

Planfeststellung

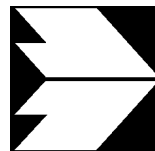
Luftschadstofftechnische Untersuchung

für

B3 OU Celle (Nordteil)

Verlegung der Bundesstraße 3
von N Celle (B 3)
bis NO Celle (B 191)

<p>Aufgestellt: Verden, den 30.06.2016 Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr Geschäftsbereich Verden PG OU Celle</p> <p>.....gez. Winkelmann.....</p>	



**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

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

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG

LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN ZUM NEUBAU DER ORTSUMGEHUNG CELLE IM ZUGE DER B 3, NORDTEIL

AKTUALISIERUNG

Auftraggeber: Niedersächsische Landesbehörde
für Straßenbau und Verkehr
Geschäftsbereich Verden
Bgm. Münchmeyer-Straße 10
27283 Verden

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

Dr.-Ing. W. Bächlin

September 2015
Projekt 63078-15-01
Berichtsumfang 59 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	5
3 VORGEHENSWEISE	6
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	6
3.2 Berechnungsverfahren.....	7
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	8
4 EINGANGSDATEN	11
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	11
4.2 Verkehrsdaten	13
4.3 Meteorologische Daten	13
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft	17
5 EMISSIONEN	21
5.1 Betrachtete Schadstoffe.....	21
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	21
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	21
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	25
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	26
6 IMMISSIONEN.....	27
6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO ₂).....	27
6.2 Feinstaub-Immissionen (PM ₁₀)	32
6.3 Feinstaub-Immissionen (PM _{2.5})	36
7 LITERATUR	39

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	44
A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	48
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE.....	54

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 μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

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

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM₁₀-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

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

Feinstaub / PM₁₀ / PM_{2.5}

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

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr plant den Neubau der Ortsumgehung Celle im Zuge der B 3. Für den Nordteil der geplanten Ortsumgehung im Osten von Celle wurde von unserem Büro im Juli 2012 ein Luftschadstoffgutachten erstellt (Lohmeyer, 2012). Betrachtet wurden der Prognosenullfall und der Planfall im Bezugsjahr 2017 für die Schadstoffe NO₂, PM10 und PM2.5.

Zwischenzeitlich wurden neue Verkehrsbelegungsdaten für den Prognosehorizont 2030 erstellt, auf deren Grundlage das o.g. Luftschadstoffgutachten nun zu aktualisieren ist. Betrachtet wird der Planfall und, um Be- und Entlastungseffekte aufzeigen zu können, der Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen für das Bezugsjahr 2023, dem Jahr der nun möglichen Fertigstellung wesentlicher Teile der Planung. Grundlage der Berechnungen stellen Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030 dar, die unverändert angesetzt wurden.

Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet wurden mit dem Straßennetzmodell PROKAS die Emissionen des Verkehrs auf den berücksichtigten Straßen berechnet. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie wurden für das Prognosejahr mithilfe des vom Umweltbundesamt herausgegebenen "Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA" Version 3.2 (UBA, 2014) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel des Straßenverkehrs aufgrund von Aufwirbelung und Abrieb werden im HBEFA 3.2 nicht behandelt. Die Feinstaub-Emissionsbestimmung für Aufwirbelung und Abrieb erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von Forschungsarbeiten (BAST, 2005; CORINAIR, 2007).

Die Immissionsberechnungen erfolgten mit dem Modellsystem PROKAS unter Einbeziehung der lokalen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik, der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen sowie der aus den Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung. Die Beurteilung der Luftschadstoffimmissionen erfolgt im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle.

Ergebnisse

Für die hier betrachteten Planungen zur Ortsumgehung Celle im Zuge der B 3 und deren verkehrsbedingten Auswirkungen auf die Luftschadstoffe an den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiet, wie straßennah zu den geplanten und bestehenden Straßen nächstgelegener Wohnbebauung, sind im Prognosenullfall ohne geplante

Ortsumgehung im Bereich der geplanten Trasse mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare Schadstoffbelastungen berechnet. Nur entlang der bestehenden, berücksichtigten Straßen sind im Prognosenullfall erhöhte Immissionen zu erwarten mit NO₂-Jahresmittelwerten bis 27 µg/m³, PM10-Jahresmittelwerten bis 22 µg/m³ und PM2.5-Jahresmittelwerten bis 16 µg/m³ an der zur bestehenden B 191 nächstgelegenen Bebauung.

Im Planfall mit realisierter Ortsumgehung werden gegenüber dem Prognosenullfall im Nahbereich der geplanten B 3neu erhöhte, im übrigen Untersuchungsgebiet weitestgehend vergleichbare oder reduzierte Immissionen ermittelt. Die prognostizierten Luftschadstoffkonzentrationen führen sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall zu keinen Konflikten mit den geltenden Grenzwerten der 39. BImSchV. An der zur geplanten B 3neu nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 1 µg/m³ erhöhte NO₂-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 22 µg/m³ berechnet. An der zur bestehenden B 3 und B 191 nächstgelegenen Bebauung außerhalb der geplanten Anschlussstellen werden aufgrund der verkehrlichen Entlastung der Straßen geringfügig reduzierte NO₂-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 26 µg/m³ an der zur B 191 nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung ermittelt.

Die berechneten PM10- und PM2.5-Immissionen führen im Planfall an der zur geplanten Ortsumgehung nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung gegenüber dem Prognosenullfall zu geringfügig erhöhten Gesamtbelastungen mit PM10-Jahresmittelwerten bis 20 µg/m³ bzw. PM2.5-Jahresmittelwerten von ca. 14 µg/m³. Im übrigen Untersuchungsgebiet werden im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare bzw. geringfügig reduzierte PM10-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis 22 µg/m³ bzw. mit PM2.5-Jahresmittelwerten bis 15 µg/m³ an der zur B 191 nächstgelegenen Bebauung berechnet.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass entlang der geplanten Ortsumgehung (B 3neu) Erhöhungen der Luftschadstoffbelastungen zu erwarten sind, da bislang dort keine Straße verläuft. An der zur geplanten B 3neu nächstgelegenen Bebauung werden die jeweiligen Grenzwerte deutlich nicht erreicht und nicht überschritten; so wird der Grenzwert für NO₂ dort um weniger als 60% erreicht und die verkehrsbedingte Zusatzbelastung beträgt weniger als 10% des Grenzwertes. Die Entlastungen der verkehrsbedingten Immissionen an der bestehenden B 191 und der B 3 sind zu begrüßen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr plant den Neubau der Ortsumgehung Celle im Zuge der B 3. Für den Nordteil der geplanten Ortsumgehung im Osten von Celle wurde von unserem Büro im Juli 2012 ein Luftschadstoffgutachten erstellt (Lohmeyer, 2012). Betrachtet wurden der Prognosenullfall und der Planfall im Bezugsjahr 2017 für die Schadstoffe NO₂, PM10 und PM2.5.

Zwischenzeitlich wurden neue Verkehrsbelegungsdaten für den Prognosehorizont 2030 erstellt, auf deren Grundlage das o.g. Luftschadstoffgutachten nun zu aktualisieren ist. Betrachtet wird der Planfall und, um Be- und Entlastungseffekte aufzeigen zu können, der Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen für das Bezugsjahr 2023, dem Jahr der nun möglichen Fertigstellung wesentlicher Teile der Planung. Im Juli 2014 ist eine neue Version des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 3.2 erschienen, das bei der Aktualisierung des Gutachtens berücksichtigt wird.

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 NO₂ und PM10 die 22. BImSchV ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10 und PM2.5). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich und wird hier nicht durchgeführt.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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/m³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert ab 2015	25	

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

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

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

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

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

3.2 Berechnungsverfahren

Die Richtlinie über Luftschadstoffbelastungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS, 2012) wird für solche Betrachtungen als einfach anwendbares Verfahren bevorzugt. Im Verlauf der geplanten Trasse bestehen Anschlussstellen mit Rampen. In diesen Bereichen des zu betrachtenden Gebietes wird der Anwendungsbereich der RLuS 2012 überschritten. Damit ist dort RLuS 2012 formal nicht einsetzbar und es ist nicht sichergestellt, dass Betrachtungen mit RLuS 2012 „auf der sicheren Seite“ liegen.

Für das gesamte Betrachtungsgebiet wird daher das Straßennetzmodell PROKAS (Beschreibung: www.lohmeyer.de/PROKAS) unter Berücksichtigung von lokal repräsentativen Windverhältnissen angewendet; mit diesem Verfahren können Straßennetze, in typisierter Form Randbebauung und Lärmschutzbauten berücksichtigt werden.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden für das Bezugsjahr 2023 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM₁₀, PM_{2.5}) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA nicht behandelt. Die Berechnung dieser Emissionen erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von aktuellen Forschungsarbeiten (Düring und Lohmeyer, 2011; CORINAIR, 2007). Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (VDI, 2003).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen sowie der typisiert berücksichtigten Randbebauung werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 4.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

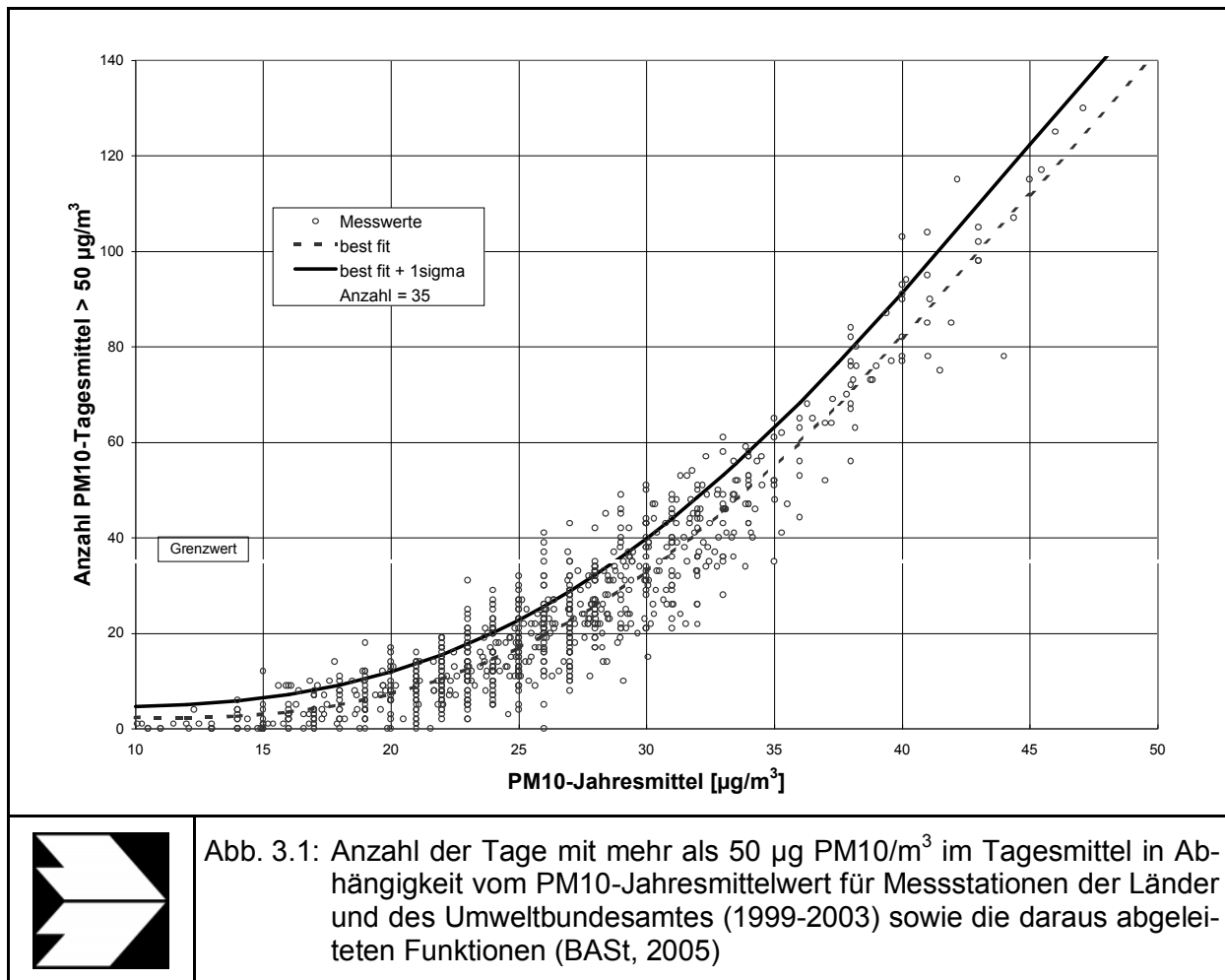
Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzen-

tilwert $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM₁₀-Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM₁₀-Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM₁₀-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM₁₀-Überschreitungshäufigkeit vom PM₁₀-Jahresmittelwert abgeleitet (BASt, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

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

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



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 neben Übersichtskarten und Stadtplänen u.a. die nachfolgenden Unterlagen übergeben:

- Übersichtslageplan Unterlage 3 Bl. 7, 05/2011
- Übersichtshöhenplan Unterlage 4 Bl. 1, 06/2012
- Lagepläne Unterlage 5 Bl. 22 bis 25, 02/2012
- Topographische Karten AK5 und Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet mit dem geplanten Nordteil der Ortsumgehung Celle ist in **Abb. 4.1** dargestellt. Das bestehende Straßennetz ist in **Abb. 4.1** schwarz und die geplanten Straßen sind blau eingezeichnet. Ausgewählte Untersuchungspunkte mit beurteilungsrelevanter Bebauung, auf die in Kap. 6 gesondert eingegangen wird, sind rot markiert dargestellt und fortlaufend nummeriert.

Das Untersuchungsgebiet mit dem Nordteil der geplanten Ortsumgehung (OU) Celle befindet sich ca. 2 km nordöstlich bis nördlich des Stadtzentrums von Celle. Der geplante Bauabschnitt der Ortsumgehung Celle beginnt an der bestehenden B 191 im Nordosten von Celle, umfährt Celle in nordwestlicher Richtung und endet an der bestehenden B 3 nördlich von Celle.

Das Gelände in der direkten Umgebung der geplanten Trasse ist moderat reliefiert und die bestehende Bebauung reicht teilweise dicht an die geplante Trasse heran.

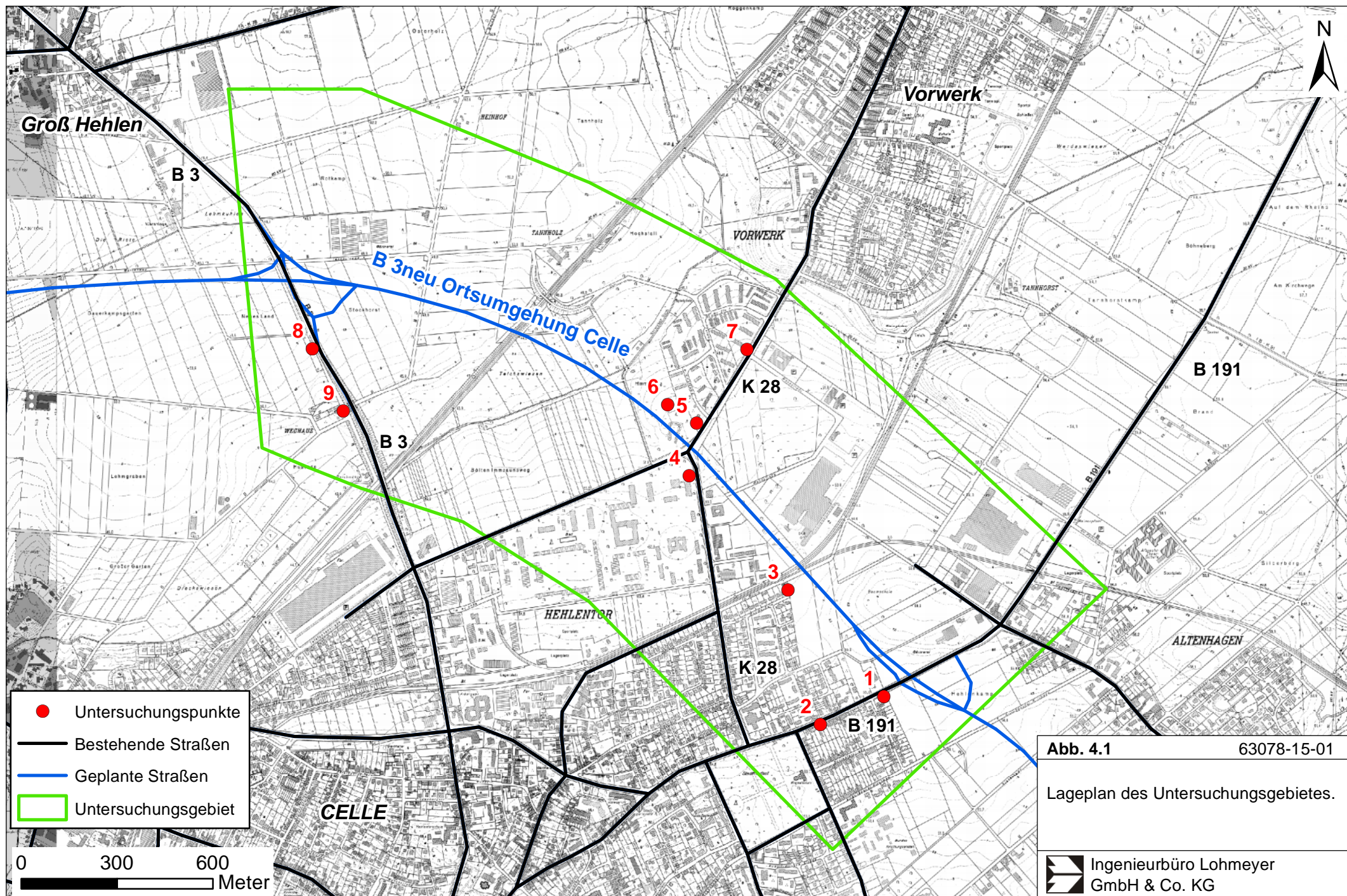


Abb. 4.1 63078-15-01

Lageplan des Untersuchungsgebietes.

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber in Form von Prognosebelastungen für den Zeithorizont 2030 zur Verfügung gestellt (Schubert, 2015). Das sind für das Betrachtungsgebiet mit direkter Umgebung Angaben der durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTVw) und der LKW-(SV)-Anteile in % für den Prognosenullfall ohne OU Celle sowie für den Planfall mit gesamter OU Celle. Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle in **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** aufgezeigt. Die Verkehrsdaten wurden in Absprache mit dem Auftraggeber für die immissionsseitigen Betrachtungen für das Bezugsjahr 2023 als das Jahr der frühesten Fertigstellung des Bauvorhabens angesetzt.

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-(SV)-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen. Die Verkehrstagesganglinie wurde aus den vom Büro Lohmeyer erstellten Ausarbeitungen zum Luftschadstoffgutachten für den Mittelteil der geplanten OU Celle (Lohmeyer, 2010) übernommen und für die Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen angesetzt. Dabei handelt es sich um vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Verkehrszählungsdaten an der B 3 Hannoversche Straße, die mit Angaben von typischen Verkehrstagesganglinien aus der Fachliteratur (BASt, 2005a; Schmidt et al, 1996) ergänzt wurden.

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 Datenerfassungen durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) an der Station Celle-Wietzenbruch statt. Die Station Celle-Wietzenbruch ist ca. 7 km südwestlich des Untersuchungsgebietes an einem Flugplatzgelände gelegen und weist eine langjährige kontinuierliche Windmessung auf. In **Abb. 4.4** ist die Häufigkeitsverteilung von Windrichtung und Windgeschwindigkeit für den Zeitraum 01.01.1997 bis 31.12.2006 dargestellt. Der Windmesser befindet sich in 10 m Höhe über

