

**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

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

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

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

**Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG**

## **LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN ZUM RINGSCHLUSS DES SÜDRINGS IN RHEDA-WIEDENBRÜCK**

Auftraggeber: Stadt Rheda-Wiedenbrück  
Fachbereich Tiefbau  
Rathausplatz 13  
33378 Rheda-Wiedenbrück

Dipl.-Umweltwiss. A. Friedrich

Dipl. Geogr. T. Nagel

September 2015  
Projekt 62946-15-01  
Berichtsumfang 59 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>7</b>
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe .....	7
3.2 Berechnungsverfahren.....	8
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	9
<b>4 EINGANGSDATEN .....</b>	<b>12</b>
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	12
4.2 Verkehrsdaten .....	12
4.3 Meteorologische Daten .....	14
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 untersuchten Straßennetzes.....	27
<b>6 IMMISSIONEN.....</b>	<b>28</b>
6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO <sub>2</sub> ).....	28
6.2 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>10</sub> ) .....	32
6.3 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>2.5</sub> ) .....	34
<b>7 LITERATUR .....</b>	<b>39</b>

---

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

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

## ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

### **Emission / Immission**

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

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

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

### **Grenzwerte / Vorsorgewerte**

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

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

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

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

### **Verkehrssituation**

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

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

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

In Rheda-Wiedenbrück ist der Ringschluss zwischen dem Südring und dem Ostring im Süden des Stadtgebietes geplant. Die geplante Trasse verläuft durch vorstädtisches Gebiet mit angrenzender Wohnbebauung. Die angrenzenden bestehenden innerörtlichen Straßen weisen überwiegend dichte Randbebauung auf.

Für diese Planungen war ein Gutachten über die Auswirkungen der Planungen auf die Luftschadstoffbelastung zu erstellen. Dabei war zu prüfen, ob sich durch die o.g. Planungen die Luftkonzentrationen verkehrsbedingter Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen.

Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet wurden mit dem Straßennetzmodell 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 3.2 (UBA, 2014) veröffentlichten Emissionsfaktoren die Emissionen auf allen Straßenabschnitten berechnet. Die Emissionen der Feinstaubpartikel des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA 3.2 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 (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub>) erfolgte im Vergleich mit geltenden Beurteilungswerten, das sind Grenzwerte der 39. BImSchV für den Prognosenullfall und den Planfall im Bezugsjahr 2020.

### Ergebnisse

Die höchsten Luftschadstoffbelastungen sind im Prognosenullfall entlang den betrachteten innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen von Rheda-Wiedenbrück, insbesondere entlang der Wasserstraße, der Rietberger Straße sowie dem Ostring berechnet. Mit den Planungen sind entlang der geplanten Trasse sowie den angrenzenden Straßen Ostring und Südring Zunahmen der Schadstoffbelastungen verbunden; entlang der Wasserstraße sind aufgrund der

mit den Planungen verbundenen verkehrlichen Entlastung der Straße Abnahmen der Schadstoffbelastungen prognostiziert.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z.B. Wohnbebauung, führen. Die Bebauung reicht zum Teil bis nahe an die bestehenden Hauptverkehrsstraßen heran. An der Randbebauung der Wasserstraße sind im Prognosenullfall  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen bis  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der Randbebauung im Mündungsbereich der Ostendstraße in die Wasserstraße bis  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der Randbebauung des Ostring sind  $\text{NO}_2$ -Immissionen bis  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der Randbebauung des Südrings bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind  $\text{NO}_2$ -Immissionen unter  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Im Planfall sind an der zum Mündungsbereich der geplanten Trasse in den Ostring nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Bebauung gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der im Mündungsbereich der geplanten Trasse in den Südring nächstgelegenen Bebauung bis  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet, da dort bislang noch keine Straße verläuft. An der übrigen zur geplanten Trasse nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um weniger als  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen mit Jahresmittelwerten unter  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. Außerhalb des Mündungsbereichs der geplanten Trasse sind an der Randbebauung des Ostrings im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöhte  $\text{NO}_2$ -Immissionen bis  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der Randbebauung des Südrings bis  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der Randbebauung der Wasserstraße sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall aufgrund der verkehrlichen Entlastung der Wasserstraße um bis zu  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen bis  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der Randbebauung im Mündungsbereich der Ostendstraße in die Wasserstraße bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2020 an der Randbebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten Trasse nächstgelegenen Randbebauung. Für die zur geplanten Trasse nächstgelegenen Randbebauung sind die  $\text{NO}_2$ -Immissionen im Planfall in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen, an der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die berechneten PM10-Immissionen führen im Prognosenullfall an der Randbebauung der Wasserstraße zu PM10-Jahresmittelwerten bis  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . An der Randbebauung im Mündungsbereich der Ostendstraße in die Wasserstraße sind PM10-Jahresmittelwerte bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An der Randbebauung der Rietberger Straße, des Ostrings und Südrings sowie der Lippstädter Straße sind vereinzelt PM10-Immissionen bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert.

Im Planfall sind an der zur geplanten Trasse nächstgelegenen Bebauung überwiegend PM10-Immissionen unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet und nur an der Randbebauung im Mündungsbereich der geplanten Trasse in den Ostring bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . An der Randbebauung der Wasserstraße sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte PM10-Immissionen bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel berechnet, so auch an der Randbebauung im Mündungsbereich der Ostendstraße in den Wasserweg. An der Randbebauung der Rietberger Straße, des Ostrings und Südrings sowie der Lippstädter Straße sind vereinzelt PM10-Immissionen bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2020 an der bestehenden beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten Trasse nächstgelegenen Bebauung. Der Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der Bebauung im Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Die berechneten PM2.5-Immissionen führen sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall an der beurteilungsrelevanten Bebauung zu keinen Konflikten mit dem ab dem Jahr 2015 geltenden Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , so auch an der zur geplanten Trasse nächstgelegenen Bebauung. Der ab dem Jahr 2020 einzuhaltende Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird an der Bebauung im Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass die Planungen im Nahbereich der geplanten Trasse sowie den daran angrenzenden Straßen gegenüber dem Prognosenullfall zu höheren verkehrsbedingten Immissionen führen, dort an der bestehenden Bebauung jedoch keine Konflikte mit den Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit erwarten lassen. Die prognostizierten Schadstoffentlastungen an der Wasserstraße und deren Randbebauung sind zu begrüßen.



## 2 AUFGABENSTELLUNG

In Rheda-Wiedenbrück ist der Ringschluss zwischen dem Südring und dem Ostring im Süden des Stadtgebietes geplant. Die geplante Trasse verläuft durch vorstädtisches Gebiet mit angrenzender Wohnbebauung. Die angrenzenden bestehenden innerörtlichen Straßen weisen überwiegend dichte Randbebauung auf.

Es ist ein Gutachten über die Auswirkungen der Planungen auf die Luftschadstoffbelastung zu erstellen. Dabei ist zu prüfen, ob sich durch die o.g. Planungen die Luftkonzentrationen verkehrsbedingter Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Die Beurteilung erfolgt nach der 39. BImSchV für die 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	
PM2.5	Richtgrenzwert ab 2020	20	

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

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

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

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

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

### 3.2 Berechnungsverfahren

Die Richtlinie über Luftschadstoffbelastungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS, 2012) wird für solche Betrachtungen als einfach anwendbares Verfahren bevorzugt. Im Bereich der geplanten Trasse kreuzen innerörtliche Straßenabschnitte und es bestehen Straßen mit dichter Randbebauung mit Geschwindigkeitsbegrenzungen auf max. 50 km/h. In diesen Bereichen des zu betrachtenden Gebietes wird der Anwendungsbereich der RLuS 2012 überschritten. Damit ist dort RLuS 2012 formal nicht einsetzbar und es ist nicht sichergestellt, dass Betrachtungen mit RLuS 2012 „auf der sicheren Seite“ liegen.

Für das gesamte Betrachtungsgebiet wird daher das Straßennetzmodell PROKAS (Beschreibung: [www.lohmeyer.de/PROKAS](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 2020 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 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 Lärmschutzbauten und Randbebauung werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 4.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

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

### 3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für 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-Perzen-

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

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

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

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

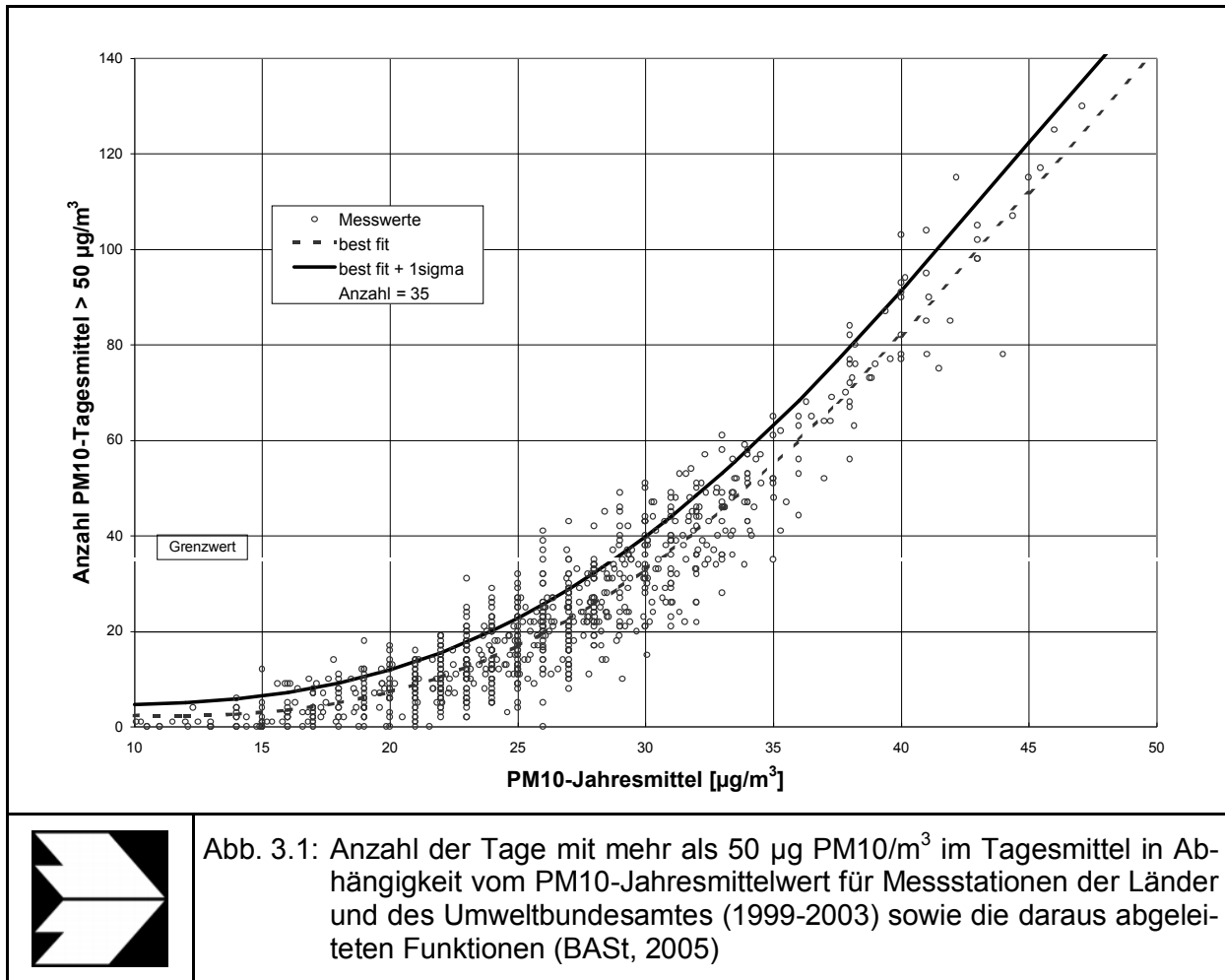


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit mehr als 50  $\mu\text{g PM10}/\text{m}^3$  im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BAST, 2005)

## 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.

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

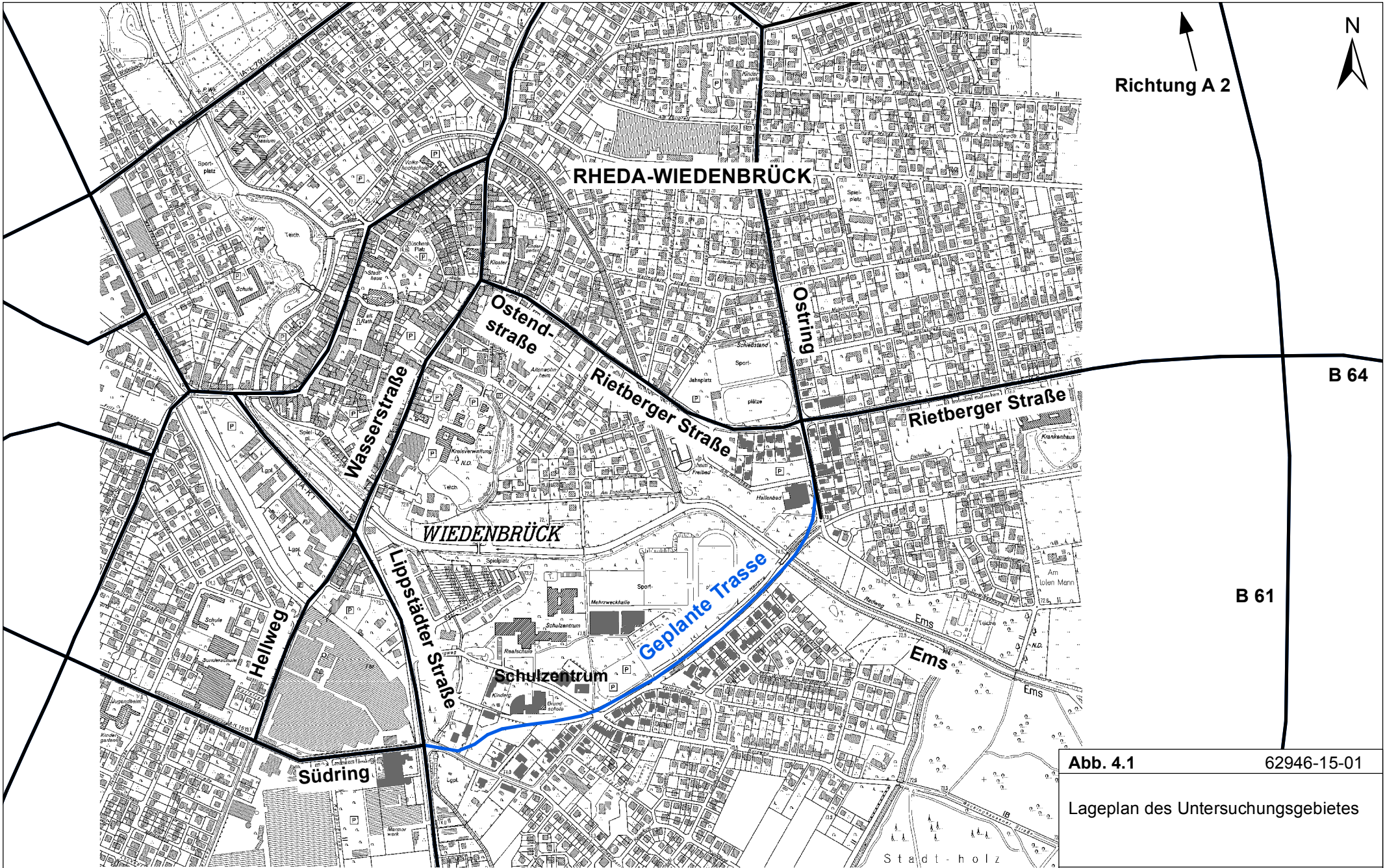
Die Stadt Rheda-Wiedenbrück befindet sich ca. 7 km südwestlich von Gütersloh und ca. 25 km südwestlich von Bielefeld im Ostmünsterland und wird von der Autobahn A 2 von Nordosten nach Südwesten durchquert. Die ca. 2 km südlich der A 2 geplante Trassenschließung des Südrings beginnt an der Kreuzung Südring / Lippstädter Straße verläuft in nordöstlicher Richtung, quert dabei den Flusslauf der Ems mit einer Brücke und endet wiederum an der Kreuzung Ostring / Rietberger Straße. Die bestehende Bebauung reicht zum Teil bis auf ca. 15 m an die geplante Trasse heran.

Die Lage des Untersuchungsgebietes mit dem umliegenden Straßennetz ist in **Abb. 4.1** aufgezeigt. Bestehende Straßen sind schwarz und die geplante Trasse ist blau dargestellt.

Entlang der geplanten Trasse sind mehrere Lärmschutzbauten bestehend aus Lärmschutzwänden mit einer Höhe von 3 m und Wall-Wand-Kombinationen mit einer Gesamthöhe bis 4 m vorgesehen, die in den Ausbreitungsrechnungen typisiert berücksichtigt werden.

### 4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit der „Verkehrsuntersuchung Rheda-Wiedenbrück Teilbereich Wiedenbrück“ zur Verfügung gestellt (nts, 2015). Das sind für das Betrachtungsgebiet mit direkter Umgebung Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) für den Prognosenußfall und den Planfall 2030. Für die durch-



**Abb. 4.1** 62946-15-01

Lageplan des Untersuchungsgebietes



schnittlichen täglichen LKW-Anteile sind im o.g. Verkehrsgutachten nur Angaben für die geplante Trasse für den Planfall enthalten. Demnach ist auf der geplanten Trasse ein LKW-Anteil von 3.9% prognostiziert. Für die umliegenden Straßen liegen achstündige Verkehrszählungen aus den Ergebnissen einer Verkehrszählung vom 20.09.2011 differenziert nach PKW und LKW vor. Diese LKW-Anteile wurden herangezogen und unverändert auf die durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken des Prognosenullfalls sowie des Planfalls angewendet.

Die LKW-Anteile auf den umliegenden Straßen wurden aus im o.g. Verkehrsgutachten aufgeführten Verkehrszählungen an Normalwerktagen (20.09.2011) entnommen und auf den Prognosenullfall sowie den Planfall übertragen, wobei für die unmittelbar angrenzenden Straßen ein durchschnittlicher täglicher LKW-Anteil von 4% abgeleitet wurde. Für die darüber hinaus bestehenden Straßen (A 2, B 61 und B 64) wurden die Verkehrsbelegungsdaten aus BASt (2012) entnommen.

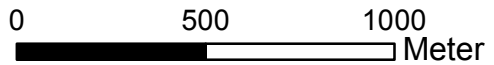
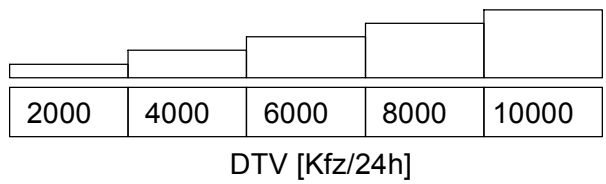
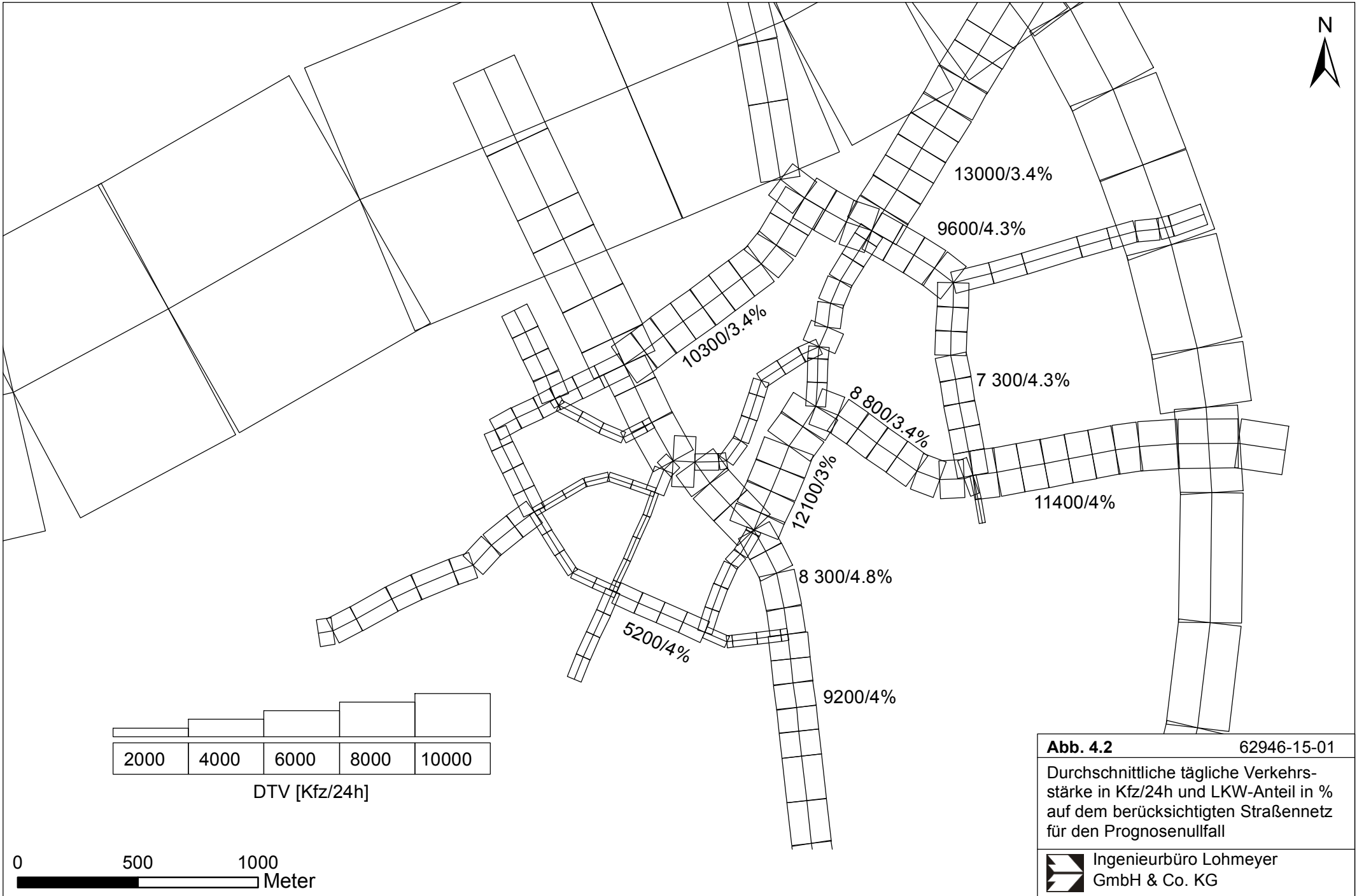
Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle in **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** aufgezeigt.

Die oben beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten für das Jahr 2030 werden hier für die Emissionsbestimmung auf das Bezugsjahr 2020 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 61 aus BASt (2012).

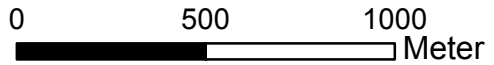
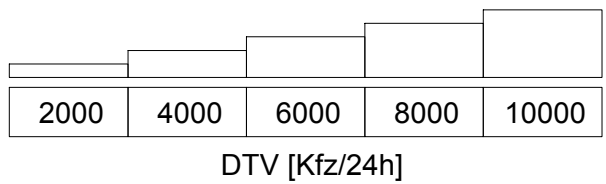
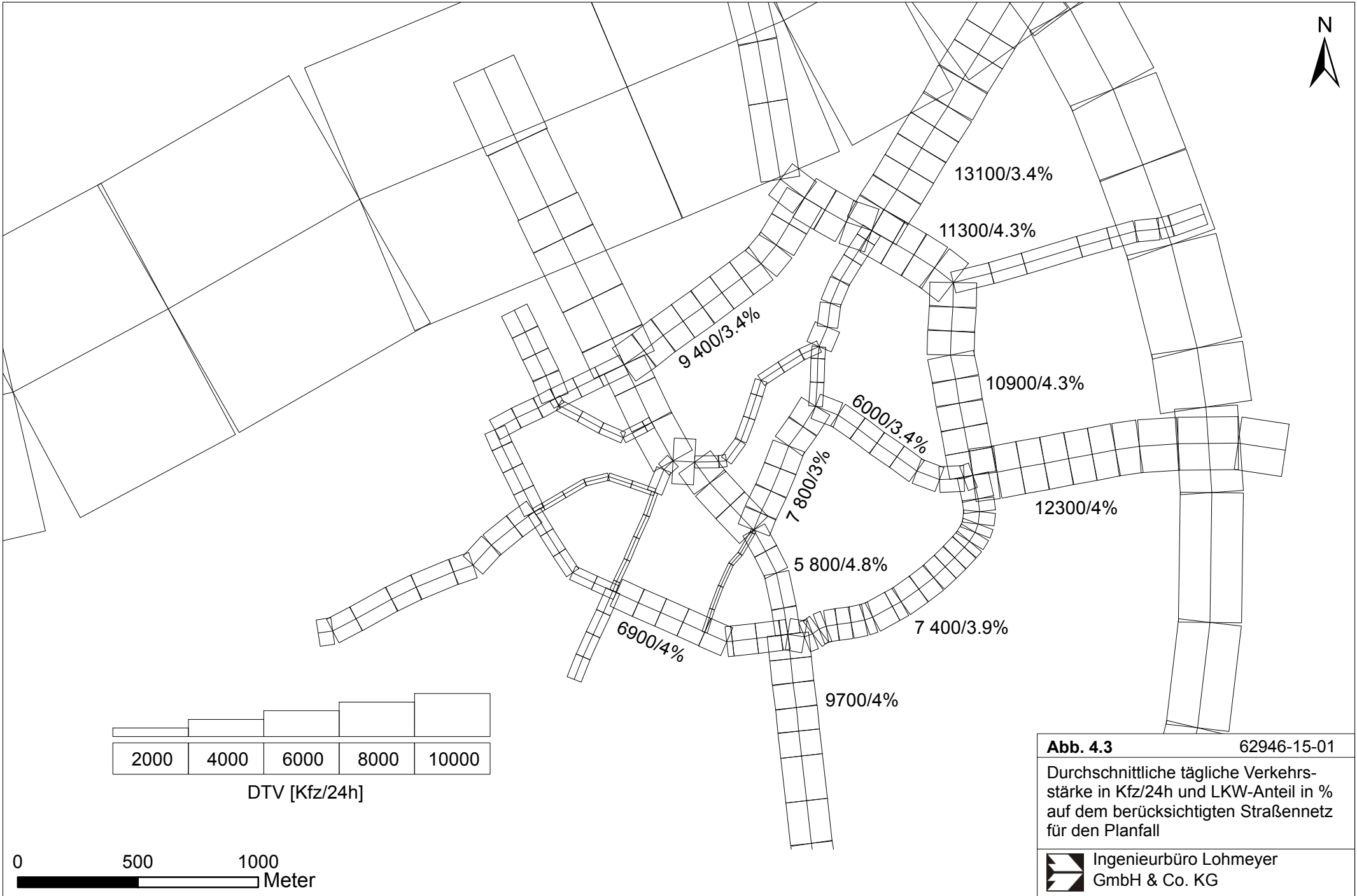
### **4.3 Meteorologische Daten**

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.




**Abb. 4.2** 62946-15-01  
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Prognosenullfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



**Abb. 4.3** 62946-15-01  
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

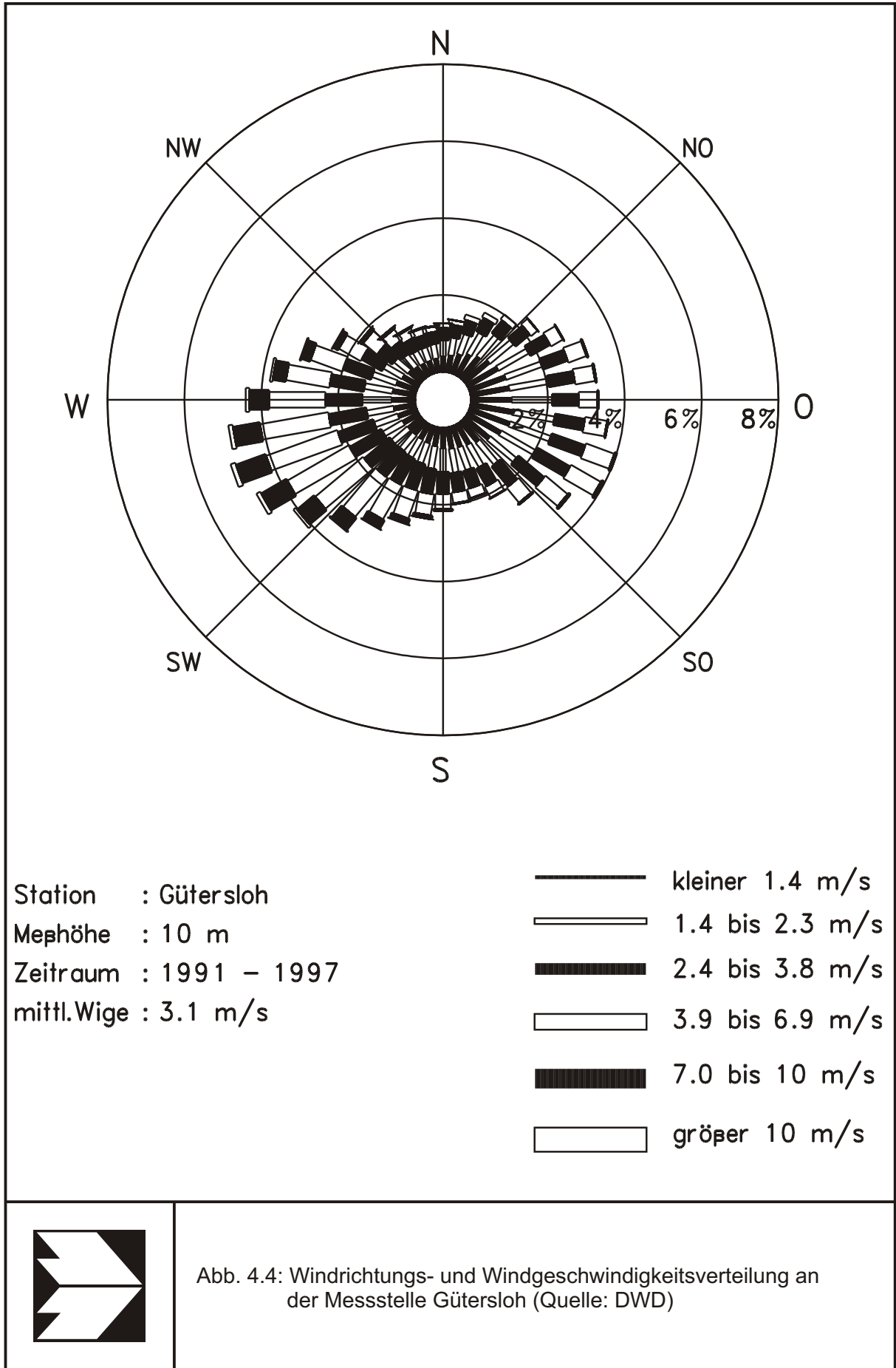


Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Messstelle Gütersloh (Quelle: DWD)

Für den Bereich des Untersuchungsgebietes liegen keine Windmessdaten vor. In der Umgebung des Untersuchungsgebietes finden Datenerfassungen durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) an der Station Gütersloh statt. Die Station befindet sich ca. 10 km nördlich des Untersuchungsgebietes auf einem Flugplatzgelände. Die Windrose der Station Gütersloh ist in **Abb. 4.4** dargestellt. Die Hauptwindrichtung wird durch Winde aus westlichen bis südwestlichen Richtungen geprägt. Winde aus südöstlichen bis östlichen Richtungen bilden ein Nebenmaximum. Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit beträgt ca. 3.1 m/s.

Des Weiteren wurden im Jahr 2002 durch das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen mobile Immissionsmessungen auf einem Parkplatzgelände in Rheda-Wiedenbrück nördlich der A 2 durchgeführt (LUA NRW, 2002); dabei wurden im Zeitraum März bis Mai 2002 auch Informationen über die Windrichtungsverteilung am o.g. Standort erfasst. Demnach prägten Winde aus westlichen und ostsüdöstlichen Richtungen die Hauptwindrichtung am Messstandort in Rheda-Wiedenbrück.

Für die Ausbreitungsrechnungen im Betrachtungsgebiet wird aufgrund vergleichbarer Windrichtungsverteilung die Ausbreitungsklassenstatistik von Gütersloh herangezogen und unter Berücksichtigung der Rauigkeit im Untersuchungsgebiet angewendet.

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

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

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

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Erwitte Soester Straße 9A	Bielefeld Stapenhorster Str. 42	Bielefeld-Ost	Soest-Ost	Münster-Geist	Osnabrück
NO <sub>2</sub> Jahresmittel	2006	48	32	27	17	26	22
	2007	45	34	26	17	23	20
	2008	41	41	30	19	25	19
	2009	46	46	29	20	25	19
	2010	47	47	27	17	24	20
	2011	43	44	25	17	24	19
	2012	43	43	24	16	23	20
	2013	42	44	24	16	21	21
2014	40	43	22	14	20	20	
NO <sub>2</sub> 98-Perzentil	2006	-	-	69	54	61	61
	2007	-	-	69	55	59	54
	2008	-	-	71	53	60	55
	2009	-	93	73	59	66	56
	2010	-	-	70	57	61	59
	2011	-	-	70	52	60	58
	2012	-	-	62	51	56	56
	2013	-	-	62	51	53	-
2014	-	-	59	48	52	-	
PM10 Jahresmittel	2006	-	-	25	19	25	26
	2007	-	-	24	18	23	18
	2008	-	-	25	17	20	18
	2009	-	-	23	21	20	19
	2010	-	-	23	21	21	20
	2011	-	-	23	20	23	19
	2012	-	-	20	18	21	16
	2013	-	-	20	18	22	16
2014	-	-	19	17	19	19	
PM10- Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m <sup>3</sup> )	2006	-	-	21	10	13	15
	2007	-	-	15	7	9	8
	2008	-	-	10	3	4	6
	2009	-	-	16	10	7	9
	2010	-	-	20	8	7	10
	2011	-	-	18	13	15	12
	2012	-	-	10	5	7	4
	2013	-	-	6	9	10	7
2014	-	-	8	5	10	10	
PM2.5- Jahresmittel	2006	-	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-	-
	2008	-	-	18	-	18	13
	2009	-	-	19	-	19	14
	2010	-	-	18	17	19	15
	2011	-	-	20	16	18	15
	2012	-	-	16	14	16	12
	2013	-	-	16	15	17	12
2014	-	-	16	13	16	14	

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

Die Station Erwitte Soester Straße 9A stellt die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Station dar und ist ca. 24 km südlich in städtischem Gebiet an einer Hauptverkehrsstraße gelegen. Die Station Bielefeld Stapenhorststraße 42 befindet sich ca. 26 km nordöstlich in städtischem Gebiet an einer Hauptverkehrsstraße, die Station Bielefeld-Ost in städtischem Gebiet straßennah auf einer Freifläche. Die Station Soest-Ost ist ca. 32 km südsüdwestlich in ländlichem Gebiet gelegen. Die Station Münster-Geist befindet sich ca. 50 km westnordwestlich, die Station Osnabrück ca. 51 km nordnordwestlich in städtischem Gebiet.

Des Weiteren liegen u.a. die Luftreinhaltepläne Bielefeld, Paderborn und Halle vor (Bezirksregierung Detmold, 2014; Bezirksregierung Detmold, 2011; Bezirksregierung Detmold, 2013), in denen aus Messwerten umliegender Stationen der Jahre 2006, 2008 und 2009 eine regionale NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung von 21 bis 22 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 20 bis 22 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet wird.

Aufgrund der Lage der geplanten Trasse in städtischem Siedlungsrand werden hier in Orientierung an den in **Tab. 4.1** aufgeführten städtischen Hintergrund-Messstationen Münster-Geist und Osnabrück für die Immissionsprognose die Werte der **Tab. 4.2** für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet angesetzt.

Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub>. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein Verhältnis von PM<sub>2.5</sub> zu PM<sub>10</sub> zwischen 0.5 und 0.8. Bruckmann et al. (2009) beziffern das Verhältnis zwischen 0.63 und 0.71. Dabei wird hier an Hintergrundstationen im Vergleich zu Stationen in Quellnähe (Verkehr und Industrie) ein höheres Verhältnis von PM<sub>2.5</sub> zu PM<sub>10</sub> bestimmt.

Auf Grundlage dieser Verhältnisse von PM<sub>2.5</sub> zu PM<sub>10</sub> und der oben genannten Messwerte wird für das Untersuchungsgebiet eine PM<sub>2.5</sub>-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. 15% und für Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub>) um ca. 5%. 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.

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

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2014/2020



## 5 EMISSIONEN

### 5.1 Betrachtete Schadstoffe

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

### 5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

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

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

#### 5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014) berechnet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugarten PKW, INfz, LKW und Busse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,

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

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2014) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israel et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100% der Partikelgröße kleiner 1  $\mu\text{m}$  (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:

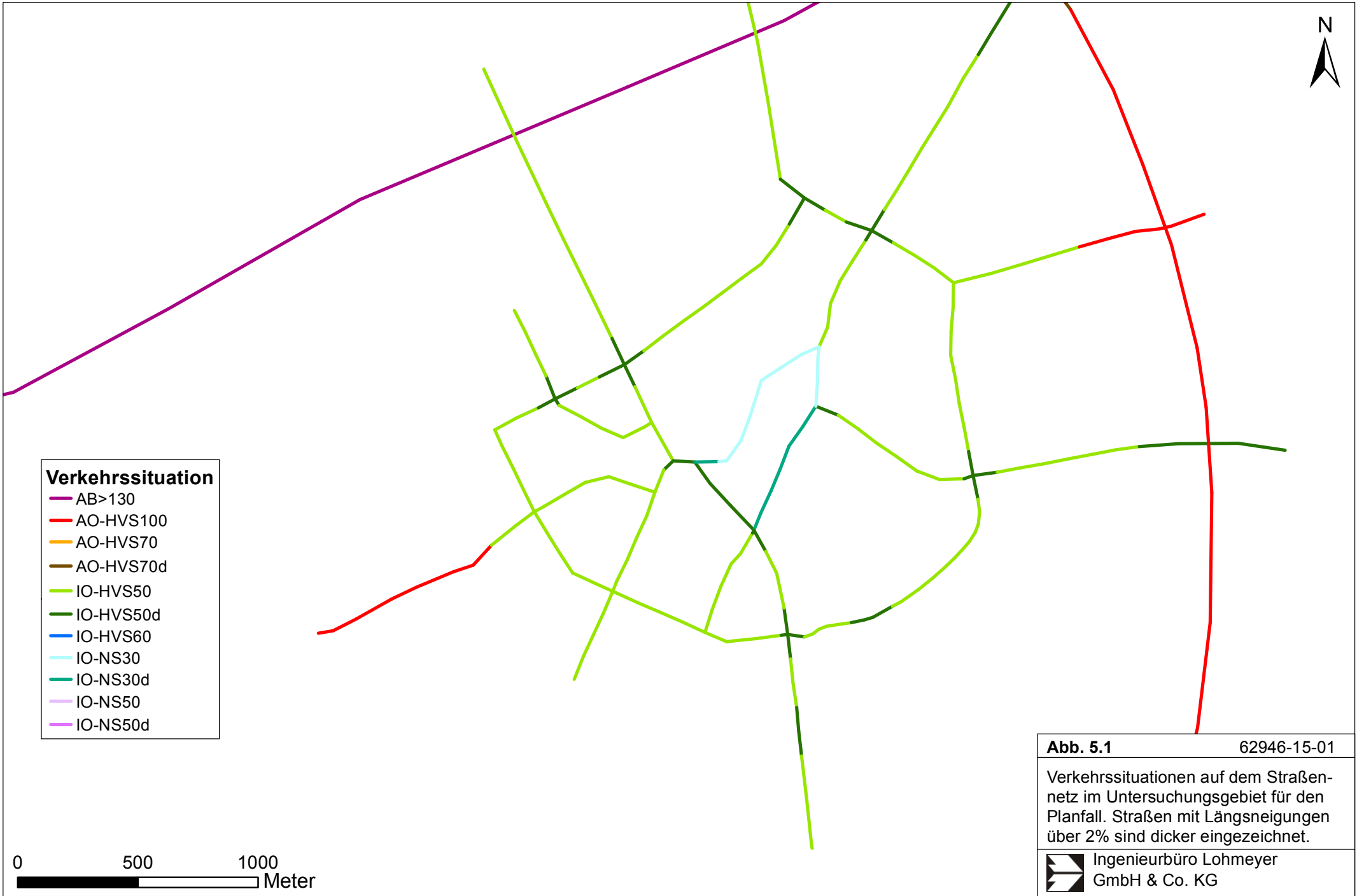
- AB>130: Autobahn, ohne Tempolimit
- AO-HVS100: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h
- AO-HVS70: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
- AO-HVS70d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
- IO-HVS60: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h
- IO-HVS50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
- IO-HVS50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
- IO-NS30: Innerörtliche Neben- bzw. Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h
- IO-NS30d: Innerörtliche Neben- bzw. Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

Entlang des Südrings ist im Bereich des angrenzenden Schulzentrums eine bedarfsgeregelte Fußgängerampel geplant. Diese Auswirkungen auf den Verkehrsfluss werden hier mit der Verkehrssituation „IO-HVS50d“ berücksichtigt.

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] 2020							
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
AB>130	142.6	0.533	0.504	0.0068	0.0093	0.030	0.130	0.011	0.048
AO-HVS100	94.0	0.215	0.772	0.0036	0.0143	0.030	0.130	0.011	0.053
AO-HVS70	67.0	0.168	0.927	0.0030	0.0154	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70_2	67.0	0.178	1.088	0.0031	0.0156	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70_4	67.0	0.214	1.166	0.0034	0.0165	0.030	0.130	0.016	0.062
AO-HVS70d	53.8	0.214	1.156	0.0037	0.0179	0.030	0.130	0.019	0.070
AO-HVS70d_2	53.8	0.225	1.287	0.0037	0.0181	0.030	0.130	0.019	0.070
IO-HVS60	58.0	0.173	1.130	0.0045	0.0175	0.026	0.100	0.018	0.055
IO-HVS50	49.0	0.177	1.426	0.0047	0.0197	0.026	0.100	0.020	0.060
IO-HVS50_2	49.0	0.186	1.410	0.0047	0.0202	0.026	0.100	0.020	0.060
IO-HVS50d	39.6	0.229	1.770	0.0055	0.0229	0.033	0.350	0.022	0.062
IO-HVS50d_2	39.6	0.236	1.732	0.0056	0.0231	0.033	0.350	0.022	0.062
IO-NS30	33.6	0.252	2.163	0.0060	0.0293	0.026	0.280	0.022	0.062
IO-NS30d	26.5	0.288	2.501	0.0068	0.0351	0.035	0.500	0.022	0.062

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2020



**Verkehrssituation**

- AB>130
- AO-HVS100
- AO-HVS70
- AO-HVS70d
- IO-HVS50
- IO-HVS50d
- IO-HVS60
- IO-NS30
- IO-NS30d
- IO-NS50
- IO-NS50d

0      500      1000  
 ─────────── Meter

<b>Abb. 5.1</b>	62946-15-01
Verkehrssituationen auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall. Straßen mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet.	
Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG	

### 5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

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

In der vorliegenden Untersuchung werden die 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 eingetragenen Straßenstaub gehört entsprechend derzeitigem Kenntnisstand eher der Partikelfraktion zwischen 2,5 µm und 10 µm an und wird deshalb bei der Betrachtung von PM<sub>2.5</sub> nicht mit berücksichtigt.

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

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

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

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

### 5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

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

**Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt am bestehenden Ostring nördlich der geplanten Trasse sowie für die geplante Trasse die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für den Prognosenullfall und den Planfall.

<b>Straßenabschnitt</b>	<b>DTV [Kfz/24 h]</b>	<b>LKW- (SV)- Anteil [%]</b>	<b>Verkehrssituation</b>	<b><math>\text{NO}_x</math> [mg/(m s)]</b>	<b>PM10 [mg/(m s)]</b>	<b>PM2.5 [mg/(m s)]</b>
<b>Prognosenullfall</b>						
Ostring	7 300	4.3	IO-HVS50	0.0195	0.0029	0.0023
<b>Planfall</b>						
Ostring	10 900	4.3	IO-HVS50	0.0292	0.0044	0.0034
Geplante Trasse	7 400	3.9	IO-HVS50	0.0194	0.0029	0.0023

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für einen Straßenabschnitt am bestehenden Ostring nördlich der geplanten Trasse sowie für die geplante Trasse für den Prognosenullfall und den Planfall.

## 6 IMMISSIONEN

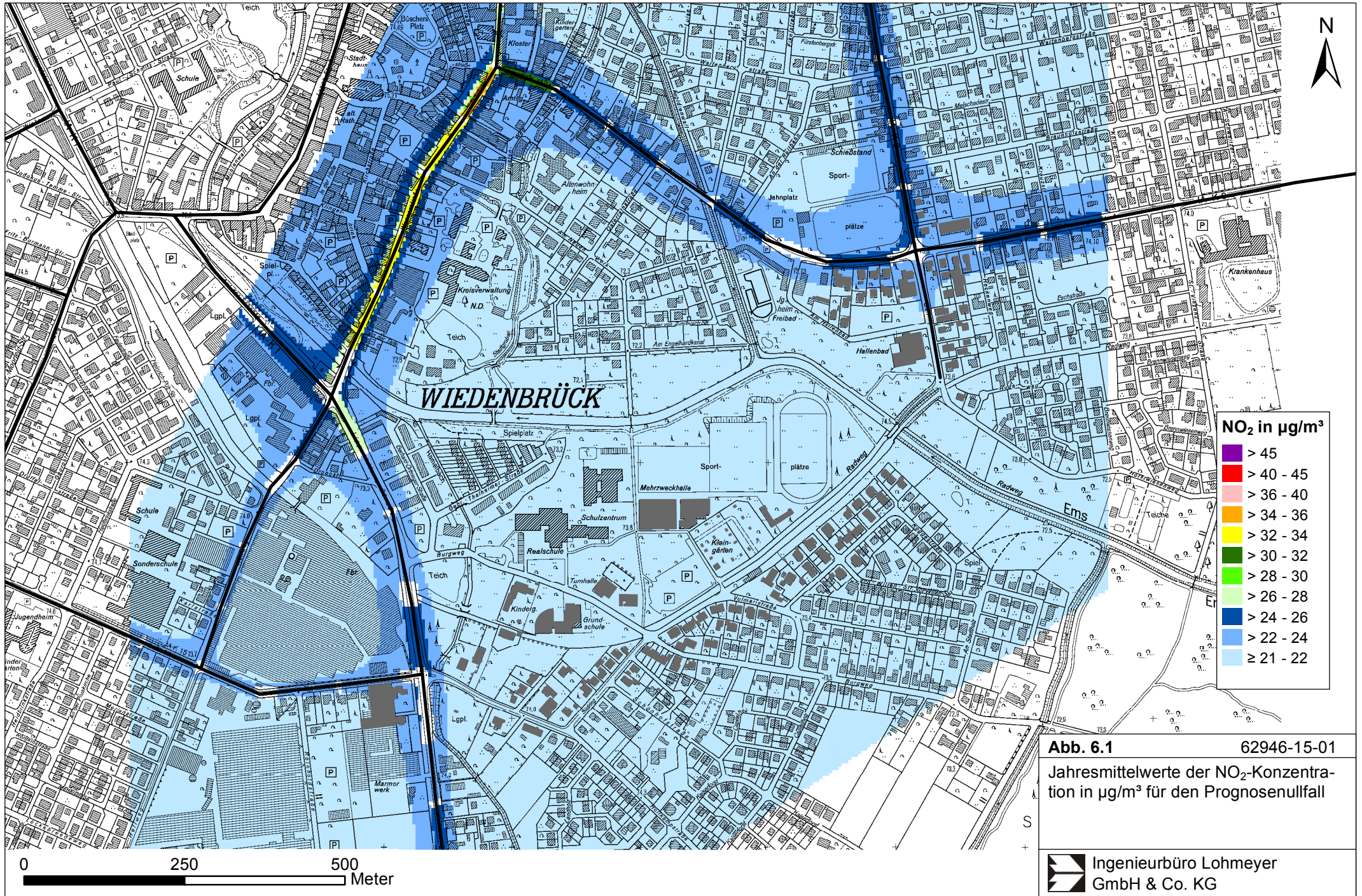
Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen, bestehend aus der Überlagerung der Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes, werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form 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 die geplante Neubaustrecke des Lückenschlusses des Südrings dargestellt. Die Schadstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet wurden für über 73 000 Untersuchungspunkte in Bodennähe bestimmt. Die Anordnung der Untersuchungspunkte erfolgte in einem 5 m x 5 m-Raster bis in einen Abstand von ca. 400 m zur geplanten Trasse sowie den angrenzenden innerörtlichen Straßenabschnitten. 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 der innerörtlichen Straßenabschnitte von Rheda-Wiedenbrück wurde in Teilbereichen mit nahe stehender Bebauung diese typisiert berücksichtigt.

Die **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.6** zeigen die ermittelten Immissionskenngrößen für die Gesamtbelastung von NO<sub>2</sub> und für die Feinstaubfraktionen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub> im Prognosenullfall und im Planfall. Die Bewertung erfolgt im Hinblick auf die Grenzwerte der 39. BImSchV.

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

Die **Abb. 6.1** zeigt die im Prognosenullfall 2020 berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte). Die höchsten NO<sub>2</sub>-Immissionen sind im Prognosenullfall entlang den innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen, insbesondere der Wasserstraße, der Ostend- und Riedberger Straße sowie am Ostring und der Lippstädter Straße berechnet; mit zunehmendem Abstand zu den Straßen sind geringere NO<sub>2</sub>-Immissionen berechnet.



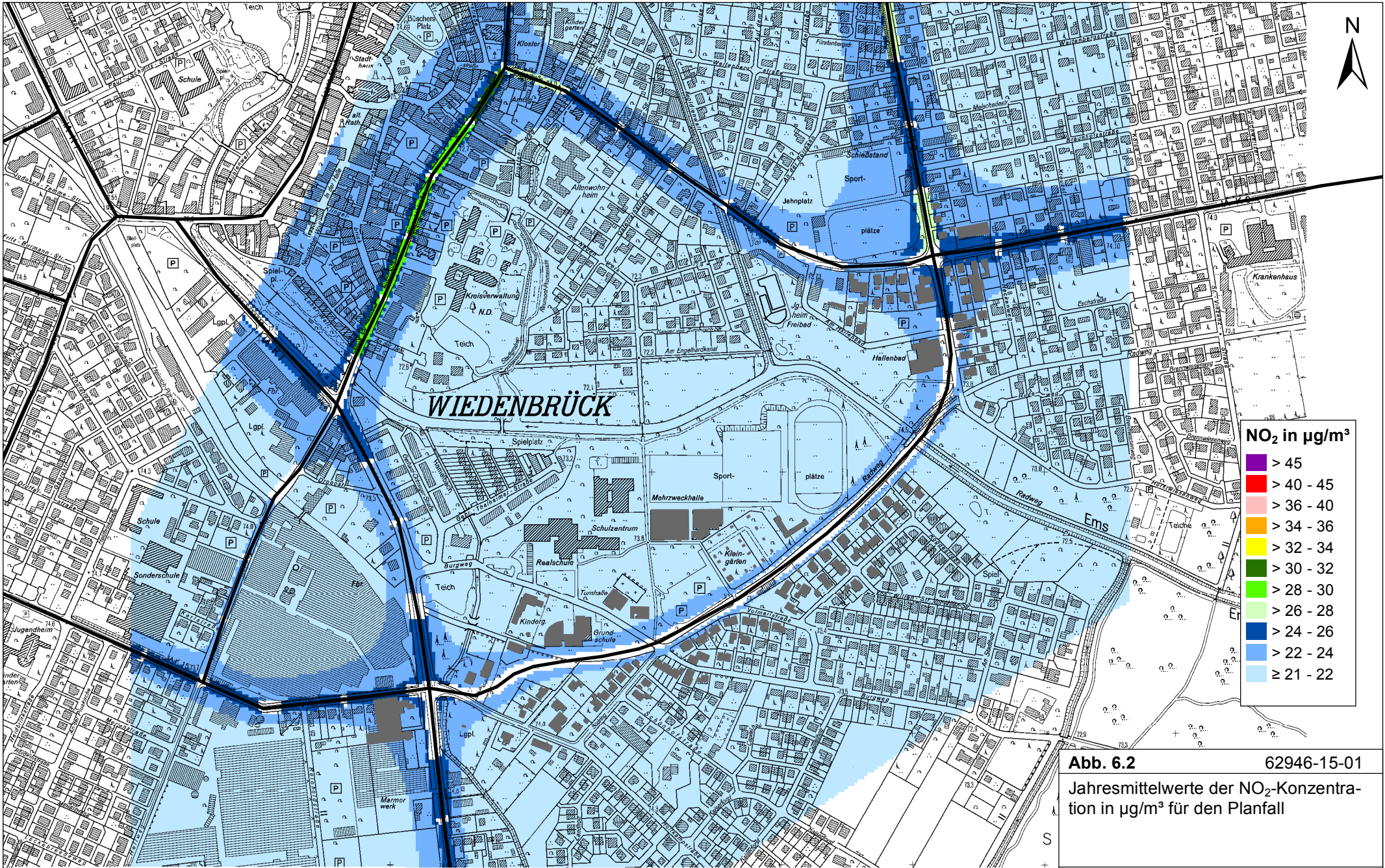


An der Randbebauung der Wasserstraße sind im Prognosenullfall NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen bis 35 µg/m<sup>3</sup>, an der Randbebauung im Mündungsbereich der Ostendstraße in die Wasserstraße bis 31 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der zur Kreuzung Wasserstraße / Lippstädter Straße / Hellweg nächstgelegenen Randbebauung sind NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 27 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel berechnet. An der Randbebauung des Ostrings sind NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 26 µg/m<sup>3</sup>, an der Randbebauung des Südrings bis 24 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind NO<sub>2</sub>-Immissionen unter 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird im Prognosenullfall 2020 an der Randbebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zu einer Hauptverkehrsstraße nächstgelegenen Randbebauung. Für die Randbebauung der Wasserstraße sind die NO<sub>2</sub>-Immissionen in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** als hohe Konzentrationen, an der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die **Abb. 6.2** zeigt die im Planfall berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen. Im Planfall sind entlang der geplanten Trasse des Lückenschlusses des Südrings gegenüber dem Prognosenullfall Zunahmen der Schadstoffbelastungen berechnet, da bislang dort noch keine Straße verläuft. So sind im Planfall bis in einen Abstand von ca. 40 m zur geplanten Trasse NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen über 22 µg/m<sup>3</sup> und bis 26 µg/m<sup>3</sup> im Mündungsbereich der geplanten Trasse in den Ostring berechnet; entlang den Streckenabschnitten mit geplanten Lärmschutzbauten sind entlang der geplanten Trasse geringere NO<sub>2</sub>-Immissionen prognostiziert.

An der im Mündungsbereich der geplanten Trasse in den Ostring nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 1 µg/m<sup>3</sup> erhöhte NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 27 µg/m<sup>3</sup>, an der im Mündungsbereich der geplanten Trasse in den Südring nächstgelegenen Bebauung bis 25 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der übrigen zur geplanten Trasse nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um weniger als 1 µg/m<sup>3</sup> erhöhte NO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit Jahresmittelwerten unter 22 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. An der Randbebauung der Wasserstraße sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall aufgrund der verkehrlichen Entlastung der Wasserstraße um bis zu 4 µg/m<sup>3</sup> reduzierte NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen bis 31 µg/m<sup>3</sup>, an der Randbebauung im Mündungsbereich der Ostendstraße in die Wasserstraße bis 28 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der zur Kreuzung Wasserstraße / Lippstädter Straße / Hellweg nächstgelegenen Randbebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 1 µg/m<sup>3</sup> reduzierte NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 26 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel berechnet. An der Randbebauung des Ostrings sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 1 µg/m<sup>3</sup> erhöhte NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 27 µg/m<sup>3</sup>, an der Randbebauung des Südrings bis 25 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert.




**NO<sub>2</sub> in µg/m<sup>3</sup>**

Dark Purple	> 45
Red	> 40 - 45
Light Red	> 36 - 40
Orange	> 34 - 36
Yellow	> 32 - 34
Light Green	> 30 - 32
Green	> 28 - 30
Light Blue	> 26 - 28
Blue	> 24 - 26
Lightest Blue	> 22 - 24
Very Light Blue	≥ 21 - 22

**Abb. 6.2** 62946-15-01  
 Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Planfall

0 250 500  
 Meter

 Ingenieurbüro Lohmeyer  
 GmbH & Co. KG

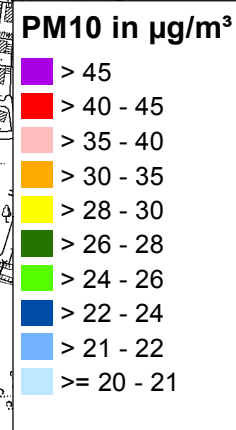
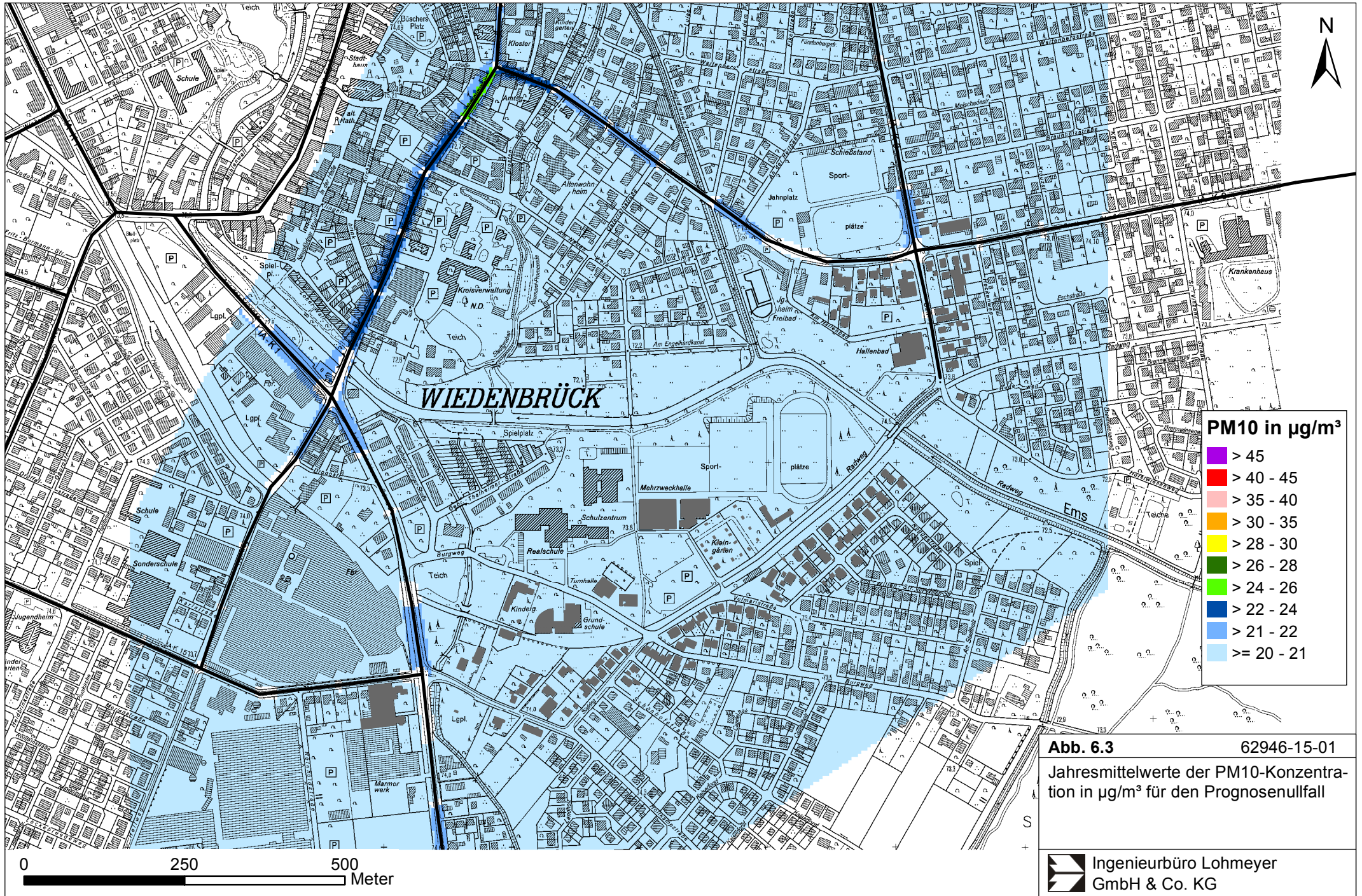
Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> wird im Planfall 2020 an der Randbebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten Trasse nächstgelegenen Randbebauung. Für die zur geplanten Trasse nächstgelegenen Randbebauung sind die NO<sub>2</sub>-Immissionen in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen, an der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die berechneten NO<sub>2</sub>-Kurzzeitbelastungen (98-Perzentilwert) führen sowohl im Prognose-nullfall als auch im Planfall 2020 an der Bebauung im Untersuchungsgebiet zu Konzentrationen unter 80 µg/m<sup>3</sup>, so auch an der zur geplanten Trasse nächstgelegenen Bebauung. 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 Prognose-nullfall als auch im Planfall deutlich nicht überschritten wird. Auf eine grafische Darstellung wird hier deshalb verzichtet.

## 6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10)

Für die Bewertung der PM10-Immissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 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 werden kann. 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.

Im Prognose-nullfall (**Abb. 6.3**) sind entlang der Wasserstraße PM10-Immissionen über 21 µg/m<sup>3</sup> und bis 25 µg/m<sup>3</sup> an der beurteilungsrelevanten Randbebauung berechnet. An der Randbebauung im Mündungsbereich der Ostendstraße in die Wasserstraße sind PM10-Jahresmittelwerte bis 24 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der Randbebauung der Rietberger Straße, des Ostrings und Südrings sowie der Lippstädter Straße sind vereinzelt PM10-Immissionen bis 22 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Prognose-nullfall mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare PM10-Immissionen unter 21 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel berechnet.



**Abb. 6.3** 62946-15-01  
 Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Prognosenullfall

Im Planfall (**Abb. 6.4**) sind entlang der geplanten Trasse überwiegend PM10-Immissionen unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet und nur an der Randbebauung im Mündungsbereich der geplanten Trasse in den Ostring sind PM10-Jahresmittelwerte bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der Randbebauung der Wasserstraße sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte PM10-Immissionen bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel berechnet, so auch an der Randbebauung im Mündungsbereich der Ostendstraße in den Wasserweg. An der Randbebauung der Rietberger Straße, des Ostrings und Südrings sowie der Lippstädter Straße sind vereinzelt PM10-Immissionen bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Planfall mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare PM10-Immissionen unter  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel berechnet.

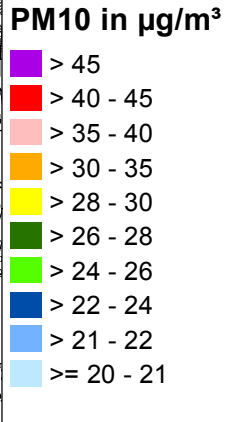
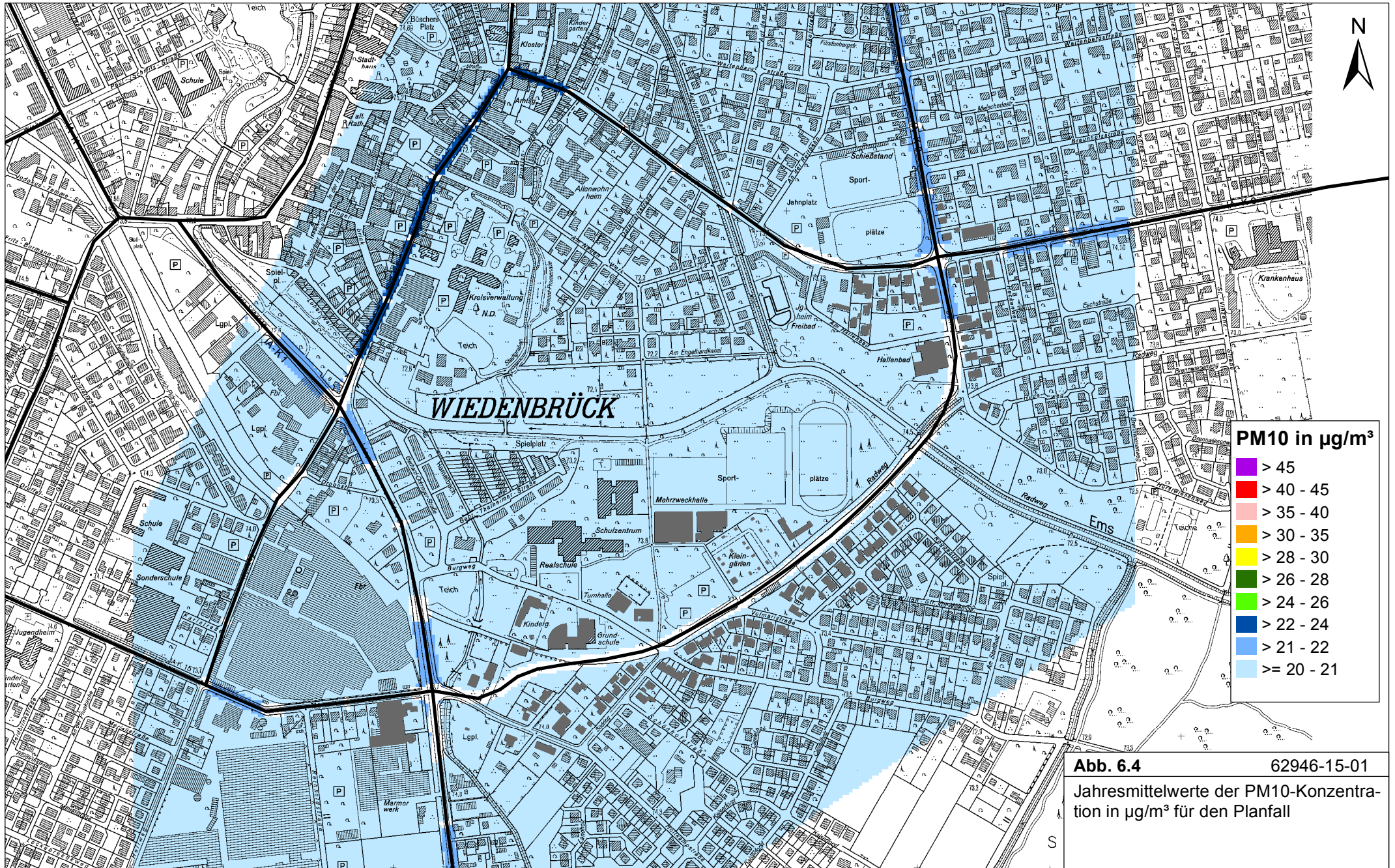
Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2020 an der bestehenden beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten Trasse nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert nach **Tab. 3.2** sind die PM10-Jahresmittelwerte als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der Bebauung im Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

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

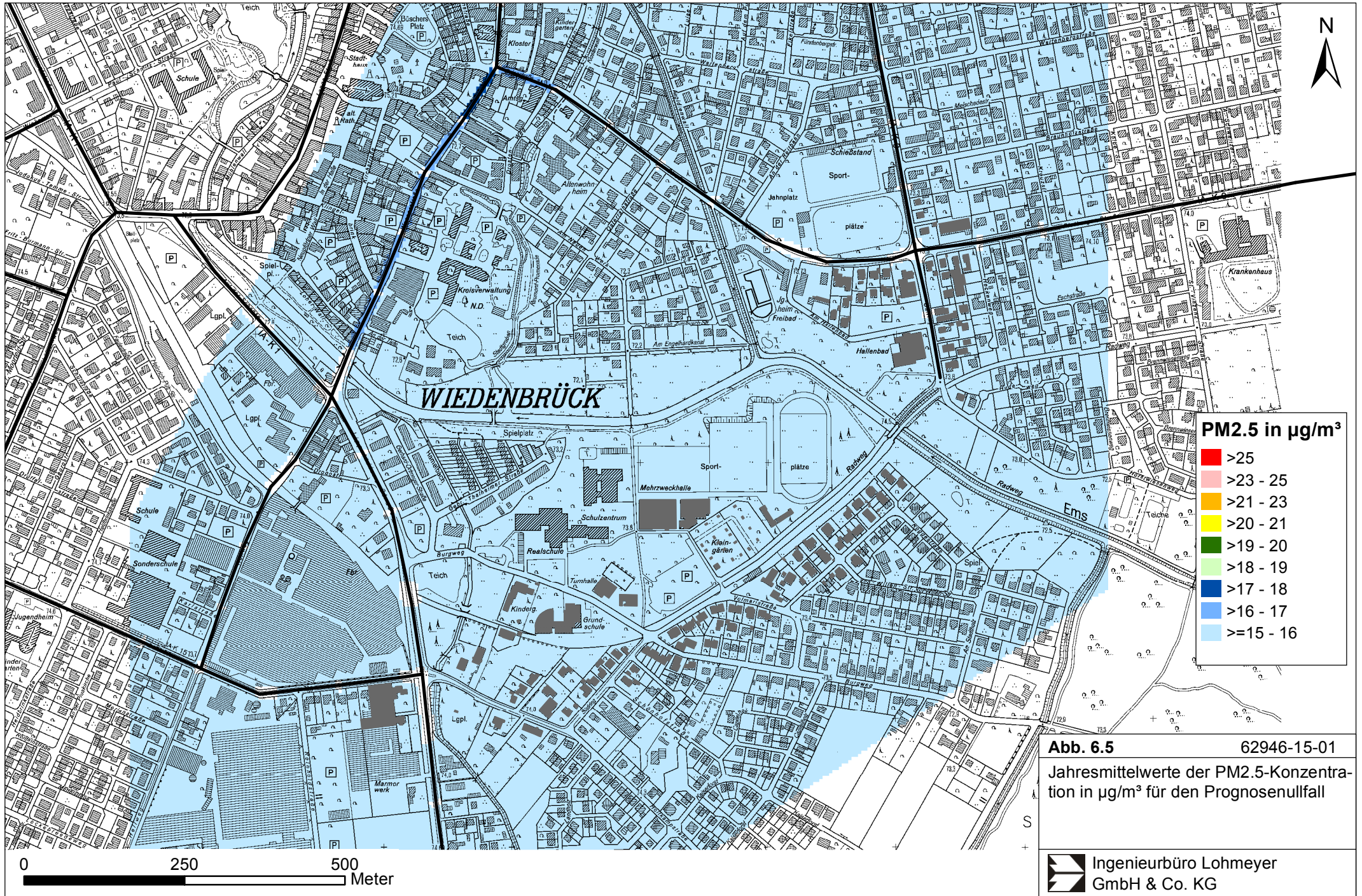
Für die Bewertung der PM2.5-Immissionen werden zwei Beurteilungswerte genannt. Diese sind der PM2.5-Grenzwert (Jahresmittelwert) von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der seit dem Jahr 2015 einzuhalten ist und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der ab dem Jahr 2020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

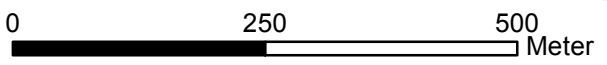
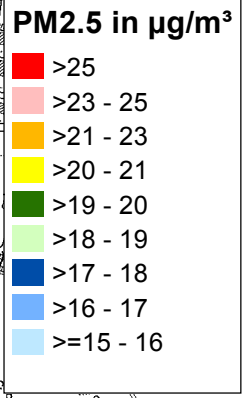
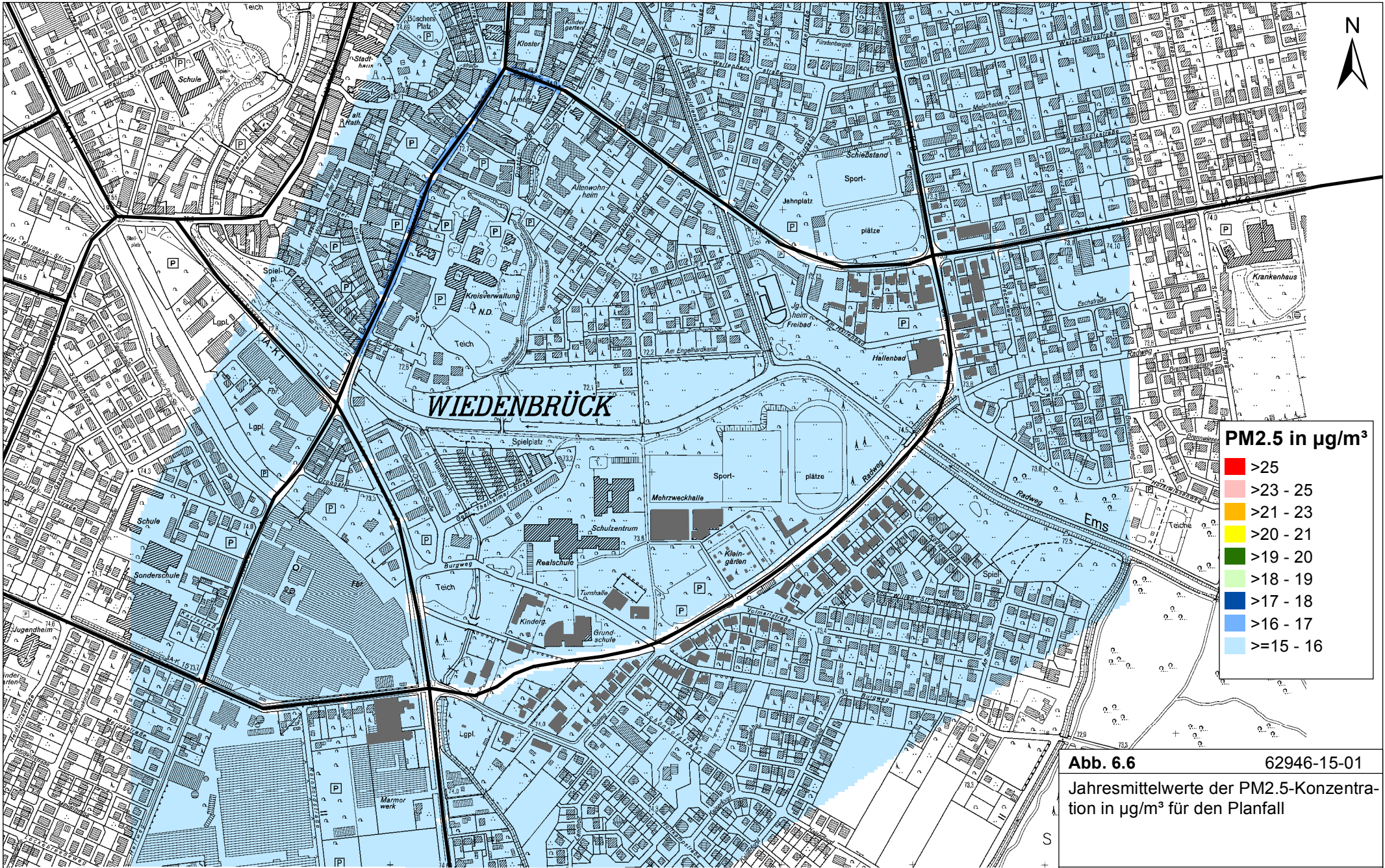
Die **Abb. 6.5** zeigt die im Prognosenullfall berechneten PM2.5-Immissionen. Die höchsten PM2.5-Immissionen sind im Prognosenullfall entlang der Wasserstraße und der Ostendstraße berechnet; dort sind an der Randbebauung PM2.5-Immissionen bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Prognosenullfall mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare PM2.5-Immissionen unter  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Im Planfall (**Abb. 6.6**) sind an der Randbebauung der Wasserstraße gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduzierte PM2.5-Immissionen vereinzelt bis  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Entlang der geplanten Trasse sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Gesamtbelastungen unter  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet, so auch an der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet.



**Abb. 6.4** 62946-15-01  
 Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Planfall





**Abb. 6.6** 62946-15-01  
 Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Planfall



Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM<sub>2.5</sub>-Jahresmittelwerte von 25 µg/m<sup>3</sup> wird entsprechend den Immissionsberechnungen somit sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2020 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten, so auch an der zur geplanten Trasse nächstgelegenen Bebauung. In Bezug auf den Grenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup> sind die PM<sub>2.5</sub>-Immissionen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der ab dem Jahr 2020 einzuhaltende Richtgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> wird an der Bebauung im Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

## 7 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004. (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BAST (2012): Verkehrsentwicklung auf den Bundesfernstraßen 2011. Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen, 2012.

- Bezirksregierung Detmold (2011): Luftreinhalteplan für das Gebiet der Stadt Paderborn. Bezirksregierung Detmold unter Mitarbeit des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW).
- Bezirksregierung Detmold (2013): Luftreinhalteplan Stadt Halle / Westfalen. Bezirksregierung Detmold unter Mitarbeit der Stadt Halle und des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW).
- Bezirksregierung Detmold (2014): Luftreinhalteplan Stadt Bielefeld. Bezirksregierung Detmold unter Mitarbeit der Stadt Bielefeld und des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW).
- 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. Projekt70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von 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., Reichenbächer, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.
- LANUV NRW (2007-2015)a: EU-Jahreskenngößen 2006-2014. Landesamt für Umwelt, Natur, und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- LANUV NRW (2007-2015)b: Kurzfassung Jahreskenngößen 2006-2014. Landesamt für Umwelt, Natur, und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.
- LUA NRW (2002): Mobile Immissionsmessung Nr. 347 Rheda-Wiedenbrück. März 2002 bis Mai 2002. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen.
- 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).
- nts (2012): Verkehrsuntersuchung Rheda-Wiedenbrück. Teilbereich Wiedenbrück. Ingenieurgesellschaft nts mbH, Münster.

- nts (2015): Verkehrsuntersuchung Rheda-Wiedenbrück. Teilbereich Wiedenbrück, hier: Anpassung des Prognosehorizontes auf das Jahr 2030. Ingenieurgesellschaft nts mbH, Münster.
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J.B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460. Hrsg.: Ministry of Environment – National Environmental Research Institut / Denmark.  
[http://www.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF](http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF)
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, veröffentlicht 2013.
- Romberg, E., 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-Reinhalte der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- TREMODO (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2014): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.2 / Juli 2014. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.

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

## A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

### A1.1 Grenzwerte

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

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

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für  $\text{PM}_{2.5}$ , 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 EG-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. In der 39. BImSchV wurden u.a. die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben wurden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der ab dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist.

## 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 ab dem Jahr 2015 ein Grenzwert wird.

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

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

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

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM2.5-Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 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.

### **A1.4 Schutz der Vegetation**

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel. Dieser „kritische Wert“ ist ein auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse festgelegter Wert, dessen Überschreitung unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann. Die Erfassung und Anwendung ist für Bereiche vorbehalten, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind.

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

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

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 nach Romberg et al. (1996). Diese Vorgehensweise wurde durch Auswertungen von Messdaten der letzten Jahre bestätigt (Bächlin et al., 2006).

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

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

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

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

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

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

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

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

Tab. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

### A2.3 Fehlerdiskussion

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

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

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

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

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

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

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO<sub>x</sub>-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.

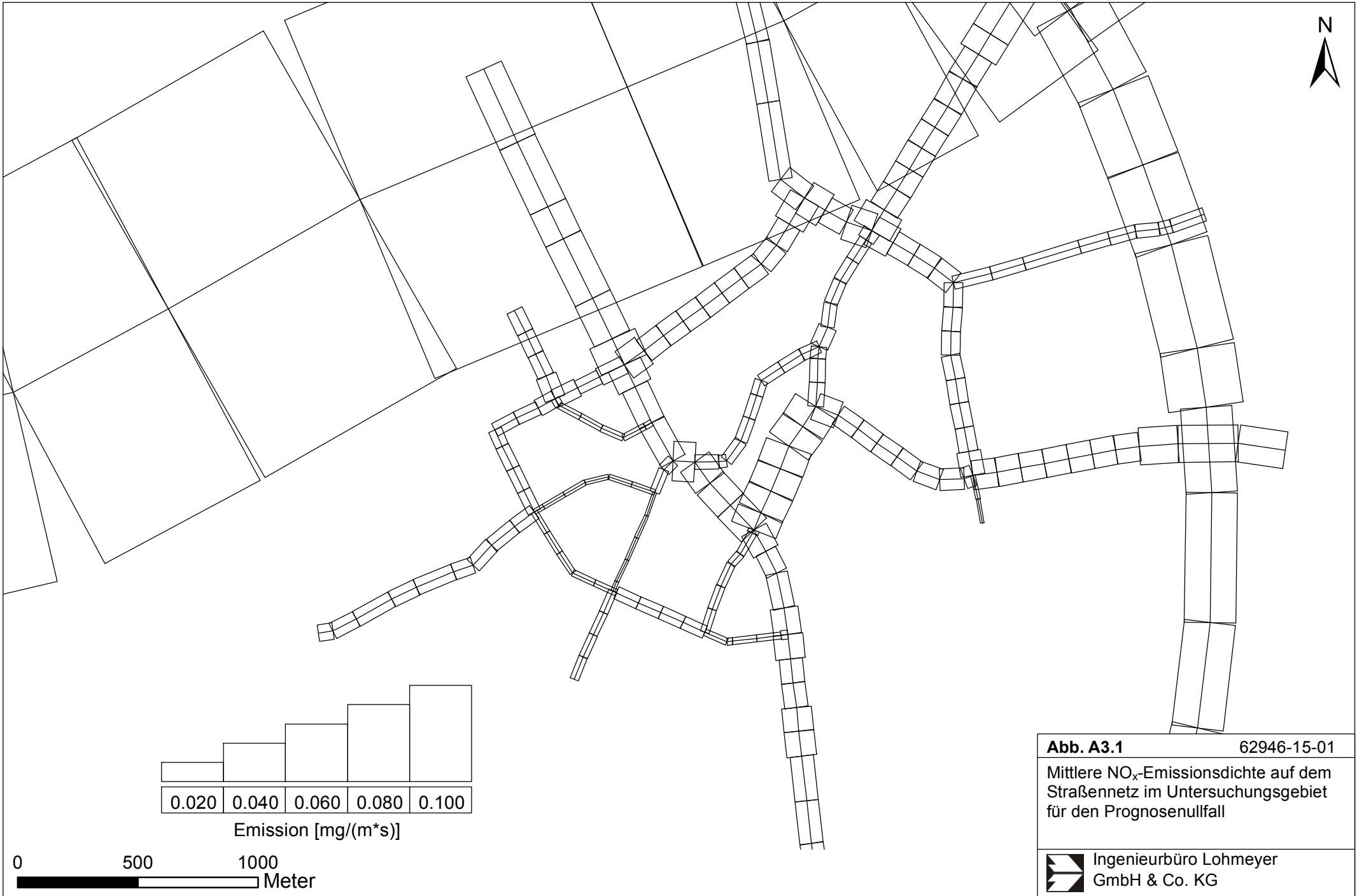
Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese 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.

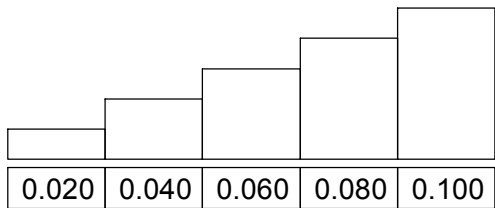
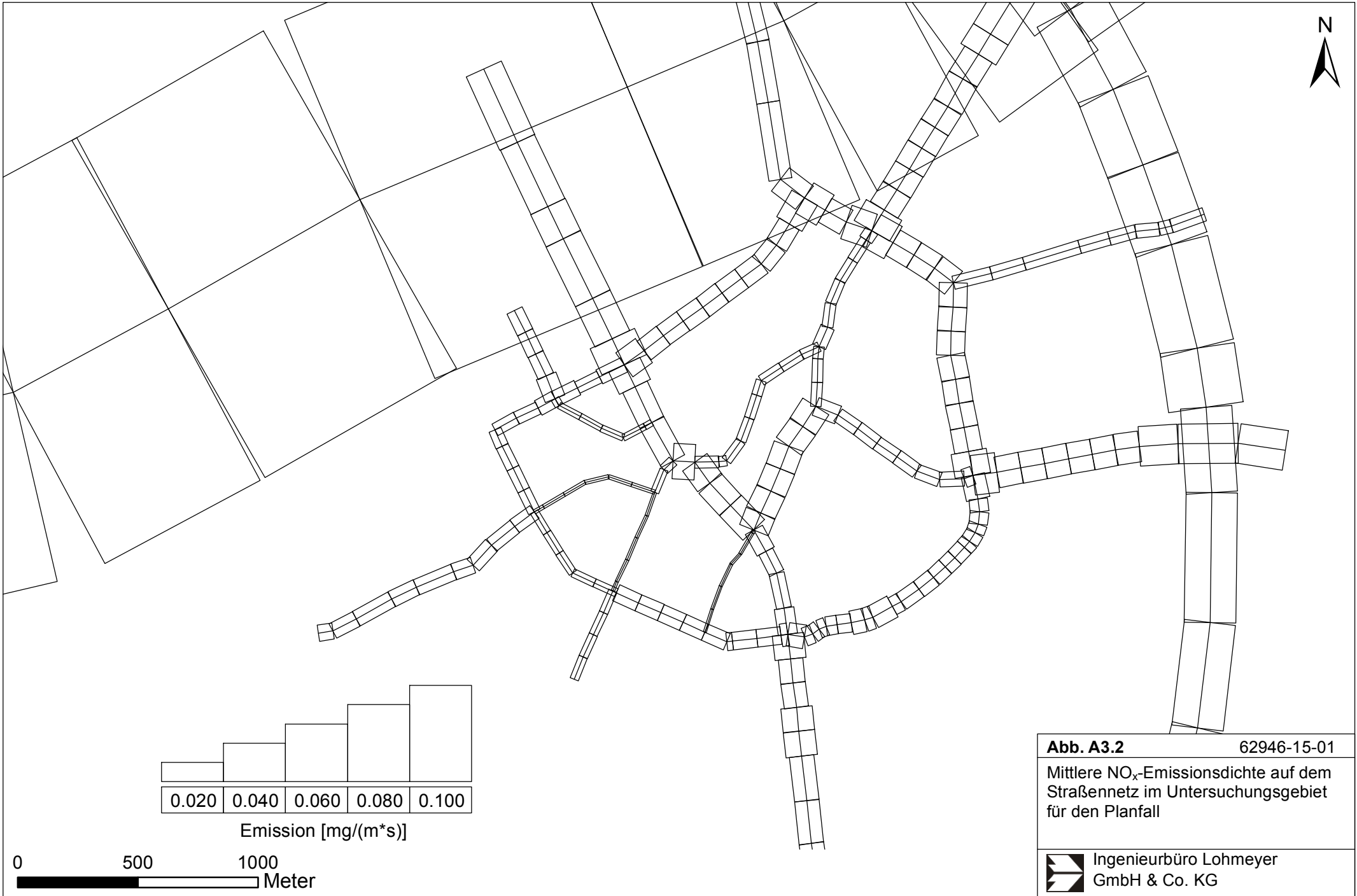
**A N H A N G A 3**  
**EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE**



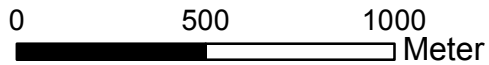


**Abb. A3.1** 62946-15-01  
 Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG




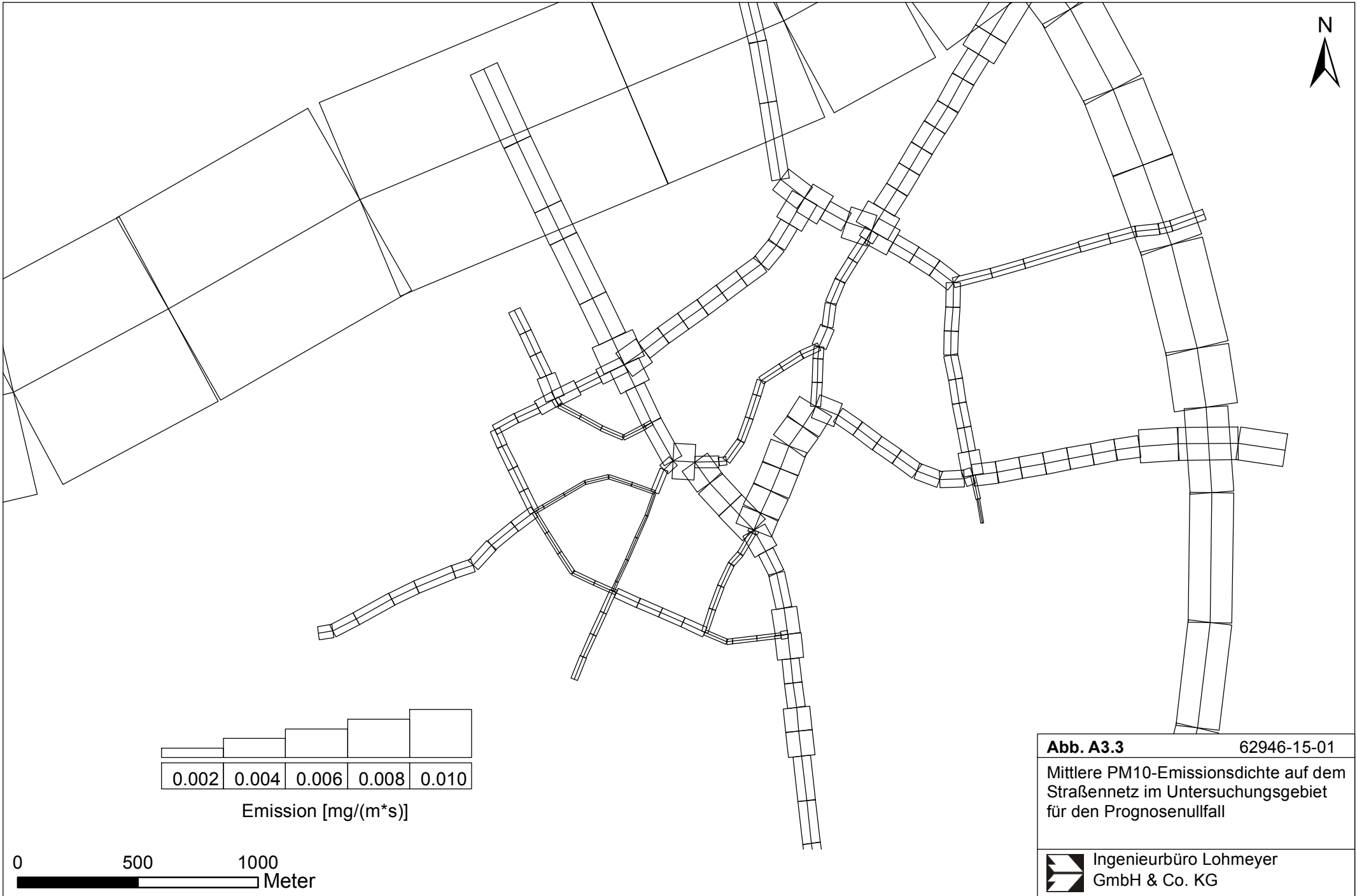
Emission [mg/(m\*s)]




**Abb. A3.2** 62946-15-01

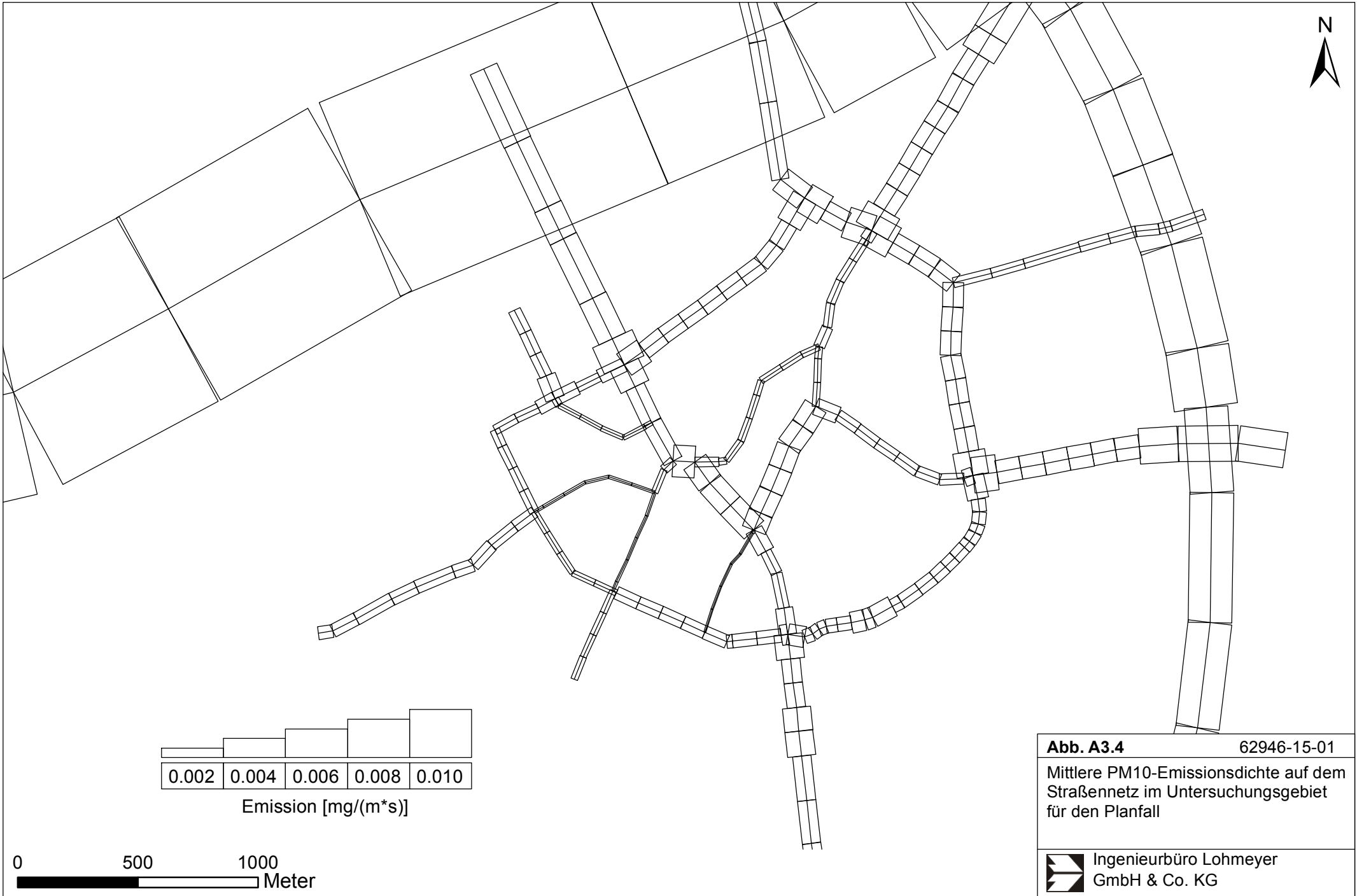
Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

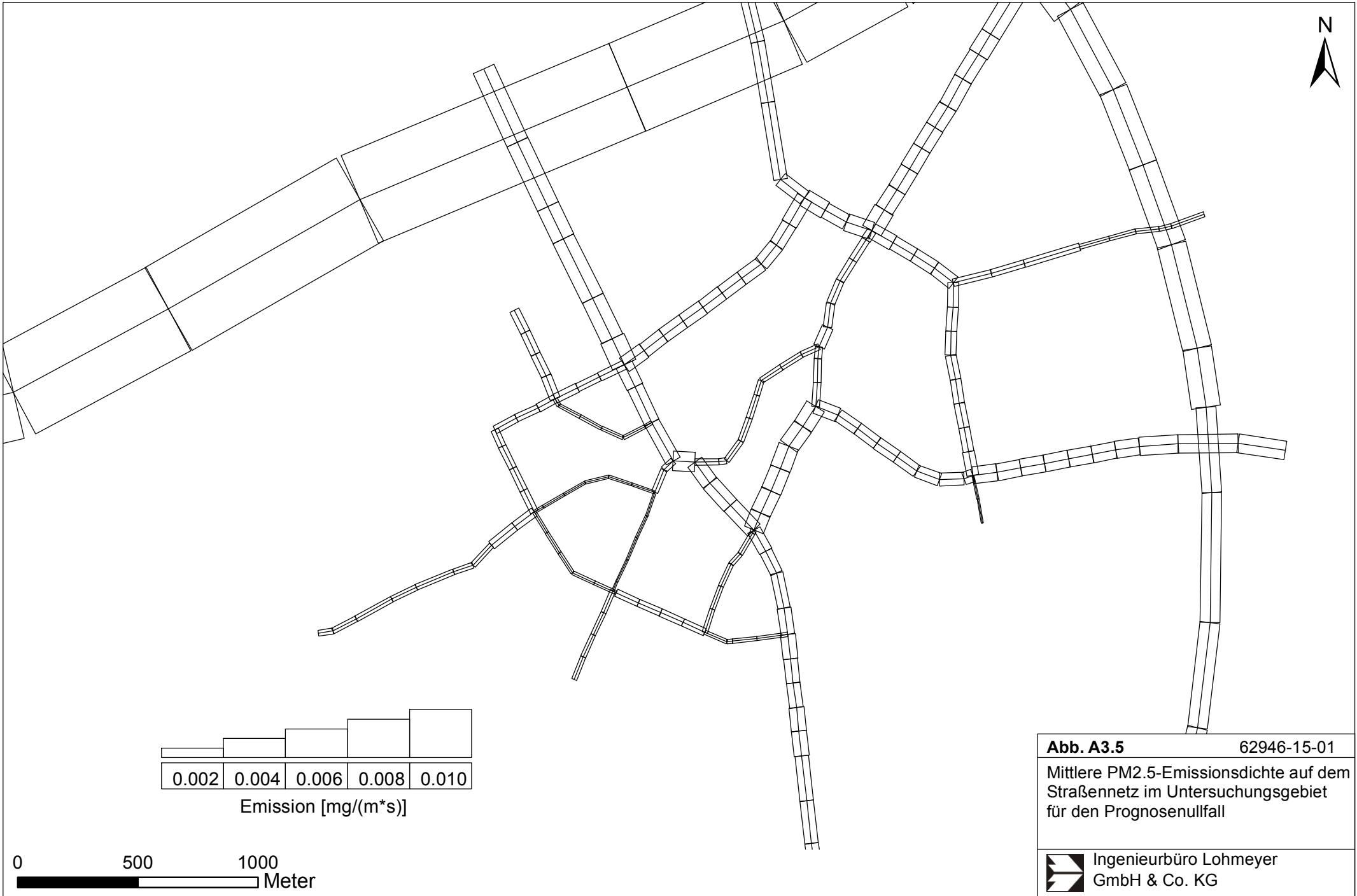


**Abb. A3.3** 62946-15-01  
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall


 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

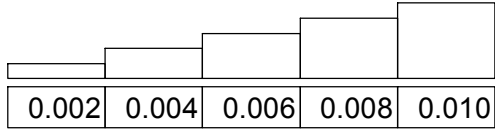
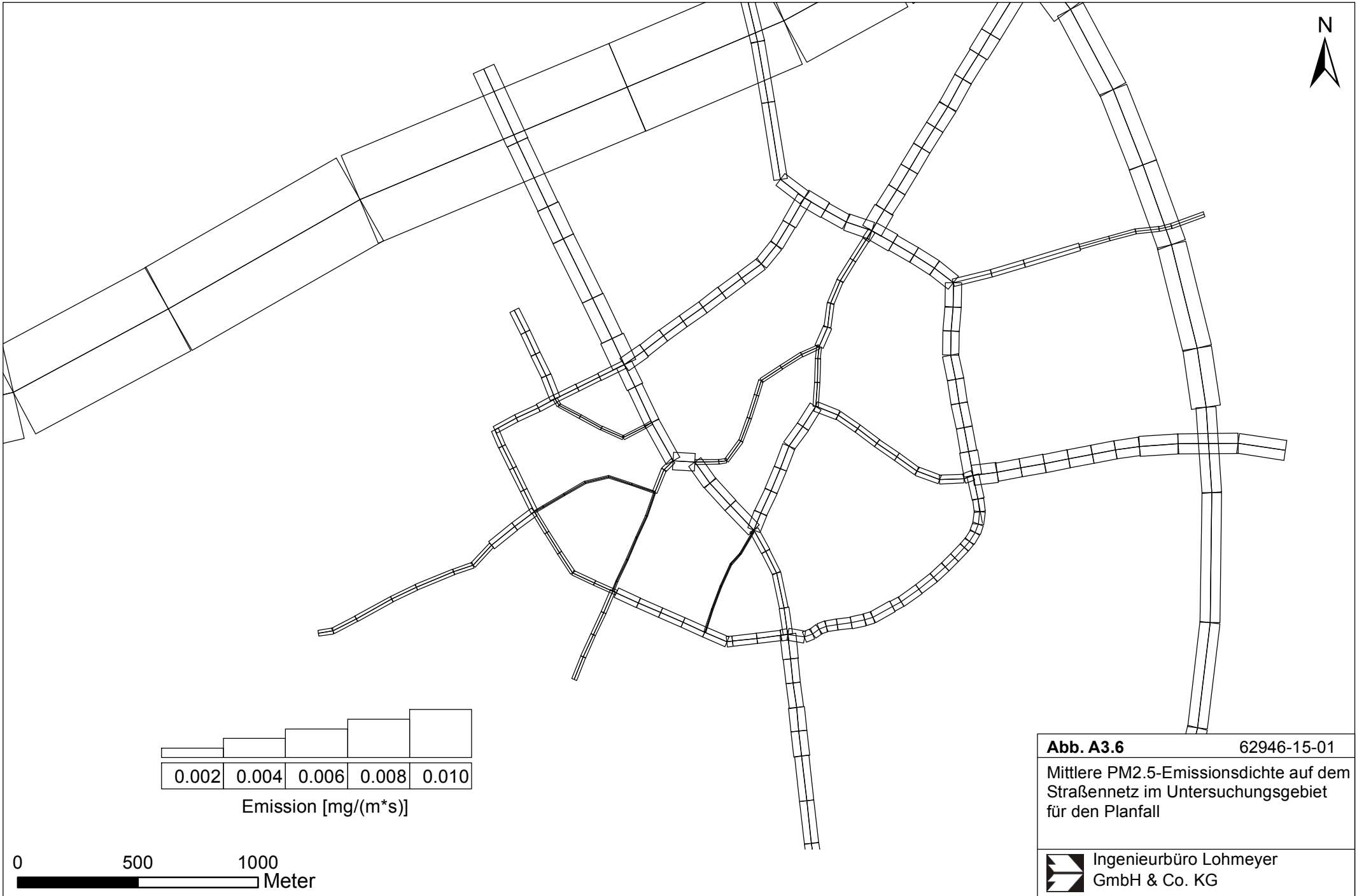


**Abb. A3.4** 62946-15-01  
 Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem  
 Straßennetz im Untersuchungsgebiet  
 für den Planfall

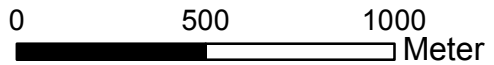


**Abb. A3.5** 62946-15-01  
Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



Emission [mg/(m\*s)]



<b>Abb. A3.6</b>	62946-15-01
Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG