HVS Stau	15.9	0.333	2.886	0.0065	0.0269	0.0450	1.2000	0.022	0.062	0.100	0.521
AO-HVS Stau_2	15.9	0.346	3.085	0.0064	0.0268	0.0450	1.2000	0.022	0.062	0.105	0.599
AO-HVS Stau_4	15.9	0.367	3.178	0.0064	0.0272	0.0450	1.2000	0.022	0.062	0.111	0.655
AO-HVS Stau_6	15.9	0.405	2.934	0.0065	0.0283	0.0450	1.2000	0.022	0.062	0.123	0.604
AO-HVS50_S10	-	0.188	1.142	0.0038	0.0130	0.0279	0.2100	0.020	0.060	0.055	0.194
AO-HVS50_S10_2	-	0.200	1.264	0.0038	0.0130	0.0279	0.2100	0.020	0.060	0.059	0.254
AO-HVS50_S10_6	-	0.285	1.130	0.0043	0.0149	0.0279	0.2100	0.020	0.060	0.086	0.208
AO-HVSk50_S10	-	0.289	1.414	0.0048	0.0170	0.0279	0.2100	0.022	0.062	0.086	0.233
AO-HVSk50_S10_2	-	0.300	1.568	0.0048	0.0170	0.0279	0.2100	0.022	0.062	0.090	0.294
AO-HVSk50_S10_4	-	0.330	1.707	0.0049	0.0173	0.0279	0.2100	0.022	0.062	0.099	0.348
AO-HVSk50_S10_6	-	0.374	1.598	0.0052	0.0184	0.0279	0.2100	0.022	0.062	0.114	0.316
IO-HVS50	49.0	0.172	0.948	0.0035	0.0115	0.0260	0.1000	0.020	0.060	0.050	0.158
IO-HVS50_2	49.0	0.184	1.062	0.0035	0.0115	0.0260	0.1000	0.020	0.060	0.054	0.216
IO-HVS50_4	49.0	0.218	0.913	0.0037	0.0120	0.0260	0.1000	0.020	0.060	0.065	0.175
IO-HVS Stau	15.9	0.333	2.886	0.0065	0.0269	0.0450	1.2000	0.022	0.062	0.100	0.521
IO-HVS50 Stau_2	15.9	0.346	3.085	0.0064	0.0268	0.0450	1.2000	0.022	0.062	0.105	0.599
IO-HVS50 Stau_4	15.9	0.367	3.178	0.0064	0.0272	0.0450	1.2000	0.022	0.062	0.111	0.655
IO-HVS50_S10	-	0.188	1.142	0.0038	0.0130	0.0279	0.2100	0.020	0.060	0.055	0.194
IO-HVS50_S10_2	-	0.200	1.264	0.0038	0.0130	0.0279	0.2100	0.020	0.060	0.059	0.254
IO-HVS50_S10_4	-	0.233	1.139	0.0040	0.0136	0.0279	0.2100	0.020	0.060	0.069	0.223
IO-HVSk50	35.0	0.284	1.250	0.0046	0.0159	0.0260	0.1000	0.022	0.062	0.085	0.201
IO-HVSk50_2	35.0	0.295	1.399	0.0046	0.0159	0.0260	0.1000	0.022	0.062	0.088	0.260
IO-HVSk50_S10	-	0.289	1.414	0.0048	0.0170	0.0279	0.2100	0.022	0.062	0.086	0.233
IO-HVSk50_S10_2	-	0.300	1.568	0.0048	0.0170	0.0279	0.2100	0.022	0.062	0.090	0.294
IO-NS50	43.8	0.255	1.028	0.0044	0.0126	0.0330	0.3500	0.021	0.062	0.067	0.169
IO-NS50_2	43.8	0.263	1.175	0.0045	0.0127	0.0330	0.3500	0.021	0.062	0.070	0.231

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



Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2030	
Verkehrssituation	Ge- schwin- digkeit (PKW)	NO _x	
		PKW	LKW
AB130	132.6	0.227	0.231
AB130_2	132.6	0.224	0.400
AB130_4	132.6	0.312	0.309
AB100	102.0	0.086	0.231
AB100_2	102.0	0.097	0.403
AB100_4	102.0	0.130	0.310
AO-HVS100	94.0	0.105	0.252
AO-HVS100_2	94.0	0.115	0.444
AO-HVS100_6	94.0	0.211	0.453
AO-HVSk100	79.9	0.096	0.280
AO-HVSk100_2	79.9	0.103	0.478
AO-HVSk100_4	79.9	0.123	0.490
AO-HVSk100_6	79.9	0.174	0.478
AO-HVS70	67.0	0.084	0.296
AO-HVS70_2	67.0	0.093	0.502
AO-HVS70_4	67.0	0.111	0.509
AO-HVS70_6	67.0	0.138	0.473
AO-HVS50	49.0	0.086	0.495
AO-HVS50_2	49.0	0.092	0.735
AO-HVS50_6	49.0	0.138	0.486
AO-HVSk50	35.0	0.144	0.603
AO-HVSk50_2	35.0	0.151	0.844
AO-HVSk50_4	35.0	0.167	1.065
AO-HVSk50_6	35.0	0.191	0.927
AO-HVS_Stau	15.9	0.163	1.740
AO-HVS_Stau_2	15.9	0.170	2.088
AO-HVS_Stau_4	15.9	0.182	2.347
AO-HVS_Stau_6	15.9	0.211	2.136
AO-HVS50_S10	-	0.094	0.620
AO-HVS50_S10_2	-	0.100	0.871
AO-HVS50_S10_6	-	0.145	0.651
AO-HVSk50_S10	-	0.146	0.717
AO-HVSk50_S10_2	-	0.153	0.969
AO-HVSk50_S10_4	-	0.168	1.193
AO-HVSk50_S10_6	-	0.193	1.048
IO-HVS50	49.0	0.086	0.495
IO-HVS50_2	49.0	0.092	0.735
IO-HVS50_4	49.0	0.111	0.556
IO-HVS_Stau	15.9	0.163	1.740
IO-HVS50_Stau_2	15.9	0.170	2.088
IO-HVS50_Stau_4	15.9	0.182	2.347
IO-HVS50_S10	-	0.094	0.620
IO-HVS50_S10_2	-	0.100	0.871
IO-HVS50_S10_4	-	0.118	0.735
IO-HVSk50	35.0	0.144	0.603
IO-HVSk50_2	35.0	0.151	0.844
IO-HVSk50_S10	-	0.146	0.717
IO-HVSk50_S10_2	-	0.153	0.969
IO-NS50	43.8	0.137	0.504
IO-NS50_2	43.8	0.142	0.758

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

Weiterhin wurden aus dem HBEFA (UBA, 2017) die verfügbaren Angaben über Ammoniakemissionen (NH_3) der Kfz abgefragt. Danach werden für das Bezugsjahr 2030 für LKW NH_3 -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.

Die nicht motorbedingten PM_{2.5}-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 PM_{2.5} nicht mit berücksichtigt.

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

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

Auf Grundlage der o.a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM10- und PM2.5-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in der **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

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

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x, PM10 und PM2.5 sowie NH₃ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x, PM10 und PM2.5 sowie NH₃ dargestellt.

Tab. 5.3 zeigt exemplarisch für einen Abschnitt der L 239 auf Höhe der Schwarzbachquerung die Verkehrskennndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für die betrachteten Untersuchungsfälle für das Bezugsjahr 2023.

	DTV [Kfz/24h]	LKW- Anteil [%]	Verkehrs-situ- ation	Mittlere Emissionsdichte			
				NO _x [mg/(m*s)]	NO ₂ direkt [mg/(m*s)]	PM10 [mg/(m*s)]	PM2.5 [mg/(m*s)]
Prognose- nullfall	3 500	2.0	AO-HVSk50_S10	0.0126	0.0036	0.0013	0.0011
Planfall mit LKW-Verbot	6 000	1.5	AO-HVSk100	0.0144	0.0043	0.0024	0.0012
Planfall ohne LKW-Verbot	6 200	4.0	AO-HVSk100	0.0155	0.0045	0.0026	0.0013

Tab. 5.3: Verkehrskennwerte und Emissionen der L 239 im Bereich der Schwarzbachquerung für das Bezugsjahr 2023

Die mit der Planung verbundene Zunahme der Verkehrsbelastung beträgt auf der L 239 unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes ca. 71 %; die Schwerverkehrsfahrten erhöhen um ca. 30 %. Demgegenüber ist die Zunahme der motorbedingten Stickoxidemissionen mit ca. 15 % aufgrund der Verbesserung des Verkehrsablaufes geringer. Die PM10-Emissionen nehmen mit ca. 80 % deutlicher zu, da diese von den nicht-motorbedingten Anteilen dominiert werden. Die Zunahme der PM2.5-Freisetzung beträgt ca. 10 %.

Unter Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes beträgt die Zunahme der Verkehrsbelastung ca. 77 %; die Schwerverkehrsfahrten erhöhen sich gegenüber dem Prognose-nullfall um ca. 175 %. Damit verbunden sind Zunahmen der Luftschadstofffreisetzungen die etwas höher sind als im Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes. Die Stickoxidemissionen nehmen gegenüber dem Prognose-nullfall um ca. 23 % zu, die PM10-Emissionen um ca. 100 %, die PM2.5-Emissionen erhöhen sich um ca. 20 %.

In **Tab. 5.4** sind die entsprechenden Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für das Bezugsjahr 2030 aufgeführt. Die Zunahme der Stickoxidemissionen beträgt im Planfall bei Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes ca. 8 % und bei Aufhebung des Fahrverbotes ca. 17 %. Die Zunahme der Ammoniakemissionen beträgt in beiden Planfällen ca. 90 %, da diese durch die Fahrgeschwindigkeit des PKW-Verkehrs dominiert werden.

	DTV [Kfz/24h]	LKW- Anteil [%]	Verkehrs-situa- tion	Mittlere Emissionsdichte	
				NO _x [mg/(m*s)]	NH ₃ [mg/(m*s)]
Prognose- nullfall	3 500	2.0	AO-HVSk50_6	0.0064	0.0005
Planfall mit LKW-Verbot	6 000	1.5	AO-HVSk100_6	0.0069	0.0009
Planfall ohne LKW-Verbot	6 200	4.0	AO-HVSk100_6	0.0074	0.0009

Tab. 5.4: Verkehrskennwerte und Emissionen der L 239 im Bereich der Schwarzbachquerung für das Bezugsjahr 2030

6 IMMISSIONEN

Im Untersuchungsgebiet, d.h. im Plangebiet wurden Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Das Untersuchungsgebiet deckt eine Fläche von ca. 4 km x 3 km ab, um die geländefolgend geführten Windströmungen im Untersuchungsgebiet entsprechend zu berücksichtigen. 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

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 PM_{2.5}-Jahresmittelwerte und der Schwellenwert für PM₁₀-Kurzzeitbelastungen sowie der Zielwert für PM_{2.5}-Jahresmittelwerte mit der gelben Farbe belegt.

6.1.1 Stickstoffdioxidimmissionen

Die für den Prognosenullfall berechneten Jahresmittelwerte der NO₂-Immissionen sind für den des Untersuchungsgebietes in **Abb. 6.1** dargestellt. Die Immissionen im Untersuchungsgebiet sind durch die verkehrsbedingten Beiträge der A 3 geprägt, die entlang der Autobahn zu flächenhaft erhöhten NO₂-Immissionen führen. Diese weisen bis zu einem beidseitigen Abstand von ca. 150 m zur A 3 Jahresmittelwerte über 28 µg/m³ und im Nahbereich über 36 µg/m³ auf. Am Fahrbahnrand der A 3 sind NO₂-Immissionen über 45 µg/m³ ermittelt. Flächenhaft erhöhte NO₂-Immissionen treten zudem entlang der A 44 auf,

