



## Planfeststellung

Unterlage 15

für den  
Neubau der B 64/83 Brakel/Hembsen bis Höxter  
Teilabschnitt 1b  
Neubau der B 64 Höxter/Ottbergen bis Höxter/Godelheim  
von Bau-km 5,600 bis Bau-km 8,000 und  
Neubau der B 83 Beverungen/Wehrden bis Höxter/Godelheim  
von Bau-km -0,060 bis Bau-km 2,480

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

## Luftschadstoffuntersuchung

Aufgestellt:

Paderborn, 25.05.2016  
Der Leiter der  
Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift  
I. A.

gez. Dipl.-Ing. Sven Koerner

**Satzungsgemäß ausgelegen**

**Festgestellt gemäß Beschluss vom heutigen Tage**

in der Zeit vom \_\_\_\_\_

Detmold , \_\_\_\_\_

bis \_\_\_\_\_ (einschließlich)

in der Stadt/Gemeinde

Bezirksregierung Detmold  
- Planfeststellungsbehörde -

Im Auftrage

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

Stadt/Gemeinde \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift)

(Dienstsiegel)

(Dienstsiegel)



**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

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

E-Mail: [info.ka@lohmeyer.de](mailto:info.ka@lohmeyer.de)

URL: [www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)

**Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG**

## **LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN ZUM NEUBAU DER B 64/83N ZWISCHEN BRAKEL/HEMBSSEN UND HÖXTER**

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

Dipl.-Umweltwiss. A. Jost  
Dipl. Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. W. Bächlin

Dezember 2015  
Projekt 63033-15-01  
Berichtsumfang 67 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>7</b>
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe .....	7
3.1.1 Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit.....	7
3.2 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT .....	8
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	9
<b>4 EINGANGSDATEN .....</b>	<b>12</b>
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	12
4.2 Verkehrsdaten .....	13
4.3 Meteorologische Daten .....	17
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft .....	19
<b>5 EMISSIONEN .....</b>	<b>23</b>
5.1 Betrachtete Schadstoffe.....	23
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	23
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren .....	23
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren .....	28
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	29
<b>6 IMMISSIONEN.....</b>	<b>30</b>
6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO <sub>2</sub> ).....	30
6.2 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>10</sub> ) .....	36
6.3 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>2.5</sub> ).....	42
<b>7 LITERATUR .....</b>	<b>45</b>

<b>A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN</b> .....	<b>50</b>
<b>A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION</b> .....	<b>55</b>
A2.1 PROKAS / LASAT- Berechnungsverfahren zur Bestimmung verkehrserzeugter Schadstoffbelastungen.....	55
A2.2 Beschreibung des Modells LASAT (Auszug aus dem Handbuch).....	56
A2.3 Fehlerdiskussion .....	59
<b>A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE</b> .....	<b>62</b>

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung weder modifiziert noch auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas.



## ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

### **Emission / Immission**

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

### **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  $\text{mg}/\text{m}^3$  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<sub>2</sub>-Konzentrationen von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98% der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

### **Verkehrssituation**

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

### **Feinstaub / PM10 / PM2.5**

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

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift bereitet derzeit den Neubau der B 64/83n zwischen Brakel/Hembsen und Höxter vor. Der geplante Abschnitt der B 64n ist ca. 13 km lang und in drei Bauabschnitten gegliedert.

In der vorliegenden Untersuchung war zu prüfen, ob sich durch die o. g. Planungen die Luftkonzentrationen verkehrsbedingter Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Zu betrachten waren die Schadstoffe NO<sub>2</sub>, PM10 und PM2.5 für den Prognosenullfall und den Planfall. Als Bezugsjahr für die Betrachtungen zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurde das Jahr 2025, das Jahr der frühestmöglichen Fertigstellung der Planungen, angesetzt.

Die Emissionsberechnung erfolgte auf der Grundlage der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014). Wegen der besonderen Ausbreitungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet wurde das für die vorliegenden Fragestellungen geeignete Berechnungsverfahren PROKAS angewandt, wobei als Ausbreitungsmodell das dreidimensionale Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrangemodell in Anlehnung an das Modell der TA Luft) verwendet wurde. Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet werden die Emissionen des Verkehrs auf den berücksichtigten Straßen und die Ausbreitung der freigesetzten Schadstoffe in der Luft berechnet. Die Schadstoffausbreitung wurde dabei für die Kombinationen aus Emissionssituationen, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und atmosphärischen Stabilitätsbedingungen unter Berücksichtigung der Topografie simuliert. Die Schadstoffkonzentrationen für NO<sub>2</sub>, PM10 und PM2.5 wurden mit dem Verfahren PROKAS/LASAT flächenhaft für das Untersuchungsgebiet berechnet.

### Ergebnisse

Die höchsten NO<sub>2</sub>-Immissionen sind im Prognosenullfall 2025 entlang der bestehenden B 64 und B 83 berechnet mit Jahresmittelwerten über 20 µg/m<sup>3</sup> und vereinzelt bis 32 µg/m<sup>3</sup>; mit zunehmendem Abstand zu den Straßen sind geringere NO<sub>2</sub>-Konzentrationen verbunden.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z.B. Wohnbebauung, führen. An der zur B 64 nächstgelegenen Randbebauung der Ortsdurchfahrt von

Ottbergen sind im Prognosenullfall NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen bis 28 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. An der zur B 64 nächstgelegenen Bebauung von Godelheim sind im Prognosenullfall NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 32 µg/m<sup>3</sup>, an der zur B 83 nächstgelegenen Bebauung bis 28 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen unter 24 µg/m<sup>3</sup> berechnet.

Im Planfall sind entlang der geplanten B 64 und B 83n gegenüber dem Prognosenullfall Zunahmen der Schadstoffbelastungen berechnet, da dort zum Teil bislang noch keine Straße verläuft; entlang den bestehenden Ortsdurchfahrten sind Abnahmen der Schadstoffbelastungen berechnet. An der zur geplanten B 64 nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Bebauung von Ottbergen sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um ca. 1 µg/m<sup>3</sup> erhöhte NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der zur bestehenden Ortsdurchfahrt von Ottbergen nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 5 µg/m<sup>3</sup> reduzierte NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 23 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der zur geplanten B 64 nächstgelegenen Bebauung von Godelheim sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 2 µg/m<sup>3</sup> erhöhte NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Demgegenüber sind an der zur bestehenden Ortsdurchfahrt von Godelheim nächstgelegenen Bebauung im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 12 µg/m<sup>3</sup> reduzierte NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis 20 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. An der zur B 83n nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel berechnet.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird somit sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2025 an der im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten B 64 und B 83n nächstgelegenen Bebauung. Die NO<sub>2</sub>-Immissionen sind an der zur B 64 nächstgelegenen Bebauung von Godelheim und Ottbergen in Bezug auf den Grenzwert als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die berechneten PM10-Immissionen führen im Prognosenullfall an der zur B 64 nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Bebauung von Godelheim zu PM10-Jahresmittelwerten über 24 µg/m<sup>3</sup> und vereinzelt bis 27 µg/m<sup>3</sup>. An der zur Ortsdurchfahrt von Ottbergen nächstgelegenen Bebauung sind PM10-Gesamtbelastungen bis 24 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. An der übrigen beurteilungsrelevanten Bebauung sind im Prognosenullfall PM10-Immissionen unter 21 µg/m<sup>3</sup> berechnet.

Im Planfall sind an der zur geplanten B 64 und B 83n nächstgelegenen Bebauung mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der zur bestehenden Ortsdurchfahrt von Godelheim nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der zur Ortsdurchfahrt von Ottbergen nächstgelegenen Bebauung um bis zu  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2025 an der bestehenden beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur B 64 und B 83n nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM10-Jahresmittelwerte als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der Bebauung im Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Die berechneten PM2.5-Immissionen führen im Prognosenullfall an der Randbebauung der Ortsdurchfahrt von Godelheim zu PM2.5-Jahresmittelwerten bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und an der zur Ortsdurchfahrt von Ottbergen nächstgelegenen Bebauung bis  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im Planfall sind an der Bebauung von Godelheim um bis zu  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und an der Bebauung von Ottbergen um ca.  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet, so auch an der zur geplanten Trasse nächstgelegenen Bebauung. Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird somit sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2025 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sind die PM2.5-Immissionen an der bestehenden beurteilungsrelevanten Bebauung als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der ab dem Jahr 2020 einzuhaltende Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird an der bestehenden Bebauung ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass entlang der geplanten B 64 und B 83n Erhöhungen der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen zu erwarten sind, da bislang dort zum Teil noch keine Straße verläuft, wobei die jeweiligen Grenzwerte deutlich nicht erreicht und nicht überschritten werden. Die Entlastungen der verkehrsbedingten Immissionen an beurteilungsrelevanter Bebauung entlang der bestehenden Ortsdurchfahrten sind zu begrüßen.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift bereitet derzeit den Neubau der B 64/83n zwischen Brakel/Hembsen und Höxter vor. Der geplante Abschnitt der B 64n ist ca. 13 km lang und in drei Bauabschnitten gegliedert.

In der vorliegenden Untersuchung ist zu prüfen, ob sich durch die o. g. Planungen die Luftkonzentrationen verkehrsbedingter Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Zu betrachten sind die Schadstoffe NO<sub>2</sub>, PM10 und PM2.5.

### 3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) 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 werden, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v.a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO<sub>2</sub> die 22. BImSchV ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf den v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoff Stickoxid. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> 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.

#### 3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

##### 3.1.1 Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

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

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m <sup>3</sup>	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO <sub>2</sub>	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert ab 2015	25	
PM2.5	Richtgrenzwert ab 2020	20	

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

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

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

<b>Immissionen in % der entsprechenden Grenzwerte</b>	<b>Bewertung</b>
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 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT

Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet werden zunächst auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen (Emissionen, Kap. 5) ermittelt.

Die Emissionsberechnung erfolgt mit dem Modell PROKAS entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003). Mithilfe der Informationen über Verkehrsflusskenngrößen (z.B. Straßentyp, Verkehrsdichte, zulässige Höchstgeschwindigkeit, Längsneigung usw.) werden so genannte Verkehrssituationen sowie Stauanteile für die einzelnen Straßenabschnitte festgelegt, die als Attribute der Segmente digitalisiert werden. Die mittleren Emissionsfaktoren und Startzuschläge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014) entnommen. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (VDI, 2003).



Zur Berücksichtigung der topografischen Verhältnisse und der lokalen Luftströmungen wird das Berechnungsverfahren PROKAS in Kombination mit dem dreidimensionalen Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT angewendet (Lagrangemodell in Anlehnung an das Modell der TA Luft; siehe Anhang A2 und Janicke, 2010). Die Schadstoffausbreitung wird dabei für die Kombinationen aus Emissionssituationen, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und atmosphärischen Stabilitätsbedingungen unter Berücksichtigung der Topografie und der örtlichen meteorologischen Parameter simuliert. Die Schadstoffkonzentrationen werden mit dem Verfahren PROKAS / LASAT flächenhaft für das Untersuchungsgebiet berechnet.

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeiten der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik) und der zeitlichen Variation der Emissionen werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden statistischen Immissionskenngrößen der vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes verursachten Zusatzbelastung berechnet. Dieser Zusatzbelastung wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Diese Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahegelegenen Standorten abgeschätzt (Kap. 4).

Die Berücksichtigung der NO/NO<sub>2</sub>-Konversion erfolgt für die Berechnung der NO<sub>2</sub>-Schadstoffbelastung mit Hilfe eines vereinfachten Chemiemodells (Düring et al., 2011a).

### 3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO<sub>2</sub> einen Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, 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/m<sup>3</sup> bis 170 µg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen von 50 µg/m<sup>3</sup> 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 PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m<sup>3</sup> und dem

PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

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

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

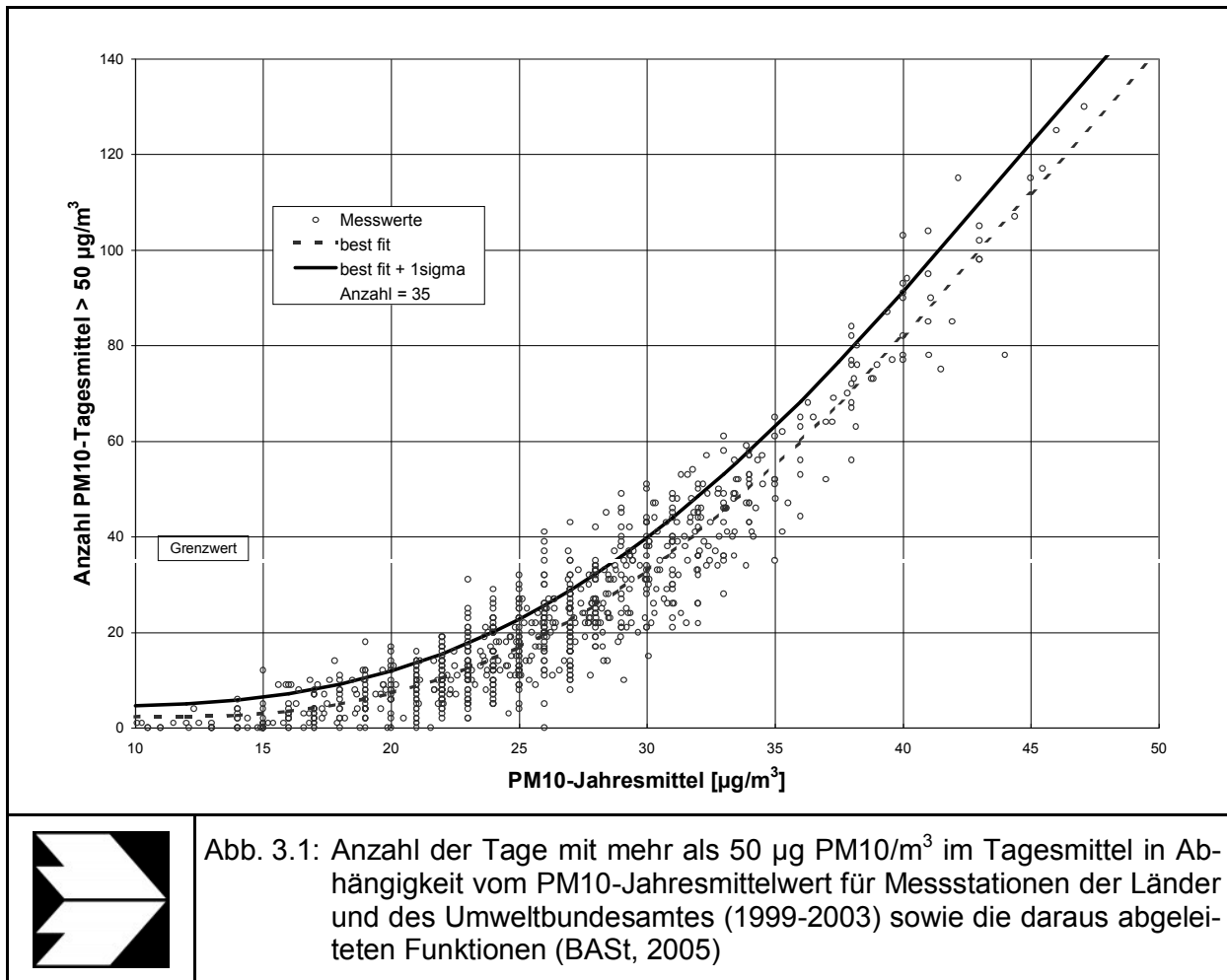


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit mehr als 50  $\mu\text{g PM10}/\text{m}^3$  im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BAST, 2005)

## 4 EINGANGSDATEN

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

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

Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. die nachfolgenden Unterlagen übergeben:

- Topographische Karten DGK5
- Verkehrsbelegungsdaten
- Lagepläne BA 1 Unterlage 7, Bl. 1 - 5, 08/2015
- Lagepläne BA 2 (TA 1b) Unterlage 7, Bl. 1 - 8, 09/2013
- Lagepläne BA 3 (TA 1a) Unterlage 7, Bl. 1 - 8, 11/2013
- Höhenpläne BA 1 Unterlage 8, Bl. 1 - 23, 08/2015
- Höhenpläne BA 2 (TA 1b) Unterlage 8, Bl. 1 - 18, 09/2013
- Höhenpläne BA 3 (TA 1a) Unterlage 8, Bl. 1 - 18, 11/2013
- Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes
- Lage- und Höheninformationen zu geplanten Lärmschutzbauten (Stand 05.11.2015)
- Tempolimits für bestehende und geplante Streckenabschnitte

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Weserbergland südlich der Stadt Höxter und wird durch die Flusstäler der Weser mit einer süd-nördlichen Orientierung und der Nethe mit einer west-östlichen Orientierung geprägt. Die Lage des Untersuchungsgebietes mit dem umliegenden Straßennetz ist in **Abb. 4.1** dargestellt.

Das Gelände im Untersuchungsgebiet mit den Tallagen von Weser und Nethe weist relevante Höhenunterschiede auf, wobei die umliegenden Höhenzüge die Talsohle zum Teil um mehr als 200 m überragen.

Die bestehende B 64 folgt im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes dem Flusslauf der Nethe in West-Ost-Orientierung und durchquert dabei das Ortszentrum von Ottbergen. Östlich von Ottbergen knickt die B 64 nach Nordosten in Richtung Höxter ab und durchquert dabei den Ortsbereich von Godelheim. Im südlichen Bereich der Ortsdurchfahrt von Godelheim mündet die von Südosten kommende B 83 in die B 64.

Die B 64 quert in ihrem Streckenverlauf zum Teil planfrei, im Außerortsbereich westlich von Ottbergen sowie im Innerortsbereich von Ottbergen plangleich bestehende Bahnübergänge. Nördlich von Godelheim quert die B 64 plangleich einen weiteren Bahnübergang.

Die Baustrecke der geplanten B 64 (Bauabschnitte 1 bis 3) ist 12,58 km lang, wobei der Lückenschluss 3-streifig mit einem sogenannten 2+1-Querschnitt als Trassenbündelung mit der Bahnstrecke 2974 Langeland – Holzminden auf der nord-westlichen Seite der Bahnstrecke erfolgen soll. Die Länge der Baustrecke im Zuge der B 83n ist 2,86 km lang und erfolgt 2-streifig. Durch den Neubau der B 64 und der B 83n werden die o.g. Bahnübergänge beseitigt und die Ortsdurchfahrten von Ottbergen und Godelheim verkehrlich entlastet. Bei Ottbergen und Godelheim sind Lärmschutzwände mit Höhen bis 6 m über Gradierte vorgesehen, die zur Orientierung in **Abb. 4.1** blau eingetragen sind.

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

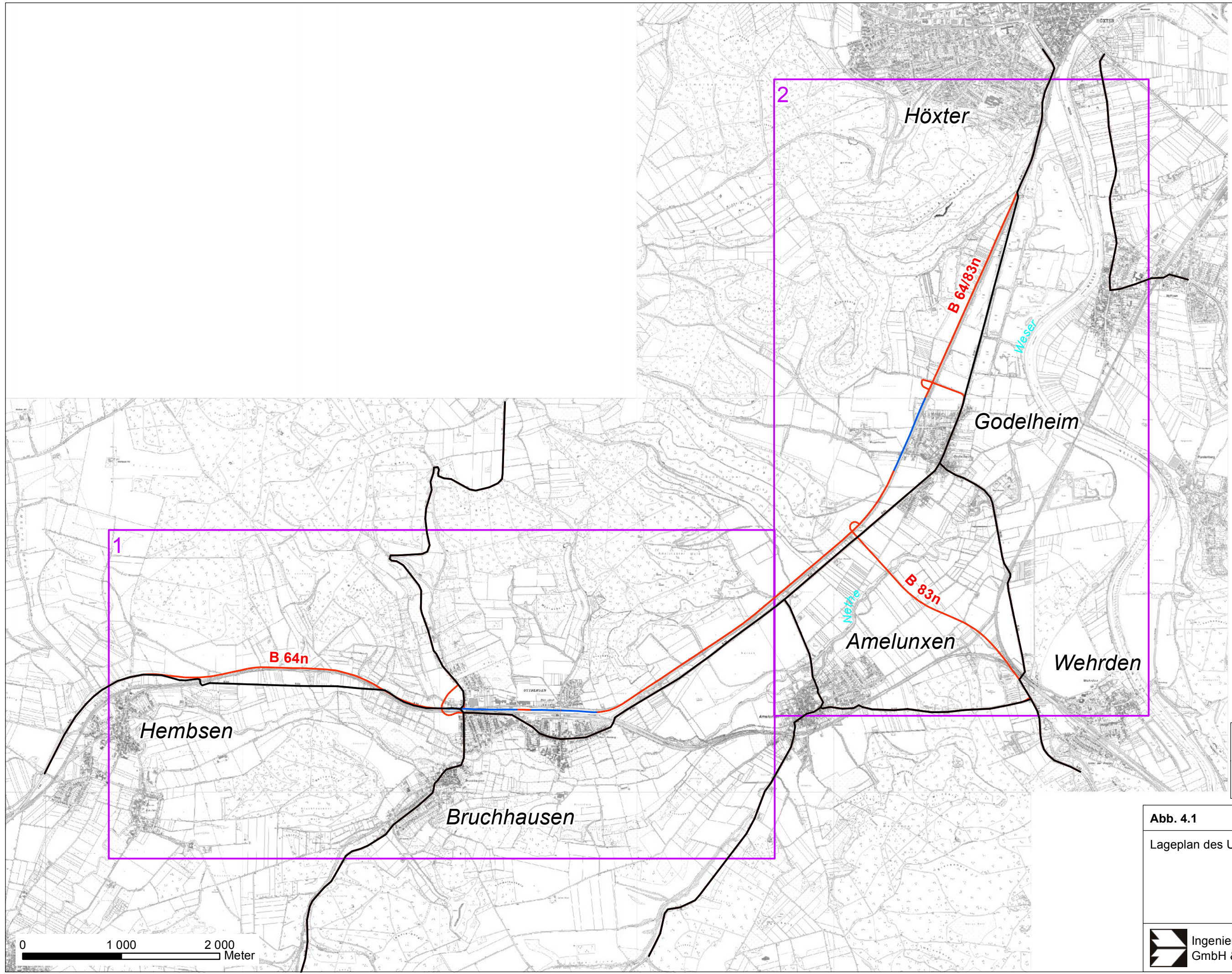
Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen, die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung.





## 4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Das sind für die B 64/83n basierend auf einem Verkehrsgutachten (DC Verkehr, 2010) Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke  $DTV_w$  und der LKW-(SV)-Anteile in % für den Prognose- und Planfall für das Bezugsjahr 2025.

Die im vorliegenden Gutachten im Untersuchungsgebiet verwendeten Verkehrsbelegungsdaten sind für den Prognosefall in **Abb. 4.2** und für den Planfall in **Abb. 4.3** aufgezeigt.





-  Bestehende Straße
-  Geplante Straße
-  Lärmschutzanlage
-  Rechengebiet

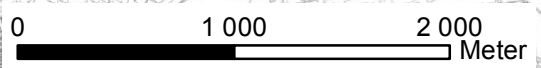
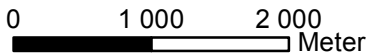
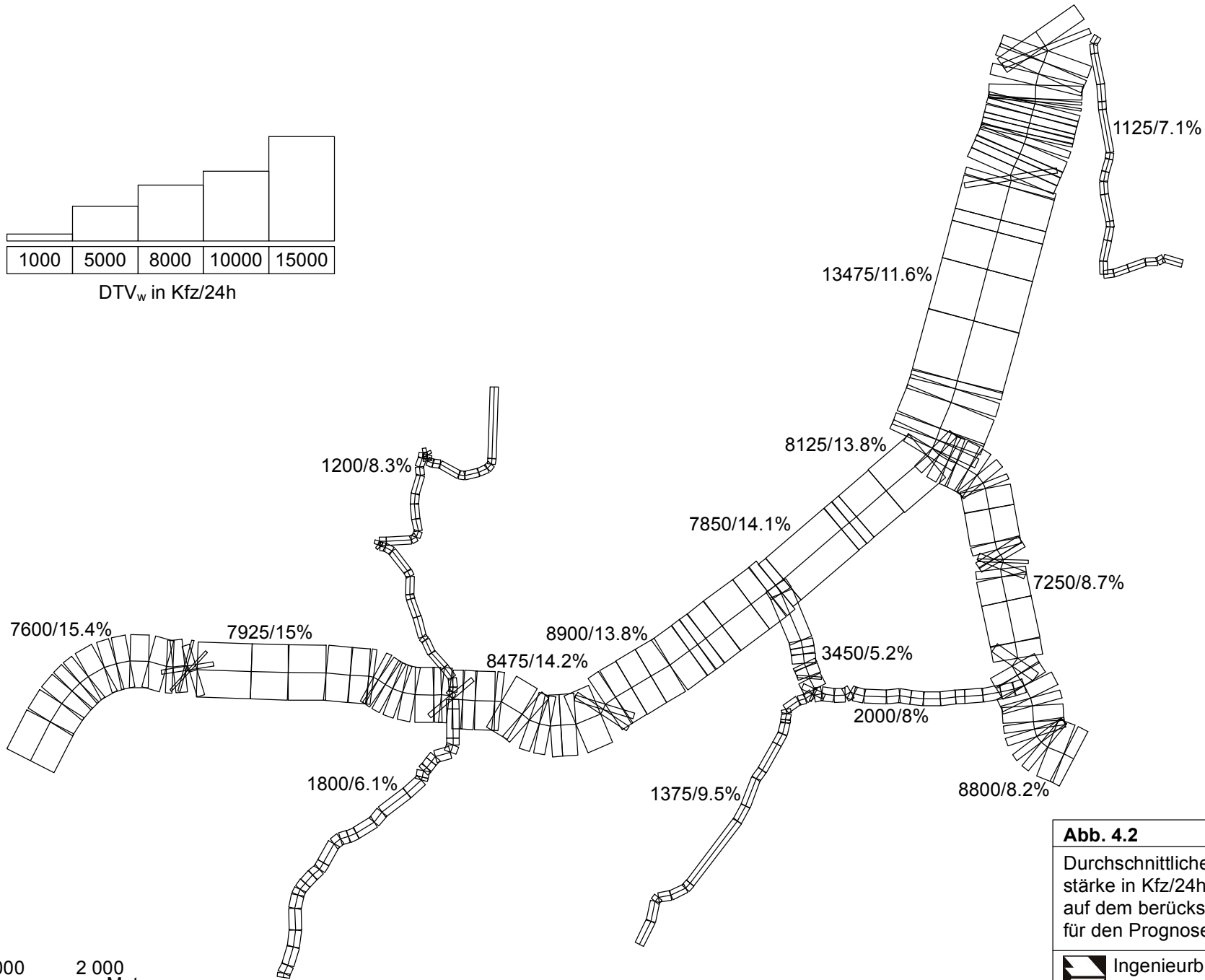
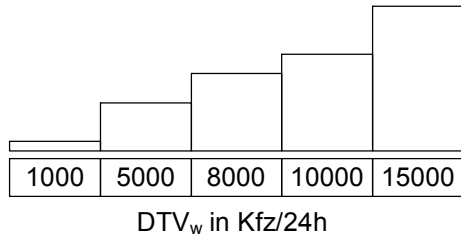



Abb. 4.1 63033-15-01

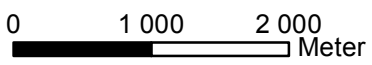
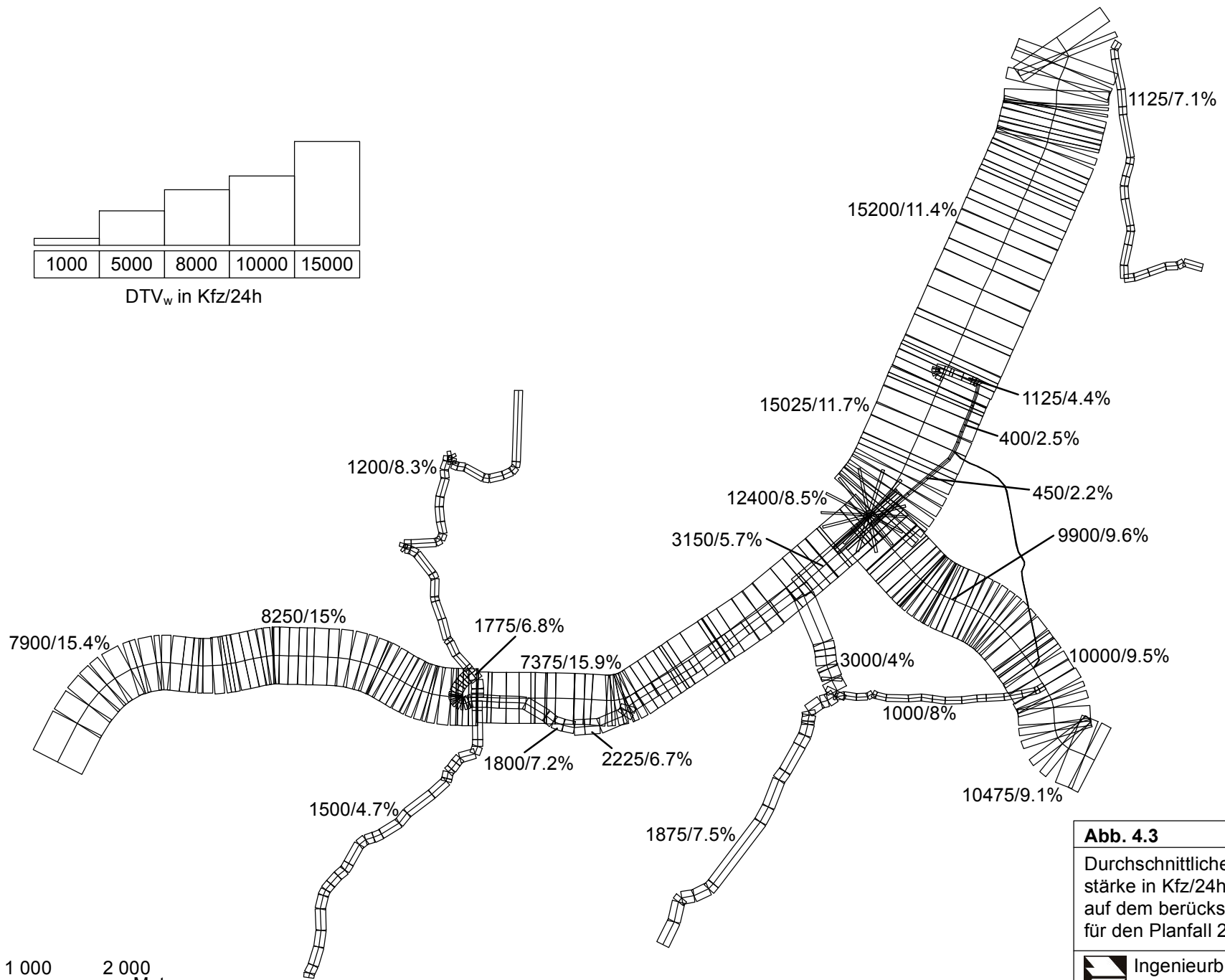
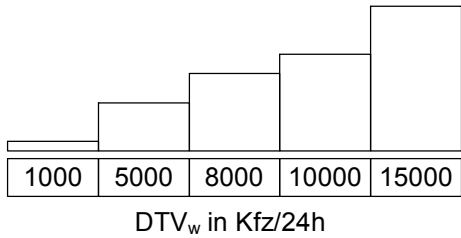
Lageplan des Untersuchungsgebietes






**Abb. 4.2** 63033-15-01  
Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Prognosefall 2025

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



**Abb. 4.3** 63033-15-01  
 Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall 2025

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-(SV)-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt. Diese wurden dem Verkehrsgutachten für den Streckenabschnitt B 64/83n entnommen.

### 4.3 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden so genannte Ausbreitungsklassenstatistiken benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

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

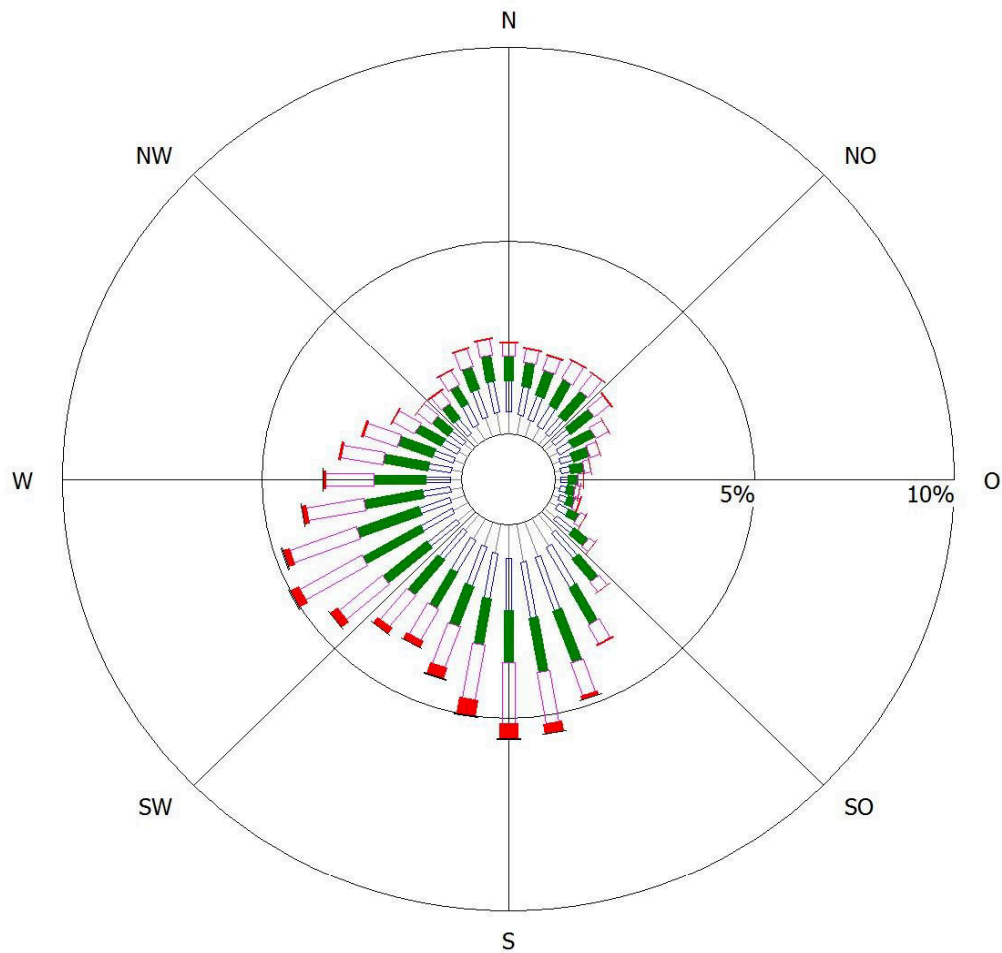
Der Standort der Anlage ist weiträumig von Freiland, vorrangig Acker, umgeben und befindet sich in leichter Sattelage im Weserbergland. Das Gelände am Messort hat eine Höhe von ca. 260 m ü. NN. Die gemessenen Winddaten erfassen dort die regionalen Windanströmungsverhältnisse.

In **Abb. 4.4** ist die Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der Station Lügde-Paenbruch für die Jahre 2003 bis 2010 dargestellt. Die Windrichtungsverteilung wird von Winden aus südlichen bis westlichen Richtungen geprägt, für welche auch die höchsten Windgeschwindigkeiten zu beobachten sind. Winde aus nördlich bis nordöstlichen Richtungen bilden ein zweites Maximum. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in Messhöhe ca. 3.1 m/s.

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

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

## Windverteilung in Prozent



Station	: Lügde-Paenb.	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Rechtswert	: 3518740	I : 15.5 %	—	1.4 bis 2.3 m/s
Hochwert	: 5748070	II : 19.9 %	—	2.4 bis 3.8 m/s
Meßhöhe	: 10.0 m	III/1 : 39.5 %	—	3.9 bis 6.9 m/s
Wind.Geschw.	: 3.1 m/s	III/2 : 16.2 %	—	7.0 bis 10 m/s
		IV : 6.0 %	—	größer 10 m/s
		V : 2.9 %	—	

Abb. 4.4: Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der Station Lügde-Paenbruch für die Jahre 2003 bis 2010

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

#### 4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft

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

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) betreibt das Landesmessnetz Nordrhein-Westfalen. In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LANUV NRW, 2007-2015a und b). Zusätzlich wurden auch Stationen aus den benachbarten Bundesländern Niedersachsen und Hessen (ZUS LLG, 2007-2015; HLUG, 2007-2015) herangezogen. Die vorliegenden Daten, dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen, sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt.

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

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Solling-Süd	Bad Arolsen	Weserbergland	Kassel-Mitte	Kassel-Fünffenster-Str.	Göttingen	Paderb. Bahnhofstr.	Paderb. Friedrichstr.
NO <sub>2</sub> Jahresmittel	2006	-	12	17	-	52	18	53	50
	2007	-	11	15	-	51	17	48	50
	2008	-	10	14	29	54	16	50	51
	2009	-	11	15	26	53	16	57	55
	2010	9	10	14	25	51	16	56	56
	2011	9	10	14	24	51	16	53	54
	2012	10	10	14	25	51	16	53	56
	2013	10	11	16	24	45	17	52	51
	2014	9	9	15	22	46	15	50	50
PM10 Jahresmittel	2006	-	18	25	-	30	22	-	-
	2007	-	16	19	-	29	16	-	-
	2008	-	16	19	20	29	15	-	-
	2009	-	18	18	22	30	16	-	-
	2010	15	17	19	22	28	17	-	-
	2011	21	18	21	23	30	15	-	-
	2012	13	17	18	20	26	13	-	-
	2013	13	16	17	21	27	13	-	-
	2014	15	15	16	19	28	16	-	-
PM10- Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m <sup>3</sup> )	2006	-	7	12	-	34	6	-	-
	2007	-	2	6	-	33	2	-	-
	2008	-	1	6	6	22	1	-	-
	2009	-	10	8	16	30	4	-	-
	2010	5	4	12	13	16	8	-	-
	2011	6	10	16	22	30	7	-	-
	2012	4	5	6	7	13	2	-	-
	2013	3	6	5	10	19	1	-	-
	2014	6	5	11	12	25	7	-	-
PM2.5 Jahresmittel	2009	-	-	14	-	-	12	-	-
	2010	-	13	15	-	-	13	-	-
	2011	-	13	14	-	-	12	-	-
	2012	-	11	11	14	-	10	-	-
	2013	-	13	12	14	-	11	-	-
	2014	-	11	13	14	-	11	-	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m<sup>3</sup> an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LANUV NRW, 2007-2015a und b; ZUS LLG, 2007-2015; HLUG, 2007-2015)

biet. Die verkehrsbeeinflussten Stationen in Paderborn (Bahnhofstr. und Friedrichstr.) befinden sich ca. 41 km westlich des Untersuchungsgebietes. Dort werden diskontinuierliche NO<sub>2</sub>-Messungen mit Passivsammlern durchgeführt. Daneben wurde in Paderborn „Am Rothoborn“ eine städtische NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung für ca. 1 Jahr betrieben. Der abgeleitete NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert für 2009 beträgt dort 22 µg/m<sup>3</sup>. Der Luftreinhalteplan (LRP) von Paderborn (BRDT, 2011) ist 2011 in Kraft getreten und enthält u. a. Angaben zur Hintergrundbelastung für die Jahre 2006 und 2010. Für 2006 wurde im LRP aus Messdaten ein mittleres, regionales NO<sub>2</sub>-Hintergrundniveau von 21 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 22 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet und benannt. Für das Jahr 2010 wurden aus den Prognosen für die Schadstoffe NO<sub>2</sub> 18 µg/m<sup>3</sup>, für NO<sub>x</sub> ca. 29 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> 20 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet und angegeben.

Die Lageverhältnisse des Untersuchungsgebietes mit der Tallage und den darin befindlichen Siedlungsbereichen erlauben keine direkte Zuordnung der Verhältnisse von einer der Messorte. Aus den Daten der Stationen in Siedlungsbereichen und der Passivsammlermessung in Paderborn von 2009 wird eine NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet mit 19 µg/m<sup>3</sup> bis 20 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet. Da die NO<sub>2</sub>-Messwerte der Hintergrundstationen in den letzten Jahren leicht abnehmen, wird die örtliche NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung mit 19 µg/m<sup>3</sup> angesetzt.

Die jährlichen Schwankungen der Feinstaub-Messwerte zwischen 2006 und 2014 der einzelnen Stationen zeigen keinen eindeutigen Trend. Als PM<sub>10</sub>-Hintergrundwert werden 20 µg/m<sup>3</sup> für das Untersuchungsgebiet abgeleitet, vergleichbar mit den Ansätzen des LRP Paderborn.

Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub>. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein Verhältnis von PM<sub>2.5</sub> zu PM<sub>10</sub> 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 Verhältnis von PM<sub>2.5</sub> zu PM<sub>10</sub> bestimmt. Diese Verhältnisse finden sich größtenteils auch in den in **Tab. 4.1** aufgeführten Messwerten wieder.

Als PM<sub>2.5</sub>-Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet werden 14 µg/m<sup>3</sup> angesetzt.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im

Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Für das zu betrachtende Prognosejahr zeigen Abschätzungen (RLuS, 2012) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der NO<sub>2</sub>-Immissionen um ca. 18 % und der Feinstaub-Immissionen um ca. 6 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktionen verzichtet.

Auf Grundlage der in Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. aufgeführten Messdaten und den Angaben im Luftreinhalteplan Paderborn werden für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet die Werte der **Tab. 4.1** angesetzt.

Schadstoff	Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]
NO <sub>2</sub>	19
PM10	20
PM2.5	14

Tab. 4.1: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2014/2025

## 5 EMISSIONEN

### 5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO<sub>2</sub> und PM10 erreicht, weshalb diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet werden. Zudem werden die PM2.5-Immissionen behandelt. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO<sub>2</sub>, CO, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer und werden deshalb hier nicht betrachtet.

### 5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die PKW, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

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

#### 5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014) 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, 2014) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israel et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100% der Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IO-HVS50+BÜ: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Bahnübergang



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

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2%-Stufen. Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2025									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW)	NO <sub>x</sub>		PM10 / PM2.5 (nur Abgase)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)		NO <sub>2</sub> direkt	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AO-Fern100	97.8	0.116	0.358	0.002	0.0067	0.030	0.130	0.011	0.051	0.035	0.065
AO-Fern100_2	97.8	0.127	0.578	0.002	0.0062	0.030	0.130	0.011	0.051	0.038	0.122
AO-Fern70	71.0	0.107	0.387	0.002	0.0072	0.030	0.130	0.016	0.058	0.032	0.068
AO-Fern70_2	71.0	0.116	0.624	0.002	0.0070	0.030	0.130	0.016	0.058	0.035	0.132
AO-Fern70d	60.5	0.135	0.466	0.002	0.0076	0.030	0.130	0.018	0.064	0.040	0.081
AO-Fern70d_2	60.5	0.141	0.682	0.002	0.0076	0.030	0.130	0.018	0.064	0.042	0.140
AO-HVS100	94.0	0.131	0.370	0.002	0.0066	0.030	0.130	0.011	0.053	0.039	0.066
AO-HVS100_2	94.0	0.145	0.571	0.002	0.0063	0.030	0.130	0.011	0.053	0.044	0.117
AO-HVS100_4	94.0	0.185	0.588	0.002	0.0067	0.030	0.130	0.011	0.053	0.056	0.116
AO-HVS100_6	94.0	0.253	0.637	0.003	0.0083	0.030	0.130	0.011	0.053	0.078	0.118
AO-HVS70	67.0	0.105	0.436	0.002	0.0073	0.030	0.130	0.016	0.062	0.031	0.076
AO-HVS70_2	67.0	0.111	0.634	0.002	0.0071	0.030	0.130	0.016	0.062	0.033	0.132
AO-HVS70_4	67.0	0.132	0.654	0.002	0.0075	0.030	0.130	0.016	0.062	0.039	0.134
AO-HVS70d	53.8	0.131	0.543	0.002	0.0084	0.030	0.130	0.019	0.070	0.039	0.095
AO-HVS70d_2	53.8	0.138	0.749	0.002	0.0084	0.030	0.130	0.019	0.070	0.041	0.156
AO-HVS70d_4	53.8	0.162	0.857	0.002	0.0088	0.030	0.130	0.019	0.070	0.049	0.184
AO-HVSk100	79.9	0.117	0.412	0.002	0.0071	0.030	0.130	0.014	0.060	0.035	0.073
AO-HVSk100_4	79.9	0.164	0.638	0.002	0.0074	0.030	0.130	0.014	0.060	0.050	0.128
AO-HVSk100_6	79.9	0.255	0.665	0.003	0.0088	0.030	0.130	0.014	0.060	0.078	0.125
AO-HVSk70_2	52.5	0.138	0.810	0.002	0.0087	0.030	0.130	0.019	0.072	0.041	0.171
AO-HVSk70_4	52.5	0.163	0.892	0.002	0.0091	0.030	0.130	0.019	0.072	0.049	0.193
AO-HVSk70_6	52.5	0.203	0.821	0.003	0.0103	0.030	0.130	0.019	0.072	0.061	0.165

IO-HVS50	49.0	0.113	0.731	0.002	0.0092	0.026	0.100	0.020	0.060	0.031	0.129
IO-HVS50_2	49.0	0.118	0.908	0.003	0.0091	0.026	0.100	0.020	0.060	0.033	0.193
IO-HVS50_4	49.0	0.134	0.745	0.003	0.0094	0.026	0.100	0.020	0.060	0.038	0.148
IO-HVS50_6	49.0	0.161	0.719	0.003	0.0104	0.026	0.100	0.020	0.060	0.046	0.129
IO-HVS50d	39.6	0.144	0.920	0.003	0.0107	0.033	0.350	0.022	0.062	0.040	0.162
IO-HVS50d_2	39.6	0.148	1.135	0.003	0.0105	0.033	0.350	0.022	0.062	0.041	0.244
IO-HVS50d_4	39.6	0.163	1.003	0.003	0.0109	0.033	0.350	0.022	0.062	0.046	0.212
IO-HVS50d_6	39.6	0.204	0.891	0.003	0.0119	0.033	0.350	0.022	0.062	0.059	0.172
IO-HVS50g	34.0	0.199	0.988	0.004	0.0124	0.035	0.500	0.022	0.062	0.057	0.165
IO-HVSk50	35.0	0.177	0.941	0.003	0.0126	0.026	0.100	0.022	0.062	0.050	0.156
IO-HVSk50_2	35.0	0.185	1.135	0.003	0.0126	0.026	0.100	0.022	0.062	0.053	0.221
IO-HVSk50_4	35.0	0.199	1.317	0.004	0.0128	0.026	0.100	0.022	0.062	0.057	0.280
IO-HVSk50d	30.4	0.143	1.263	0.003	0.0139	0.033	0.350	0.022	0.062	0.039	0.226
IO-HVSk50d_2	30.4	0.146	1.541	0.003	0.0139	0.033	0.350	0.022	0.062	0.040	0.320
IO-HVSk50d_4	30.4	0.161	1.529	0.003	0.0142	0.033	0.350	0.022	0.062	0.045	0.328
AO-HVS100+BÜ_2	86.2	0.155	0.78	0.008	0.047	0.030	0.130	0.06	0.003	0.047	0.163
AO-HVS100+BÜ_4	90.1	0.189	0.70	0.008	0.057	0.030	0.130	0.06	0.003	0.057	0.145
IO-HVS50+BÜ	47.3	0.119	0.81	0.010	0.033	0.030	0.130	0.06	0.003	0.033	0.145
IO-HVS50+BÜ_2	47.3	0.125	0.99	0.010	0.035	0.030	0.130	0.06	0.003	0.035	0.211

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



### Verkehrssituation

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



0 1 000 2 000  
Meter

<b>Abb. 5.1</b>	63033-15-01
Verkehrssituation auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

### 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 PM<sub>10</sub>-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub in Anlehnung an BAST (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2011b) verwendet.

Die nicht motorbedingten PM<sub>2.5</sub>-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 eingetragendem Straßenstaub gehört entsprechend derzeitigem Kenntnisstand eher der Partikelfraktion zwischen 2.5 µm und 10 µm an und wird deshalb bei der Betrachtung von PM<sub>2.5</sub> 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) setzt z.B. die PM<sub>2.5</sub>-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 PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2.5</sub>-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 in diesem Gutachten betrachteten Schadstoffe  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  für das Bezugsjahr 2025 dargestellt.

Die **Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für einen Streckenabschnitt der B 64 zwischen Godelheim und Höxter die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für den Prognosenufall und den Planfall 2025.

Variante	$\text{DTV}_w$ [Kfz/24 h]	LKW- (SV)- Anteil [%]	Verkehrssituation	$\text{NO}_x$ [mg/(m s)]	$\text{NO}_{2, \text{direkt}}$ [mg/(m s)]	$\text{PM}_{10}$ [mg/(m s)]	$\text{PM}_{2.5}$ [mg/(m s)]
Prognosenufall	13 475	11.6	AO-HVS100	0.0232	0.0063	0.0064	0.0027
Planfall	15 200	11.4	AO-Fern100	0.0236	0.0064	0.0071	0.0030

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die B 64/83 für den Prognosenufall und den Planfall im Jahr 2025

Entsprechend der Aufgabenstellung ist das Bezugsjahr 2025 als das Jahr der frühestmöglichen Fertigstellung und Inbetriebnahme der geplanten Straßenabschnitte zu betrachten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in davor liegenden Jahren höhere spezifische Emissionsfaktoren vorliegen, da die jeweiligen Kfz-Flotten mehr Anteile an Fahrzeugen mit ungünstigeren Minderungskonzepten beinhalten.