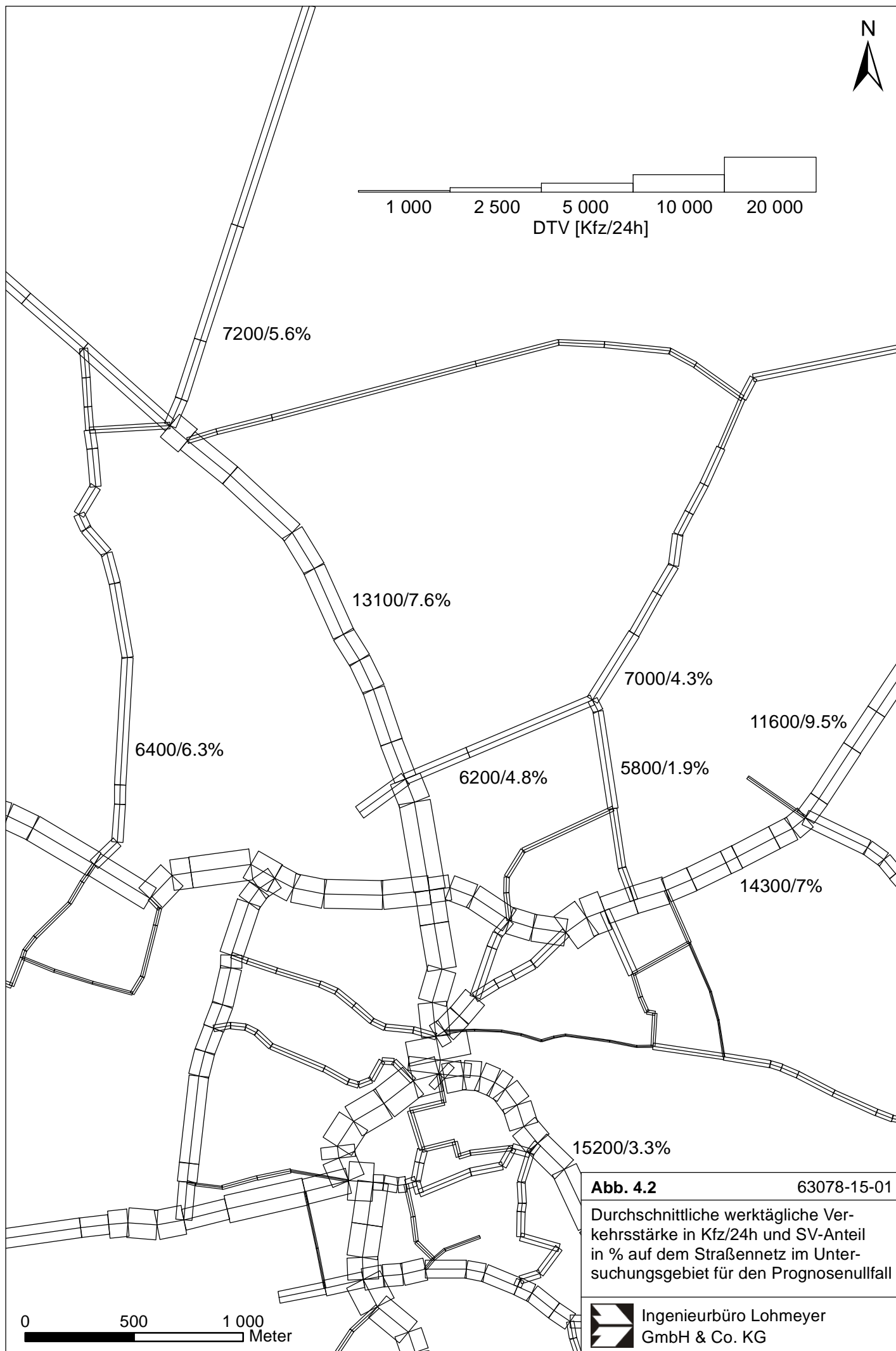


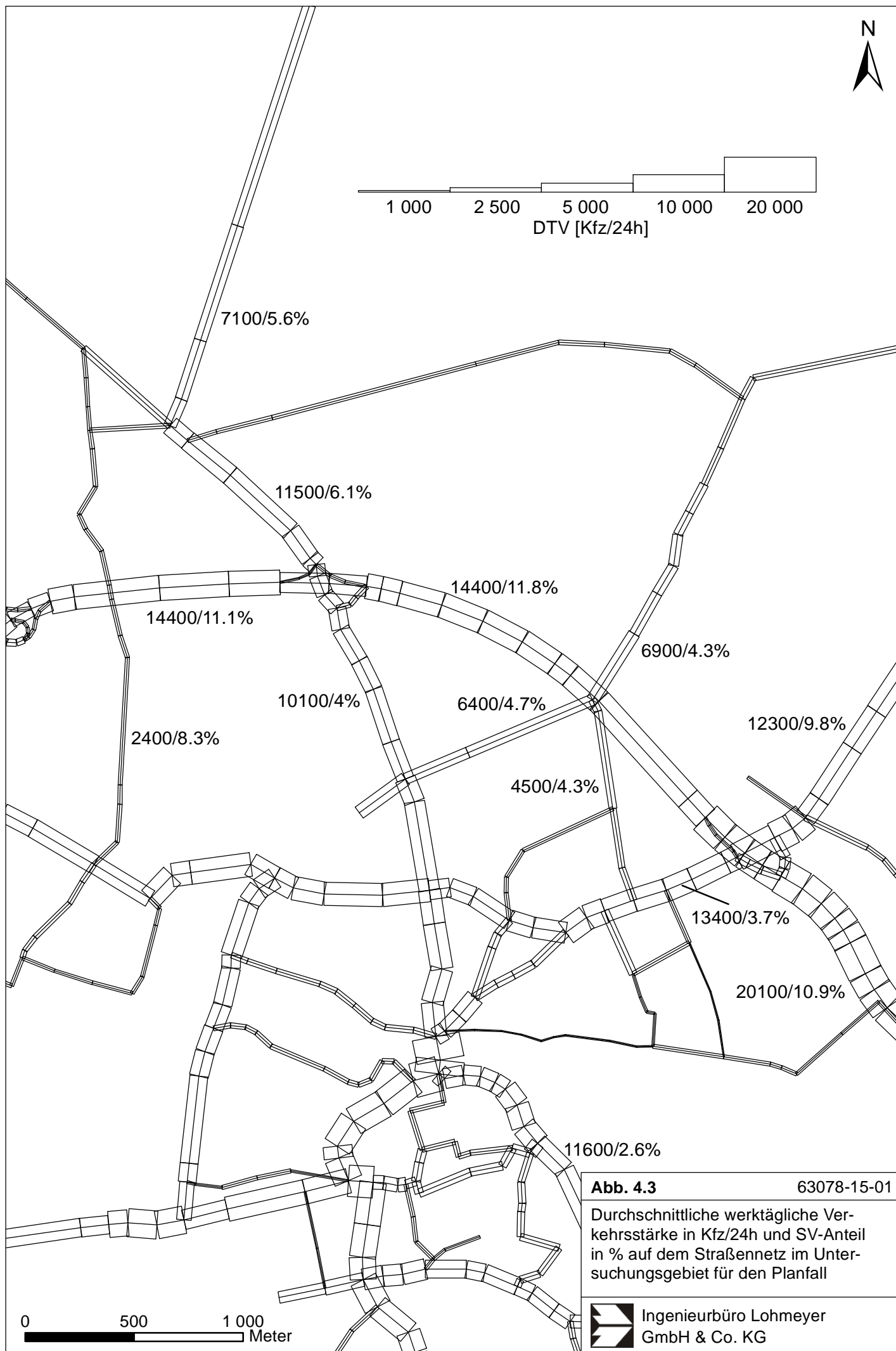
Abb. 4.2

63078-15-01

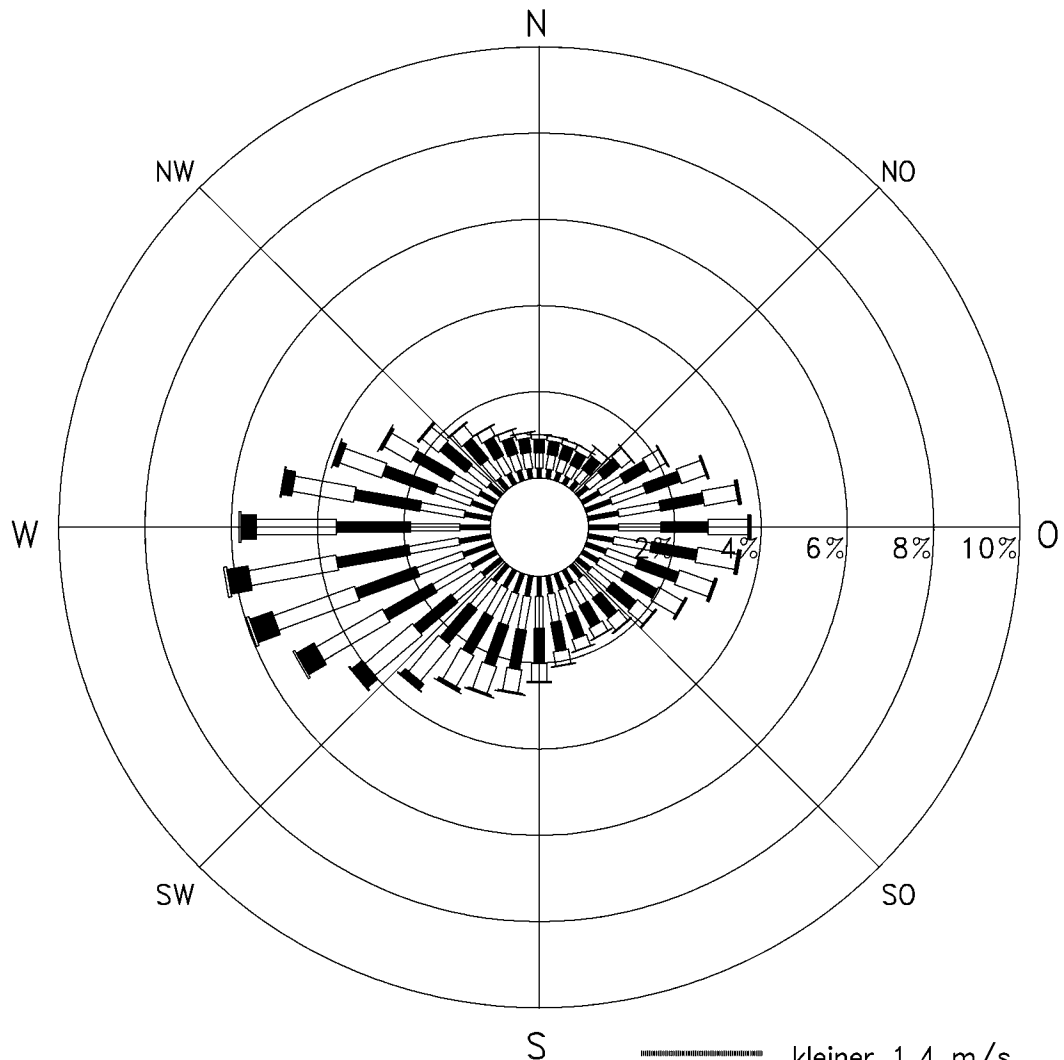
Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und SV-Anteil in % auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Celle-Wietzenbruch



Messhöhe: 10 m
 Zeitraum : 1997–2006
 mittl. Wige : 3.1 m/s
 Quelle : DWD

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



Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Messstation Celle-Wietzenbruch

Grund. Die Windrichtungsverteilung wird von Winden aus westlichen bis südwestlichen Richtungen geprägt, für welche auch die höchsten Windgeschwindigkeiten zu beobachten sind. Winde aus östlichen Richtungen bilden ein Nebenmaximum. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt ca. 3.1 m/s.

Die an der Station Celle-Wietzenbruch erfassten Winddaten werden unter Berücksichtigung der Rauigkeit in der Umgebung des Untersuchungsgebietes für die Ausbreitungsrechnungen angesetzt.

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.

Die Niedersächsische Gewerbeaufsicht betreibt das Lufthygienische Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN) mit dem Ziel, Immissionsbelastungen sowie Daten für den Ozonwarndienst zu ermitteln und die Entwicklung der Luftgüte zu beurteilen. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LÜN, 2007-2015). Die vorliegenden Daten für die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt.

Die in **Tab. 4.1** angeführten Stationen Celle, Burgdorf und Hannover (HRVS) werden als Verkehrsmessstationen ausgewiesen und sind ca. 2 km südlich, ca. 22 km südsüdwestlich bzw. ca. 41 km südwestlich der Querung der geplanten OU Celle mit der bestehenden K 28 gelegen. Die Station Hannover (HRSW) befindet sich im städtischen Gebiet ebenfalls ca. 41 km südwestlich des geplanten Querungsbereiches. Die Station Allertal ist ca. 38 km westnordwestlich verkehrsnah in ländlichem Gebiet gelegen. Die industrienah im ländlichen Raum gelegene Station Wolfsburg befindet sich ca. 54 km südöstlich der Querung der geplanten OU Celle mit der K 28.

Schadstoff-komponente	Zeit-raum	Burgdorf	Hannover (HRVS)	Hannover (HRSW)	Allertal	Wolfsburg	Celle
NO ₂ Jahresmittelwert	2006	66	63	24	16	21	40
	2007	51	56	21	13	17	39
	2008	50	56	21	13	19	36
	2009	48	53	20	14	18	-
	2010	35	51	21	14	17	-
	2011	25	43	19	13	19	-
	2012	28	44	19	14	19	-
	2013	-	46	21	14	19	-
	2014	-	45	21	14	19	-
NO ₂ 98-Perzentilwert	2006	166	138	63	47	63	103
	2007	115	121	56	39	51	157
	2008	115	121	55	38	53	91
	2009	112	113	57	41	58	-
	2010	87	106	59	46	56	-
	2011	51	93	53	36	54	-
	2012	-	-	54	40	55	-
	2013	-	-	-	-	-	-
	2014	-	-	-	-	-	-
PM10 Jahresmittelwert	2006	36	34	28	24	26	27
	2007	23	26	19	16	17	20
	2008	23	26	19	18	17	20
	2009	21	26	18	19	17	-
	2010	27	29	20	20	19	-
	2011	25	26	20	21	18	-
	2012	26	23	16	18	15	-
	2013	-	22	16	17	14	-
	2014	-	24	19	19	19	-
PM10- Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³)	2006	25	27	22	12	12	6
	2007	7	8	4	2	17	4
	2008	3	13	7	3	3	4
	2009	5	7	4	4	3	-
	2010	23	32	15	13	2	-
	2011	29	24	14	16	15	-
	2012	5	15	3	6	13	-
	2013	-	6	2	3	4	-
	2014	-	20	13	12	4	-
PM2.5- Jahresmittelwert	2006	-	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-	-
	2008	-	16	12	-	-	-
	2009	-	17	13	-	-	-
	2010	-	19	14	-	-	-
	2011	-	17	15	-	-	-
	2012	-	14	12	-	-	-
	2013	-	14	12	-	-	-
	2014	-	16	14	-	-	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LÜN, 2007-2015)

Die an den genannten Stationen erfassten Messwerte der Luftbelastung sind überwiegend durch umliegende Nutzung, wie Hauptverkehrsstraßen, Industrie- und Gewerbegebiete, Wohnbebauung etc. beeinflusst. In den Messwerten sind die Auswirkungen dieser Emissionen enthalten. So sind beispielsweise die Messdaten der Stationen Celle, Burgdorf und Hannover (HRVS) stark von Verkehrseinflüssen geprägt, d.h. in den Messwerten sind die Auswirkungen der Emissionen des Straßenverkehrs enthalten. Bei der Ermittlung der Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet werden die Straßenverkehrsemissionen in den Ausbreitungsrechnungen weitgehend berücksichtigt. Die Werte der genannten Stationen sind daher nicht als Hintergrundbelastung anzusetzen, weil sonst der Einfluss der dominierenden Quelle Straßenverkehr bei der Überlagerung von Zusatzbelastung und Hintergrundbelastung quasi „doppelt“ berücksichtigt würde.

Durch das UBA sind im Internet flächenhafte Informationen zu den Luftschadstoffbelastungen in Deutschland veröffentlicht (<http://gis.uba.de/Website/luft/index.html>) basierend auf Übertragung von punktuellen Messdaten auf die Fläche im 8 km x 8 km-Raster. Detaillierte örtliche Gegebenheiten und Siedlungseinflüsse sind im UBA-Datensatz in denjenigen Bereichen ohne Messstationen jedoch nicht enthalten. So ist aus den Kartendarstellungen für den Bereich von Celle kein Einfluss des Siedlungsbereiches abzulesen.

Aus den verfügbaren Messdaten der dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen werden für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet am Siedlungsrandbereich von Celle die Werte der **Tab. 4.2** angesetzt, wobei sich die Ableitung der Hintergrundbelastung auf die im vorstädtischen Gebiet gelegenen Stationen Hannover (HRSW) und Wolfsburg stützt und im Vergleich zu den flächenhaften Karten des UBA für NO₂ eine etwas höhere Hintergrundbelastung ergibt.

Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM₁₀ und PM_{2.5}. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein Verhältnis von PM_{2.5} zu PM₁₀ 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_{2.5} zu PM₁₀ bestimmt.

Auf Grundlage dieser Verhältnisse von PM_{2.5} zu PM₁₀ und der oben genannten Messwerte wird für das Untersuchungsgebiet eine PM_{2.5}-Hintergrundbelastung von 14 µg/m³ angesetzt, die eine gute Übereinstimmung mit den flächenhaften Karten des UBA aufweist.

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 Immissionen für NO₂ um ca. 20% und für Feinstaub um ca. 9%. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktionen verzichtet.

Schadstoff	Jahresmittelwert [µg/m ³]	98-Perzentilwert [µg/m ³]
NO ₂	20	55
PM10	19	--
PM2.5	14	--

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2014/2023

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM₁₀ erreicht, weshalb diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet werden. Zudem werden die PM_{2.5}-Immissionen behandelt.

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

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

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM₁₀, PM_{2.5}) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (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; Israël et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

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-HVS100: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h

AO-HVS80: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h

IO-HVS60: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h

IO-HVS60d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr

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-NS40: Innerörtliche Neben- bzw. Erschließungsstraße, Tempolimit 40 km/h

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] 2023							
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW)	NO _x		PM10 / PM2.5 (nur Abgase)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AO-HVS100	94.0	0.159	0.490	0.0027	0.0090	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS100-4	94.0	0.063	0.323	0.0016	0.0021	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS100_2	94.0	0.175	0.702	0.0029	0.0086	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS100_4	94.0	0.220	0.738	0.0033	0.0093	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS80-2	76.1	0.086	0.718	0.0017	0.0043	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80-4	76.1	0.060	0.331	0.0013	0.0021	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80+2	76.1	0.194	0.753	0.0032	0.0138	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80+4	76.1	0.295	1.107	0.0041	0.0172	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80_2	76.1	0.140	0.735	0.0025	0.0090	0.030	0.130	0.015	0.057
AO-HVS80_4	76.1	0.177	0.719	0.0027	0.0097	0.030	0.130	0.015	0.057
IO-HVS60	58.0	0.130	0.728	0.0033	0.0110	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60_2	58.0	0.140	0.886	0.0034	0.0110	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS60d	47.1	0.168	0.951	0.0038	0.0129	0.033	0.350	0.020	0.061
IO-HVS50	49.0	0.134	0.948	0.0035	0.0125	0.026	0.100	0.020	0.060
IO-HVS50_2	49.0	0.140	1.062	0.0035	0.0125	0.026	0.100	0.020	0.060
IO-HVS50d	39.6	0.172	1.187	0.0041	0.0145	0.033	0.350	0.022	0.062
IO-HVS50d_2	39.6	0.176	1.319	0.0041	0.0145	0.033	0.350	0.022	0.062
IO-HVS50d_4	39.6	0.196	1.183	0.0043	0.0151	0.033	0.350	0.022	0.062
IO-HVS50g	34.0	0.238	1.303	0.0051	0.0170	0.035	0.500	0.022	0.062
IO-HVS50g_2	34.0	0.246	1.444	0.0051	0.0170	0.035	0.500	0.022	0.062
IO-HVS50g_4	34.0	0.263	1.547	0.0053	0.0175	0.035	0.500	0.022	0.062
IO-NS40	38.4	0.209	1.095	0.0046	0.0163	0.030	0.320	0.022	0.062
IO-NS40_2	38.4	0.215	1.144	0.0047	0.0164	0.030	0.320	0.022	0.062
IO-NS40_4	38.4	0.231	1.352	0.0048	0.0170	0.030	0.320	0.022	0.062

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

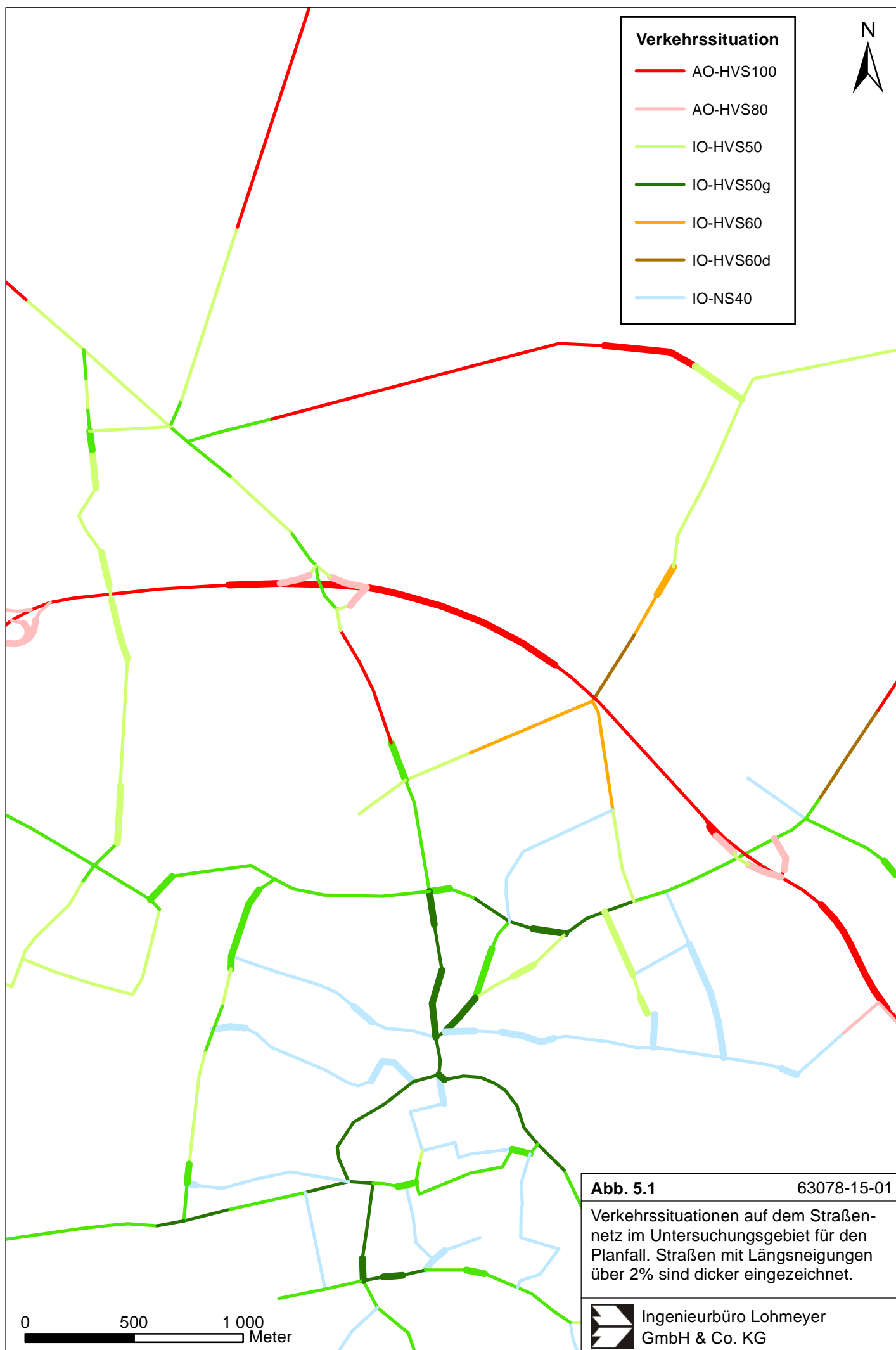


Abb. 5.1

63078-15-01

Verkehrssituationen auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Straßen 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 PM₁₀-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub in Anlehnung an BAST (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2011) verwendet.