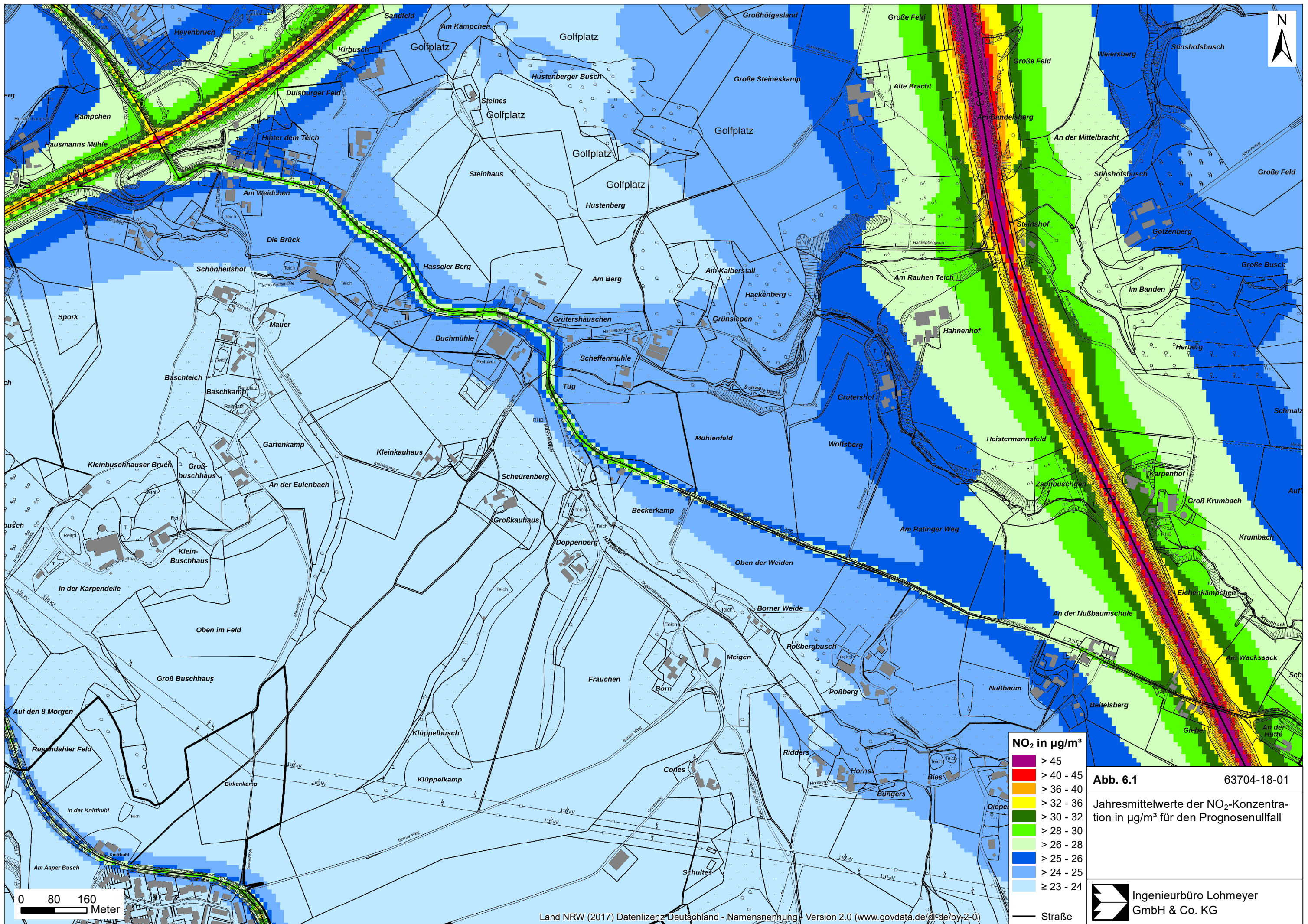


Abb. 6.1 63704-18-01
Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ für den Prognosenullfall
Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

wobei hier die flächenhafte Ausdehnung gegenüber der A 3 geringer ist. Jahresmittelwerte über $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind bis zu einem nördlichen Abstand von ca. 80 m und bis zu einem südlichen Abstand von ca. 50 m ermittelt. Im Nahbereich weisen die NO_2 -Immissionen Jahresmittelwerte über $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am Fahrbahnrand zum Teil Jahresmittelwerte über $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Die verkehrsbedingten Stickoxidfreisetzungen entlang der L 239 sind deutlich geringer und führen im Abschnitt zwischen den Autobahnen bis zu einem Straßenabstand von ca. 30 m zu NO_2 -Immissionen über $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Nahbereich vereinzelt bis $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mit zunehmender Nähe zu den Autobahnen nehmen die verkehrsbedingten Beiträge der Autobahnen zu, wodurch vergleichbare Jahresmittelwerte auch in größeren Abständen festzustellen sind. Westlich der Anschlussstelle (AS) Ratingen-Schwarzbach sind im Nahbereich der L 239 NO_2 -Immissionen bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Nördlich der L 239 sind überwiegend Jahresmittelwerte zwischen $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, südlich überwiegend Jahresmittelwerte die gegenüber der angesetzten Hintergrundbelastung von $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur geringfügig erhöht sind. Im Nahbereich der übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind NO_2 -Immissionen bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet.

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 westlich zur A 3 nächstgelegenen Bebauung im Bereich der L 239 sind vereinzelt NO_2 -Immissionen knapp über $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, an der östlich zur A 3 nächstgelegenen Bebauung vereinzelt bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An Gebäuden die beidseitig der A 3 weniger als 150 m zur Autobahn entfernt liegen, sind Jahresmittelwerte über $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der zur A 44 nächstgelegenen Bebauung sind beidseitig der Autobahn NO_2 -Immissionen bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Im Abschnitt zwischen den Autobahnen sind an Wohngebäuden, die direkt an die L 239 angrenzen, NO_2 -Immissionen über $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An Gebäuden, die nicht direkt an die L 239 angrenzen, ist die NO_2 -Gesamtbelastung überwiegend bis $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Westlich der AS Ratingen-Schwarzbach sind an der zur L 239 nächstgelegenen Wohnbebauung NO_2 -Jahresmittelwerte vereinzelt bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, so auch an den übrigen Straßen mit angrenzender Wohnbebauung. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind an der Bebauung nördlich der L 239 NO_2 -Immissionen überwiegend bis $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, südlich der L 239 unterscheiden sich die an der Bebauung ermittelte NO_2 -Gesamtbelastung nur geringfügig von der Hintergrundbelastung.

Der geltende Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Prognosenullfall an der im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung im Bereich der

Autobahnen nicht erreicht und nicht überschritten. Die ermittelten NO₂-Immissionen sind an der zu den Autobahnen nächstgelegener Bebauung in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** als erhöhte bis vereinzelt hohe Konzentrationen einzustufen. An Wohnbebauung, die an die L 239 angrenzt, wird wie auch an der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet der Grenzwert deutlich nicht erreicht und nicht überschritten, dabei sind die ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte überwiegend als leicht erhöhte Konzentrationen zu bewerten.

Die für den Planfall mit Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes ermittelten Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung sind in **Abb. 6.2** dargestellt. Die flächenhaft erhöhten NO₂-Immissionen entlang den Autobahnen sind aufgrund der geringen Verkehrsänderungen und den damit verbundenen geringen Änderungen verkehrsbedingten Stickoxidfreisetzung zum Prognosenullfall vergleichbar. Entlang der A 3 sind weiterhin bis zu einem beidseitigen Abstand von ca. 150 m NO₂-Immissionen über 28 µg/m³, im Nahbereich über 36 µg/m³ und am Fahrbahnrand über 45 µg/m³ prognostiziert. Entlang der A 44 sind weiterhin bis zu einem nördlichen Abstand von ca. 80 m sowie bis zu einem südlichen Abstand von ca. 50 m NO₂-Immissionen über 28 µg/m³, im Nahbereich über 32 µg/m³ und am Fahrbahnrand zum Teil über 45 µg/m³ prognostiziert.

Das im Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes entlang der L 239 um ca. 71 % höhere Verkehrsaufkommen und die damit verbundene Zunahme der verkehrsbedingten Stickoxidfreisetzung um ca. 15 % führt im Abschnitt zwischen den Autobahnen gegenüber dem Prognosenullfall zu einer gewissen Zunahme der NO₂-Gesamtbelastung. NO₂-Immissionen über 25 µg/m³ treten bis zu einem Abstand zur L 239 von ca. 50 m auf, im Nahbereich sind vereinzelt Jahresmittelwerte bis 36 µg/m³ prognostiziert. Vergleichbar zum Prognosenullfall sind durch Überlagerung von verkehrsbedingten Beiträgen an den zu den Autobahnen nächstgelegenen Straßenabschnitten der L 239 NO₂-Immissionen über 25 µg/m³ auch in größeren Abständen festzustellen. Westlich der AS Ratingen-Schwarzbach sind im Nahbereich der L 239 zum Prognosenullfall vergleichbare NO₂-Immissionen bis 36 µg/m³ berechnet. Nördlich der L 239 sind NO₂-Immissionen wie im Prognosenullfall überwiegend zwischen 23 µg/m³ und 25 µg/m³, südlich unterscheiden sich die abgeleiteten NO₂-Gesamtbelastungen überwiegend nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von 23 µg/m³. An den übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind mit Jahresmittelwerten weiterhin bis 28 µg/m³ nur geringfügige Änderungen der NO₂-Immissionen berechnet.

Die im Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes an der zur A 3 nächstgelegenen Wohnbebauung ermittelten NO₂-Immissionen sind weiterhin westlich der Autobahn vereinzelt knapp über 36 µg/m³ und östlich bis 36 µg/m³ berechnet. Wie im Prognosenullfall sind an Gebäuden, die weniger als 150 m von der A 3 entfernt liegen, NO₂-Jahresmittelwerte über 28 µg/m³ berechnet. An der zur A 44 nächstgelegenen Bebauung beidseitig der Autobahn beträgt die NO₂-Gesamtbelastung weiterhin bis 28 µg/m³ im Jahresmittel. An der L 239, im Abschnitt zwischen den Autobahnen, sind an den zur Straße direkt angrenzenden Wohngebäuden NO₂-Immissionen über 26 µg/m³ und vereinzelt bis 32 µg/m³ ermittelt. An nicht direkt angrenzenden Gebäuden sind vergleichbar zum Prognosenullfall geringere NO₂-Gesamtbelastungen abgeleitet, die überwiegend im Jahresmittel bis 25 µg/m³ berechnet sind. Westlich der AS Ratingen-Schwarzbach sind an der zur L 239 nächstgelegenen Wohnbebauung wie an der übrigen an Straßen angrenzende Bebauung NO₂-Immissionen weiterhin vereinzelt bis 28 µg/m³ ermittelt. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind ebenfalls nur geringfügige Änderungen der NO₂-Gesamtbelastung prognostiziert, die nördlich der L 239 weiterhin überwiegend Jahresmittelwerte zwischen 23 µg/m³ und 25 µg/m³ aufweisen und die sich südlich der L 239 nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von 23 µg/m³ unterscheidet.

Damit sind auch im Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes keine Konflikte mit dem Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ abgeleitet. Im Bereich der Autobahnen wird mit erhöhten bis vereinzelt hohen Konzentrationen der Grenzwert weiterhin nicht erreicht und nicht überschritten. An Wohnbebauung, die an die L 239 angrenzt, wird im Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes wie auch an der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet der Grenzwert deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Die ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte sind in Bezug auf den Grenzwert an Wohnbebauung, die an die L 239 angrenzt, vereinzelt als erhöhte und sonst überwiegend als leicht erhöhte Konzentrationen zu bewerten.

Die für den Planfall mit Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes ermittelten Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung sind in **Abb. 6.3** dargestellt. Die flächenhaft erhöhten NO₂-Immissionen entlang den Autobahnen sind aufgrund der geringen Verkehrsänderungen und den damit verbundenen geringen Änderungen der verkehrsbedingten Stickoxidfreisetzung ebenfalls zum Prognosenullfall vergleichbar und weisen gegenüber dem Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes nur geringfügige Unterschiede auf.



Das im Planfall mit Aufhebung des LKW-Fahrverbotes entlang der L 239 um ca. 77 % höhere Verkehrsaufkommen mit gleichzeitiger deutlichen Zunahme des LKW-Anteils und der damit verbundenen Zunahme der verkehrsbedingten Stickoxidfreisetzungen um ca. 23 % führt im Vergleich zum Prognosenullfall im Abschnitt zwischen den Autobahnen zu einer gewissen Zunahme der NO₂-Gesamtbelastung, die geringfügig stärker als im Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes ausgeprägt ist. NO₂-Immissionen über 25 µg/m³ treten überwiegend bis zu einem Abstand zur L 239 von ca. 50 m auf, im Nahbereich sind vereinzelt Jahresmittelwerte weiterhin bis 36 µg/m³ prognostiziert. Durch Überlagerung von verkehrsbedingten Beiträgen sind weiterhin an den zu den Autobahnen nächstgelegenen Straßenabschnitten der L 239 NO₂-Immissionen über 25 µg/m³ auch in größeren Abständen festzustellen. Westlich der AS Ratingen-Schwarzbach sind im Nahbereich der L 239 zum Prognosenullfall bzw. zum Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes vergleichbare NO₂-Immissionen bis 36 µg/m³ berechnet. Nördlich der L 239 sind NO₂-Immissionen wie im Prognosenullfall bzw. wie im Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes überwiegend zwischen 23 µg/m³ und 25 µg/m³ dargestellt, südlich unterscheiden sich die abgeleiteten NO₂-Gesamtbelastungen überwiegend nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von 23 µg/m³. An den übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind mit Jahresmittelwerten weiterhin bis 28 µg/m³ nur geringfügige Änderungen der NO₂-Immissionen berechnet.

Die im Planfall mit Aufhebung des LKW-Fahrverbotes an der zur A 3 nächstgelegenen Wohnbebauung ermittelten NO₂-Immissionen sind weiterhin westlich der Autobahn vereinzelt knapp über 36 µg/m³ und östlich bis 36 µg/m³ berechnet. Wie im Prognosenullfall bzw. wie im Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes sind an Gebäuden, die weniger als 150 m von der A 3 entfernt liegen, NO₂-Jahresmittelwerte über 28 µg/m³ berechnet. An der zur A 44 nächstgelegenen Bebauung sind beidseitig der Autobahn beträgt die NO₂-Gesamtbelastung weiterhin bis 28 µg/m³ im Jahresmittel. An der L 239, im Abschnitt zwischen den Autobahnen, sind an den zur Straße direkt angrenzenden Wohngebäuden NO₂-Immissionen über 26 µg/m³ und vereinzelt bis 32 µg/m³ ermittelt. An nicht direkt angrenzenden Gebäuden sind vergleichbar zum Prognosenullfall und vergleichbar zum Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes geringere NO₂-Gesamtbelastungen abgeleitet, die überwiegend im Jahresmittel bis 25 µg/m³ berechnet sind. Westlich der AS Ratingen-Schwarzbach sind an der zur L 239 nächstgelegenen Wohnbebauung wie an der übrigen an Straßen angrenzende Bebauung NO₂-Immissionen weiterhin vereinzelt bis 28 µg/m³ ermittelt. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind ebenfalls nur geringfügige Änderungen der NO₂-Gesamtbelastung prognostiziert, die nördlich der L 239 weiterhin überwiegend Jahresmittelwerte zwischen 23 µg/m³ und

25 µg/m³ aufweisen und die sich südlich der L 239 nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von 23 µg/m³ unterscheidet.

Damit sind auch im Planfall mit Aufhebung des LKW-Fahrverbotes keine Konflikte mit dem Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ abgeleitet. Im Bereich der Autobahnen wird mit erhöhten bis vereinzelt hohen Konzentrationen der Grenzwert weiterhin nicht erreicht und nicht überschritten. An Wohnbebauung, die an die L 239 angrenzt, wird im Planfall mit Aufhebung des LKW-Fahrverbotes wie auch an der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet der Grenzwert deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Die ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte sind in Bezug auf den Grenzwert an Wohnbebauung, die an die L 239 angrenzt, vereinzelt als erhöhte und sonst überwiegend als leicht erhöhte Konzentrationen zu bewerten.

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 in **Abb. 6.4** dargestellt. Wesentliche verkehrsbedingte Beiträge zur PM10-Gesamtbelastung sind nur im Bereich der Autobahnen abgeleitet, die entlang der A 3 und etwas schwächer ausgeprägt entlang der A 44 zu flächenhaft erhöhten Jahresmittelwerten führen. Im Westen des Untersuchungsgebiet sind bis zu einem Abstand von ca. 70 m zur A 3 PM10-Immissionen über 20 µg/m³ ermittelt, die am Fahrbahnrand vereinzelt Jahresmittelwerte bis 36 µg/m³ aufweisen. Entlang der A 44 treten PM10-Immissionen über 20 µg/m³ nur bis zu einem Abstand von ca. 30 m auf, die im Nahbereich 28 µg/m³ im Jahresmittel nicht überschreiten.

Entlang der L 239 tragen die abgeleiteten PM10-Beiträge des Kfz-Verkehrs nur gering zur PM10-Gesamtbelastung bei. Im Abschnitt zwischen den Autobahnen sind im Nahbereich der L 239 nur an westlich der Schwarzbachquerung gelegenen Straßenabschnitten PM10-Gesamtbelastungen überwiegend bis 20 µg/m³ ermittelt, östlich der Querung unterscheiden sich

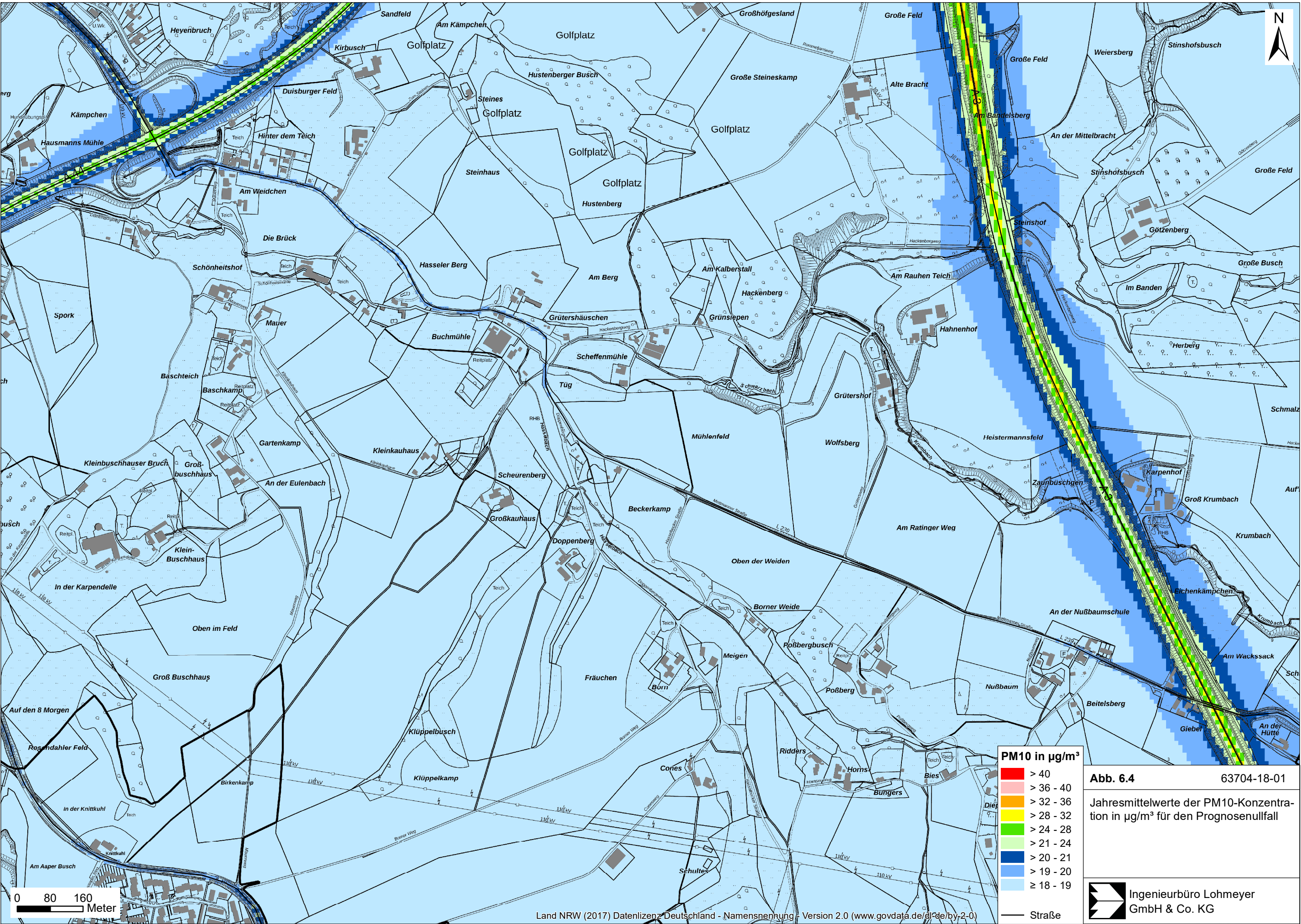


Abb. 6.4 63704-18-01

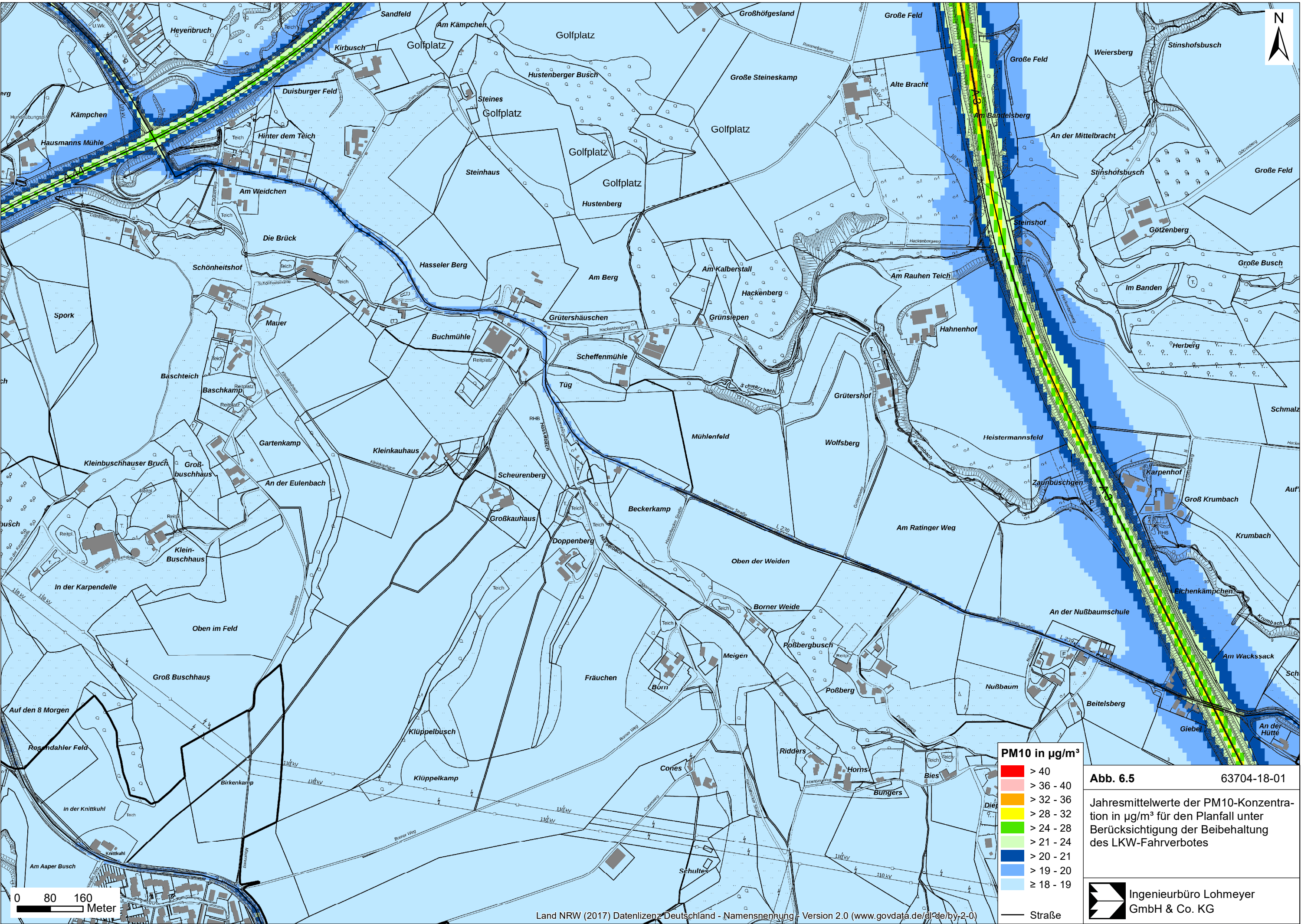
Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Prognosenullfall

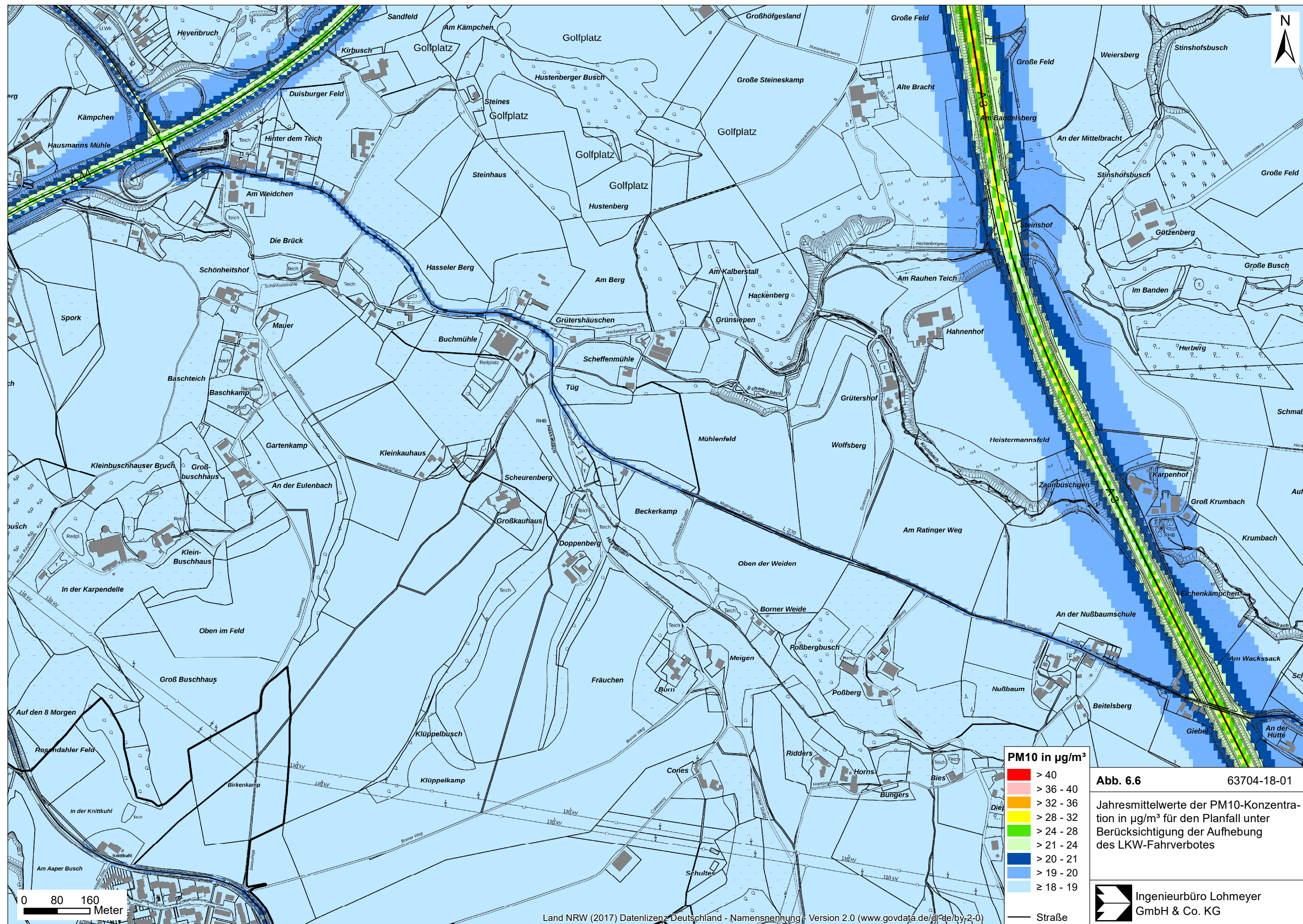
die berechneten Immissionen im Nahbereich der L 239 nur geringfügig von der angesetzten Hintergrundbelastung von $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Westlich der Anschlussstelle (AS) Ratingen-Schwarzbach sind entlang der L 239 PM10-Immissionen bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An den übrigen Straßen im Untersuchungsbetrieb sind im Nahbereich Jahresmittelwerte überwiegend bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z. B. Wohnbebauung führen. An der westlich zur A 3 nächstgelegenen Bebauung im Bereich der L 239 sind vereinzelt PM10-Immissionen bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, an der östlich zur A 3 nächstgelegenen Bebauung vereinzelt bis $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An der zur A 44 nächstgelegenen Bebauung sind PM10-Immissionen vereinzelt bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der zur L 239 nächstgelegenen Wohnbebauung sind PM10-Gesamtbelastungen ebenfalls vereinzelt bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Überwiegend an Wohngebäuden im Bereich der L 239 wie im übrigen Untersuchungsgebiet geringere Immissionen ermittelt, die sich nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterscheiden.

Damit werden im Prognosenullfall an der gesamten Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sowohl der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie der Schwellenwert von $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der Überschreitungshäufigkeit des Kurzzeitwertes deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Die an der Bebauung ermittelten PM10-Jahresmittelwerte sind in Bezug auf den Jahresgrenzwert nach **Tab. 3.2** überwiegend als mittlere Konzentrationen und vereinzelt als leicht erhöhte Konzentrationen zu bewerten.

Die für den Planfall unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes ermittelten PM10-Immissionen sind in **Abb. 6.5** und die für den Planfall unter Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes ermittelten PM10-Immissionen in **Abb. 6.6** dargestellt. Zwischen den beiden Untersuchungsfällen sind nur geringfügige Unterschiede der PM10-Gesamtbelastungen abgeleitet. Die flächenhaft erhöhten PM10-Immissionen entlang den Autobahnen sind in beiden Planfällen aufgrund der geringen Verkehrsänderungen und den damit verbundenen geringen Änderungen der verkehrsbedingten Feinstaubfreisetzungen zum Prognosenullfall vergleichbar. Entlang der A 3 sind weiterhin bis zu einem Abstand von ca. 70 m zur Autobahn PM10-Immissionen über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Nahbereich weiterhin vereinzelt bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Entlang der A 44 sind weiterhin bis zu einem Abstand von ca. 30 m PM10-Immissionen über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die im Nahbereich der Autobahn weiterhin Jahresmittelwerte bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen.





Das in den Planfällen entlang der L 239 um ca. 71 % höhere Verkehrsaufkommen und der damit verbundenen deutlichen Zunahme der verkehrsbedingten PM10-Freisetzen um ca. 80 % bei Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes, bzw. 100 % bei Aufhebung des LKW-Fahrverbotes, führt im Abschnitt zwischen den Autobahnen gegenüber dem Prognosenullfall zu einer Zunahme der PM10-Gesamtbelastung um ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Im Nahbereich der L 239 sind an westlich der Schwarzbachquerung gelegenen Straßenabschnitten PM10-Gesamtbelastungen überwiegend bis $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und östlich der Querung bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Westlich der Anschlussstelle (AS) Ratingen-Schwarzbach sind entlang der L 239 zum Prognosenullfall vergleichbare PM10-Immissionen bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An den übrigen Straßen im Untersuchungsbetrieb sind im Nahbereich Jahresmittelwerte weiterhin überwiegend bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

In beiden Planfällen sind die an der zu den Autobahnen im Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Gebäuden ermittelten PM10-Immissionen vergleichbar zum Prognosenullfall berechnet. An der zur L 239 nächstgelegenen Wohnbebauung sind gegenüber dem Prognosenullfall um bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höhere PM10-Gesamtbelastungen vereinzelt bis $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind wie im Prognosenullfall überwiegend Immissionen ermittelt, die sich nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterscheiden.

Damit werden auch in Verbindung mit den Planungen, sowohl bei Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes als auch bei Aufhebung des LKW-Fahrverbotes, gleichermaßen der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie der Schwellenwert von $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der Überschreitungshäufigkeit des Kurzzeitwertes deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Die an der Bebauung ermittelten PM10-Jahresmittelwerte sind in Bezug auf den Jahresgrenzwert nach **Tab. 3.2** weiterhin überwiegend als mittlere Konzentrationen und vereinzelt als leicht erhöhte Konzentrationen zu bewerten.

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 Prognosenullfall in **Abb. 6.7**, für den Planfall unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes in **Abb. 6.8** und für den Planfall unter Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes in **Abb. 6.9** dargestellt. Im Untersuchungsgebiet sind in allen Untersuchungsfällen gegenüber der angesetzten PM2.5-Hintergrundbelastung deutlich erhöhte Gesamtbelastungen nur im Nahbereich der Autobahnen ermittelt. Entlang der A 3 führen die verkehrsbedingten Beiträge im Nahbereich der Autobahn zu PM2.5-Immissionen bis 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, die ab einem Abstand von ca. 50 m nur geringfügig gegenüber der Hintergrundbelastung erhöht sind. Entlang der A 44 sind nur im Nahbereich der Autobahn erhöhte PM2.5-Gesamtbelastung ermittelt, die Jahresmittelwerte vereinzelt bis 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Im Bereich der AS Ratingen-Schwarzbach sind im Planfall mit Aufhebung des LKW-Fahrverbotes (**Abb. 6.9**) vereinzelt PM2.5-Immissionen bis 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Entlang der L 239 sind westlich der AS Ratingen-Schwarzbach im Prognosenullfall (**Abb. 6.7**) PM2.5-Gesamtbelastung im Nahbereich bis 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und in den Planfällen (**Abb. 6.8** und **Abb. 6.9**) vereinzelt bis 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Östlich der Anschlussstelle, im Abschnitt zwischen den Autobahnen, unterscheiden sich die im Prognosenullfall ermittelten PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nur geringfügig von der Hintergrundbelastung. In den Planfällen sind in diesem Abschnitt vereinzelt um ca. 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ höhere PM2.5-Immissionen bis 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind die ermittelten PM2.5-Gesamtbelastungen nur geringfügig gegenüber der Hintergrundbelastung von 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöht sind.

An der Bebauung im Untersuchungsgebiet sind sowohl im Prognosenullfall als auch in den Planfällen 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. In allen drei Untersuchungsfällen sind vereinzelt an der zur A 3 nächstgelegenen Bebauung PM2.5-Jahresmittelwerte bis 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Vereinzelt sind in den Planfällen vergleichbare PM2.5-Jahresmittelwerte im beplanten Abschnitt der L 239 an den zur Straße nächstgelegenen

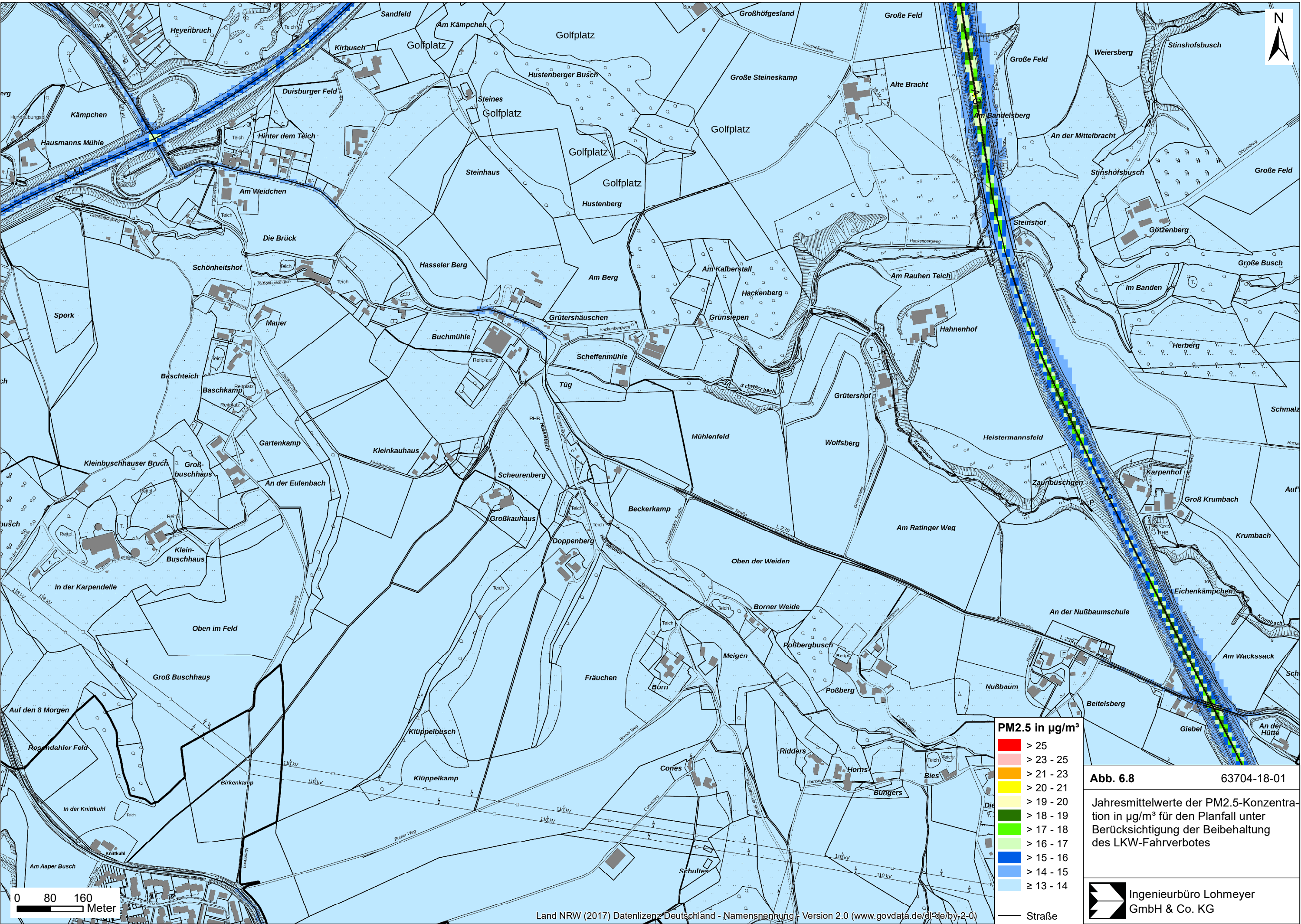
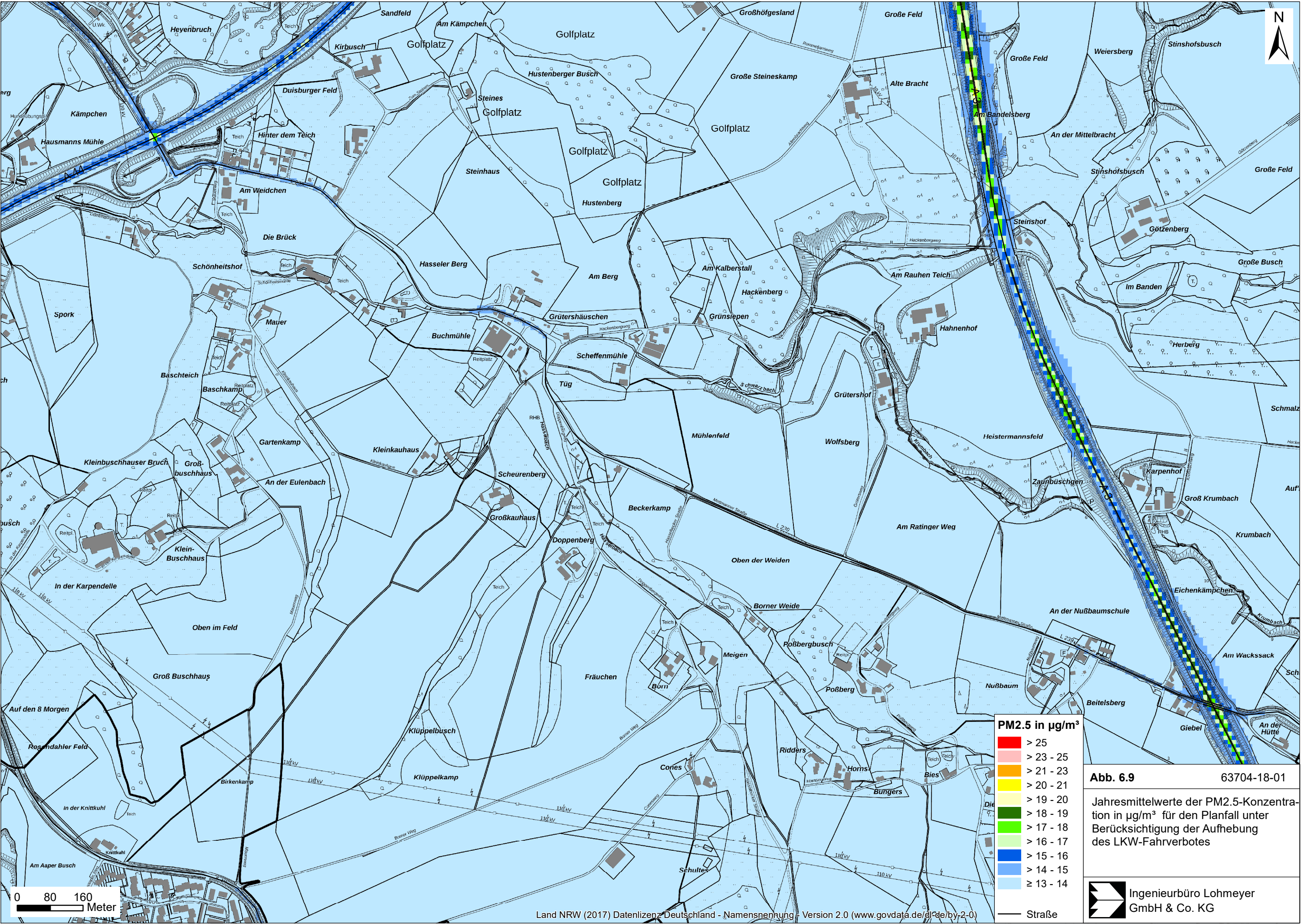


Abb. 6.8 63704-18-01

Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in µg/m³ für den Planfall unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes



Wohngebäuden berechnet. Überwiegend unterscheiden sich die im Untersuchungsgebiet an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung ermittelten PM_{2.5}-Jahresmittelwerte in allen Untersuchungsfällen aber nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von 13 µg/m³.

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 in allen drei Untersuchungsfällen deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Bezogen auf die Beurteilungswerte sind die ermittelten PM_{2.5}-Jahresmittelwerte nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen zu bezeichnen.

6.2 Ergebnisse hinsichtlich des Schutzes der Vegetation

Die Immissionsrechnungen wurden für ein Rechengebiet, das die Bereiche um die zu untersuchenden Naturschutzgebiete umfasst, durchgeführt und die Stickstoffdepositionen innerhalb der Naturschutzgebiete (NSG) 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 Naturschutzgebiete dargestellt. Die grafische Umsetzung erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

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 Naturschutzgebiete 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 mit Wiesen und Weiden. In den Ergebnisabbildungen ist dies teilweise durch Farbwechsel innerhalb der Naturschutzgebiete entsprechend der zugrundeliegenden Nutzung bei gleichem Abstand zur Straße zu erkennen.

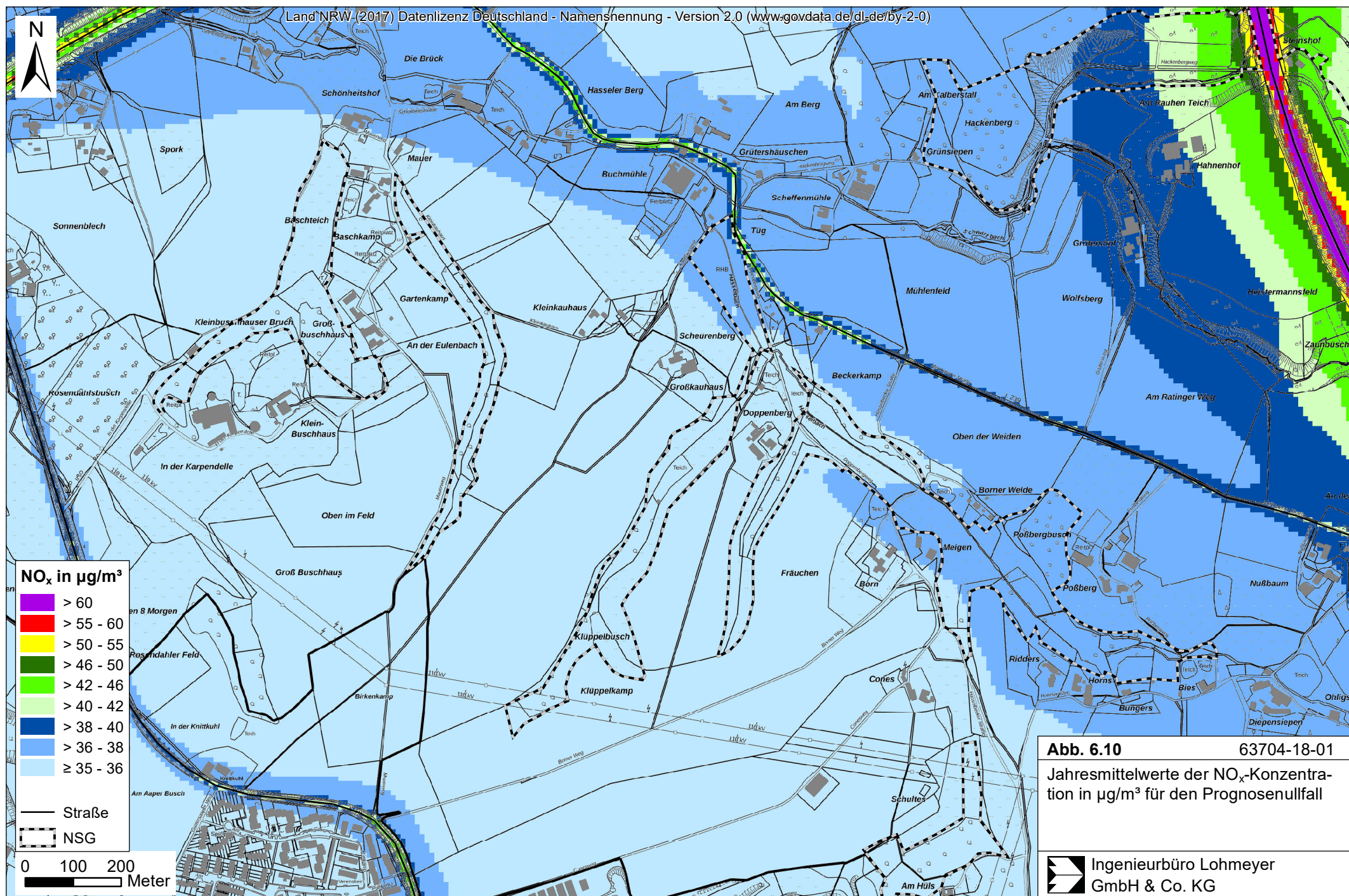
Die Farblegende zur Darstellung des verkehrsbedingten zusätzlichen Stickstoffeintrags wird mit einer Unterteilung in Schritten von $0.5 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ gewählt und wird um die geringste Stufe von $0.3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ entsprechend der Konvention des 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 $\text{kg}/(\text{ha} \times \text{a})$ 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 $1 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ angegeben werden.

6.2.1 Stickstoffoxidimmissionen

Abb. 6.10, **Abb. 6.11** und **Abb. 6.12** zeigen die für das Bezugsjahr 2030 berechneten Jahresmittelwerte der NO_x -Gesamtbelastung der bodennahen Luftkonzentrationen (Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und verkehrsbedingter Zusatzbelastung) innerhalb der Naturschutzgebiete bzw. geschützten Vegetationsbereiche und deren Umgebung im Bereich des beplanten Abschnittes der L 239. Die NO_x -Hintergrundbelastung wurde aus vorliegenden Messdaten abgeleitet (vgl. **Tab. 4.2**). Die im Untersuchungsgebiet gelegenen geschützten Vegetationsbereiche sind in den Darstellungen schwarz-grau umrandet.

Im Prognosenußfall (**Abb. 6.10**) führen die verkehrsbedingten Beiträge der A 3 zu flächenhaft erhöhten NO_x -Immissionen entlang der Autobahn, die im Nahbereich über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am Fahrbahnrand zum Teil deutlich über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet sind. Mit zunehmendem Abstand zur A 3 nehmen die verkehrsbedingten Beiträge der Autobahn zur NO_x -Gesamtbelastung ab, die ab einem Abstand von ca. 250 m Jahresmittelwerte nicht über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Damit sind im Nordosten des Untersuchungsgebiet für dort gelegene geschützte Vegetationsflächen, die weniger als 250 m von A 3 entfernt liegen, NO_x -Immissionen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. In größeren Entfernungen sind für die geschützten Vegetationsflächen überwiegend NO_x -Gesamtbelastungen bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.



Die verkehrsbedingten Beiträge der L 239 sind deutlich geringer und führen im Nahbereich der Straße zu NO_x -Gesamtbelastungen über $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Durch den Einfluss des Reliefs, sowie durch Überlagerung verkehrsbedingter Beiträge der A 3 bzw. der A 44 sind NO_x -Immissionen, die sich nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterscheiden, ab einem südlichen Abstand zur L 239 zwischen 100 m und 600 m ermittelt. An zur L 239 nächstgelegenen Flächen der Naturschutzgebiete auf Höhe der Schwarzbachquerung sind NO_x -Immissionen über $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die an Flächen, die direkt an den Fahrbahnrand der L 239 angrenzen, Jahresmittelwerte vereinzelt bis $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Im Südosten des Untersuchungsgebietes sind an den Flächen der Naturschutzgebiete NO_x -Immissionen bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An den übrigen Bereichen der Naturschutzgebiete im Untersuchungsgebiet sind überwiegend zur Hintergrundbelastung vergleichbare NO_x -Jahresmittelwerte ermittelt.

Die für den Planfall unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes ermittelten NO_x -Immissionen sind in **Abb. 6.11** und die für den Planfall unter Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes ermittelten NO_x -Immissionen sind in **Abb. 6.12** dargestellt. Die zwischen den zwei betrachteten Planfällen vergleichbar ermittelten NO_x -Gesamtbelastungen weisen gegenüber dem Prognosenullfall nur geringe Unterschiede auf. Bis zu einem Abstand zur A 3 von weiterhin ca. 250 m sind NO_x -Immissionen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die im Nahbereich weiterhin vereinzelt Jahresmittelwerte deutlich über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Im Bereich des nordöstlich im Untersuchungsgebiet gelegenen Naturschutzgebietes sind vergleichbar zum Prognosenullfall für Flächen die weniger als 250 m von der A 3 entfernt liegen NO_x -Immissionen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Entlang der L 239 führen die für die Planfälle höher als im Prognosenullfall ermittelten NO_x -Freisetzungen zwar zu einer gewissen Zunahme der NO_x -Immissionen entlang der Straße. Im Nahbereich der L 239 sind in den Planfällen NO_x -Immissionen über $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Zur NO_x -Hintergrundbelastung von $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vergleichbare Jahresmittelwerte sind ab einem südlichen Abstand zwischen 140 m und 600 m ermittelt. An den zur L 239 nächstgelegenen geschützten Vegetationsflächen sind weiterhin NO_x -Jahresmittelwerte über $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im Bereich des im Südosten gelegenen Naturschutzgebietes sind weiterhin NO_x -Immissionen bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An den übrigen geschützten Vegetationsflächen im Untersuchungsgebiet sind vergleichbar zum Prognosenullfall Gesamtbelastungen abgeleitet, die gegenüber der NO_x -Hintergrundbelastung von $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur geringfügig erhöht sind.

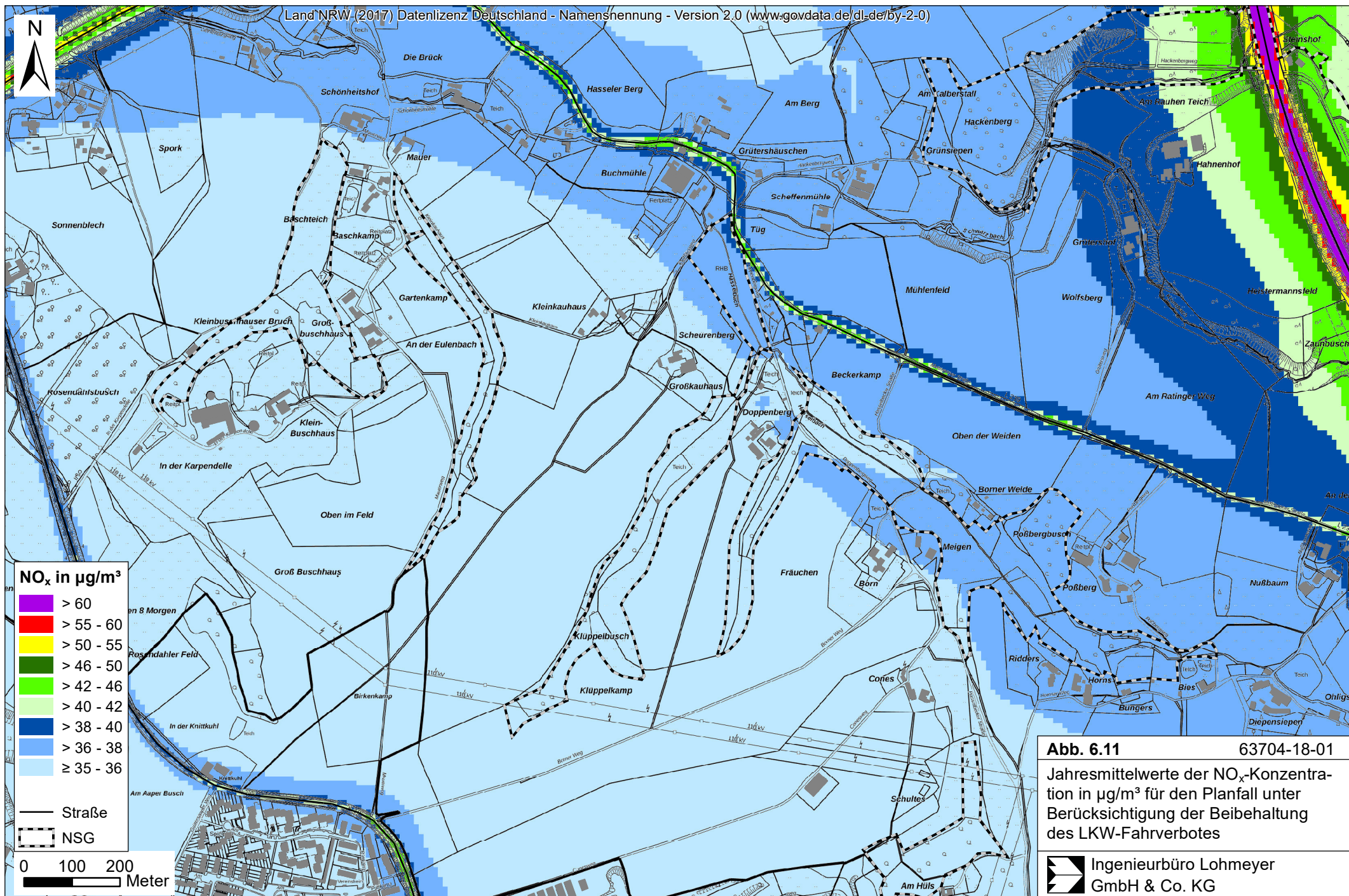
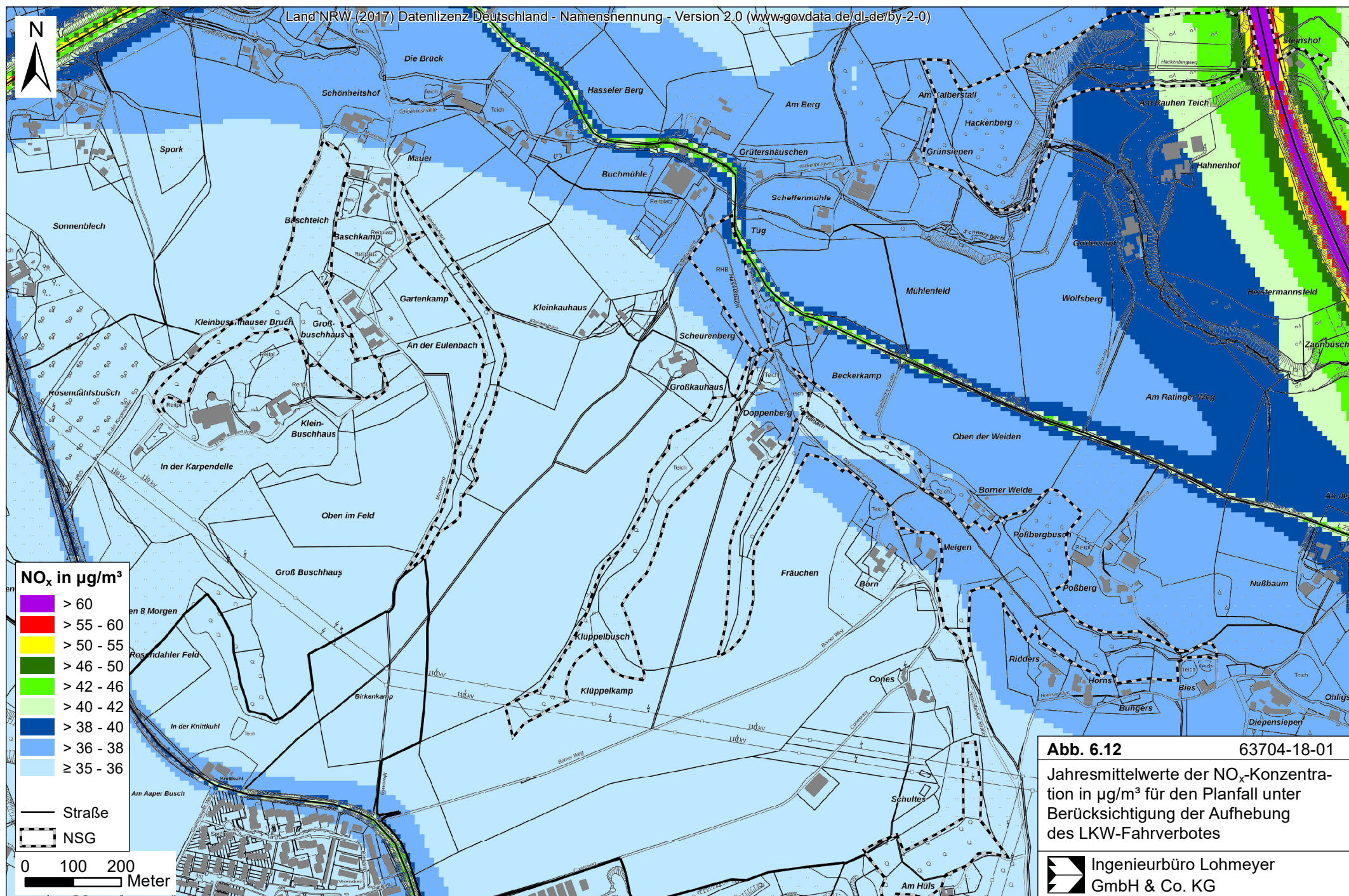


Abb. 6.11 63704-18-01

Jahresmittelwerte der NO_x-Konzentration in µg/m³ für den Planfall unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



6.2.2 Stickstoffdeposition

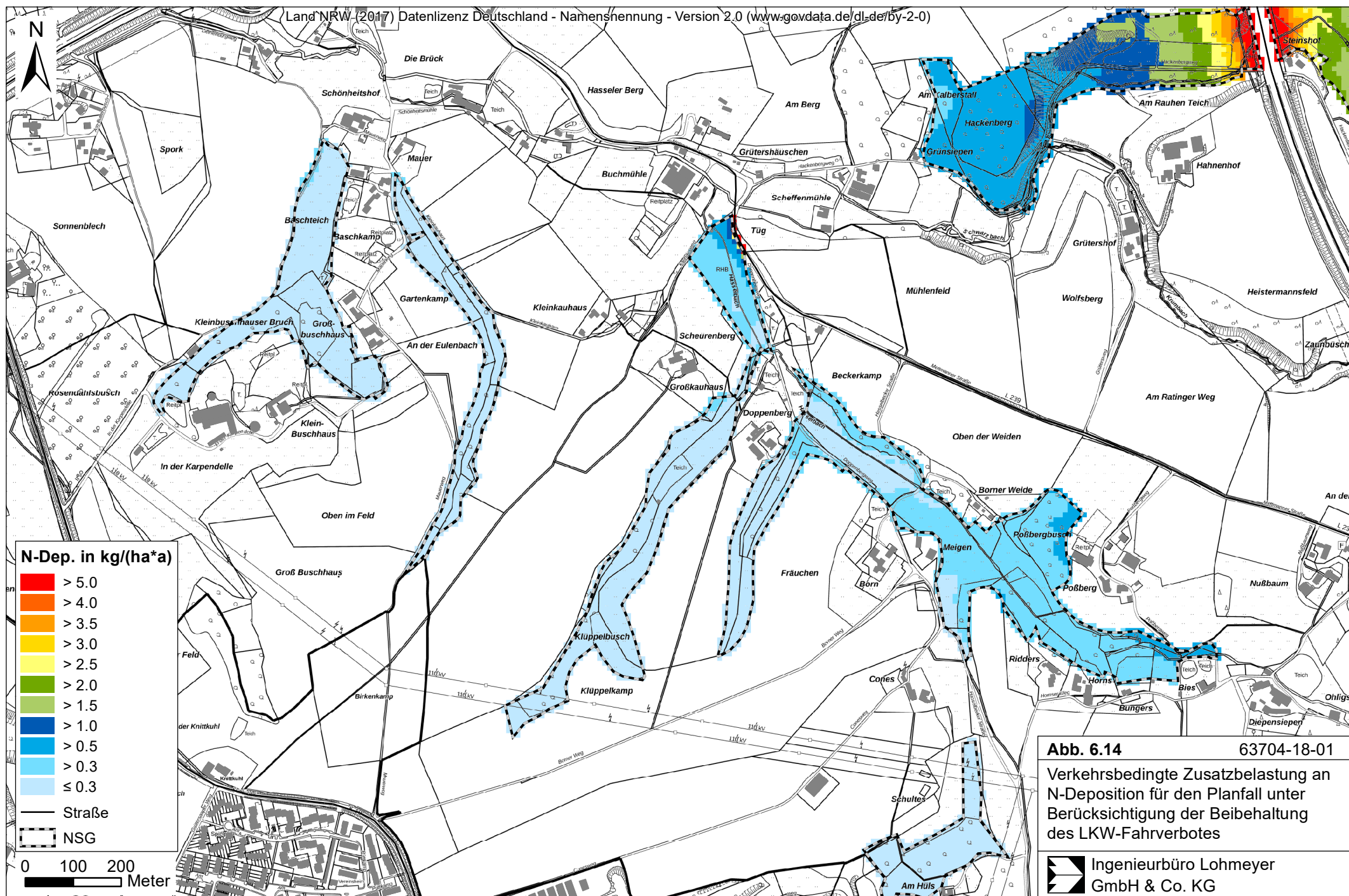
Abb. 6.13, **Abb. 6.14** und **Abb. 6.15** zeigen die berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag (N-Depositionen) resultierend aus den straßenverkehrsbedingten NO_x - und Ammoniaketrägen des jeweiligen Betrachtungsfalles. Die geschützten Vegetationsflächen sind in den Darstellungen schwarz-grau umrandet.

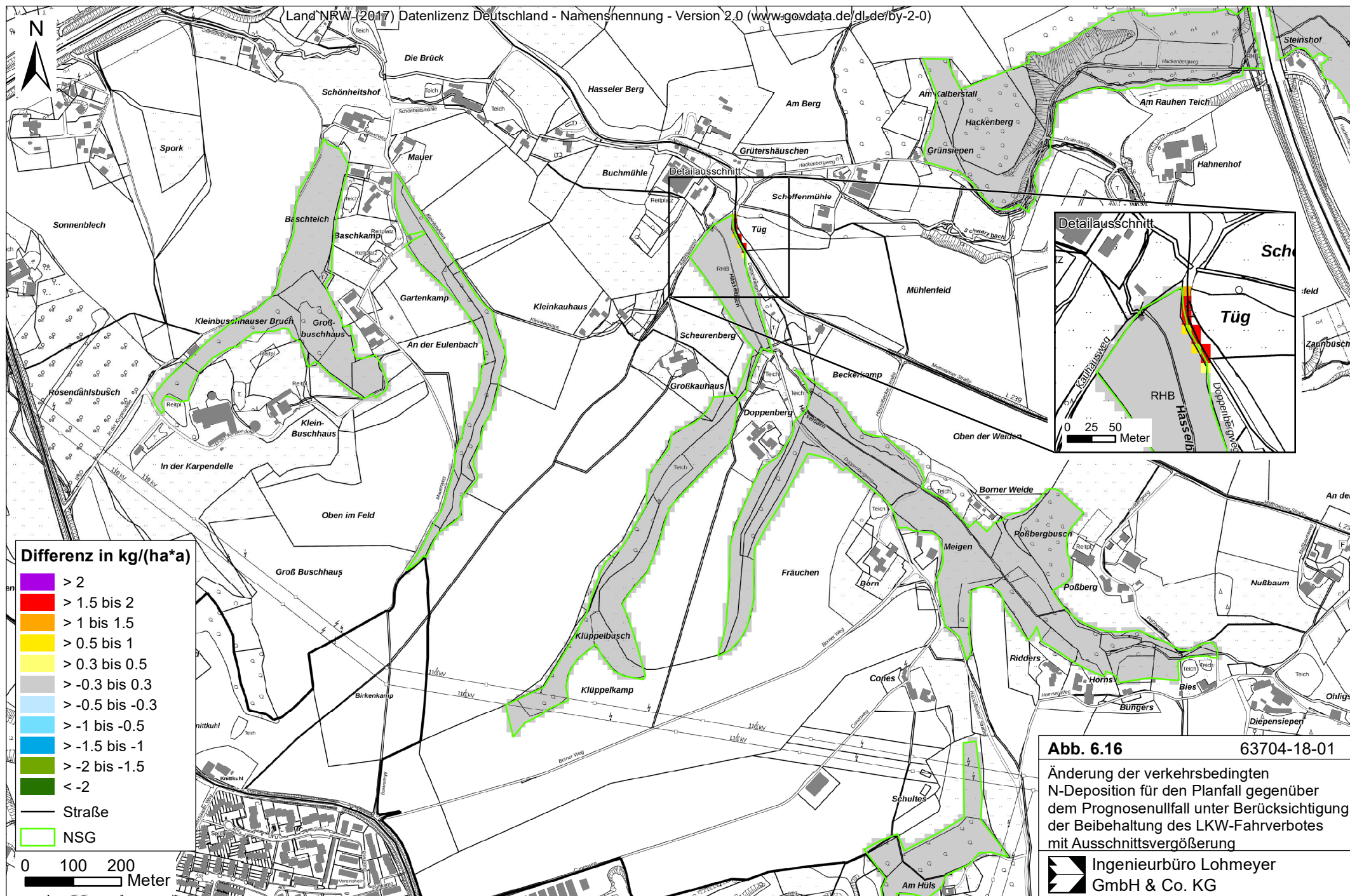
Im Prognosenullfall (**Abb. 6.13**) sind die höchsten N-Depositionen im Nordosten des Untersuchungsgebietes im Bereich des zur A 3 nächstgelegenen Naturschutzgebietes ermittelt. Für die betrachteten Flächen dieses Naturschutzgebietes sind keine Eintragsraten unter $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt, die mit zunehmender Nähe zur Autobahn zunehmen, wobei die zur Autobahn nächstgelegenen Flächen Eintragsraten deutlich über $5.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ aufweisen. Für die L 239 sind die verkehrsbedingten Stickstoffbeiträge deutlich geringer und führen an geschützten Vegetationsflächen auf Höhe der Schwarzbachquerung, die direkt an die L 239 angrenzen, zu Stickstoffeinträgen bis $5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$. Ab einem Abstand von ca. 40 m sind Eintragsraten abgeleitet, die $0.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ nicht überschreiten. An den im Südosten des Untersuchungsgebietes gelegenen geschützten Vegetationsflächen sind N-Depositionen überwiegend zwischen $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und $1.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt. Im Bereich der übrigen geschützten Vegetationsflächen im Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall überwiegend Depositionsraten von $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ oder geringer berechnet.

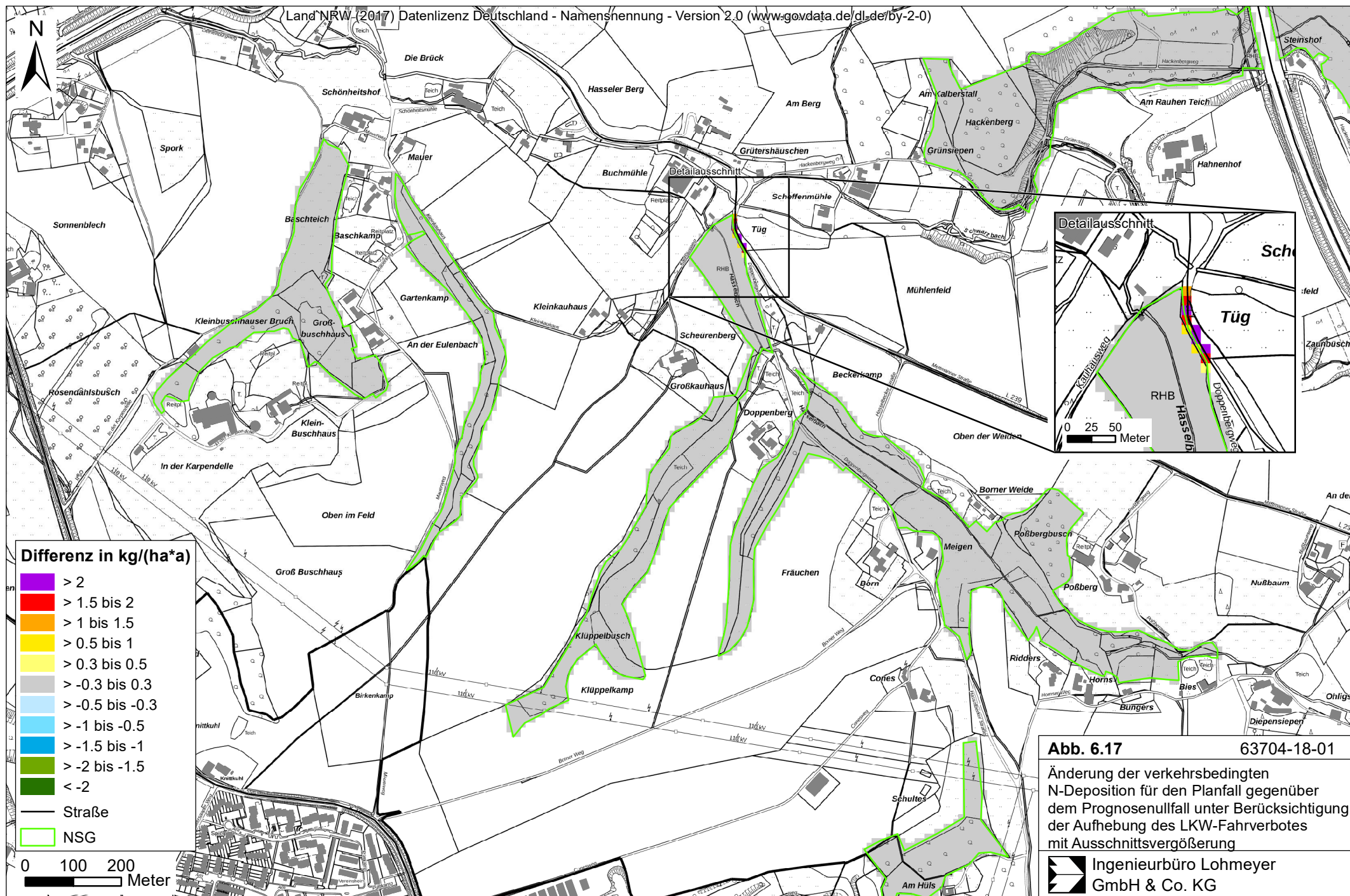
Die für den Planfall unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes ermittelten Stickstoffeinträge sind in **Abb. 6.14** und die für den Planfall unter Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes sind in **Abb. 6.15** dargestellt. Die zwischen den zwei betrachteten Planfällen vergleichbar ermittelten Eintragsraten weisen im Nordosten des Untersuchungsgebietes an dem zur A 3 nächstgelegenen Naturschutzgebiet gegenüber dem Prognosenullfall nur geringe Unterschiede auf. Für diese Flächen sind weiterhin N-Deposition über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt, die mit abnehmendem Abstand zur Autobahn zunehmen und an den zur A 3 nächstgelegenen Flächen Eintragsraten deutlich über $5.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ aufweisen. Die gegenüber dem Prognosenullfall in den Planfällen entlang der L 239 deutlich höher abgeleiteten verkehrsbedingten Stickstoffbeiträge führen auf Höhe der Schwarzbachquerung an den zur L 239 direkt angrenzenden geschützten Vegetationsbereichen zu Eintragsraten über $5.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$, die ab einem Abstand von ca. 50 m bis $0.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ermittelt sind. Im Südosten des Untersuchungsgebietes im Bereich der Flächen des Naturschutzgebietes sind gewisse Zunahmen der Stickstoffeinträge ermittelt, die aber weiterhin überwiegend Eintragsraten über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und unter $1.5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ aufweisen. An den übrigen geschützten

Vegetationsbereichen sind in beiden Planfällen zum Prognosenullfall vergleichbare N-Depositionen überwiegend von $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ oder geringer berechnet.

Die Änderungen der Stickstoffdeposition im Planfall mit Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes gegenüber dem Prognosenullfall im Bereich der geschützten Vegetationsflächen sind in **Abb. 6.16** und die entsprechenden Änderungen hinsichtlich des Planfalls mit Aufhebung des LKW-Fahrverbotes sind in **Abb. 6.17** dargestellt. In beiden Planfällen beschränken sich Zunahmen des Stickstoffeintrages über $0.3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ im Untersuchungsfällen auf einige wenige Bereiche der geschützten Vegetationsflächen, die auf Höhe der Schwarzbachquerung direkt an L 239 angrenzen, zur Verdeutlichung sind in den Abbildungen eine Ausschnittvergrößerung eingebunden. Der geplante Ausbau unter Berücksichtigung der Beibehaltung des LKW-Fahrverbotes führt an diesen Flächen zu Zunahmen des verkehrsbedingten Stickstoffeintrages vereinzelt bis $2 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$. Der geplante Ausbau der L 239 unter Berücksichtigung der Aufhebung des LKW-Fahrverbotes ist im Bereich dieser Flächen mit Zunahmen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge um vereinzelt knapp über $2.0 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ verbunden. Dabei ist zu beachten, dass dies nur einen sehr geringen Anteil des Fläche des entsprechenden Naturschutzgebietes betrifft und diese Flächen bereits derzeit zum Teil als Fahrbahnbereich genutzt werden.







7 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962. (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen)
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004. (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- Bachhiesl, M., Narodoslawsky, M., Sturm, P.-J. (2002): Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen. UVP-report 1+2/2002.
- Bächlin, W., Bösing, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und 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.
- BRD (2012): Luftreinhalteplan Mettmann. Bezirksregierung Düsseldorf, November 2011.
- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu den Feinstaubfraktion PM_{2.5} an den Immissionsschutz? In: Immissionsschutz 3/09.
- 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 PM_{2.5} at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate change, June 2009.
- DIN 1333 (1992): Zahlenangaben. Normenausschuss Einheiten und Formelgrößen (AEF) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Normenausschuss Qualitätssicherung und angewandte Statistik (AQS) im DIN. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- 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., Bösing, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von PM10-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003.
www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1.
- Israël, G.W., Pesch, M., Schlums, C. (1994): Bedeutung des Reifenabriebs für die Rußemission des Kfz-Verkehrs. In: Staub - Reinhaltung der Luft 54, S. 423-430. Springer-Verlag, Berlin.
- Janicke, L. (2017): Ausbreitungsmodell LASAT, Referenzbuch zu Version 3.4. Ing.-Büro Dr. Lutz Janicke, Dunum, April 2017.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.
- Kühlwein, J. (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- LANUV (2011-2017): Kurzfassung Jahreskenngößen 2010-2016. Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- LANUV (2018): EU-Jahreskenngößen 2017. 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_fagrapporter/rapporter/FR460.PDF.
- RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, veröffentlicht 2013.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Niemann, H.-J., Brilon, W., Hölscher, N. (1986): Windkanaluntersuchungen über die Ausbreitung von Abgasen an Hochleistungsstraßen. 3. Teilstufe: Parameterstudie.

Forschungsbericht im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen vom Institut für Konstruktiven Ingenieurbau und Lehrstuhl für Verkehrswesen I, Ruhr-Universität Bochum.

Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.

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

SSP (2018): Verkehrsuntersuchung zum Umbau der L 239 im Bereich Ratingen Schwarzbachtal. SSP Consult Beratende Ingenieure GmbH, Köln, Juni 2018.

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.

TREMOD (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.

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

UBA (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>.

UBA (2019a): Stickstoffdioxid (NO₂) im Jahr 2018, Umweltbundesamt Berlin, 30.01.2019
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/358/dokumente/no2_2018_0.xlsx.

UBA (2019b): Feinstaub (PM10) im Jahr 2018, Umweltbundesamt Berlin, 30.01.2019

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/358/dokumente/pm10_2018_0.xlsx.

UBA (2019c): Feinstaub (PM2.5) im Jahr 2018, Umweltbundesamt Berlin, 30.01.2019

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/358/dokumente/pm2_2018_0.xlsx.

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 A1
BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-
STRASSEN

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

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

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 , PM10 und PM2.5 von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von PM10 und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für PM2.5, Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr

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

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	seit 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 seit dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist. Für davor liegende Jahre werden Toleranzmargen genannt, die hier im Kap. A1.2 beschrieben werden.

A1.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu den

Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte bzw. Zielwerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche 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 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 µg/m³ im Jahr 2020 erreicht werden.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

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

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

A1.4 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 µg/m³ 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.

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

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2.1 PROKAS / LASAT - Berechnungsverfahren zur Bestimmung 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 prognostizierten Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

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

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

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

Nach BASt (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen 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 A3
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE



Abb. A3.1 63704-18-01
Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall 2023

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



Abb. A3.2 63704-18-01
Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 1 mit LKW-Verbot 2023

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



Abb. A3.3 63704-18-01
Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2 ohne LKW-Verbot 2023

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG







Abb. A3.6 63704-18-01
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2 ohne LKW-Verbot 2023
Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



Abb. A3.763704-18-01

Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall 2023

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

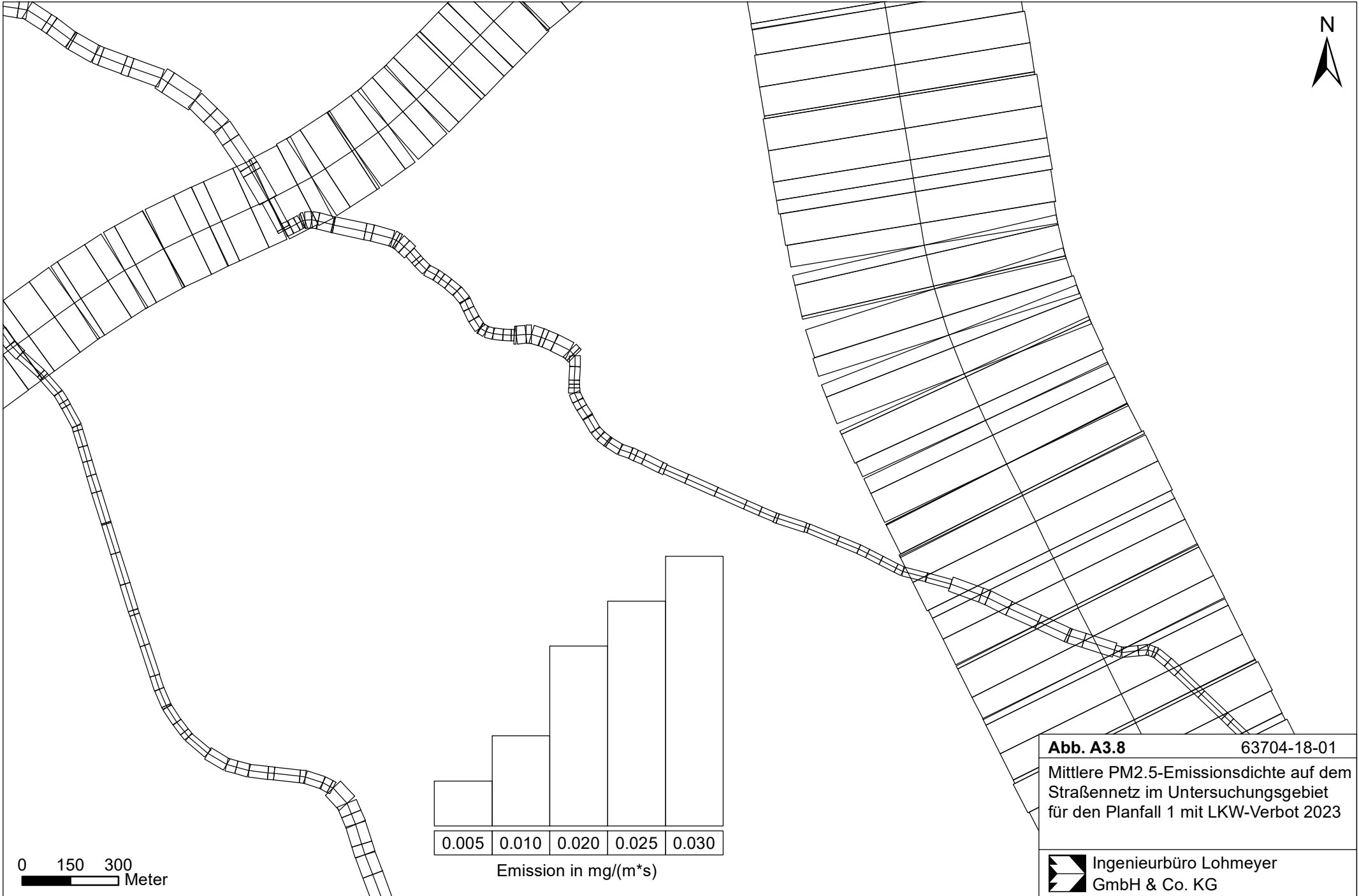


Abb. A3.863704-18-01

Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 1 mit LKW-Verbot 2023

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

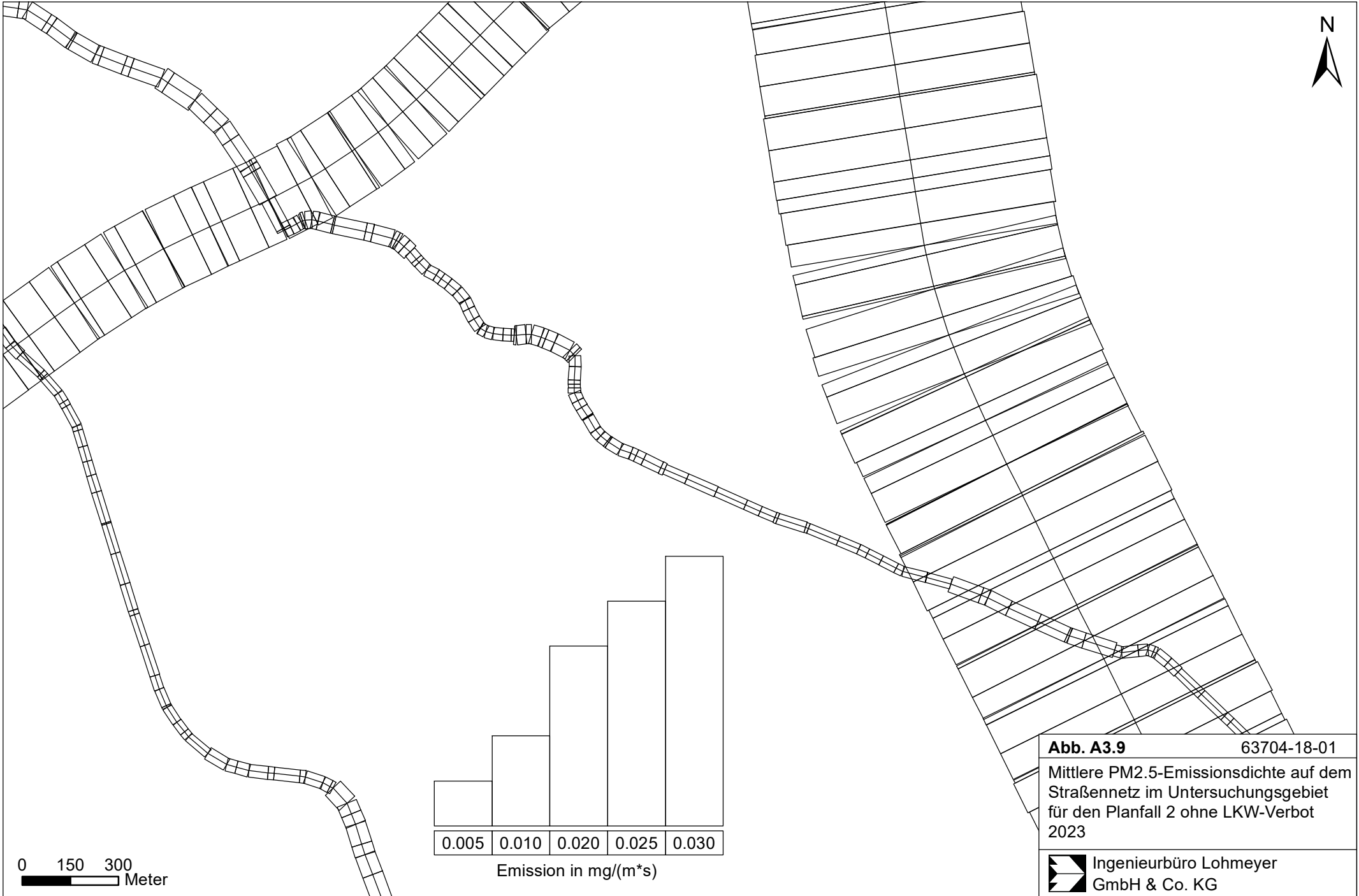










Abb. A3.7 63704-18-01
Mittlere NH₃-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall 2030

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

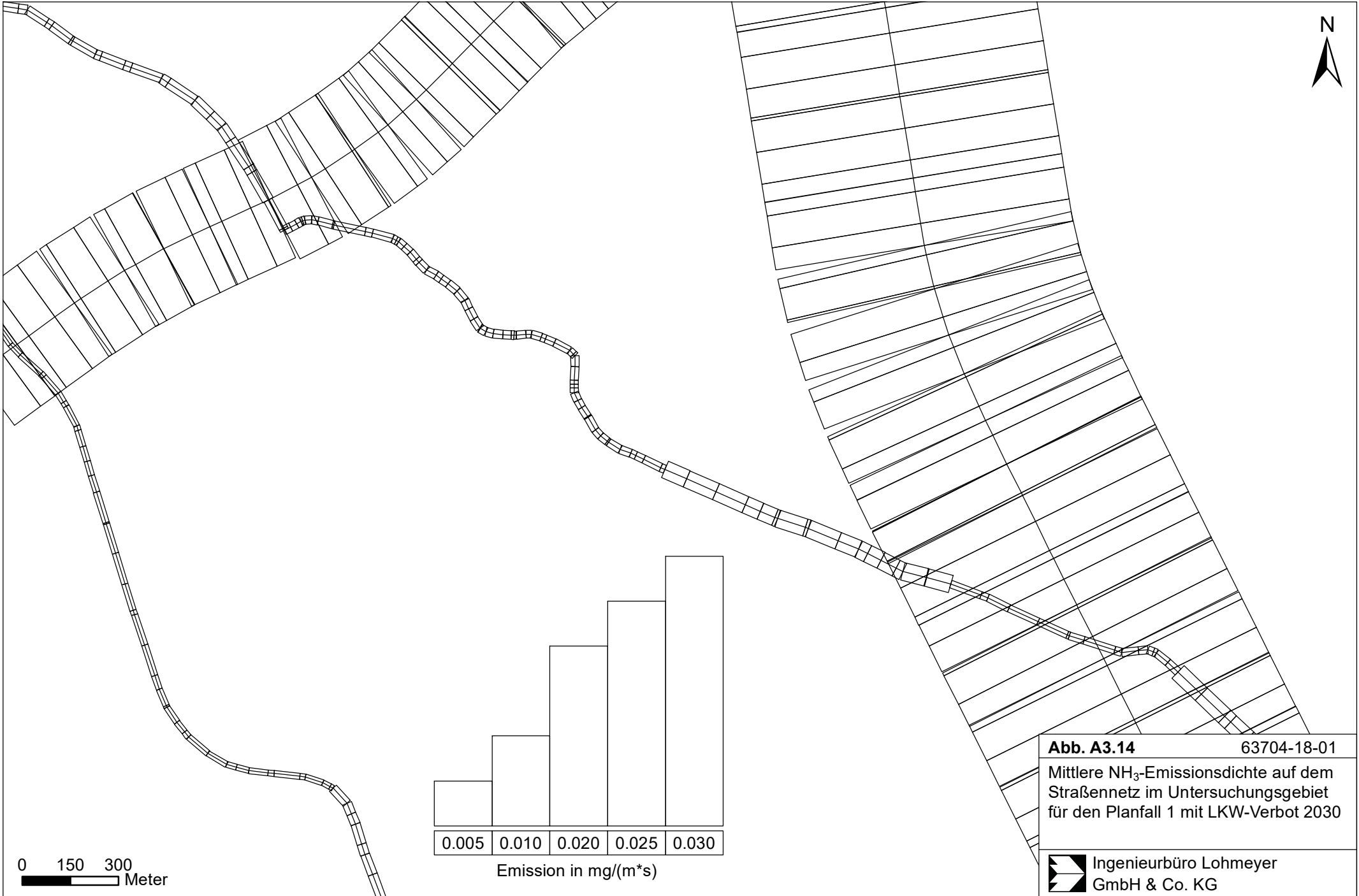


Abb. A3.14 63704-18-01
Mittlere NH₃-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 1 mit LKW-Verbot 2030

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