## 6 IMMISSIONEN

Für die Schadstoffausbreitungssimulation wird das Lagrangesche Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT verwendet (Anhang A2). Das Untersuchungsgebiet deckt insgesamt eine Fläche von ca. 11 km x 8 km ab und wurde aufgrund der großen räumlichen Ausdehnung in zwei Rechengebiete unterteilt mit einer horizontalen Auflösung von 20 m x 20 m. Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden die Luftschadstoffimmissionen in Bodennähe ermittelt. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Da sich die Grenzwerte immer auf die Gesamtbelastung beziehen, wird im Folgenden jeweils die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind in nachfolgenden Abbildungen farbig aufgezeigt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Symbolen, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Es sind jeweils die Gesamtbelastungen angegeben.

Die **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.10** zeigen die ermittelten Immissionskenngrößen für die Gesamtbelastung von NO<sub>2</sub> und für die Feinstaubfraktionen PM10 und PM2.5 im Prognosenullfall und im Planfall. Die Bewertung erfolgt im Hinblick auf die Grenzwerte der 39. BImSchV.

### 6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO<sub>2</sub>)

Die **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.4** zeigen die berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen. Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes wurde die Darstellung in einen nördlichen (siehe **Abb. 6.1** bzw. **Abb. 6.3**) und einen südlichen Bereich (siehe **Abb. 6.2** bzw. **Abb. 6.4**) geteilt.

In den **Abb. 6.1** und **Abb. 6.2** sind die im Prognosenullfall 2025 berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte) dargestellt. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 19 µg/m<sup>3</sup> treten die höchsten NO<sub>2</sub>-Immissionen entlang der bestehenden B 64 und B 83 auf. An der B 64 sind bis in einen Abstand von ca. 70 m zur Straße NO<sub>2</sub>-Immissionen über 20 µg/m<sup>3</sup> und vereinzelt bis 32 µg/m<sup>3</sup> im Bereich der Ortsdurchfahrt von Godelheim berechnet. An der B 83 sind im Prognosenullfall straßennah NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen über 22 µg/m<sup>3</sup> und bis 28 µg/m<sup>3</sup> im Mündungsbereich der B 83 in die B 64 berechnet; ab einem Abstand von ca. 40 m zur Straße sind NO<sub>2</sub>-Immissionen unter 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel prognostiziert. An den übrigen berücksichtigten Straßen sind im Prognosenullfall vereinzelt NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 23 µg/m<sup>3</sup> berechnet.



0 500 1 000 Meter

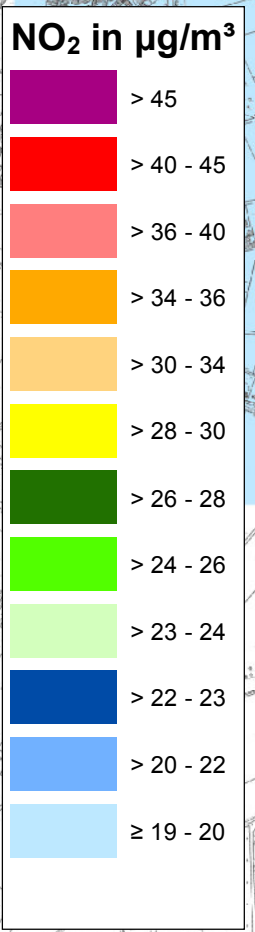
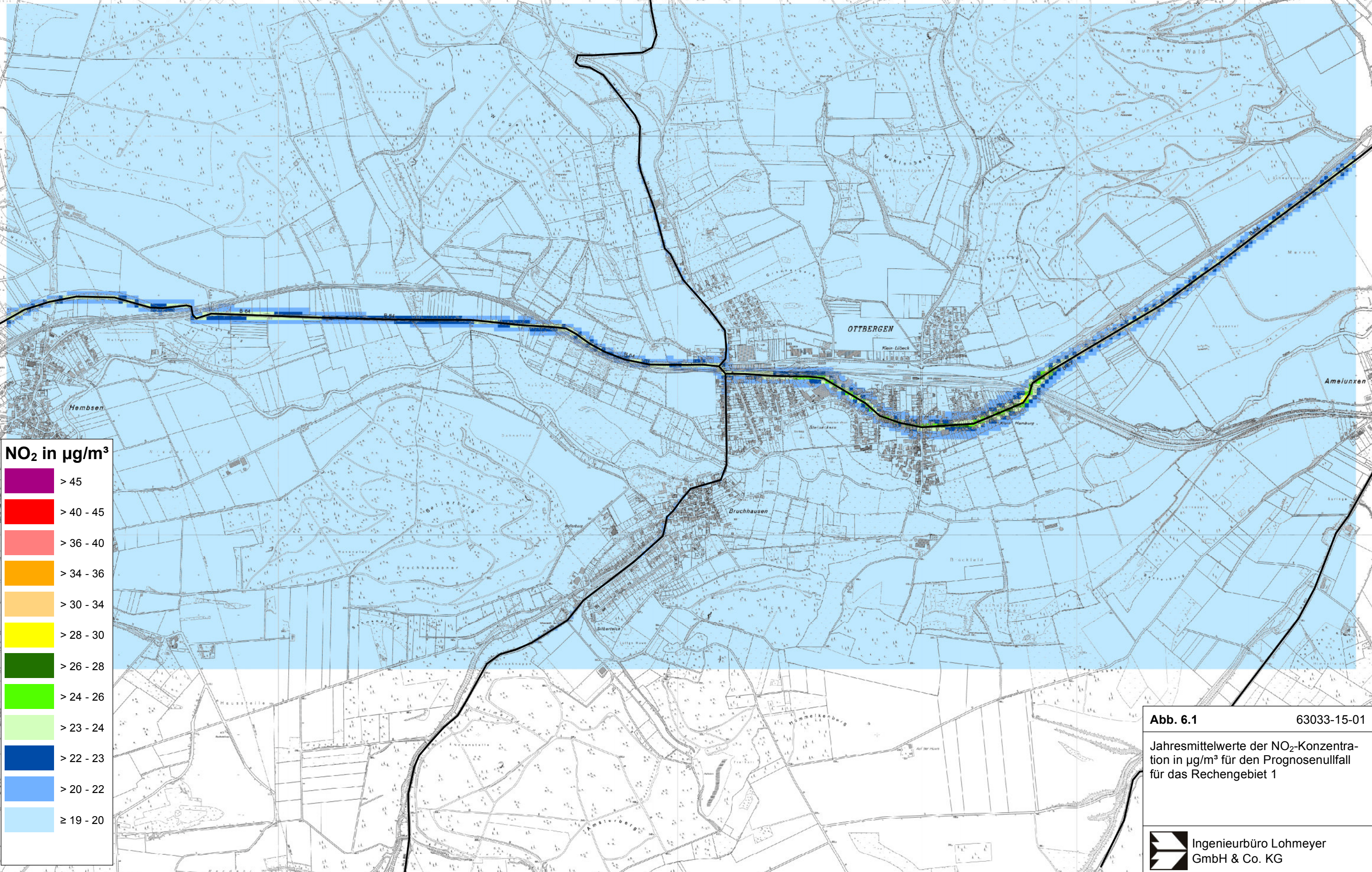
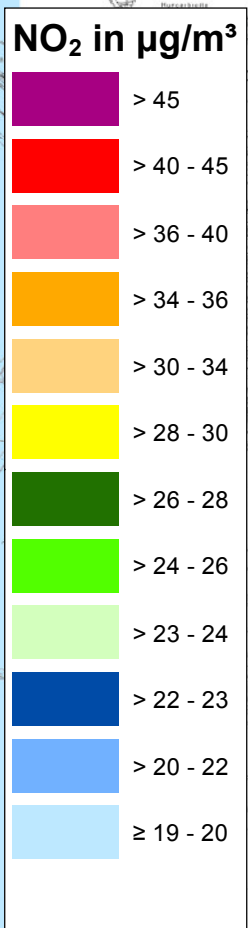
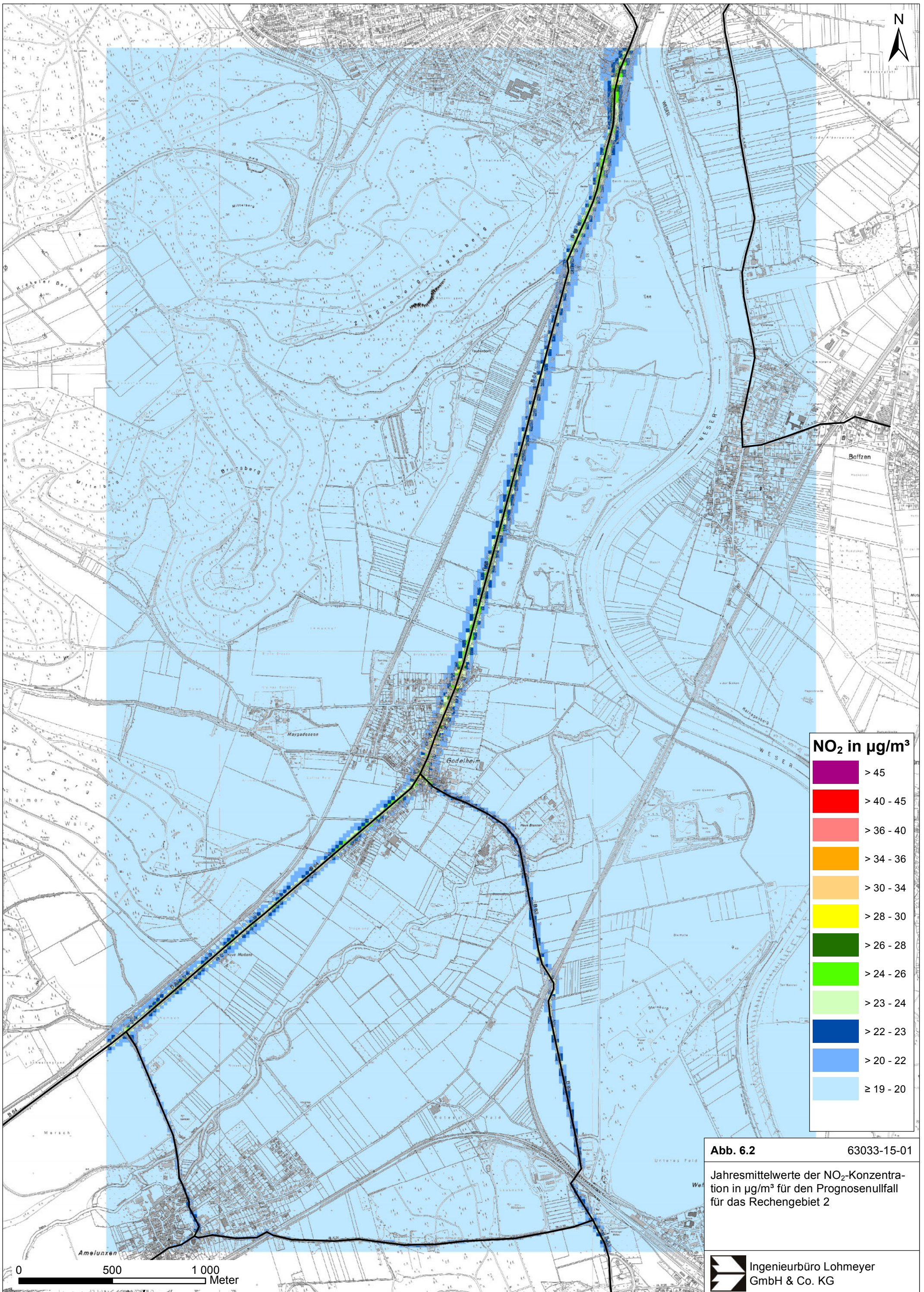


Abb. 6.1 63033-15-01

Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Prognosefall für das Rechengebiet 1





**Abb. 6.2** 63033-15-01  
 Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Prognosefall für das Rechengebiet 2



Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z.B. Wohnbebauung, führen. An der zur B 64 nächstgelegenen Randbebauung der Ortsdurchfahrt von Ottbergen sind im Prognosenullfall  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der zur B 64 nächstgelegenen Bebauung von Godelheim sind im Prognosenullfall  $\text{NO}_2$ -Immissionen bis  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der zur B 83 nächstgelegenen Bebauung bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen unter  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

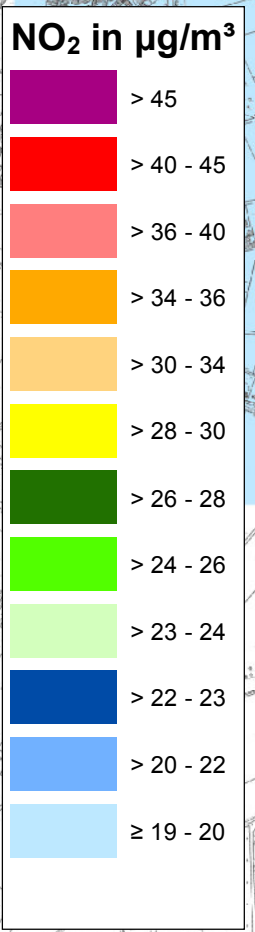
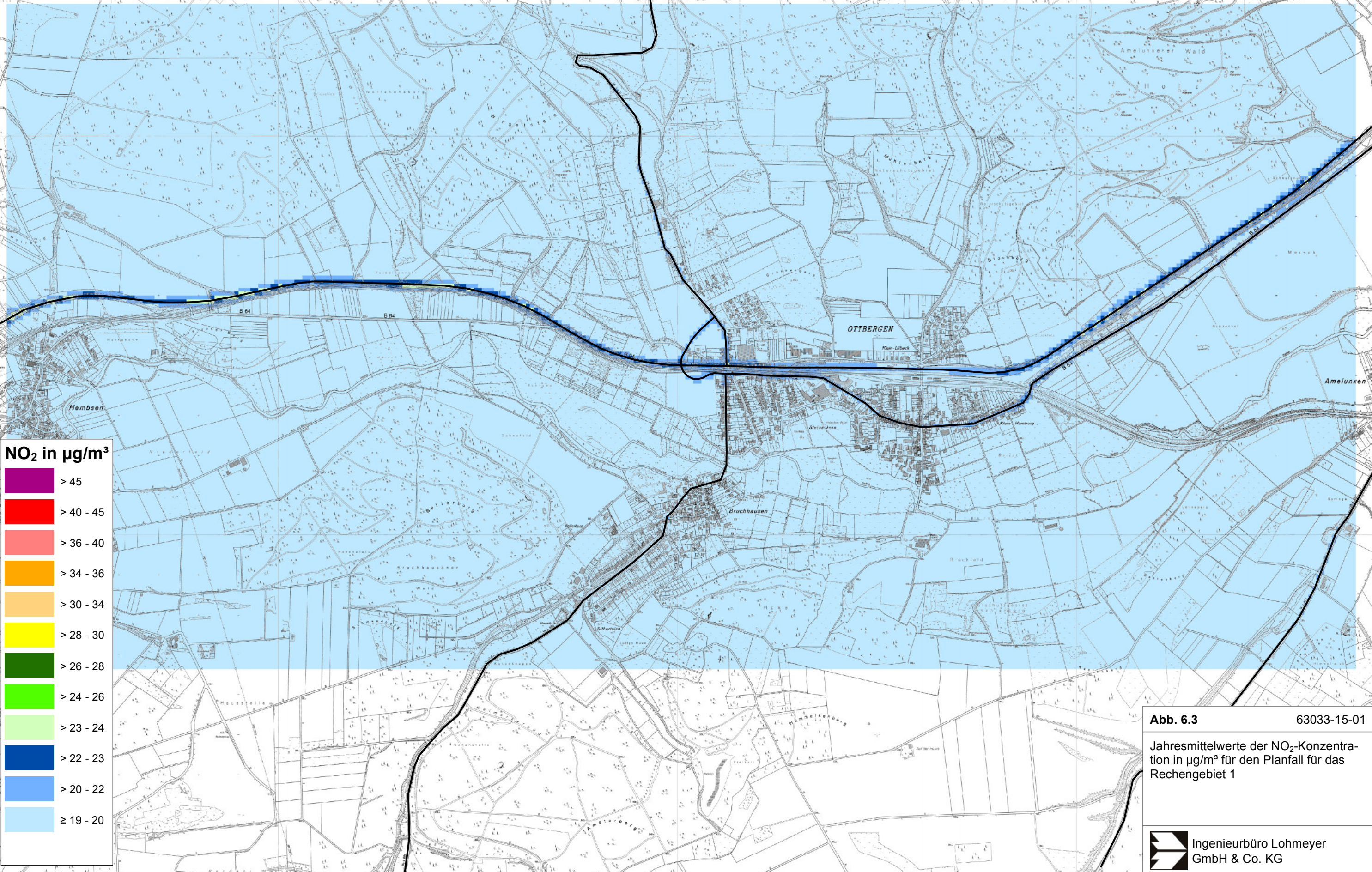
Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird im Prognosenullfall 2025 an der im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur bestehenden B 64 und B 83 nächstgelegenen Bebauung. Die  $\text{NO}_2$ -Immissionen sind an der zur B 64 nächstgelegenen Bebauung von Godelheim in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** als erhöhte Konzentrationen, an der Bebauung von Ottbergen als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die **Abb. 6.3** und **Abb. 6.4** zeigen die im Planfall 2025 berechneten  $\text{NO}_2$ -Immissionen. Im Planfall sind entlang der geplanten B 64 im Streckenabschnitt westlich und östlich von Ottbergen (**Abb. 6.3**)  $\text{NO}_2$ -Immissionen über  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet; ab einer Entfernung von ca. 40 m zur geplanten Trasse sind  $\text{NO}_2$ -Immissionen unter  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. Im Streckenabschnitt von der geplanten Einmündung der B 83n bis nördlich von Godelheim (**Abb. 6.4**) sind an der geplanten B 64  $\text{NO}_2$ -Immissionen über  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert; ab einer Entfernung von ca. 70 m zur Straße sind  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen unter  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der geplanten B 83n sind im Planfall  $\text{NO}_2$ -Immissionen über  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bis  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Entlang der bestehenden B 64 sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall Abnahmen der Schadstoffbelastungen berechnet mit  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen überwiegend unter  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und nur vereinzelt bis  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entlang der Ortsdurchfahrt von Ottbergen. An der bestehenden B 83 sind  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte unter  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert.

An der zur geplanten B 64 nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Bebauung von Ottbergen sind im Planfall im Bereich der geplanten Anschlussstelle gegenüber dem Prognosenullfall um ca.  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der übrigen zur geplanten B 64 nächstgelegenen Bebauung von Ottbergen sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um weniger als  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen unter  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel prognostiziert. An der zur bestehenden Orts-



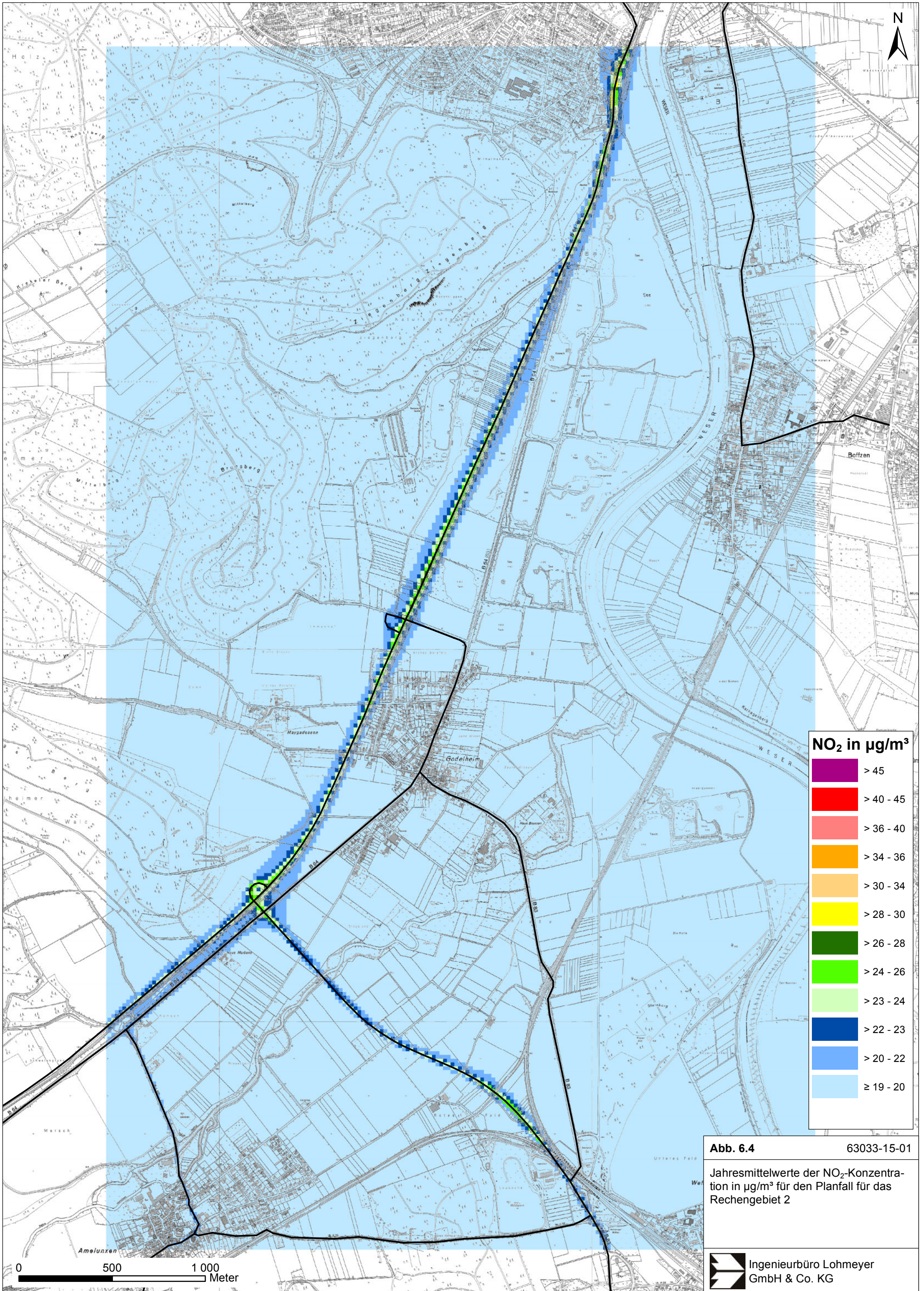
0 500 1 000 Meter



**Abb. 6.3** 63033-15-01

Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Planfall für das Rechengebiet 1







durchfahrt von Ottbergen nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte  $\text{NO}_2$ -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der zur geplanten B 64 nächstgelegenen Bebauung von Godelheim sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Demgegenüber sind an der zur bestehenden Ortsdurchfahrt von Godelheim nächstgelegenen Bebauung im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der zur B 83n nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall  $\text{NO}_2$ -Immissionen bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel berechnet.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird im Planfall 2025 an der im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten B 64 und B 83n nächstgelegenen Bebauung. Die  $\text{NO}_2$ -Immissionen sind an der zur B 64 nächstgelegenen Bebauung von Godelheim und Ottbergen in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

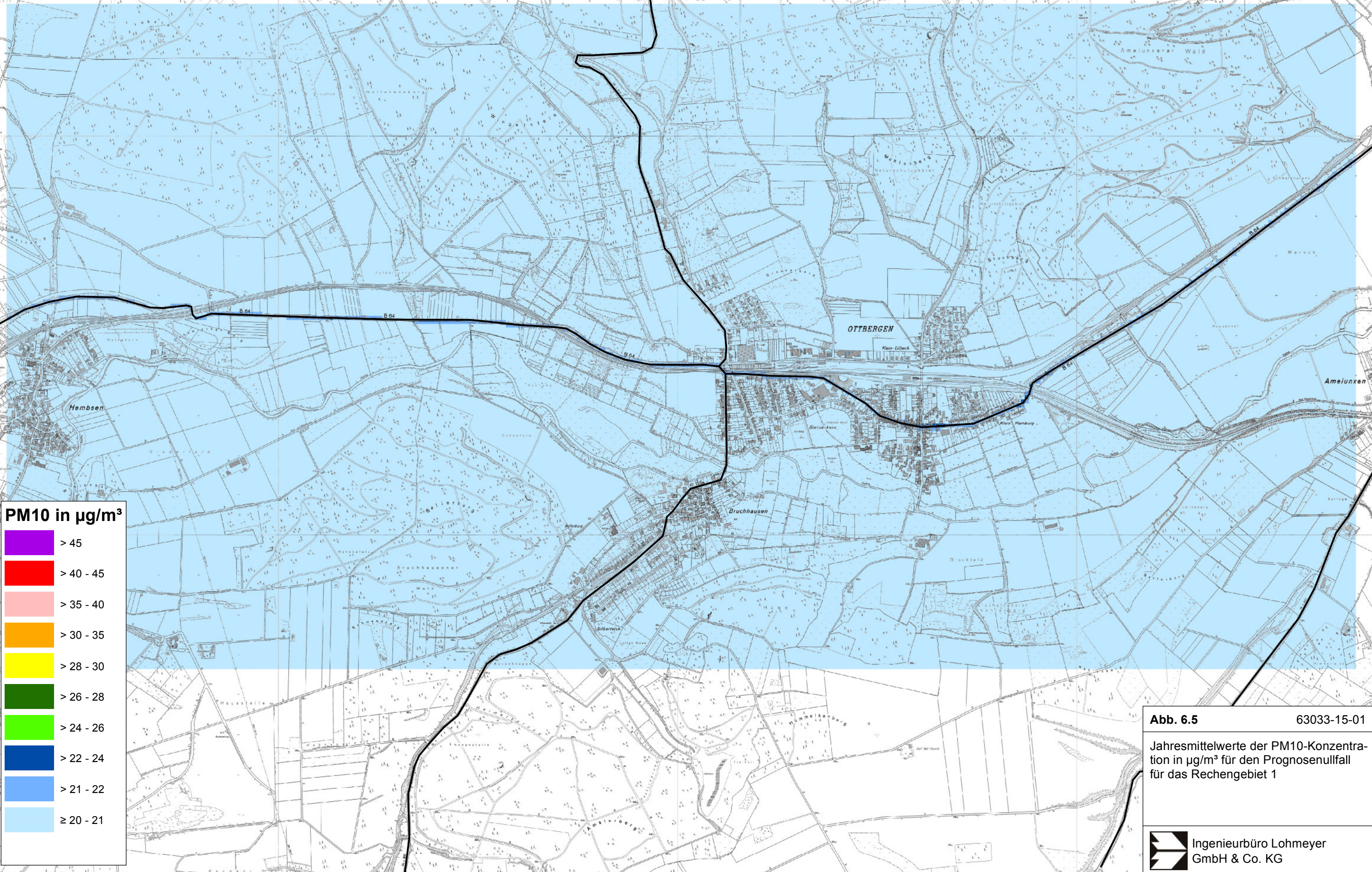
## 6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10)

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










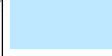
Die **Abb. 6.5** und **Abb. 6.6** zeigen die im Prognosenullfall 2025 berechneten PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte). Im südlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes (**Abb. 6.5**) sind im Prognosenullfall bis in einen Abstand von ca. 30 m zur B 64 PM10-Jahresmittelwerte über  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Im nördlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes (**Abb. 6.6**) sind im Streckenabschnitt von Godelheim bis Höxter an der B 64 bis in einen Abstand von ca. 40 m zur Straße PM10-Gesamtbelastungen über  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der B 83 sind im Prognosenullfall PM10-Jahresmittelwerte bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert.



0 500 1 000 Meter



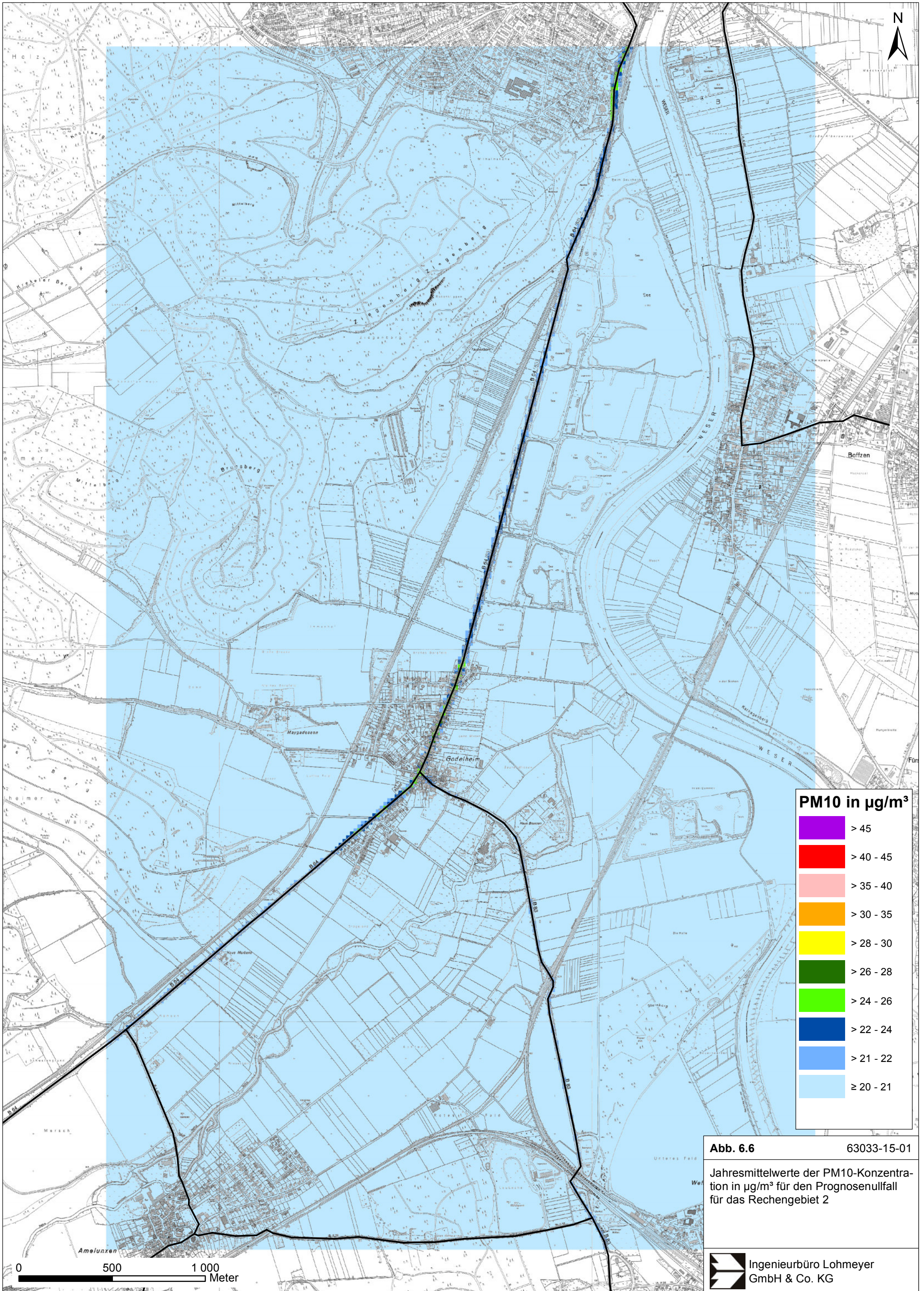
**PM10 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

-  > 45
-  > 40 - 45
-  > 35 - 40
-  > 30 - 35
-  > 28 - 30
-  > 26 - 28
-  > 24 - 26
-  > 22 - 24
-  > 21 - 22
-   $\geq 20 - 21$

**Abb. 6.5** 63033-15-01

Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Prognosefall für das Rechengebiet 1







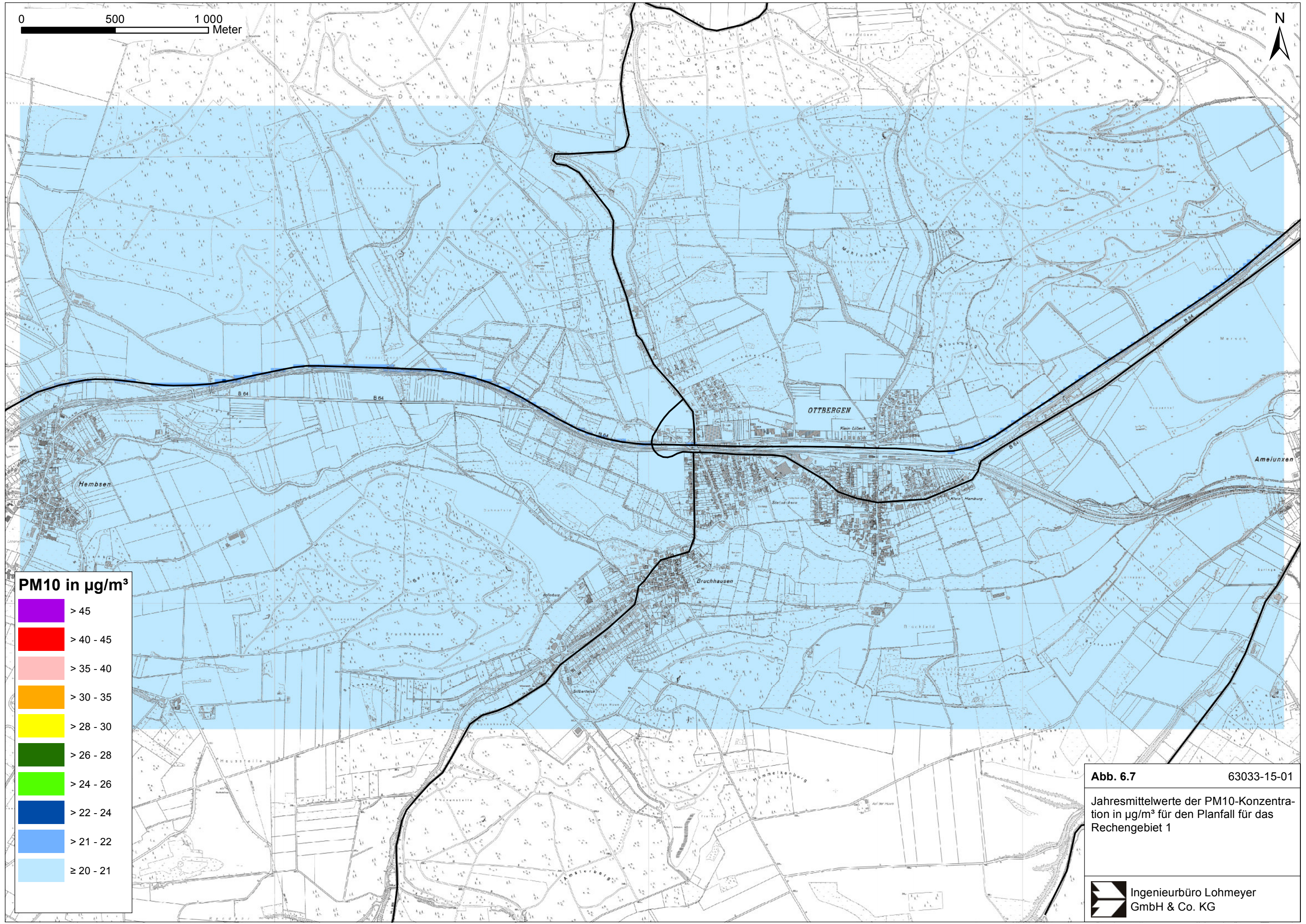
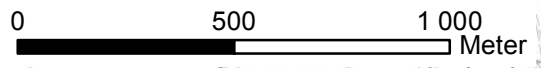
An der zur B 64 nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Bebauung von Godelheim sind im Prognosenullfall PM10-Immissionen über  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der zur Ortsdurchfahrt von Ottbergen nächstgelegenen Bebauung sind PM10-Gesamtbelastungen bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der übrigen im Untersuchungsgebiet bestehenden Bebauung sind im Prognosenullfall PM10-Immissionen unter  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.

Die **Abb. 6.7** und **Abb. 6.8** zeigen die im Planfall 2025 im Untersuchungsgebiet berechneten PM10-Immissionen. Im Planfall sind entlang der geplanten Trasse gegenüber dem Prognosenullfall Zunahmen der PM10-Immissionen berechnet, die im nördlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes (**Abb. 6.8**) bis in einen Abstand von ca. 40 m zur geplanten B 64 zu PM10-Jahresmittelwerten über  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  führen. An der geplanten B 83n sind PM10-Immissionen bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Im südlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes (**Abb. 6.7**) sind im Planfall entlang der geplanten B 64 bis in einen Abstand von ca. 30 m zur Trasse PM10-Immissionen über  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. Entlang der bestehenden B 64 sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall Abnahmen der PM10-Gesamtbelastungen auf PM10-Jahresmittelwerte überwiegend unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert.

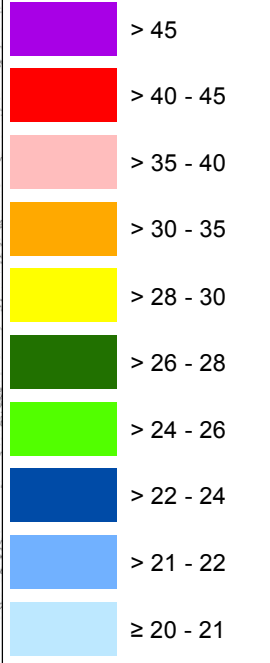
An der zur geplanten B 64 und B 83n nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der zur bestehenden Ortsdurchfahrt von Godelheim nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der zur Ortsdurchfahrt von Ottbergen nächstgelegenen Bebauung um bis zu  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2025 an der bestehenden beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur B 64 und B 83n nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert nach **Tab. 3.2** sind die PM10-Jahresmittelwerte als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der Bebauung im Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.





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



**Abb. 6.7** 63033-15-01

Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Planfall für das Rechengebiet 1



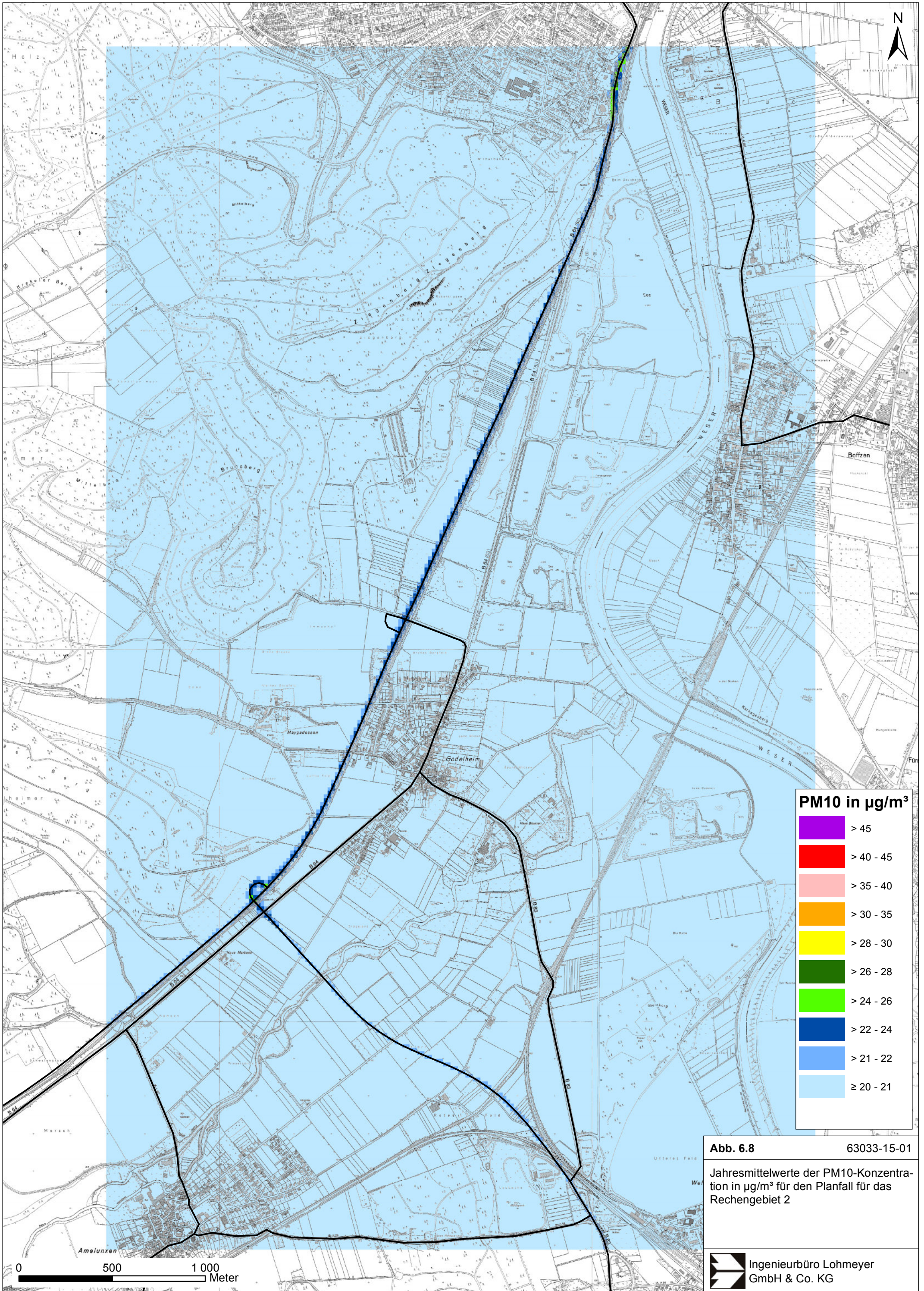


Abb. 6.8

63033-15-01

Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Planfall für das Rechengebiet 2



### 6.3 Feinstaub-Immissionen (PM2.5)

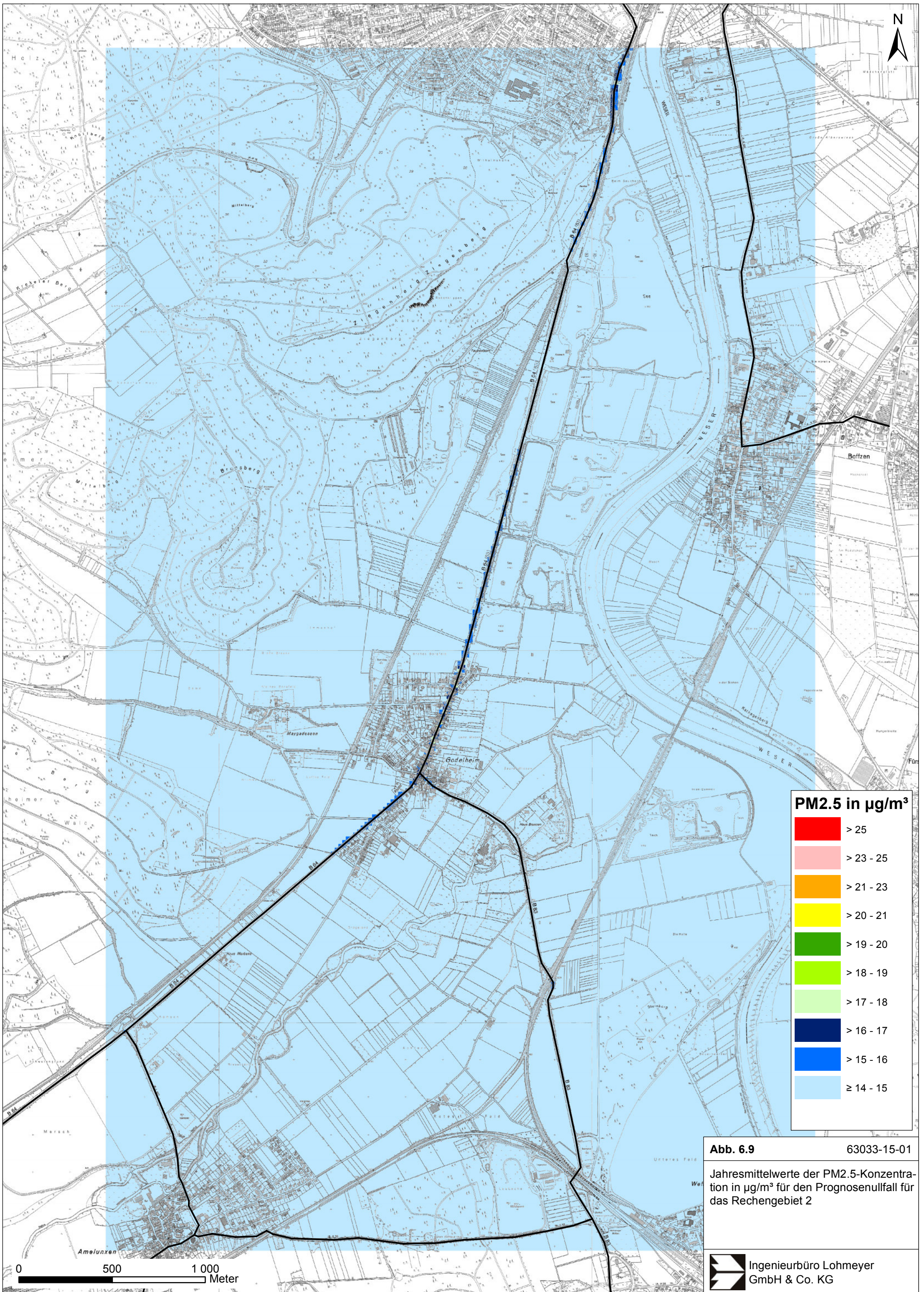
Für die Bewertung der PM2.5-Immissionen werden zwei Beurteilungswerte genannt. Diese sind der PM2.5-Grenzwert (Jahresmittelwert) von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2015 einzuhalten ist und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2020 einzuhalten 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.

Im Prognosenullfall 2025 sind entlang der bestehenden B 64 im Streckenabschnitt von Höxter bis südlich von Godelheim (**Abb. 6.9**) bis in einen Abstand von ca. 30 m zur Straße PM2.5-Immissionen über  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet, so auch an der zur Ortsdurchfahrt von Godelheim nächstgelegenen Bebauung. Im südlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes sind an der B 64 überwiegend mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare PM2.5-Immissionen unter  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und nur entlang der Ortsdurchfahrt von Ottbergen und deren Randbebauung bis  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert; auf eine flächenhafte Darstellung der PM2.5-Immissionen für den südlichen Teilbereich wird hier verzichtet.

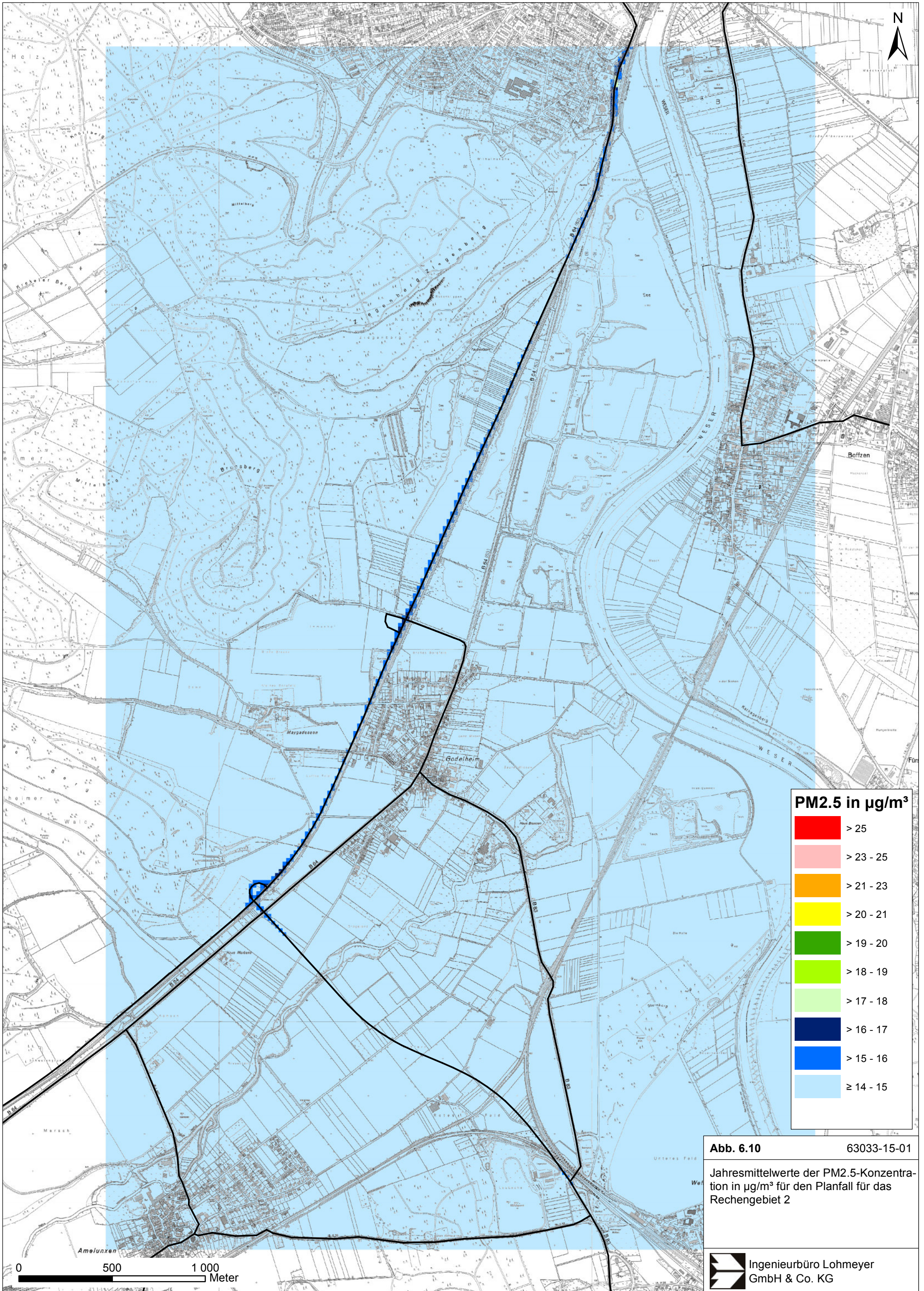
Im Planfall 2025 sind im nördlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes (**Abb. 6.10**) entlang der geplanten B 64 bis in einen Abstand von ca. 30 m zur Trasse PM2.5-Immissionen über  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der bestehenden B 64, Ortsdurchfahrt Godelheim, und geplanten B 83n sind PM2.5-Immissionen unter  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Im südlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes sind sowohl an der geplanten als auch an der bestehenden B 64 mit der Ortsdurchfahrt von Ottbergen PM2.5-Immissionen unter  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der zur Ortsdurchfahrt von Godelheim nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der zur geplante B 64 und B 83n nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Gesamtbelastungen unter  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert; auf eine flächenhafte Darstellung der PM2.5-Immissionen für den südlichen Teilbereich wird hier verzichtet.

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird entsprechend den Immissionsberechnungen somit sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2025 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur B 64 und B 83 nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sind die PM2.5-Immissionen an der bestehenden beurteilungsrelevanten Bebauung als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der ab dem Jahr 2020 einzuhaltende Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird an der bestehenden Bebauung ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.











## 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.
- Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM<sub>10</sub>-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BRDT (2011): Luftreinhalteplan für das Gebiet der Stadt Paderborn. Hrsg.: Bezirksregierung Detmold.
- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu der Feinstaubfraktion PM<sub>2,5</sub> an den Immissionsschutz? Immissionsschutz 3/09.

- CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidbook - 2007. EEA (European Environment Agency). Publish date: 5 Dec 2007. In: Technical report No 16/2007.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of health impacts of exposure to PM<sub>2.5</sub> at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate Change, June 2009.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Würzler, S. (2011a): A new simplified NO/NO<sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO<sub>2</sub>-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Band 20, Heft 1 (2011), 67-73.  
<http://schweizerbart.de/papers/metz/detail/20/75684>
- Düring und Lohmeyer (2011b): 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. L152/1.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, 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 PM<sub>10</sub>-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](http://www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1).
- HLUG (2007-2015): Lufthygienische Jahresberichte. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, <http://www.hlug.de>.
- 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 (2010): Ausbreitungsmodell LASAT. Referenzbuch zu Version 3.3. Ingenieurbüro Dr. Janicke, Dunum.

- 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 NRW (2007-2015)a: EU-Jahreskenngößen 2006-2014. Landesamt für Umwelt, Natur, und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- LANUV NRW (2007-2015)b: Kurzfassung Jahreskenngößen 2006-2014. Landesamt für Umwelt, Natur, und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. 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.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de) bzw. [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de).
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J.B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460. Hrsg.: Ministry of Environment – National Environmental Research Institut / Denmark.  
[http://www.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF](http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF)
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- 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.
- 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-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- TA Luft (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 (2014): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.2 / Juli 2014. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI (2000): Umweltmeteorologie. Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikelmodell. Richtlinie VDI 3945, Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, 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.
- ZUS LLG - Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe (2012): Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen - Jahresbericht 2011, Hildesheim.



**A N H A N G A 1**  
**BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF-**  
**KONZENTRATIONEN 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 ( $\text{NO}_x$  als Summe von  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), 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  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von  $\text{PM}_{10}$  und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

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

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

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

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

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

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

## A1.2 Vorsorgewerte

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

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen PM2.5-Jahresmittelwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aus, der seit dem Jahr 2015 ein Grenzwert ist.

Für den Immissionsgrenzwert für PM2.5 von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ab dem Jahr 2015 wurde eine Toleranzmarge von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erlassen, die sich ab dem 1. Januar 2009 in jährlichen Stufen um ein Siebentel (ca.  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vermindert. Diese Toleranzmarge darf überschritten werden, ohne die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Der jeweilige jährliche Wert wird hier als Übergangsbeurteilungswert bezeichnet.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM2.5-Exposition von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM2.5-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 PM2.5-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20%, mindestens jedoch soll das Ziel von  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2020 erreicht werden.

### **A1.3 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 umgesetzt.

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM2.5-Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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 Schutz der Vegetation**

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) 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 Aus-

wirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann. Die Erfassung und Anwendung ist 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.

**A N H A N G A 2**  
**BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR**  
**IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION**

## **A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION**

### **A2.1 PROKAS / LASAT- Berechnungsverfahren zur Bestimmung verkehrserzeugter Schadstoffbelastungen**

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

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

#### **Strömungs- und Ausbreitungsmodellierung**

Die Ausbreitung wird mit dem Lagrange'schen Partikelmodell LASAT (Janicke, 2010) simuliert. Das Ausbreitungsmodell LASAT (Beschreibung unten) berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der unteren Atmosphäre im mikro- und mesoskaligen Bereich. Es basiert auf einem Lagrange-Modell (Teilchensimulation), bei dem die Dispersion der Stoffteilchen in der Atmosphäre durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird. Für komplexes Gelände ist im meteorologischen Präprozessor ein diagnostisches Windfeldmodell integriert. Dreidimensionale Wind- und Turbulenzfelder, in denen z.B. der Einfluss von Gebäuden oder Unebenheiten des Geländes berücksichtigt sind, können auch explizit vorgegeben werden. 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 Nah-

bereich 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  $\sigma_{z0}$  als additiver Term zugeschlagen wird. Das Ausbreitungsmodell ist in der Lage, für jede der Linienquellen einen eigenen Wert für  $\sigma_{z0}$  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 NO<sub>2</sub> erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2006). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO<sub>2</sub>-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011a).



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

Das Ausbreitungsmodell LASAT berechnet die Ausbreitung passiver Spurenstoffe in der unteren Atmosphäre (bis ca. 2000 m Höhe) im lokalen und regionalen Bereich (bis ca. 150 km Entfernung). Es basiert auf einem Lagrange-Modell (Teilchensimulation), bei dem die Dispersion der Stoffteilchen in der Atmosphäre durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird. Dies ist — seit der Version 2.00 — ein Markov-Prozess für die Orts- und Geschwindigkeitskomponenten eines Simulationsteilchens, der Zeitschritte bis zum Doppelten der Lagrange-Korrelationszeit zulässt.

Es werden folgende physikalische Vorgänge zeitabhängig simuliert:

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

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

schichtmodell beschrieben. Dieses greift auf einfache Parameter zur Charakterisierung der Wettersituation zurück, wie z.B. eine Klassierung nach TA Luft oder KTA, oder es wird direkt über die Monin-Obukhov-Länge und die Mischungsschichthöhe parametrisiert. Darüber hinaus können aber auch Vertikalprofile, wie sie von SODAR-Geräten zur Verfügung gestellt werden, oder Meßreihen eines Ultraschall-Anemometers verarbeitet werden.

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

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

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

Die horizontale räumliche Auflösung beträgt typischerweise 1 bis 3% des gesamten Rechengebietes. Für den bei Teilchensimulationen immer auftretenden Stichprobenfehler (er kann durch Erhöhung der Teilchenzahl beliebig verringert werden) wird während der Ausbreitungsrechnung ein Schätzwert berechnet. Diese Schätzung ermöglicht es dem Programm, die Fluktuationen in der berechneten Konzentrationsverteilung ohne systematische Verfälschung zu glätten. Neben der vollen dreidimensionalen Verteilung wird für vorgebbare Monitorpunkte die Zeitreihe von Konzentration und Deposition ausgerechnet.

Liegen die meteorologischen Daten als Zeitreihe über ein Jahr oder als Jahresstatistik vor, können auch Jahresmittelwert und Perzentile berechnet werden. Im Nahbereich von Quellen kann die Ausbreitungsrechnung mit erhöhter räumlicher Auflösung durchgeführt werden. Hierzu werden mehrere Rechnetze ineinander geschachtelt, deren Maschenweite sich von Netz zu Netz um einen Faktor 2 ändert. Die berechnete Konzentrationsverteilung kann auf jedem der Netze dargestellt werden.

### 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 Vorbelastung.

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

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

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

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

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren mit warmem Motor gibt Kühlwein (2004) auf der Basis der Ermittlungen des TÜV Rheinland Abschätzungen von 10% bis 20% für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen an. Aussagen über die statistischen

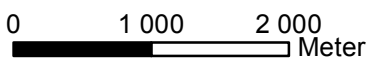
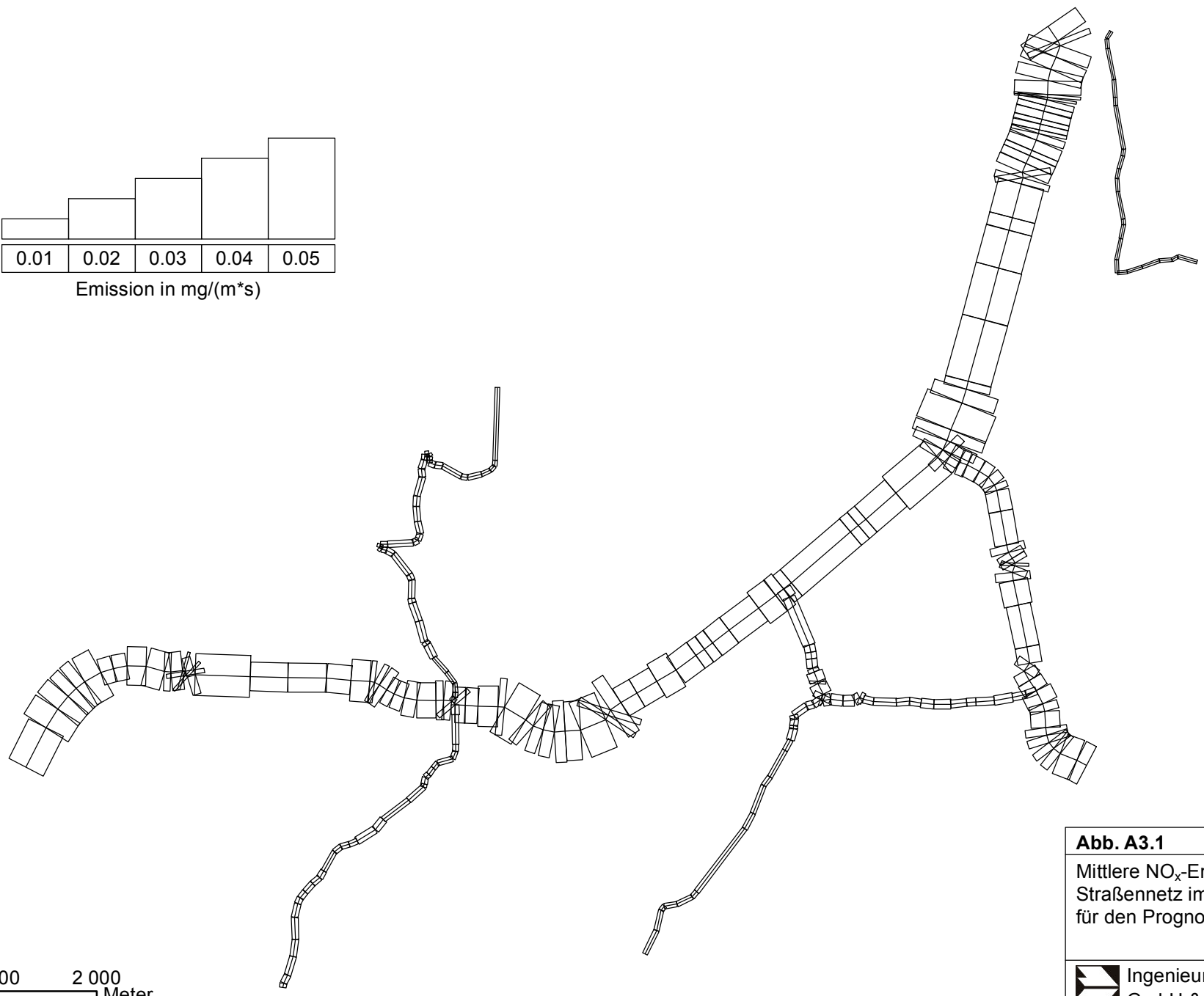
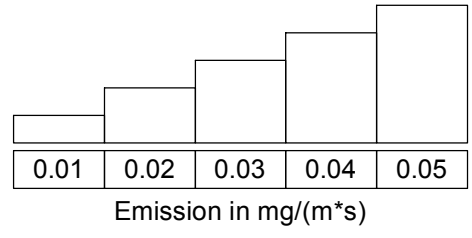
Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.


Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20% aufweisen.

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

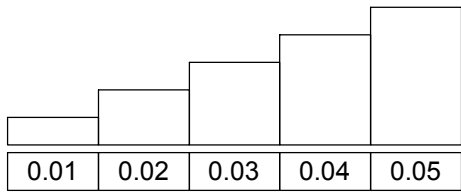
Hinzuzufügen ist, dass der Fehler der Emissionen sich direkt auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Vorbelastung, d.h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtmissionsbelastung geringer sind.

**A N H A N G A 3**  
**BESCHREIBUNG DES KALTLUFTABFLUSSMODELLS KALM**

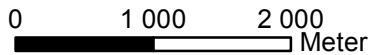
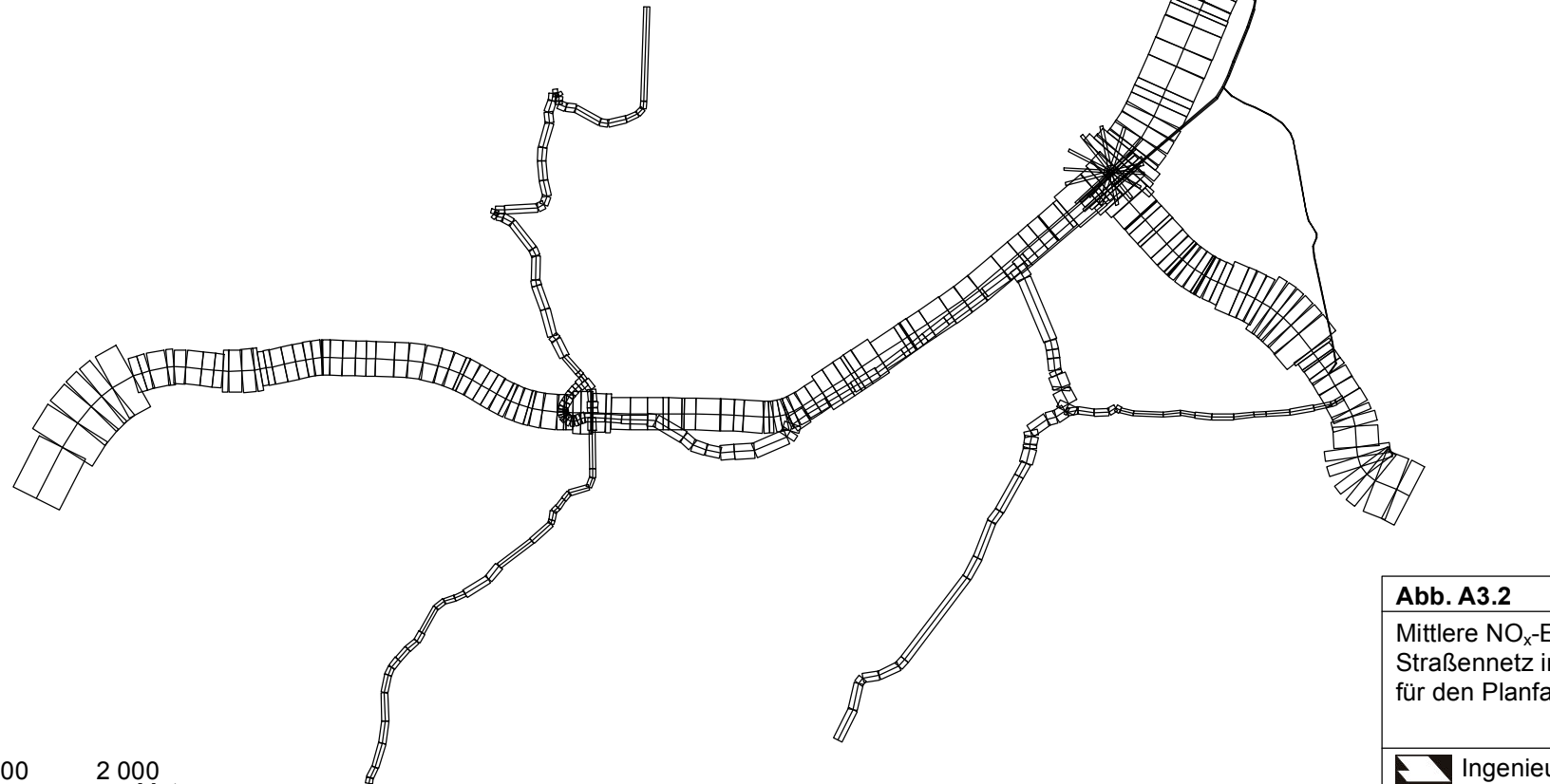


<b>Abb. A3.1</b>	63033-15-01
Mittlere NO <sub>x</sub> -Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosefall 2025	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

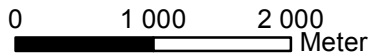
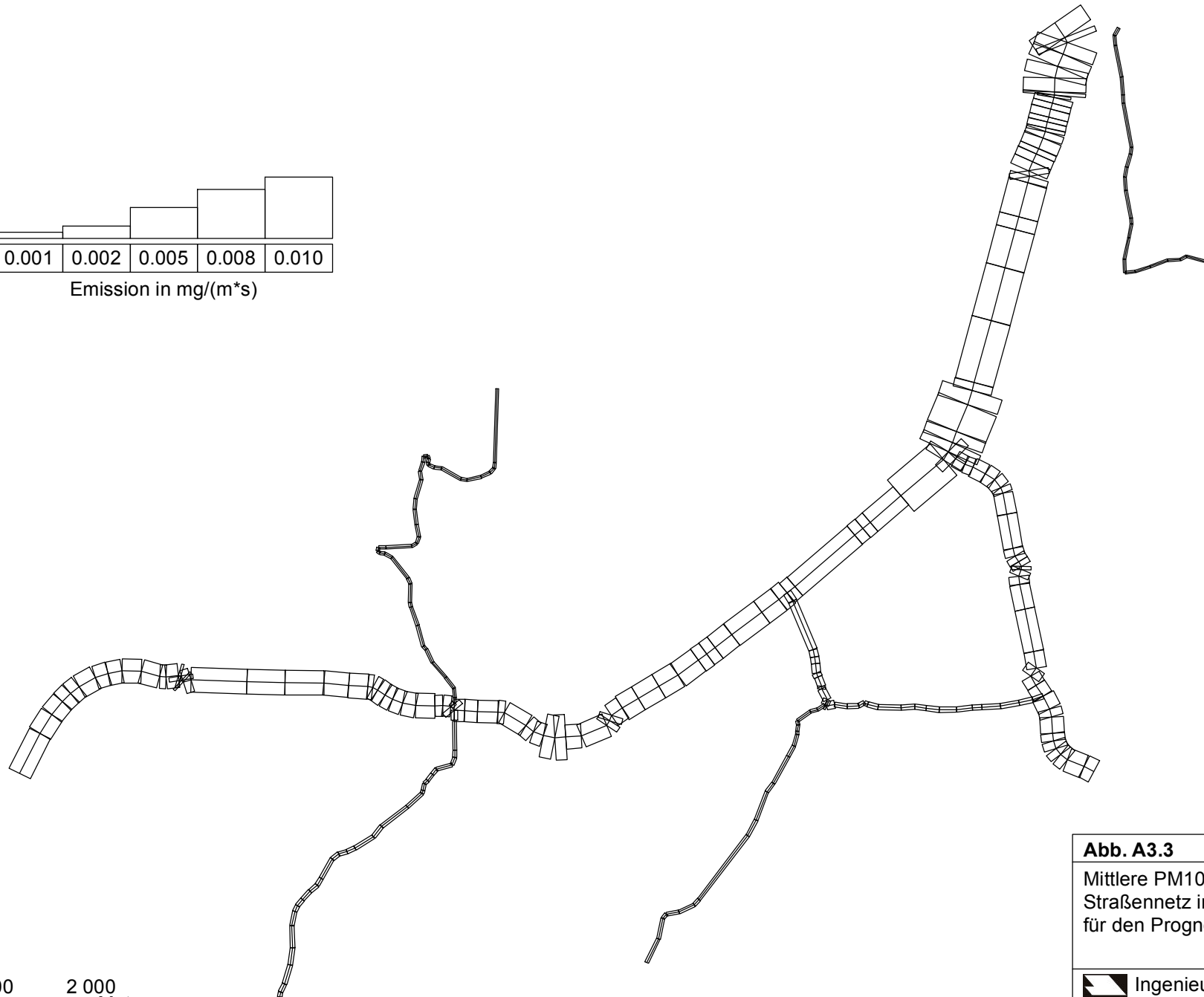
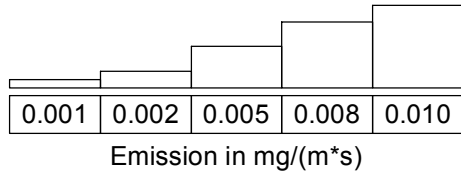




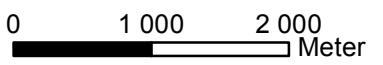
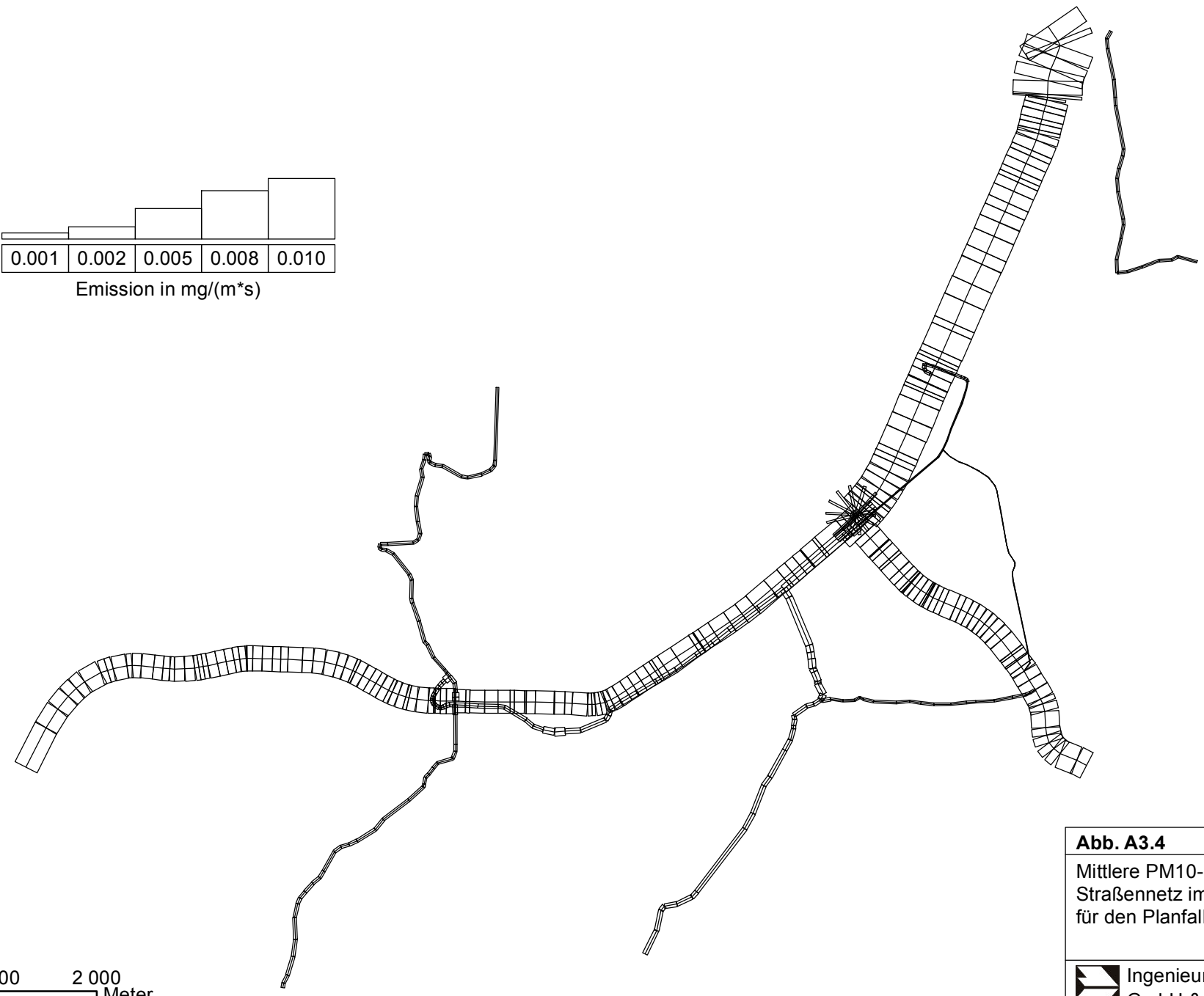
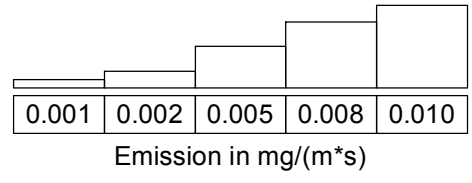
Emission in mg/(m\*s)



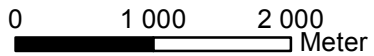
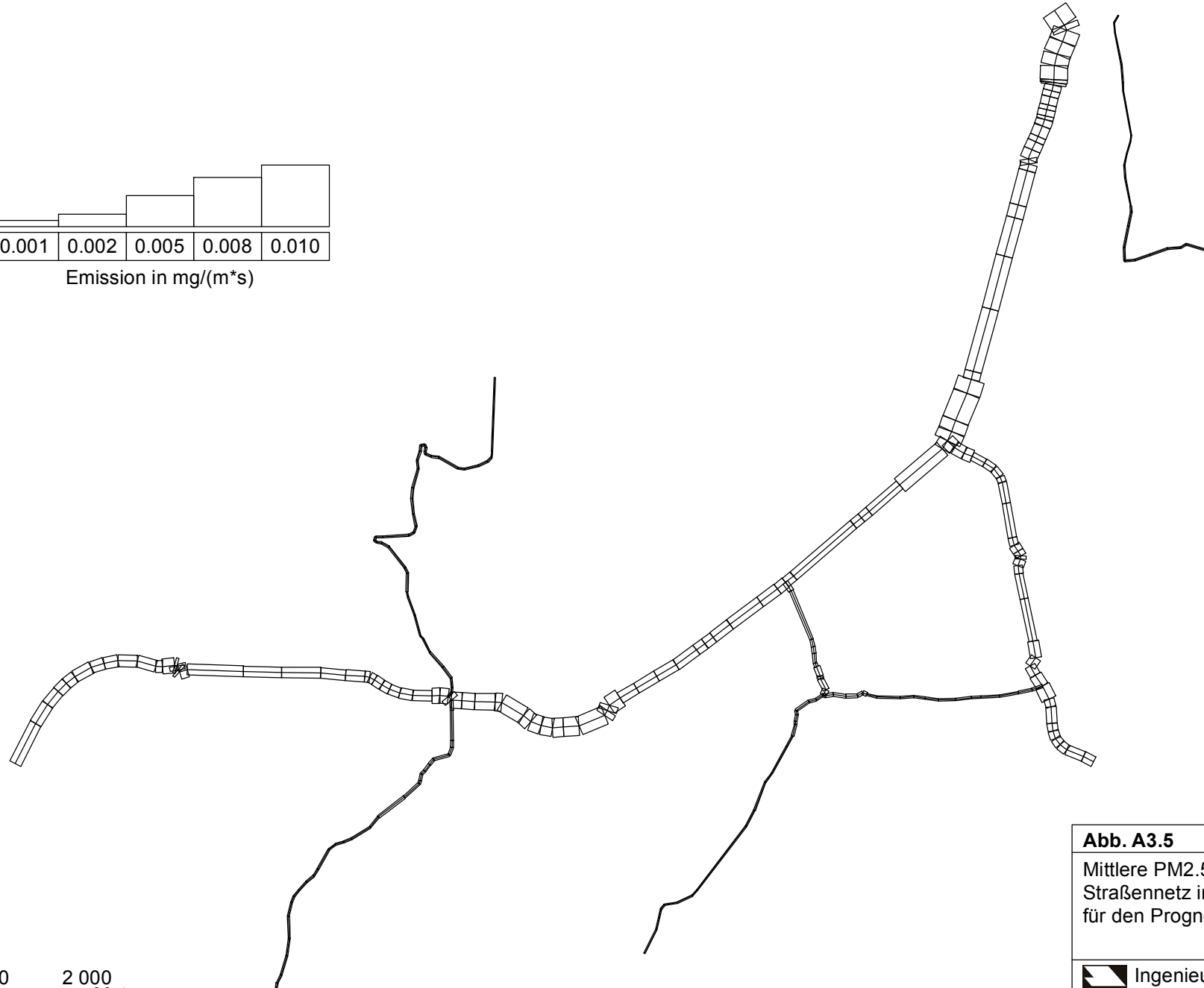
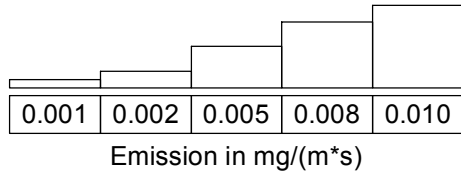
<b>Abb. A3.2</b>	63033-15-01
Mittlere NO <sub>x</sub> -Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2025	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



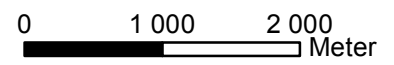
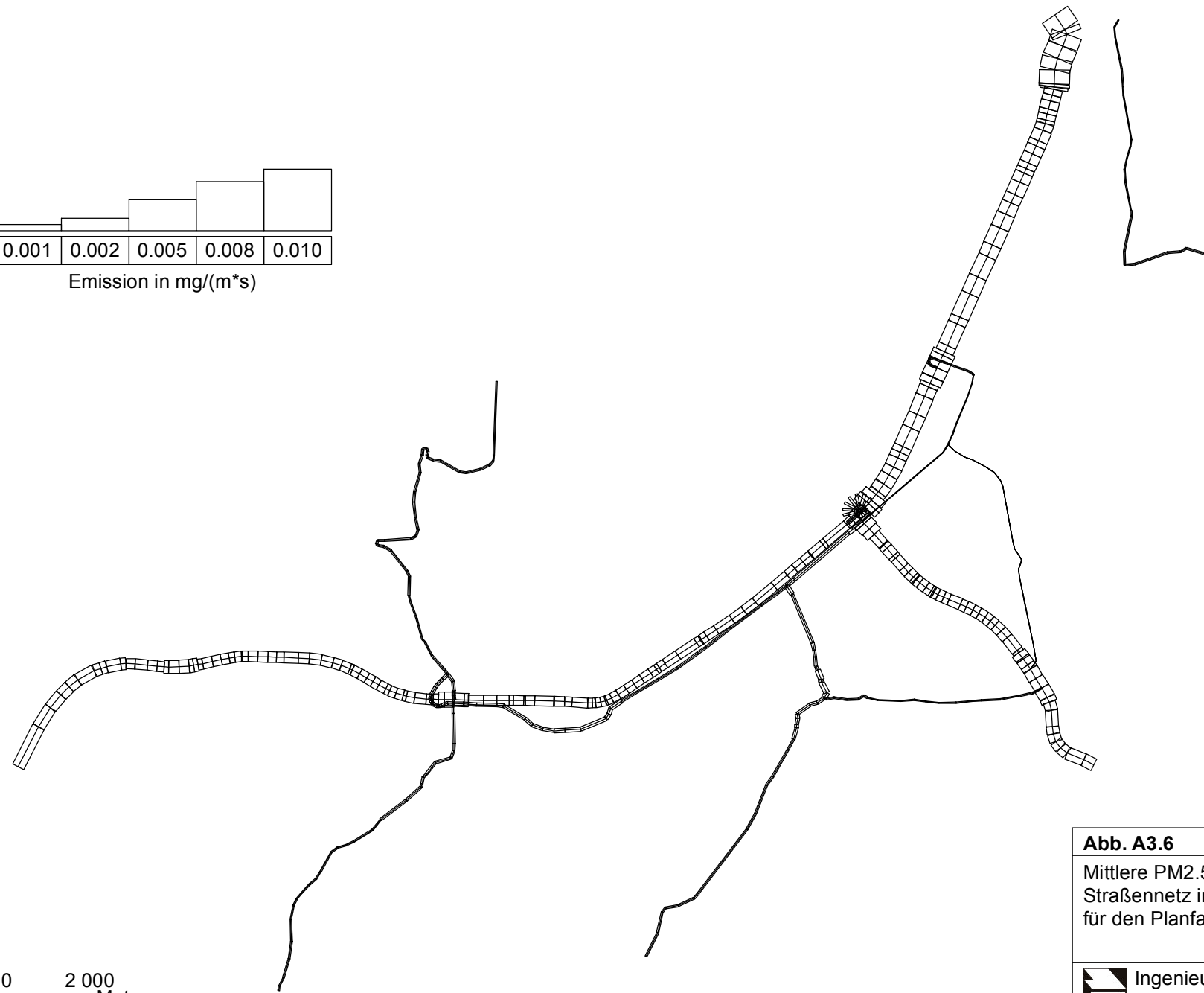
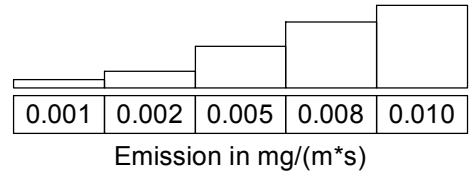
<b>Abb. A3.3</b>	63033-15-01
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosefall 2025	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



<b>Abb. A3.4</b>	63033-15-01
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2025	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



<b>Abb. A3.5</b>	63033-15-01
Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosefall 2025	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



<b>Abb. A3.6</b>	63033-15-01
Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2025	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG