

**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

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

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

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

**Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG**

## **LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN FÜR DIE ANSIEDLUNG VON ZWEI MÖBELHÄUSERN IN KIEL**

Auftraggeber: M+O Immissionsschutz  
Ingenieurgesellschaft für das Bauwesen mbH  
Gewerbering 2  
22113 Oststeinbek

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

Dr.-Ing. W. Bächlin

Oktober 2013  
Projekt 62235-12-01  
Berichtsumfang 62 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>                            | <b>1</b>  |
| <b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>  | <b>8</b>  |
| 3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe ..... | 8         |
| 3.2 Berechnungsverfahren.....  | 9         |
| 3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....   | 10        |
| <b>4 EINGANGSDATEN .....</b>   | <b>13</b> |
| 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....               | 13        |
| 4.2 Verkehrsdaten .....  | 15        |
| 4.3 Meteorologische Daten .....  | 15        |
| 4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft .....                      | 18        |
| <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 .....                      | 26        |
| 5.3 Emissionen des ruhenden Verkehrs .....                             | 27        |
| 5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....                     | 27        |
| <b>6 IMMISSIONEN.....</b>  | <b>29</b> |
| 6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO <sub>2</sub> ).....               | 29        |
| 6.2 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>10</sub> ) .....                    | 34        |
| 6.3 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>2.5</sub> ) .....                   | 38        |
| <b>7 LITERATUR .....</b>   | <b>42</b> |

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN<br/>AN KFZ-STRASSEN .....</b>                   | <b>47</b> |
| <b>A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR<br/>IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION .....</b> | <b>51</b> |
| <b>A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE.....</b>  | <b>57</b> |

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

## ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

### **Emission / Immission**

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

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

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

### **Grenzwerte / Vorsorgewerte**

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

### **Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)**

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

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

### **Verkehrssituation**

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

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

Mit Feinstaub bzw. PM10 / PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen größe selektierenden 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

Im Westen von Kiel ist die Ansiedlung von zwei Möbelhäusern vorgesehen. Das Plangebiet befindet sich in einem Bereich, der von der A 215, dem Westring, dem Hasseldieksdammer Weg und dem Olof-Palme-Damm (B 76) umgrenzt wird. Die verkehrliche Anbindung erfolgt über den Westring. Auf dem beplanten Gelände ist derzeit eine Kleingartensiedlung angesiedelt.

Für diese Planungen war ein Luftschadstoffgutachten hinsichtlich der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen entsprechend den Anforderungen an die Bauleitplanung zu erstellen. Zu betrachten waren ein Referenzzustand (Prognosenullfall) und ein Planzustand für das Planjahr der frühesten Inbetriebnahme der geplanten Nutzung. Die Beurteilung erfolgt nach der 39. BImSchV für die verkehrsbedingten Schadstoffe NO<sub>2</sub> und Feinstaub (PM10 und PM2.5).

Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet wurden mit dem Modell PROKAS die Emissionen des Verkehrs auf den berücksichtigten Straßen berechnet. Das Verkehrsaufkommen wurde durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Aus den Verkehrsbelegungsdaten wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt für das Prognosejahr im "Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA" Version 3.1 (UBA, 2010) veröffentlichten Emissionsfaktoren die Emissionen auf allen Straßenabschnitten berechnet. Die Emissionen der Feinstaubpartikel des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA 3.1 nicht behandelt. Die Feinstaubemissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung erfolgte auf der Grundlage der Ergebnisse von Forschungsarbeiten (BAST, 2005; Düring und Lohmeyer, 2011; CORINAIR, 2007).

Die Immissionsberechnungen erfolgten mit dem Modell PROKAS unter Einbeziehung der lokalen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik, der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen sowie der aus den Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung. Die Beurteilung für die Schadstoffe NO<sub>2</sub> und Feinstaub (PM10 und PM2.5) erfolgte im Vergleich mit geltenden Beurteilungswerten, das sind Grenzwerte der 39. BImSchV für den Prognosenullfall und den Planfall 2014.

### Ergebnisse

Die Immissionssituation im Untersuchungsgebiet wird geprägt durch die Beiträge der B 76 und A 215, dabei treten die höchsten Schadstoffbelastungen straßennah an der B 76 und der A 215 sowie im Bereich der bestehenden Anschlussstellenzufahrten auf. Mit den Pla-

nungen sind auf den unmittelbar an das Bebauungsplangebiet angrenzenden Straßen, insbesondere am Westring (K 10), sowie im Bereich des Bebauungsplangebietes aufgrund der mit den Planungen verbundenen höheren Verkehrsbelegungen im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall Zunahmen der Schadstoffbelastungen verbunden.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z.B. Wohnbebauung, führen. An der zum Westring nächstgelegenen Bebauung südlich des Kreuzungsbereiches mit dem Schützenwall/A 215 sind im Prognosenullfall  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen bis  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der zum Kreuzungsbereich nächstgelegenen Bebauung bis  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel berechnet. An der nördlich des Kreuzungsbereiches Schützenwall/A 215 auf der Ostseite des Westrings gelegenen Bebauung (Schulgebäude) sind  $\text{NO}_2$ -Immissionen über  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. An der zum Hasseldieksdammer Weg nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung sind im Prognosenullfall  $\text{NO}_2$ -Immissionen über  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bis  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Kreuzungsbereich mit dem Westring berechnet. Auf dem Gelände der bestehenden Kleingartensiedlung sind im Prognosenullfall  $\text{NO}_2$ -Immissionen bis  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der südlich der Kleingartensiedlung zur A 215 nächstgelegenen Einzelbebauung berechnet.

Im Planfall sind an der zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Einzelbebauung südlich des Plangebietes gegenüber dem Prognosenullfall um weniger als  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der nördlich des Kreuzungsbereiches Westring/ Schützenwall/ A 215 auf der Ostseite des Westrings gelegenen Bebauung (Schulgebäude) sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der zum Kreuzungsbereich nächstgelegenen Bebauung und bis  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der zur geplanten Zufahrt zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen Bebauung berechnet. Südlich der Kreuzung Westring/ Schützenwall/ A 215 sind an der zum Westring nächstgelegenen Bebauung im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen mit Jahresmittelwerten bis  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der zum Hasseldieksdammer Weg nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare  $\text{NO}_2$ -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird den Berechnungsergebnissen zufolge sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2014 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zum Bebauungsplangebiet und einer der Hauptverkehrsstraßen nächstgelegenen Bebauung. Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Jahresmittelwerte) sind in Bezug auf den Grenzwert an der Bebauung im Untersuchungsgebiet nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die berechneten PM10-Immissionen führen an der zum Westring nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Bebauung südlich des Kreuzungsbereiches mit der Straße Schützenwall/ A 215 im Prognosenullfall 2014 zu PM10-Immissionen bis 22 µg/m<sup>3</sup>, an der zum Kreuzungsbereich nächstgelegenen Bebauung bis 23 µg/m<sup>3</sup>. An der nördlich davon zum Westring nächstgelegenen Bebauung (Schulgebäude) sind im Prognosenullfall PM10-Konzentrationen unter 21 µg/m<sup>3</sup> und im Kreuzungsbereich mit dem Hasseldieksdammer Weg vereinzelt bis 22 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. An der südlich der bestehenden Kleingartensiedlung zur A 215 nächstgelegenen Einzelbebauung sind im Prognosenullfall PM10-Immissionen bis 21 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall PM10-Gesamtbelastungen bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet.

Im Planfall sind an der zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Einzelbebauung südlich des Plangebietes gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig erhöhte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der auf der Ostseite des Westrings zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen Bebauung (Schulgebäude) sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um weniger als 1 µg/m<sup>3</sup> erhöhte PM10-Immissionen bis 21 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. An der zum Kreuzungsbereich des Westrings mit der Straße Schützenwall/ A 215 nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig erhöhte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 23 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2014 an der beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zum Bebauungsplangebiet und einer Hauptverkehrsstraße nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM10-Jahresmittelwerte nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte

Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Die berechneten PM2.5-Immissionen führen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet im Planfall zu mit dem Prognosenullfall vergleichbaren PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der zum Westring nächstgelegenen Bebauung südlich der Kreuzung Westring/ Schützenwall/ A 215 und unter  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen Bebauung (Schulgebäude). Damit wird sowohl der im Jahr 2014 einzuhaltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als auch der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entsprechend den Immissionsberechnungen an der beurteilungsrelevanten Bebauung im gesamten Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen Bebauung.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass die Planungen zum Neubau der Möbelhäuser an der bestehenden Randbebauung der unmittelbar an das Bebauungsplangebiet angrenzenden Straßen zu einer geringen Erhöhung der verkehrsbedingten Immissionen führen, dort entsprechend den Prognosen jedoch keine Konflikte mit den geltenden Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit zu erwarten sind.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Im Westen von Kiel ist die Ansiedlung von zwei Möbelhäusern vorgesehen. Das Plangebiet befindet sich in einem Bereich, der von der A 215, dem Westring, dem Hasseldieksdammer Weg und dem Olof-Palme-Damm (B 76) umgrenzt wird. Die verkehrliche Anbindung erfolgt über den Westring.

Für diese Planungen ist ein Luftschadstoffgutachten hinsichtlich der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen entsprechend den Anforderungen an die Bauleitplanung zu erstellen. Zu betrachten sind ein Referenzzustand (Prognosenußfall) und ein Planzustand für das Planjahr der frühesten Inbetriebnahme der geplanten Nutzung. Die Beurteilung erfolgt nach der 39. BImSchV für die verkehrsbedingten Schadstoffe NO<sub>2</sub> und Feinstaub (PM10 und PM2.5).

### 3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v.a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO<sub>2</sub> und PM10 die 22. BImSchV ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10 und PM2.5). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich und wird hier nicht durchgeführt.

#### 3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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

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

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

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

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

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

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

### 3.2 Berechnungsverfahren

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

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

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden für das Prognosejahr 2014 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA nicht behandelt. Die Berechnung dieser Emissionen erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von aktuellen Forschungsarbeiten (BAST, 2005; Düring und Lohmeyer, 2011; CORINAIR, 2007). Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (VDI, 2003).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen sowie der typisiert berücksichtigten Straßenrandbebauung 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. Die Berücksichtigung der NO-NO<sub>2</sub>-Konversion erfolgt mit einem vereinfachten Chemiemodell (Düring et al., 2011) unter Berücksichtigung der direkten NO<sub>2</sub>-Freisetzung des Kfz-Verkehrs und einer Ozon-Hintergrundbelastung von 49 µg/m<sup>3</sup>.

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 NO<sub>2</sub> einen Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000)

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

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

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

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

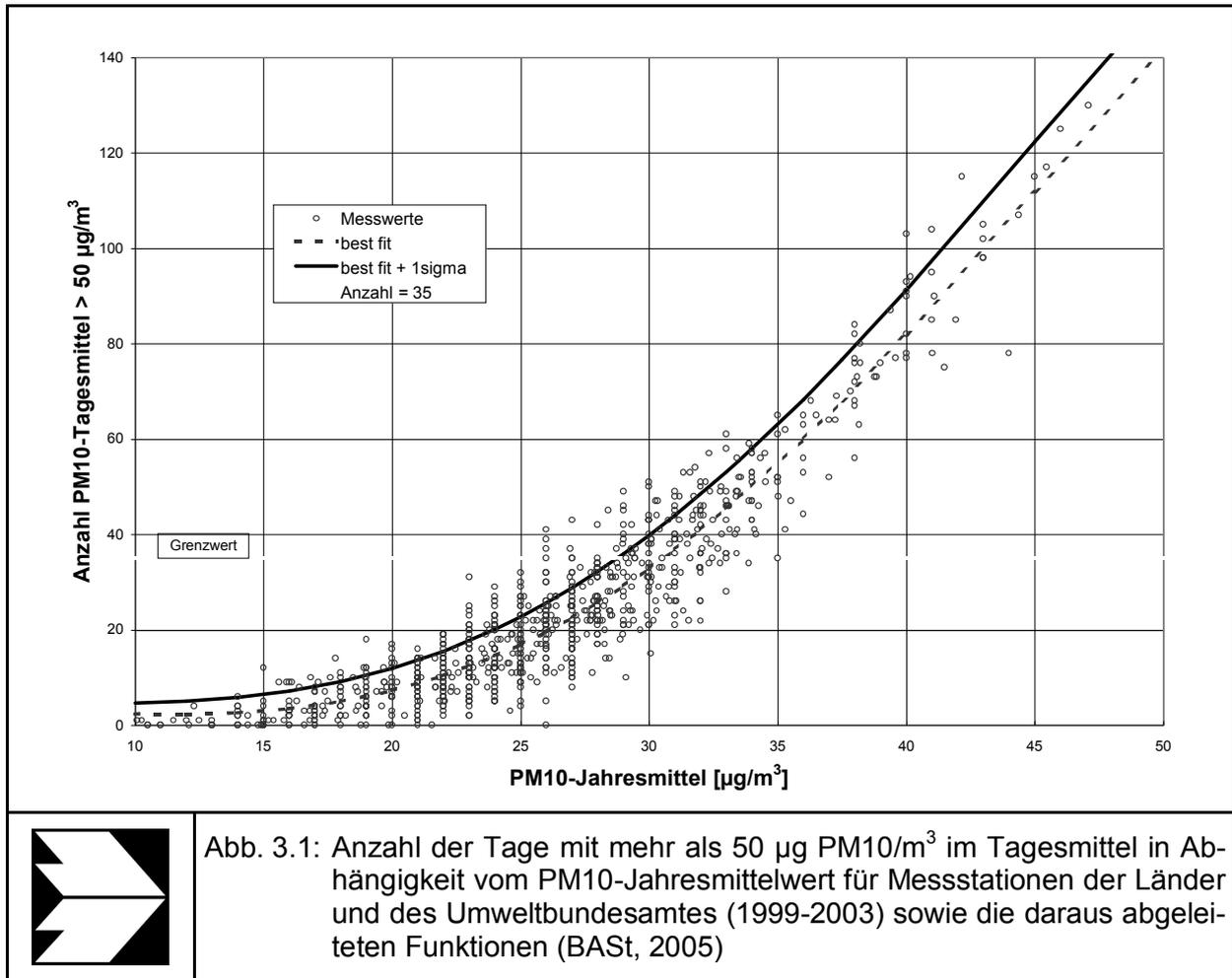


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit mehr als 50  $\mu\text{g PM10}/\text{m}^3$  im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BAST, 2005)

## 4 EINGANGSDATEN

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

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

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

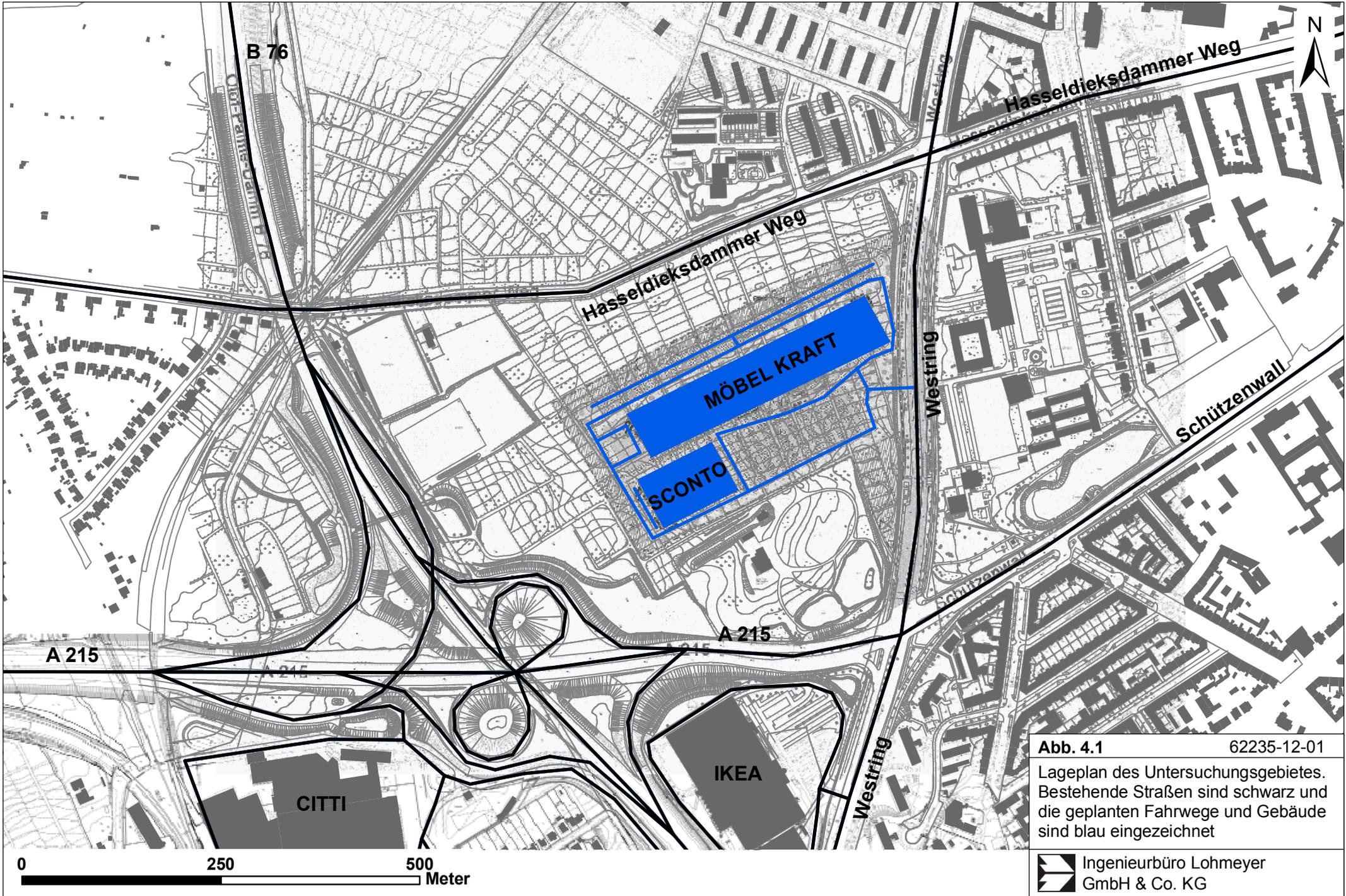
- Übersichtskarte Anlage 2, 05/2012
- Lageplan mit Orthophotos, Anlage 3, 06/2012
- Lageplan Anlage 4, 03/2012
- Topographische Karten und Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die Lage des Untersuchungsgebietes ist in **Abb. 4.1** dargestellt. Das Bebauungsplangebiet befindet sich im Westen von Kiel zwischen dem Olof-Palme-Damm (B 76) im Westen und dem Westring (K 10) im Osten. Im Süden grenzt das Bebauungsplangebiet an die A 215 und die Anschlussstelle A 215/B 76 und im Norden an den Hasseldieksdammer Weg an.

Im Bereich des Bebauungsplangebietes sind zwei Möbelhäuser geplant, deren verkehrliche Anbindung über den Westring (K 10) erfolgen soll. Der Mündungsbereich der geplanten Zufahrt in den Westring soll dabei über eine Lichtsignalanlage geregelt werden; die damit auf dem Westring verbundene Änderung des Verkehrsflusses wird in der Emissionsberechnung berücksichtigt. Die bestehende Kleingartensiedlung entfällt im Zuge der Planungen.

Südlich des Bebauungsplangebietes befinden sich auf der Südseite der A 215 weitere Möbelhäuser und Shoppingcenter mit Stellplätzen für PKW, die in den Emissions- und Immissionsberechnungen berücksichtigt werden.



**Abb. 4.1** 62235-12-01  
 Lageplan des Untersuchungsgebietes.  
 Bestehende Straßen sind schwarz und  
 die geplanten Fahrwege und Gebäude  
 sind blau eingezeichnet

## 4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit dem „Verkehrs- und Erschließungsgutachten zum Neubau eines Möbelmarktes und eines Möbeldiscountmarktes im Zuge des Westrings (K 10)“ zur Verfügung gestellt (WVK, 2013). Darin sind für das Betrachtungsgebiet mit direkter Umgebung Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) und der LKW-Anteile in % für den Prognose Nullfall und den Planfall 2030 enthalten. Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle in **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** aufgezeigt.

Das mit den geplanten Möbelhäusern verbundene Verkehrsaufkommen wird in WVK (2013) an Werktagen mit insgesamt 3 788 Kfz/24h bei 84 LKW/24h und an Samstagen mit 5474 Kfz/24h bei 84 LKW/24h angegeben. Diese Verkehrsbelegungsdaten wurden herangezogen und als mittlere tägliche Verkehrsbelastungen anteilmäßig auf die geplanten Fahrwege bzw. den Rand der Stellplatzanlagen im Bebauungsplangebiet verteilt.

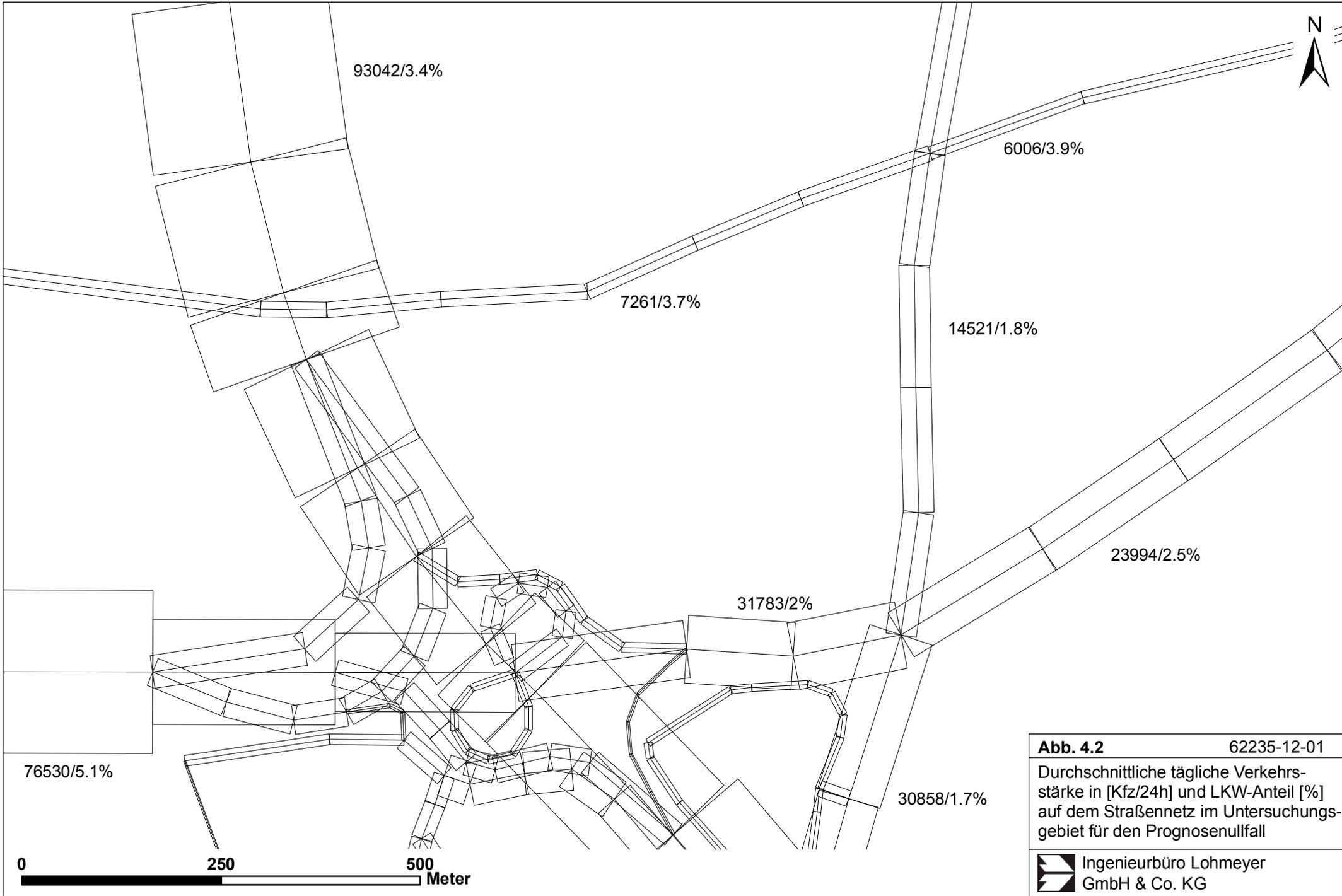
Die oben beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten für das Jahr 2030 werden hier auf das Prognosejahr 2014 angewendet, was einer konservativen Vorgehensweise entspricht, da somit eine Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren für die Prognose entsteht.

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. Die in diesem Gutachten verwendeten Verkehrstagesganglinien beruhen auf typisierten Tagesganglinien der B 76 aus BASt (2010).

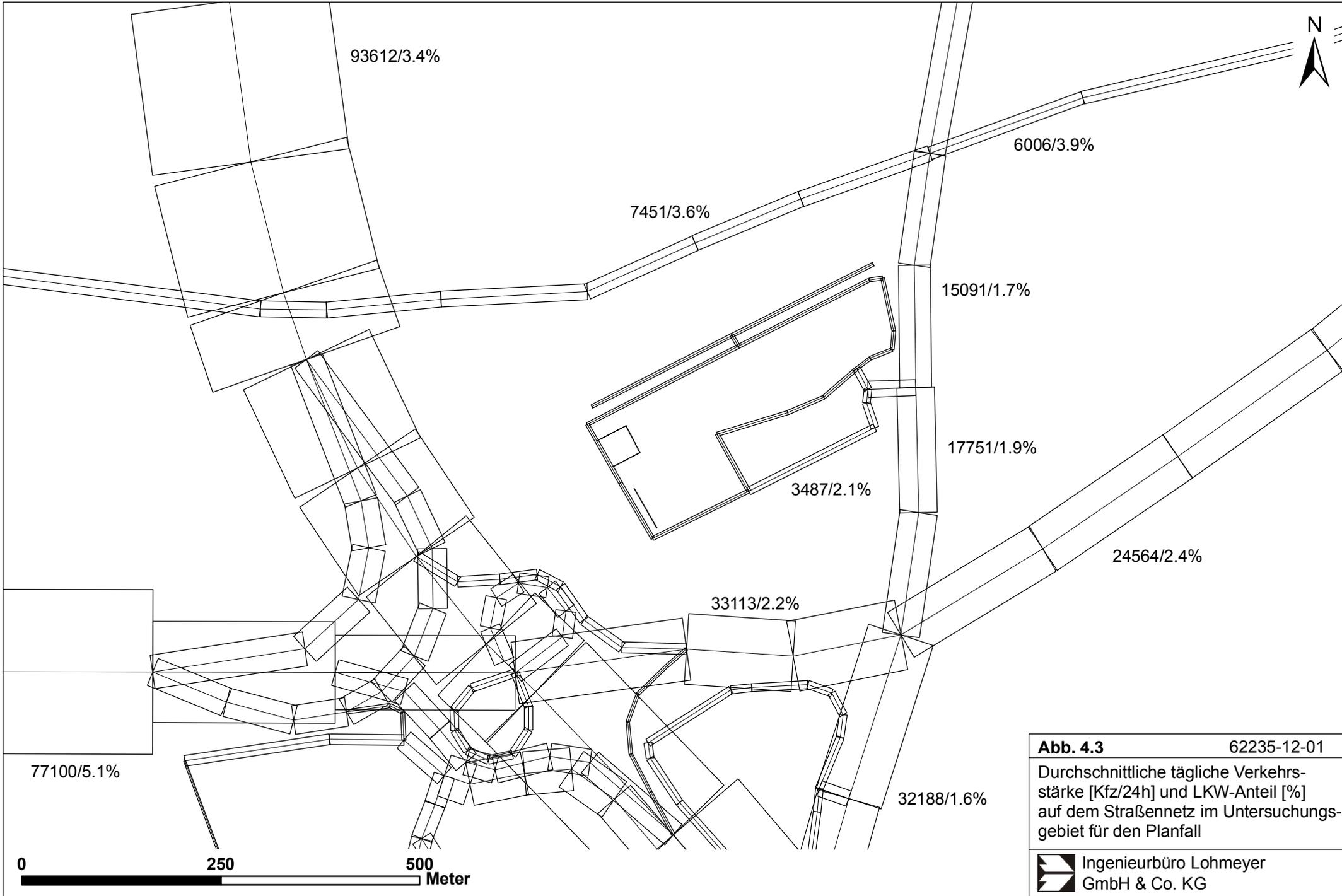
## 4.3 Meteorologische Daten

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 Betrachtungsgebietes finden durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) Windmessungen an der Station Kiel-Holtenau statt. Die Station liegt ca. 7 km nördlich des Untersuchungsgebietes und ca. 1.5 km nördlich der Schleuse Kiel-Holtenau an einem Flugplatzgelände und ist als repräsentativ für die zu betrachtende Umgebung anzusehen.



|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <b>Abb. 4.2</b>   | 62235-12-01                          |
| Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall |                                      |
|   | Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG |



**Abb. 4.3** 62235-12-01  
 Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [Kfz/24h] und LKW-Anteil [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

0 250 500 Meter

Die Windrichtungsverteilung der Station Kiel-Holtenau ist in **Abb. 4.4** dargestellt. Die Hauptwindrichtung wird durch Winde aus südwestlichen bis westlichen Richtungen geprägt. Winde aus nordöstlichen bis östlichen Richtungen bilden ein Nebenmaximum. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in der Messhöhe ca. 3.7 m/s.

Für die Ausbreitungsrechnungen im Plangebiet in Kiel wird die Ausbreitungsklassenstatistik von Kiel-Holtenau unter Berücksichtigung der durch die umliegende städtische Bebauung bedingten Rauigkeiten im Plangebiet angesetzt.

#### **4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft**

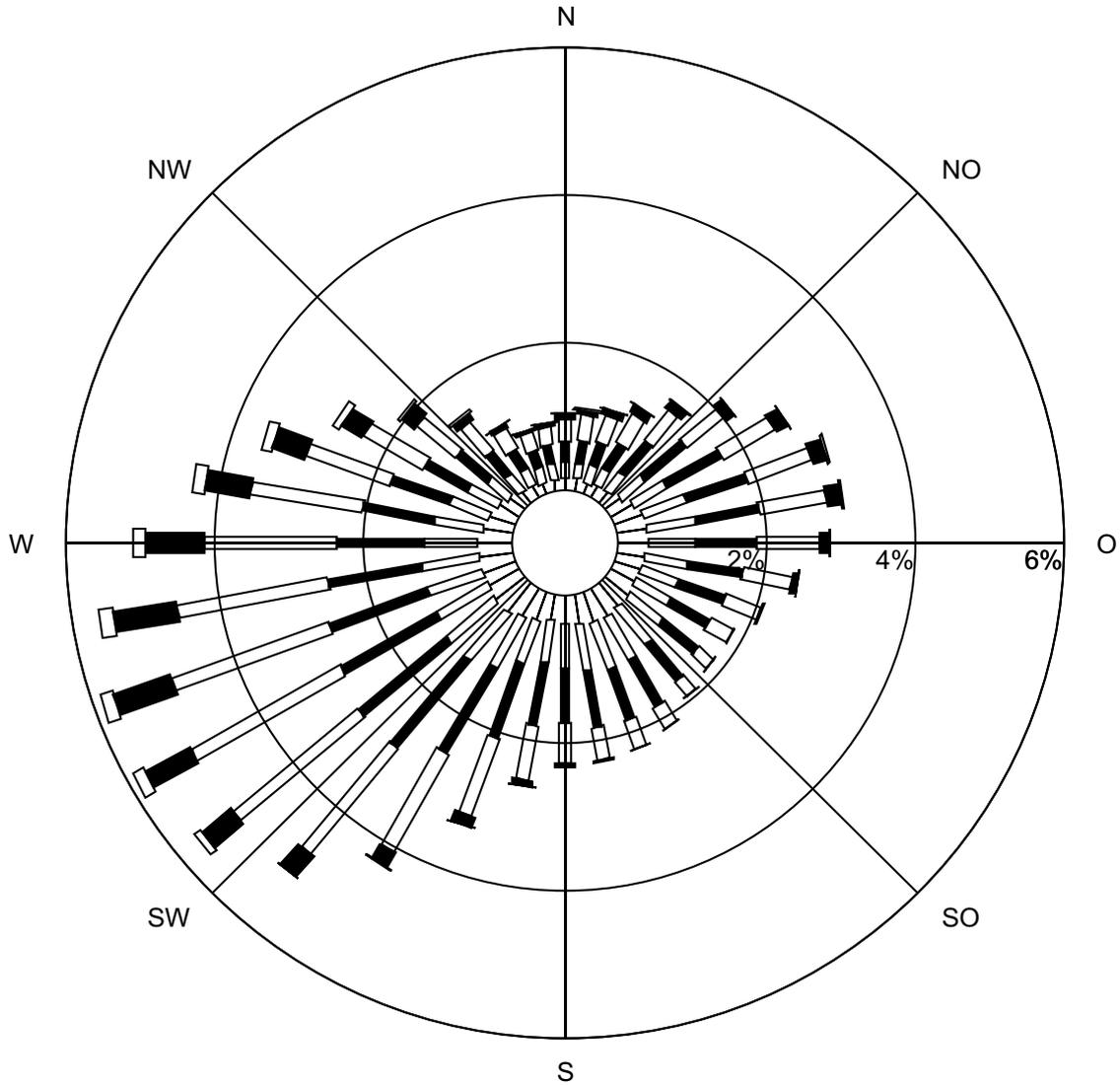
Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem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

Das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR) betreibt das Messnetz für Luftschadstoffe in Schleswig-Holstein. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (Staatliches Umweltamt Itzehoe, 2004-2008; LLUR, 2009-2013). Die vorliegenden Daten für dem Untersuchungsgebiet nächstgelegene Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt.

Die Station Kiel, Max-Planck-Straße stellt die zum Untersuchungsgebiet nächstgelegene Messstation dar und ist ca. 1 km südöstlich des Untersuchungsgebietes in städtischem Gebiet in einer Nebenstraße gelegen. Die Stationen Kiel, Theodor-Heuss-Ring (B 76) und Kiel, Bahnhofstraße sind ca. 2 km südöstlich des Untersuchungsgebietes an Hauptverkehrsstraßen gelegen. Die Station Bornhöved befindet sich ca. 26 km südostsüdlich des Plangebietes und ist in ländlichem Gebiet gelegen.

Weiterhin liegt der „Luftreinhalteplan Kiel“ (LLUR, 2009) vor, in dem die Hintergrundbelastung von Kiel fachlich abgeleitet wird. Für das Stadtgebiet von Kiel wird demnach in Orientierung an den Messwerten der Station Kiel, Schauenburgerstraße, die bis einschließlich 2006 betrieben wurde, für NO<sub>2</sub> eine Hintergrundbelastung von 22 µg/m<sup>3</sup> genannt. Für den westlichen Stadtrandbereich zeigen die Messdaten verringerte Werte.

# Windverteilung in Prozent



|                    |               |                |         |                 |
|--------------------|---------------|----------------|---------|-----------------|
| Station            | : Kiel        | Häufigkeit ABK | —       | kleiner 1.4 m/s |
| Zeitraum           | : 1991 - 2000 | I              | ▬▬      | 1.4 bis 2.3 m/s |
| Meßhöhe            | : 10.0 m      | II             | ▬▬▬     | 2.4 bis 3.8 m/s |
| mittl. Windgeschw. | : 3.7 m/s     | III/1          | ▬▬▬▬    | 3.9 bis 6.9 m/s |
|                    |               | III/2          | ▬▬▬▬▬   | 7.0 bis 10 m/s  |
|                    |               | IV             | ▬▬▬▬▬▬  | größer 10 m/s   |
|                    |               | V              | ▬▬▬▬▬▬▬ |                 |



Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Station Kiel - Holtenau (Quelle: DWD)

| Schadstoffkomponente   | Zeitraum | Kiel, Max-Planck-Straße | Kiel, Theodor-Heuss-Ring (B 76) | Kiel, Bahnhofstraße | Kiel, Schauenburgerstraße | Bornhöved |
|--|----------|-------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------|
| NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwert (µg/m <sup>3</sup> )           | 2003     | -                       | -                               | -                   | 24                        | 14        |
|  | 2004     | -                       | -                               | -                   | 21                        | 12        |
|  | 2005     | -                       | -                               | 60                  | 22                        | 12        |
|  | 2006     | -                       | 40                              | 62                  | 22                        | 13        |
|  | 2007     | 19                      | 40                              | 58                  | -                         | 11        |
|  | 2008     | 18                      | -                               | 58                  | -                         | 12        |
|  | 2009     | 21                      | -                               | 58                  | -                         | 12        |
|  | 2010     | 20                      | -                               | 54                  | -                         | 13        |
|  | 2011     | 19                      | 59                              | 53                  | -                         | 13        |
|  | 2012     | 19                      | 63                              | 39                  | -                         | 12        |
| NO <sub>2</sub> 98-Perzentilwert (µg/m <sup>3</sup> )            | 2003     | -                       | -                               | -                   | -                         | -         |
|  | 2004     | -                       | -                               | -                   | -                         | -         |
|  | 2005     | -                       | -                               | -                   | -                         | -         |
|  | 2006     | -                       | -                               | -                   | -                         | -         |
|  | 2007     | 49                      | 82                              | 129                 | -                         | 39        |
|  | 2008     | 50                      | -                               | 130                 | -                         | 38        |
|  | 2009     | 55                      | -                               | 136                 | -                         | 43        |
|  | 2010     | -                       | -                               | -                   | -                         | -         |
|  | 2011     | -                       | -                               | -                   | -                         | -         |
|  | 2012     | -                       | -                               | -                   | -                         | -         |
| PM10-Jahresmittelwert (µg/m <sup>3</sup> )                       | 2003     | -                       | -                               | -                   | 23                        | 23        |
|  | 2004     | -                       | -                               | -                   | 18                        | 18        |
|  | 2005     | -                       | -                               | 26                  | 18                        | 18        |
|  | 2006     | -                       | 21                              | 28                  | 19                        | 19        |
|  | 2007     | 19                      | 22                              | 24                  | -                         | 17        |
|  | 2008     | 20                      | -                               | 23                  | -                         | 16        |
|  | 2009     | 17                      | -                               | 25                  | -                         | -         |
|  | 2010     | 20                      | -                               | 24                  | -                         | 20        |
|  | 2011     | 23                      | -                               | 26                  | -                         | 20        |
|  | 2012     | 18                      | -                               | 20                  | -                         | 17        |
| PM10-Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m <sup>3</sup> ) | 2003     | -                       | -                               | -                   | 30                        | 26        |
|  | 2004     | -                       | -                               | -                   | 6                         | 7         |
|  | 2005     | -                       | -                               | 7                   | 6                         | 7         |
|  | 2006     | -                       | 1                               | 27                  | 3                         | 12        |
|  | 2007     | 2                       | 4                               | 11                  | 0                         | 4         |
|  | 2008     | 4                       | -                               | 5                   | -                         | 1         |
|  | 2009     | 4                       | -                               | 10                  | -                         | -         |
|  | 2010     | 14                      | -                               | 21                  | -                         | 13        |
|  | 2011     | 17                      | -                               | 30                  | -                         | 18        |
|  | 2012     | 5                       | -                               | 4                   | -                         | 5         |
| PM2.5-Jahresmittelwert (µg/m <sup>3</sup> )                      | 2009     | -                       | -                               | 17                  | -                         | -         |
|  | 2010     | -                       | -                               | 17                  | -                         | 16        |
|  | 2011     | -                       | -                               | 17                  | -                         | 16        |
|  | 2012     | -                       | -                               | 14                  | -                         | 11        |

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (Staatliches Umweltamt Itzehoe, 2004-2008; LLUR, 2009-2013)

Aus den verfügbaren Messdaten der nächstgelegenen Station Kiel, Max-Planck-Straße werden für die Immissionsprognosen die Werte der **Tab. 4.2** für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet angesetzt, wobei aus der zeitlichen Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Messdaten der dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Station Kiel, Max-Planck-Straße sowohl für NO<sub>2</sub> als auch für PM10 eine Hintergrundbelastung von 20 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet wird.

| Schadstoff      | Jahresmittelwert<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | 98-Perzentilwert<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|-----------------|--|--|
| NO <sub>2</sub> | 20                                       | 55                                       |
| PM10            | 20                                       | --                                       |
| PM2.5           | 15                                       | --                                       |

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2012/14

Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM10 und PM2.5. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein Verhältnis von PM2.5 zu PM10 zwischen 0.5 und 0.8. Bruckmann et al. (2009) beziffern das Verhältnis zwischen 0.63 und 0.71. Dabei wird hier an Hintergrundstationen im Vergleich zu Stationen in Quellnähe (Verkehr und Industrie) ein höheres Verhältnis von PM2.5 zu PM10 bestimmt.

Auf Grundlage dieser Verhältnisse von PM2.5 zu PM10 und der oben genannten Messwerte wird für das Untersuchungsgebiet eine PM2.5-Hintergrundbelastung von 15 µg/m<sup>3</sup> angesetzt.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o.a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Für das zu betrachtende Prognosejahr zeigen Abschätzungen (RLuS, 2012) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen für NO<sub>2</sub> um ca. 5 % und für Feinstaub (PM10 und PM2.5) um ca. 2 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktionen verzichtet.

## 5 EMISSIONEN

### 5.1 Betrachtete Schadstoffe

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

### 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 PKW, INfz, LKW und Busse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),

- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z.B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 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; Israël et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

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

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

|             |   |
|-------------|---|
| IOS-AB100:  | Städtische Autobahn, Tempolimit 100 km/h  |
| IOS-AB80:   | Städtische Autobahn, Tempolimit 80 km/h   |
| IOS-HVS70:  | Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h  |
| IOS-HVS60:  | Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h  |
| IOS-HVS50:  | Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h  |
| IOS-HVS50d: | Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr   |
| IOS-NS30d:  | Städtische Neben- bzw. Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr                                 |
| IOS-NS30s:  | Städtische Neben- bzw. Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h, Stop- & Go-Verkehr (hier für Stellplatzanlagen) |

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen.

Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt.

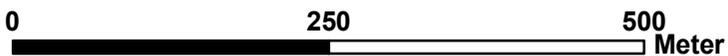
| Straßenparameter  |                       | spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2014 |        |                           |        |                                     |       |                    |       |
|-------------------|-----------------------|--|--------|---------------------------|--------|-------------------------------------|-------|--------------------|-------|
| Verkehrssituation | Geschwindigkeit (PKW) | NO <sub>x</sub>                                  |        | PM10 / PM2.5 (nur Abgase) |        | PM 10 (nur Abrieb und Aufwirbelung) |       | PM2.5 (nur Abrieb) |       |
|                   |                       | LV   | SV     | LV                        | SV     | LV                                  | SV    | LV                 | SV    |
| IOS-AB100         | 96.9                  | 0.316  | 2.115  | 0.0105                    | 0.0408 | 0.022                               | 0.200 | 0.011              | 0.041 |
| IOS-AB100_2       | 96.9                  | 0.348  | 2.423  | 0.0117                    | 0.0371 | 0.022                               | 0.200 | 0.011              | 0.041 |
| IOS-AB80          | 79.0                  | 0.262  | 2.172  | 0.0097                    | 0.0417 | 0.022                               | 0.200 | 0.014              | 0.044 |
| IOS-AB80+2        | 79.0                  | 0.402  | 3.383  | 0.0127                    | 0.0567 | 0.022                               | 0.200 | 0.014              | 0.044 |
| IOS-AB80-2        | 79.0                  | 0.147  | 1.384  | 0.0073                    | 0.0199 | 0.022                               | 0.200 | 0.014              | 0.044 |
| IOS-AB80_2        | 79.0                  | 0.274  | 2.383  | 0.0100                    | 0.0383 | 0.022                               | 0.200 | 0.014              | 0.044 |
| IOS-AB80_4        | 79.0                  | 0.341  | 2.686  | 0.0108                    | 0.0363 | 0.022                               | 0.200 | 0.014              | 0.044 |
| IOS-HVS50         | 45.0                  | 0.317  | 4.171  | 0.0115                    | 0.0498 | 0.022                               | 0.200 | 0.021              | 0.062 |
| IOS-HVS50_2       | 45.0                  | 0.335  | 3.492  | 0.0116                    | 0.0511 | 0.022                               | 0.200 | 0.021              | 0.062 |
| IOS-HVS50d        | 37.0                  | 0.410  | 5.128  | 0.0132                    | 0.0711 | 0.030                               | 0.300 | 0.022              | 0.062 |
| IOS-HVS50d-2      | 37.0                  | 0.313  | 3.544  | 0.0110                    | 0.0515 | 0.030                               | 0.300 | 0.022              | 0.062 |
| IOS-HVS50d_2      | 37.0                  | 0.424  | 4.425  | 0.0134                    | 0.0712 | 0.030                               | 0.300 | 0.022              | 0.062 |
| IOS-HVS60         | 52.0                  | 0.306  | 3.312  | 0.0108                    | 0.0424 | 0.022                               | 0.200 | 0.019              | 0.057 |
| IOS-HVS60+2       | 52.0                  | 0.432  | 3.817  | 0.0136                    | 0.0610 | 0.022                               | 0.200 | 0.019              | 0.057 |
| IOS-HVS60+4       | 52.0                  | 0.581  | 5.241  | 0.0165                    | 0.0751 | 0.022                               | 0.200 | 0.019              | 0.057 |
| IOS-HVS60-2       | 52.0                  | 0.224  | 2.027  | 0.0088                    | 0.0255 | 0.022                               | 0.200 | 0.019              | 0.057 |
| IOS-HVS60-4       | 52.0                  | 0.158  | 0.757  | 0.0072                    | 0.0148 | 0.022                               | 0.200 | 0.019              | 0.057 |
| IOS-HVS70         | 66.2                  | 0.305  | 2.810  | 0.0109                    | 0.0394 | 0.022                               | 0.200 | 0.016              | 0.053 |
| IOS-HVS70_2       | 66.2                  | 0.322  | 2.988  | 0.0112                    | 0.0408 | 0.022                               | 0.200 | 0.016              | 0.053 |
| IOS-NS30d         | 26.9                  | 0.438  | 7.207  | 0.0151                    | 0.0918 | 0.050                               | 0.450 | 0.022              | 0.062 |
| IOS-NS30s         | 12.8                  | 0.665  | 10.579 | 0.0209                    | 0.1360 | 0.090                               | 0.800 | 0.022              | 0.062 |

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2014



**Verkehrssituation**

- IOS-AB100
- IOS-AB80
- IOS-HVS50
- IOS-HVS50d
- IOS-HVS60
- IOS-HVS70
- IOS-NS30d
- IOS-NS30s



|   |   |
|---|---|
| <b>Abb. 5.1</b>   | 62235-12-01                             |
| Verkehrssituation auf dem berücksichtigten Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet. |   |
|   | Ingenieurbüro Lohmeyer<br>GmbH & Co. KG |

### 5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

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

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

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

Die Resuspension von eingetragendem Straßenstaub gehört entsprechend derzeitigem Kenntnisstand eher der Partikelfraktion zwischen 2,5 µm und 10 µm an und wird deshalb bei der Betrachtung von PM<sub>2.5</sub> nicht mit berücksichtigt.

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

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

Auf Grundlage der o.a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2.5</sub>-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in der **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

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

### 5.3 Emissionen des ruhenden Verkehrs

Auf dem Gelände der geplanten Möbelhäuser werden durch das An- und Abfahren der Stellplätze sowie durch Rangier- und Startvorgänge verkehrsbedingte Emissionen freigesetzt. Das mit den geplanten Möbelhäusern verbundene Verkehrsaufkommen (siehe Kap. 4.2) wurde als mittlere tägliche Verkehrsbelastungen anteilmäßig auf die geplanten Fahrwege des Geländes verteilt und dort ein Stop- und Go-Verkehr angesetzt, um damit die Beiträge des Parkplatzsuchverkehrs und der Emissionen beim Parkvorgang (Leerlauf, Startvorgänge etc.) zu berücksichtigen. Auf der Zu- und Ausfahrt wird ein stockender Verkehrsfluss angenommen.

Diese Vorgehensweise entspricht einem konservativen Ansatz. Vergleiche mit mittleren Fahrstrecken und Verkehrszuständen für die Parkvorgänge zeigen eher geringere Gesamtemissionen.

Die **Tab. 5.2** zeigt eine Aufstellung der mit der Nutzung der Stellplatzanlagen verbundenen mittleren täglichen Emissionen auf dem Gelände der geplanten Möbelhäuser. Darin sind die Beiträge durch die Zu- und Abfahrt, Rangiermanöver und die Startvorgänge zusammengefasst.

|                 | <b>NO<sub>x</sub> [g/Tag]</b> | <b>PM10 [g/Tag]</b> | <b>PM2.5 [g/Tag]</b> |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Planfall</b> | 3 475.7                       | 504.9               | 189.2                |

Tab. 5.2: Mittlere Gesamtemissionen des ruhenden Verkehrs auf dem Gelände der geplanten Möbelhäuser für das Prognosejahr 2014 in [g/Tag].

### 5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO<sub>x</sub>, 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.

**Tab. 5.3** zeigt exemplarisch für den Westring (K 10) südlich der geplanten Zufahrt zum Bebauungsplangebiet die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für den Prognosenullfall und den Planfall.

| Betrachtungsfall | DTV<br>[Kfz/24 h] | LKW-<br>(SV)-<br>Anteil<br>[%] | Verkehrssituation | $\text{NO}_x$<br>[mg/(m s)] | PM10<br>[mg/(m s)] | PM2.5<br>[mg/(m s)] |
|------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|
| Prognosenullfall | 14 521            | 1.8                            | IOS-HVS50         | 0.0658                      | 0.0063             | 0.0056              |
| Planfall         | 17 751            | 1.9                            | IOS-HVS50d        | 0.1042                      | 0.0103             | 0.0076              |

Tab. 5.3: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für den Westring (K 10) südlich der geplanten Zufahrt zum Bebauungsplangebiet für den Prognosenullfall und den Planfall

## 6 IMMISSIONEN

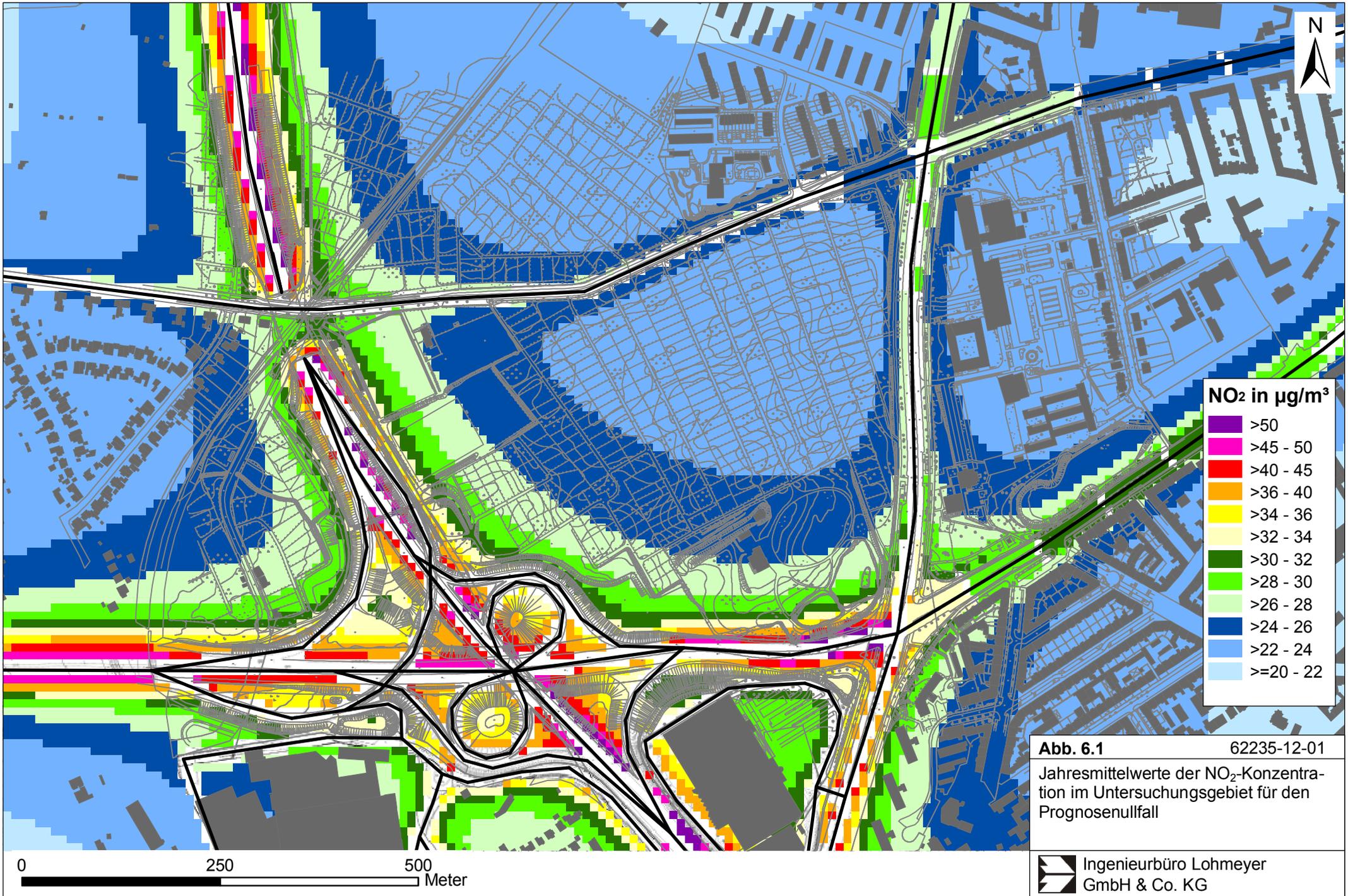
Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen, bestehend aus der Überlagerung der Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes, werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form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

In den Grafiken wird der Bereich um das zu betrachtende Bebauungsplangebiet dargestellt. Die Schadstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet wurden für über 38 000 Untersuchungspunkte in Bodennähe bestimmt. Die Anordnung der Untersuchungspunkte erfolgte in einem 10 m x 10 m-Raster bis in einen Abstand von ca. 500 m zum Bebauungsplangebiet und den angrenzenden Straßen. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Im Folgenden wird jeweils nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus der Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt. Entlang den an das Bebauungsplangebiet angrenzenden Straßen wurde in Teilbereichen mit nahe stehender Bebauung diese typisiert berücksichtigt (dies betrifft den Schützenwall, den Hasseldieksdammer Weg und den nördlichen Westring).

Die **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.6** zeigen die ermittelten Immissionskenngrößen für die Gesamtbelastung von  $\text{NO}_2$  und für die Feinstaubfraktionen  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  im Prognosenullfall und im Planfall. Die Bewertung erfolgt im Hinblick auf die Grenzwerte der 39. BImSchV.

### 6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen ( $\text{NO}_2$ )

Die **Abb. 6.1** zeigt die im Prognosenullfall 2014 im Untersuchungsgebiet berechneten  $\text{NO}_2$ -Immissionen (Jahresmittelwerte). Die Immissionssituation im Untersuchungsgebiet wird geprägt durch die Beiträge der A 215 und der B 76, dabei werden die höchsten  $\text{NO}_2$ -Immissionen in unmittelbarer Nähe zur B 76 und den Zufahrten zur Anschlussstelle mit Jahresmittelwerten über  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bis  $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Nördlich der Anschlussstelle



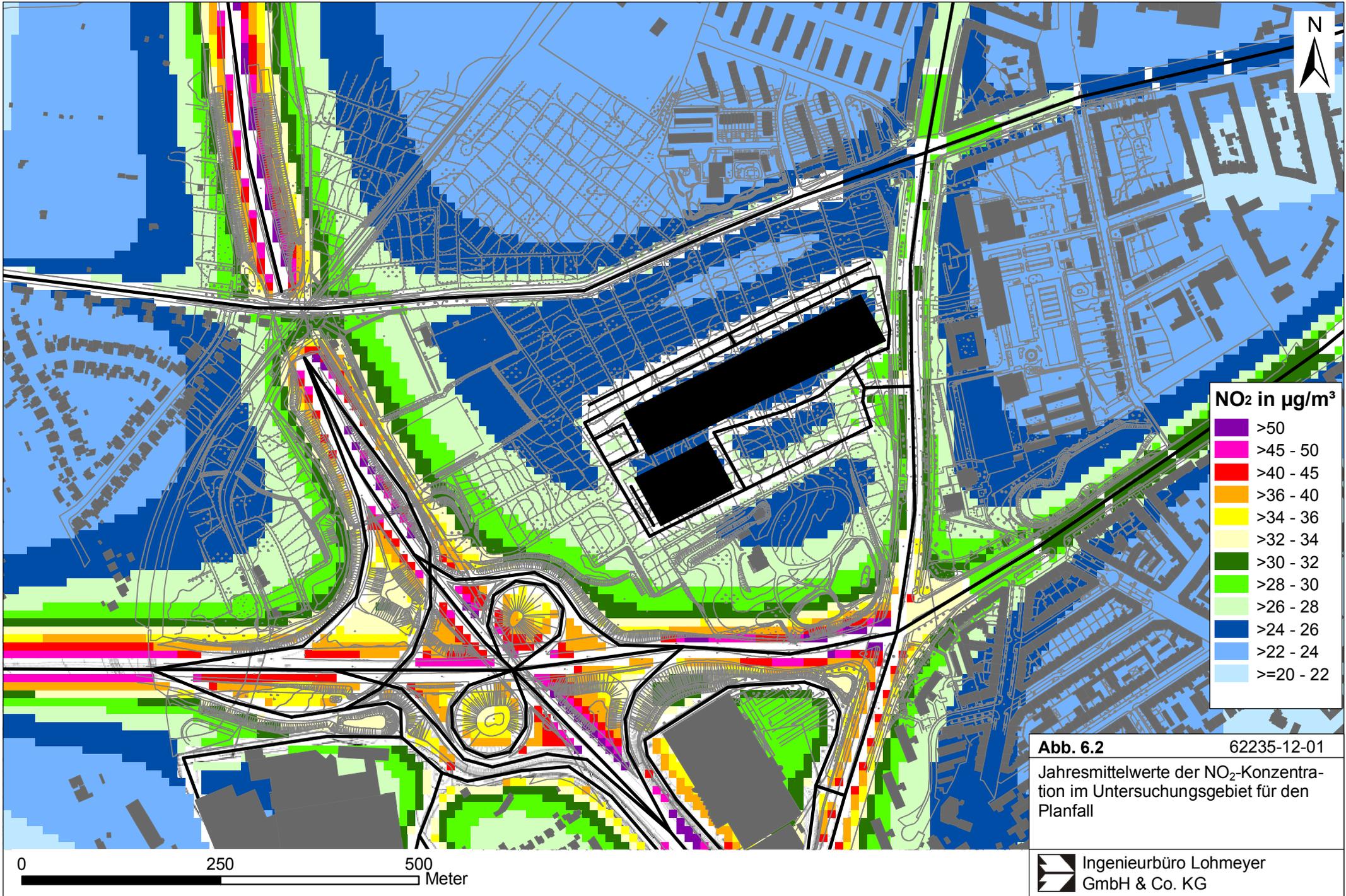
werden an der B 76 ab einem Abstand von ca. 70 m westlich und ca. 90 m östlich der B 76 NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen unter 28 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Entlang der A 215 werden außerhalb der bestehenden Anschlussstelle bis in einen Abstand von ca. 50 m beiderseits der Trasse NO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 32 µg/m<sup>3</sup> und bis 50 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Östlich der bestehenden Anschlussstelle sind an der A 215 im Übergangsbereich zum innerörtlichen Straßennetz im Kreuzungsbereich mit dem Westring (K 10) am Fahrbahnrand NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen bis 62 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Entlang des Westrings sind südlich des Kreuzungsbereiches mit der Straße Schützenwall/A 215 bis in einen Abstand von ca. 30 m beiderseits der Straße NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen über 32 µg/m<sup>3</sup> und bis 42 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Nördlich des Kreuzungsbereiches Schützenwall/A 215 sind im Prognosenullfall entlang des Westrings bis in einen Abstand von ca. 20 m zur Straße NO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 26 µg/m<sup>3</sup> und bis 30 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Entlang des Hasseldieksdammer Weges sind im Prognosenullfall bis in einen Abstand von ca. 30 m beiderseits der Straße NO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 24 µg/m<sup>3</sup> und bis 30 µg/m<sup>3</sup> im Kreuzungsbereich mit dem Westring prognostiziert.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z.B. Wohnbebauung, führen. An der zum Westring nächstgelegenen Bebauung südlich des Kreuzungsbereiches mit dem Schützenwall/A 215 sind im Prognosenullfall NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen bis 31 µg/m<sup>3</sup>, an der zum Kreuzungsbereich nächstgelegenen Bebauung bis 33 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel berechnet. An der nördlich des Kreuzungsbereiches Schützenwall/A 215 auf der Ostseite des Westrings gelegenen Bebauung (Schulgebäude) sind NO<sub>2</sub>-Immissionen über 24 µg/m<sup>3</sup> und vereinzelt bis 28 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. An der zum Hasseldieksdammer Weg nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung sind im Prognosenullfall NO<sub>2</sub>-Immissionen über 24 µg/m<sup>3</sup> und bis 29 µg/m<sup>3</sup> im Kreuzungsbereich mit dem Westring berechnet. Auf dem Gelände der bestehenden Kleingartensiedlung sind im Prognosenullfall NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 26 µg/m<sup>3</sup> und bis 28 µg/m<sup>3</sup> an der südlich der Kleingartensiedlung zur A 215 nächstgelegenen Einzelbebauung berechnet.

Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird im Prognosenullfall 2014 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zu einer der Hauptverkehrsstraßen nächstgelegenen Bebauung. Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Jahresmittelwerte) sind in Bezug auf den Grenzwert an der Bebauung im Untersuchungsgebiet nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die **Abb. 6.2** zeigt die im Planfall berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen. Mit den Planungen zum Neubau der Möbelhäuser ist entlang den unmittelbar an das Bebauungsplangebiet angrenzenden Straßen sowie auf dem geplanten Gelände der Möbelhäuser aufgrund der mit den Planungen verbundenen Verkehrsbelegungen eine Zunahme der Schadstoffbelastungen berechnet. Auf dem Gelände der geplanten Möbelhäuser werden im Planfall NO<sub>2</sub>-Immissionen über 24 µg/m<sup>3</sup> und bis 33 µg/m<sup>3</sup> im Zufahrtsbereich zum Westring berechnet. Entlang des Westrings sind nördlich der geplanten Zufahrt zu den Möbelhäusern bis in eine Entfernung von ca. 50 m zur Straße NO<sub>2</sub>-Immissionen über 26 µg/m<sup>3</sup> und bis 32 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Südlich der geplanten Zufahrt zum Bebauungsplangebiet sind bis in einen Abstand von ca. 60 m beiderseits des Westrings NO<sub>2</sub>-Immissionen über 26 µg/m<sup>3</sup> und bis 36 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Im Kreuzungsbereich des Westrings mit dem Schützenwall/A 215 sind im Planfall NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 55 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Südlich des Kreuzungsbereiches sind entlang des Westrings bis in einen Abstand von ca. 40 m zur Straße NO<sub>2</sub>-Immissionen über 32 µg/m<sup>3</sup> und bis 44 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Entlang des Hasseldieksdammer Weges sind im Planfall bis in eine Entfernung von ca. 40 m zur Straße NO<sub>2</sub>-Immissionen über 24 µg/m<sup>3</sup> und bis 30 µg/m<sup>3</sup> im Kreuzungsbereich mit dem Westring berechnet. An den übrigen im Untersuchungsgebiet berücksichtigten Straßen sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare NO<sub>2</sub>-Immissionen prognostiziert.

An der zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Einzelbebauung südlich des Plangebietes sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um weniger als 1 µg/m<sup>3</sup> erhöhte NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 28 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der nördlich des Kreuzungsbereiches Westring/ Schützenwall/ A 215 auf der Ostseite des Westrings gelegenen Bebauung (Schulgebäude) sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 2 µg/m<sup>3</sup> erhöhte NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis 29 µg/m<sup>3</sup> an der zum Kreuzungsbereich nächstgelegenen Bebauung und bis 27 µg/m<sup>3</sup> an der zur geplanten Zufahrt zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen Bebauung berechnet. Südlich der Kreuzung Westring/ Schützenwall/ A 215 sind an der zum Westring nächstgelegenen Bebauung im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 1 µg/m<sup>3</sup> erhöhte NO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit Jahresmittelwerten bis 32 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der zum Hasseldieksdammer Weg nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 1 µg/m<sup>3</sup> erhöhte NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 30 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 32 µg/m<sup>3</sup> entlang der Randbebauung der Straße Schützenwall berechnet.



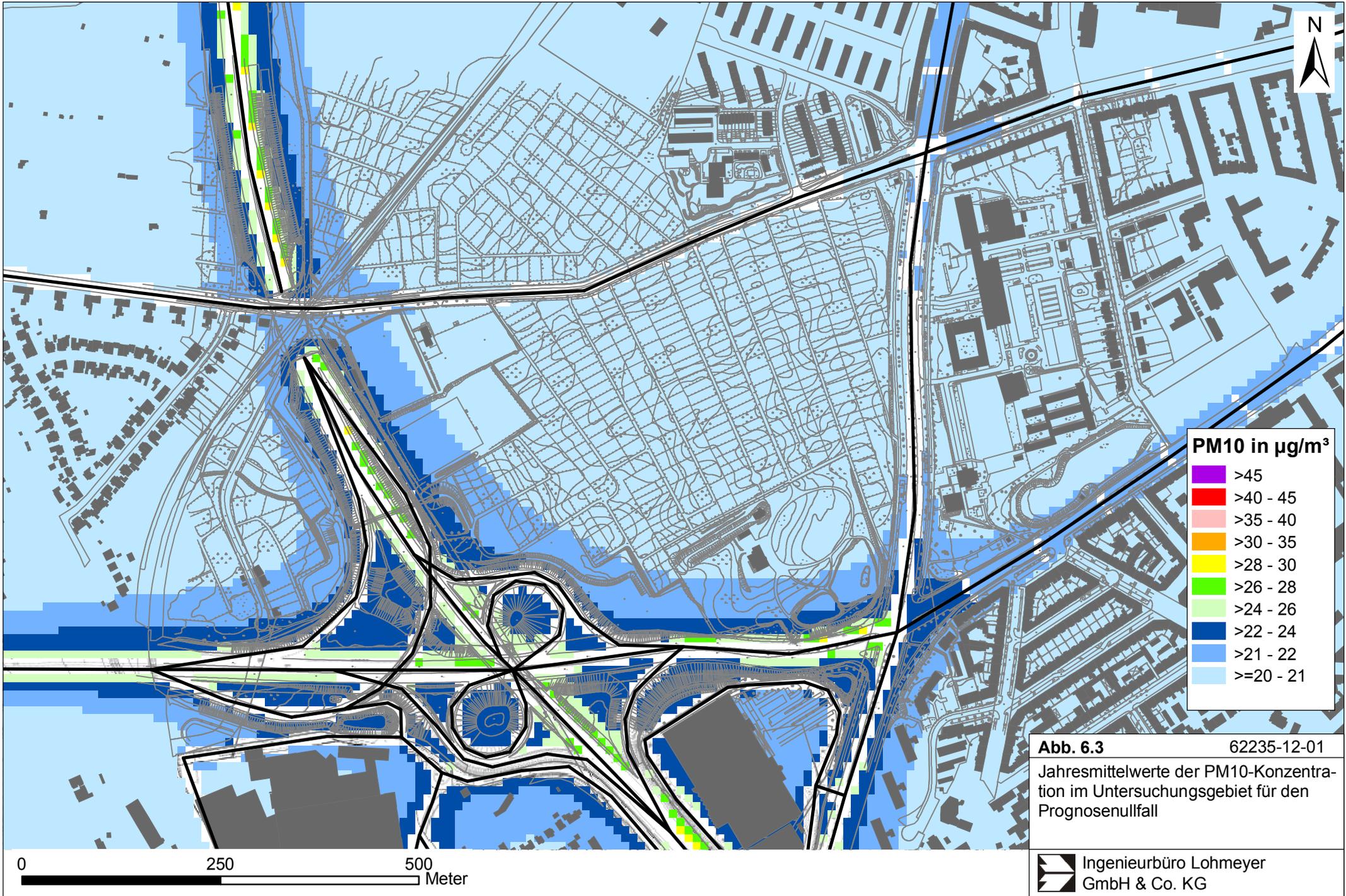
Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird im Planfall 2014 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zum Bebauungsplangbiet nächstgelegenen Bebauung. Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Jahresmittelwerte) sind in Bezug auf den Grenzwert an der Bebauung im Untersuchungsgebiet nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die berechneten NO<sub>2</sub>-Kurzzeitbelastungen (98-Perzentilwerte) erreichen sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2014 an der Bebauung im Untersuchungsgebiet weniger als 90 µg/m<sup>3</sup>, so auch an der im Untersuchungsgebiet zu einer Hauptverkehrsstraße nächstgelegenen Randbebauung. Die 39. BImSchV (2010) sieht eine neue Bestimmung der Kurzzeitbelastung von NO<sub>2</sub> vor (siehe Abschnitt 3.3). Entsprechend den Ableitungen aus Messdaten kann geschlossen werden, dass bei einer Einhaltung von 130 µg/m<sup>3</sup> (98-Perzentilwert) auch der neue Grenzwert eingehalten wird. Dementsprechend ist zu erwarten, dass im Betrachtungsgebiet der neue Grenzwert sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2014 deutlich nicht überschritten wird. Auf eine grafische Darstellung wird deshalb hier verzichtet.

## 6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10)

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

Die **Abb. 6.3** zeigt die im Prognosenullfall im Untersuchungsgebiet berechneten PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte). Die höchsten PM10-Immissionen werden im Prognosenullfall entlang der B 76 berechnet mit Jahresmittelwerten über 26 µg/m<sup>3</sup> und vereinzelt bis 32 µg/m<sup>3</sup> im Bereich der Anschlussstellenzufahrten. Ab einem Abstand von ca. 40 m westlich und ca. 60 m östlich der B 76 sind PM10-Immissionen unter 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Entlang der A 215 sind bis in einen Abstand von ca. 50 m beiderseits der Trasse PM10-Gesamtbelastungen über 22 µg/m<sup>3</sup> und bis 30 µg/m<sup>3</sup> im Übergangsbereich zum innerörtlichen Straßennetz auf der Ostseite der Anschlussstelle berechnet. Am Westring sind südlich der Kreuzung mit der Straße Schützenwall/A 215 bis in einen Abstand von ca. 40 m zur Straße PM10-

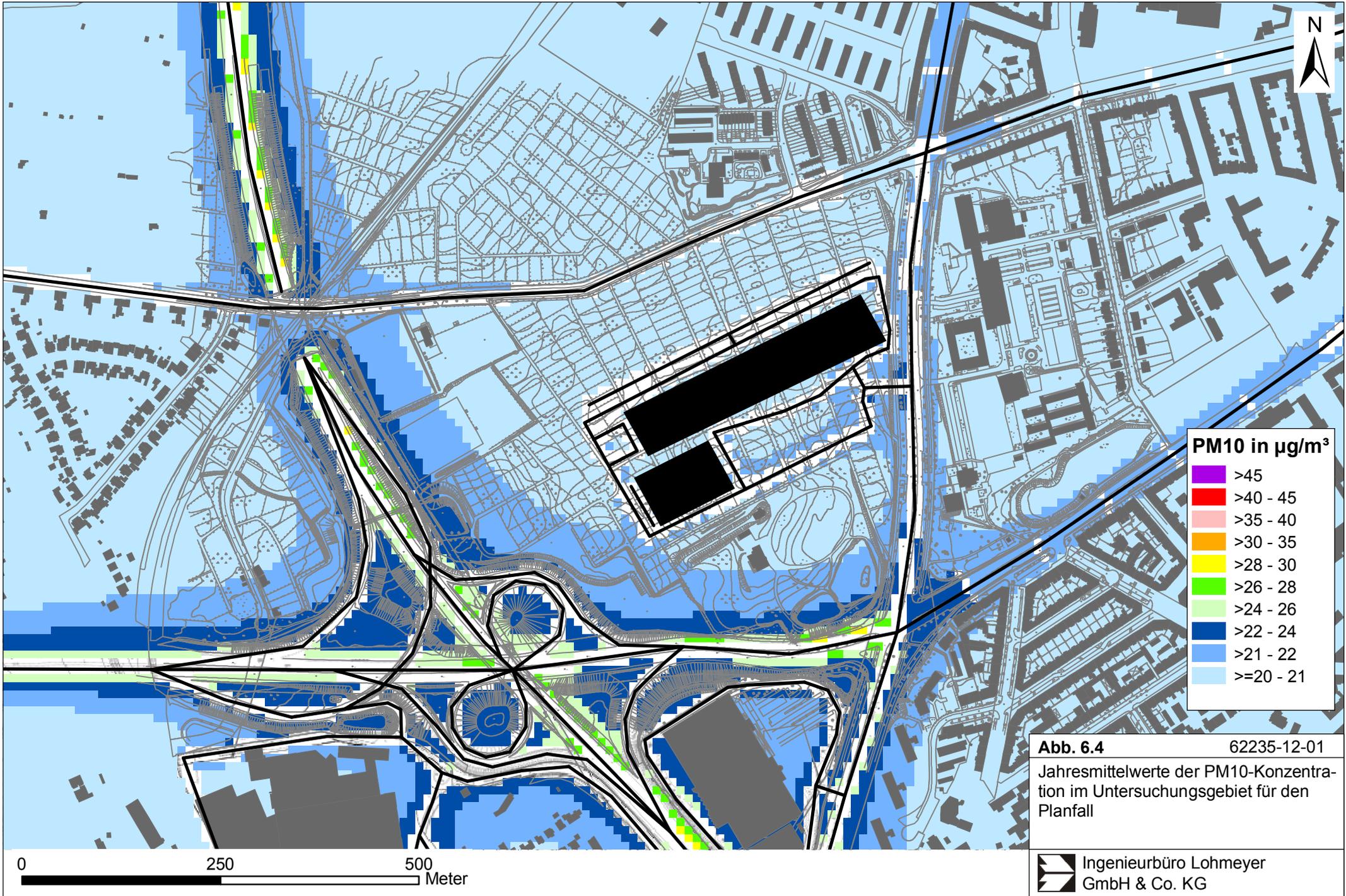


Konzentrationen bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Nördlich der Kreuzung Schützenwall/ A 215 sind entlang des Westrings überwiegend PM10-Immissionen unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet, so auch entlang des Hasseldieksdammer Weges. Auf dem Gelände der bestehenden Kleingartensiedlung sind im Prognosefall PM10-Immissionen unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

An der zum Westring südlich des Kreuzungsbereiches mit der Straße Schützenwall/ A 215 nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Bebauung sind im Prognosefall 2014 PM10-Immissionen bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der zum Kreuzungsbereich nächstgelegenen Bebauung bis  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der nördlich davon zum Westring nächstgelegenen Bebauung (Schulgebäude) sind im Prognosefall PM10-Konzentrationen unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Kreuzungsbereich mit dem Hasseldieksdammer Weg vereinzelt bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der südlich der bestehenden Kleingartensiedlung zur A 215 nächstgelegenen Einzelbebauung sind im Prognosefall PM10-Immissionen bis  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Prognosefall PM10-Gesamtbelastungen bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird im Prognosefall 2014 an der beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zu einer Hauptverkehrsstraße nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM10-Jahresmittelwerte nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Die **Abb. 6.4** zeigt die im Planfall 2014 berechneten PM10-Immissionen. Im Planfall sind auf dem Gelände der geplanten Möbelhäuser PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. Entlang des Westrings sind nördlich der geplanten Zufahrt zum Bauungsplangebiet bis in einen Abstand von ca. 30 m zur Straße PM10-Immissionen über  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bis  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im geplanten Zufahrtsbereich zum Bauungsplangebiet berechnet. Südlich der geplanten Zufahrt sind bis in einen Abstand von ca. 50 m zum Westring PM10-Immissionen über  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Kreuzungsbereich mit der Straße Schützenwall/ A 215 ermittelt. Südlich der Kreuzung mit der Straße Schützenwall/ A 215 sind entlang des Westrings bis in einen Abstand von ca. 40 m zur Straße PM10-Immissionen über  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bis  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Planfall mit dem Prognosefall vergleichbare PM10-Gesamtbelastungen bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.



**Abb. 6.4** 62235-12-01  
 Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration im Untersuchungsgebiet für den Planfall

0 250 500 Meter

Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG

An der zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Einzelbebauung südlich des Plangebietes sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig erhöhte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der auf der Ostseite des Westrings zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen Bebauung (Schulgebäude) sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um weniger als  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte PM10-Immissionen bis  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der zum Kreuzungsbereich des Westrings mit der Straße Schützenwall/ A 215 nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig erhöhte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird im Planfall 2014 an der beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM10-Jahresmittelwerte nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

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

Für die Bewertung der PM2.5-Immissionen werden zwei Beurteilungswerte genannt. Diese sind der PM2.5-Grenzwert (Jahresmittelwert) von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2015 einzuhalten ist und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM2.5-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf den Grenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und den Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diskutiert. Für den Grenzwert ist zusätzlich eine Toleranzmarge von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  angegeben. Sie verringert sich ab dem Jahr 2009 jährlich um ein Siebtel bis auf 0 zum 1. Januar 2015. Damit ist in dem hier betrachteten Prognosejahr 2014 ein PM2.5-Wert von ca.  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  einzuhalten.

Im Prognosenullfall (**Abb. 6.5**) werden die höchsten PM2.5-Immissionen im Untersuchungsgebiet entlang der B 76 sowie der A 215 berechnet. Im Bereich der Anschlussstellenzufahrten und südlich davon sind in unmittelbarer Nähe zur B 76 PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Nördlich der Anschlussstelle sind bis in einen Abstand



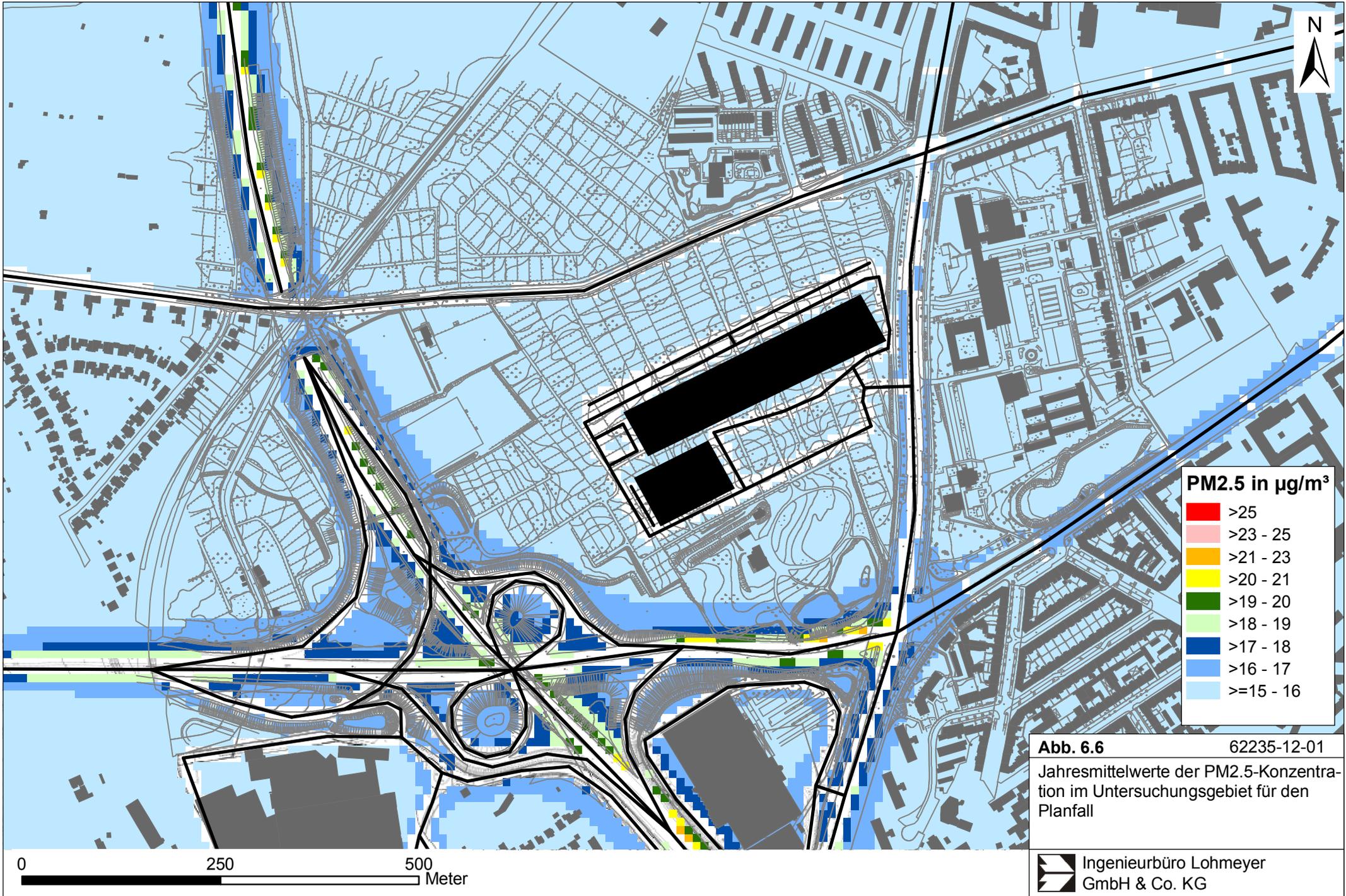
von ca. 30 m westlich und ca. 40 m östlich der B 76 PM2.5-Immissionen über  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Entlang der A 215 sind außerhalb der Anschlussstelle bis in einen Abstand von ca. 40 m beiderseits der Trasse PM2.5-Immissionen über  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bis  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Übergangsbereich der A 215 zum städtischen Straßennetz auf der Ostseite der Anschlussstelle prognostiziert. Entlang des Westrings sind südlich der Kreuzung mit der Straße Schützenwall/ A 215 bis in eine Entfernung von ca. 20 m beiderseits der Straße PM2.5-Immissionen über  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bis  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Nördlich der Kreuzung mit der Straße Schützenwall/ A 215 sind entlang des Westrings PM2.5-Immissionen bis  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , auf dem Gelände der bestehenden Kleingartensiedlung unter  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel prognostiziert.

An der zum Westring nächstgelegenen Bebauung südlich der Kreuzung mit der Straße Schützenwall/ A 215 sind im Prognosenullfall PM2.5-Immissionen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet, so auch an der Randbebauung der Straße Schützenwall. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall PM2.5-Immissionen unter  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der zur Anschlussstelle nächstgelegenen Bebauung bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Im Planfall (**Abb. 6.6**) sind im überwiegenden Bereich des Untersuchungsgebietes mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Immissionen berechnet, so auch im Bereich des Bebauungsplanelandes. Entlang des Westrings nördlich der Kreuzung mit der Straße Schützenwall/A 215 sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall bis in einen Abstand von ca. 30 m beiderseits der Straße PM2.5-Immissionen bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

An der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der zum Westring nächstgelegenen Bebauung südlich der Kreuzung Westring/ Schützenwall/ A 215 und unter  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen Bebauung berechnet.

Sowohl der im Jahr 2014 einzuhaltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als auch der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird entsprechend den Immissionsberechnungen an der beurteilungsrelevanten Bebauung im gesamten Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zum Bebauungsplangebiet nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sind die PM2.5-Immissionen (Jahresmittelwerte) als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der ab dem Jahr 2020 einzuhaltende Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird an der beurteilungsrelevanten Bebauung ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.



**Abb. 6.6** 62235-12-01  
 Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration im Untersuchungsgebiet für den Planfall

0 250 500 Meter

Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG

## 7 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004. (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- Bächlin, W., Bössinger, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM<sub>10</sub>-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BAST (2010): Verkehrsentwicklung auf den Bundesfernstraßen 2009. Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen, 2010.

- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu der Feinstaubfraktion PM<sub>2.5</sub> an den Immissionsschutz? Immissionsschutz 3/09.
- CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidbook - 2007. EEA (European Environment Agency). Publish date: 5 Dec 2007. In: Technical report No 16/2007.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of health impacts of exposure to PM<sub>2.5</sub> at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate Change, June 2009.
- Düring und Lohmeyer (2011): Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt 70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO<sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO<sub>2</sub>-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Band 20, Heft 1 (2011), 67-73.  
<http://schweizerbart.de/papers/metz/detail/20/75684>.
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von PM<sub>10</sub>-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003.  
[www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1](http://www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1).
- Israël, G.W., Pesch, M., Schlums, C. (1994): Bedeutung des Reifenabriebs für die Rußemission des Kfz-Verkehrs. In: Staub - Reinhaltung der Luft 54, S. 423-430. Springer-Verlag, Berlin.

- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.
- Kühlwein, J. (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de) bzw. [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de).
- LLUR (2009-2013): Luftqualität in Schleswig-Holstein, Jahresübersicht 2008-2013, Landesmit für Landwirtschaft, Umwelt und ländlicher Raum (LLUR) Schleswig, Holstein, [http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/ImmissionKlima/02\\_Luftqualitaet/ein\\_node.html](http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/ImmissionKlima/02_Luftqualitaet/ein_node.html)
- LLUR (2009): Luftreinhalteplan Kiel. Landesmit für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J.B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460. Hrsg.: Ministry of Environment – National Environmental Research Institut / Denmark.  
[http://www.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF](http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF)
- RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, veröffentlicht 2013.

- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- Staatliches Umweltamt Itzehoe (2004-2008): Jahresübersichten aus dem Messnetz der Luft-hygienischen Überwachung Schleswig-Holstein. Berichte für die Jahre 2006 bis 2008.
- 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. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI (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.
- WVK (2013): Verkehrs- und Erschließungsgutachten zum Neubau eines Möbelmarktes und eines Möbeldiscountmarktes im Zuge des Westrings (K 10) – B-Plan Nr. 988 -. Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH, Neumünster im Auftrag der Landeshauptstadt Kiel.

**A N H A N G A 1**  
**BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF-**  
**KONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN**

## A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

### Grenzwerte

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

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

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

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

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

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

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

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

## A1.2 Vorsorgewerte

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

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

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen PM2.5-Jahresmittelwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aus, der bereits heute eingehalten werden sollte und ab dem Jahr 2015 ein Grenzwert wird.

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

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM2.5-Exposition von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM2.5-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM2.5-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20%, mindestens jedoch soll das Ziel von  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2020 erreicht werden.

### **A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen**

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

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM2.5-Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 wird dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft.

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

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

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

### **A2.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS\_V**

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

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO<sub>2</sub> erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2007). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO<sub>2</sub>-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

### **A2.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS\_B**

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

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

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen  $c$  zu

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

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

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS\_V für die Hintergrundbelastung und von PROKAS\_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

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

Tab. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

### A2.3 Fehlerdiskussion

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

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

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

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

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

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

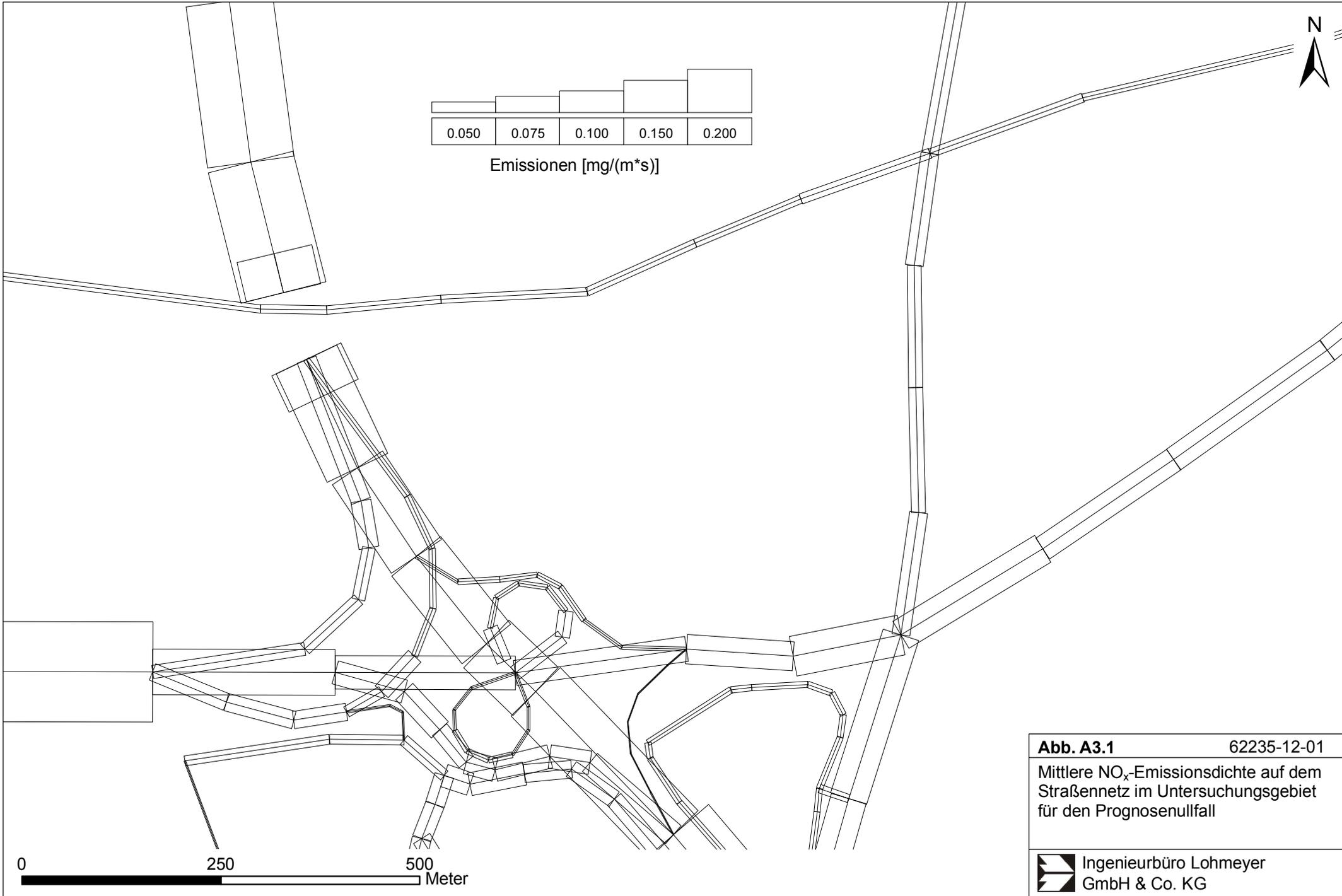
Für die statistische Fehlerbandbreite der  $\text{NO}_x$ -Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10 % bis 20 % für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

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

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

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

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



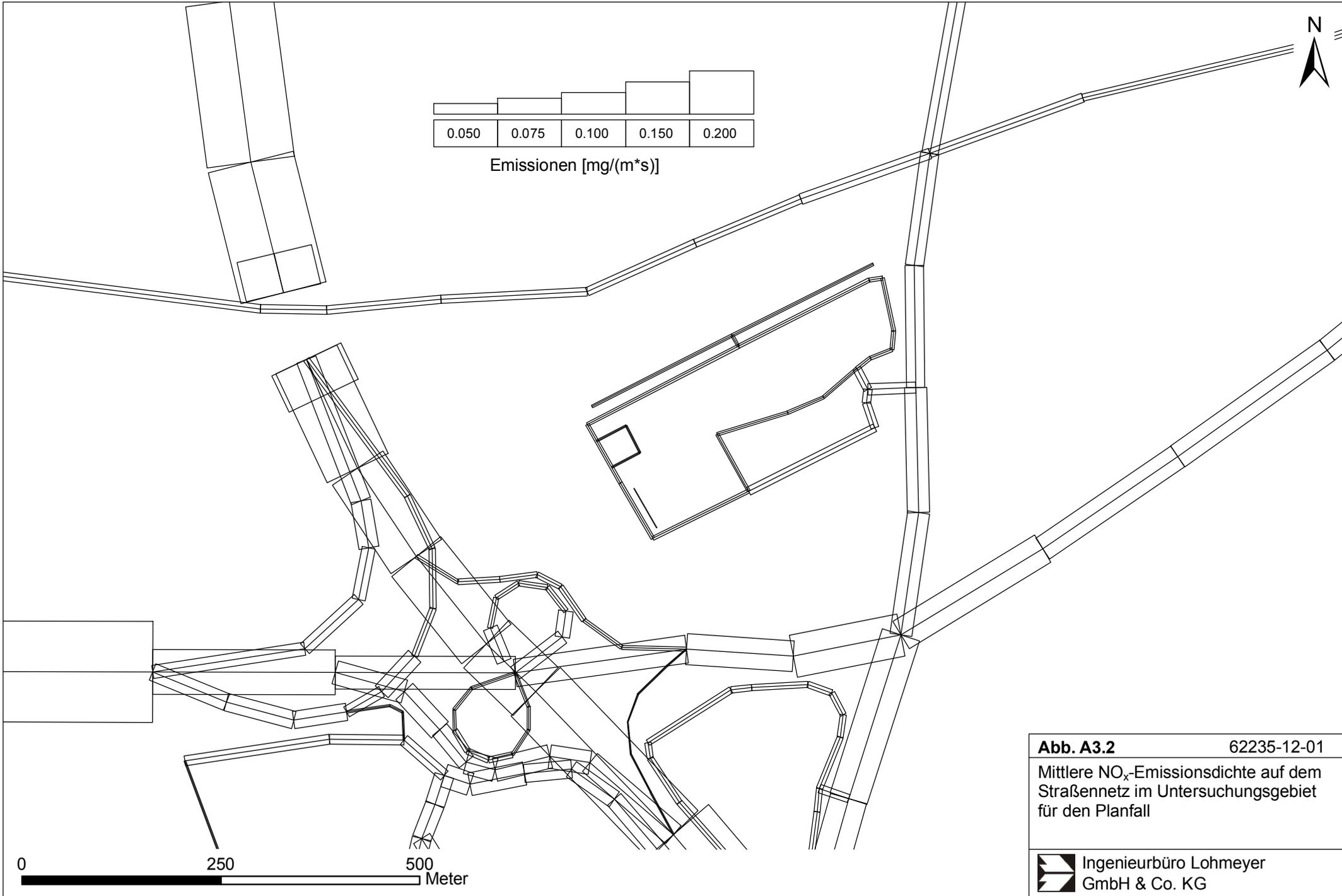
|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.150 | 0.200 |
|-------|-------|-------|-------|-------|

Emissionen [mg/(m\*s)]

**Abb. A3.1** 62235-12-01  
Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

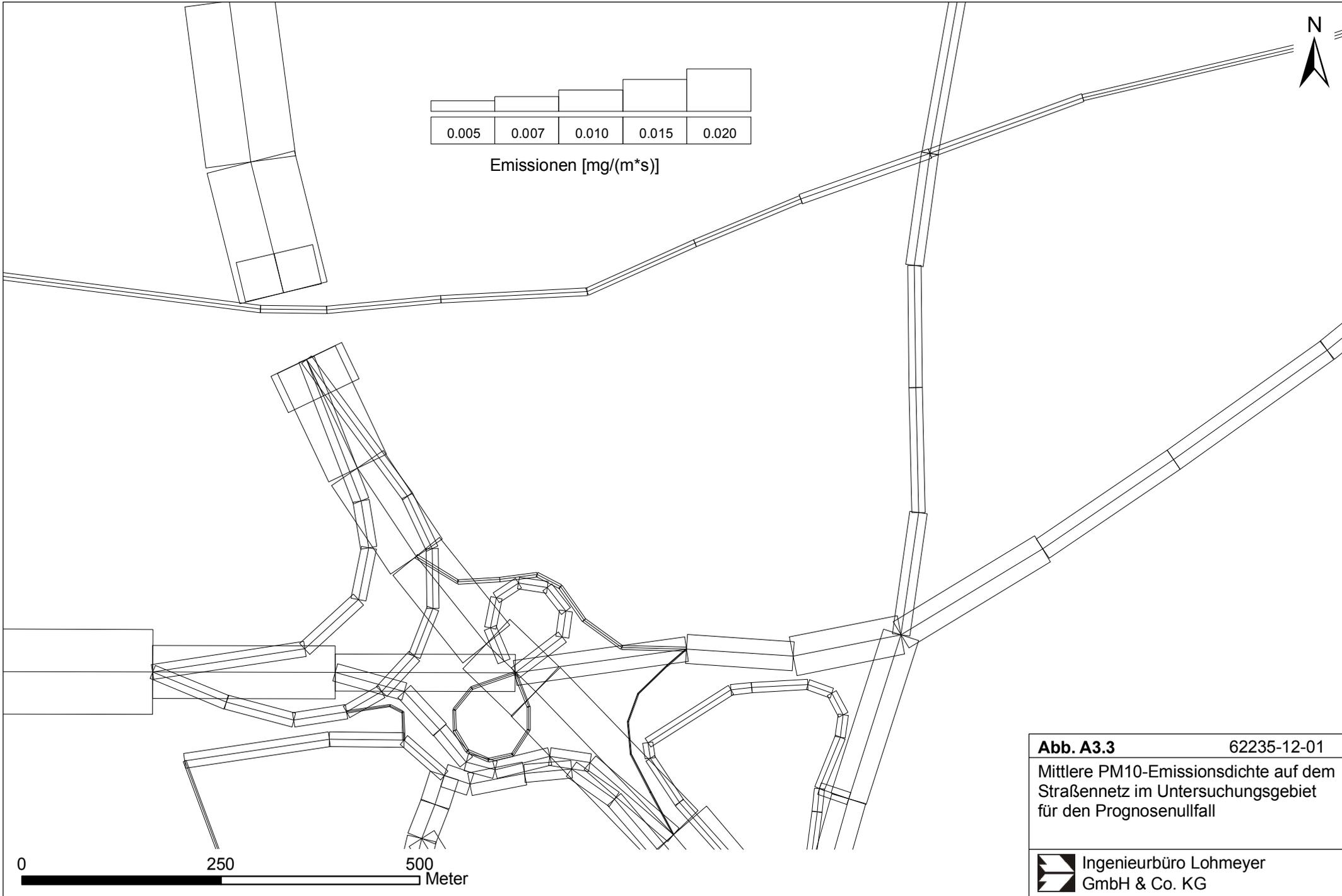
 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

0 250 500 Meter



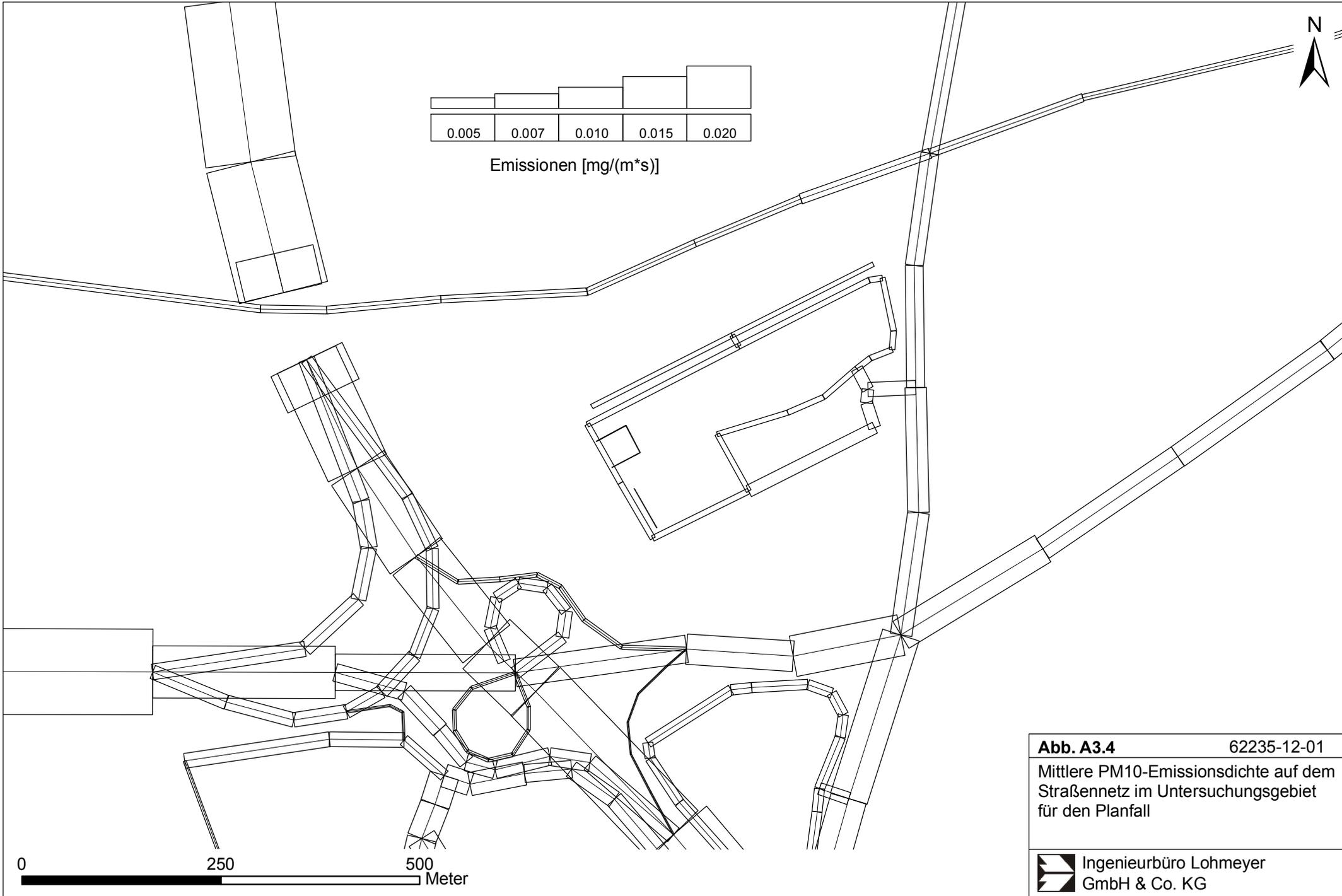
**Abb. A3.2** 62235-12-01  
 Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



**Abb. A3.3** 62235-12-01  
 Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem  
 Straßennetz im Untersuchungsgebiet  
 für den Prognosenullfall

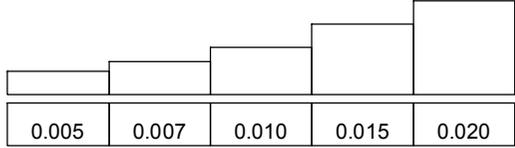
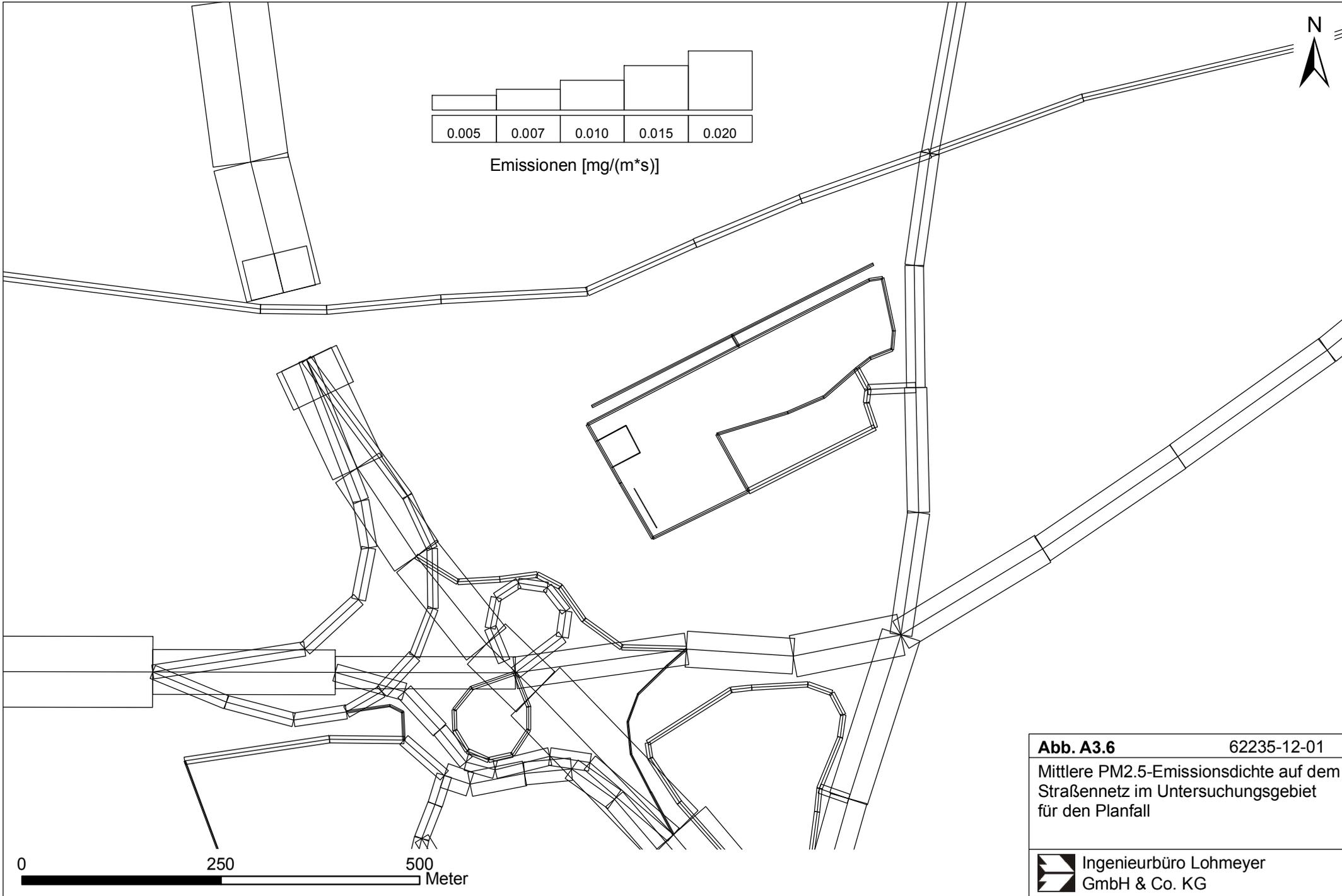
Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG



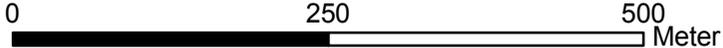
**Abb. A3.4** 62235-12-01  
 Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem  
 Straßennetz im Untersuchungsgebiet  
 für den Planfall

Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG





Emissionen [mg/(m\*s)]



|  |   |
|--|---|
| <b>Abb. A3.6</b>   | 62235-12-01                             |
| Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall |   |
|       | Ingenieurbüro Lohmeyer<br>GmbH & Co. KG |