

Planfeststellung

Luftschadstofftechnische Untersuchung

für

B3 OU Celle (Mittelteil)

Verlegung der Bundesstraße 3
von NO Celle (B 191)
bis SO Celle (B 214)

<p>Aufgestellt: Verden, den 22.02.2008 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, MITTELTEIL
–
FORTSCHREIBUNG**

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

Dipl.-Ing. S. Drautz

Dr.-Ing. A. Lohmeyer

Januar 2008
Projekt 61093-07-01
Berichtsumfang 54 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	4
3 VORGEHENSWEISE	6
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungswerte	6
3.2 Berechnungsverfahren PROKAS.....	7
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	8
4 EINGANGSDATEN	11
4.1 Verkehrsdaten	11
4.2 Meteorologische Daten.....	14
4.3 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft	17
5 EMISSIONEN	20
5.1 Betrachtete Schadstoffe	20
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	20
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	20
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	23
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes	23
6 ERGEBNISSE	27
6.1 Stickstoffdioxidimmissionen	27
6.2 Feinstaubimmissionen	32
7 LITERATUR	36
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	41

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	45
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE	51

Hinweise:

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 oder anderen Emittenten ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff 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.

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. Zweiundzwanzigste 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 / 98-Perzentilwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert, 98-Perzentilwert 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. Der Gesetzgeber hat deshalb zusätzlich zum Jahresmittelwert z. B. den so genannten 98-Perzentilwert (oder 98-Prozent-Wert) der Konzentrationen eingeführt. Das ist derjenige Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird.

Die Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (22. BImSchV) fordert die Einhaltung weiterer Kurzzeitwerte 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 98-Perzentil- bzw. Jahresmittelwerte. 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

Mit Feinstaub bzw. PM10 werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr – Geschäftsbereich Verden – plant den Neubau der Ortsumgehung Celle im Zuge der B 3. Für den Mittelteil der geplanten Ortsumgehung, beginnend im Südosten von Celle an der B 214 (Bau-km 23+340) bis zum Anschluss an die B 191 im Nordosten von Celle (Bau-km 28+540), ist ein Luftschadstoffgutachten hinsichtlich lufthygienischen Auswirkungen der Planvariante zu erstellen.

Zu betrachten ist der Planfall nach Fertigstellung der Ortsumfahrung und zum Vergleich der Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen für das selbe Jahr. Als Prognosejahr wird das Jahr 2015 als das Jahr der prognostizierten Fertigstellung der Planungen angesetzt. Grundlage der Berechnungen stellen Verkehrsdaten für das Jahr 2020 dar, die unverändert angesetzt werden. Da die vom Umweltbundesamt veröffentlichten Emissionsfaktoren für Kraftfahrzeuge mit steigendem Prognosehorizont abnehmen, werden dadurch die berechneten Emissionen bei der genannten Vorgehensweise eher überschätzt. Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe werden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf bestehenden und geplanten Straßen mit dem Berechnungsverfahren PROKAS betrachtet. Unter Einbeziehung der lokalen Windverhältnisse werden Ausbreitungsrechnungen für die verkehrsrelevanten Schadstoffe NO₂ und PM10 durchgeführt. Die Ergebnisse werden hinsichtlich bestehender Beurteilungswerte der 22. BImSchV und im Vergleich von Prognosenullfall und Planfall diskutiert und bewertet.

Für die hier betrachteten Planungen zur Ortsumgehung Celle im Zuge der B 3 und deren verkehrsbedingte Auswirkungen auf die Luftschadstoffe an den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiet, wie straßennah zu den beplanten und bestehenden Streckenabschnitten gelegener Wohnbebauung, werden gegenüber dem Prognosenullfall z. T. erhöhte, weitestgehend aber vergleichbare oder reduzierte Immissionen ermittelt. Die Erhöhung der Immissionsbelastung führt nicht zu einer veränderten Bewertung in Bezug auf die geltenden Beurteilungswerte der 22. BImSchV. Die prognostizierten Luftschadstoffkonzentrationen führen in den betrachteten Untersuchungsfällen nicht zu Konflikten mit geltenden Grenzwerten der 22. BImSchV. Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass mit der hier betrachteten geplanten Ortsumgehung von Celle in den betrachteten Teilmitteln Altencelle, Lachtehausen und Altenhagen eine Entlastung von den straßenverkehrsbedingten Schadstoffbelastungen zu erwarten ist. Dies ist aus lufthygienischer Sicht positiv zu bewerten und zu begrüßen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr – Geschäftsbereich Verden – plant den Neubau der Ortsumgehung Celle im Zuge der B 3. Für den Mittelteil der geplanten Ortsumgehung, beginnend im Südosten von Celle an der B 214 (Bau-km 23+340) bis zum Anschluss an die B 191 im Nordosten von Celle (Bau-km 28+540) wurde im Jahr 2007 bereits ein Luftschadstoffgutachten erstellt: „Luftschadstoffgutachten zum Neubau der Ortsumgehung Celle im Zuge der B 3, Mittelteil. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 60844-07-01, Mai 2007. Gutachten im Auftrag der Niedersächsischen Straßenbehörde für Straßenbau und Verkehr, Geschäftsbereich Verden“. Zwischenzeitlich ist eine Verkehrsuntersuchung mit der Prognose 2020 vorliegend, die berücksichtigt werden soll.

Zu betrachten ist der Planfall nach Fertigstellung der Ortsumfahrung und zum Vergleich der Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen für das selbe Jahr. Als Prognosejahr wird das Jahr 2015 als das Jahr der prognostizierten Fertigstellung der Planungen angesetzt. Die Lage des Untersuchungsgebietes mit dem umliegenden Straßennetz ist in **Abb. 2.1** aufgezeigt. In **Abb. 2.1** ist das bestehende Straßennetz schwarz und die geplante Baumaßnahme blau eingezeichnet. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt im Bereich der geplanten Trassen, welcher in **Abb. 2.1** rot umrahmt ist. Ausgewählte Untersuchungspunkte sind ebenfalls rot markiert und vom Beginn bis zum Ende der Baustrecke fortlaufend nummeriert.

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe werden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf bestehenden und geplanten Straßen mit dem Berechnungsverfahren PROKAS betrachtet. Unter Einbeziehung der lokalen Windverhältnisse werden Ausbreitungsrechnungen für die verkehrsrelevanten Schadstoffe NO_2 und PM_{10} durchgeführt. Die Ergebnisse werden hinsichtlich bestehender Beurteilungswerte der 22. BImSchV und im Vergleich von Prognosenullfall und Planfall diskutiert und bewertet.

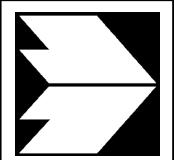
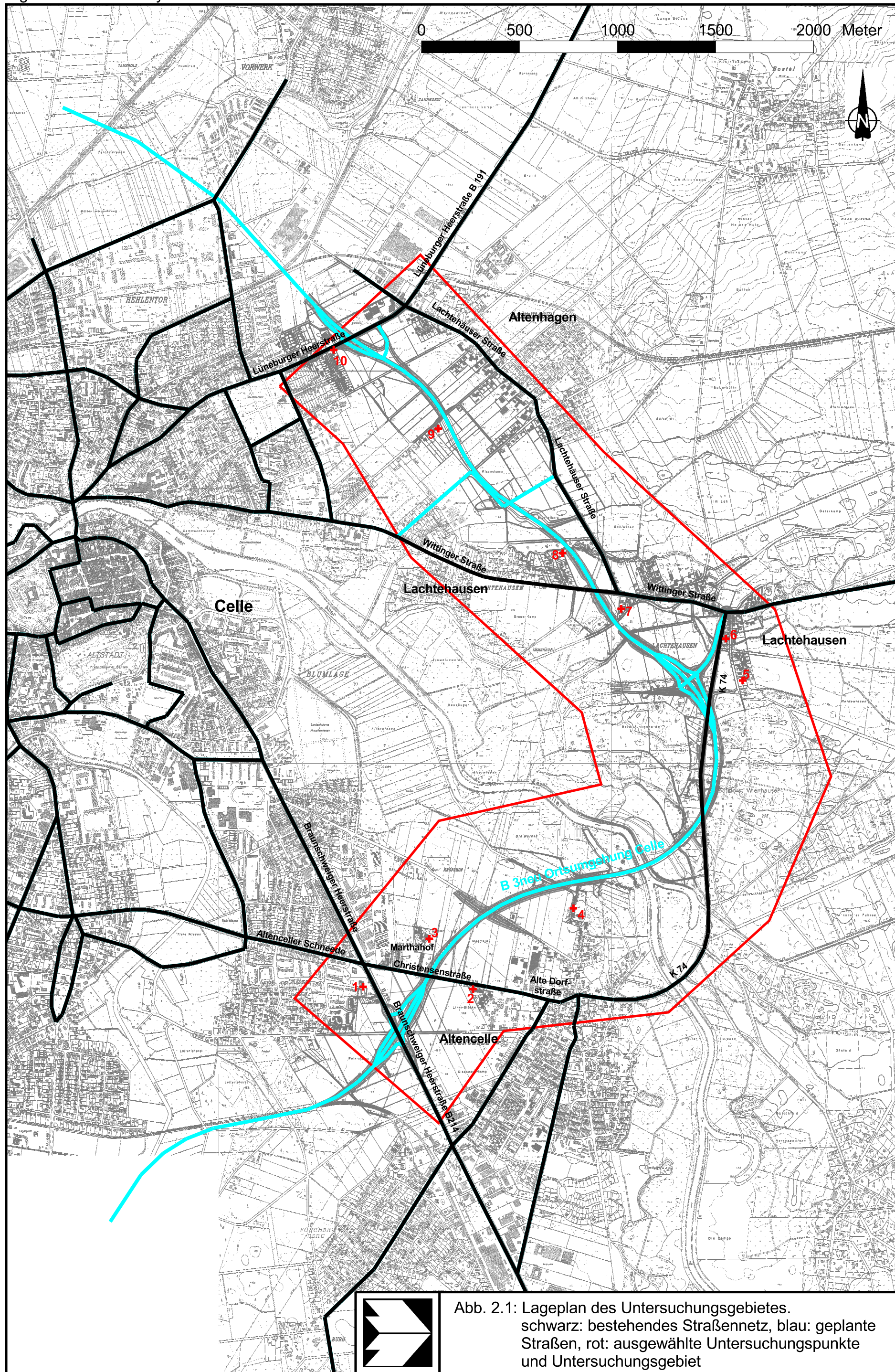


Abb. 2.1: Lageplan des Untersuchungsgebietes.
 schwarz: bestehendes Straßennetz, blau: geplante
 Straßen, rot: ausgewählte Untersuchungspunkte
 und Untersuchungsgebiet

3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Luftkonzentrationen der Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Der Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v. a. die 22. BImSchV.

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). Nach Aufhebung der 23. BImSchV durch die 33. BImSchV (2004) liegen keine Beurteilungswerte für Ruß mehr vor. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO aufgrund der Emissionswerte und der derzeitigen Luftkonzentrationen von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungswerte

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 ³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert ab 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert ab 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 22. BImSchV (2007)

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 PROKAS

Das Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (MLuS 02, geänderte Fassung 2005) wird für solche Betrachtungen als einfach anwendbares Verfahren bevorzugt. Die Straßenplanungen zur Ortsumgehung Celle schränken die Anwendung von MLuS jedoch ein. Der geplante Straßenbereich weist kreuzende Straßen sowie Rampen, Kreuzungsbereiche mit innerstädtischen Straßen und nahe gelegene Bebauung auf. Damit ist MLuS formal nicht für alle Bereiche des Untersuchungsgebietes einsetzbar und es ist nicht sichergestellt, dass Betrachtungen mit MLuS „auf der sicheren Seite“ liegen. Deshalb wird in dem vorliegenden Gutachten das für diese Fragestellung geeignete Berechnungsverfahren PROKAS eingesetzt.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden für das zu betrachtende Prognosejahr 2015 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 2.1 (UBA, 2004) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA 2.1 nicht behandelt. Die PM10-Emissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse aktueller Forschungsarbeiten (BASt, 2005; Düring und Lohmeyer, 2004). Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem aktuellen Stand der Technik.

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokal repräsentative Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 2.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen. Weiterhin ermöglicht das Berechnungsverfahren PROKAS die Berücksichtigung von Randbebauung typisiert nach Straßenraumbreite, Bebauungshöhe und Lückigkeit sowie Lärmschutzbauten.

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

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

Zur Ermittlung der in der 22. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

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

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

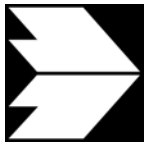
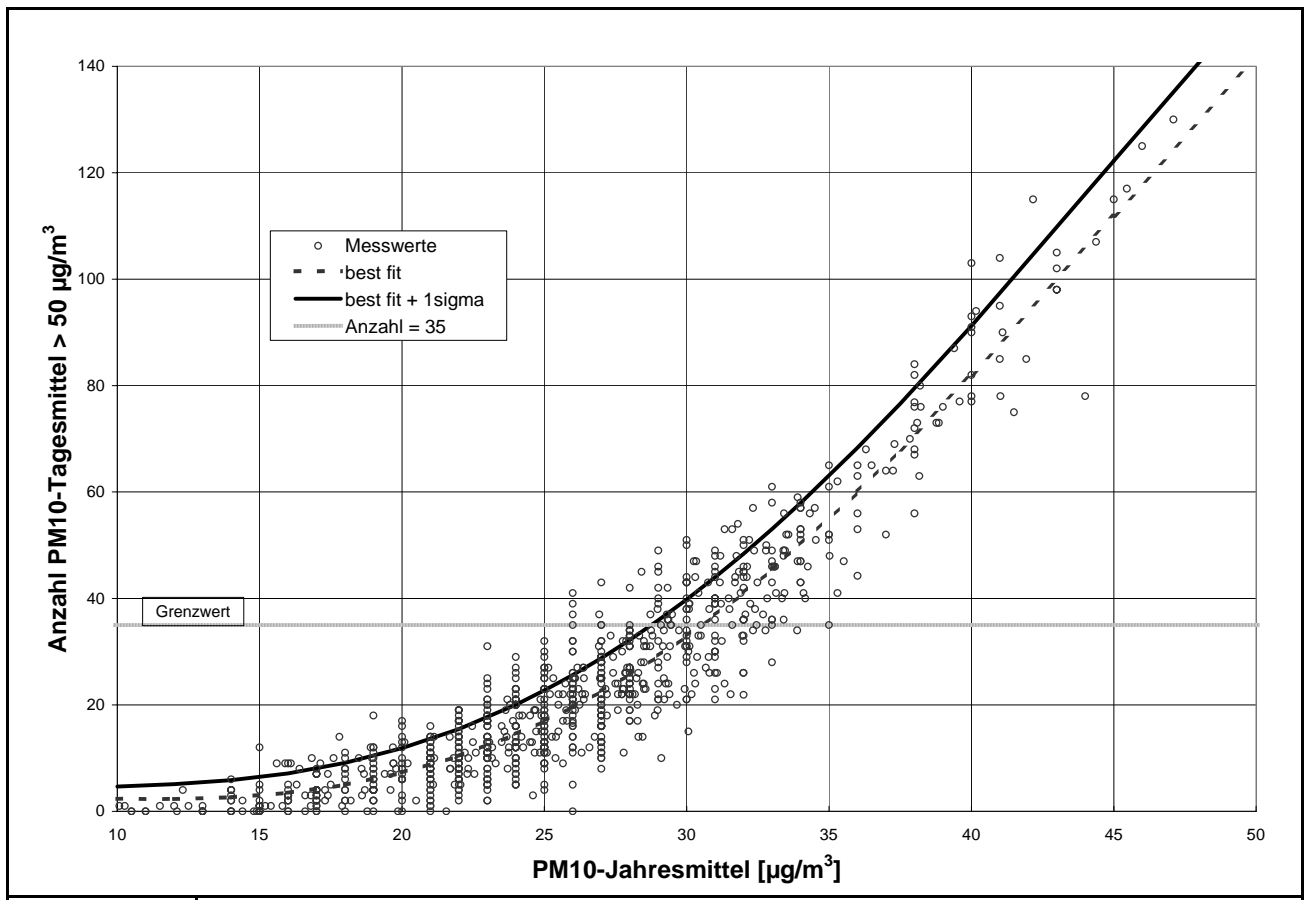


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit mehr als 50 µg PM10/m³ im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BAST, 2005)

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 4.1 bis 4.3 erläutert. Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. die nachfolgenden Unterlagen übergeben:

- Übersichtskarte B3 OU Celle (Mittelteil), Unterlage 2 Bl. 1, 02/2007
- Übersichtslageplan B3 OU Celle (Mittelteil), Unterlage 3 Bl. 1, 09/2005
- Lagepläne Unterlage 7 Bl. 15 bis 22, 16.1, 22.1, 09-11/2006 bzw. 01 und 03/2007
- Höhenpläne Unterlage 8 Bl. 15 bis 22, 09 und 11/2006 bzw. 01-03/2007
Höhenpläne Unterlage 8.1 Bl. 1 bis 10, 01 und 02/2007
Höhenpläne Unterlage 8.2 Bl. 1 bis 7, 09/2006 bzw. 02/2007
- Digitales Geländemodell, 03/2007
- Orthophotos und Deutsche Grundkarte DGK5 des Untersuchungsgebietes
- Bauabschnitt II. BS Ingenieure, Ludwigsburg, September 2005

4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten wurden durch den Auftraggeber in Form einer Prognose für das Jahr 2020 zur Verfügung gestellt (Ingenieurgemeinschaft Dr.-Ing. Schubert, 2007). Das sind für das Betrachtungsgebiet mit direkter Umgebung Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) und der LKW-Anteile in %. Die Verkehrsdaten sind für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle in **Abb. 4.1** und **Abb. 4.2** aufgezeigt. Diese Verkehrsdaten werden in Absprache mit dem Auftraggeber für die immissionsseitigen Betrachtungen für das Prognosejahr 2015 als das Jahr der frühesten Fertigstellung des Bauvorhabens angesetzt. Die vom Umweltbundesamt im Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (UBA, 2004) veröffentlichten Emissionsfaktoren berücksichtigen für das jeweilige Bezugsjahr die sich fortlaufend ändernde Fahrzeugflotte sowie den jeweiligen Stand der Technik bzgl. Abgasemissionen wie z. B. EURO 2, 3, etc. Die spezifischen Emissionen für das Jahr 2020 sind dort gegenüber dem Jahr 2015 überwiegend reduziert. Eine Betrachtung der Luftschadstoffe

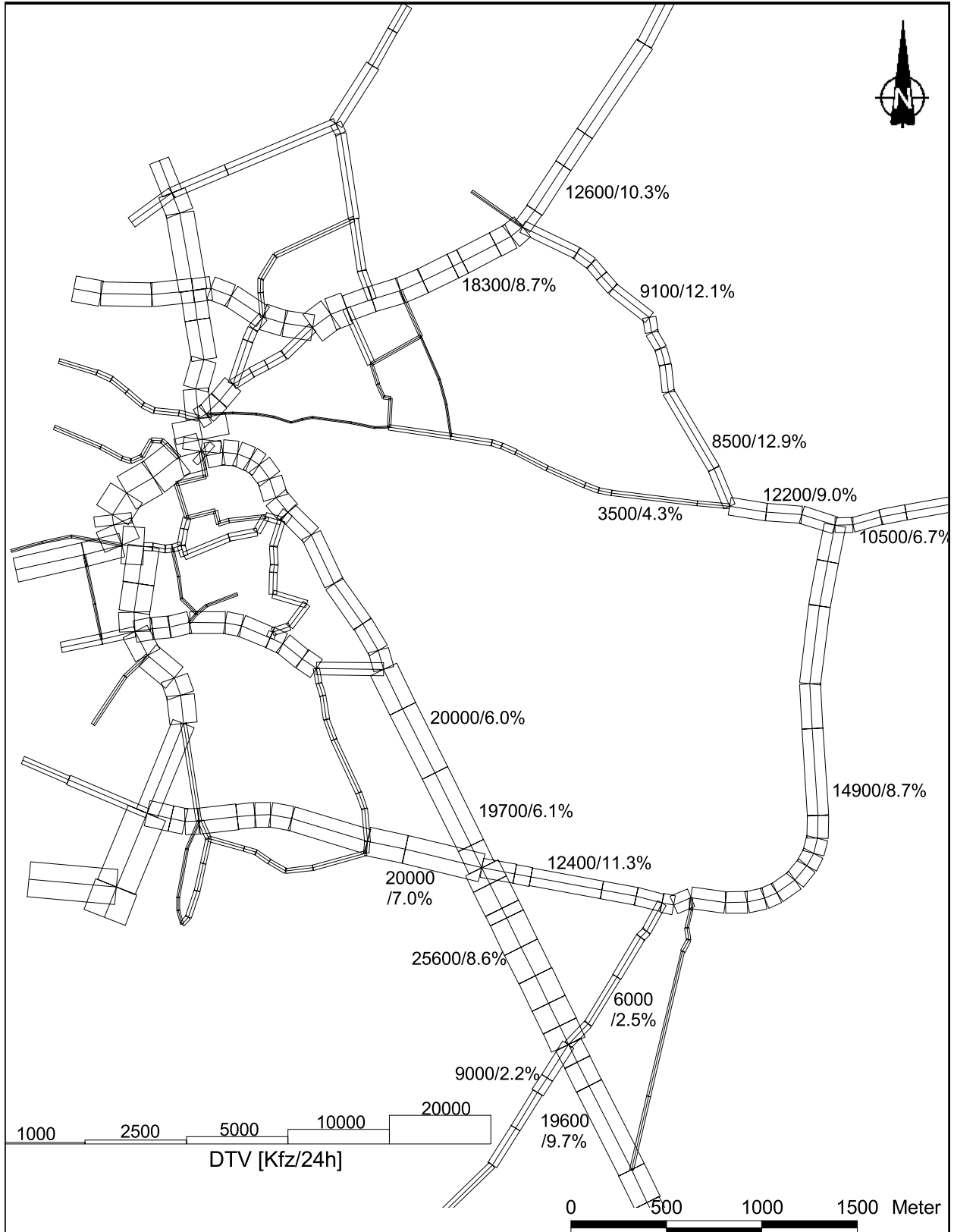


Abb. 4.1: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

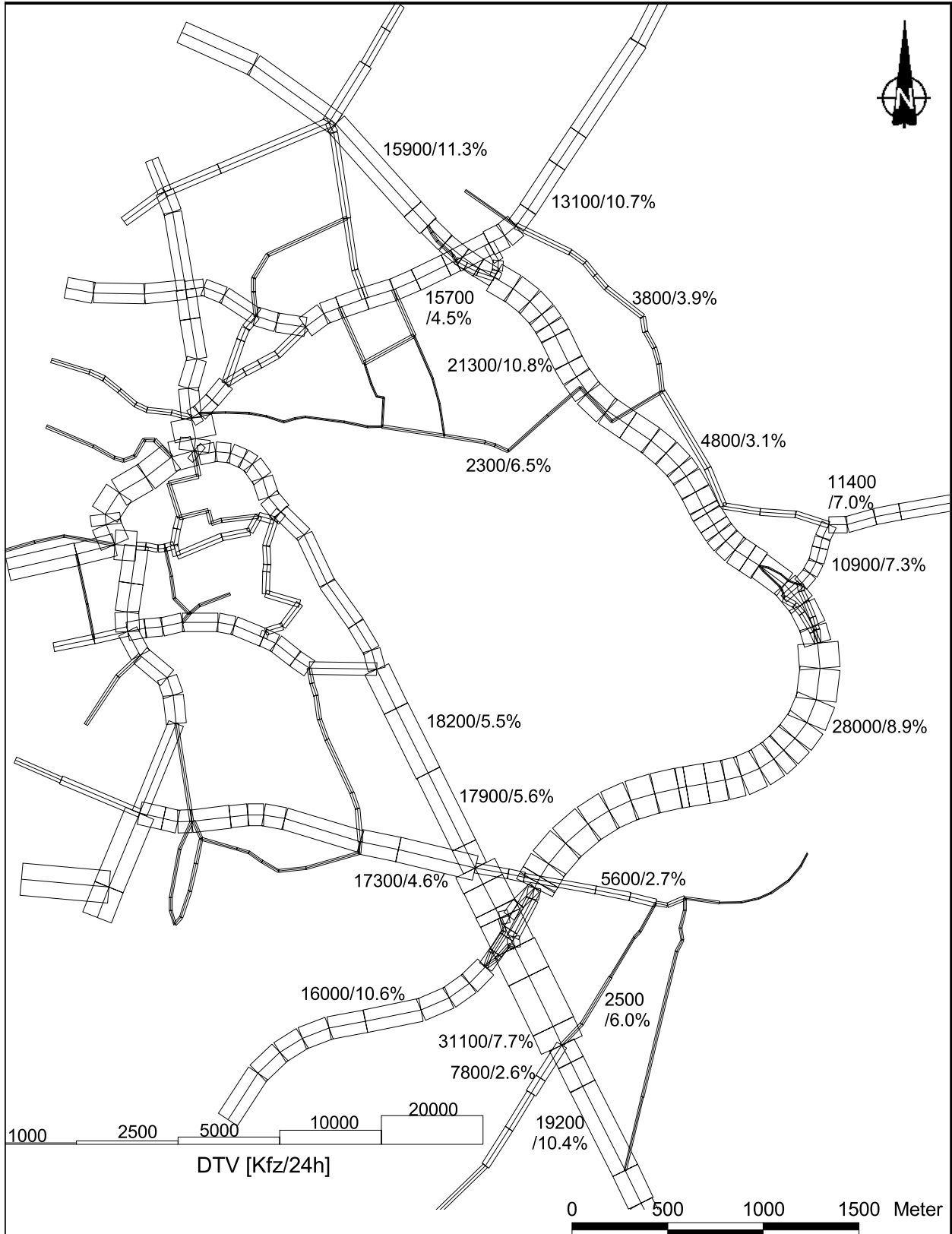


Abb. 4.2: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

auf Grundlage der vorliegenden Verkehrsprognose und der Emissionsfaktoren für das Jahr 2020 würde daher die tatsächliche Belastungssituation bei Fertigstellung der Planung im Jahr 2015 unterschätzen. Bei der gewählten Vorgehensweise werden die Verkehrsmengen und die daraus abgeleiteten Emissionen eher überschätzt. Die geplante Ortsumgehung ist als vierstreifige Straße mit Lärmschutzbauten vorgesehen.

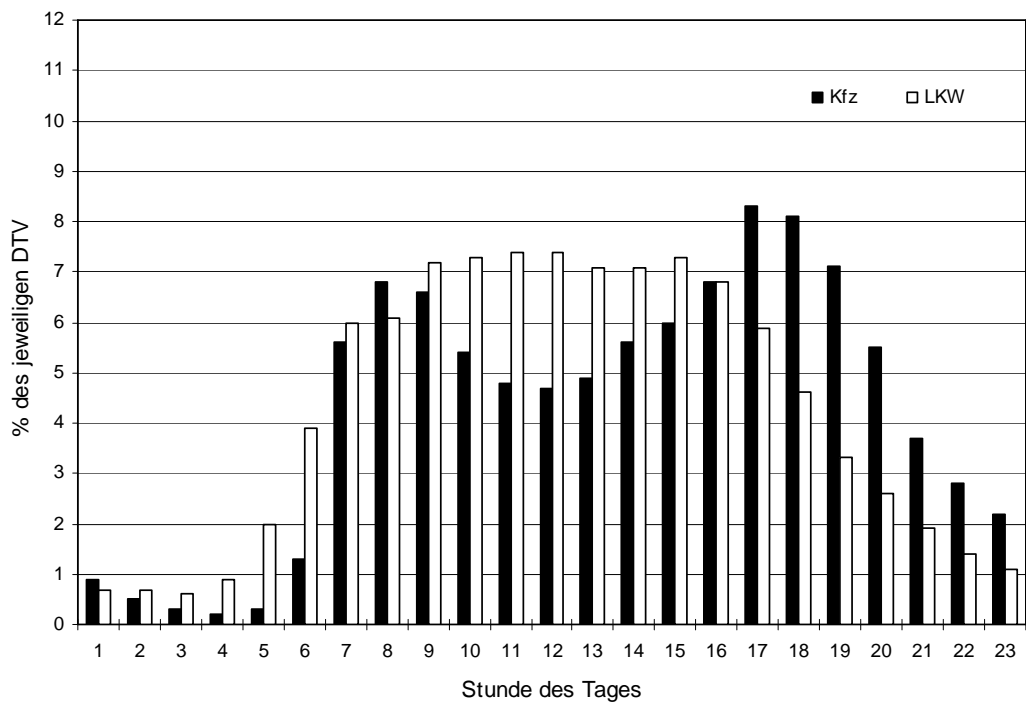
Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen. Diese wurden vom Auftraggeber u. a. in Form von Verkehrszählungsdaten an der B 3 Hannoversche Straße zur Verfügung gestellt (Ingenieurgemeinschaft Dr.-Ing. Schubert, 2006) und mit Angaben von typischen Verkehrstagesganglinien aus der Fachliteratur (BASt, 2005a; Schmidt, 1996) ergänzt. Die für die Berechnung verwendeten Verkehrstagesganglinien sind in **Abb. 4.3** dargestellt.

4.2 Meteorologische Daten

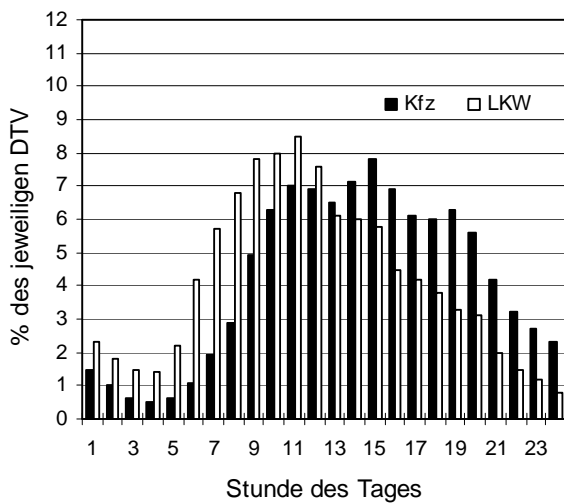
Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden so genannte Ausbreitungsklassenstatistiken benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

In der Umgebung des Untersuchungsgebietes finden Datenerfassungen durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) an der Station Celle-Wietzenbruch statt. Die Station Celle-Wietzenbuch ist ca. 5 km westlich des Beginns der Baustrecke des Mittelteils der geplanten Ortsumgehung im Südosten von Celle an der B 214 gelegen und weist eine langjährige kontinuierliche Windmessung auf. In **Abb. 4.4** ist die Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten für einen Zeitraum von 01.01.1997 bis 31.12.2006 dargestellt. Der Windmesser befindet sich in 10 m Höhe über 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 genannten Winddaten werden für die Ausbreitungsrechnungen herangezogen.

Verkehrstagesganglinie Montag - Freitag



Verkehrstagesganglinie Samstag



Verkehrstagesganglinie Sonntag

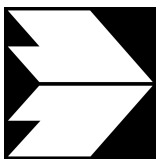
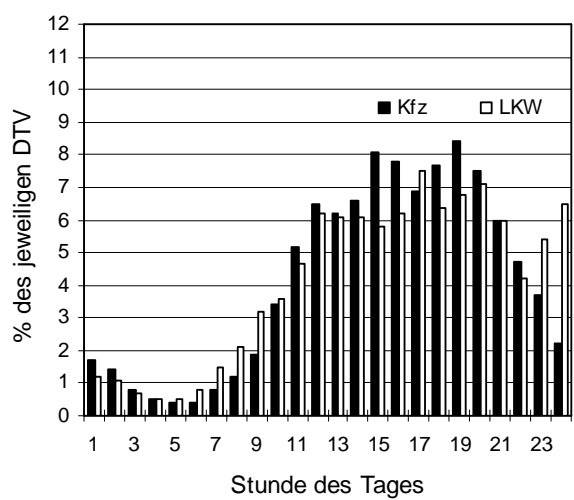
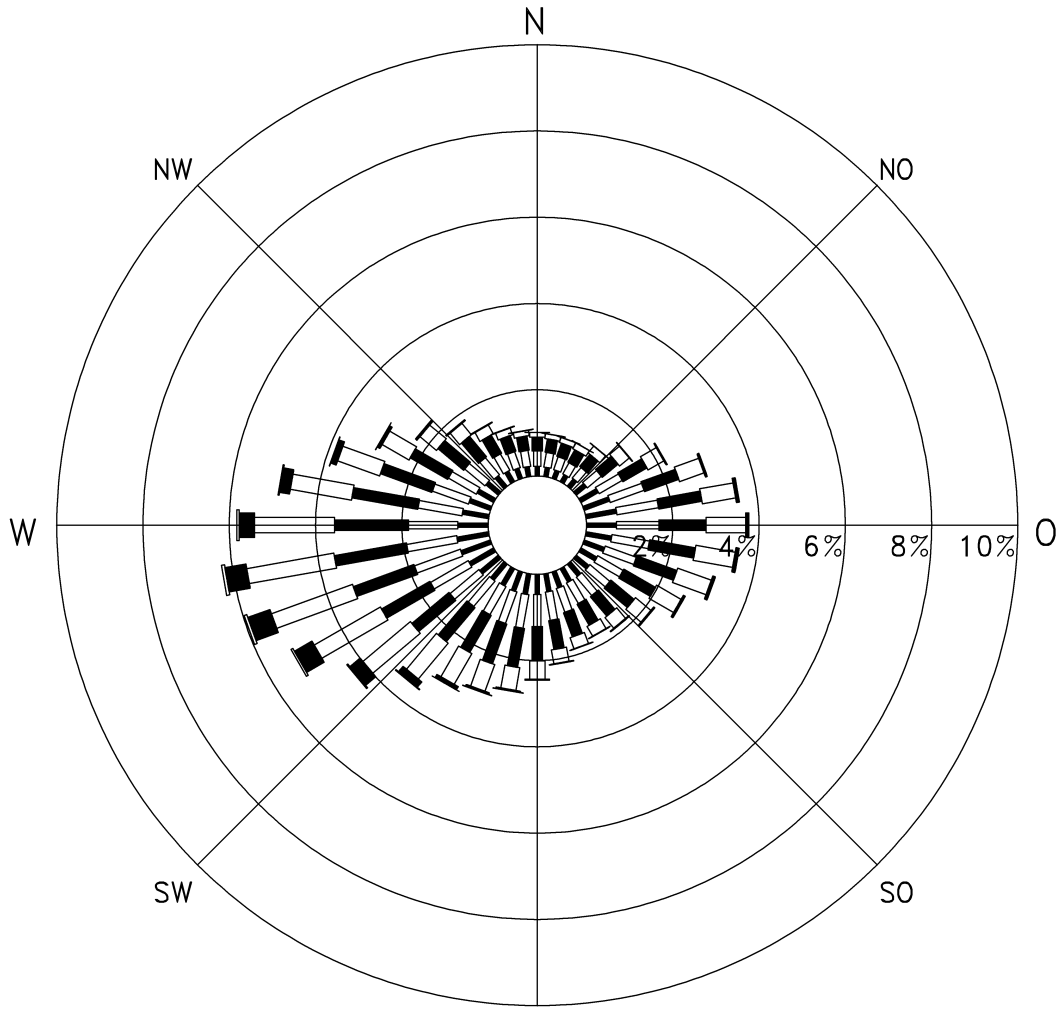


Abb. 4.3: Verkehrsganglinien für das Untersuchungsgebiet

Celle-Wietzenbruch



Messhoehe: 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

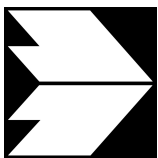


Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Messstation Celle-Wietzenbruch

4.3 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. Zudem wird die Luftsituation in Niedersachsen durch Messungen an einigen Stationen des Umweltbundesamtes (UBA) erfasst. In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden. Die vorliegenden Daten für dem Untersuchungsgebiet nächstgelegene Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt. Im Vergleich zu den Grenzwerten sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid von untergeordneter Bedeutung. Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden im vorliegenden Gutachten die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaubpartikel PM₁₀ betrachtet.

Die in **Tab. 4.1** angeführten Stationen Burgdorf und Hannover (HRVS) werden als Verkehrsmessstation ausgewiesen und sind ca. 19 km südlich bzw. ca. 38 km südwestlich des Beginns der Baustrecke des Mittelteils der geplanten Ortsumgehung im Südosten von Celle an der B 214 gelegen. Die Station Hannover (HRSW) befindet sich im städtischem Gebiet, ebenfalls ca. 38 km südwestlich des genannten Bereichs des Untersuchungsgebietes. Die Station Allertal ist ca. 41 km nordwestlich verkehrsnah in ländlichem Gebiet gelegen. Ca. 44 km nordöstlich des Beginns der Baustrecke des Mittelteils der geplanten Ortsumgehung im Südosten von Celle an der B 214 werden an der Hintergrundmessstation Waldhof des Umweltbundesamtes Konzentrationswerte erfasst. Die industrienah im ländlichen Raum gelegene Station Wolfsburg befindet sich ca. 52 km südöstlich des genannten Bereichs.

Des Weiteren wird seit 01.09.2006 in Celle im Bereich des Straßenzugs Nordwall durch das LÜN eine verkehrsnah Messstation betrieben. Von der Station Celle sind derzeit monatliche

Kenngößen von November 2006 bis Juli 2007 vorliegend (LÜN, 2007). Diese liegen für NO₂ im Bereich zwischen 30 und 46 µg/m³ und für PM10 im Bereich zwischen 19 und 30 µg/m³.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Burgdorf	Hannover (HRVS)	Hannover (HRSW)	Allertal	Waldhof ¹	Wolfsburg
NO ₂ -Jahresmittel	2001	-	54	26	14	12	21
	2002	-	58	25	15	11	20
	2003	-	66	29	17	10	22
	2004	-	66	26	17	8	21
	2005	67	63	27	16	8	20
	2006	66 ²	63	24	16	11	21
NO ₂ -98-Perzentil	2001	-	103	61	40	32	52
	2002	-	119	58	44	40	54
	2003	-	138	71	49	-	61
	2004	-	137	62	-	-	-
	2005	156	141	64	45	-	55
	2006	166 ²	138	63	47	-	63
PM10-Jahresmittel	2001	-	-	27	30	16	30
	2002	-	-	29	25	20	28
	2003	-	-	34	29	24	31
	2004	-	35	26	20	20	22
	2005	29	37	26	21	18	23
	2006	36 ²	34	28	24	22	26

Tab. 4.1: Jahreskenngößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LÜN, 2001-2006; UBA, 2001-2006)

¹ Station des Umweltbundesamtes; ² Messende im Laufe des Jahres 2006

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. Die emittentenferne Station Waldhof liefert als Hintergrundmessstation ein „quellfernes“ Immissionsbild. Die Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet wird dazwischen liegen.

In der vorliegenden Studie werden auf dieser Grundlage für die Immissionsprognosen die Werte der **Tab. 4.2** für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet angesetzt.

Schadstoff	Jahresmittelwert	98-Perzentilwert
NO ₂	20	55
PM10	23	-

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung in µg/m³ im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2005

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 2015 zeigen Abschätzungen (MLuS 02, 2005) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen um ca. 10 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Daher wurde auf eine Berücksichtigung der Reduktionen verzichtet.

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, deshalb werden diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO₂, CO, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer, deshalb werden sie hier nicht betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, da nach Aufhebung der 23. BImSchV durch die 33. BImSchV (2004) keine Beurteilungswerte für Ruß mehr vorliegen.

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 PKW und LKW unterschieden. Die Fahrzeugart PKW enthält dabei die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) und Motorräder, die Fahrzeugart LKW versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Emissionsfaktoren 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 mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 2.1 (UBA, 2004) berechnet. Sie hängen für die Fahrzeugarten PKW und LKW im Wesentlichen ab von

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten (siehe **Tab. 5.1**),
- 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, 2004) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt, der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW wird entsprechend HBEFA angesetzt, der Kaltstarteinfluss für LKW wird aus UBA (1995) entnommen. Die Verkehrssituationen im Untersuchungsgebiet werden entsprechend den Gegebenheiten auf den einzelnen Streckenabschnitten und den Auswahlmöglichkeiten der **Tab. 5.1** festgelegt, siehe **Abb. 5.1**.

Verkehrssituation	Beschreibung
Autobahn	
AB>120	Autobahn ohne Tempolimit
AB_120	Autobahn Tempolimit 120
AB_100	Autobahn Tempolimit 100
AB_80	Autobahn Tempolimit 80
AB_60	Autobahn Tempolimit 60
AB_Bau1	Autobahn Baustelle zweistreifig
AB_Bau2	Autobahn Baustelle eng bzw. einstreifig
AB_StGo	Autobahn Stop and Go
Außerortsstraßen	
AO1	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, gerade
AO2	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, gleichmäßig kurvig
AO3	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, ungleichmäßig kurvig
Innerortsstraßen	
HVS1>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, geringe Störungen
HVS2>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, mittlere Störungen
HVS3>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, starke Störungen
HVS1	Ortsdurchfahrt, vorfahrtsberechtigt, ohne Störungen
HVS2	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, geringe Störungen
HVS3	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, mittlere Störungen
HVS4	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, starke Störungen
Kern	Innerortsstraße im Stadtkern
LSA1	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, geringe Störungen
LSA2	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, mittlere Störungen
LSA3	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, starke Störungen
NS_D	Nebenstraße, geschlossene Bebauung
NS_L	Nebenstraße, locker bebaut
StGo	Innerortsstraße bei Stop and Go

Tab. 5.1: Definition der Verkehrssituationen laut Handbuch für Emissionsfaktoren (UBA, 2004). Für einige Verkehrssituationen ist bei einer Verkehrsdichte > 1 400 oder 1 500 Kfz/h je Fahrspur zusätzlich eine Verkehrssituation „gebunden“ definiert.

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-, Kupplungs- 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, Kupplung und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub entsprechend der in BASt (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2004) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Es werden zur Berechnung der Emissionen für die Summe aus Reifen-, Brems-, Kupplungs- und Straßenabrieb sowie Wiederaufwirbelung von eingetragenem Straßenstaub die in der **Tab. 5.2** aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

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 im vorliegenden Fall angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch für den Planfall der **Abb. 5.1** zu entnehmen. Straßen mit Längsneigungen sind klassifiziert wie im HBEFA (UBA, 2004) für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen; in **Abb. 5.1** sind Straßen mit Längsneigungen über 2 % dicker dargestellt.

Tab. 5.2 gibt einen Überblick über die zu diesen Verkehrssituationen gehörenden Emissionsfaktoren in dem zu betrachtenden Bezugsjahr 2015. **Tab. 5.3** zeigt exemplarisch für den Straßenzug Altenceller Schneede unmittelbar westlich des Kreuzungsbereichs mit der Braunschweiger Heerstraße die Verkehrskenndaten und berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten. Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x und PM₁₀ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt.

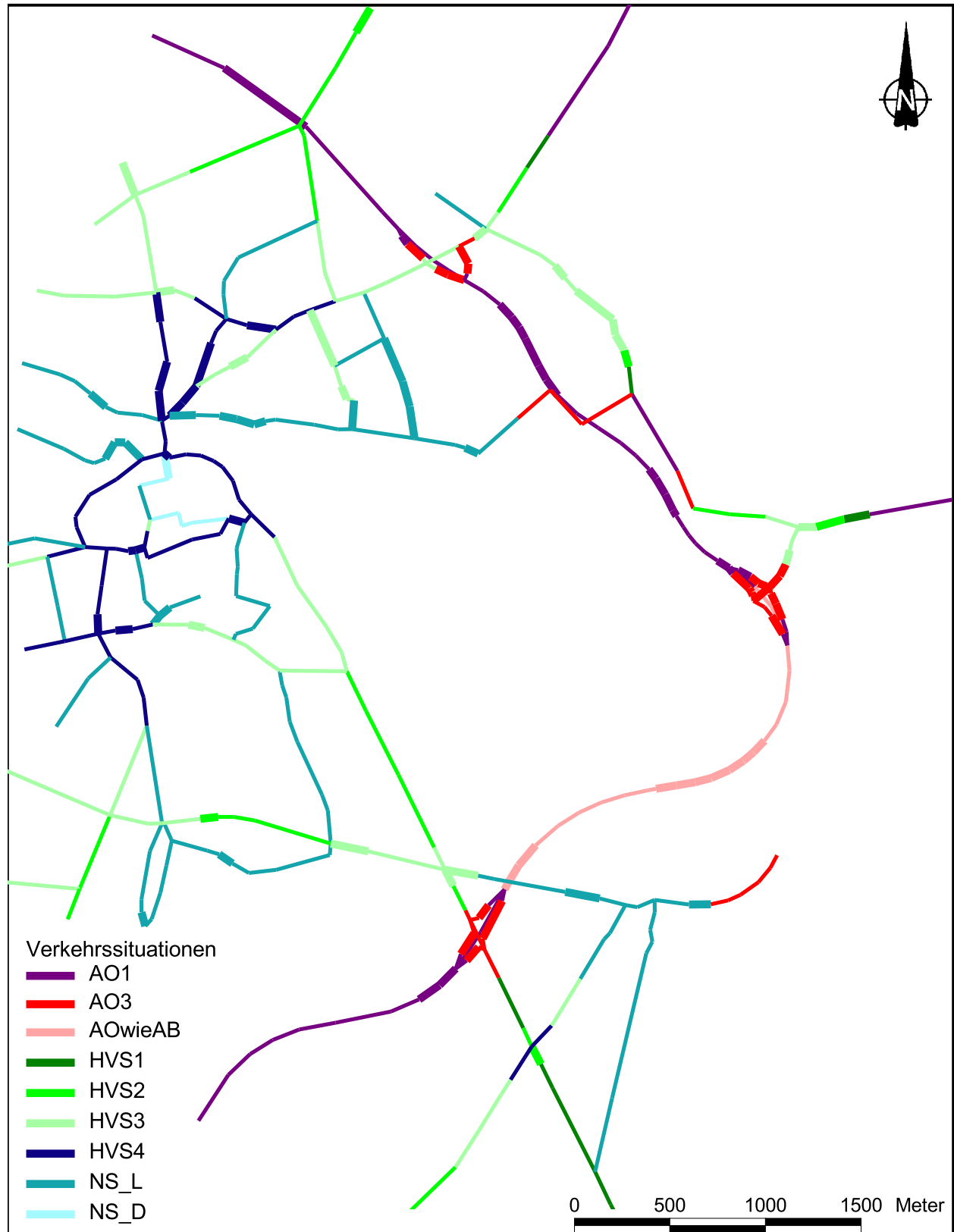


Abb. 5.1: Verkehrssituationen auf dem berücksichtigten Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall.
Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet.

Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. In Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x und PM10 dargestellt.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [mg/km]					
Verkehrssituation	Längsneigung	NO _x		PM10 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
AOwieAB	+/-0%	219	2230	9.2	36	22	200
AOwieAB_2	+/-2%	251	2400	10.1	31	22	200
AO1	+/-0%	150	2690	5.7	44	22	200
AO1_2	+/-2%	161	2820	6.2	42	22	200
AO1+2	+2%	210	4790	7.9	62	22	200
AO1-4	-4%	55	230	4.4	14	22	200
AO3	+/-0%	163	3310	6.4	55	22	200
AO3_2	+/-2%	175	3410	6.9	55	22	200
AO3_4	+/-4%	175	4060	8.3	63	22	200
AO3+4	+4%	278	7640	11.8	106	22	200
AO3-4	-4%	73	480	4.8	20	22	200
AO3-6	-6%	39	500	4.1	23	22	200
HVS1	+/-0%	178	3010	7.9	54	22	200
HVS1_4	+/-4%	191	3580	9.8	60	22	200
HVS2	+/-0%	168	3720	7.6	73	30	300
HVS2_2	+/-2%	170	3810	8.0	75	30	300
HVS2_4	+/-4%	207	4130	9.9	75	30	300
HVS3	+/-0%	178	4100	8.1	85	40	380
HVS3_2	+/-2%	178	4190	8.5	86	40	380
HVS3_4	+/-4%	216	4490	10.3	86	40	380
HVS4	+/-0%	188	4960	8.5	111	50	450
HVS4_2	+/-2%	186	5060	8.9	111	50	450
HVS4_4	+/-4%	225	5340	10.6	112	50	450
NS_D	+/-0%	312	5760	14.7	137	90	800
NS_D_4	+/-4%	332	6360	16.8	143	90	800
NS_L	+/-0%	209	4960	10.5	111	90	800
NS_L_2	+/-2%	207	5060	10.9	111	90	800
NS_L_4	+/-4%	246	5340	12.6	112	90	800

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren in mg/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2015
(Längsneigung falls ungleich Null durch Unterstrich von den Verkehrssituationen getrennt)

	DTV [Kfz/24h]	LKW-Anteil [%]	Verkehrssituation	Mittlere Emissionsdichte [mg/(km*s)]	
				NO _x	PM10
Prognosenullfall	20 000	7.0	HVS3	105.0	17.88
Planfall	17 300	4.6	HVS3	72.0	13.46

Tab. 5.3: Verkehrskennndaten und berechnete Emissionen für den Straßenzug Altenceller Schneede unmittelbar westlich des Kreuzungsbereichs mit der Braunschweiger Heerstraße

6 ERGEBNISSE

Im Untersuchungsgebiet wurden für ca. 58 000 Untersuchungspunkte Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt im Bereich der geplanten Trasse; die Untersuchungspunkte wurden in einem 10 m x 10 m Raster um den geplanten Straßenabschnitt angeordnet. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der flächenhaften 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 (hellblau) zugeordnet. Beurteilungsrelevante Kenngrößen sind einheitlichen Farben zugeordnet. Damit werden derzeit geltende Grenzwerte mit gelben bzw. roten Farben belegt.

Weiterhin werden die Auswertungen der berechneten Immissionen für ausgewählte Untersuchungspunkte gesondert tabellarisch dargestellt. Die Lage der Untersuchungspunkte ist in **Abb. 2.1** aufgezeigt. Die Untersuchungspunkte befinden sich an straßennah zur geplanten Ortumgehung gelegener Wohnbebauung und geben die dort vorliegende Belastungssituation wieder.

6.1 Stickstoffdioxidimmissionen

Die **Abb. 6.1** und **Abb. 6.2** zeigen die für das Jahr 2015 berechneten NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) des jeweiligen Betrachtungsfalles. Für den Vergleich der Auswirkungen des Kfz-Verkehrs auf die NO₂-Immissionen zeigt **Tab. 6.1** eine Gegenüberstellung der ausgewählten Untersuchungspunkte, deren Lage in **Abb. 2.1** markiert ist. Diese geben die Belastungssituation an im Untersuchungsgebiet straßennah zu dem geplanten Streckenabschnitt gelegener Wohnbebauung.

Untersuchungspunkt	Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	NO ₂ -I1		NO ₂ -I2	
	Prognosenullfall	Planfall	Prognosenullfall	Planfall
1	23	23	63	63
2	24	22	62	58
3	21	22	57	59
4	21	21	56	57
5	21	21	57	57
6	24	22	63	59
7	21	22	57	58
8	21	22	56	59
9	21	22	56	58
10	26	25	68	64
Grenzwerte bzw. Äquivalentwert				
	40		130	

Tab. 6.1: Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den ausgewählten Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiet. Lage der Untersuchungspunkte siehe **Abb. 2.1**.

I1 = Jahresmittel, I2 = 98-Perzentil

Entsprechend der 22. BImSchV (2007) ist für NO₂ ab dem Jahr 2010 ein Immissionsgrenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel gültig. Neben dem Jahresmittelgrenzwert sieht die 22. BImSchV ebenfalls einen Grenzwert für die Kurzzeitbelastung von NO₂ vor. Bei einer Einhaltung des Äquivalentwertes der 98-Perzentilwerte von 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kann davon ausgegangen werden, dass auch der Grenzwert für die Kurzzeitbelastung von NO₂ eingehalten wird (siehe Abschnitt 3.3).

Im Prognosenullfall (siehe **Abb. 6.1**) wird die Immissionssituation v. a. durch die straßenverkehrsbedingten Emissionen auf der Braunschweiger Heerstraße (B 214), auf der Alte Dorfstraße und deren Fortsetzung in der bestehenden K 74 sowie auf Teilbereichen der Wittinger Straße und der Lüneburger Heerstraße (B 191) geprägt. Entlang der genannten Straßenzüge sowie deren Kreuzungsbereichen werden die deutlichsten NO₂-Immissionen im Untersuchungsgebiet berechnet. Anhand der flächenhaft ermittelten Immissionsbelastungen wird deutlich, dass die hohen NO₂-Immissionen weitestgehend auf den Straßennahbereich beschränkt sind. In der nahen Umgebung des geplanten Trassenverlaufs sind im Prognosenullfall aufgrund fehlender Beiträge bodennaher Emittenten dort Immissionen anzutreffen, die praktisch im Bereich der aus den Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung liegen.

Im Planfall (siehe **Abb. 6.2**) wird die Immissionssituation v. a. durch die straßenverkehrsbedingten Emissionen auf der geplanten Ortsumgehung im Zuge der B 3 sowie deren Anschlussstellen an die Braunschweiger Heerstraße (B 214) und die Lüneburger Heerstraße (B 191) geprägt. Anhand der flächenhaft ermittelten Immissionsbelastungen wird deutlich, dass hohe NO₂-Immissionen vergleichbar dem Prognosenullfall wiederum weitestgehend auf den Straßennahbereich beschränkt sind. Im Vergleich der Untersuchungsfälle werden aus den flächenhaften Darstellungen der berechneten NO₂-Immissionen im Jahresmittel die nach Umsetzung der geplanten Ortsumgehung im Untersuchungsgebiet v. a. entlang der Lachtehäuser Straße in Altenhagen, entlang Teilbereichen der Wittinger Straße in Lachtehausen und entlang der Alte Dorfstraße in Altencelle zu erwartenden Entlastungen sichtbar.

In der nahen Umgebung des geplanten Trassenverlaufs werden durch die geplante Ortsumgehung die NO₂-Immissionen im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall erhöht. An straßennah im Untersuchungsgebiet zu dem geplanten Streckenabschnitt gelegener Wohnbebauung werden mit Ausnahme der Untersuchungspunkte 3, 7, 8 und 9 im Planfall jedoch gegenüber dem Prognosenullfall gleich bleibende oder reduzierte NO₂-Immissionen im Jahresmittel berechnet (siehe **Tab. 6.1**). Die an straßennah zur geplanten Ortsumgehung im Untersuchungsgebiet gelegener Wohnbebauung berechneten NO₂-Immissionen im Jahresmittel sind in beiden Untersuchungsfällen mit Werten zwischen 21 bis 26 µg/m³ im Jahresmittel als im Sinne der **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen (50-75 % des Grenzwertes) einzustufen. An den Untersuchungspunkten 3, 7, 8 und 9 werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um ca. 1 µg/m³ erhöhte NO₂-Immissionen im Jahresmittel berechnet. An den Untersuchungspunkten 2, 6 und 10 sind die NO₂-Immissionen im Jahresmittel im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis 2 µg/m³ reduziert.

In den betrachteten Untersuchungsfällen werden für 2015 an allen Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiete 98-Perzentilwerte der NO₂-Immissionen unter 130 µg/m³ prognostiziert. Dementsprechend ist zu erwarten, dass in den zu betrachtenden Untersuchungsfällen der Kurzzeitgrenzwert im Plangebiet nicht überschritten wird. Die berechneten NO₂-Kurzzeitbelastungen an den ausgewählten Untersuchungspunkten sind in **Tab. 6.1** aufgezeigt. An den ausgewählten Untersuchungspunkten werden NO₂-Kurzzeitbelastungswerte (98-Perzentilwerte) von 70 µg/m³ nicht überschritten. Auf eine flächenhafte grafische Darstellung der ermittelten 98-Perzentilwerte von NO₂ wird hier aufgrund der ermittelten Konzentrationenwerte verzichtet.

6.2 Feinstaubimmissionen

Die **Abb. 6.3** bis **Abb. 6.4** zeigen die berechneten PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) des jeweiligen Betrachtungsfalles. Für den Vergleich der Auswirkungen des Kfz-Verkehrs auf die PM10-Immissionen zeigt **Tab. 6.2** eine Gegenüberstellung der ausgewählten Untersuchungspunkte, deren Lage in **Abb. 2.1** markiert ist.

Unter- suchungs- punkt	Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Anzahl Überschreitungen	
	PM10-I1		PM10-Tagesmittel > $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Prognosenullfall	Planfall	Prognosenullfall	Planfall
1	24	24	20	20
2	24	24	20	20
3	23	24	18	20
4	23	23	18	18
5	23	23	18	18
6	24	24	20	20
7	23	24	18	20
8	23	24	18	20
9	23	24	18	20
10	25	25	23	23
Grenzwert bzw. Anzahl Überschreitungen				
	40		35	

Tab. 6.2: Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und Anzahl von Überschreitungen an den ausgewählten Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiet. Lage der Untersuchungspunkte siehe **Abb. 2.1**. I1 = Jahresmittel

Entsprechend der 22. BImSchV ist für PM10 ab dem Jahr 2005 ein Immissionsgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel gültig. Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel von PM10 ist in der 22. BImSchV auch ein 24-Stunden-Grenzwert für Partikel (PM10) von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definiert, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Mehr als 35 Überschreitungen werden für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Dieser Äquivalentwert ist wie in Abschnitt 3.3 beschrieben mit Sicherheiten versehen.

Im Prognosenullfall (siehe **Abb. 6.3**) wird die Immissionssituation v. a. durch die straßenverkehrsbedingten Emissionen im Kreuzungsbereichen der Braunschweiger Heerstraße (B 214) mit der Altenceller Schneede bzw. der Christensenstraße, auf der Alte Dorfstraße sowie auf Teilbereichen der Wittinger Straße und deren Kreuzungsbereich mit der K 74 und der Lüneburger Heerstraße (B 191) geprägt.

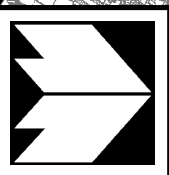
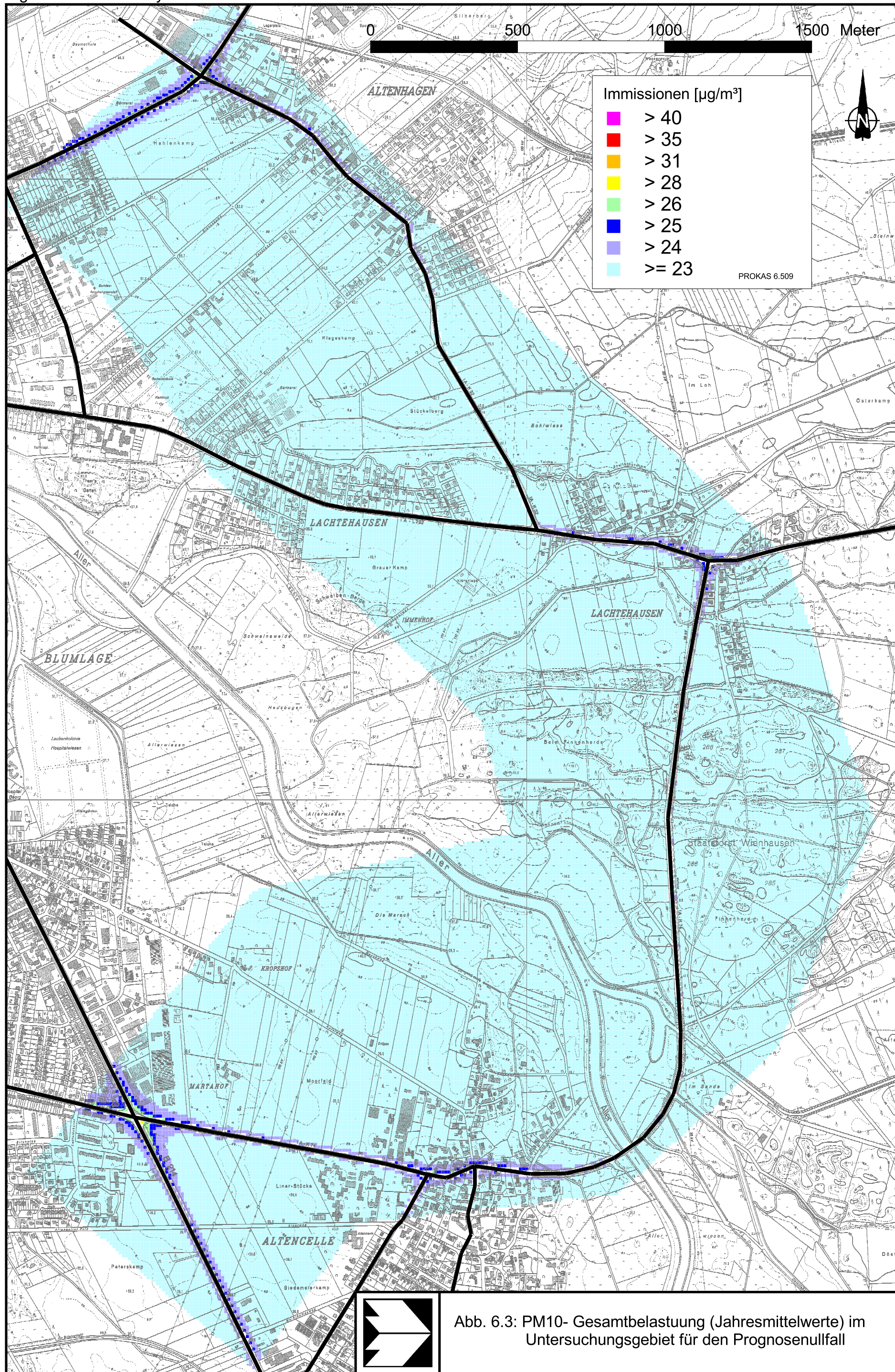


Abb. 6.3: PM10- Gesambelastung (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

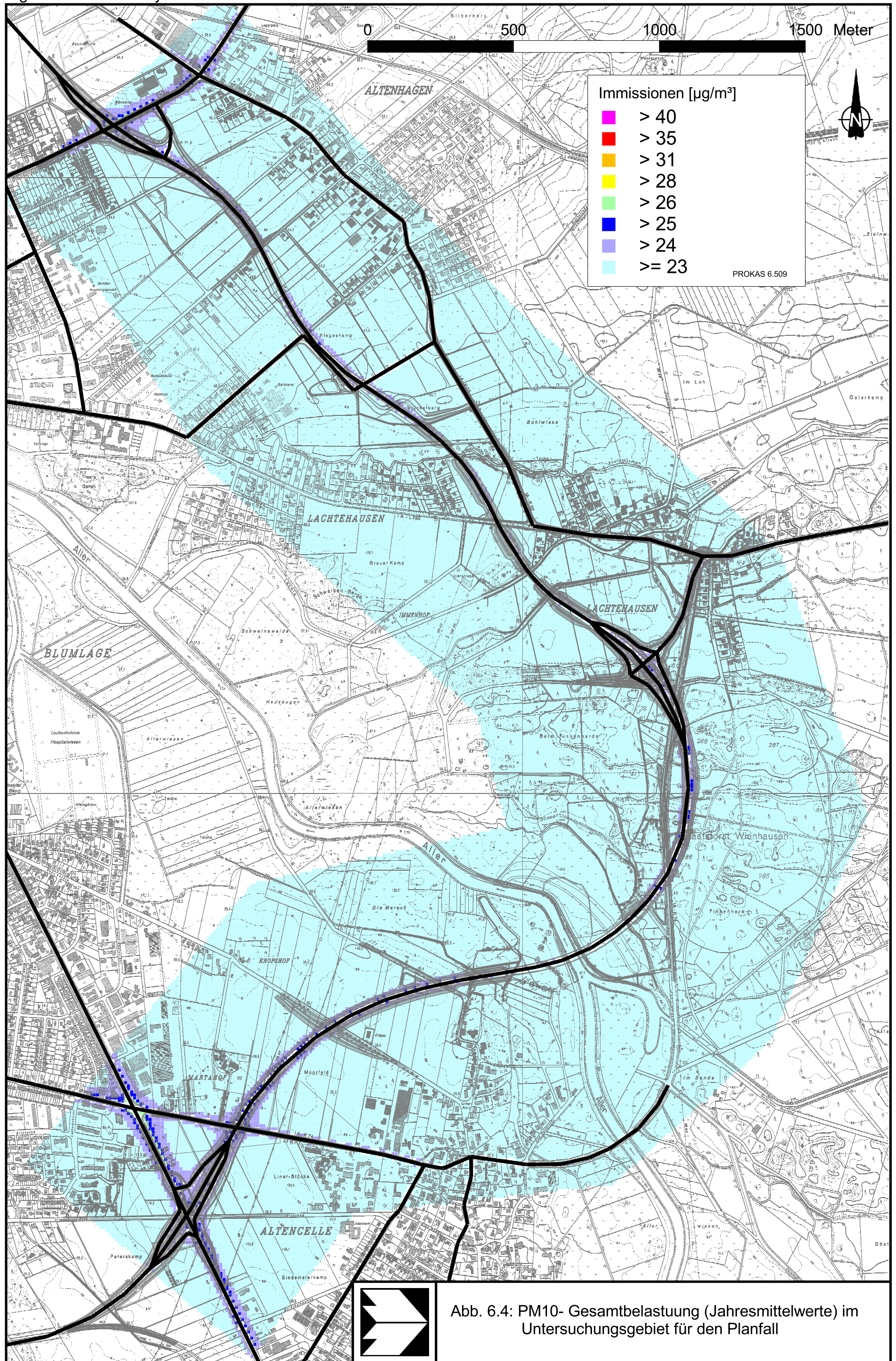


Abb. 6.4: PM10- Gesambelastung (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet für den Planfall

Im Planfall (siehe **Abb. 6.4**) wird die Immissionssituation v. a. durch die straßenverkehrsbedingten Emissionen im Bereich der Anschlussstellen der geplanten Ortsumgehung an die Braunschweiger Heerstraße (B 214) und die Lüneburger Heerstraße (B 191) geprägt. Im Vergleich der Untersuchungsfälle werden aus den flächenhaften Darstellungen der berechneten PM₁₀-Immissionen im Jahresmittel wiederum die nach Umsetzung der geplanten Ortsumgehung im Untersuchungsgebiet v. a. entlang der Lachtehäuser Straße in Altenhagen, entlang Teilbereichen der Wittinger Straße in Lachtehausen und entlang der Alte Dorfstraße in Altencelle zu erwartenden Entlastungen sichtbar.

An straßennah im Untersuchungsgebiet zu dem beplanten Streckenabschnitt gelegener Wohnbebauung werden mit Ausnahme der Untersuchungspunkte 3, 7, 8 und 9 im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall gleich bleibende PM₁₀-Immissionen im Jahresmittel berechnet (siehe **Tab. 6.2**). Die an straßennah zur geplanten Ortsumgehung im Untersuchungsgebiet gelegener Wohnbebauung berechneten PM₁₀-Immissionen im Jahresmittel sind in beiden Untersuchungsfällen mit Werten zwischen 23 bis 25 µg/m³ im Jahresmittel als im Sinne der **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen (50-75 % des Grenzwertes) einzustufen. An den Untersuchungspunkten 3, 7, 8 und 9 werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um ca. 1 µg/m³ erhöhte PM₁₀-Immissionen im Jahresmittel berechnet.

Der Grenzwert für die Anzahl der zulässigen Überschreitungen des Tagesmittelwertes wird in keinem der Untersuchungsfälle erreicht. Es werden an den ausgewählten Untersuchungspunkten (siehe **Tab. 6.2**) 18 bis 23 Überschreitungen prognostiziert. Im Planfall werden an den Untersuchungspunkten 3, 7, 8 und 9 je 2 Überschreitungen mehr als im Prognosenullfall berechnet.

7 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 12. Juni 2007.
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.
- Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO₂-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): 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.
- Düring, I., Lohmeyer, A. (2004): Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen. KRdL-Experten-Forum „Staub und Staubinhaltsstoffe“, 10./11. November

2004, Düsseldorf. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, KRdL-Schriftenreihe Band 33.

EG-Richtlinie 96/62/EG (1996): Richtlinie des Rates der Europäischen Union vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 27.11.1996, Nr. L 296/55.

EG-Richtlinie 99/30/EG (1999): Richtlinie des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 29.06.1996, Nr. L 163/41.

EG-Richtlinie 2000/69/EG (2000): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 13.12.2000, Nr. L 313/12 ff.

EG-Richtlinie 2002/3/EG (2002): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 09.03.2002, Nr. L 67/14.

EG-Richtlinie 2004/107/EG (2005): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15.12.2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 26.01.2005, Nr. L23/3.

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.

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Schubert (2006): Tagesbelastungen Stadt Celle B 214, B 3, K 32, K 74. Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Schubert, Hannover, November bzw. Dezember 2006.

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Schubert (2007): Verkehrsuntersuchung zur B 3 im Raum Celle / Wathlingen, Aktualisierung der Verkehrsprognosen. Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Schubert, Hannover, November 2007.

- 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.
- LAI (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe. Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), September 2004.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Hg.: Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.
- LÜN (2001-2006): Jahresberichte 2001-2006 des Lufthygienischen Überwachungssystems Niedersachsen (LÜN). Niedersächsische Gewerbeaufsicht, <http://www.umwelt.niedersachsen.de>.
- LÜN (2007): Monatsberichte November 2006 bis Juli 2007 des Lufthygienischen Überwachungssystems Niedersachsen (LÜN). Niedersächsische Gewerbeaufsicht, <http://www.umwelt.niedersachsen.de>.
- MLuS 02 (2005): Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung - MLuS 02 geänderte Fassung 2005. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Bergisch Gladbach, April 2005.
- 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.
- UBA (1995) (Hassel, D., Jost, P., Weber, F.J., Dursbeck, F.): Abgas-Emissionsfaktoren von Nutzfahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland für das Bezugsjahr 1990. Abschlussbericht. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - Luftreinhaltung. UBA-FB 95-049. UBA-Berichte 5/1995.
- UBA (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1/April 2004. Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. <http://www.hbefa.net/>.
- UBA (2001-2006): Das Luft-Messnetz des Umweltbundesamtes, Jahresmitteltabellen mit den Daten für Stickstoffdioxid und Schwebstaub, Jahresberichte 2001 und 2002. <http://www.umweltbundesamt.de>
- 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 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 (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 22. BImSchV (2007) benannt, dort als Immissionswert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 und PM_{10} von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol, Blei 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 22. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

Ergänzend zu diesen Grenzwerten nennt die 22. 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 22. BImSchV (2007) werden auch Zielwerte für Arsen, Kadmium, Nickel und Ben-

zo(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	98-Prozent-Wert des Stundenmittelwertes	200 µg/m ³	bis 2009
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr	ab 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	ab 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	ab 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	ab 2005
Blei	Jahresmittelwert	0.5 µg/m ³	ab 2005
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	ab 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 µg/m ³	ab 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 22. BImSchV (2007) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

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 zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität. Im Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz „Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind“ (LAI, 2004) werden Orientierungswerte für Sonderfallprüfungen, Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung und Beurteilungswerte Krebs erzeugender Luftschadstoffe (z. B. Benzol) angegeben. Für Benzol wird dort der Immissionswert der 22. BImSchV übernommen.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Schadstoffimmissionen

Die Europäische Union hat Beurteilungsmaßstäbe von Luftschadstoffimmissionen in mehreren Richtlinien definiert. Dazu gehört die (Rahmen-) Richtlinie über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (96/62/EG vom 27.09.1996) mit ihren Tochterrichtlinien (99/30/EG, 2000/69/EG, 2002/3/EG und 2004/107/EG). Während die Rahmenrichtlinie selbst keine Detailregelungen für einzelne Luftverunreinigungen, wie Grenzwerte oder Mess- und Überwachungsverfahren enthält, werden diese in den Tochterrichtlinien festgelegt.

Die 22. BImSchV stellt die rechtlich verbindliche Umsetzung der EG-Richtlinien dar. Eine Abweichung zwischen den EG-Richtlinien und der 22. BImSchV zeigt sich beispielsweise bei PM10. Die in der EG-Richtlinie 99/30/EG genannten PM10-Werte der 2. Stufe für das Jahr 2010 mit einem Jahresmittelwert von 20 µg/m³ und pro Jahr 7 Überschreitungen eines Tagesmittels von 50 µg/m³ sind nicht in die 22. BImSchV übernommen. Neuere Diskussionen auf EU-Ebene lassen eine Aufhebung der o. g. Stufe 2 für die PM10-Grenzwerte sowie dafür die Einführung eines PM2.5-Grenzwertes wahrscheinlich erscheinen.

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

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. A3.1** 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. A3.1: 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

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

Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

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

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

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

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

Für Emissionsfaktoren liegen derzeit noch keine statistischen Erhebungen über Fehlerbandbreiten vor. Deshalb wird vorläufig ein leicht erhöhter Schätzwert von ca. 20 % angenommen.

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 ent-

sprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20 % aufweisen.

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

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

A N H A N G A 3
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

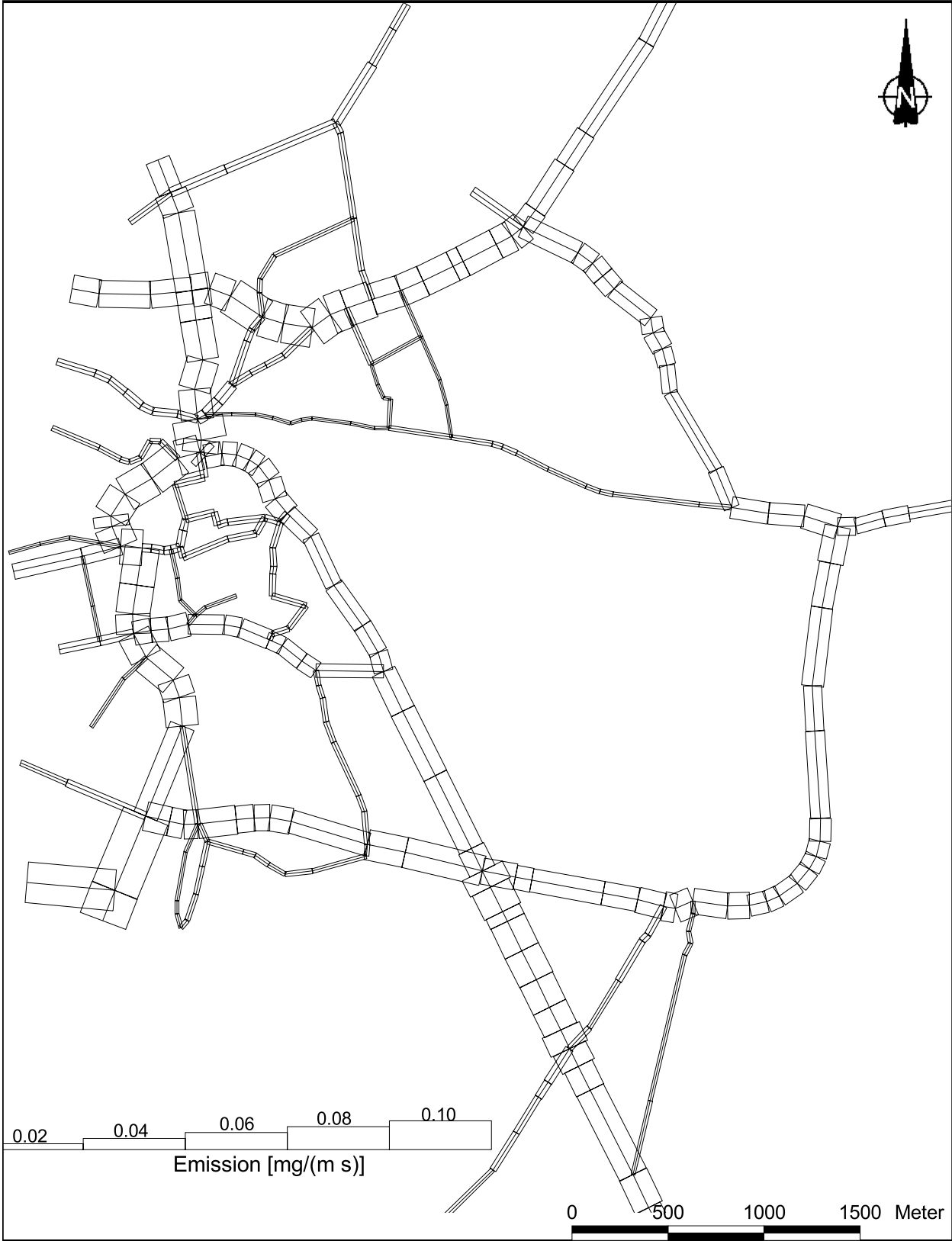


Abb. A3.1: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

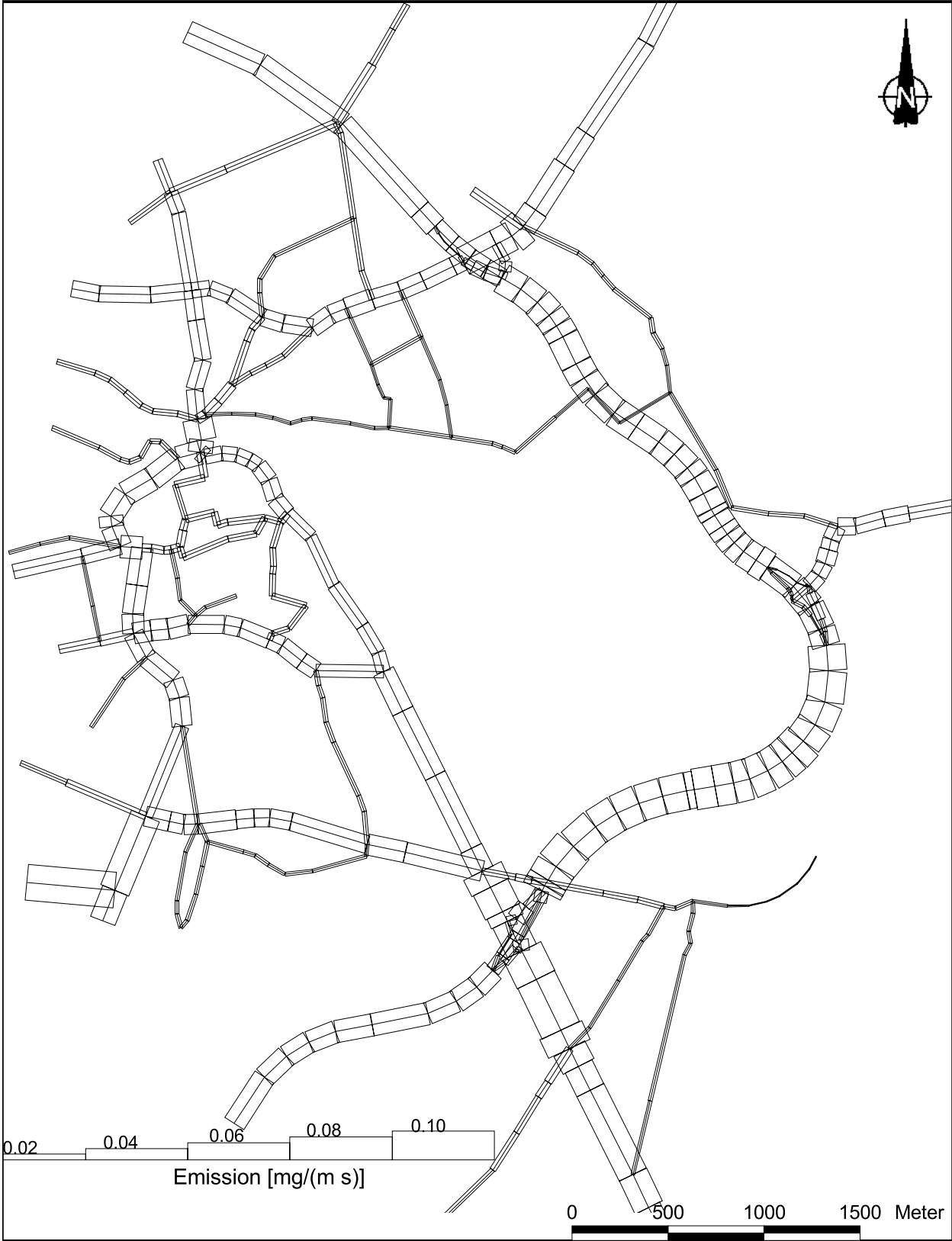


Abb. A3.2: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

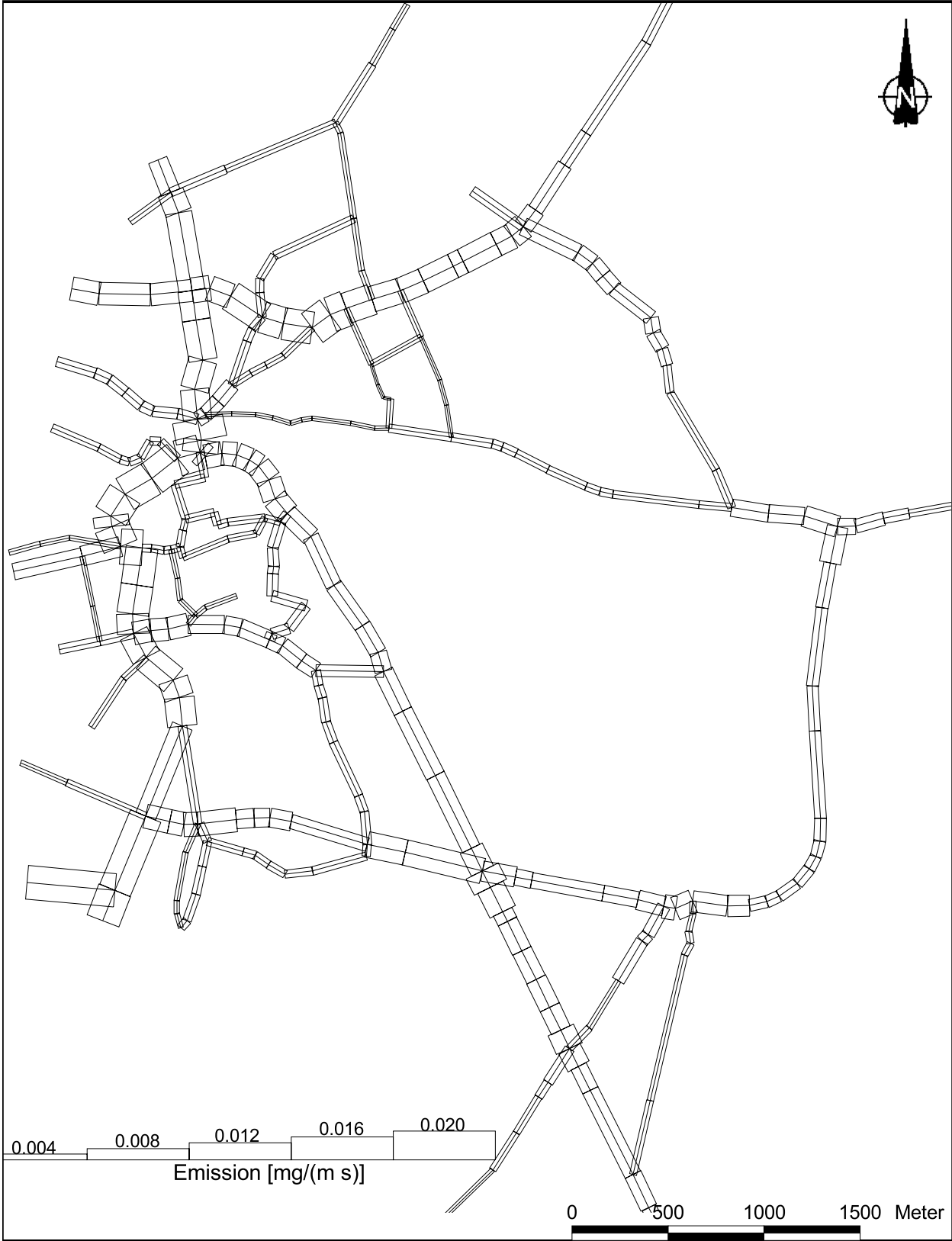


Abb. A3.3: Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

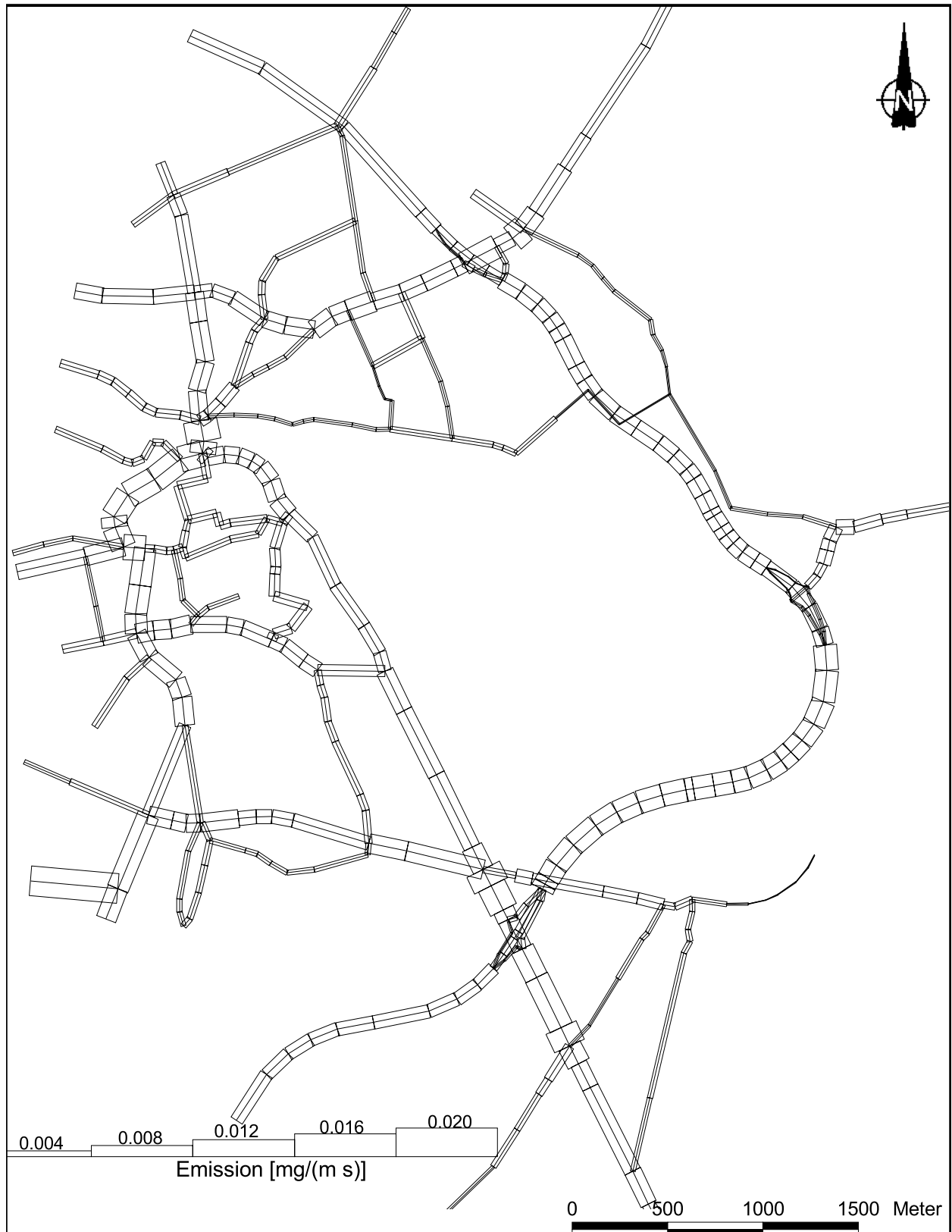


Abb. A3.4: Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall