



**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

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

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG

**LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN FÜR DEN
BEBAUUNGSPLAN NR. 1202
„EINRICHTUNGSHAUS DREIGRENZEN“
DER STADT WUPPERTAL -
AKTUALISIERUNG**

Auftraggeber: IKEA Verwaltung-GmbH
Am Wandersmann 2 - 4
65719 Hofheim/Wallau

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

Dr.-Ing. W. Bächlin

Dezember 2014
Projekt 62724-14-01
Berichtsumfang 64 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	7
3 VORGEHENSWEISE	8
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	8
3.2 Berechnungsverfahren.....	9
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	10
4 EINGANGSDATEN	13
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	13
4.2 Verkehrsdaten	15
4.3 Meteorologische Daten	18
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft	20
5 EMISSIONEN	24
5.1 Betrachtete Schadstoffe.....	24
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	24
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	24
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	26
5.3 Emissionen des ruhenden Verkehrs	30
5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	31
6 IMMISSIONEN.....	32
6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO ₂).....	32
6.2 Feinstaub-Immissionen (PM ₁₀)	37
6.3 Feinstaub-Immissionen (PM _{2.5})	40
7 LITERATUR	44

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	49
A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	53
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE.....	59

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

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

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

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

zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO_2 -Konzentrationen von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 / PM_{10} / $\text{PM}_{2.5}$

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

1 ZUSAMMENFASSUNG

Im Norden von Wuppertal ist der Bebauungsplan Nr. 1202 „Einrichtungshaus Dreigrenzen“ in Bearbeitung, der eine Ausweisung als sonstiges Sondergebiet „Einrichtungshaus IKEA“ für großflächigen Einzelhandel mit verkehrlicher Anbindung an das übergeordnete Straßennetz vorsieht. Für diese Planungen war ein Luftschadstoffgutachten hinsichtlich der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen entsprechend den Anforderungen an die Bauleitplanung zu erstellen. Zu betrachten war ein Referenzzustand (Prognosenullfall) und ein Planzustand im Bezugsjahr 2016, dem Jahr der frühestmöglichen Inbetriebnahme der geplanten Nutzung. Die Beurteilung erfolgt nach der 39. BImSchV für die verkehrsbedingten Schadstoffe NO₂ und Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}).

Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet wurden mit dem Straßennetzmodell PROKAS die Emissionen des Verkehrs auf den berücksichtigten, bestehenden und geplanten Straßen auf der Grundlage der Verkehrsdaten und Verkehrsflussdaten des Verkehrsgutachters sowie den geplanten Stellplatzanlagen berechnet. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie wurden für das Prognosejahr mithilfe des vom Umweltbundesamt herausgegebenen "Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA" Version 3.2 (UBA, 2014) bestimmt.

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

Ergebnisse

Die Immissionssituation im Untersuchungsgebiet wird vor allem durch das Verkehrsaufkommen auf der bestehenden A 46 geprägt; dort werden im Nahbereich der Autobahn NO₂-Immissionen mit Jahresmittelwerten über 44 µg/m³ berechnet. Mit den Planungen ist entlang den Straßenabschnitten ohne bauliche Änderungen sowie entlang den geplanten Fahrwegen auf dem Gelände des Einrichtungshauses eine Zunahme der Schadstoffbelastungen verbunden; an bestehenden Straßenabschnitten mit baulichen Änderungen (geplanter Kreisverkehrsplatz) sind im Planfall aufgrund der Verkehrsverflüssigung trotz erhöhtem Verkehrsaufkommen keine wesentlichen Erhöhungen der Schadstoffimmissionen berechnet.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanter Bebauung, z.B. Wohnbebauung, führen. An der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung werden im Prognosenullfall NO_2 -Jahresmittelwerte bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der zur bestehenden L 58 (Schmiedestraße) nächstgelegenen Randbebauung auf der Südseite der A 46 werden im Prognosenullfall NO_2 -Immissionen bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an der auf der Nordseite der A 46 zum Kreisverkehrsplatz nächstgelegenen Bebauung knapp unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der zur L 432 (Mollenkotten) nächstgelegenen Bebauung sind NO_2 -Konzentrationen bis $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der darüber hinaus im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung werden im Prognosenullfall NO_2 -Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Im Planfall 2016 sind an der zur L 58 (Schmiedestraße) nächstgelegenen Bebauung im Bereich der geplanten Zufahrt zum Bebauungsplangebiet gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöhte NO_2 -Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Südlich des ausgebauten Kreisverkehrsplatzes werden an der zur Schmiedestraße nächstgelegenen Bebauung geringfügig erhöhte NO_2 -Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Auf dem geplanten Baugelände werden NO_2 -Immissionen bis $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, direkt südlich des Geländes unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der bestehenden Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig höhere oder vergleichbare NO_2 -Jahresmittelwerte bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung berechnet.

Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird somit im Prognosenullfall an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung entlang der L 58 nahezu erreicht, aber nicht überschritten. Im Planfall mit realisiertem Bauvorhaben wird der Grenzwert an der zur bestehenden L 58 (Schmiedestraße) nächstgelegenen Bebauung südlich des Kreisverkehrsplatzes erreicht, aber nicht überschritten, an der zum geplanten Baugelände nächstgelegenen Bebauung nahezu erreicht, aber nicht überschritten. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet wird der Grenzwert im Planfall nicht erreicht und nicht überschritten.

Die berechneten PM_{10} -Immissionen führen im Prognosenullfall an der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung zu PM_{10} -Jahresmittelwerten bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der zur L 58 südlich des Kreisverkehrs nächstgelegenen Bebauung bis $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet werden PM_{10} -Gesamtbelastungen bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Im Planfall sind an der zur L 58 im Bereich der geplanten Zufahrt zum Einrichtungshaus nächstgelegenen Bebauung gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöhte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der südlich des geplanten Kreisverkehrsplatzes zur Schmiedestraße nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM10-Immissionen bis $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung werden PM10-Konzentrationen bis $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird somit sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2016 an der beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Die jahresmittleren PM10-Konzentrationen sind sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der bestehenden und geplanten Bebauung im Untersuchungsgebiet ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Die berechneten PM2.5-Immissionen führen im Prognosenullfall an der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung zu PM2.5-Jahresmittelwerten bis $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An der zur L 58 nächstgelegenen Randbebauung sind PM2.5-Immissionen bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel berechnet. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet werden im Prognosenullfall mit der angesetzten Hintergrundbelastung vergleichbare PM2.5-Immissionen unter $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Im Planfall mit realisiertem Bauvorhaben werden an der zur L 58 südlich des Kreisverkehrsplatzes nächstgelegenen Bebauung mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, so auch an der zur geplanten Zufahrt zum Einrichtungshaus nächstgelegenen Bebauung. An der zur Schmiedestraße nördlich des geplanten Kreisverkehrsplatzes nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig erhöhte PM2.5-Immissionen bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der darüber hinaus im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung werden im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2016 an der bestehenden und geplanten Bebauung im Untersuchungsgebiet deutlich nicht

erreicht und nicht überschritten. Der ab dem Jahr 2020 einzuhaltende Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall an der bestehenden und geplanten Bebauung ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass im Betrachtungsgebiet aufgrund der Nähe zur A 46 teilweise hohe NO_2 -Belastungen an der bestehenden Bebauung vorliegen, dort die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit jedoch nicht überschritten werden. Aufgrund der mit den Planungen verbundenen erhöhten Verkehrsaufkommen ist entlang den bestehenden Straßen ohne bauliche Änderungen eine Erhöhung der Schadstoffbelastungen verbunden. An dem Kreisverkehr Schmiedestraße/Mollenkotten sind aufgrund der geplanten baulichen Änderungen und der damit verbundenen Verkehrsverflüssigung keine nennenswerten Änderungen der Immissionen an nächstgelegener Bebauung berechnet. Auch im Planfall werden die geltenden Grenzwert im Betrachtungsgebiet nicht überschritten.

2 AUFGABENSTELLUNG

Im Norden von Wuppertal ist der Bebauungsplan Nr. 1202 „Einrichtungshaus Dreigrenzen“ in Bearbeitung, der eine Ausweisung als sonstiges Sondergebiet „Einrichtungshaus IKEA“ für großflächigen Einzelhandel mit verkehrlicher Anbindung an das übergeordnete Straßennetz vorsieht. Für diese Planungen wurde durch unser Büro im Jahr 2012 ein Luftschadstoffgutachten erstellt. Zwischenzeitlich wurde das Planungskonzept angepasst und die Verkehrsleistungsdaten aktualisiert. Dementsprechend ist eine Aktualisierung des Luftschadstoffgutachtens erforderlich.

Zu betrachten sind ein Referenzzustand (Prognosenullfall) und ein Planzustand für das Jahr der frühesten Inbetriebnahme der geplanten Nutzung. Die Beurteilung erfolgt nach der 39. BImSchV für die verkehrsbedingten Schadstoffe NO₂ und Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}).

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 NO₂ und PM10 die 22. BImSchV ersetzt.

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

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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

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

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

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

3.2 Berechnungsverfahren

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

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

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden für das Prognosejahr 2016 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA nicht behandelt. Die Berechnung dieser Emissionen erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von aktuellen Forschungsarbeiten (BAST, 2005; Düring und Lohmeyer, 2011; CORINAIR, 2007). Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (VDI, 2003).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen sowie der typisiert berücksichtigten 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 und Fahrwege gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

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

3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

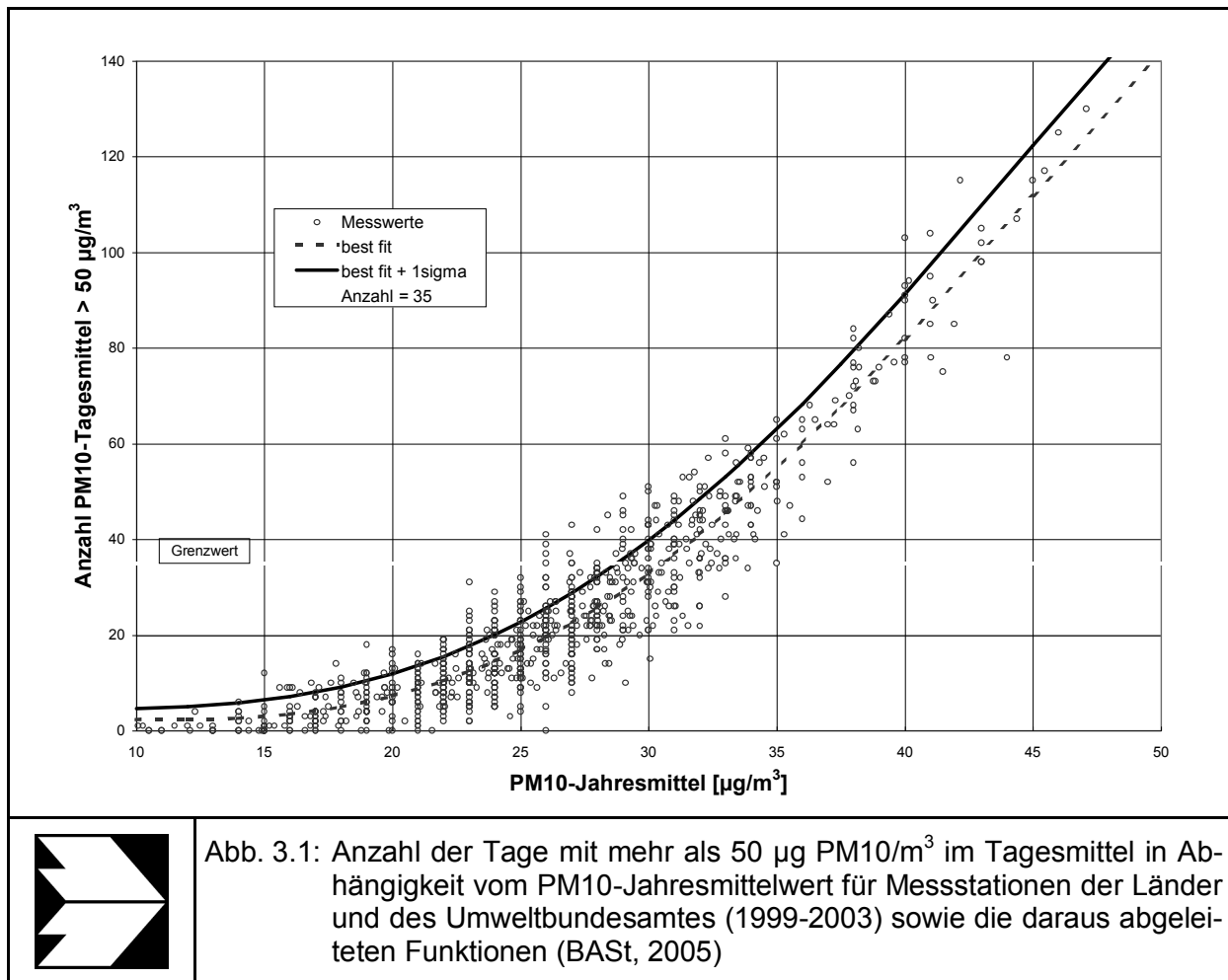
Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert 115 µg/m³ bis 170 µg/m³ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus

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

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

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

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



4 EINGANGSDATEN

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

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

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet mit dem Bebauungsplangebiet „Dreigrenzen“ befindet sich ca. 5 km nordöstlich des Stadtzentrums von Wuppertal an der A 46 zwischen der Anschlussstelle (AS) Wuppertal-Oberbarmen und dem Autobahnkreuz Wuppertal-Nord. Die A 46 verläuft im Untersuchungsgebiet von Südwest nach Nordost und quert dabei die L 58 im Bereich der Anschlussstelle. Die L 58 verläuft im Untersuchungsgebiet in nordsüdlicher Richtung. Nördlich der A 46 besteht derzeit im Mündungsbereich der von Westen kommenden L 432 in die L 58 ein Kreisverkehr, der im Zuge des geplanten Bauvorhabens ausgebaut werden soll.

Das zu betrachtende Baugebiet befindet sich auf der Südseite der A 46 im Nahbereich der AS Wuppertal-Oberbarmen und wird im Westen durch die L 58 (Schmiedestraße) und im Norden durch den Eichenhofer Weg begrenzt. Auf dem zu betrachtenden Baugelände bestand bis Anfang 2014 ein Ausstellungsgelände für Musterhäuser, das zwischenzeitlich rückgebaut wurde. Im Planzustand ist auf dem Gelände ein Einrichtungshaus und auf den Freiflächen südwestlich des geplanten Einrichtungshauses ein ebenerdiger Parkplatz für PKW geplant; weitere PKW-Stellplätze sind auf der Nordostseite des geplanten Einrichtungshauses vorgesehen. Auf der Nordseite des Einrichtungshauses ist eine Anlieferungszone für LKW geplant. Die Zufahrt zum geplanten Baugebiet ist über die L 58 (Schmiedestraße) mit einer Lichtsignalanlage vorgesehen.

Das Untersuchungsgebiet ist in **Abb. 4.1** dargestellt. Das bestehende Straßennetz ist schwarz und die geplanten Fahrwege im Bereich des Bebauungsplangebietes sowie der modifizierte Kreisverkehr sind blau eingezeichnet. Auf der Nordseite der A 46 bestehende Lärmschutzwände mit Höhen bis ca. 3 m werden in den Immissionsberechnungen berücksichtigt.

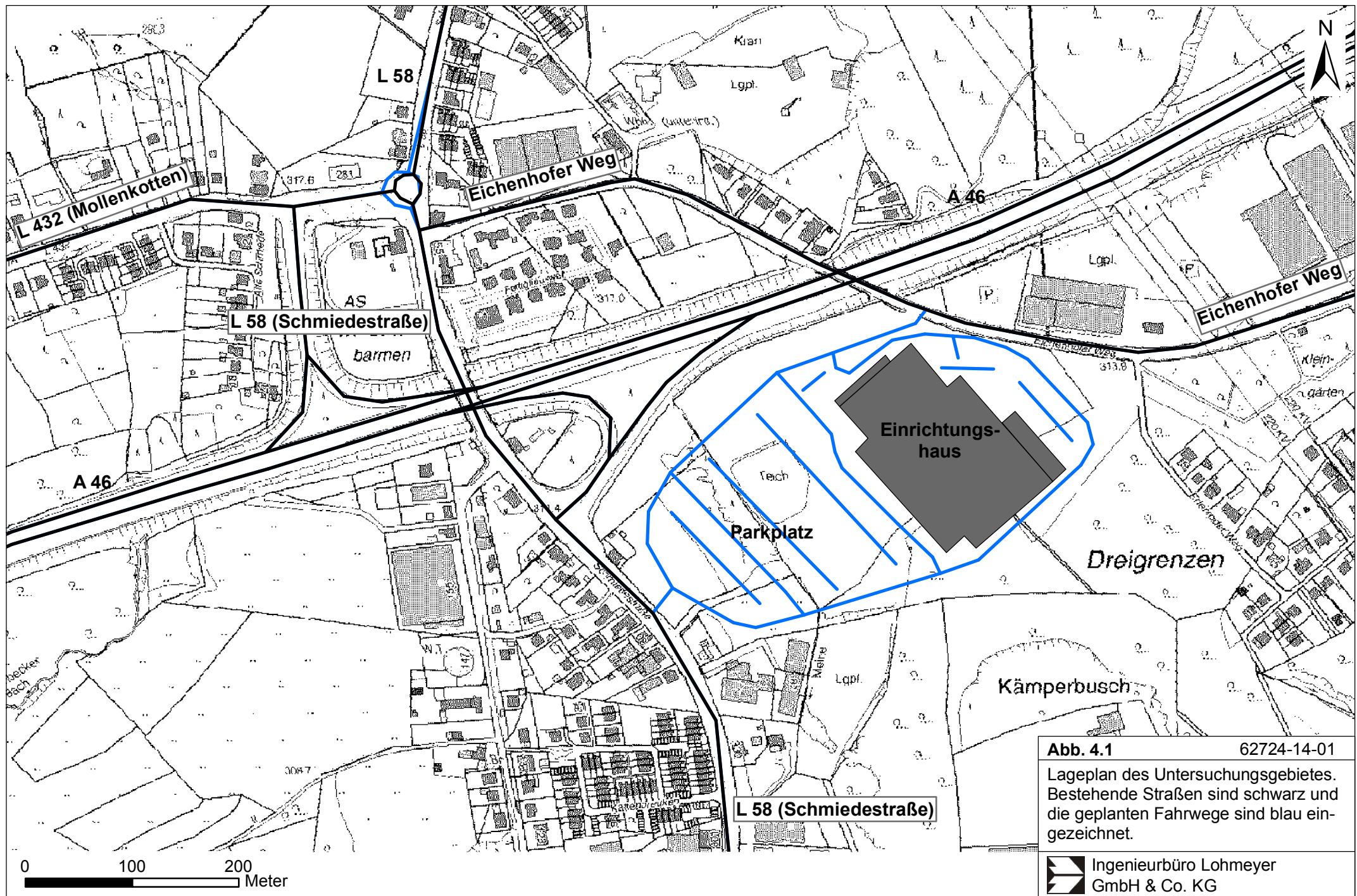


Abb. 4.1 62724-14-01
Lageplan des Untersuchungsgebietes.
Bestehende Straßen sind schwarz und
die geplanten Fahrwege sind blau ein-
gezeichnet.

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

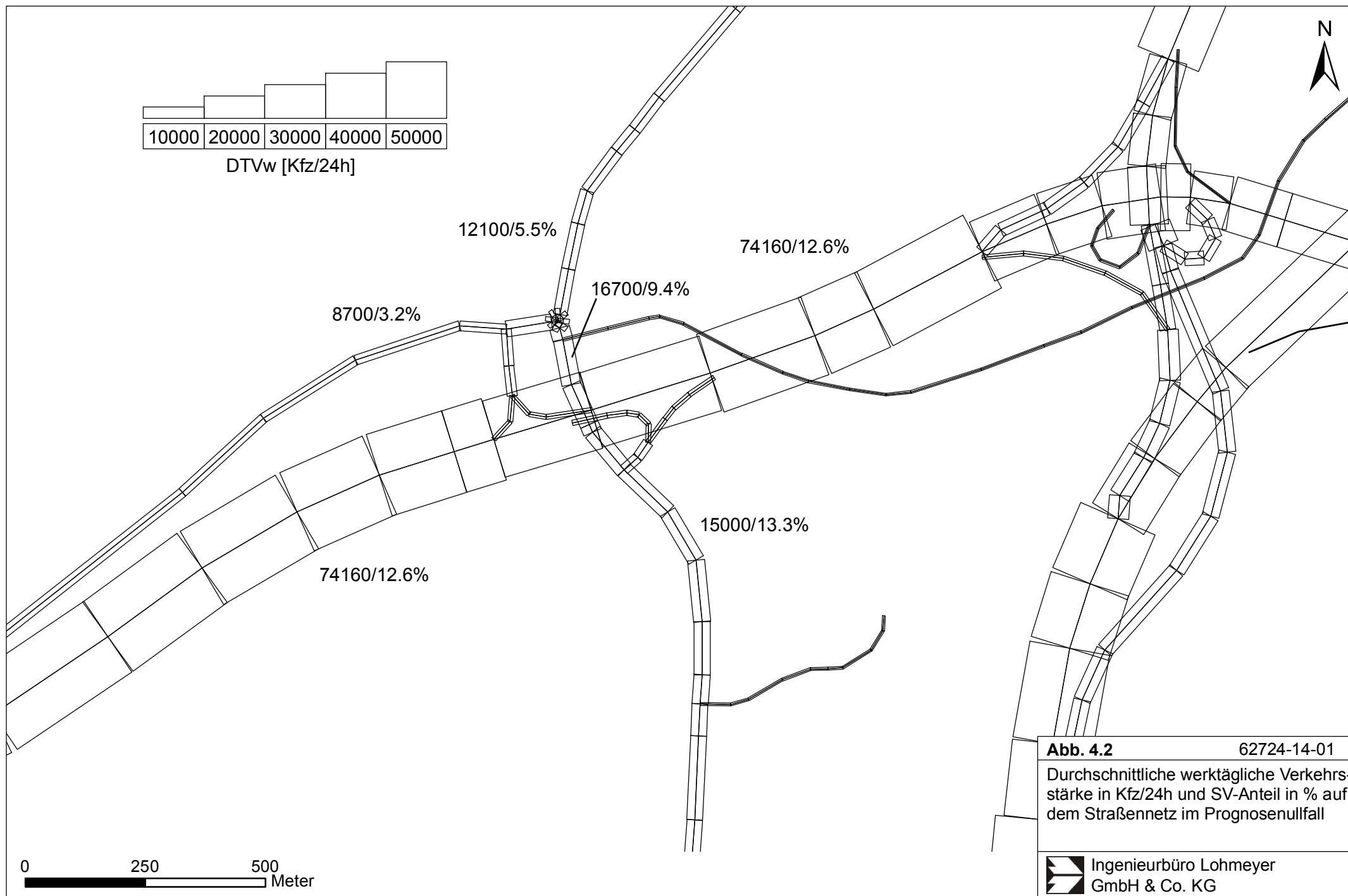
4.2 Verkehrsdaten

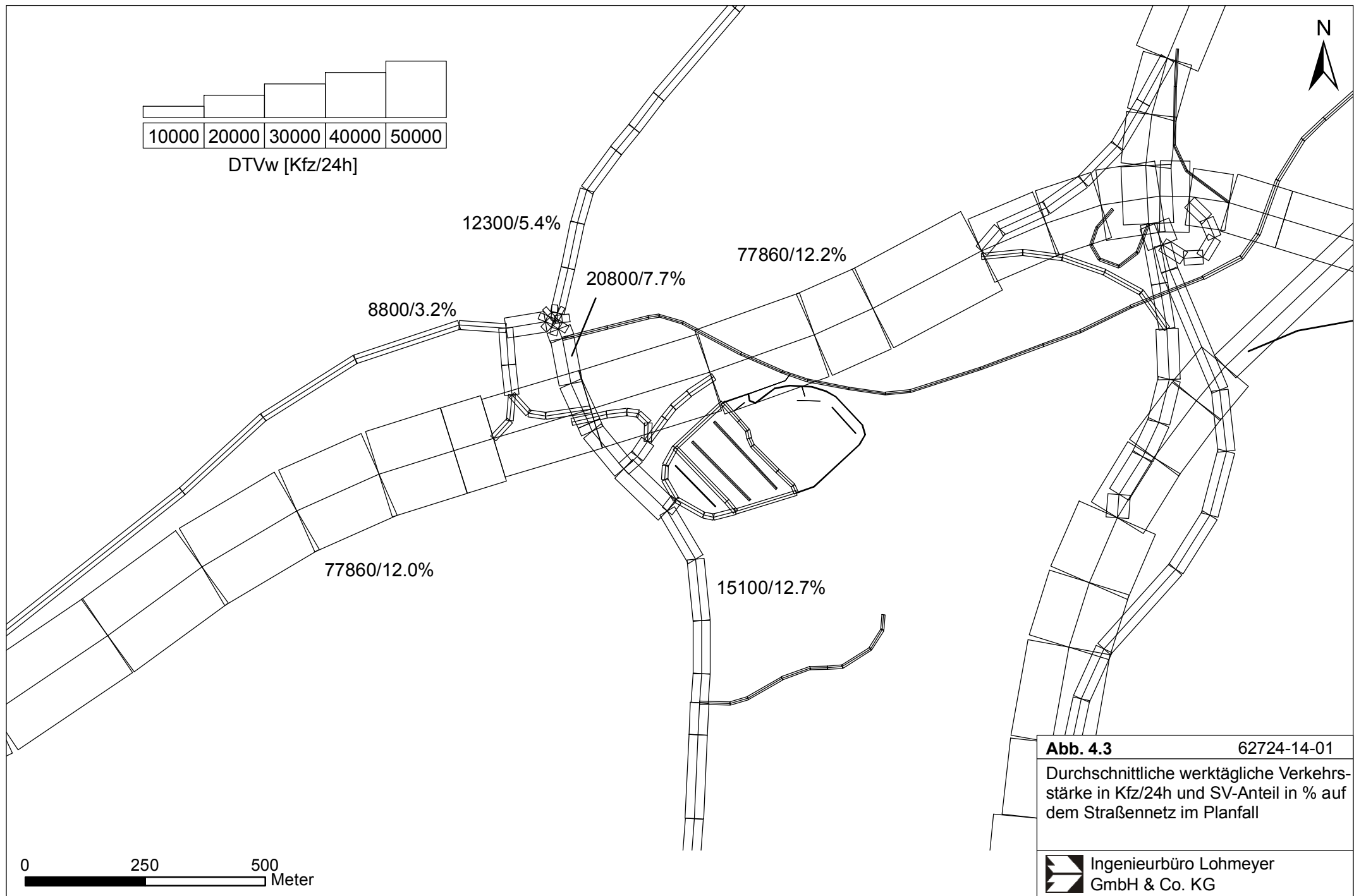
Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit der Verkehrsuntersuchung „VU IKEA Wuppertal“ zur Verfügung gestellt (BBW, 2014). Das sind für das Betrachtungsgebiet mit direkter Umgebung fahrtrichtungsfeine Angaben der durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTVw) und der LKW-(SV)-Anteile in % für den Istzustand und den Planfall im Bezugsjahr 2014. Weiterhin liegen vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) Verkehrsdaten vor, die für das Emissionskataster NRW erarbeitet wurden. Aus diesen Daten wurden die LKW-(SV)-Anteile auf den darüber hinaus im Untersuchungsgebiet berücksichtigten, bestehenden Straßen entnommen und um Verkehrszählungen der Bundesanstalt für Straßenwesen 2011 (BAST, 2012) für die Autobahnabschnitte ergänzt. Die Verkehrsbelegungsdaten werden im vorliegenden Gutachten unverändert auf das Bezugsjahr 2016, dem Jahr der möglichen Fertigstellung der Planungen angesetzt und es wird angesetzt, dass sich das Verkehrsaufkommen von 2014 bis 2016 nicht erhöht.

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

Ergänzend wurden durch den Verkehrsgutachter detaillierte Angaben zu den Knotenstrombelastungen und Verkehrsflussqualitäten für die Kreuzungsbereiche Mollenkotten/Schmiedestraße, Schmiedestraße/Eichenhofer Weg, Schmiedestraße/Autobahnezufahrt und Schmiedestraße/geplante Zufahrt zum Einrichtungshaus auf der Grundlage mikroskopischer Verkehrsflusssimulationen zur Verfügung gestellt. Damit liegen für den derzeitigen Zustand und den Planfall für alle Kreuzungsbereiche Angaben zu den Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs entsprechend des „Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS“ vor (HBS, 2001). Im Istzustand besteht entsprechend den Angaben des Verkehrsgutachters auf der Schmiedestraße unmittelbar südlich des Kreisverkehrs in Fahrtrichtung Nord sowie auf der Straße Mollenkotten westlich des Kreisverkehrs lediglich eine ausreichende, bzw. mangelhafte Verkehrsqualität; das entspricht einem gestörtem Verkehrsfluss aufgrund hoher Auslastung. Im Planfall mit ausgebautem Kreisverkehrsplatz ist auf allen Zufahrtsstraßen zum Kreisverkehr eine gute bzw. sehr gute Verkehrsqualität prognostiziert.

Diese Angaben zu den Verkehrsqualitäten an den Kreuzungsabschnitten werden bei der detaillierten Emissionsberechnung berücksichtigt.





Im Planzustand ist auf dem Gelände des Einrichtungshauses ein ebenerdiger Parkplatz mit ca. 1 100 PKW-Stellplätzen geplant, der sich über die Fläche zwischen dem geplanten Einrichtungshaus und der Schmiedestraße erstreckt; des Weiteren sind auf der Nordostseite des Einrichtungshauses 127 Stellplätze für PKW vorgesehen. Entsprechend den Angaben des Verkehrsgutachters ist auf dem geplanten Gelände an Werktagen ein zusätzliches Verkehrsaufkommen von 4 296 PKW/24h und an Samstagen von 7 624 PKW/24h jeweils in Ein- und Ausfahrt zu erwarten. Auf der Nordseite des geplanten Einrichtungshauses ist eine Anlieferungszone für LKW vorgesehen, deren verkehrliche Anbindung von Norden über den Eichenhofer Weg erfolgen soll. Entsprechend den Angaben des Verkehrsgutachters sind auf dem geplanten Gelände pro Tag 16 LKW-Fahrten in Zu- und Abfahrt prognostiziert.

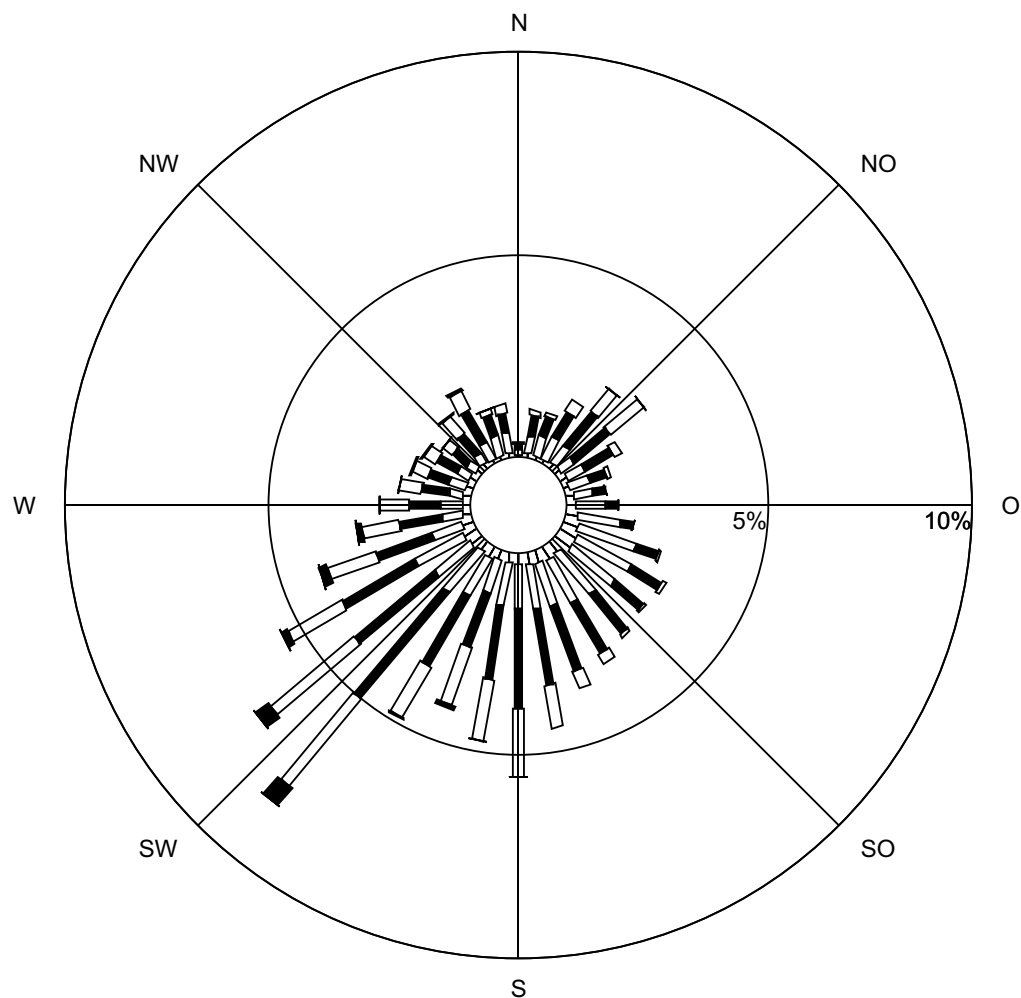
Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen. Die in diesem Gutachten verwendeten Verkehrstagesganglinien beruhen auf typisierten Tagesganglinien der A 46 bei Wuppertal-Oberbarmen 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.

Für das Stadtgebiet von Wuppertal liegen mehrere Windmessdaten vor, die in der CD Wuppertal (1999) zusammengestellt sind; für den Bereich innerhalb des Untersuchungsgebietes liegen jedoch keine Windmessdaten vor. An der Station Wuppertal Am Jagdhaus wurden von 1996 bis 1999 Windmessungen durchgeführt. Die Windrose der Station Wuppertal, Am Jagdhaus ist in **Abb. 4.4** dargestellt. Die Station befand sich ca. 10 km westlich des Untersuchungsgebietes in einem Siedlungsgebiet in Kuppenlage. Die Hauptwindrichtung wird durch südwestliche Winde geprägt. Winde aus südlichen und nordöstlichen Richtungen bilden ein Nebenmaximum. Die in 15 m über Grund gemessene mittlere jährliche Windgeschwindigkeit beträgt ca. 3.0 m/s.

Weiterhin liegen Winddaten von der Station Wuppertal, Otto-Hahn-Straße vor, die ca. 10 km südlich des Untersuchungsgebietes und südlich des Tals der Wupper in Kuppenlage gelegen ist; dort wurde bei einer ähnlichen Windrichtungsverteilung eine mittlere jährliche Windgeschwindigkeit von ca. 3.5 m/s gemessen.



Station : Wuppertal, Am Jagdhaus
 Zeitraum : 1996 - 1999
 Meßhöhe : 15.0 m
 Wind.Geschw. : 3.0 m/s

— kleiner 1.4 m/s
 == 1.4 bis 2.3 m/s
 — 2.4 bis 3.8 m/s
 □ 3.9 bis 6.9 m/s
 ■ 7.0 bis 10 m/s
 □ größer 10 m/s

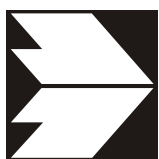


Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Station Wuppertal, Am Jagdhaus
 (Quelle: Wuppertal Stadt)

An der Station Essen, ca. 20 km nordwestlich des Betrachtungsgebietes, werden in Kuppenlage mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten von ca. 3.9 m/s gemessen.

Aufgrund der ähnlichen topografischen Lage des Messstandortes in Kuppenlage wird für die Ausbreitungsrechnungen im Plangebiet die Windstatistik der Station Wuppertal, Am Jagdhaus angewendet. Die Ausbreitungsklassen wurden anhand der aus den Bewölkungsangaben der Wetterstation Hagen abgeleiteten Häufigkeitsverteilung mit dem Verfahren nach Kolb (1976) auf den Standort Wuppertal, Am Jagdhaus übertragen.

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.

In Wuppertal liegen Messdaten von unterschiedlichen Messnetzbetreibern vor. Durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) werden mit dem Luftqualitäts-Überwachungssystem (LUQS) u.a. an den Stationen Wuppertal Langerfeld, Wuppertal Gathe, Hattingen-Blankenstein und Solingen Wald Messdaten erfasst. Im Rahmen des Luftmessprogramms Wuppertal werden von der Stadt Wuppertal u.a. an der Station Wuppertal, Schwarzbach 78 mittels Passivsammler die NO₂-Belastungen erfasst.

Die Messdaten dieser Messstationen für die dem Betrachtungsgebiet nahe gelegenen Stationen sind auszugsweise in **Tab. 4.1** aufgeführt.

Die Stationen Wuppertal Langerfeld und Wuppertal Schwarzbach 78 stellen die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Messstationen dar und befinden sich ca. 4 km südwestlich des Untersuchungsgebietes in einem Wohngebiet bzw. an einer Hauptverkehrsstraße. Die Station Wuppertal Gathe ist ca. 9 km westlich des Untersuchungsgebietes in städtischem Gebiet an einer Hauptverkehrsstraße gelegen. Die Station Hattingen-Blankenstein befindet sich ca. 11 km nördlich, die Station Solingen Wald ca. 20 km südwestlich des Plangebietes in vorstädtischem Gebiet. Die Station Münster Geist ist ca. 74 km nordnordöstlich des Untersuchungsgebietes in städtischem Gebiet gelegen.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Wuppertal Langerfeld	Wuppertal Schwarzbach 78 (*)	Wuppertal Gathe	Hattingen-Blankenstein	Solingen Wald	Münster Geist
NO ₂ Jahresmittelwert	2006	-	-	73	25	25	26
	2007	-	54	62	23	26	23
	2008	25	55	59	24	26	25
	2009	-	53	59	24	27	25
	2010	-	55	57	23	26	24
	2011	-	49	55	21	25	24
	2012	-	48	54	22	25	23
	2013	26	48	52	22	24	21
NO ₂ 98-Perzentilwert	2006	-	-	-	63	65	61
	2007	-	-	118	56	66	59
	2008	-	-	114	57	70	60
	2009	-	-	109	61	71	66
	2010	-	-	114	59	66	61
	2011	-	-	108	53	65	60
	2012	-	-	102	52	63	56
	2013	63	-	100	57	61	53
PM10 Jahresmittelwert	2006	24	-	36	25	23	25
	2007	24	-	32	23	23	23
	2008	21	-	29	21	20	20
	2009	21	-	29	19	22	20
	2010	22	-	30	21	21	21
	2011	23	-	28	23	20	23
	2012	23	-	25	20	19	21
	2013	23	-	26	20	20	22
PM10-Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m³)	2006	12	-	49	16	12	13
	2007	12	-	35	10	12	9
	2008	3	-	25	8	8	4
	2009	7	-	22	10	8	7
	2010	7	-	24	9	9	7
	2011	14	-	24	20	12	15
	2012	9	-	13	8	11	7
	2013	8	-	18	8	5	10

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in [µg/m³] an Messstationen in Wuppertal und Umgebung (LANUV NRW, 2007-2014, (*) Stadt Wuppertal 2007-2014)

Weiterhin liegt der Luftreinhalteplan Wuppertal (Bezirksregierung Düsseldorf, 2013) vor, in dem für Wuppertal auf Grundlage von Messwerten des Jahres 2010 als regionale Hintergrundbelastung ein NO₂-Jahresmittelwert von 21 µg/m³ angegeben wird, wobei für den städtischen Hintergrund in Orientierung an den Messwerten des Jahres 2010 der Station Münster-Geist ein NO₂-Jahresmittelwert von 24 µg/m³ genannt wird.

An den in **Tab. 4.1** aufgeführten Messstationen werden nur an der Station Wuppertal Langerfeld seit 2008 PM_{2.5}-Konzentrationen messtechnisch erfasst. Dort wurden PM_{2.5}-Jahresmittelwerte von 13 µg/m³ (2012), 16 µg/m³ (2010, 2011) bis 19 µg/m³ (2009) gemessen.

Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM₁₀ und PM_{2.5}. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein Verhältnis von PM_{2.5} zu PM₁₀ zwischen 0.5 und 0.8. Bruckmann et al. (2009) beziffern das Verhältnis zwischen 0.63 und 0.71. Dabei wird hier an Hintergrundstationen im Vergleich zu Stationen in Quellnähe (Verkehr und Industrie) ein höheres Verhältnis von PM_{2.5} zu PM₁₀ bestimmt.

Auf Grundlage dieser Verhältnisse von PM_{2.5} zu PM₁₀ und der oben genannten Messwerte wird für das Untersuchungsgebiet eine PM_{2.5}-Hintergrundbelastung von 16 µg/m³ 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 NO₂ um ca. 8% und für Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2.5}) um ca. 3%. 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.

Auf diesen Grundlagen werden für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet die Werte der **Tab. 4.2** angesetzt, die aus den verfügbaren Messdaten der in **Tab. 4.1** aufgeführten Stationen Wuppertal Langerfeld und Hattingen-Blankenstein abgeleitet sind und die Entwicklung bis 2013 berücksichtigen.

Schadstoff	Jahresmittelwert [µg/m ³]	98-Perzentilwert [µg/m ³]
NO ₂	23	60
PM10	23	--
PM2.5	16	--

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2013/2016

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM10 erreicht, weshalb diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet werden. Zudem werden die PM2.5-Immissionen behandelt.

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

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

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

5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (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 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

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

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

AB>130:	Autobahn, ohne Tempolimit
AB120:	Autobahn, Tempolimit 120 km/h
AB100:	Autobahn, Tempolimit 100 km/h
AB80:	Autobahn, Tempolimit 80 km/h
AOS-FernN100:	Außerörtliche Fernstraße, Tempolimit 100 km/h
IOS-HVS70:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
IOS-HVS70d:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
IOS-HVS50d:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50g:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-Sam50:	Innerstädtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h
IOS-NS30:	Innerstädtische Neben- bzw. Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h

IOS-NS30d:	Innerstädtische Neben- bzw. Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IOS-NS30s:	Innerstädtische Neben- bzw. Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h, Stop & Go-Verkehr

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.

Für die Zufahrtsstraßen zum stark frequentierten Kreisverkehr Mollenkotten/Schmiedestraße wurden die verkehrsbedingten Emissionen unter Berücksichtigung der ergänzend zur Verfügung gestellten Verkehrsflussangaben des Verkehrsgutachters fahrtrichtungsfein für den Prognosenullfall und den Planfall bestimmt und auf die unmittelbar an den Kreisverkehr angrenzende Straßensegmente verteilt. Dabei wurde berücksichtigt, dass im Prognosenullfall (Istzustand) auf der Schmiedestraße unmittelbar südlich des Kreisverkehrs in Fahrtrichtung Nord sowie auf der Straße Mollenkotten ein hoher Auslastungsgrad mit gestörtem Verkehrsfluss besteht; dieser wurde für die betreffende Fahrtrichtung und Straße mit gesättigtem Verkehr („IOS-HVS50g“) berücksichtigt. Im Planfall ist auf allen Zufahrtsstraßen zum geplanten Kreisverkehrsplatz ein wenig gestörter Verkehrsfluss prognostiziert, der in Fahrtrichtung zum Kreis mit einem Kreuzungseinfluss berücksichtigt wird („IOS-Sam50“).

Die fahrspurfein berechneten Emissionen werden für die Ausbreitungsrechnung inklusive Berücksichtigung typisierter Randbebauung auf je ein Segment je Streckenabschnitt zusammengefasst.

5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

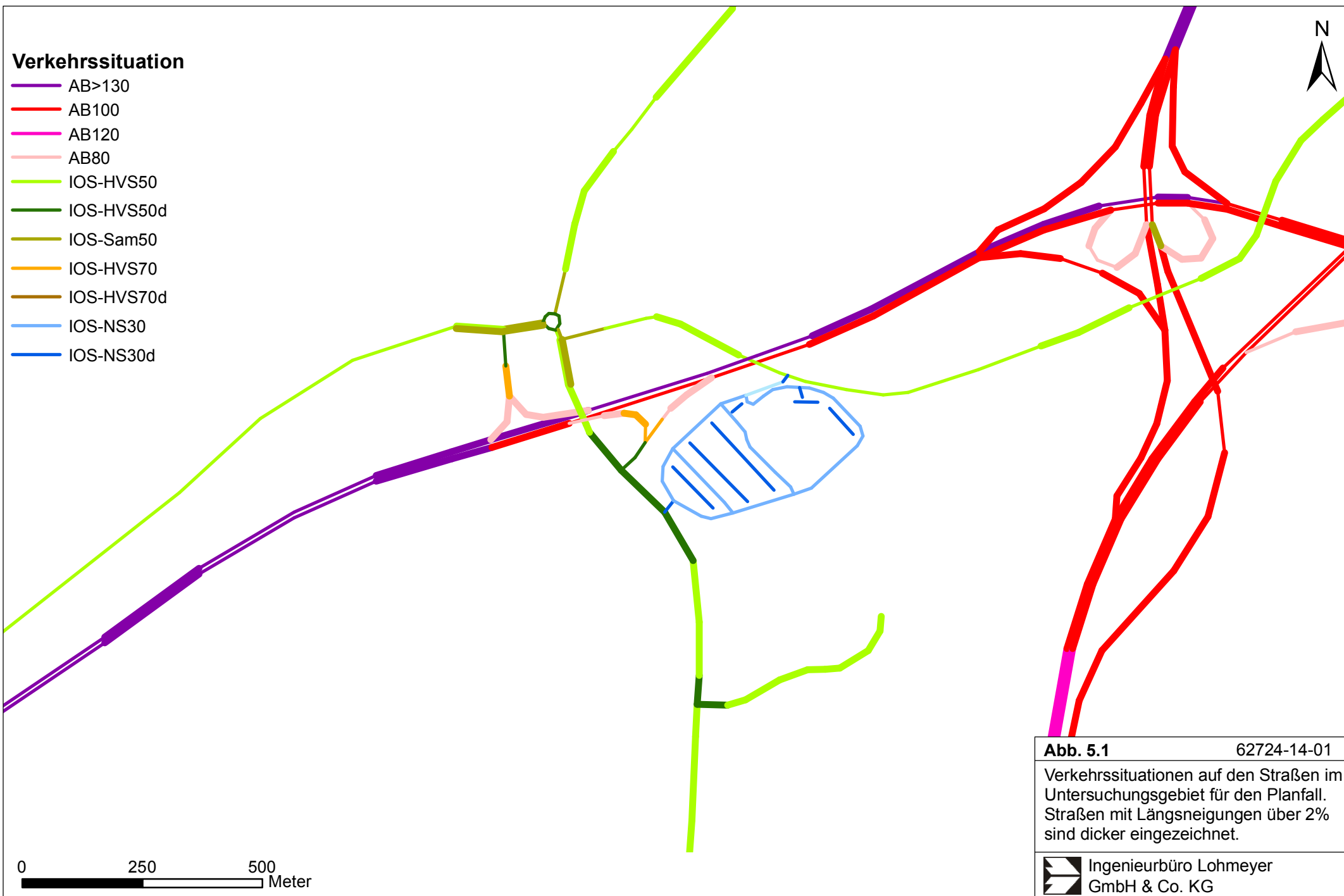
Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA 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.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2016									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW)	NO _x		NO ₂ direkt		PM10 / PM2.5 (nur Abgase)		PM 10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB>130	142.6	0.700	1.253	0.230	0.155	0.0104	0.0238	0.022	0.200	0.011	0.048
AB>130-2	142.6	0.467	0.594	0.154	0.093	0.0083	0.0073	0.022	0.200	0.011	0.048
AB>130+2	142.6	0.991	2.347	0.328	0.289	0.0131	0.0370	0.022	0.200	0.011	0.048
AB>130-4	142.6	0.306	0.073	0.102	0.010	0.0066	0.0036	0.022	0.200	0.011	0.048
AB>130+4	142.6	1.273	3.636	0.426	0.446	0.0175	0.0464	0.022	0.200	0.011	0.048
AB120-4	122.0	0.160	0.073	0.052	0.010	0.0047	0.0036	0.022	0.200	0.011	0.048
AB120+4	122.0	1.051	3.634	0.350	0.446	0.0130	0.0464	0.022	0.200	0.011	0.048
AB100	102.0	0.294	1.255	0.097	0.156	0.0058	0.0237	0.022	0.200	0.011	0.048
AB100-2	102.0	0.159	0.596	0.051	0.094	0.0042	0.0071	0.022	0.200	0.011	0.048
AB100+2	102.0	0.488	2.345	0.158	0.289	0.0080	0.0373	0.022	0.200	0.011	0.048
AB100-4	102.0	0.092	0.071	0.029	0.010	0.0032	0.0036	0.022	0.200	0.011	0.048
AB100+4	102.0	0.734	3.630	0.241	0.446	0.0112	0.0465	0.022	0.200	0.011	0.048
AB80	82.8	0.235	1.352	0.076	0.165	0.0052	0.0244	0.022	0.200	0.013	0.051
AB80-2	82.8	0.139	0.567	0.045	0.089	0.0035	0.0069	0.022	0.200	0.013	0.051
AB80+2	82.8	0.392	2.346	0.130	0.292	0.0072	0.0390	0.022	0.200	0.013	0.051
AB80-4	82.8	0.087	0.076	0.028	0.011	0.0024	0.0035	0.022	0.200	0.013	0.051
AB80+4	82.8	0.602	3.587	0.200	0.440	0.0090	0.0468	0.022	0.200	0.013	0.051
AOS-FernN100	95.1	0.267	1.544	0.087	0.172	0.0056	0.0304	0.022	0.200	0.011	0.051
AOS-FernN100_2	95.1	0.287	1.771	0.092	0.209	0.0059	0.0287	0.022	0.200	0.011	0.051
IOS-HVS70	66.2	0.296	2.023	0.094	0.210	0.0081	0.0340	0.022	0.200	0.017	0.053
IOS-HVS70_2	66.2	0.317	2.181	0.100	0.227	0.0083	0.0349	0.022	0.200	0.016	0.053
IOS-HVS70-2	66.2	0.199	1.655	0.062	0.162	0.0062	0.0219	0.022	0.200	0.017	0.053
IOS-HVS70+2	66.2	0.435	2.706	0.139	0.293	0.0105	0.0480	0.022	0.200	0.017	0.053
IOS-HVS70-4	66.2	0.135	1.085	0.041	0.144	0.0047	0.0151	0.022	0.200	0.017	0.053
IOS-HVS70+4	66.2	0.609	3.775	0.195	0.401	0.0132	0.0600	0.022	0.200	0.017	0.053

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2016									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW)	NO _x		NO ₂ direkt		PM10 / PM2.5 (nur Abgase)		PM 10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-HVS70d_2	50.2	0.339	2.418	0.107	0.266	0.0088	0.0388	0.022	0.200	0.020	0.058
IOS-HVS50	44.9	0.301	3.017	0.094	0.301	0.0083	0.0429	0.022	0.200	0.021	0.062
IOS-HVS50_2	44.9	0.325	2.718	0.103	0.307	0.0085	0.0442	0.022	0.200	0.021	0.062
IOS-HVS50-2	44.9	0.220	2.226	0.0065	0.0294	0.022	0.200	0.021	0.062	44.9	0.220
IOS-HVS50+2	44.9	0.430	3.210	0.0104	0.0589	0.022	0.200	0.021	0.062	44.9	0.430
IOS-HVS50_4	44.9	0.364	2.626	0.116	0.302	0.0089	0.0469	0.022	0.200	0.021	0.062
IOS-HVS50_6	44.9	0.433	2.941	0.139	0.328	0.0097	0.0520	0.022	0.200	0.021	0.062
IOS-HVS50d	37.0	0.335	3.712	0.105	0.367	0.0087	0.0530	0.030	0.300	0.022	0.062
IOS-HVS50d_2	37.0	0.343	3.385	0.108	0.371	0.0088	0.0537	0.030	0.300	0.022	0.062
IOS-HVS50d_4	37.0	0.374	3.203	0.118	0.376	0.0092	0.0560	0.030	0.300	0.022	0.062
IOS-HVS50d_6	37.0	0.430	3.304	0.136	0.379	0.0100	0.0609	0.030	0.300	0.022	0.062
IOS-HVS50g-2	30.8	0.298	2.975	0.0078	0.0402	0.030	0.300	0.022	0.062	30.8	0.298
IOS-HVS50g+2	30.8	0.489	4.080	0.0112	0.0703	0.030	0.300	0.022	0.062	30.8	0.489
IOS-Sam50	46.6	0.320	2.924	0.0088	0.0421	0.030	0.300	0.020	0.061	46.6	0.320
IOS-Sam50+2	46.6	0.422	3.140	0.0107	0.0580	0.030	0.300	0.020	0.061	46.6	0.422
IOS-NS30	30.9	0.455	5.174	0.135	0.521	0.0121	0.0679	0.040	0.380	0.022	0.062
IOS-NS30-2	30.9	0.362	4.184	0.104	0.495	0.0103	0.0536	0.040	0.380	0.022	0.062
IOS-NS30+2	30.9	0.579	5.341	0.177	0.545	0.0142	0.0831	0.040	0.380	0.022	0.062
IOS-NS30d	26.9	0.399	5.370	0.116	0.543	0.0113	0.0695	0.050	0.450	0.022	0.062
IOS-NS30d_2	26.9	0.407	4.950	0.118	0.542	0.0112	0.0702	0.050	0.450	0.022	0.062
IOS-NS30s	12.8	0.592	8.178	0.180	0.871	0.0158	0.0982	0.090	0.800	0.022	0.062

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

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM10-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub in Anlehnung an BASt (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2011) verwendet.



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

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

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

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

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

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

5.3 Emissionen des ruhenden Verkehrs

Im Bereich der geplanten ebenerdigen Parkplätze und der LKW-Ladezonen werden durch das An- und Abfahren der Stellplätze sowie durch Rangier- und Startvorgänge verkehrsbedingte Emissionen freigesetzt. Mit den Emissionsfaktoren für das Prognosejahr 2016 werden die Emissionen pro Tag für die Stellplätze auf den geplanten Parkplätzen sowie der Ladezone ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeuge pro Tag wird entsprechend den Angaben in Kap. 4.2 angesetzt. Die LKW-Bewegungen im Bereich der Ladezonen werden mit einem Stop- & Go-

Verkehr berücksichtigt. Die auf den geplanten Parkplatzflächen zurückgelegten mittleren Fahrwegelängen wurden anhand der Lagepläne abgeschätzt.

Die **Tab. 5.2** zeigt eine Aufstellung der mit der Nutzung der geplanten Parkplatzflächen verbundenen mittleren täglichen Gesamtemissionen über alle Parkplatzflächen. Darin sind die Beiträge durch die Zu- und Abfahrt, Rangiermanöver und Startvorgänge zusammengefasst.

	NO_x [g/Tag]	PM10 [g/Tag]	PM2.5 [g/Tag]
Parkplatz	34.3	4.0	3.3

Tab. 5.2: Mittlere Gesamtemissionen des ruhenden Verkehrs auf den Stellplatzanlagen für das Prognosejahr 2016 in [g/Tag].

5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe 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 NO_x, PM10 und PM2.5 dargestellt.

Tab. 5.3 zeigt exemplarisch für die L 58 (Schmiedestraße) nördlich der geplanten Zufahrt zum Einrichtungshaus die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für den Prognosenullfall und den Planfall.

Straßenabschnitt	DTVw [Kfz/24 h]	LKW-(SV)-Anteil [%]	Verkehrssituation	NO_x [mg/(m s)]	PM10 [mg/(m s)]	PM2.5 [mg/(m s)]
Prognosenullfall	15 000	13.3	IOS-HVS50d_4	0.114	0.0123	0.0023
Planfall	22 800	6.6	IOS-HVS50d_4	0.132	0.0141	0.0037

Tab. 5.3: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die L 58 (Schmiedestraße) nördlich der geplanten Zufahrt zum Einrichtungshaus für den Prognosenullfall und den Planfall

6 IMMISSIONEN

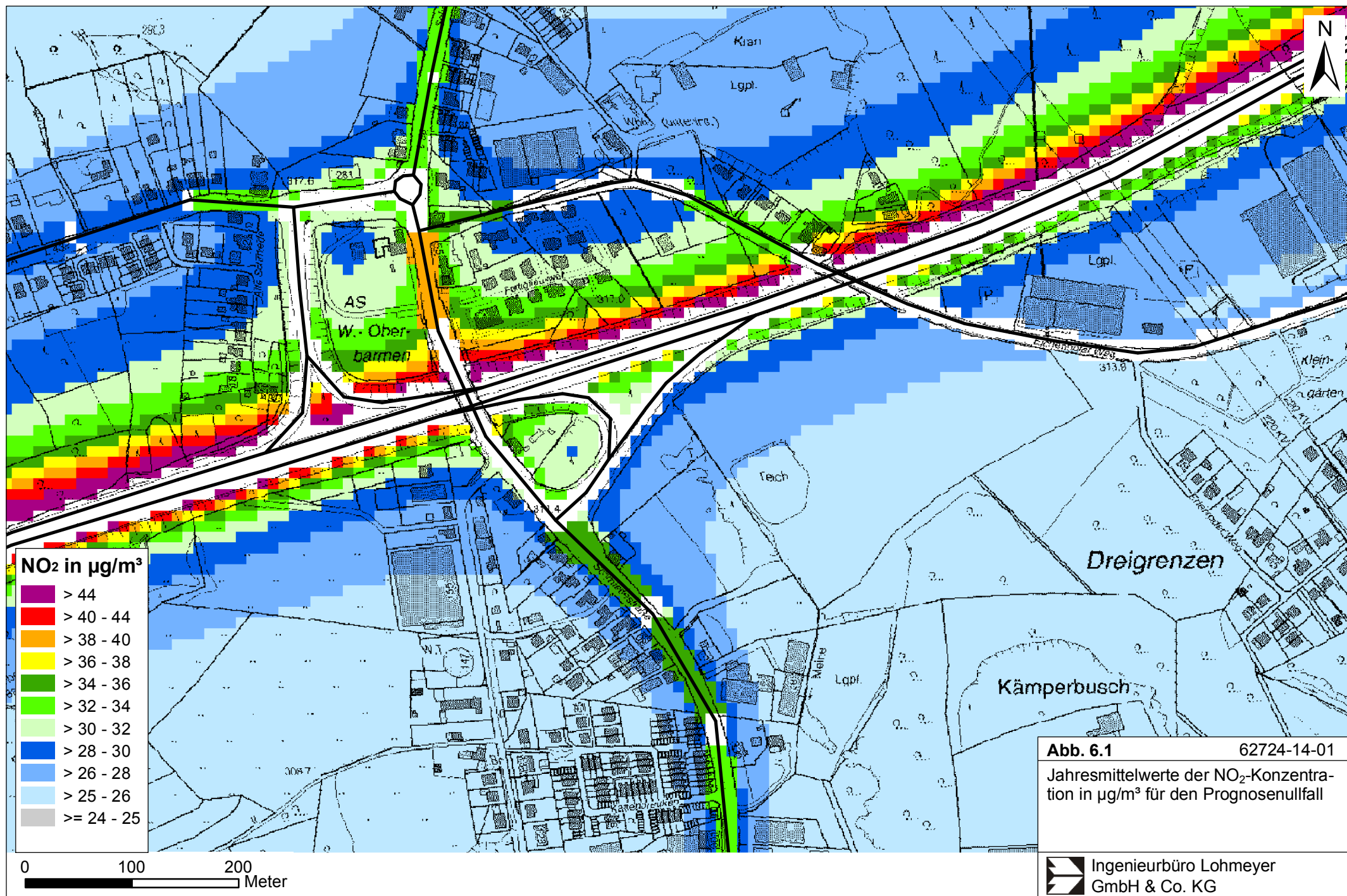
Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen, bestehend aus der Überlagerung der Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes, werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form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

In den Grafiken wird der Bereich um das geplante Bebauungsplangebiet dargestellt. Die Schadstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet wurden für über 13 000 Untersuchungspunkte in Bodennähe bestimmt. Die Anordnung der Untersuchungspunkte erfolgte in einem 10 m x 10 m-Raster bis in einen Abstand von ca. 500 m zur geplanten Bebauung und der bestehenden A 46. 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 L 58 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 NO₂ und für die Feinstaubfraktionen PM10 und PM2.5 im Prognosenullfall und im Planfall. Die Bewertung erfolgt im Hinblick auf die Grenzwerte der 39. BImSchV.

6.1 Stickstoffdioxid-Immissionen (NO₂)

Die **Abb. 6.1** zeigt die im Prognosenullfall 2016 im Untersuchungsgebiet berechneten NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte). Unter Berücksichtigung der angesetzten NO₂-Hintergrundbelastung von 23 µg/m³ werden die höchsten NO₂-Gesamtbelastungen im Untersuchungsgebiet entlang der bestehenden A 46 berechnet. Dort werden im Nahbereich der Autobahn NO₂-Immissionen über 44 µg/m³ und ab einem Abstand von ca. 100 m nördlich sowie ca. 50 m südlich der A 46 unter 30 µg/m³ im Jahresmittel prognostiziert. An der bestehenden

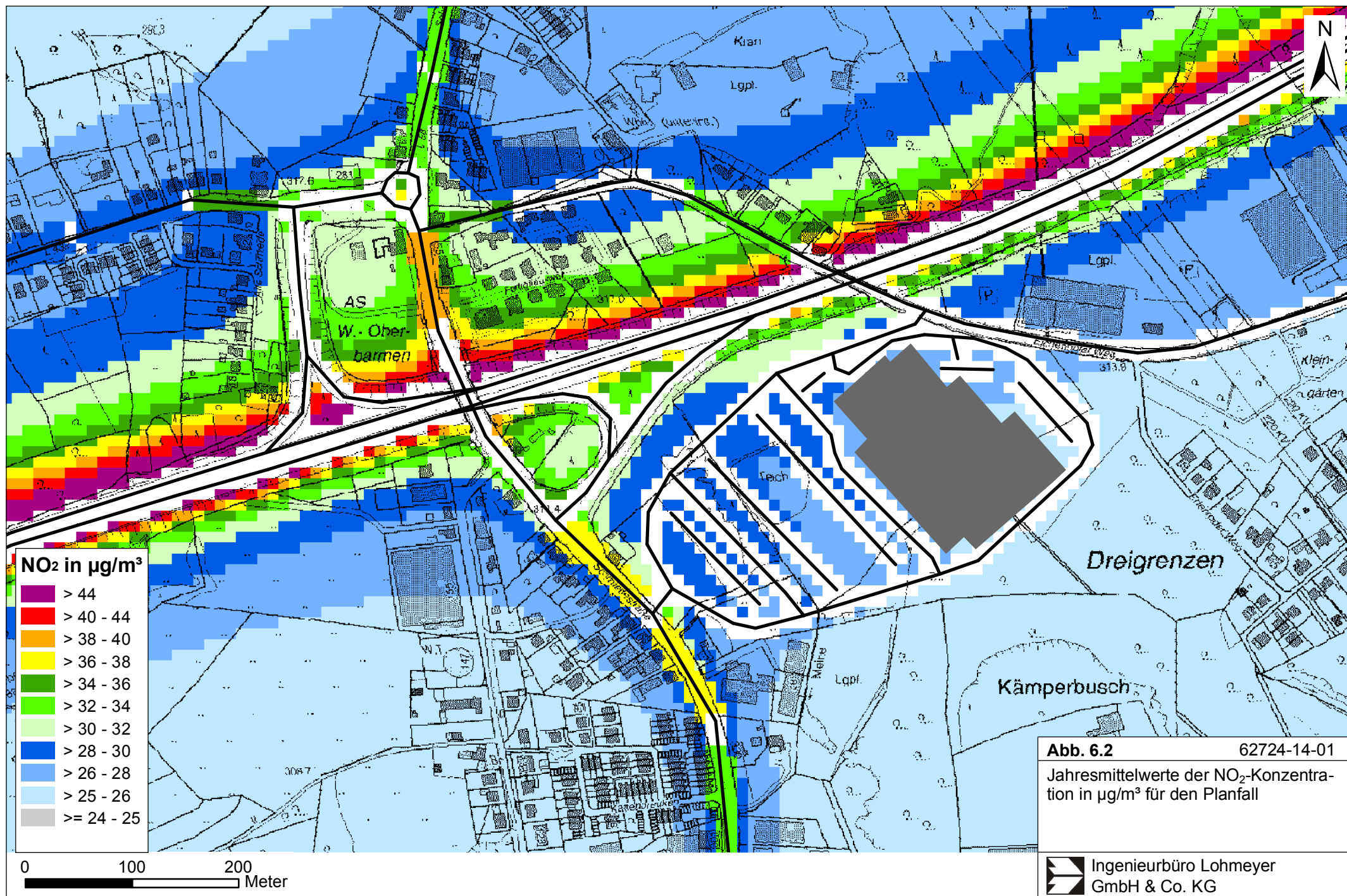


L 58 werden südlich der Anschlussstelle an die A 46 bis in einen Abstand von ca. 80 m beiderseits der Straße NO_2 -Konzentrationen über $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Nördlich der A 46 werden an der L 58 im Bereich des bestehenden Kreisverkehrsplatzes NO_2 -Jahresmittelwerte bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, südlich der Einmündung des Eichenhofer Weges bis knapp unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der L 432 (Mollenkotten) westlich der Zufahrt zur A 46 werden bis in einen Abstand von ca. 40 m beiderseits der Straße NO_2 -Immissionen über $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit entscheidend ist, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z.B. Wohnbebauung, führen. An den zur bestehenden L 58 nächstgelegenen Gebäuden auf der Südseite der A 46 werden im Prognosenullfall NO_2 -Jahresmittelwerte bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an der auf der Nordseite der A 46 zur Schmiedestraße (L 58) nächstgelegenen Bebauung südlich des bestehenden Kreisverkehrsplatzes knapp unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der im Mündungsbereich des Eichenhofer Weges in die Schmiedestraße (L 58) gelegenen Bebauung werden NO_2 -Gesamtbelastungen bis $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der zur L 432 (Mollenkotten) nächstgelegenen Bebauung sind NO_2 -Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung werden NO_2 -Gesamtbelastungen überwiegend bis $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vereinzelt bis $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An der darüber hinaus im Untersuchungsgebiet bestehenden Bebauung werden im Prognosenullfall NO_2 -Jahresmittelwerte bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.

Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird somit an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet im Prognosenullfall nahezu erreicht, aber nicht überschritten. Die NO_2 -Gesamtbelastungen (Jahresmittelwerte) sind in Bezug auf den Grenzwert nach **Tab. 3.2** an der zur L 58 und A 46 nächstgelegenen Bebauung als hohe Konzentrationen, an der darüber hinaus im Untersuchungsgebiet bestehenden Bebauung als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Die **Abb. 6.2** zeigt die im Planfall 2016 mit realisiertem Bauvorhaben berechneten NO_2 -Immissionen. Der zusätzliche Verkehr führt im Planfall gegenüber Prognosenullfall an Straßenabschnitten ohne bauliche Änderungen zu erhöhten Schadstofffreisetzungen und damit zu etwas höheren Immissionen; an bestehenden Straßenabschnitten mit baulichen Änderungen sind aufgrund der Verkehrsverflüssigung (Zufahrten zum geplanten Kreisverkehrsplatz) trotz erhöhtem Verkehrsaufkommen keine wesentlichen Erhöhungen der Schadstofffreisetzungen und folglich der Immissionen berechnet. An zusätzlich geplanten Straßenabschnitten sind erhöhte Schadstoffbelastungen berechnet.



An der A 46 werden bis in einen Abstand von ca. 110 m nördlich sowie ca. 60 m südlich der A 46 NO₂-Jahresmittelwerte über 30 µg/m³ und über 44 µg/m³ im Nahbereich der Autobahn berechnet. Entlang der Schmiedestraße (L 58) ist im Bereich der geplanten Zufahrt zum Einrichtungshaus im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall eine Zunahme der NO₂-Immissionen auf Jahresmittelwerte bis 38 µg/m³ prognostiziert. Nördlich davon sind an der Schmiedestraße südlich der Zufahrt zum geplanten Kreisverkehrsplatz im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig erhöhte NO₂-Immissionen bis 40 µg/m³ ermittelt. Auf dem Gelände des geplanten Einrichtungshauses werden NO₂-Konzentrationen bis 32 µg/m³, direkt südlich des Geländes unter 28 µg/m³ berechnet.

An der zur Schmiedestraße (L 58) nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung im Bereich der geplanten Zufahrt zum Einrichtungshaus werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu 2 µg/m³ erhöhte NO₂-Immissionen bis knapp unter 38 µg/m³ ermittelt. Im Bereich des ausgebauten Kreisverkehrsplatzes werden an der zur Schmiedestraße südlich der Einmündung des Eichenhofer Weges nächstgelegenen Randbebauung um weniger als 1 µg/m³ erhöhte NO₂-Jahresmittelwerte bis 40 µg/m³ berechnet. An der darüber hinaus im Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig höhere oder vergleichbare NO₂-Gesamtbelastungen prognostiziert mit Jahresmittelwerten bis 38 µg/m³ an der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung.

Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird somit im Planfall an der zur L 58 im Bereich des Kreisverkehrsplatzes nächstgelegenen Bebauung erreicht, aber nicht überschritten, an der Bebauung im Bereich der Zufahrt zum geplanten Baugelände knapp erreicht, aber nicht überschritten. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet wird der Grenzwert nicht erreicht und nicht überschritten. Die NO₂-Gesamtbelastungen sind in Bezug auf den Grenzwert nach **Tab. 3.2** an der zur L 58 nächstgelegenen Bebauung als hohe bis geringfügig überschrittene Konzentrationen, an der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung als hohe Konzentrationen einzustufen. An der darüber hinaus im Untersuchungsgebiet bestehenden Bebauung sind leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen berechnet.

Die berechneten NO₂-Kurzzeitbelastungen (98-Perzentilwerte) erreichen sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall an der zur L 58 und A 46 nächstgelegenen Bebauung weniger als 100 µg/m³. Die 39. BImSchV (2010) sieht eine neue Bestimmung der Kurzzeitbelastung von NO₂ vor (siehe Abschnitt 3.3). Entsprechend den Ableitungen aus Messdaten kann geschlossen werden, dass bei einer Einhaltung von 130 µg/m³ (98-Perzentilwert) auch der

neue Grenzwert eingehalten wird. Dementsprechend ist zu erwarten, dass im Betrachtungsgebiet der neue Grenzwert sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2016 deutlich nicht überschritten wird. Auf eine grafische Darstellung wird deshalb hier verzichtet.

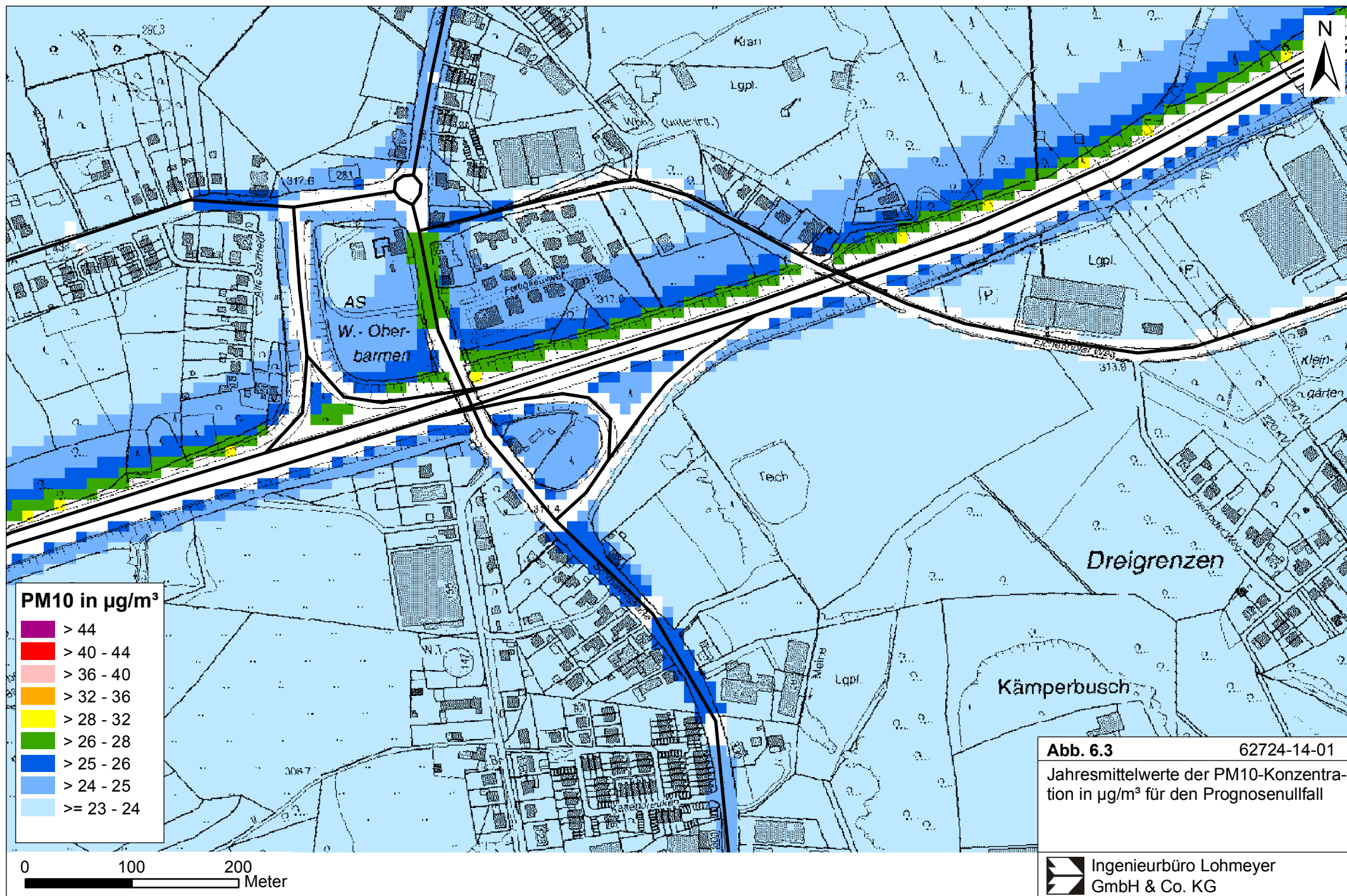
6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10)

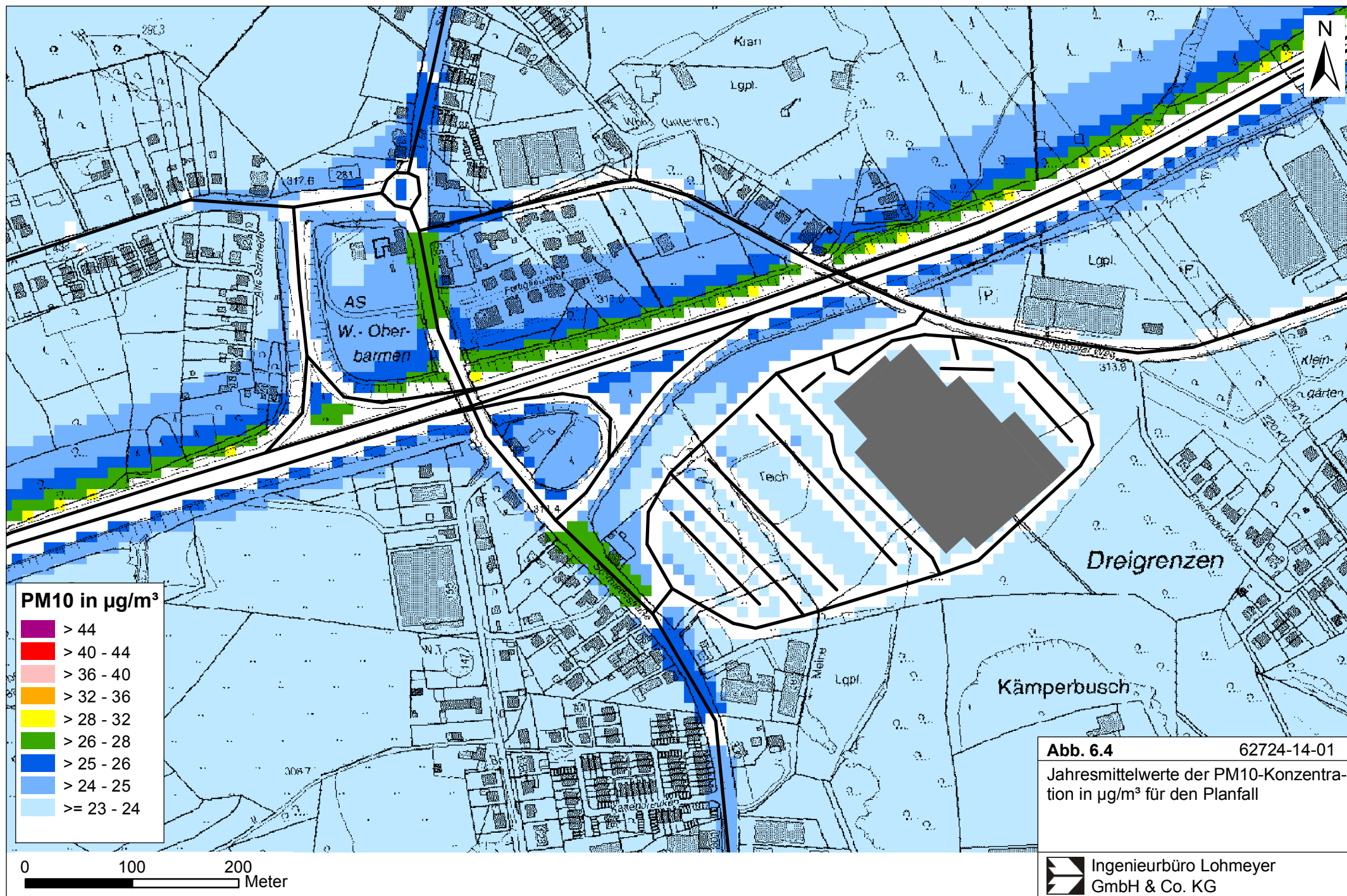
Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen PM10 liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert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

Die **Abb. 6.3** zeigt die im Prognosenullfall 2016 im Untersuchungsgebiet berechneten PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte). Unter Berücksichtigung der angesetzten PM10-Hintergrundbelastung von $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden die höchsten PM10-Gesamtbelastungen im Prognosenullfall entlang der A 46 berechnet mit Jahresmittelwerten bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Nahbereich der Autobahn. Ab einem Abstand von ca. 40 m nördlich und ca. 20 m südlich der Autobahn werden PM10-Immissionen unter $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der L 58 werden südlich der Anschlussstelle bis in einen Abstand von ca. 30 m beiderseits der Straße PM10-Jahresmittelwerte über $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

An der zur L 58 nächstgelegenen, beurteilungsrelevanten Bebauung südlich der bestehenden Anschlussstelle werden im Prognosenullfall PM10-Jahresmittelwerte bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an der zum Kreisverkehrsplatz nächstgelegenen Bebauung bis $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der darüber hinaus im Untersuchungsgebiet bestehenden Bebauung werden PM10-Konzentrationen bis $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Im Planfall 2016 (**Abb. 6.4**) ist mit realisiertem Bauvorhaben entlang den Streckenabschnitten ohne bauliche Änderungen eine Zunahme der PM10-Gesamtbelastungen, entlang denjenigen Streckenabschnitten mit baulichen Änderungen (geplanter Kreisverkehrsplatz mit Vorsortierung) mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM10-Immissionen verbunden. Entlang der A 46 werden im Planfall bis in einen Abstand von ca. 50 m nördlich und ca. 30 m südlich der Autobahn PM10-Immissionen über $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Entlang der Schmiedestraße (L 58) sind PM10-Immissionen bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf dem Gelände des geplanten Bebauungsplangebietes bis $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert.





An der zur Schmiedestraße (L 58) im Bereich der geplanten Zufahrt zum Einrichtungshaus nächstgelegenen Bebauung werden im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall um bis zu $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöhte PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der südlich des geplanten Kreisverkehrsplatzes zur Schmiedestraße nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM10-Jahresmittelwerte bis $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung werden PM10-Konzentrationen mit Jahresmittelwerten bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An der Bebauung im übrigen Untersuchungsgebiet sind im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare bzw. geringfügig höhere PM10-Immissionen berechnet mit Jahresmittelwerten bis $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 2016 an der beurteilungsrelevanten Bebauung im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM10-Jahresmittelwerte nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den Berechnungsergebnissen an der bestehenden und geplanten Bebauung im Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2016 ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

6.3 Feinstaub-Immissionen (PM2.5)

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

Die **Abb. 6.5** zeigt die im Prognosenullfall 2016 berechneten PM2.5-Immissionen. Die höchsten PM2.5-Gesamtbelastungen werden entlang der A 46 berechnet mit Jahresmittelwerten bis $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in unmittelbarer Nähe zur Autobahn. An der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung werden PM2.5-Immissionen bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, so auch an der zur L 58 und der Straße Mollenkotten nächstgelegenen Randbebauung. An der im übrigen Untersuchungsgebiet bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung werden mit der angesetzten PM2.5-Hintergrundbelastung vergleichbare Jahresmittelwerte unter $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

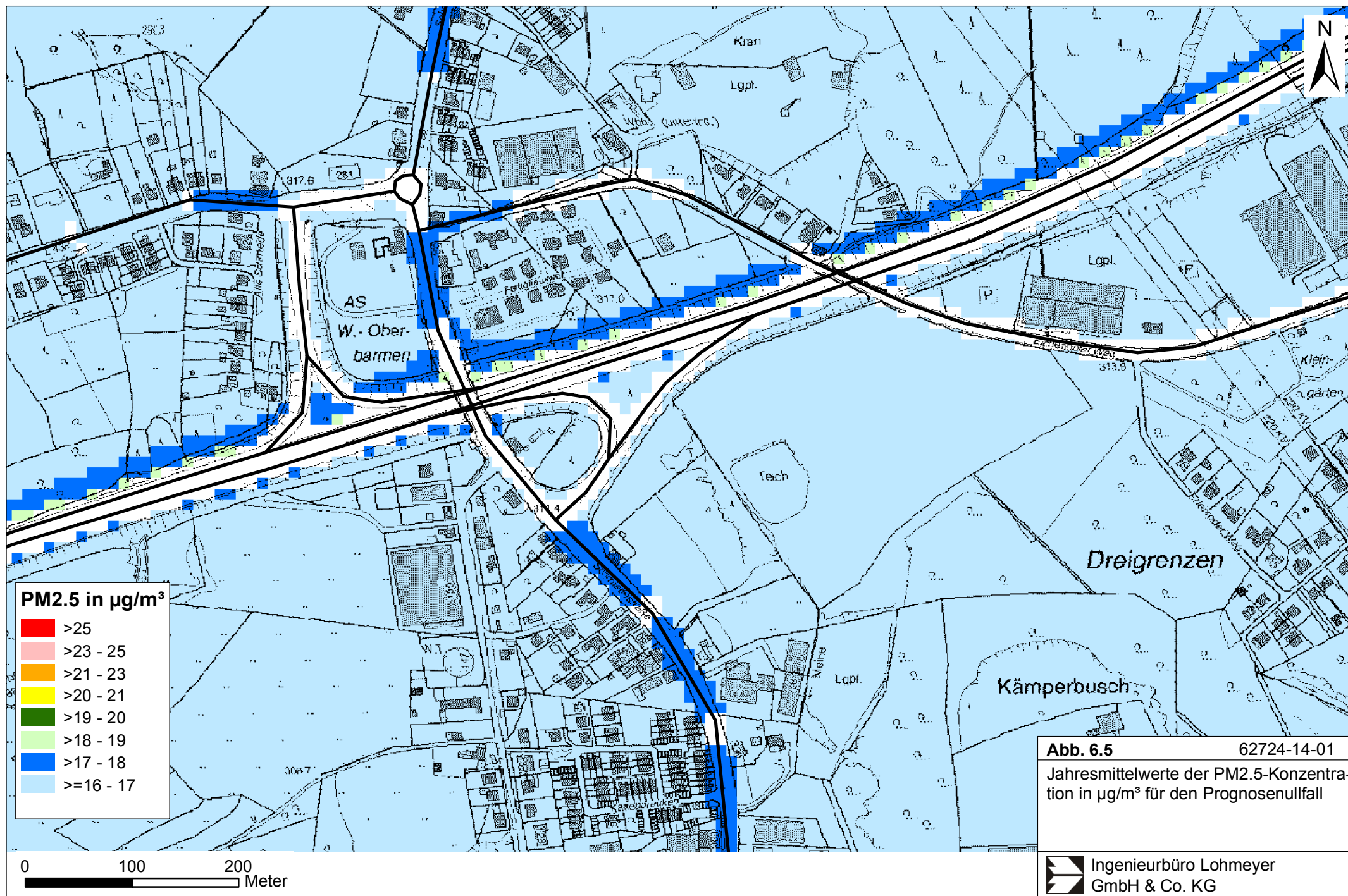
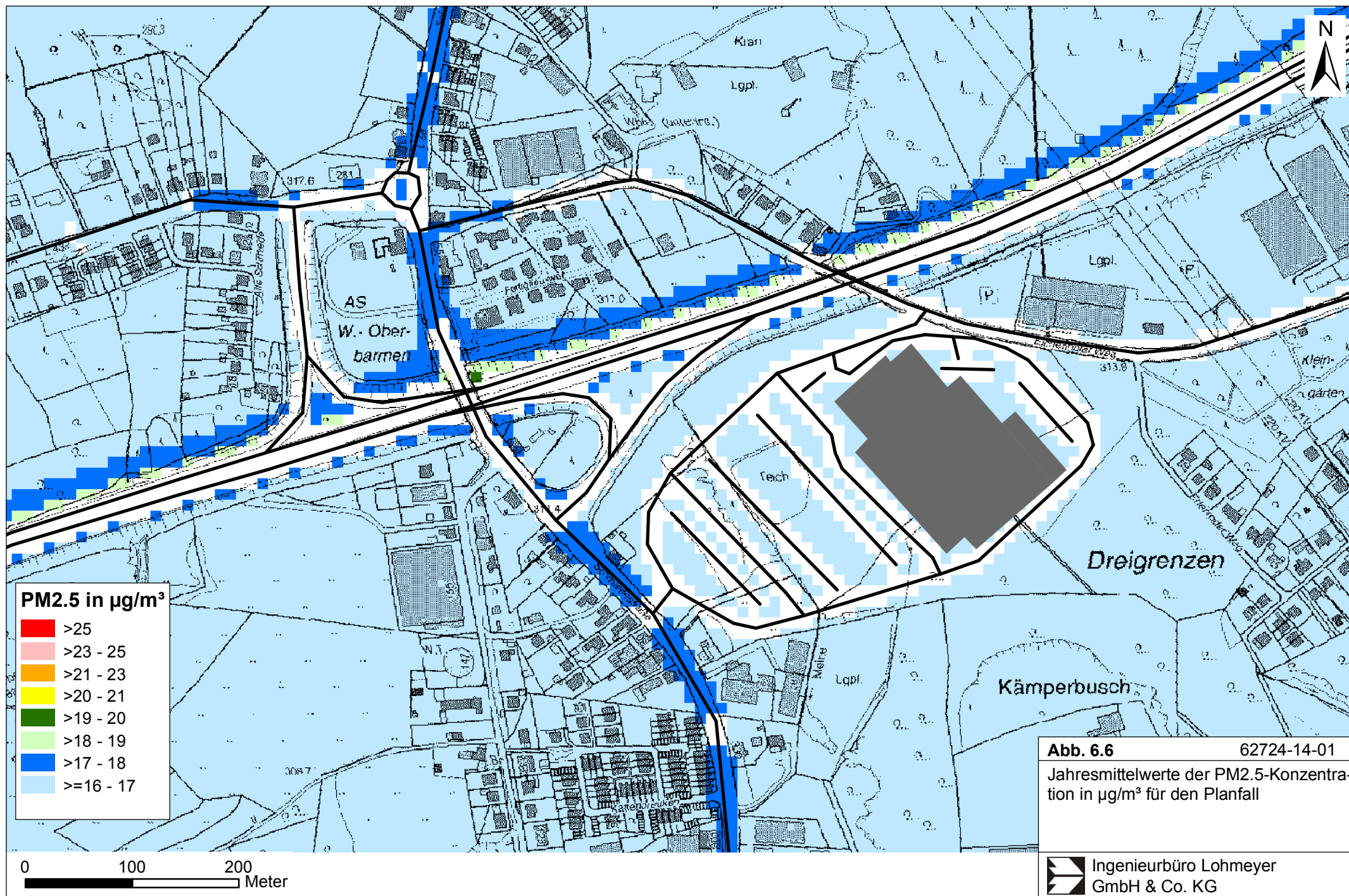


Abb. 6.5 62724-14-01
Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Prognosenullfall

Im Planfall 2016 (**Abb. 6.6**) ist mit realisiertem Bauvorhaben eine Zunahme der PM2.5-Immissionen entlang denjenigen Straßenabschnitten ohne bauliche Änderungen verbunden; an den Straßenabschnitten mit baulichen Änderungen (geplanter Kreisverkehrsplatz) sind mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Immissionen berechnet. An der zur Schmiedestraße nächstgelegenen Randbebauung südlich des Kreisverkehrsplatzes werden mit dem Prognosenullfall vergleichbare PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, so auch an der zur geplanten Zufahrt zum Einrichtungshaus nächstgelegenen Bebauung südlich der Zufahrt zur A 46 nächstgelegenen Bebauung. An der zur Schmiedestraße nördlich des Kreisverkehrs nächstgelegenen Bebauung sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringfügig erhöhte PM2.5-Immissionen bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der darüber hinaus im Untersuchungsgebiet bestehenden und geplanten Bebauung werden im Planfall mit dem Prognosenullfall vergleichbare oder geringfügig erhöhte PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der zur A 46 nächstgelegenen Bebauung ermittelt.

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen an der bestehenden und geplanten Bebauung im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind die PM2.5-Immissionen nach **Tab. 3.2** als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen. Der ab dem Jahr 2020 einzuhaltende Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall 2016 an der bestehenden und geplanten Bebauung 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., Bössinger, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreesetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM₁₀-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM₁₀-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BAST (2012): Verkehrsentwicklung auf den Bundesfernstraßen 2009. Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen, 2011.

- BBW (2014): VU Ikea Wuppertal. Bearb.: Brilon, Bondlo, Welser – Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH – Bochum.
- Bezirksregierung Düsseldorf (2013): Luftreinhalteplan Wuppertal im Auftrag der Bezirksregierung Düsseldorf.
- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu der Feinstaubfraktion PM_{2,5} an den Immissionsschutz? Immissionsschutz 3/09.
- CD Wuppertal (1999): Wuppertal – Handlungskonzept Klima und Lufthygiene. Wuppertal, Ressort Umwelt, Grünflächen und Forsten, 1999.
- CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidbook - 2007. EEA (European Environment Agency). Publish date: 5 Dec 2007. In: Technical report No 16/2007.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of health impacts of exposure to PM_{2.5} at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate Change, June 2009.
- Düring und Lohmeyer (2011): Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- 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., Bösing, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von PM₁₀-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003.
www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1.

- HBS (2001): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).
- Israel, 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.
- Kolb, H. (1976): Vergleich verschiedener Methoden der Übertragung von Statistiken der Ausbreitungsverhältnisse in orographisch modifiziertem Gelände. In: Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B. 24, S. 57-68.
- Kühlwein, J. (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.
- LANUV NRW (2007-2014): Kurzfassung Jahreskenngrößen 2006-2013. 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 (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, www.lua.nrw.de bzw. www.lanuv.nrw.de.
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J.B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460. Hrsg.: Ministry of Environment – National Environmental Research Institut / Denmark.
http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR460.PDF

- RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, veröffentlicht 2013.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- Stadt Wuppertal (2007-2014): Luftmessberichte der Stadt Wuppertal 2006-2013. Bearb.: Müller-BBM GmbH, Gelsenkirchen.
- 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.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.

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

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

Grenzwerte

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

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

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für PM_{2.5}, Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (PM ₁₀)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM ₁₀)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM _{2.5})	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	ab 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m ³	seit 2005

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

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

A1.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu den Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte bzw. Zielwerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität.

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen PM_{2.5}-Jahresmittelwert von 25 µg/m³ aus, der bereits heute eingehalten werden sollte und ab dem Jahr 2015 ein Grenzwert wird.

Für den Immissionsgrenzwert für PM_{2.5} von 25 µg/m³ ab dem Jahr 2015 wurde eine Toleranzmarge von 5 µg/m³ erlassen, die sich ab dem 1. Januar 2009 in jährlichen Stufen um ein Siebentel (ca. 0.7 µg/m³) vermindert. Diese Toleranzmarge darf überschritten werden, ohne die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Der jeweilige jährliche Wert wird hier als Übergangsbeurteilungswert bezeichnet.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM_{2.5}-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 PM_{2.5}-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20%, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m³ im Jahr 2020 erreicht werden.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

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

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM_{2.5}-Richtgrenzwert von 20 µg/m³ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 wird dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft.

A N H A N G A2

BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR

IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

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

A2.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

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

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2006). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO₂-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

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

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

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

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen c zu

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

wobei:	c	=	Abgaskonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	c^*	=	dimensionslose Abgaskonzentration [-]
	Q	=	emittierter Schadstoffmassenstrom [$\mu\text{g}/\text{m s}$]
	B	=	Straßenschluchtbreite [m] beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung
	u'	=	Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der 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 Zähldaten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10%.

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

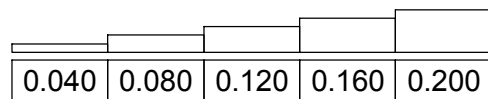
Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese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

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

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechnenergebnissen 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 Gesamtimmissionsbelastung geringer sind.

A N H A N G A3
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE



Emission [mg/(m s)]

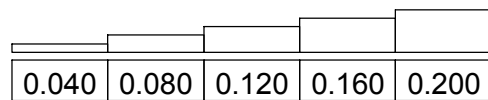


0 250 500
Meter

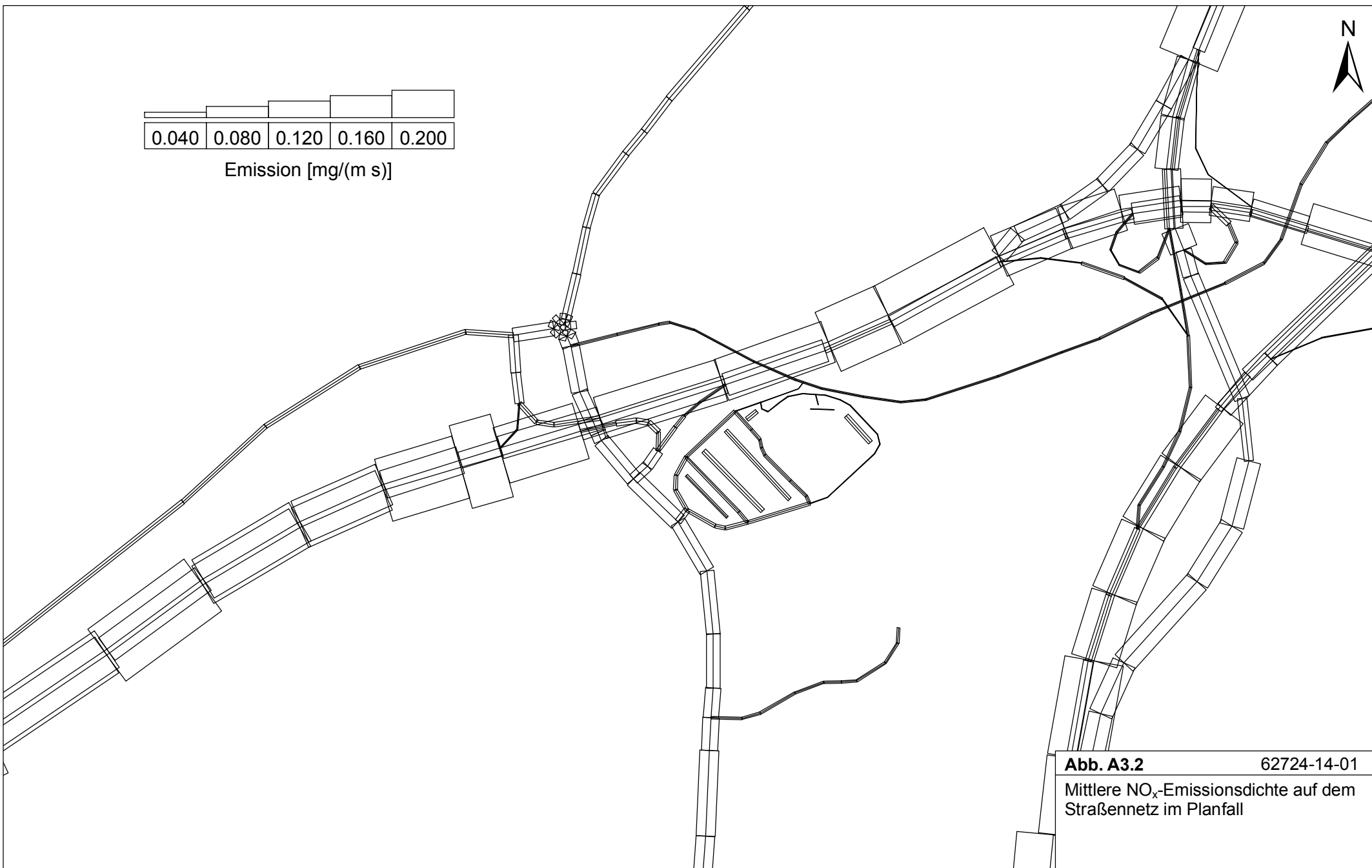
Abb. A3.1 62724-14-01

Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem
Straßennetz im Prognosenullfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Emission [mg/(m s)]

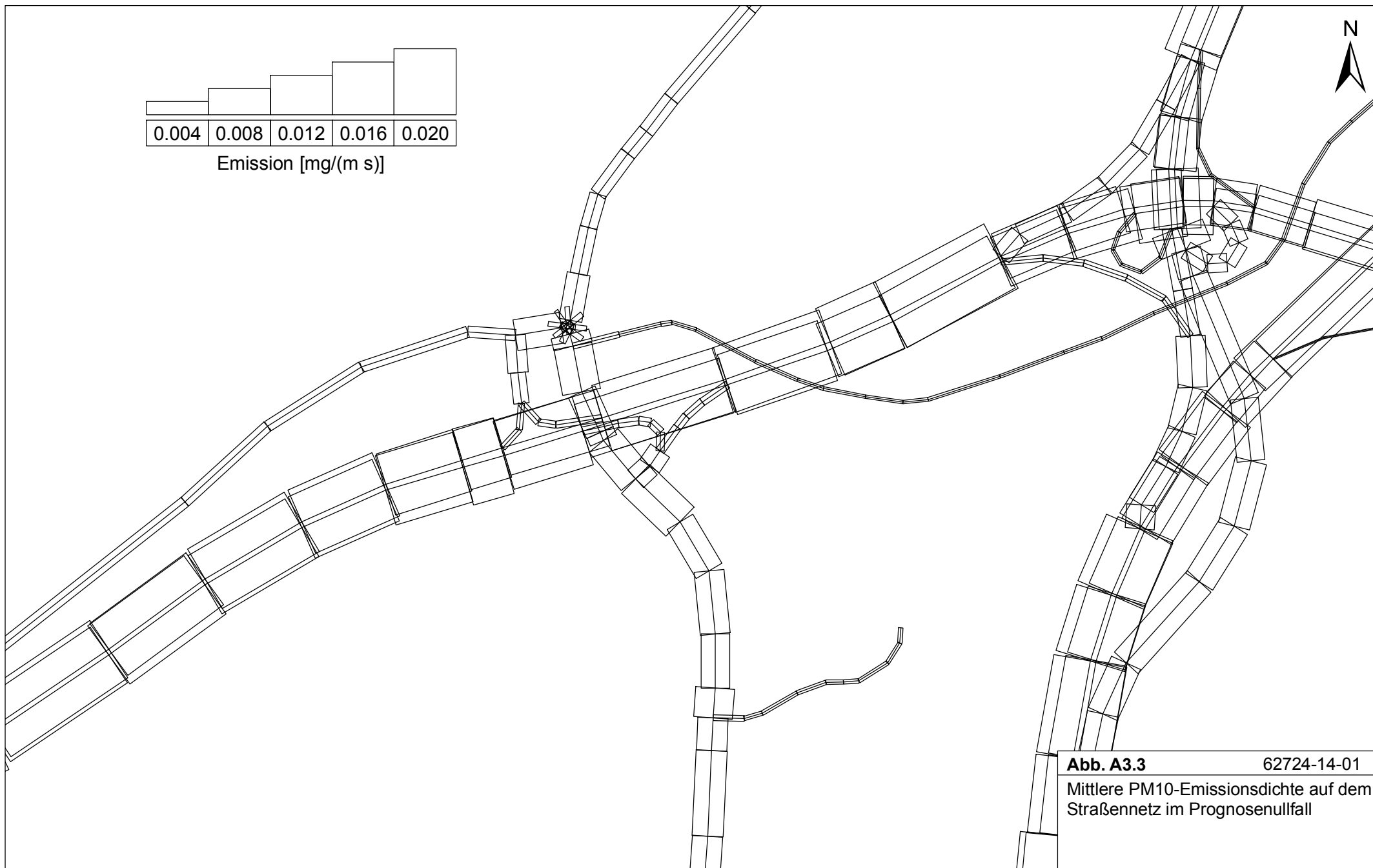
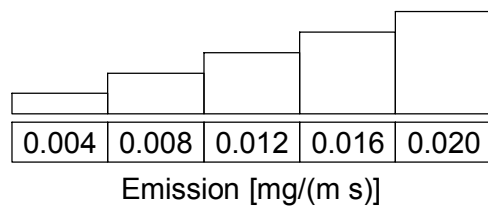


0 250 500
Meter

Abb. A3.2 62724-14-01

Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem
Straßennetz im Planfall

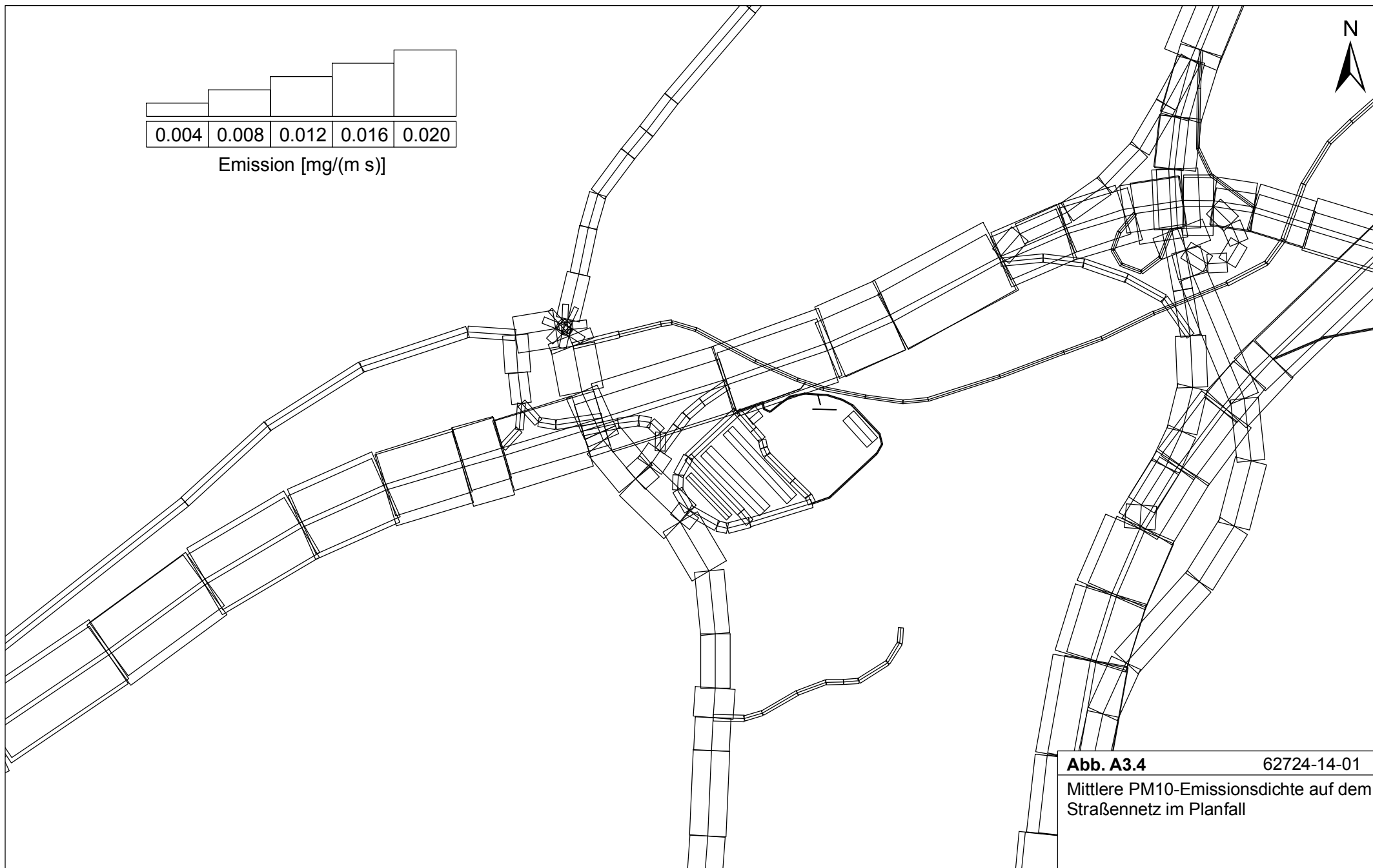
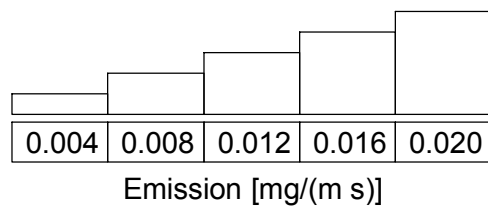
 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0 250 500
Meter

Abb. A3.3 62724-14-01
Mittlere PM₁₀-Emissionsdichte auf dem
Straßennetz im Prognosenullfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0 250 500
Meter

Abb. A3.4 62724-14-01
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem
Straßennetz im Planfall