Die nicht motorbedingten PM_{2.5}-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) werden in der vorliegenden Untersuchung entsprechend der im Emission Inventory Guidebook von EMEP/CORINAIR (CORINAIR, 2007) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Eine Differenzierung in verschiedene Straßentypen (z. B. Bundesautobahn oder innerorts) ist durch eine dort angegebene Geschwindigkeitsabhängigkeit (für Reifen und Bremsabrieb) möglich.

Die Resuspension von eingetragenen Straßenstaub gehört entsprechend derzeitigem Kenntnisstand eher der Partikelfraktion zwischen 2,5 µm und 10 µm an und wird deshalb bei der Betrachtung von PM_{2.5} nicht mit berücksichtigt.

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

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

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

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

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ dargestellt.

Tab. 5.2 zeigt exemplarisch für die bestehende B 3 südlich der geplanten Anschlussstelle an die OU Celle (B 3neu) sowie für die geplante B 3neu für den Prognosenußfall und den Planfall die Verkehrskennndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten.

Straßenabschnitt	DTV [Kfz/24 h]	LKW- (SV)- Anteil [%]	Verkehrssituation	NO_x [mg/(m s)]	PM_{10} [mg/(m s)]	$\text{PM}_{2.5}$ [mg/(m s)]
Prognosenußfall						
B 3	13 100	7.6	AO-HVS100	0.0279	0.0062	0.0027
Planfall						
B 3	10 100	4.0	AO-HVS100	0.0201	0.0043	0.0019
B 3neu	14 400	11.8	AO-HVS100	0.0330	0.0075	0.0033

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die bestehende B 3 südlich der geplanten Anschlussstelle an die OU Celle (B 3neu) sowie für die geplante B 3neu für den Prognosenußfall und den Planfall im Bezugsjahr 2023.

6 IMMISSIONEN

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

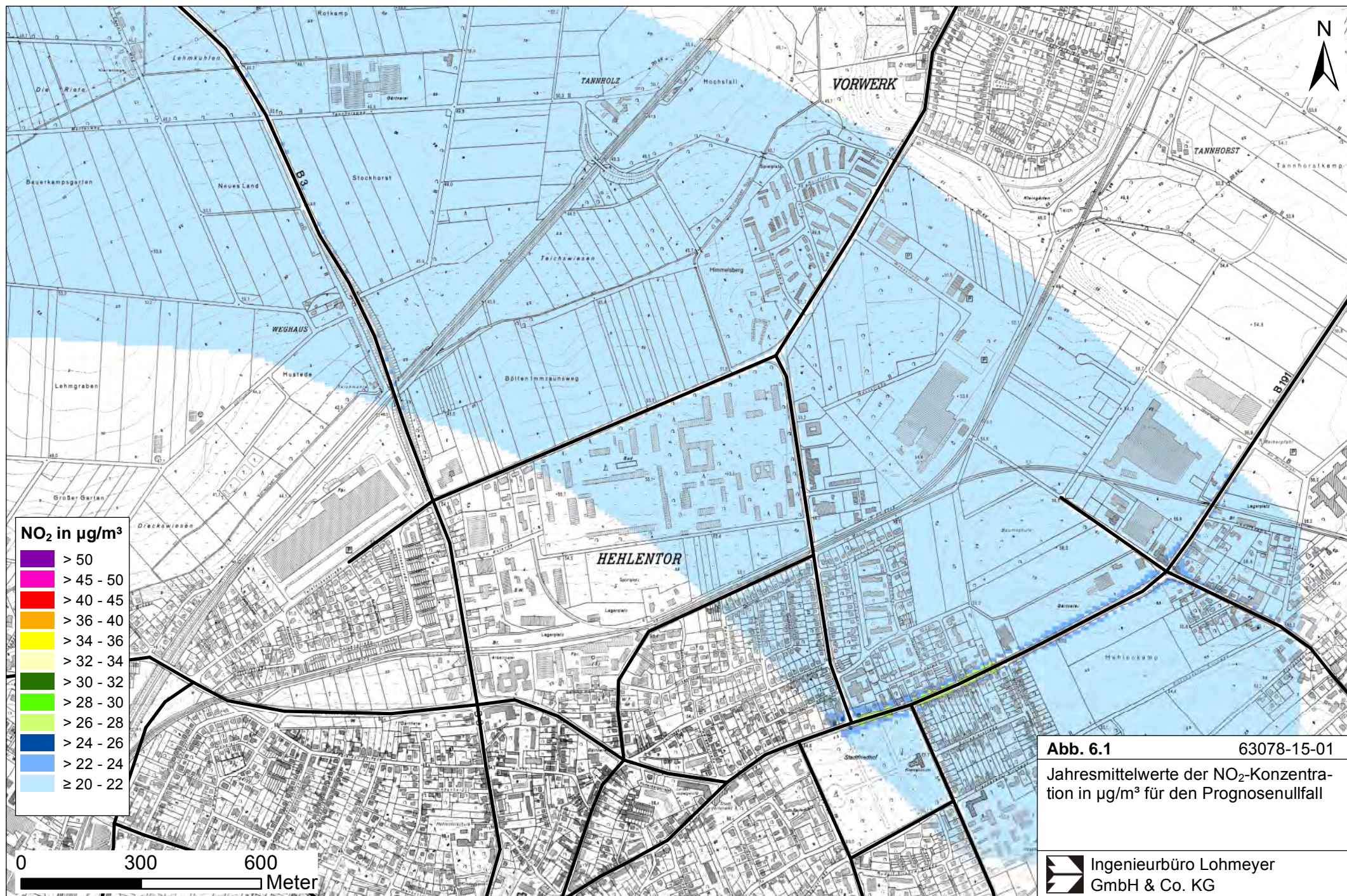
In den Grafiken wird der Bereich um den Nordteil der geplanten Neubaustrecke der Ortsumgehung Celle (B 3neu) dargestellt. Die Schadstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet wurden für über 30 000 Untersuchungspunkte in Bodennähe bestimmt. Die Anordnung der Untersuchungspunkte erfolgte in einem 10 m x 10 m-Raster bis in einen Abstand von ca. 500 m zur geplanten B 3neu. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Im Folgenden wird jeweils nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus der Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt. In Teilbereichen mit nahe stehender Bebauung entlang der bestehenden B 191 wurde diese typisiert berücksichtigt.

Die **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.6** zeigen die ermittelten Immissionskenngrößen für die Gesamtbelastung von NO₂ und für die Feinstaubfraktionen PM₁₀ und PM_{2.5} im Prognosenullfall und im Planfall im Bezugsjahr 2023. Die Bewertung erfolgt im Hinblick auf die Grenzwerte der 39. BImSchV.

Weiterhin werden die Auswertungen der berechneten Immissionen für ausgewählte Untersuchungspunkte gesondert tabellarisch dargestellt. Die Lage der Untersuchungspunkte ist in **Abb. 4.1** aufgezeigt. Die Untersuchungspunkte befinden sich an straßennah zur geplanten Ortsumgehung gelegener Wohnbebauung und geben die dort vorliegende Belastungssituation wieder.

6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO₂)

Die **Abb. 6.1** zeigt die im Prognosenullfall 2023 berechneten NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte). Die höchsten NO₂-Jahresmittelwerte werden im Prognosenullfall im Untersuchungsgebiet an der bestehenden B 191 prognostiziert. Dort werden im Nahbereich der



Straße NO₂-Jahresmittelwerte bis 28 µg/m³ berechnet. Außerhalb der Kreuzungsbereiche der B 191 mit den bestehenden, berücksichtigten Straßen werden an der B 191 ab einem Abstand von ca. 30 m beiderseits der Straße NO₂-Konzentrationen unter 22 µg/m³ prognostiziert. An der bestehenden B 3 werden vereinzelt im Nahbereich der Trasse NO₂-Immissionen bis 23 µg/m³ berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall 2023 mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare NO₂-Jahresmittelwerte unter 22 µg/m³ prognostiziert, so auch an der K 28.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z.B. Wohnbebauung führen. In **Tab. 6.1** sind die prognostizierten Immissionen für ausgewählte Untersuchungspunkte aufgeführt. Die Lage der Untersuchungspunkte ist aus **Abb. 4.1** ersichtlich. Die Untersuchungspunkte befinden sich an straßennah zur geplanten Ortsumgehung bzw. zu den bestehenden Straßen gelegener Wohnbebauung.

Im Prognosenullfall 2023 werden an der zur bestehenden B 191 nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung (Untersuchungspunkt 2 in **Tab. 6.1**) NO₂-Jahresmittelwerte bis 27 µg/m³, am Untersuchungspunkt 1 bis 22 µg/m³ prognostiziert. An der zur B 3 nächstgelegenen Bebauung (Punkt 8 und Punkt 9) werden NO₂-Konzentrationen bis 21 µg/m³ berechnet, so auch an den übrigen in **Tab. 6.1** aufgeführten Untersuchungspunkten.

Der geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird somit im Prognosenullfall 2023 an der Bebauung im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zu einer der Hauptverkehrsstraßen nächstgelegenen Bebauung. Die NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) sind an der Bebauung im Untersuchungsgebiet in Bezug auf den Grenzwert nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen, so auch an der zur B 191 nächstgelegenen Bebauung.

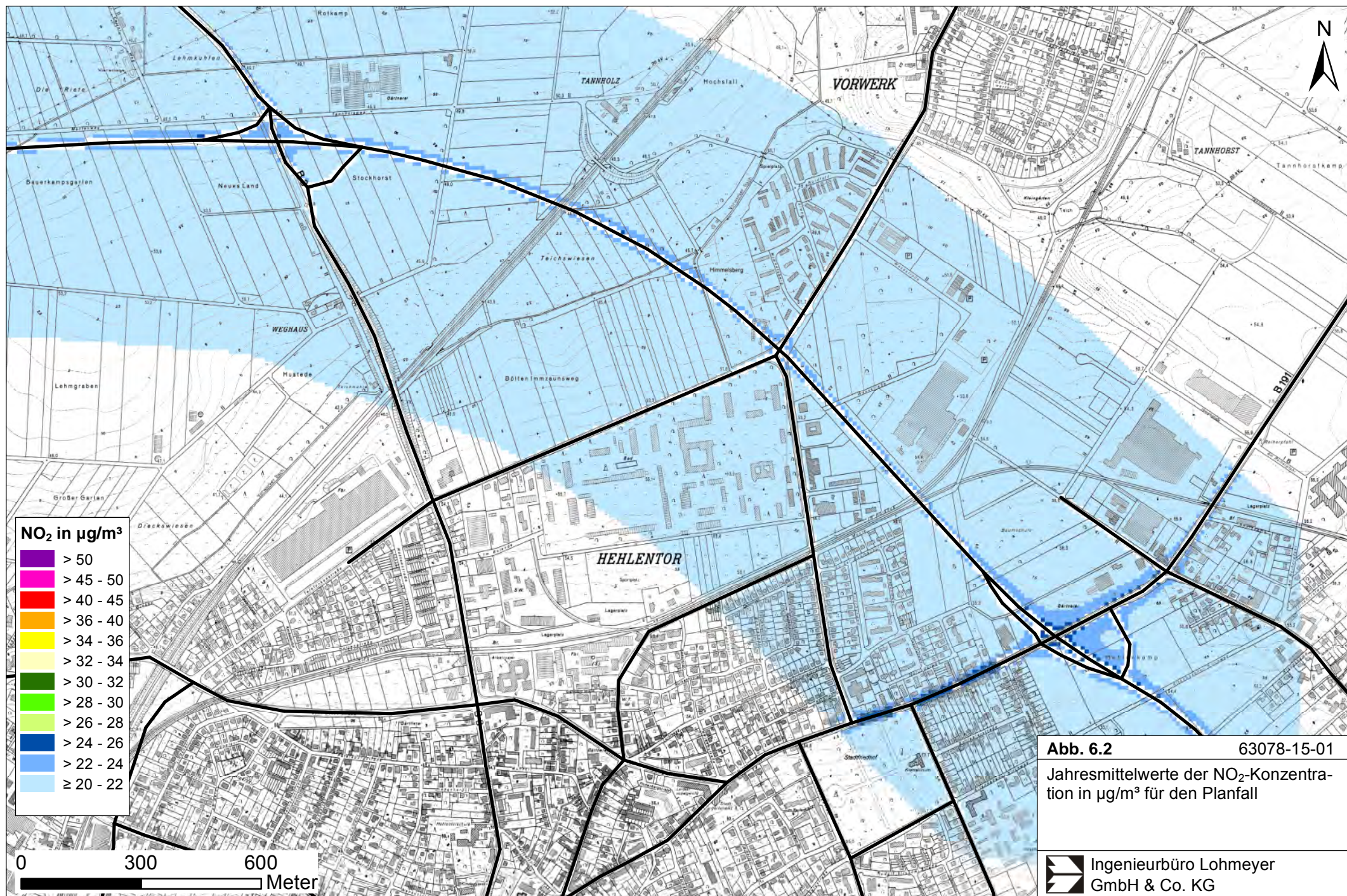
Die **Abb. 6.2** zeigt die im Planfall 2023 mit realisierter OU Celle im Untersuchungsgebiet berechneten NO₂-Immissionen. Im Planfall wird die Immissionssituation v.a. durch die straßenverkehrsbedingten Emissionen auf der geplanten Ortsumgehung (B 3neu) sowie deren Anschlussstellen an die B 191 und die bestehende B 3 geprägt. Im Nahbereich des geplanten Trassenverlaufs der OU Celle werden außerhalb der geplanten Anschlussstellen im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall erhöhte NO₂-Immissionen mit Jahresmittelwerten überwiegend bis 24 µg/m³ und vereinzelt bis 26 µg/m³ prognostiziert; im Bereich der geplanten Anschlussstelle an die B 191 sind NO₂-Immissionen bis 26 µg/m³ berechnet. Mit der geplanten Ortsumgehung sind im Untersuchungsgebiet v.a. entlang der bestehenden B 3 südlich der

geplanten Anschlussstelle sowie an der B 191 südwestlich der geplanten Anschlussstelle an die OU Celle Entlastungen der NO₂-Immissionen zu erwarten.

Unter- suchungs- punkt	Immissionen in µg/m ³					
	NO ₂ -Jahresmittel		PM10-Jahresmittel		PM2.5-Jahresmittel	
	Prognose- nullfall	Planfall	Prognose- nullfall	Planfall	Prognose- nullfall	Planfall
1	22	23	20	20	15	15
2	27	26	22	22	16	15
3	21	21	19	19	14	14
4	21	21	19	20	14	14
5	21	22	19	20	14	14
6	20	21	19	20	14	14
7	21	21	19	20	14	14
8	21	21	20	20	14	14
9	21	21	20	19	14	14
Grenzwert						
	40		40		25	

Tab. 6.1: Immissionen in µg/m³ für den Prognosenullfall und den Planfall 2023 an den ausgewählten Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiet. Lage der Untersuchungspunkte siehe **Abb. 4.1**

An der zur geplanten Ortsumgehung nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung der Untersuchungspunkte 3 bis 6 werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 1 µg/m³ erhöhte NO₂-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis 22 µg/m³ (Punkt 5 siehe **Tab. 6.1**) berechnet. An den darüber hinaus in diesem Bereich bis in einen Abstand von ca. 200 m zur geplanten Ortsumgehung gelegenen, beurteilungsrelevanten Gebäuden werden in Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare NO₂-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten unter 22 µg/m³ prognostiziert, so auch an der zur K 28 nächstgelegenen Bebauung (Untersuchungspunkt 5 und 7). An dem zur geplanten Anschlussstelle der B 3neu an die B 191 nächstgelegenen Bebauung (Punkt 1 in **Tab. 6.1**) sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um ca. 1 µg/m³ erhöhte NO₂-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 23 µg/m³ berechnet. An der außerhalb des geplanten Anschlussstellenbereiches zur bestehenden B 191 nächstgelegenen Bebauung (Punkt 2 in **Tab. 6.1**) werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall aufgrund der verkehrsbedingten Entlastung der B 191 um



ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ reduzierte NO_2 -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An der zur bestehenden B 3 nächstgelegenen Bebauung (Punkte 8 und 9 in **Tab. 6.1**) sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig reduzierte NO_2 -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

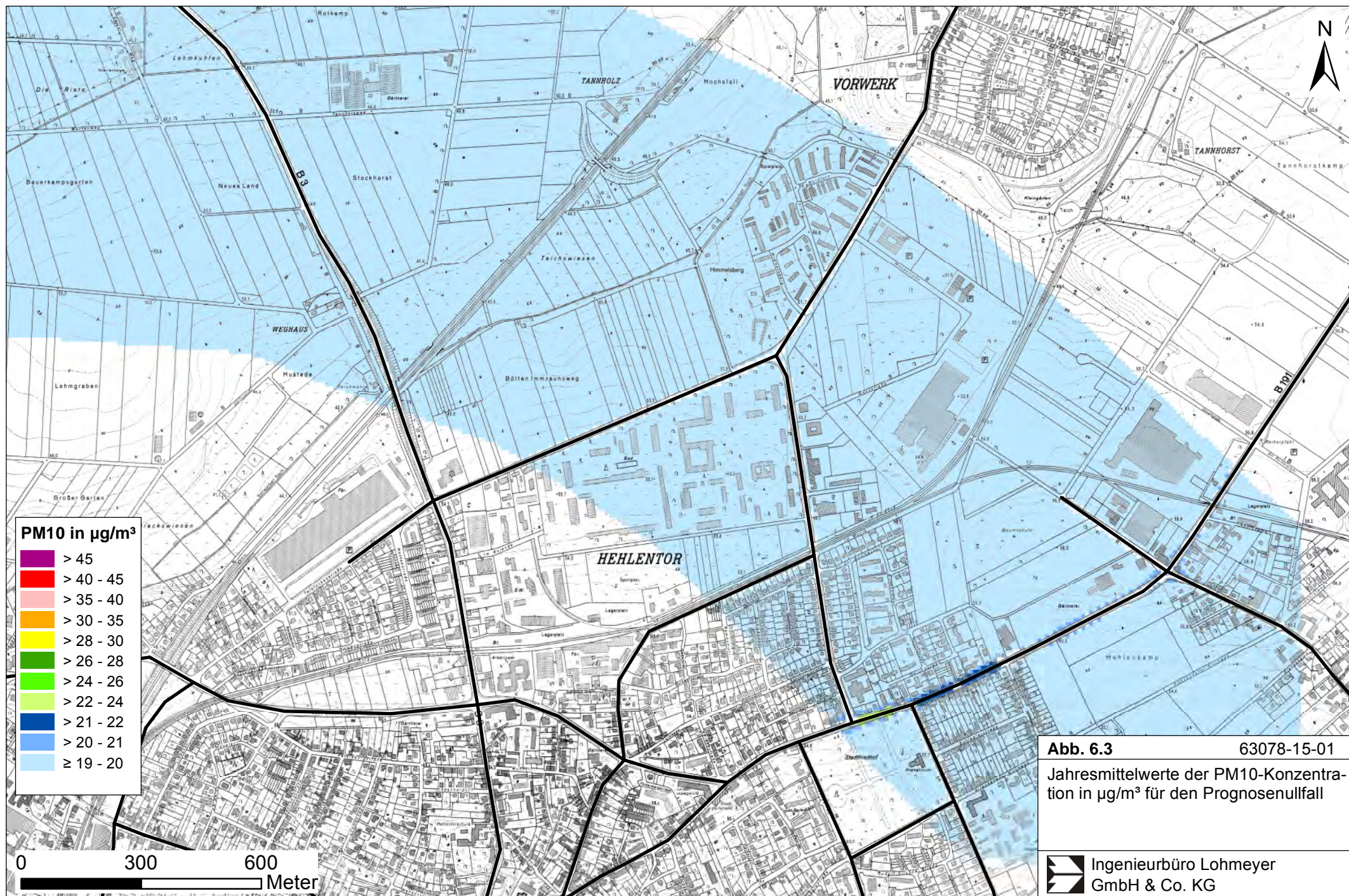
Der geltende Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird somit auch im Planfall 2023 an der Bebauung im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten Ortsumgehung nächstgelegenen Bebauung. Dort wird der Grenzwert für NO_2 um weniger als 60% erreicht und die verkehrsbedingte Zusatzbelastung beträgt weniger als 10% des Grenzwertes. Die NO_2 -Immissionen (Jahresmittelwerte) sind an der Bebauung in Bezug auf den Grenzwert nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen, so auch an der zur B 191 nächstgelegenen Bebauung.

Die berechneten NO_2 -Kurzzeitbelastungen (98-Perzentilwerte) führen sowohl im Planfall, als auch im Prognosenullfall im gesamten Untersuchungsgebiet zu Konzentrationen unter $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die 39. BImSchV (2010) sieht eine neue Bestimmung der Kurzzeitbelastung von NO_2 vor (siehe Abschnitt 3.3). Entsprechend den Ableitungen aus Messdaten kann geschlossen werden, dass bei einer Einhaltung von $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (98-Perzentilwert) auch der neue Grenzwert eingehalten wird. Dementsprechend ist zu erwarten, dass im Betrachtungsgebiet der neue Grenzwert sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall deutlich nicht überschritten wird. Auf eine grafische Darstellung wird deshalb verzichtet.

6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10)

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

In **Abb. 6.3** sind die im Prognosenullfall berechneten PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) dargestellt. Die höchsten PM10-Gesamtbelastungen werden im Untersuchungsgebiet im Prognosenullfall an der bestehenden B 191 berechnet. Dort werden bis in einen Abstand von ca. 30 m beiderseits der Straße PM10-Jahresmittelwerte über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet werden PM10-Immissionen bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert, so auch entlang der bestehenden B 3.

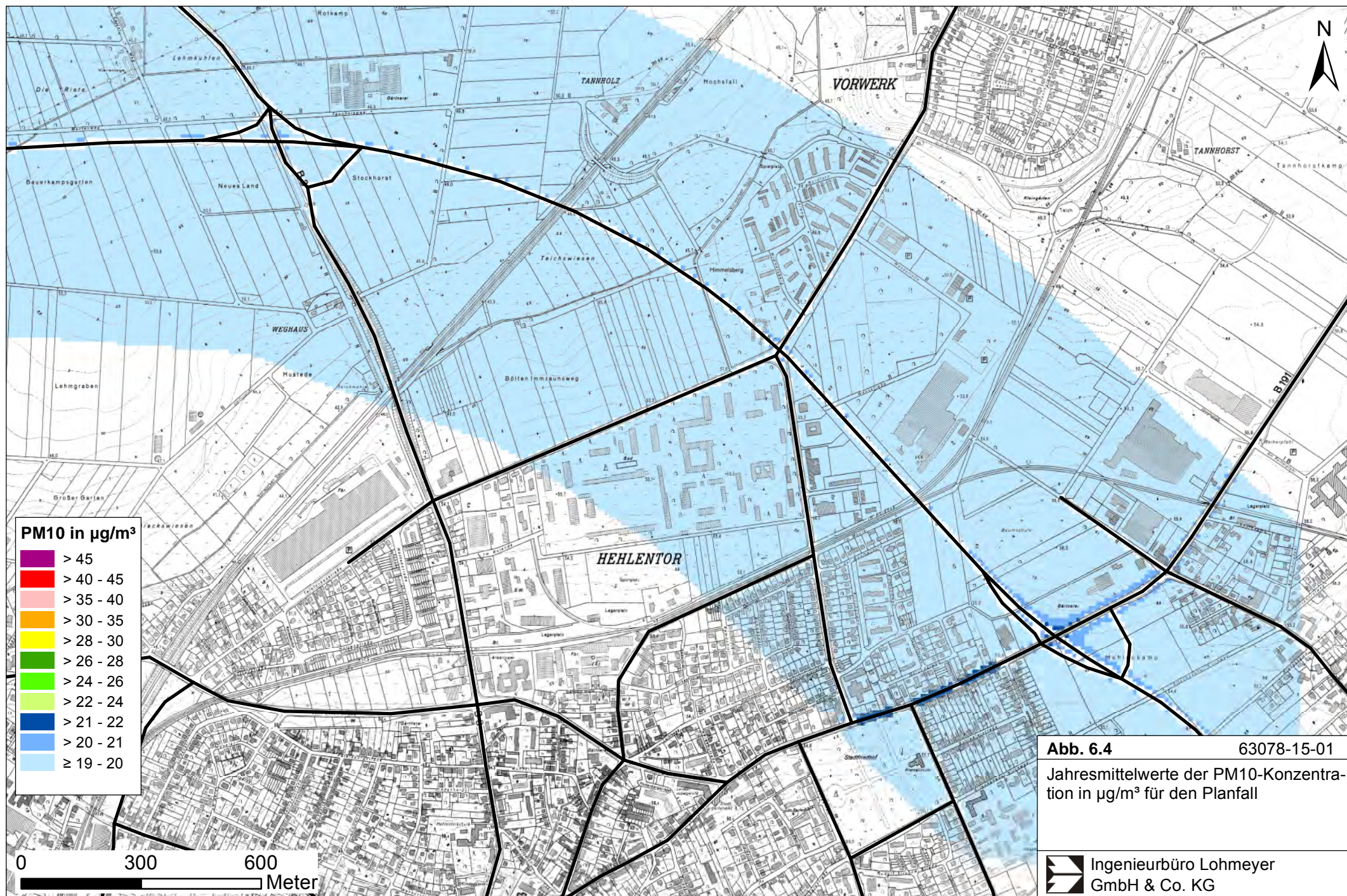


An der zur B 191 nächstgelegenen Bebauung des Untersuchungspunktes 2 werden im Prognosenullfall 2023 PM10-Gesamtbelastungen bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, am Untersuchungspunkt 1 bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet (siehe **Tab. 6.1**). An der zur bestehenden B 3 nächstgelegenen Bebauung (Punkt 8 und Punkt 9 in **Tab. 6.1**) werden im Prognosenullfall ebenfalls PM10-Jahresmittelwerte bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An den übrigen in **Tab. 6.1** aufgeführten Untersuchungspunkten werden mit der angesetzten PM10-Hintergrundbelastung vergleichbare PM10-Jahresmittelwerte von $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Im Planfall 2023 (siehe **Abb. 6.4**) sind entlang der geplanten Trasse der B 3neu bis in einen Abstand von ca. 40 m beiderseits der Trasse PM10-Immissionen über $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, so auch im Bereich der geplanten Anschlussstellen. An der bestehenden B 191 sind südwestlich der geplanten Anschlussstelle an die B 3neu PM10-Immissionen bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

An der zu geplanten Ortsumgehung nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung (Untersuchungspunkte 3 bis 6 in **Tab. 6.1**) werden im Planfall 2023 gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöhte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der zur B 191 nächstgelegenen Bebauung (Punkt 2 in **Tab. 6.1**) werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall aufgrund der verkehrsbedingten Entlastung der B 191 geringfügig reduzierte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An dem zur geplanten Anschlussstelle der B 191 an die B 3neu nächstgelegenen Untersuchungspunkt 1 sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM10-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An der zur bestehenden B 3 nächstgelegenen Bebauung (Punkte 8 und 9 in **Tab. 6.1**) werden aufgrund der verkehrsbedingten Entlastung der bestehenden B 3 geringfügig reduzierte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Punkt 8 bzw. bis $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Punkt 9 berechnet.

