



**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D-76229 Karlsruhe

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

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

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

**Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG**

**AUSBAU DER B 239 / 3.1  
ZWISCHEN DER A 2 UND DER K 4  
BEI BAD SALZUFLEN  
—  
LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN**

Auftraggeber: Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen  
Regionalniederlassung Ostwestfalen-Lippe  
Stapenhorststraße 119  
33615 Bielefeld

Dr. rer. nat. J. Richters  
Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. W. Bächlin

Januar 2011  
Projekt 61800-10-01  
Berichtsumfang 61 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>6</b>
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungswerte .....	6
3.2 Berechnungsverfahren PROKAS.....	7
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	9
<b>4 EINGANGSDATEN .....</b>	<b>12</b>
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	12
4.2 Verkehrsdaten .....	14
4.3 Meteorologische Daten .....	14
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung .....	17
<b>5 EMISSIONEN .....</b>	<b>22</b>
5.1 Betrachtete Schadstoffe .....	22
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	22
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren .....	22
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren .....	24
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	27
<b>6 ERGEBNISSE .....</b>	<b>28</b>
6.1 Stickstoffdioxidimmissionen .....	29
6.2 Feinstaubimmissionen (PM10) .....	33
6.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5) .....	37
<b>7 LITERATUR .....</b>	<b>41</b>
<b>A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....</b>	<b>46</b>

---

<b>A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION.....</b>	<b>50</b>
<b>A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE .....</b>	<b>56</b>

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

## ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

### **Emission / Immission**

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

### **Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung**

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

### **Grenzwerte / Vorsorgewerte**

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

### **Jahresmittelwert / 98-Perzentilwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)**

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngößen 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 Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung weiterer Kurzzeitwerte in Form des Stundenmittelwertes der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der 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 / PM2.5**

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

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Ostwestfalen-Lippe, plant den Ausbau der B 239 zwischen der A 2 und der K 4 südlich von Bad Salzuflen. Die bestehende B 239 verbindet die große Kreisstadt Herford mit den Mittelzentren Bad Salzuflen, Lage, Detmold und Höxter.

Die vorliegende Untersuchung liefert auf der Grundlage von Berechnungen eine Beurteilung der Immissionssituation für den Planfall im Bezugsjahr 2016. Zusätzlich wird neben der Untersuchung des Planfalls der Prognosenullfall im gleichen Prognosejahr betrachtet, um Be- und Entlastungseffekte aufzuzeigen.

Die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastung erfolgt mit dem Straßennetzmodell PROKAS (siehe Anhang A2). Aus den Verkehrsbelegungsdaten werden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsfaktoren (UBA, 2010) und auf der Grundlage aktueller Forschungsarbeiten (Düring und Lohmeyer, 2004; BASt, 2005) die Emissionen auf allen Straßenabschnitten berechnet. Unter Berücksichtigung der lokalrepräsentativen Windstatistik und der aus Messungen abgeleiteten Hintergrundbelastung werden Ausbreitungsrechnungen durchgeführt.

Betrachtet werden die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickstoffdioxid  $\text{NO}_2$  und Feinstaub (PM10 und PM2.5) für das Bezugsjahr 2016. Die Verkehrsmengen wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Die ermittelten Luftschadstoffimmissionen werden mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV verglichen.

### Ergebnisse

Im gesamten Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall und im Planfall  $\text{NO}_2$ -Immissionen unter  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel berechnet worden. Die  $\text{NO}_2$ -Belastungen liegen im Prognosenullfall an der straßennahen Bebauung bei Werten bis  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und sind in Bezug auf den geltenden Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als leicht erhöht bis erhöht im Sinne der **Tab. 3.2** einzuordnen.

Im Planfall sind entlang der B 239  $\text{NO}_2$ -Belastungen bis  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet worden. Im Planfall sind die Immissionen längs der ausgebauten Trasse der B 239 geringfügig niedriger als im Nullfall und führen an der nächstgelegenen Bebauung zu  $\text{NO}_2$ -Immissionen bis  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In Bad Salzuflen werden an der straßennahen Bebauung der Hauptverkehrsstra-

Ben entsprechend der Verkehrsverlagerungen geringfügig geringere NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 28 µg/m<sup>3</sup> berechnet. In Bezug auf den geltenden Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> sind die NO<sub>2</sub>-Immissionen im Planfall an der bestehenden Bebauung als leicht erhöht im Sinne der **Tab. 3.2** einzuordnen.

Die höchsten berechneten PM10-Belastungen im Untersuchungsgebiet liegen deutlich unter 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel im Prognosenullfall und im Planfall. An straßennahen Gebäuden werden im Prognosenullfall PM10-Immission bis 24 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel erreicht. Im Planfall werden an den straßennahen Gebäuden Werte bis 23 µg/m<sup>3</sup> erreicht. Damit wird der geltende Grenzwert für das PM10-Jahresmittel eingehalten. Im Sinne der **Tab. 3.2** sind auch die jahresmittleren PM10-Immissionen als leicht erhöht einzuordnen.

An der straßennahen Bebauung wird auch der Schwellenwert von 29 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel für die Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung nicht erreicht. Damit ist an den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten die Einhaltung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes zu erwarten.

Im Untersuchungsgebiet erreichen die berechneten PM2.5-Belastungen Werte bis 18 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel im Prognosenullfall und im Planfall. An straßennahen Gebäuden werden im Prognosenullfall PM2.5-Werte bis 16 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel erreicht. Im Planfall werden an den straßennahen Gebäuden Werte bis 15 µg/m<sup>3</sup> erreicht. Damit wird der ab 2015 geltende Grenzwert für das PM2.5-Jahresmittel eingehalten. Im Sinne der **Tab. 3.2** sind die jahresmittleren PM2.5-Immissionen als leicht erhöht einzuordnen.

Durch den geplanten Ausbau der B 239 ergeben sich keine nennenswerten Änderungen der Luftschadstoffbelastung. In der Umgebung der geplanten B 239 und auf deren Zufahrten L 772 und K 4 sind an der nächstgelegenen Bebauung deutlich keine Konflikte mit den Beurteilungswerten zu erwarten. Aus lufthygienischer Sicht sind die Planungen nicht abzulehnen.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Ostwestfalen-Lippe bereitet den Ausbau der B 239/3.1 zwischen der A 2 und der K 4 südlich von Bad Salzuflen vor. Die bestehende B 239 verbindet die große Kreisstadt Herford mit den Mittelzentren Bad Salzuflen, Lage, Detmold und Höxter. Der Kreis Lippe wird über diesen Straßenzug mit der A 2 bei Herford und dem Kreis Höxter verbunden.

Für das Planfeststellungsverfahren ist u.a. ein Luftschadstoffgutachten erforderlich. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist zu prüfen, ob sich durch die Planung die Luftschadstoffkonzentrationen (Immissionen) für die benachbarte Bebauung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen.

In diesem Gutachten sind die Immissionen zu ermitteln, die durch den Kfz-Verkehr auf den Straßen unter Berücksichtigung der vorherrschenden Hintergrundbelastung und der lokalen Windverhältnisse zu erwarten sind. Zu betrachten sind die prognostizierten Verkehrsbelastungen und Emissionen für den frühesten Zeitpunkt der Realisierung der Planungen. Zu betrachten sind die Schadstoffe NO<sub>2</sub> und Feinstaub (PM10 und PM2.5). Die Beurteilung soll im Vergleich mit geltenden Beurteilungswerten erfolgen, das sind Grenzwerte der 39. BImSchV. Um Be- und Entlastungseffekte aufzuzeigen, wird neben dem Planzustand mit dem realisierten Ausbau der B 239 der Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen betrachtet.

### 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 Luftkonzentrationen der Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Der Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenz- oder Vorsorgewerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Die Beurteilung der Luftschadstoffimmissionen erfolgt im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten nach 39. BImSchV (2010), die bei unveränderten Grenzwerten für NO<sub>2</sub> und PM10 die 22. BImSchV (2007) ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickstoffdioxid und Feinstaubpartikel PM10 und PM2.5. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO<sub>2</sub>, Kohlenmonoxid CO, Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und Benzo(a)pyren aufgrund der Emissionswerte und der derzeitigen Luftschadstoffkonzentrationen 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. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO <sub>2</sub>	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert ab 2015	25	

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 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 vorliegende Aufgabenstellung übersteigt jedoch den Anwendungsbereich des MLuS 02, da Kreuzungsbereiche nur stark vereinfacht und lichtsignalgesteuerte Knotenpunkte nicht abgebildet werden können. Im vorliegenden Gutachten werden die Luft-

schadstoffimmissionen mit dem Modell PROKAS flächenhaft berechnet sowie ausgewählte Untersuchungspunkte in sensitiven, d.h. beurteilungsrelevanten Bereichen wie straßennaher Wohnbebauung gesondert betrachtet.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen für das Prognosejahr 2025 werden für das Bezugsjahr 2016, dem frühesten Zeitpunkt der Fertigstellung der Planungen, die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Das entspricht einer konservativen Vorgehensweise, da in den Folgejahren geringere Emissionen zu erwarten sind. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10 und PM2.5) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA 3.1 nicht behandelt. Die Feinstaub-Emissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse aktueller Forschungsarbeiten (BAST, 2005, CORINAIR, 2007). 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. 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

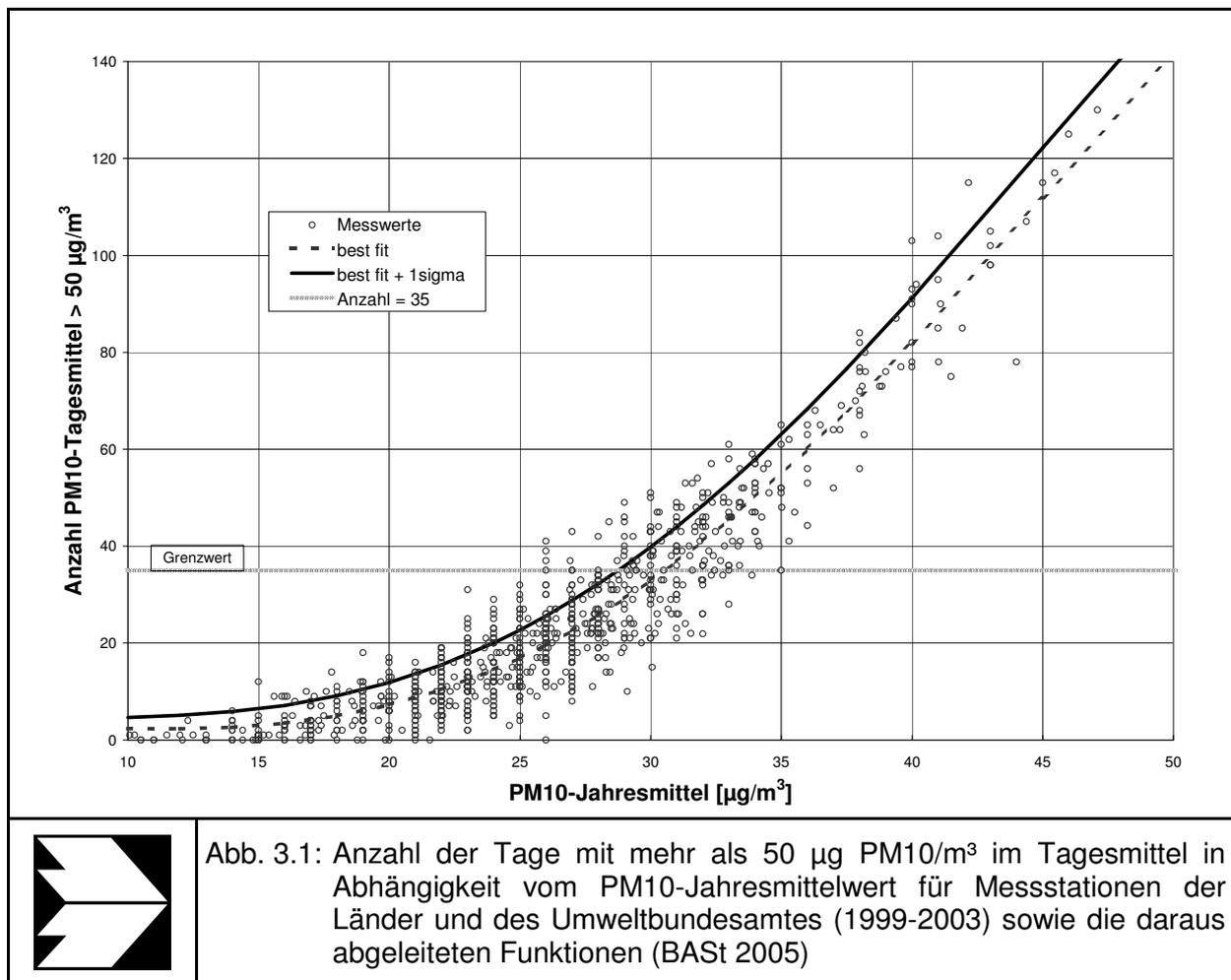
Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für  $\text{NO}_2$  einen Stundenmittelwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $\text{PM}_{10}$ -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  $\text{PM}_{10}$ -Tagesmittelwerten größer als  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und dem  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der  $\text{PM}_{10}$ -Überschreitungshäufigkeit vom  $\text{PM}_{10}$ -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  $\text{PM}_{10}$ -Kurzzeitgrenzwertes bei einem  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwert von  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der  $\text{PM}_{10}$ -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).



Zur Einstufung der Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung aus dem Jahresmittelwert werden ergänzend folgende Ausführungen zitiert (LUA NRW, 2006):

*"Aufgrund von Messungen können die folgenden Zusammenhänge zwischen dem Jahresmittelwert für PM10 und der Anzahl der Überschreitungstage für das Tagesmittel von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  formuliert werden:*

*a) der Jahresmittelwert für PM10 ist kleiner als  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ : die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten;*

*b) der Jahresmittelwert für PM10 liegt zwischen 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes wird möglicherweise nicht eingehalten;*

*c) der Jahresmittelwert für PM10 ist größer als 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes wird mit großer Wahrscheinlichkeit nicht eingehalten.*

*Dies zeigt, dass der Grenzwert für die Überschreitungshäufigkeit wesentlich strenger ist als der zulässige Jahresmittelwert für PM10 von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ."*

## 4 EINGANGSDATEN

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

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 Lage- und Verkehrsdaten durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

Die hier zu betrachtende Planung zum Ausbau der B 239 ist in **Abb. 4.1** dargestellt und soll im Bereich zwischen der A 2, Anschlussstelle Herford/Bad Salzuflen und der K 4 südlich von Bad Salzuflen im Regierungsbezirk Detmold in NRW realisiert werden. Die Länge der geplanten Baumaßnahme beträgt ca. 2.9 km und wird in den Planunterlagen als Bauabschnitt 3.1 bezeichnet. Die bestehende Trasse verläuft ab der Anschlussstelle zur A 2, Herford/Bad Salzuflen in östlicher Richtung entlang der Werre und verläuft in südöstlicher Richtung durch landwirtschaftliche Flächen und lockere bebaute Stadtteile von Bad Salzuflen. Im Bereich nordwestlich der Kreuzung zur K 4 schließt die Ausbaustrecke an die bestehende B 239 an. Zukünftig soll nach der Realisierung des Bauabschnitts 3.2 der Neubau der B 239n im Bereich der Lockhauser Str. (K 4) nach Süden ausschwenken und etwa 60 m südwestlich der alten Trasse der B 239 verlaufen.

In **Abb. 4.1** ist das berücksichtigte Straßennetz schwarz eingezeichnet. Ausgewählte Untersuchungspunkte sind blau markiert und fortlaufend nummeriert. Die flächenhafte Berechnung der Immissionen erfolgt für einen inneren Ausschnitt des Untersuchungsgebietes, d. h. innerhalb eines Bereichs von ca. 1 km Breite um die vorgesehene Neubautrasse. Dieser Ausschnitt ist in **Abb. 4.1** grün umrahmt.

Entlang der Ausbaustrecke der B 239 sind in einigen Bereichen Lärmschutzwände und Lärmschutzwälle vorgesehen. Entlang der B 239 wird im Bereich Meerbreite die vorhandene Lärmschutzwand erhalten. Entlang der B 239 und der K 30 sind im Kreuzungsbereich B 239 / K 30 Lärmschutzwände mit Höhen von 3 m bis 5 m geplant.

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.

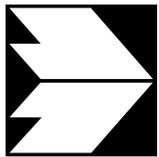
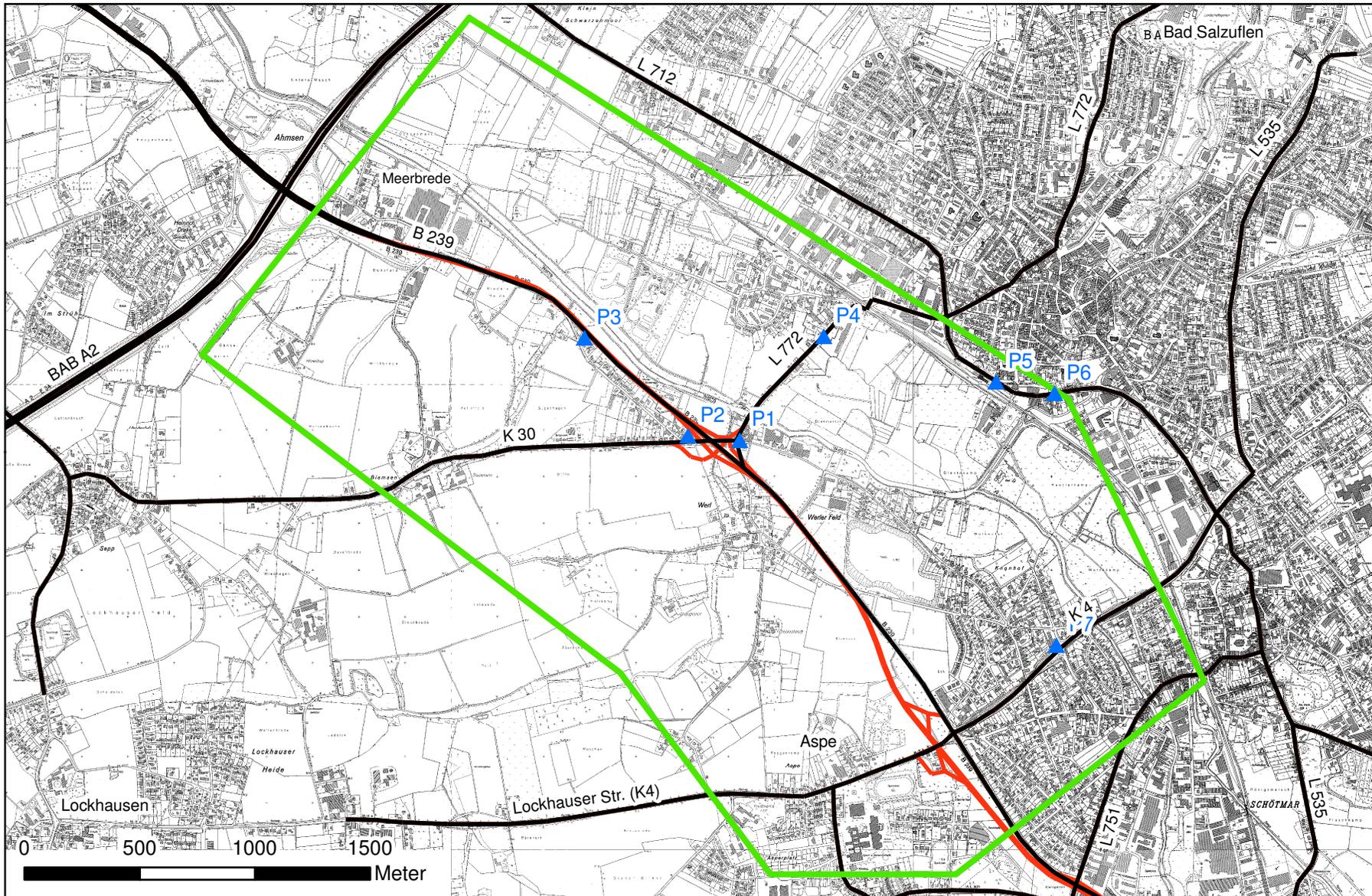


Abb. 4.1: Untersuchungsgebiet zum Ausbau der B 239 bei Bad Salzflen. Das bestehende Straßennetz ist schwarz eingezeichnet, der Planfall ist rot dargestellt. Das Gebiet der flächenhaften Immissionsberechnung ist grün dargestellt. Ausgewählte Untersuchungspunkte sind blau eingezeichnet.

## 4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten für die zu berücksichtigenden Straßen wurden vom Auftraggeber in Form einer Verkehrsprognose 2025 zur Verfügung gestellt (DTV-Verkehrsconsult, 2010). Die Verkehrsdaten auf den Straßenabschnitten im Untersuchungsgebiet bestehen aus Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV in Kfz/24h) und der Verkehrsstärke des Schwerlastverkehrs (LKW/24h), die in den prozentualen Anteil des Schwerlastverkehrs überführt wurde. Die Verkehrsdaten für den Prognosenullfall, der dem "Prognose Nullfall 2025" nach DTV-Verkehrsconsult (2010) entspricht, sind in **Abb. 4.2** aufgeführt. Im Planfall, der dem "Planfall 5" nach DTV-Verkehrsconsult (2010) entspricht, sind die Verkehrsdaten in den Knotenbereichen der B 239 / K30 und B 239 / K 4 um die Zu- und Abfahrtsrampen der kreuzungsfreien Trassenführung der ausgebauten B 239 ergänzt. Die im Planfall verwendeten Verkehrsdaten sind in **Abb. 4.3** dargestellt.

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 anhand von Daten der automatischen Dauermessstelle B 239 Bad Salzuflen (3918/5315) ermittelt (BAST, 2009).

## 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 werden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) an den Stationen Bad Salzuflen und Bückeberg meteorologische Daten erfasst. Die Daten der DWD-Station Bückeberg werden wegen der größeren Entfernung der Station zum Untersuchungsgebiet und ihrer Lage auf der Nordseite des Teutoburger Waldes nicht herangezogen. Die an der DWD-Station Bad Salzuflen erhobenen Winddaten geben die Ausbreitungsverhältnisse für den Bereich Bad Salzuflen wieder und werden aufgrund der räumlichen Nähe zum Untersuchungsgebiet verwendet. Die Station befindet sich ca. 3 km nordöstlich der betrachteten Ausbaustrecke. Der Windgeber ist in einer Höhe von 10 m über Grund installiert und spiegelt die übergeordnete Windsituation wider.

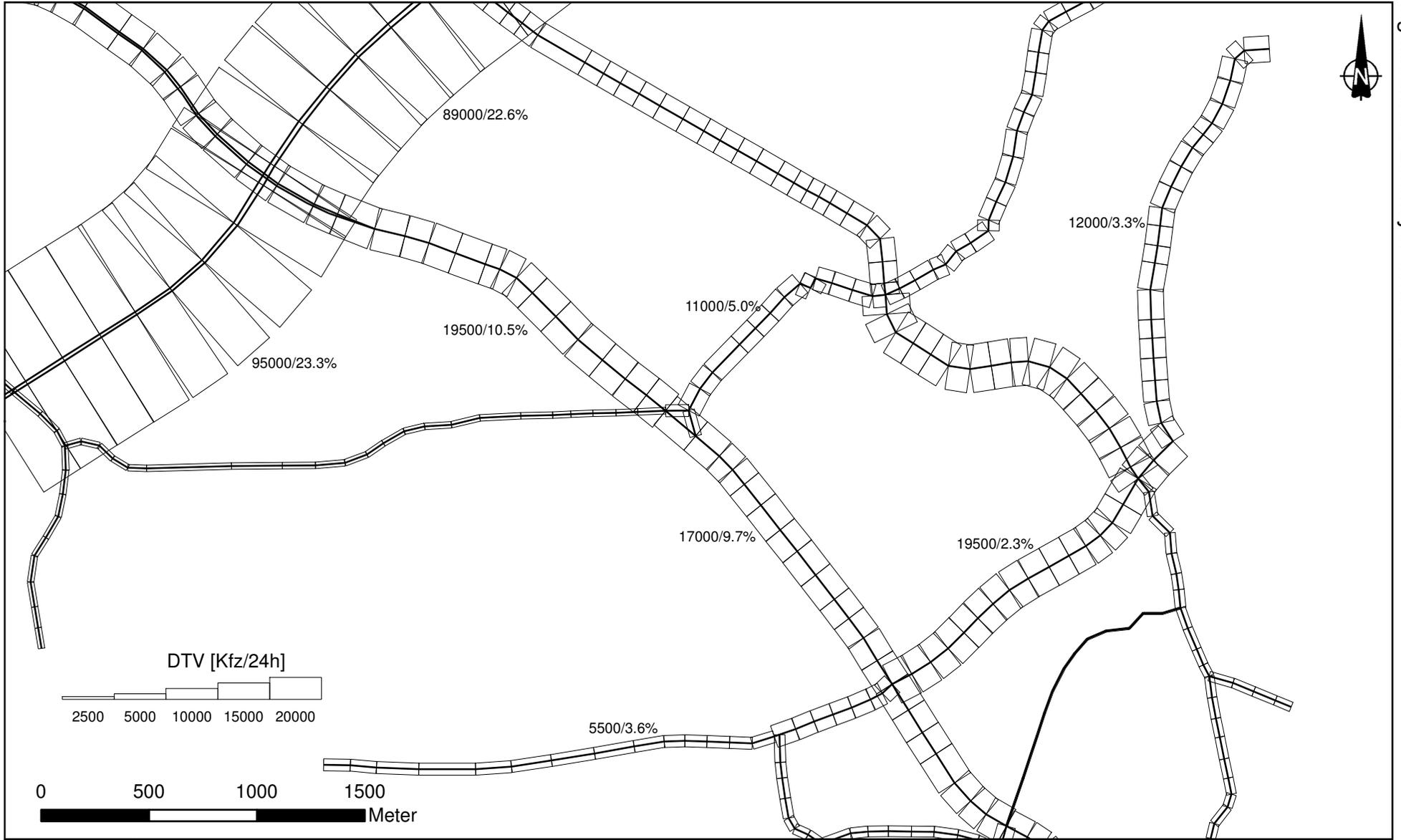


Abb. 4.2: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

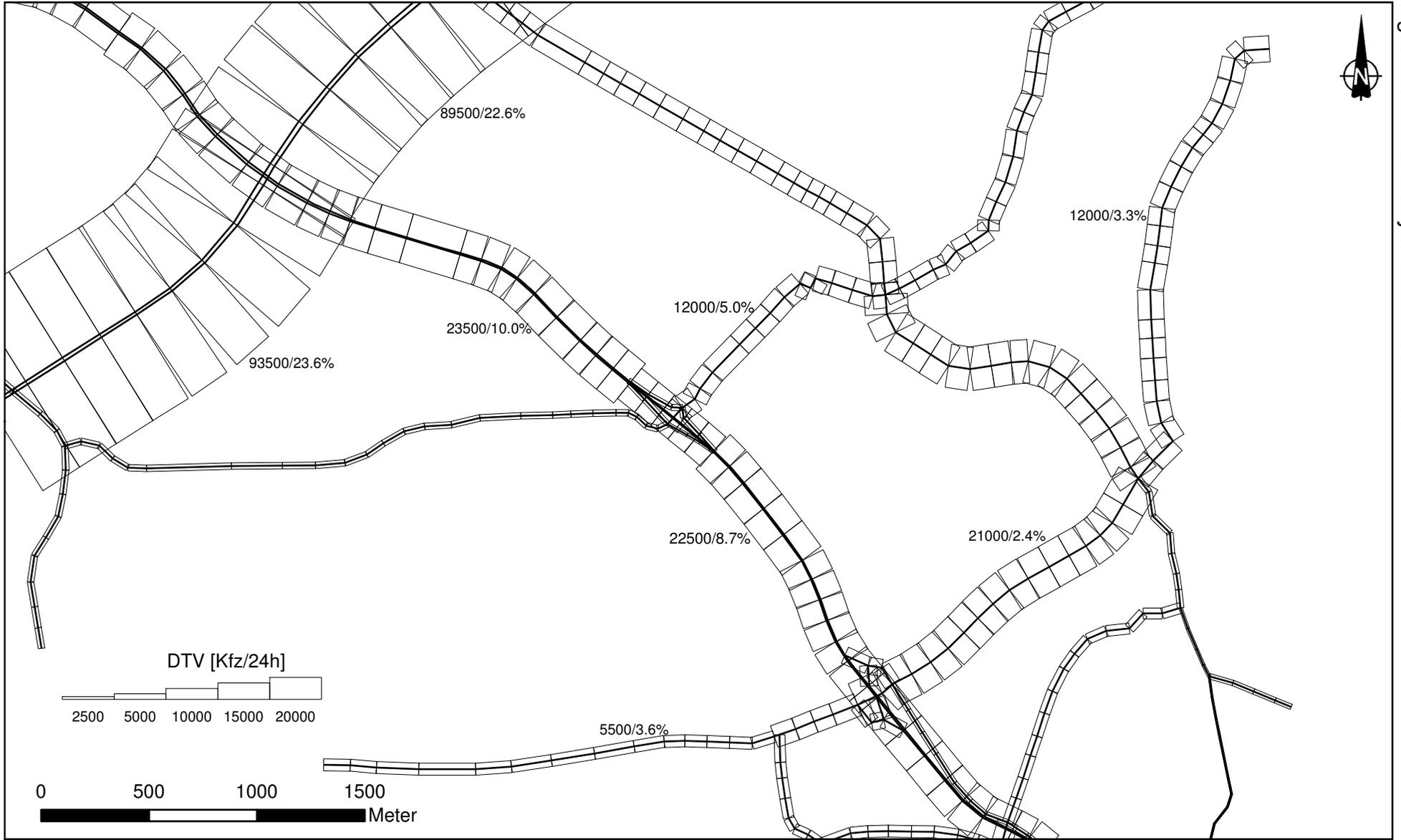


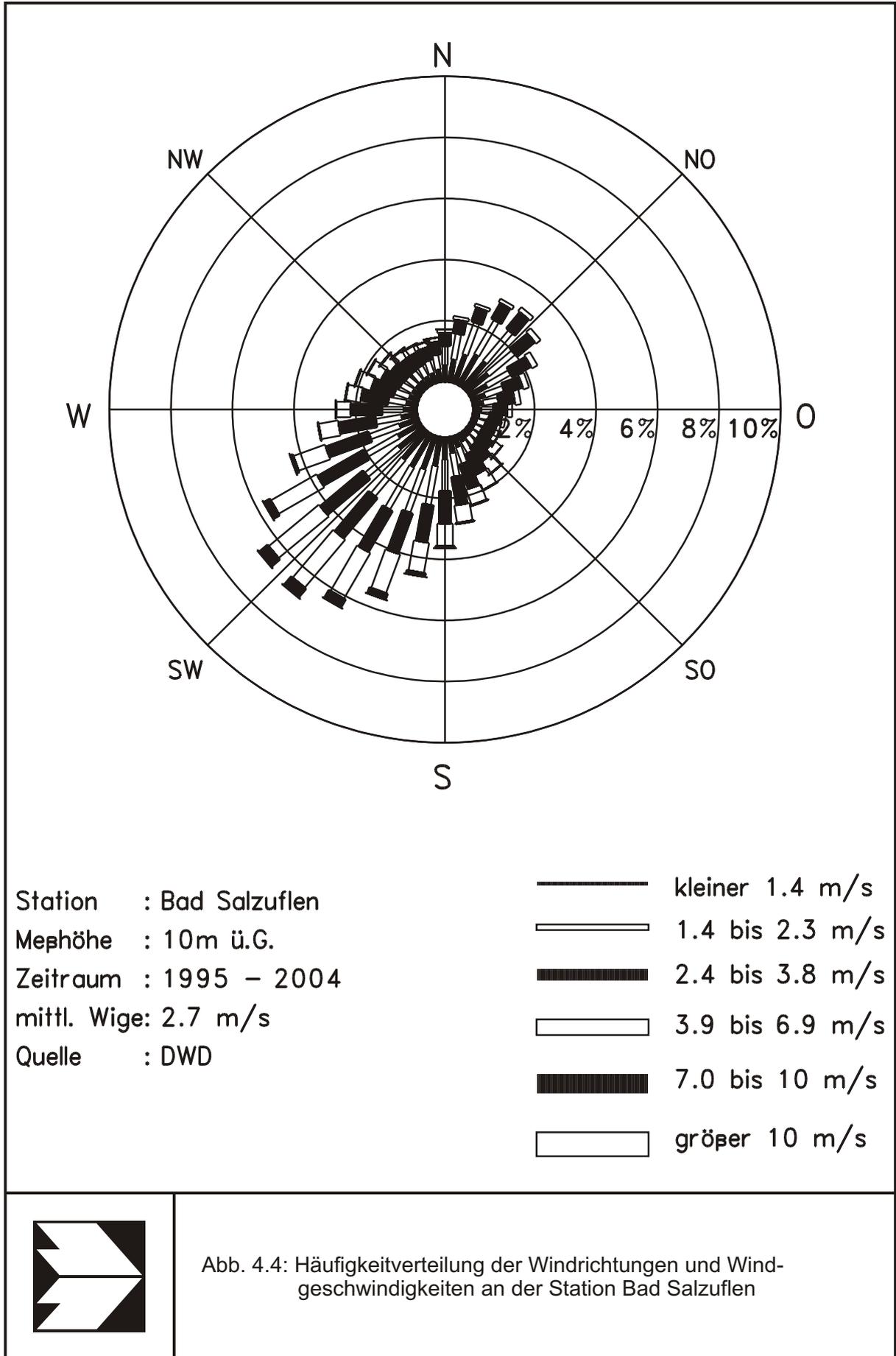
Abb. 4.3: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten ist für den Zeitraum 1995 bis 2004 in **Abb. 4.4** dargestellt. Die Hauptwindrichtungen sind durch südwestliche Winde geprägt. Winde aus nordöstlichen Richtungen bilden die nächstfolgenden Häufigkeiten. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2.7 m/s. Die Ausbreitungsklassenstatistik wird unter Berücksichtigung der Rauigkeit in der Umgebung der B 239 für die Ausbreitungsrechnung herangezogen.

#### 4.4 Schadstoffhintergrundbelastung

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

Für das Untersuchungsgebiet liegen keine Informationen der Luftschadstoffbelastung vor. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) betreibt das Luftmessnetz für Luftschadstoffe in Nordrhein-Westfalen. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden. Durch die Niedersächsische Gewerbeaufsicht Hildesheim werden im Rahmen des Lufthygienischen Überwachungssystems Niedersachsen (LÜN) ebenfalls Immissionsmesswerte zur Verfügung gestellt. In **Tab. 4.1** sind die Daten aus kontinuierlichen Messungen für die Schadstoffe NO<sub>2</sub> und Feinstaub (PM10 und PM2.5) für die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegene, städtisch geprägte Station Bielefeld-Ost sowie die ländlich geprägte Station Soest-Ost und für zwei entfernter liegende, quellferne Stationen im Eggegebirge und im Weserbergland angeführt.



Schadstoffkomponente	Jahr	Bielefeld-Ost	Bielefeld-Stapenhorststr	Soest-Ost	Eggegebirge	Weserbergland*
NO <sub>2</sub> Jahresmittel	2003	31	-	21	14	18
	2004	25	-	18	11	17
	2005	26	-	17	10	17
	2006	27	32	17	12	17
	2007	26	31	17	10	15
	2008	30	42	19	-	14
	2009	29	42	20	-	15
NO <sub>2</sub> 98-Perzentil	2003	84	-	57	43	50
	2004	64	-	54	42	-
	2005	66	-	50	40	46
	2006	69	75	54	40	50
	2007	69	73	55	36	41
	2008	71	90	53	-	40
	2009	73	93	-	-	50
PM <sub>10</sub> Jahresmittel	2003	27	-	-	-	31
	2004	24	-	19	15	23
	2005	24	-	19	14	24
	2006	25	26	19	16	25
	2007	24	23	18	15	19
	2008	22	25	17	-	19
	2009	23	27	21	-	18
PM <sub>10</sub> -Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m <sup>3</sup> )	2003	28	-	-	-	-
	2004	16	-	13	4	15
	2005	13	-	6	3	16
	2006	21	25	10	4	12
	2007	15	10	7	4	6
	2008	10	11	3	-	6
	2009	16	22	10	-	8
PM <sub>2.5</sub> Jahresmittel	2008	18	-	-	-	-
	2009	19	-	-	-	14

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m<sup>3</sup> an Stationen des LANUV NRW und des LÜN (mit \*gekennzeichnet) (LANUV NRW, 2004-2010; LÜN, 2004-2010).

Die erfassten Messwerte der Luftbelastung an den aufgeführten Stationen sind durch umliegende Nutzung, wie Hauptverkehrsstraßen, Industrie- und Gewerbegebiete, Wohnbebauung, etc. beeinflusst. In den Messwerten sind die Auswirkungen dieser Emissionsquellen enthalten. Die Station Bielefeld-Ost befindet sich in städtischem Gebiet, zeigt ballungsraumtypische Belastungen. Die Station Bielefeld Stapenhorststr liegt an einer Hauptverkehrsstraße und ist entsprechend durch Straßenverkehrsemissionen geprägt. Die Stationen Soest-Ost

und Weserbergland liegen jeweils stadtnah außerhalb geschlossener Siedlungen. Die Station Eggegebirge wird vom LANUV als Waldstation bezeichnet.

Im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet treten v.a. vom Straßenverkehr verursachte Emissionen und Emissionen aus Wohn- und gewerblichen Nutzungen auf. Es sind große Freiflächen vorhanden. Die durch den Straßenverkehr verursachten Emissionen werden bei der Ermittlung der Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet in den Ausbreitungsrechnungen weitgehend berücksichtigt. Die Werte der angeführten, vom Straßenverkehr geprägten Stationen in Bielefeld sind daher nicht als Hintergrundbelastung anzusetzen, da sonst bei der Betrachtung der Gesamtbelastung, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt, die straßenverkehrsbedingten Einflüsse auf die Immissionen quasi „doppelt“ berücksichtigt würden, einerseits bei der Ermittlung der Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet in den Ausbreitungsrechnungen und andererseits in den erfassten Messwerten der Luftbelastung. Die Hintergrundbelastung für das ländlich geprägte Untersuchungsgebiet außerhalb des Stadtbereichs von Bielefeld ist zwischen den Werten der städtisch beeinflussten Messstandorte und jenen an der Waldmessstation erfassten Messdaten anzusetzen.

Die Bestimmung der PM<sub>2.5</sub>-Immissionen erfolgt in der Umgebung des Untersuchungsgebiets nur an den beiden Messstationen Bielefeld-Ost sowie Weserbergland für wenige zurückliegende Jahre. Studien zeigen, dass es eine Korrelation von PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2.5</sub>-Konzentrationen gibt. Das Verhältnis zwischen PM<sub>2.5</sub> und PM<sub>10</sub> liegt bei etwa 0.5 an den Hintergrundmessstationen und 0.8 an den Verkehrsstationen (De Leeuw et al., 2009, Bruckmann et al., 2009, Lohmeyer, 2010).

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 (MLuS 02, 2005) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen um ca. 4 % bis 7 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktion verzichtet; das entspricht einer konservativen Vorgehensweise. Der Ansatz der Reduktion würde geringere Werte der **Tab. 4.2** mit sich bringen und geringere Werte der in **Tab. 6.1** genannten für folgende Jahre voraussetzen.

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

<b>Schadstoff</b>	<b>Jahresmittelwert</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<b>98-Perzentilwert</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NO <sub>2</sub>	20	55
PM10	21	--
PM2.5	15	--

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2009/2016

## 5 EMISSIONEN

### 5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO<sub>2</sub> und PM10 erreicht, deshalb werden diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet. Zudem werden die PM2.5-Immissionen abgeschätzt.

### 5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

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

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

#### 5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) berechnet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugarten LV und SV 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, 2010) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israel et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit auch der PM10- und PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

Die Längsneigung der Straßen wird aus Höhenplänen, Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes entnommen. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. INfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

- AB>130: Autobahn ohne Tempolimit
- AB120: Autobahn, Tempolimit 120 km/h
- AO-Fern100: Außerörtliche Fernstraße, Tempolimit 100 km/h
- AO-Fern100d: Außerörtliche Fernstraße, Tempolimit 100 km/h, dichter Verkehr
- AO-HVS100: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h
- AO-HVS100d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, dichter Verkehr
- AO-HVS80: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h
- AO-HVS70: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
- AO-HVS70d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
- AO-HVS70g: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, gesättigter Verkehr
- AO-Sam70: Außerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 70 km/h
- AO-Sam70d: Außerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
- IO-HVS50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h

- IO-HVS50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr  
IO-Sam50: Innerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h  
IO-Sam50d: Innerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

Die im vorliegenden Fall angesetzten Emissionsfaktoren sind in **Tab. 5.1** aufgeführt, die Zuordnung der angesetzten Verkehrssituationen ist in **Abb. 5.1** für die Planvariante gezeigt.

### 5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

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

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM<sub>10</sub>-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub in Anlehnung an BAST (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2004) verwendet.

Die nicht motorbedingten PM<sub>2.5</sub>-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) werden in der vorliegenden Untersuchung entsprechend der im Emission Inventory Guidebook von EMEP/CORINAIR (CORINAIR, 2007) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Eine Differenzierung in verschiedene Straßentypen (z.B. Bundesautobahn oder innerorts) ist durch eine dort angegebene Geschwindigkeitsabhängigkeit (für Reifen und Bremsabrieb) möglich. Die Resuspension von 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<sub>2.5</sub> nicht mit berücksichtigt. Abrieb von Kupplungsbelägen wird ebenfalls nicht berücksichtigt, da dieser weitestgehend in den Kupplungsgehäusen zurückgehalten wird.

Es sei darauf verwiesen, dass insbesondere die Emissionsfaktoren für Straßenabrieb von den Autoren wegen fehlender systematischer Untersuchungen mit sehr großen Unsicherheiten bewertet werden. Palmgren et al. (2003) setzt z.B. die PM<sub>2.5</sub>-Straßenabriebemis-

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2016							
Verkehrssituation (Kürzel)	Geschwindigkeit PKW [km/h]	NO <sub>x</sub>		PM10 / PM2.5 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB>130	142.6	0.562	1.228	0.0100	0.0171	0.022	0.2	0.011	0.048
AB>130+2	142.6	0.752	2.246	0.0143	0.0245	0.022	0.2	0.011	0.048
AB>130+4	142.6	0.952	3.616	0.0257	0.0320	0.022	0.2	0.011	0.048
AB>130-2	142.6	0.408	0.450	0.0078	0.0022	0.022	0.2	0.011	0.048
AB120	122.0	0.367	1.229	0.0075	0.0171	0.022	0.2	0.011	0.048
AB120-2	122.0	0.237	0.451	0.0059	0.0022	0.022	0.2	0.011	0.048
AB120-4	122.0	0.151	0.049	0.0048	0.0011	0.022	0.2	0.011	0.048
AO-Fern100	97.8	0.251	1.523	0.0056	0.0290	0.022	0.2	0.011	0.051
AO-Fern100+2	97.8	0.398	2.556	0.0083	0.0378	0.022	0.2	0.011	0.051
AO-Fern100+4	97.8	0.571	3.913	0.0116	0.0439	0.022	0.2	0.011	0.051
AO-Fern100-2	97.8	0.131	0.792	0.0039	0.0108	0.022	0.2	0.011	0.051
AO-Fern100-4	97.8	0.082	0.158	0.0030	0.0026	0.022	0.2	0.011	0.051
AO-Fern100d	83.3	0.260	1.754	0.0055	0.0245	0.022	0.2	0.013	0.058
AO-Fern100d+2	83.3	0.399	2.603	0.0080	0.0389	0.022	0.2	0.013	0.058
AO-Fern100d-2	83.3	0.163	0.992	0.0038	0.0093	0.022	0.2	0.013	0.058
AO-Fern70d	60.5	0.273	2.125	0.0054	0.0279	0.022	0.2	0.018	0.064
AO-Fern70d_2	60.5	0.285	2.214	0.0055	0.0282	0.022	0.2	0.018	0.064
AO-Fern70g	48.6	0.302	2.710	0.0060	0.0321	0.022	0.2	0.020	0.072
AO-Fern70g_2	48.6	0.313	2.483	0.0063	0.0329	0.022	0.2	0.020	0.072
AO-HVS100	94.0	0.273	1.592	0.0058	0.0241	0.022	0.2	0.011	0.053
AO-HVS100_2	94.0	0.291	1.875	0.0065	0.0226	0.022	0.2	0.011	0.053
AO-HVS100_4	94.0	0.344	2.133	0.0076	0.0236	0.022	0.2	0.011	0.053
AO-HVS100d	77.0	0.234	1.889	0.0052	0.0259	0.022	0.2	0.014	0.061
AO-HVS70	67.0	0.203	1.985	0.0046	0.0255	0.022	0.2	0.016	0.062
AO-HVS70_2	67.0	0.218	1.987	0.0047	0.0261	0.022	0.2	0.016	0.062
AO-HVS70_4	67.0	0.262	2.179	0.0053	0.0271	0.022	0.2	0.016	0.062
AO-HVS70+2	67.0	0.302	2.606	0.0061	0.0399	0.022	0.2	0.016	0.062
AO-HVS70-2	67.0	0.135	1.369	0.0033	0.0123	0.022	0.2	0.016	0.062
AO-HVS80	76.1	0.221	1.749	0.0049	0.0242	0.022	0.2	0.015	0.057
AO-HVS80_2	76.1	0.243	1.849	0.0051	0.0235	0.022	0.2	0.015	0.057
AO-HVS80_4	76.1	0.293	2.123	0.0057	0.0245	0.022	0.2	0.015	0.057
AO-Sam70	63.7	0.227	2.003	0.0049	0.0262	0.022	0.2	0.017	0.064
AO-Sam70d	52.1	0.254	2.582	0.0053	0.0340	0.022	0.2	0.019	0.071
IO-HVS50	49.0	0.217	2.735	0.0060	0.0298	0.022	0.2	0.020	0.060
IO-HVS50_2	49.0	0.228	2.186	0.0061	0.0317	0.022	0.2	0.020	0.060
IO-HVS50_4	49.0	0.264	2.209	0.0064	0.0332	0.022	0.2	0.020	0.060
IO-HVS50_6	49.0	0.323	2.719	0.0070	0.0377	0.022	0.2	0.020	0.060
IO-HVS50-2	49.0	0.150	1.486	0.0045	0.0185	0.022	0.2	0.020	0.060
IO-HVS50d	39.6	0.293	3.364	0.0074	0.0363	0.03	0.3	0.022	0.062
IO-HVS50d_2	39.6	0.299	2.685	0.0075	0.0374	0.03	0.3	0.022	0.062
IO-HVS50d_4	39.6	0.342	2.532	0.0078	0.0391	0.03	0.3	0.022	0.062
IO-Sam50	46.5	0.291	2.844	0.0069	0.0312	0.03	0.3	0.020	0.060
IO-Sam50d	37.4	0.313	3.395	0.0076	0.0467	0.04	0.383	0.022	0.062

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2016

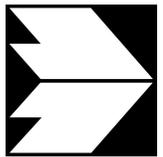
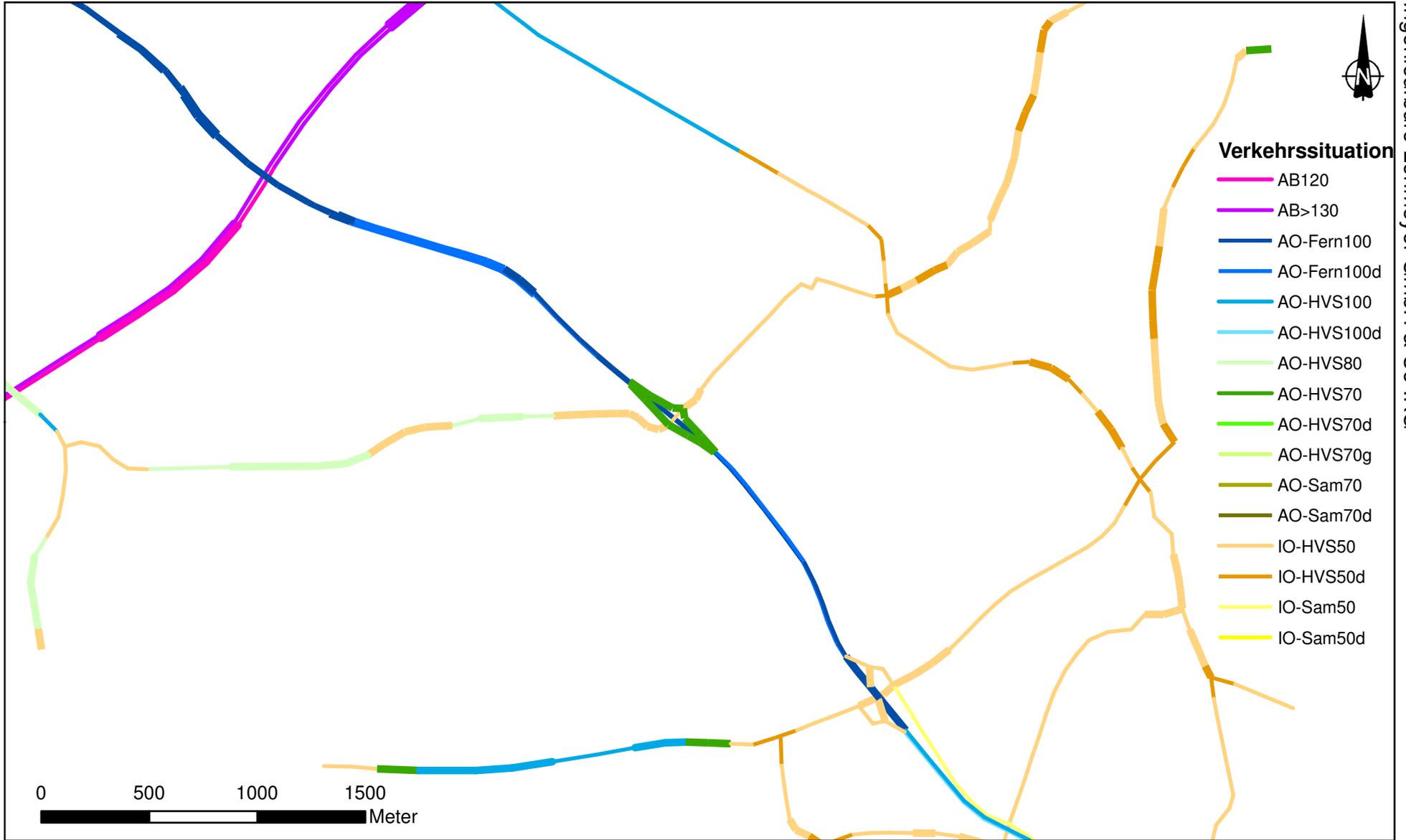


Abb. 5.1: Verkehrssituationen (s. Tab. 5.1) auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall.  
Straßen mit Längsneigung über 2% sind dicker dargestellt.

sionen auf Basis von Untersuchungen von TNO aus dem Jahr 1997 zu Null. Um auf der sicheren Seite zu liegen, werden dennoch Emissionsfaktoren verwendet. Auf Grundlage der o.a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM10- und PM2.5-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in der **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

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

### 5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe  $\text{NO}_x$ , PM10 und PM2.5 werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im **Anhang A3** sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe  $\text{NO}_x$ , PM10 und PM2.5 dargestellt. Im Planfall werden die auf der geplanten B 239 freigesetzten Emission nach Fahrrichtungen getrennt dargestellt.

**Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für die geplante Ausbaustrecke der B 239 im Bereich des Untersuchungspunktes P3 die Verkehrskenndaten und berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten.

	DTV [Kfz/24h]	LKW-Anteil [%]	Verkehrssituation	Mittlere Emissionsdichte [mg/(km*s)]		
				$\text{NO}_x$	PM10	PM2.5
Prognosenullfall	19 500	10.5	AO-HVS70d	0.116	0.0110	0.0073
Planfall	23 500	10.0	AO-Fern100	0.106	0.0128	0.0065

Tab. 5.2: Verkehrskenndaten und berechnete Emissionen für die geplante Ausbaustrasse der B 239 im Bereich des ausgewählten Untersuchungspunktes P3 (Lage des Untersuchungspunktes siehe **Abb. 4.1**)

## 6 ERGEBNISSE

Im Untersuchungsgebiet wurden für die betrachteten Untersuchungsfälle die Luftschadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Die Untersuchungspunkte sind in einem 10 m x 10 m Raster in dem grün dargestellten Bereich der **Abb. 4.1** innerhalb eines Bandes von ca. 1 km Breite um die vorgesehene Ausbautrasse angeordnet. In sensitiven, d. h. beurteilungsrelevanten Bereichen, wie beispielsweise an Wohnbebauung, wurden zusätzlich ausgewählte Untersuchungspunkte gesondert betrachtet. Für die Schadstoffausbreitungssimulation wurde das Berechnungsverfahren PROKAS verwendet (siehe Anhang A2). In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Da sich die Grenzwerte immer auf die Gesamtbelastung beziehen, wird im Folgenden jeweils nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen, bestehend aus der Überlagerung der Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes, wurden für die betrachteten Schadstoffkomponenten NO<sub>2</sub> und Feinstaub (PM10 und PM2.5) grafisch aufbereitet und sind in nachfolgenden Abbildungen für den inneren Ausschnitt des Untersuchungsgebietes farbig aufgezeigt. Die Abbildungen zeigen die Berechnungsergebnisse im betrachteten Bezugsjahr 2016. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Symbolen, deren Farben bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet sind. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert (hellblau) entsprechend der Hintergrundbelastung festgelegt. Beurteilungsrelevanten Kenngrößen sind einheitliche Farben zugeordnet. Damit werden derzeit geltende Beurteilungswerte mit gelben bzw. roten Farben belegt. Es sind jeweils die Gesamtbelastungen angegeben.

Die **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.6** zeigen die ermittelten Immissionskenngrößen für die Gesamtbelastung von NO<sub>2</sub> und Feinstaub (PM10 und PM2.5) im Prognosenullfall und im Planfall. Die Bewertung erfolgt im Hinblick auf die Grenzwerte und entsprechend den Einstufungen durch die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (siehe **Tab. 3.2**).

## 6.1 Stickstoffdioxidimmissionen

Die **Abb. 6.1** (Prognosenullfall) und die **Abb. 6.2** (Planfall) zeigen flächenhaft die für das Jahr 2016 prognostizierten NO<sub>2</sub>-Immissionen im Jahresmittel.

Die Immissionen im Untersuchungsgebiet werden im Prognosenullfall v. a. durch die verkehrsbedingten Emissionen auf den bestehenden Straßen B 236 sowie die nahegelegene A 2 geprägt (siehe **Abb. 6.1**). Die im Prognosenullfall im Untersuchungsgebiet berechneten höchsten NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Werten bis 32 µg/m<sup>3</sup> treten unmittelbar am Fahrbahnrand entlang der B 239 im Bereich des Gewerbegebiets Meerbreite auf. Im Knotenbereich der B 239 / K 4 werden vereinzelt NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Werten bis 32 µg/m<sup>3</sup> berechnet. In einem Bereich bis etwa 20 m vom Fahrbahnrand werden NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Werten bis 30 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Entlang der übrigen betrachteten Straßenabschnitte der L 772 und der K 4 liegen die berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 28 µg/m<sup>3</sup>.

Die an den ausgewählten Untersuchungspunkten P1 bis P3 im Bereich der B 239 sowie im Kreuzungsbereich B 239 / K30 / L 772 an der straßennahen Bebauung für 2016 ermittelten NO<sub>2</sub>-Immissionen erreichen im Prognosenullfall Werte bis 27 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel (siehe **Tab. 6.1**). An den Untersuchungspunkten P4 und P7 an den Verbindungsstraßen von Bad Salzuflen zur B 236 werden an der straßennahen Bebauung L 772 bzw. K 4 NO<sub>2</sub>-Immissionen von 26 µg/m<sup>3</sup> bzw. 24 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Die an den Untersuchungspunkten P5 und P6 in Bad Salzuflen berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen weisen im Prognosenullfall Werte von 30 µg/m<sup>3</sup> bzw. 29 µg/m<sup>3</sup> an der straßennahen Bebauung auf.

Im Untersuchungsgebiet werden an der bestehenden Bebauung im Prognosenullfall keine Überschreitungen des bestehenden Grenzwertes für NO<sub>2</sub>-Immissionen von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel berechnet. Die NO<sub>2</sub>-Belastung ist im Prognosenullfall im Vergleich mit den geltenden Beurteilungswerten als leicht erhöht bis erhöht im Sinne der **Tab. 3.2** einzuordnen. Die NO<sub>2</sub>-Immissionen an den Untersuchungspunkten sind im Prognosenullfall im Sinne der **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Im Planfall werden die höchsten NO<sub>2</sub>-Immissionen längs der ausgebauten Trasse der B 236 im Bereich des Gewerbegebiets Meerbreite mit Werten bis 30 µg/m<sup>3</sup> berechnet (siehe **Abb. 6.2**). In den Knotenbereichen B 239 / K 30 / L772 sowie B 239 / K 4 werden vereinzelt NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Werten bis 30 µg/m<sup>3</sup> berechnet. In einem Bereich bis etwa 20 m vom Fahrbahnrand entfernt werden NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 26 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Entlang der übrigen betrachteten Straßenabschnitte der L 772 und der K 4 liegen die berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 26 µg/m<sup>3</sup>.

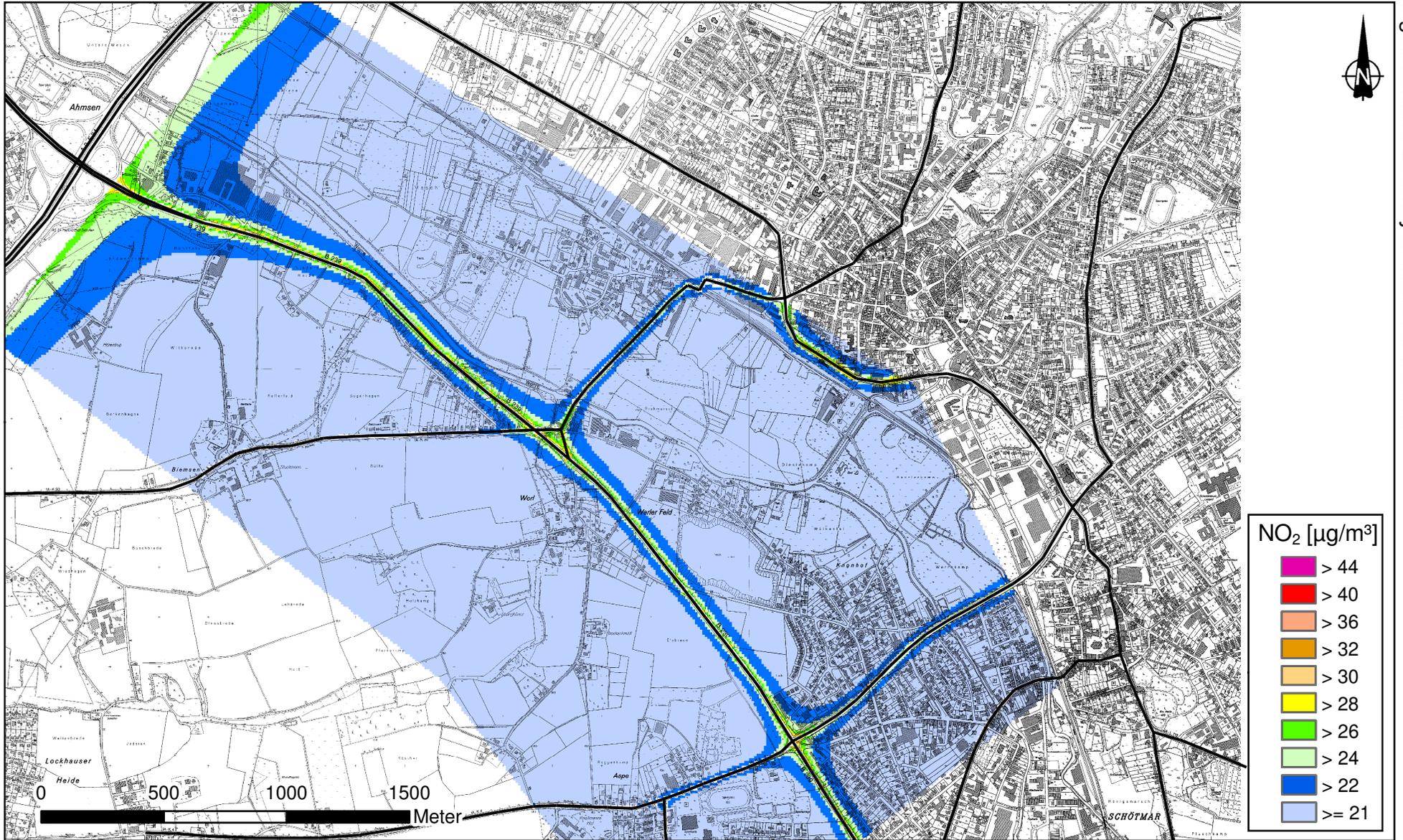


Abb. 6.1: Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in [µg/m<sup>3</sup>] im Untersuchungsgebiet für den Prognosenußfall 2016

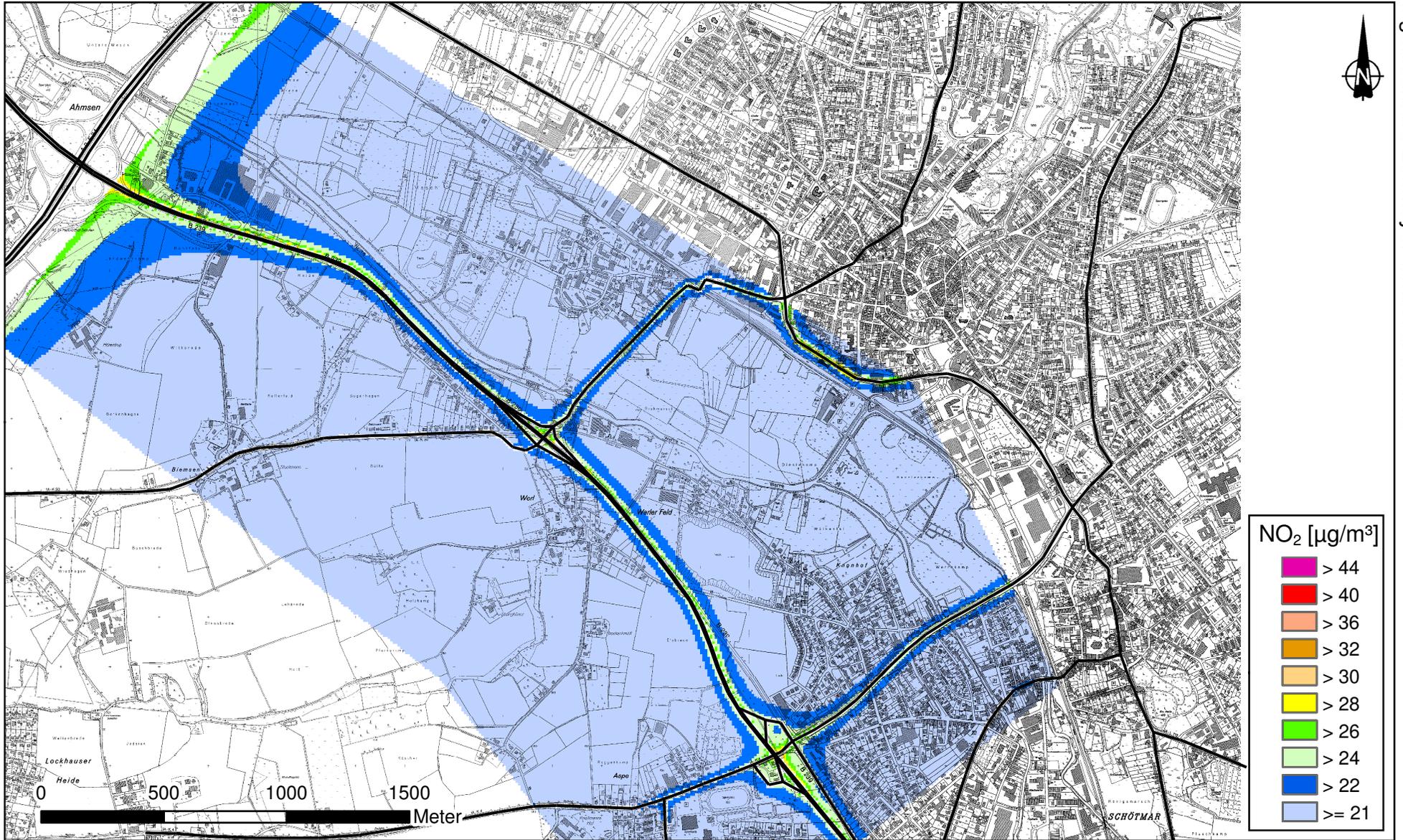
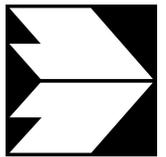


Abb. 6.2: Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in [µg/m<sup>3</sup>] im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2016



In der **Tab. 6.1** sind exemplarisch die Immissionen einiger ausgewählter Untersuchungspunkte (vgl. **Abb. 4.1**) aufgeführt.

Unter- suchungspunkt	Immissionen in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]				Anzahl PM10-Tagesmittel > $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	NO <sub>2</sub> -JMW	NO <sub>2</sub> -98P	PM10-JMW	PM2.5-JMW	
<b>Prognosenullfall 2016</b>					
1	27	64	22	16	21
2	24	62	22	16	20
3	25	66	22	16	21
4	26	60	22	16	21
5	30	66	23	17	24
6	29	65	23	17	23
7	24	59	22	16	20
<b>Planfall 2016</b>					
1	24	60	22	16	20
2	23	61	22	15	20
3	24	62	22	15	20
4	26	61	22	16	21
5	29	65	23	17	24
6	28	64	23	17	23
7	24	60	22	16	20
Grenzwerte bzw. Schwellenwert					
	40	130	40	25	35

Tab. 6.1: Immissionen an ausgewählten Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiet nach **Abb. 4.1** (JMW = Jahresmittel, 98P = 98-Perzentil)

An der zur Trasse der B 239 nächstgelegenen Bebauung werden im Planfall an den Untersuchungspunkten P3 sowie im Knotenbereich der B 239 / K 30 / L772 an den Untersuchungspunkten P1 und P2 Werte von  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet (siehe **Tab. 6.1**). An der straßennahen Bebauung im Bereich der Verbindungsstraßen L 772 und der K 4 werden trotz einer geringfügigen Verkehrszunahme auf diesen Stecken an den Untersuchungspunkten P4 und P7 noch Werte von  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Die an den Untersuchungspunkten P5 und P6 in Bad Salzuflen berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen weisen im Plan-

fall infolge der Verkehrsminderung Werte von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der straßennahen Bebauung auf.

Im Untersuchungsgebiet werden an der bestehenden Bebauung im Planfall keine Überschreitungen des bestehenden Grenzwertes für  $\text{NO}_2$ -Immissionen von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel erwartet. Die  $\text{NO}_2$ -Belastung ist im Planfall im Vergleich mit den geltenden Beurteilungswerten als leicht erhöht bis erhöht im Sinne der **Tab. 3.2** einzuordnen. Die  $\text{NO}_2$ -Immissionen an den Untersuchungspunkten sind im Planfall im Sinne der **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die berechneten  $\text{NO}_2$ -Kurzzeitbelastungen (98-Perzentilwerte) führen im Prognosenullfall und im Planfall im Untersuchungsgebiet an der straßennahen Bebauung zu Konzentrationen unter  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die 39. BImSchV (2010) sieht eine Bestimmung der Kurzzeitbelastung von  $\text{NO}_2$  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 im Prognosenullfall und im Planzustand deutlich unterschritten wird. Auf grafische Darstellungen wird hier verzichtet.

## 6.2 Feinstaubimmissionen (PM10)

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen (PM10) liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von  $50 \mu\text{g PM10}/\text{m}^3$  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.

Die höchsten PM10-Belastungen im Untersuchungsgebiet treten im Prognosenullfall entlang der bestehenden B 239 in Bereich südlich zur Anschlussstelle zur A 2 auf (siehe **Abb. 6.3**). Hier werden Werte bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Für den überwiegenden Teil des Untersuchungsgebiets werden Werte bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bestimmt; dies entspricht etwa der PM10-Hintergrundbelastung. An den Untersuchungspunkten P1 bis P3 entlang der B 239 bzw. im Kreuzungsbereich zur K 30 / L 772 (siehe **Tab. 6.1**) werden an der straßennahen Bebauung  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Entlang der L 772 bzw. der K 4 werden an den Untersuchungspunkten

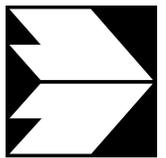
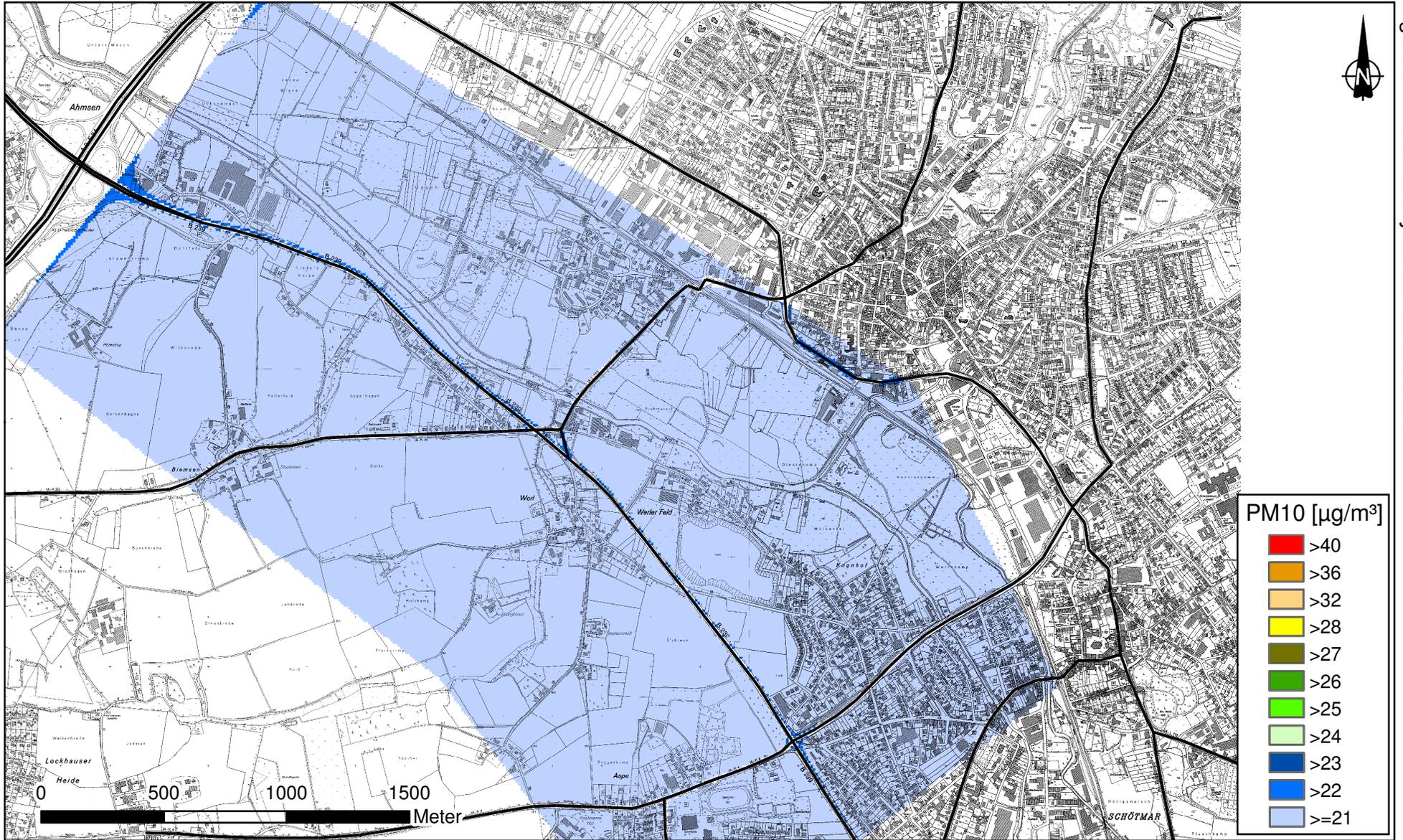


Abb. 6.3: Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] im Untersuchungsgebiet für den Prognosefall 2016

P4 und P7 Werte von  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der straßen nahen Bebauung in Bad Salzuflen (Untersuchungspunkte P5 und P6, siehe **Tab. 6.1**) wird im Prognosenullfall eine PM10-Immission von  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der geltende Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für das PM10-Jahresmittel wird an der bestehenden Bebauung im Prognosenullfall eingehalten. Der Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den vorliegenden Berechnungsergebnissen an der bestehenden Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten. Im Sinne der **Tab. 3.2** sind die PM10-Immissionen im Vergleich mit den bestehenden Beurteilungswerten als leicht erhöht einzuordnen. An straßen nahen Gebäuden werden im Prognosenullfall maximal  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel erreicht. Dies entspricht im Sinne der **Tab. 3.2** einer leicht erhöhten Immission.

Im Planfall werden die höchsten PM10-Konzentrationen entlang der ausgebauten B 239 mit Werten bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet (siehe **Abb. 6.4**). Im überwiegenden Teil des Untersuchungsgebiets werden PM10-Konzentrationen bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An den Untersuchungspunkten P1 bis P3, an der straßen nahen Bebauung zur B 239 sowie im Kreuzungsbereich derselben zur K 30 bzw. L 772 gelegen, (siehe **Tab. 6.1**) werden Werte von  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bestimmt. Die Untersuchungspunkte P4 und P7 an der L 772 bzw. der K 4 gelegen, bleiben mit  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wie die übrigen Punkte gegenüber dem Prognosenullfall unverändert. Die Untersuchungspunkte P5 und P6 in Bad Salzuflen sind gegenüber dem Prognosenullfall mit  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ebenfalls unverändert.

Im Planfall wird der Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für das PM10-Jahresmittel an der bestehenden Bebauung entsprechend den Berechnungen nicht erreicht und nicht überschritten. Im Sinne der **Tab. 3.2** sind die PM10-Immissionen als leicht erhöht einzuordnen. An straßen nahen Gebäuden werden im Planfall Werte von maximal  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel erreicht. Dies entspricht im Sinne der **Tab. 3.2** einer leicht erhöhten Immission.

An der straßen nahen Bebauung wird der Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel für die Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung weder im Prognosenullfall noch im Planfall erreicht. Damit ist an der beurteilungsrelevanten straßen nahen Bebauung auch die Einhaltung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes zu erwarten.

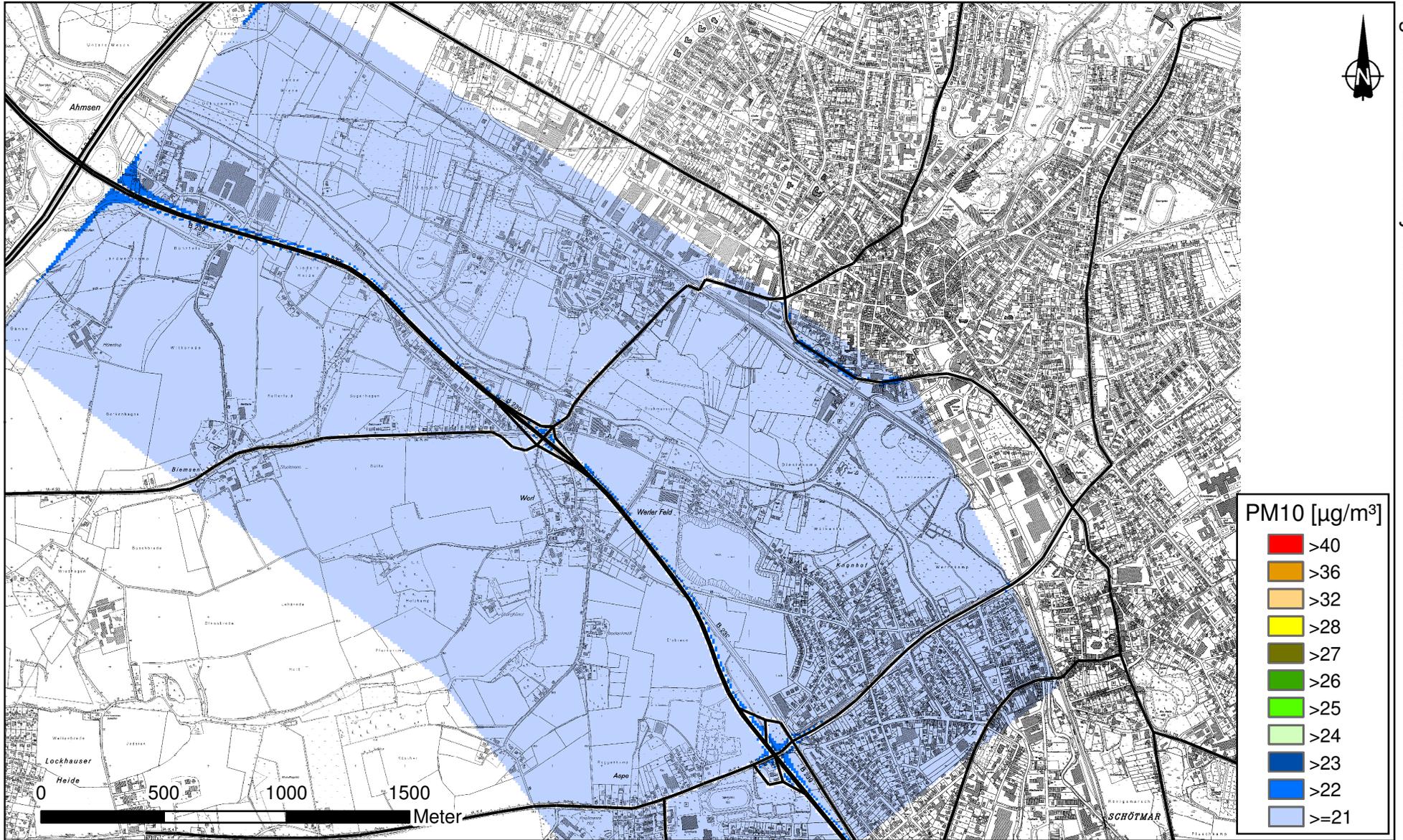


Abb. 6.4: Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2016

### 6.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5)

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen (PM2.5) liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Grenzwert (Jahresmittelwert) von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2015 einzuhalten ist und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist. Im folgenden werden die berechneten PM2.5-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diskutiert.

**Abb. 6.5** und **Abb. 6.6** zeigen die flächenhafte Darstellung der für das Bezugsjahr 2016 berechneten PM2.5-Immissionen im Jahresmittel.

Erhöhte PM2.5-Belastungen treten im Prognosenullfall entlang der bestehenden B 239, der L 772 sowie entlang der K 4 auf (siehe **Abb. 6.5**). Hier werden Werte bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Entlang der Hauptverkehrsstraßen in Bad Salzuflen treten die höchsten PM2.5-Konzentrationen mit Werten bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf. Für den überwiegenden Teil des Untersuchungsgebiets werden Werte bis  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bestimmt; dies entspricht etwa der PM2.5-Hintergrundbelastung. An den Untersuchungspunkten P1 bis P3 im Bereich der B 239 sowie der L 772 und der K 30 (siehe **Tab. 6.1**) werden an der straßennahen Bebauung PM2.5-Konzentrationen von  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An den Untersuchungspunkten P4 und P7 werden ebenfalls  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der straßennahen Bebauung prognostiziert. An der straßenahen Bebauung in Bad Salzuflen (Untersuchungspunkte P5 und P6, siehe **Tab. 6.1**) wird im Prognosenullfall eine PM2.5-Immission von  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für das PM2.5-Jahresmittel wird an der bestehenden Bebauung im Prognosenullfall eingehalten. Im Sinne der **Tab. 3.2** sind die PM2.5-Immissionen im Vergleich mit den bestehenden Beurteilungswerten als leicht erhöht einzuordnen. An straßennahen Gebäuden werden im Prognosenullfall maximal  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel erreicht. Dies entspricht im Sinne der **Tab. 3.2** einer leicht erhöhten Immission.

Im Planfall werden entlang der B 239 PM2.5-Konzentrationen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet (siehe **Abb. 6.6**). Entlang der L 772 und im Bereich der K 4 treten PM2.5-Immissionen mit Werten bis  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf. Entlang der Hauptverkehrsstraßen in Bad Salzuflen wird eine PM2.5-Konzentration bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der Bebauung am Untersuchungspunkt P1 im Kreuzungsbereich der B 239 / L 772 (siehe **Tab. 6.1**) wird ein PM2.5-Wert von  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bestimmt. An den Untersuchungspunkten P2 und P3 werden im Vergleich zum Prognosenullfall im Planfall geringere PM2.5-Werte von  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

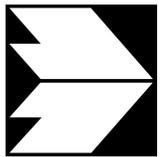
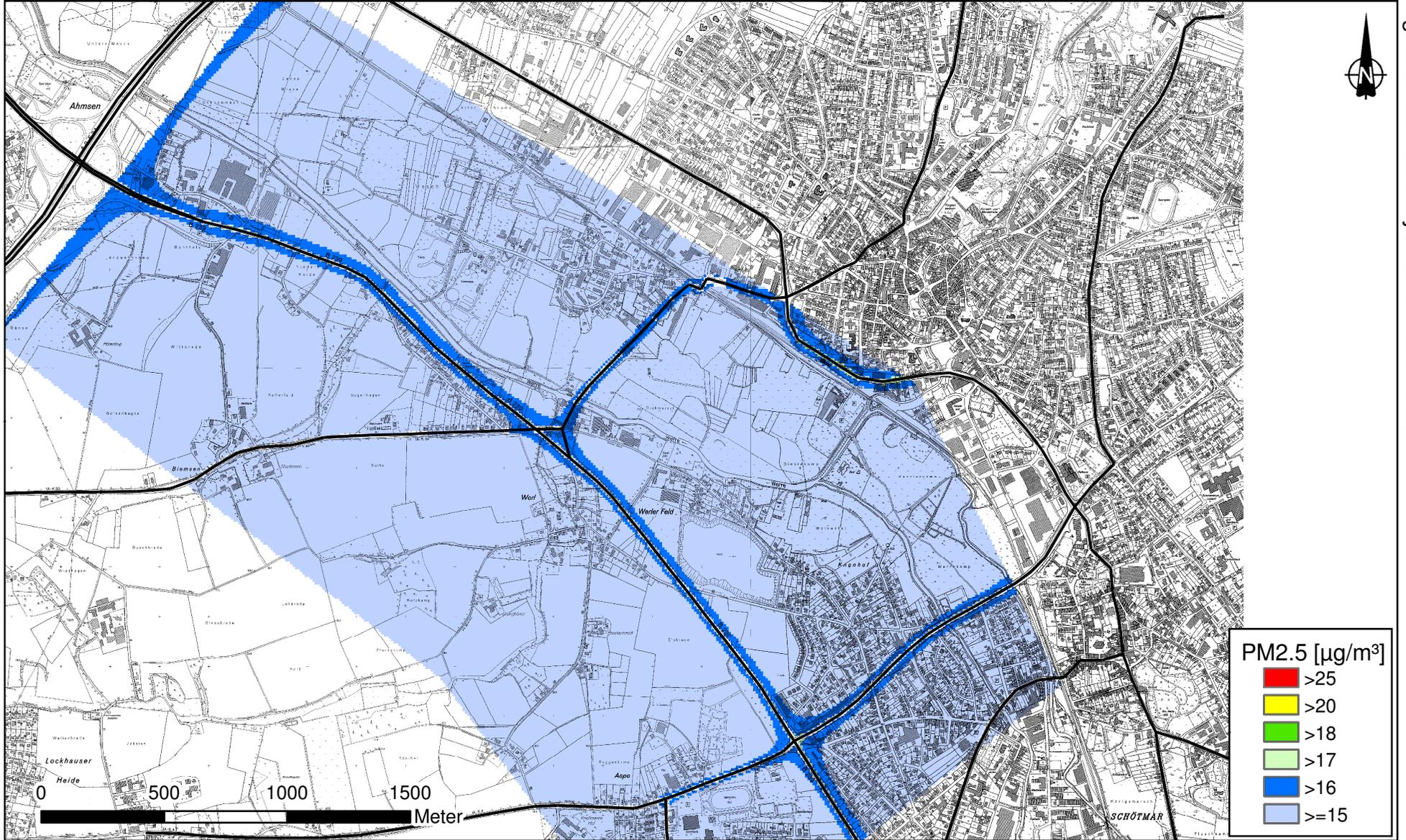


Abb. 6.5: Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] im Untersuchungsgebiet für den Prognosenußfall 2016

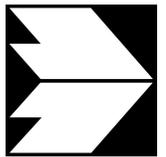
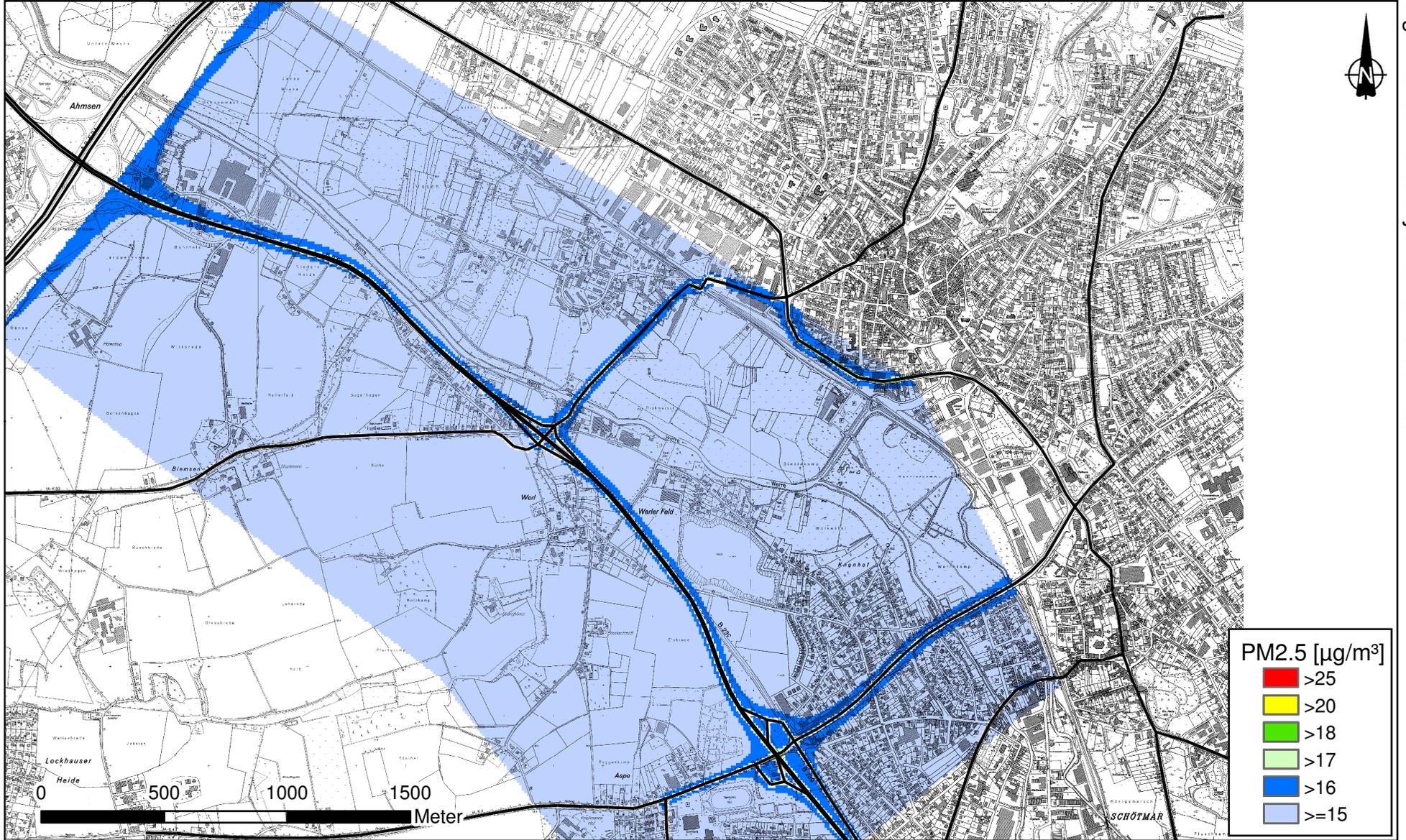


Abb. 6.6: Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2016

An der straßennahen Bebauung entlang der L 772 sowie der K 4 werden an den Untersuchungspunkten P4 und P7 (siehe **Tab. 6.1**) gegenüber dem Prognosenullfall im Planfall unveränderte PM2.5-Konzentrationen von  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An den Untersuchungspunkten P5 und P6 in Bad Salzuflen werden gegenüber dem Prognosenullfall unveränderte PM2.5-Konzentrationen von jeweils  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für das PM2.5-Jahresmittel wird an der bestehenden Bebauung im Planfall eingehalten. Im Sinne der **Tab. 3.2** sind die PM2.5-Immissionen im Vergleich mit den bestehenden Beurteilungswerten als leicht erhöht einzuordnen. An straßennahen Gebäuden werden im Planfall bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel erreicht. Dies entspricht im Sinne der **Tab. 3.2** einer leicht erhöhten Immission.

Nach den vorliegenden Ergebnissen für das Bezugsjahr 2016 sind auch keine Konflikte mit dem Richtgrenzwert für das PM2.5-Jahresmittel von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2020 gelten soll, zu erwarten.

## 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.
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): 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 (2009): Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2007. Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen. Verkehrstechnik, Heft V 178. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, Januar 2009.

- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu den Feinstaubfraktion PM2.5 an den Immissionsschutz? In: Immissionsschutz 3/09.
- CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory 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 the health impacts of exposure to PM2.5 at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate Change, June 2009.
- DTV-Verkehrsconsult (2010): Verkehrsgutachten für die B 239n zwischen Bad Salzuflen und Lage. Projektnummer 10-0130. Aachen, Dezember 2010.
- 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 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von PM10-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003.  
[www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1](http://www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1).
- 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.

- 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. Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- LANUV NRW (2004-2010): Jahreskenngrößen und Jahresauswertung nach EU-Luftqualitätsrichtlinie 2003-2009, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de).
- 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.
- Lohmeyer (2010): Verursacher, flächenhafte Belastung und Tendenzen für PM2.5 in Sachsen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul. Auftraggeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Dresden.
- Lohmeyer (2004): FE 02.222/2002/LRB, PM10-Emissionen an Außerortsstraßen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach, Projekt 70016-03-10, Berichtsentwurf vom 30.04.2004.
- LUA NRW (2005): Persönliche Mitteilung an den Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Niederlassung Bielefeld. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 15. Februar 2005.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de).
- LÜN (2004-2010): Jahresberichte 2003-2009 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.
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J.B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460. Hrsg.: Ministry of Environment – National Environmental Research Institut / Denmark.  
[http://www.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rappporter/FR460.PDF](http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rappporter/FR460.PDF)
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Bössinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- TREMODO (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1/Januar 2010. Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. <http://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 A 1**  
**BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF-**  
**KONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN**

## **A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN**

### **A1.1 Grenzwerte**

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z.B. Stickoxide ( $\text{NO}_x$  als Summe von  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von  $\text{PM}_{10}$  und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für PM<sub>2.5</sub>, Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM<sub>10</sub>-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 <sub>2</sub>	Stundenmittelwert	200 µg/m <sup>3</sup> maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO <sub>2</sub>	Jahresmittelwert	40 µg/m <sup>3</sup>	seit 2010
Partikel (PM <sub>10</sub> )	Tagesmittelwert	50 µg/m <sup>3</sup> maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM <sub>10</sub> )	Jahresmittelwert	40 µg/m <sup>3</sup>	seit 2005
Partikel (PM <sub>2.5</sub> )	Jahresmittelwert	25 µg/m <sup>3</sup>	ab 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m <sup>3</sup>	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m <sup>3</sup>	seit 2005

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

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. Die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV werden u.a. in der 39. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben werden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM<sub>2.5</sub> (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 PM<sub>2.5</sub>-Jahresmittelwert von 25 µg/m<sup>3</sup> aus, der bereits heute eingehalten werden sollte.

Um die Einhaltung des Immissionsgrenzwertes für PM<sub>2.5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> ab dem Jahr 2015 einzuhalten, wird eine die Toleranzmarge von 5 µg/m<sup>3</sup> erlassen, die sich ab dem 1. Januar 2009 jährlich um ein Siebentel (ca. 0.7 µg/m<sup>3</sup>) vermindert.

In der 39. BImSchV wird als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20 %, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m<sup>3</sup> erreicht werden.

## A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

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

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM<sub>2.5</sub>-Richtgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 wird dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft.

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

## **A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION**

Für die Berechnung der Schadstoffimmission an einem Untersuchungspunkt wird das mathematische Modell PROKAS zur Anwendung gebracht, 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 NO<sub>2</sub> 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 ganz 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 Vorbelastung 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 prognosti-

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

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

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

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

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

Nach BAST (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zählwerten 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 Vorbelastung, d.h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtmissionsbelastung geringer sind.

**A N H A N G A 3**  
**EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE**

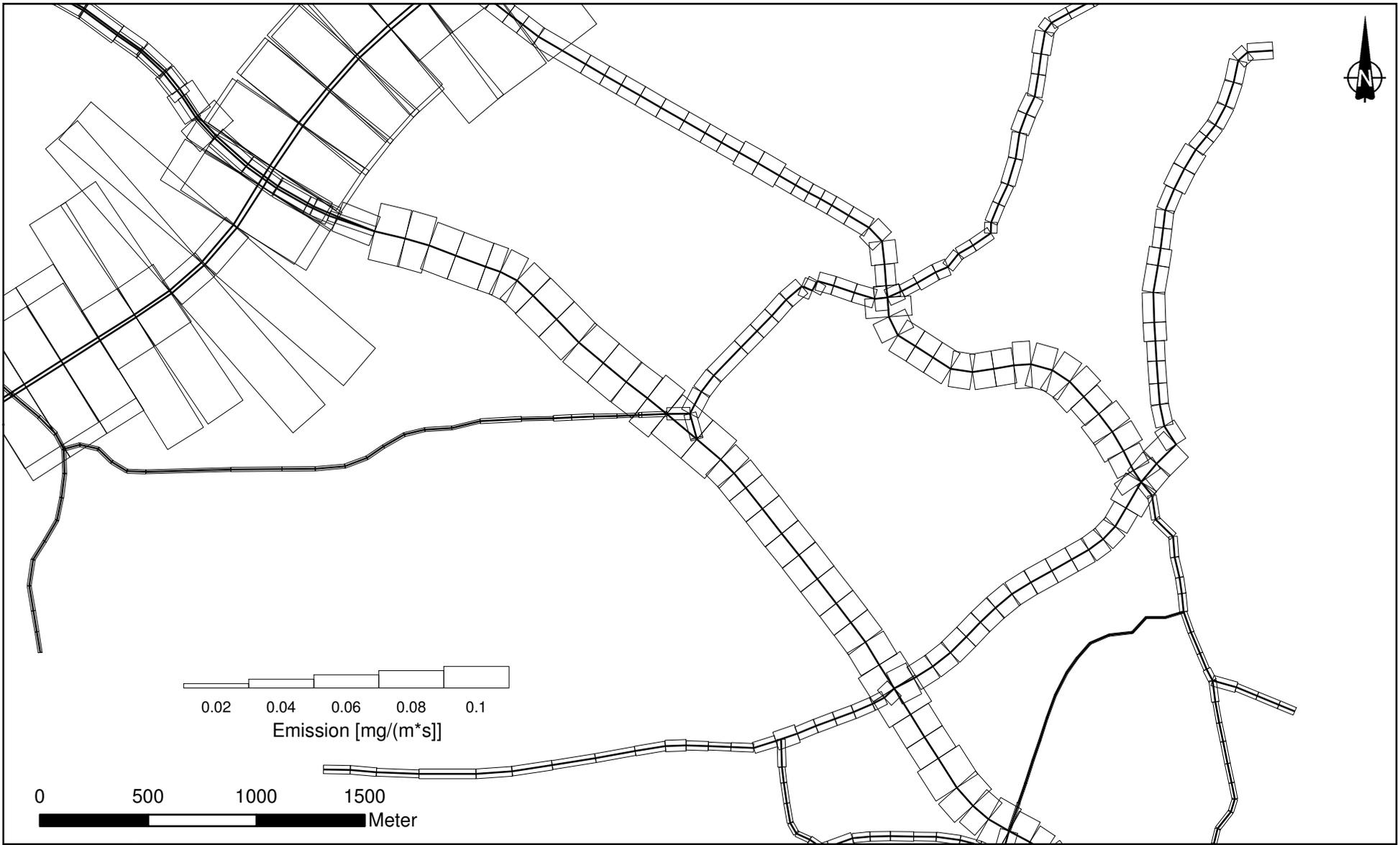


Abb. A3.1: Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

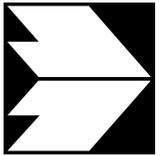
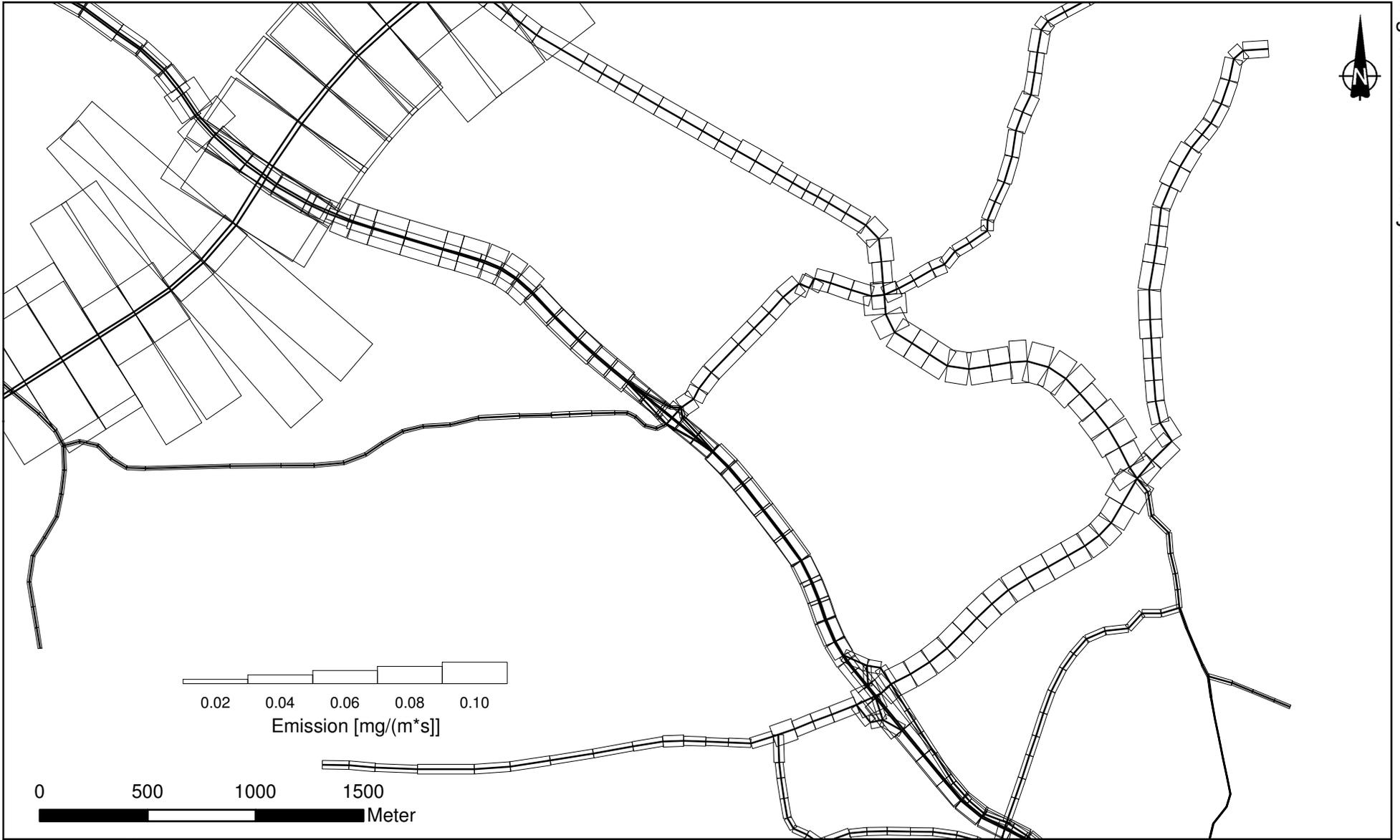


Abb. A3.2: Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Entlang der B 239 sind die Emissionen fahrspurfein dargestellt.

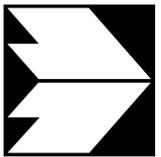
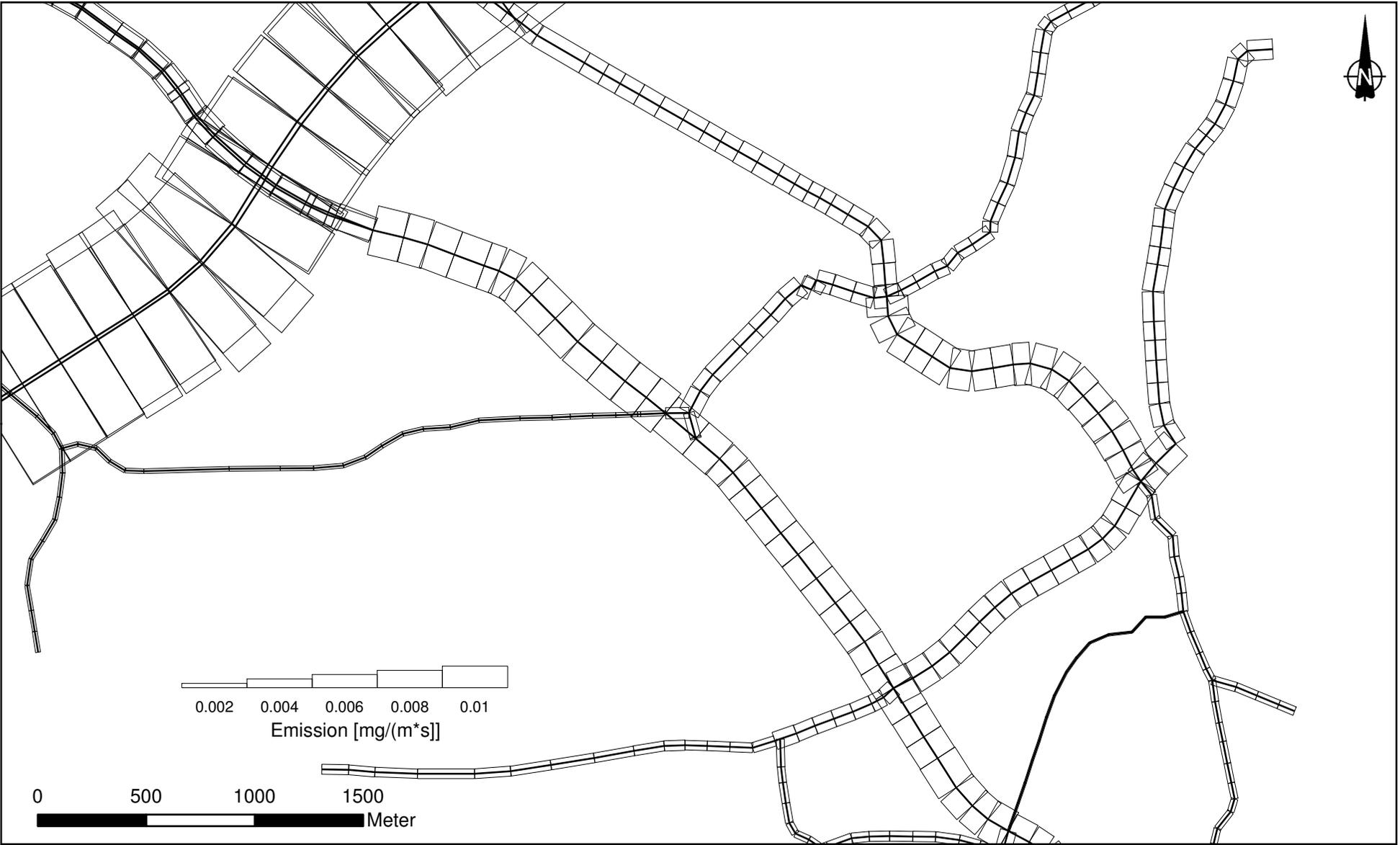


Abb. A3.3: Mittlere PM10-Emissionsdichte im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

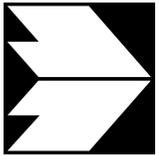
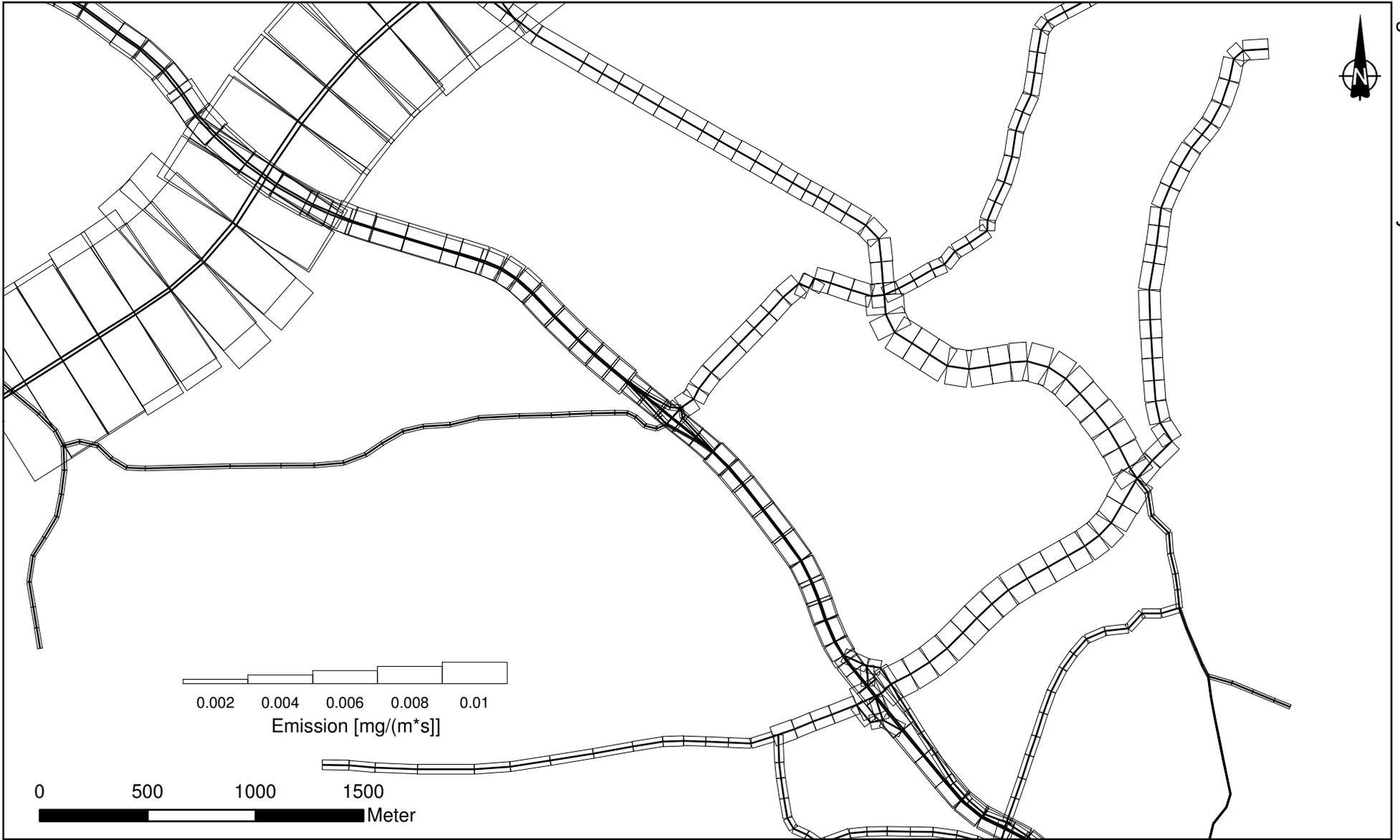


Abb. A3.4: Mittlere PM10-Emissionsdichte im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Entlang der B 239 sind die Emissionen fahrspurfein dargestellt.

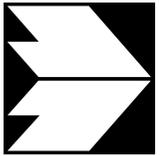
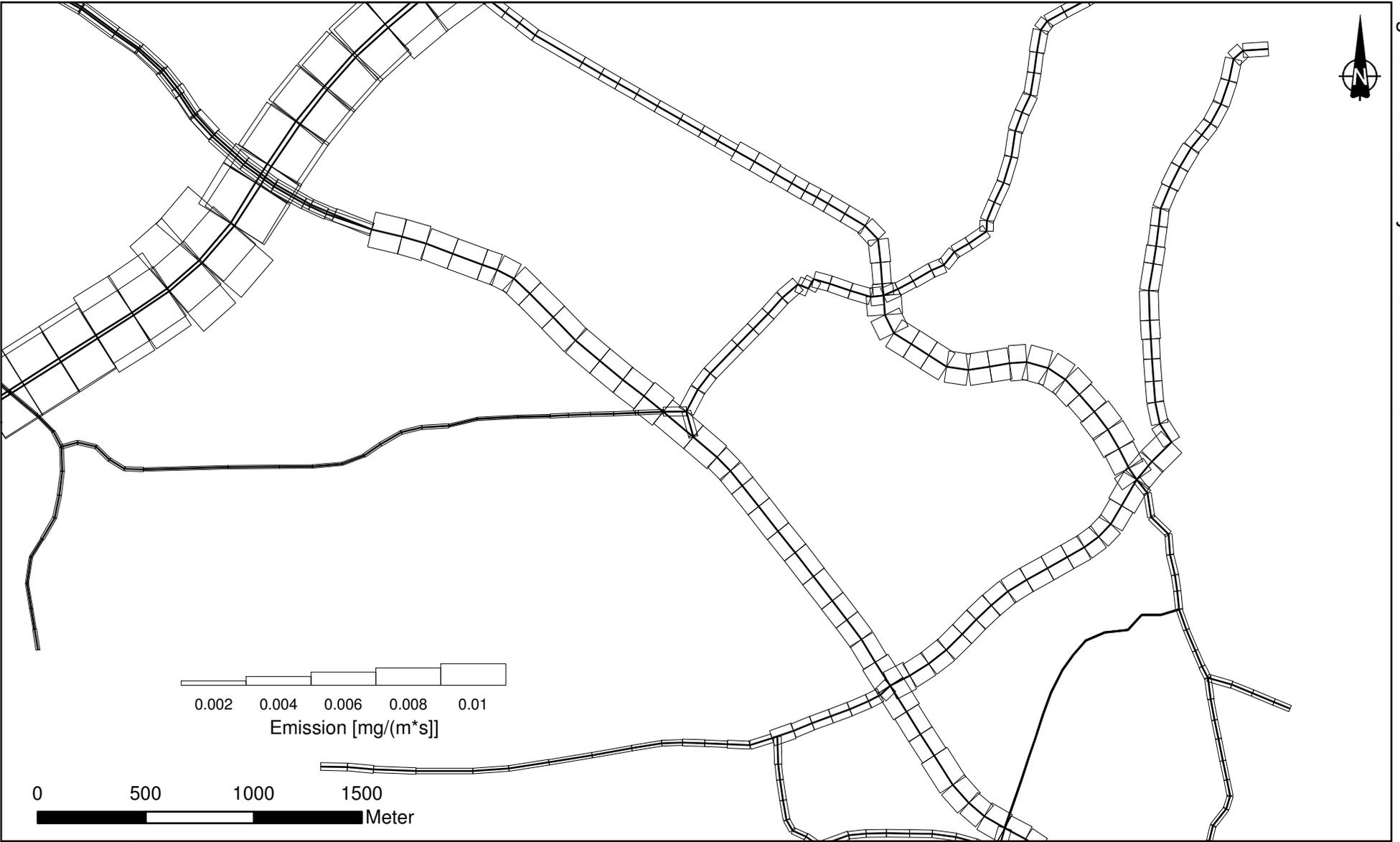


Abb. A3.5: Mittlere PM2.5-Emissionsdichte im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

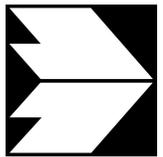
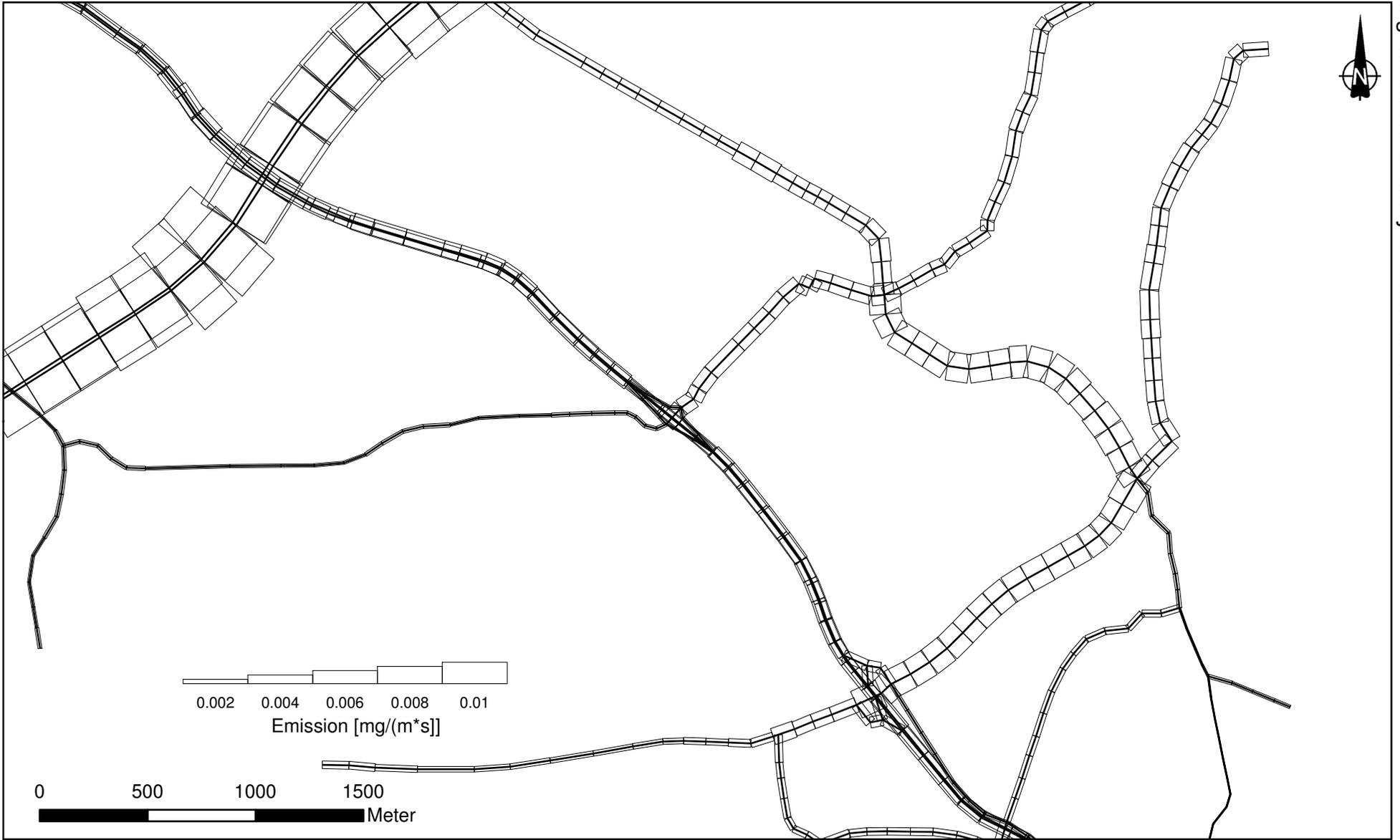


Abb. A3.6: Mittlere PM2.5-Emissionsdichte im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Entlang der B 239 sind die Emissionen fahrspurfein dargestellt.