Der geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird somit sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2023 an der im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten Ortsumgehung nächstgelegenen Bebauung. Die PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind in Bezug auf den Grenzwert als mittlere bis leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel für die Ableitung der Kurzzeitbelastung wird an der beurteilungsrelevanten Bebauung ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.



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-Immissionen dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diskutiert.

Die **Abb. 6.5** und **Abb. 6.6** zeigen die im Prognosenullfall bzw. im Planfall 2023 berechneten PM2.5-Immissionen. Sowohl im Prognosenullfall, als auch im Planfall 2023 mit realisierter Ortsumgehung werden im Untersuchungsgebiet überwiegend PM2.5-Immissionen unter $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, im Nahbereich der B 191 bis $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel prognostiziert.

Am dem in **Tab. 6.1** aufgeführten, ausgewählten Untersuchungspunkt 2 des zur B 191 nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Gebäudes werden im Prognosenullfall PM2.5-Immissionen bis $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, am Punkt 1 bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An den übrigen in **Tab. 6.1** aufgeführten Untersuchungspunkten sind im Prognosenullfall mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Im Planfall 2023 sind an der zur B 191 nächstgelegenen Bebauung (Punkt 2) gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig reduzierte PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An dem zur geplanten Anschlussstelle der B 191 an die B 3 neu nächstgelegenen Untersuchungspunkt 1 sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Immissionen ebenfalls bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel prognostiziert. An den übrigen in **Tab. 6.1** aufgeführten Untersuchungspunkten sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Immissionen bis $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Sowohl der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, als auch der ab dem Jahr 2020 einzuhaltende Richtgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden in den betrachteten Untersuchungsfällen an der im Untersuchungsgebiet bestehenden Bebauung somit deutlich nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten Ortsumgehung nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind die PM2.5-Immissionen als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

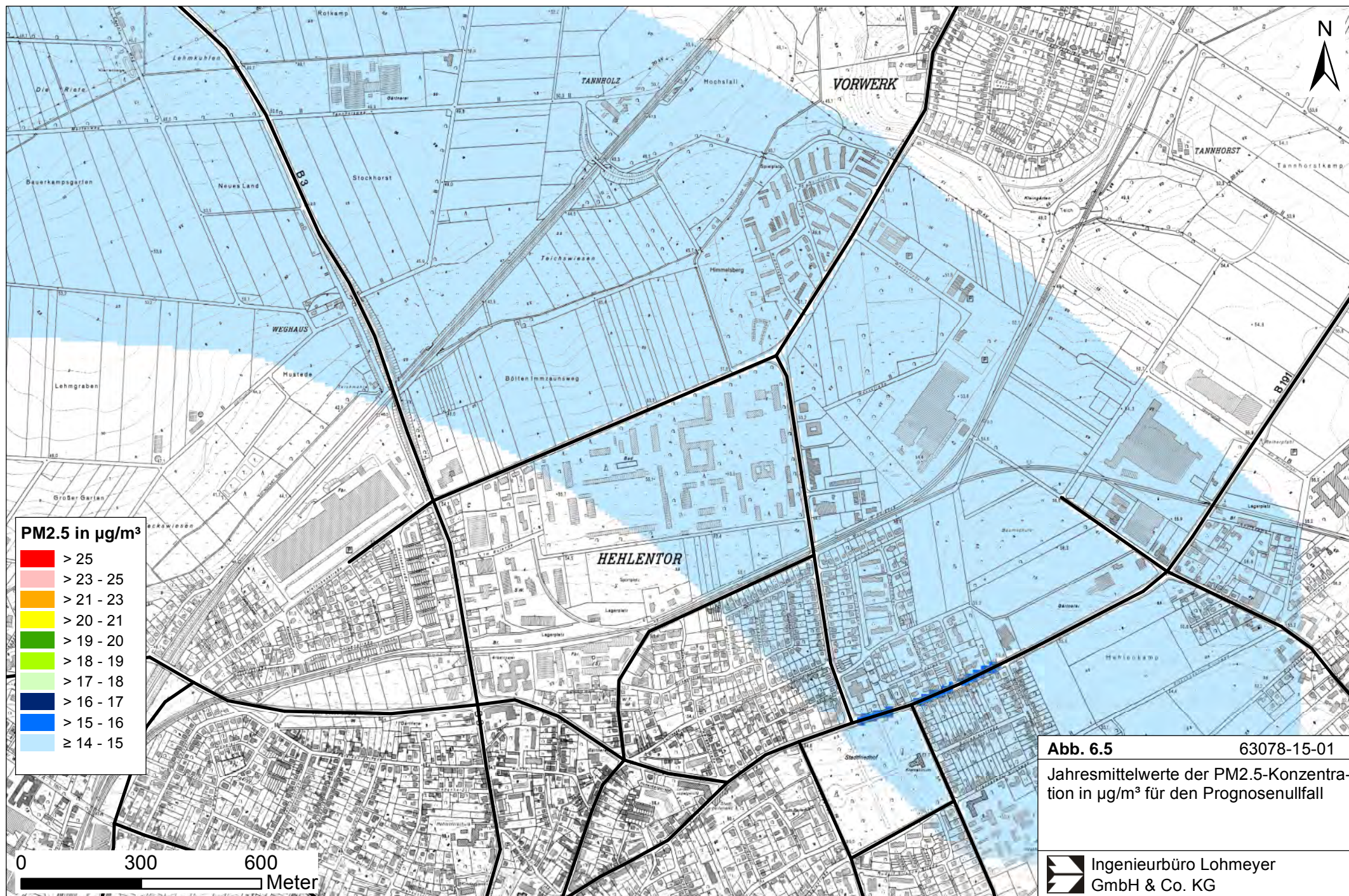
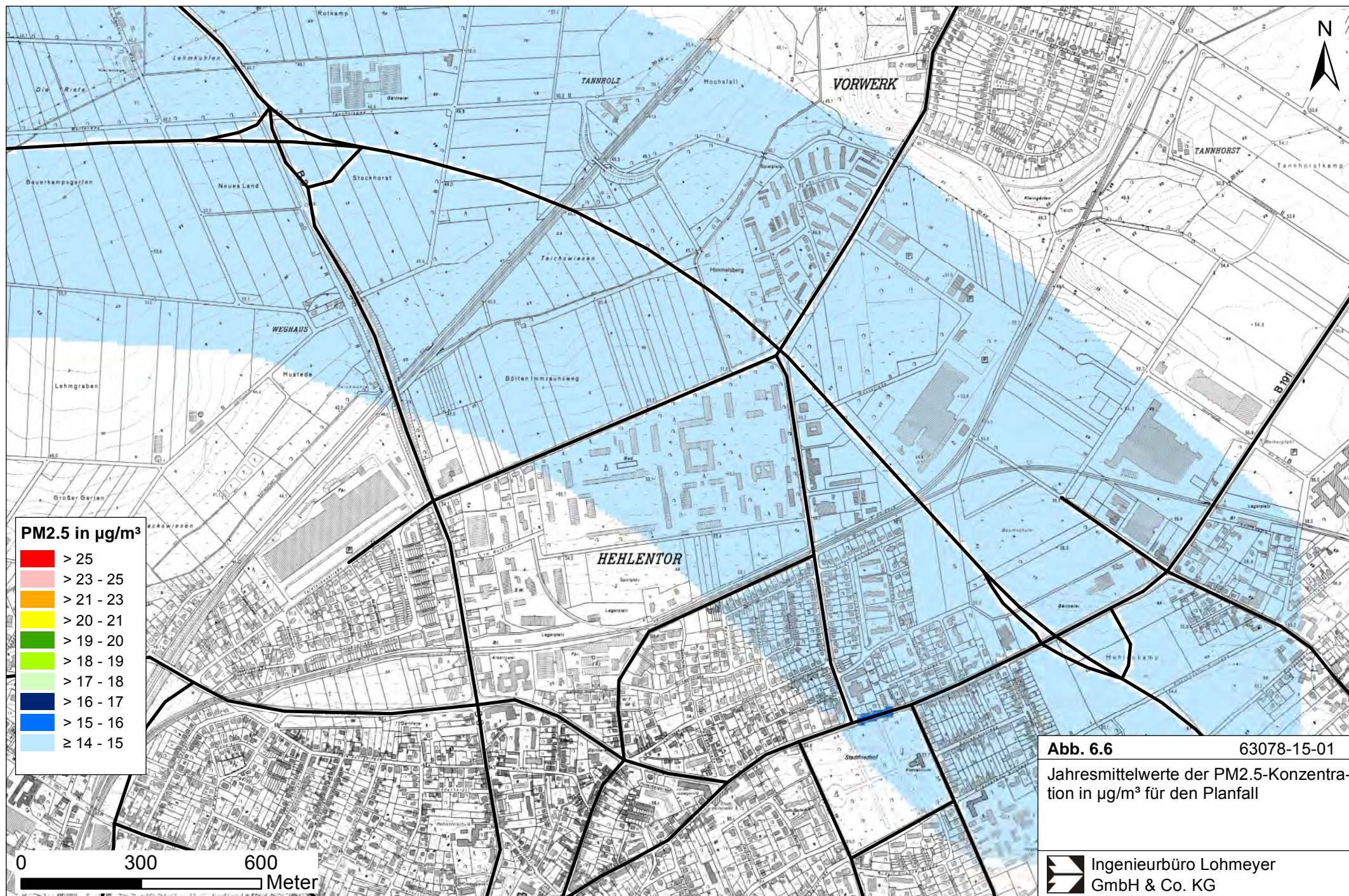


Abb. 6.5 63078-15-01
Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Prognosenullfall



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-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreesetzung. 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): PM₁₀-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM₁₀-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BAST (2005a): Fortschreibung der Emissionsdatenmatrix des MLuS 02. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 130, Bergisch-Gladbach, August 2005.

- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu der Feinstaubfraktion PM_{2.5} 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_{2.5} at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate Change, June 2009.
- Düring und Lohmeyer (2011): Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- EU-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., Bösing, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von PM₁₀-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003. www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1.
- Israël, G.W., Pesch, M., Schlums, C. (1994): Bedeutung des Reifenabriebs für die Rußemission des Kfz-Verkehrs. In: Staub - Reinhaltung der Luft 54, S. 423-430. Springer-Verlag, Berlin.
- 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.
- Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.
- 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.
- Lohmeyer (2010): Luftschadstoffgutachten zum Neubau der Ortsumgehung Celle im Zuge der B 3, Mittelteil – Aktualisierung. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt Nr. 61656-10-01. Auftraggeber: Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Verden.
- Lohmeyer (2012): Luftschadstoffgutachten zum Neubau der Ortsumgehung Celle im Zuge der B 3, Nordteil. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt Nr. 62163-12-01. Auftraggeber: Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Verden.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, www.lua.nrw.de bzw. www.lanuv.nrw.de.
- LÜN (2007-2015): Jahresbericht und EU-Auswertung des Lufthygienischen Überwachungssystems Niedersachsen (LÜN) 2006-2014, Niedersächsische Gewerbeaufsicht, <http://www.umwelt.niedersachsen.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_fagrapporter/rapporter/FR460.PDF
- RLuS (2012): Richtlinie über Luftverunreinigungen an Straßen ohne und mit lockerer Randbebauung. RLuS 2012, FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.

- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- Schmidt, G., Thomas, B. (1996): Hochrechnungsfaktoren für manuelle und automatische Kurzzeitmessungen im Innerortsbereich. Bericht der Fa. Heusch Boesefeldt GmbH, Aachen an das Bundesministerium für Verkehr, Bonn.
- Schubert (2012): Prognosebelastungen Celle – Ortsumgehung B 3, Stand 13.06.2012. Ing.-Gem. Dr.-Ing. Schubert, Hannover.
- Schubert (2015): Verkehrsuntersuchung zur Verlegung der B 3 – Ortsumgehung Celle, Fortschreibung der Verkehrsprognose auf den Zeithorizont 2030, Stand 15.07.2015. Ing.-Gem. Dr.-Ing. Schubert, Hannover.
- TREMOT (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2014): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.2 / Juli 2014. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- 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.

A N H A N G A1
BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF-
KONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

Grenzwerte

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

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

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für $\text{PM}_{2.5}$, Arsen, Kadmium, Nickel und

Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

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

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

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

A1.2 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 bereits heute eingehalten werden sollte und ab dem Jahr 2015 ein Grenzwert wird.

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 umsetzt.

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

A N H A N G A2

BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR

IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

Für die Berechnung der Schadstoffimmission an einem Untersuchungspunkt kommt das Berechnungsverfahren PROKAS zur Anwendung, welches den Einfluss des umgebenden Straßennetzes bis in eine Entfernung von mehreren Kilometern vom Untersuchungspunkt berücksichtigt. Es besteht aus dem Basismodul PROKAS_V (Gaußfahnenmodell) und dem integrierten Bebauungsmodul PROKAS_B, das für die Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung eingesetzt wird.

A2.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

Die Zusatzbelastung infolge des Straßenverkehrs in Gebieten ohne oder mit lockerer Randbebauung wird mit dem Modell PROKAS ermittelt. Es werden jeweils für 36 verschiedene Windrichtungsklassen und 9 verschiedene Windgeschwindigkeitsklassen die Schadstoffkonzentrationen berechnet. Die Zusatzbelastung wird außerdem für 6 verschiedene Ausbreitungsklassen ermittelt. Mit den berechneten Konzentrationen werden auf der Grundlage von Emissionsganglinien bzw. Emissionshäufigkeitsverteilungen und einer repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- und 98-Perzentilwert ermittelt.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt nach Romberg et al. (1996). Diese Vorgehensweise wurde durch Auswertungen von Messdaten der letzten Jahre bestätigt (Bächlin et al., 2006).

A2.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS_B

Im Falle von teilweise oder vollständig geschlossener Randbebauung (etwa einer Straßenschlucht) ist die Immissionsberechnung nicht mit PROKAS_V durchführbar. Hier wird das ergänzende Bebauungsmodul PROKAS_B verwendet. Es basiert auf Modellrechnungen mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM für idealisierte Bebauungstypen. Dabei wurden für 20 Bebauungstypen und jeweils 36 Anströmrichtungen die dimensionslosen Abgaskonzentrationen c^* in 1.5 m Höhe und 1 m Abstand zum nächsten Gebäude bestimmt.

Die Bebauungstypen werden unterschieden in Straßenschluchten mit ein- oder beidseitiger Randbebauung mit verschiedenen Gebäudehöhe-zu-Straßenschluchtbreite-Verhältnissen und unterschiedlichen Lückenanteilen in der Randbebauung. Unter Lückigkeit ist der Anteil nicht verbauter Flächen am Straßenrand mit (einseitiger oder beidseitiger) Randbebauung zu verstehen. Die Straßenschluchtbreite ist jeweils definiert als der zweifache Abstand zwischen Straßenmitte und straßennächster Randbebauung. Die **Tab. A2.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10 % bis 30 % geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen c zu

$$c = \frac{c^* \cdot Q}{B \cdot u'}$$

wobei:	c	=	Abgaskonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	c^*	=	dimensionslose Abgaskonzentration [-]
	Q	=	emittierter Schadstoffmassenstrom [$\mu\text{g}/\text{m s}$]
	B	=	Straßenschluchtbreite [m] beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung
	u'	=	Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der fahrzeug-induzierten Turbulenz [m/s]

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS_V für die Hintergrundbelastung und von PROKAS_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

Typ	Randbebauung	Gebäudehöhe/ Straßenschluchtbreite	Lückenanteil [%]
0*	locker	-	61 - 100
101	einseitig	1:3	0 - 20
102	"	1:3	21 - 60
103	"	1:2	0 - 20
104	"	1:2	21 - 60
105	"	1:1.5	0 - 20
106	"	1:1.5	21 - 60
107	"	1:1	0 - 20
108	"	1:1	21 - 60
109	"	1.5:1	0 - 20
110	"	1.5:1	21 - 60
201	beidseitig	1:3	0 - 20
202	"	1:3	21 - 60
203	"	1:2	0 - 20
204	"	1:2	21 - 60
205	"	1:1.5	0 - 20
206	"	1:1.5	21 - 60
207	"	1:1	0 - 20
208	"	1:1	21 - 60
209	"	1.5:1	0 - 20
210	"	1.5:1	21 - 60

Tab. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

A2.3 Fehlerdiskussion

Immissionsprognosen als Folge der Emissionen des Kfz-Verkehrs sind ebenso wie Messungen der Schadstoffkonzentrationen fehlerbehaftet. Bei der Frage nach der Zuverlässigkeit der Berechnungen und der Güte der Ergebnisse stehen meistens die Ausbreitungsmodelle im Vordergrund. Die berechneten Immissionen sind aber nicht nur abhängig von den Ausbreitungsmodellen, sondern auch von einer Reihe von Eingangsinformationen, wobei jede Einzelne dieser Größen einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die prognostizierten Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

* Typ 0 wird angesetzt, wenn mindestens eines der beiden Kriterien (Straßenschluchtbreite $\geq 5 \times$ Gebäudehöhe bzw. Lückenanteil $\geq 61 \%$) erfüllt ist.

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

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

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

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

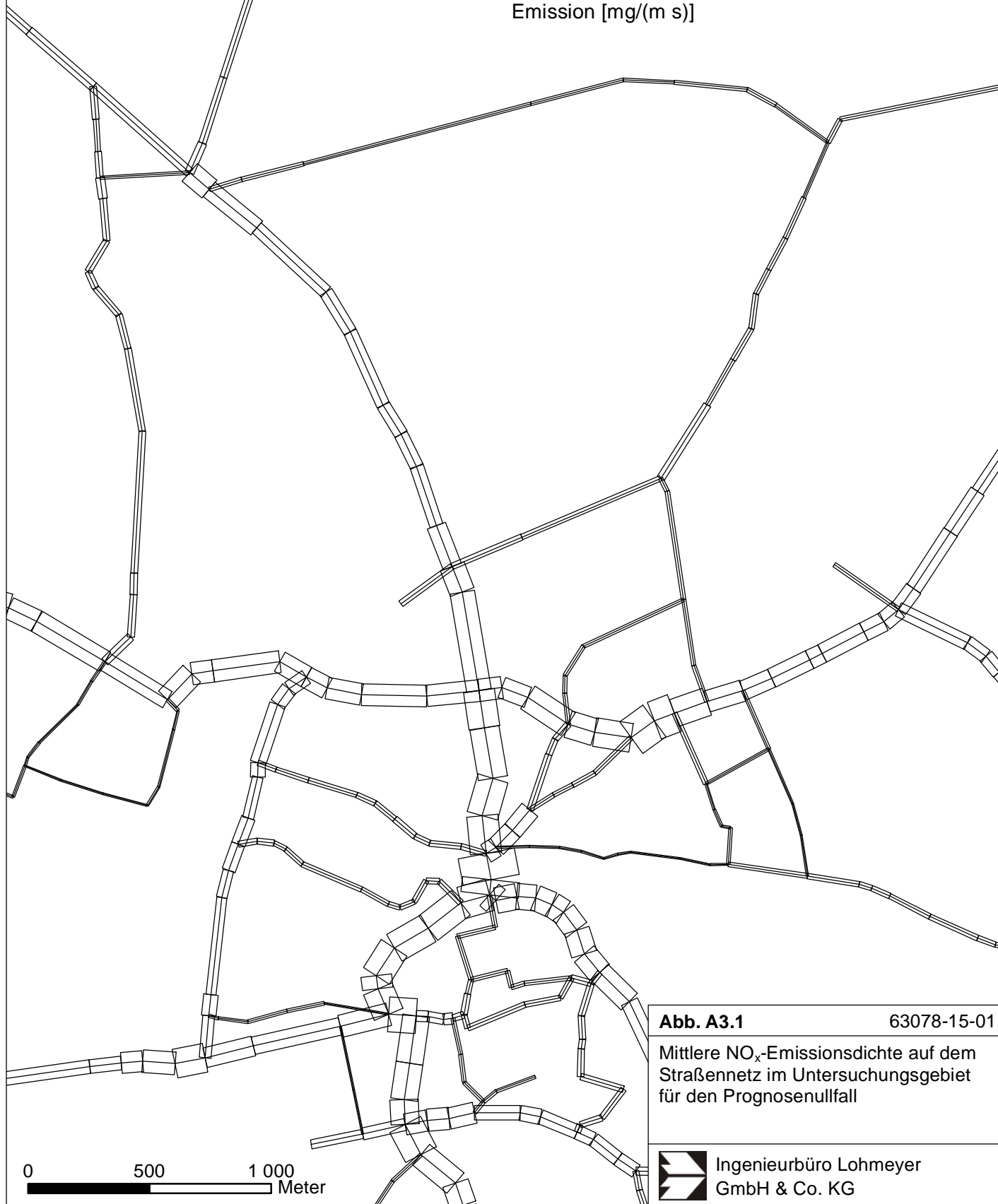
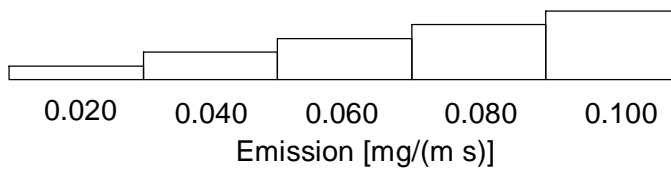
Für die statistische Fehlerbandbreite der NO_x -Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10 % bis 20 % für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors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

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

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

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

A N H A N G A3
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE



0 500 1 000
Meter

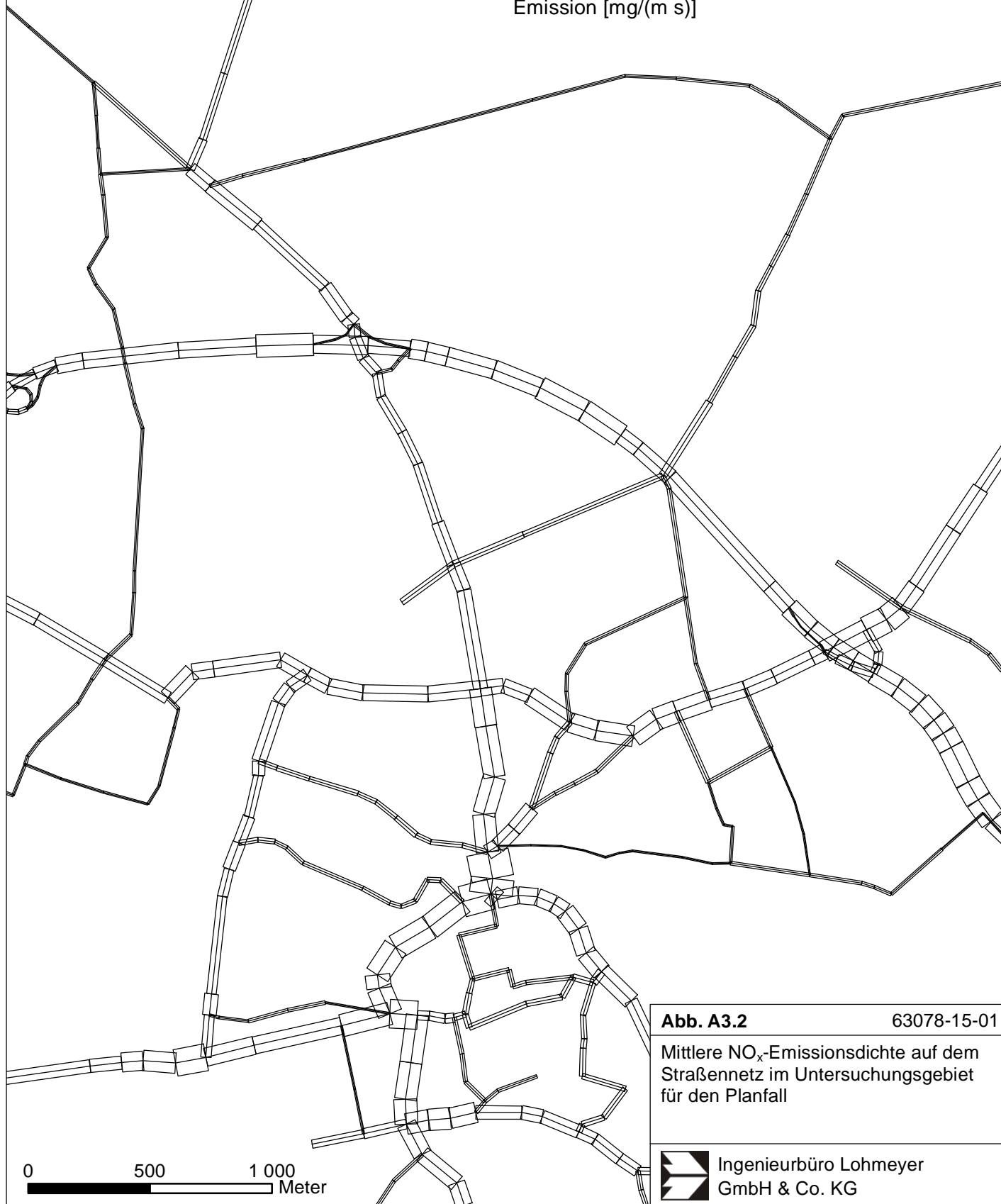
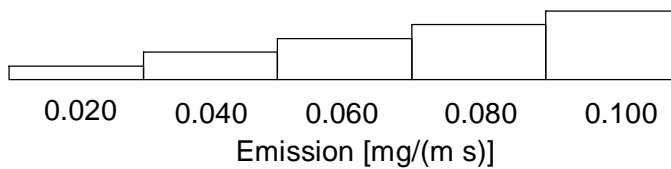
Abb. A3.1

63078-15-01

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



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0 500 1 000
Meter

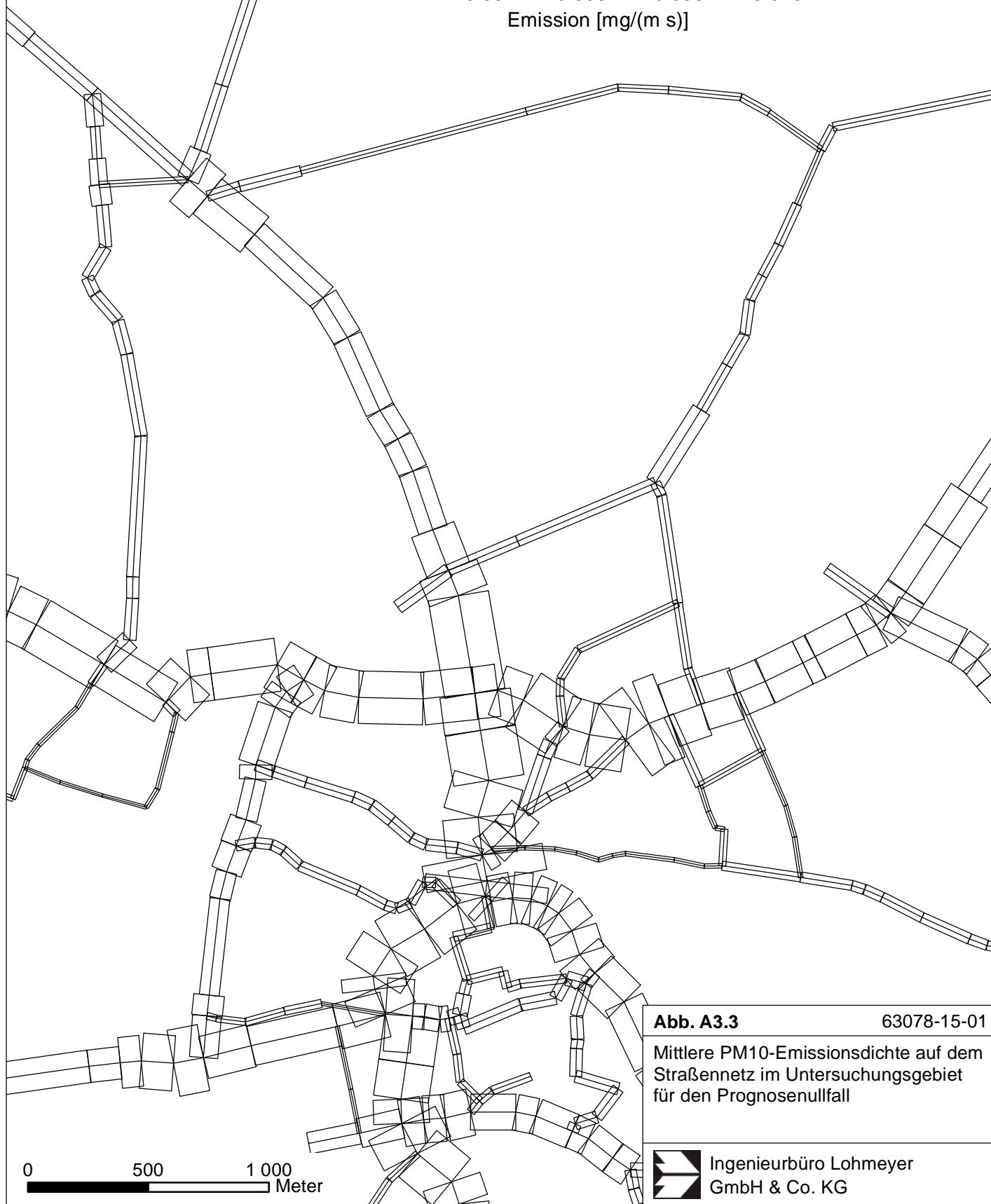
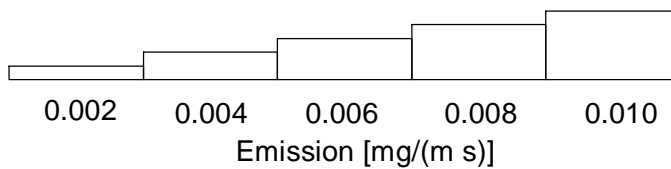
Abb. A3.2

63078-15-01

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



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0 500 1 000
Meter

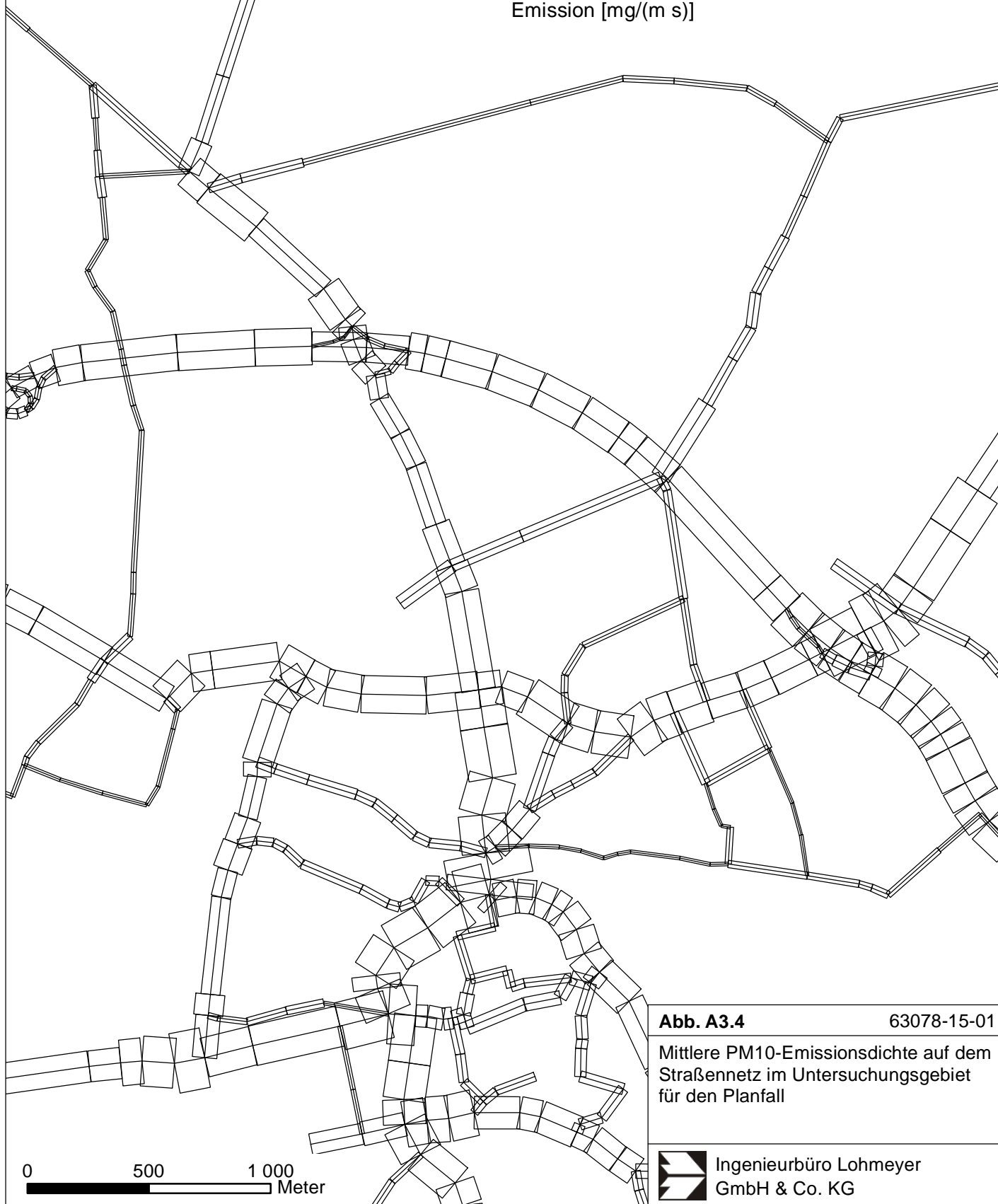
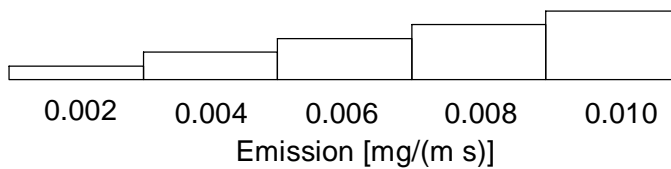
Abb. A3.3

63078-15-01

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



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0 500 1 000
Meter

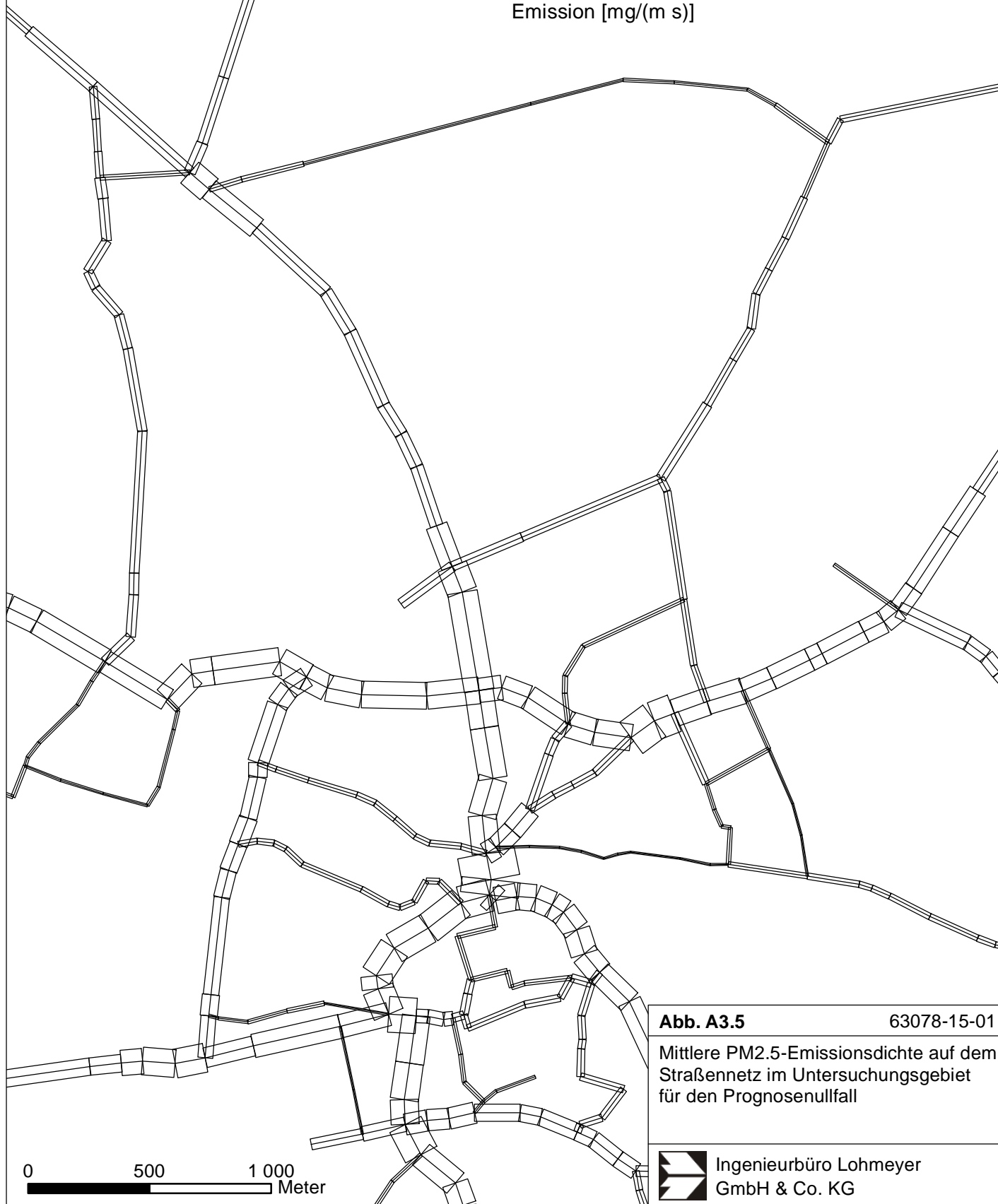
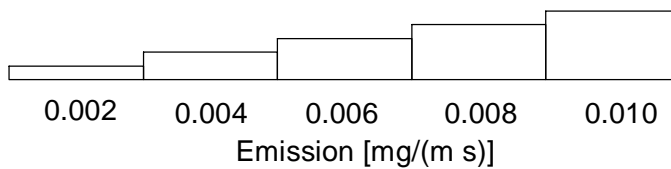
Abb. A3.4

63078-15-01

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



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0 500 1 000
Meter

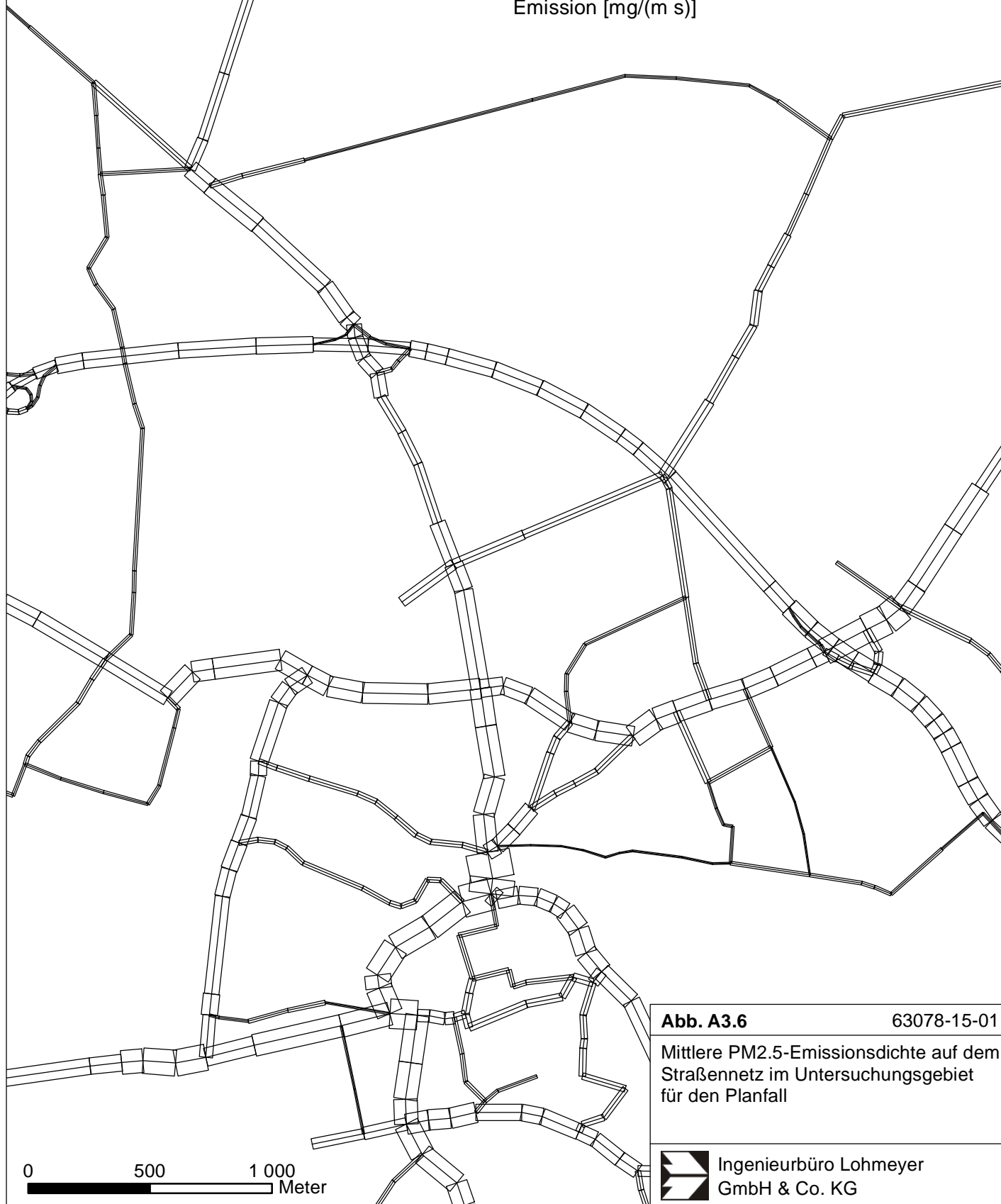
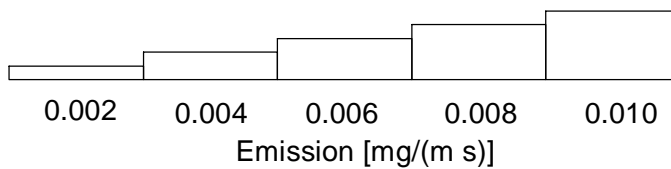
Abb. A3.5

63078-15-01

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



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0 500 1 000
Meter

Abb. A3.6

63078-15-01

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



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG