



Lohmeyer

Entwurf

**ERSCHLIESSUNG DES INDUSTRIEGEBIETES
„AM WEISSEN WEG“ IN ALSFELD,
LUFTSCHADSTOFFE**

Auftraggeber:

Hessische Landgesellschaft mbH
Wilhelmshöher Allee 157-159
34121 Kassel

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Karlsruhe

Dipl.-Geogr. T. Nagel
M. Sc. met. K. Sokur

Dipl.-Geoökol. H. Lauerbach

März 2023
Projekt 20842-23-01
Berichtsumfang 60 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	5
3 VORGEHENSWEISE	6
3.1 Berechnungsverfahren	6
3.2 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	7
3.3 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen	9
4 EINGANGSDATEN	10
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	10
4.2 Verkehrsdaten	10
4.3 Meteorologische Daten	12
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft	15
5 EMISSIONEN	23
5.1 Betrachtete Schadstoffe	23
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	23
5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	23
6 ERGEBNISSE	29
6.1 Stickstoffdioxid.....	29
6.2 Feinstaub PM10.....	36
6.3 Feinstaub PM2.5.....	38
7 QUELLEN	40
7.1 Literatur	40
7.2 Materialien und Unterlagen.....	43
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	45

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	49
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE	55

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

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 Immissionskenngößen 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 NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98% der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

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

Feinstaub / PM10 / PM2.5

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

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadt Alsfeld plant die Erschließung des Industriegebietes „Am Weißen Weg“ östlich von der Kernstadt. Das Plangebiet liegt südöstlich der Autobahn A 5 Frankfurt-Kassel, zwischen den Anschlussstellen Alsfeld Ost und dem Stadtteil Eifa und ist ca. 3 km vom Stadtzentrum Alsfeld entfernt. Das Gebiet grenzt im Norden an die Bundesstraße B 62, über die es zukünftig erschlossen wird.

Entsprechend verkehrsgutachterlichen Ausarbeitungen ist nicht auszuschließen, dass durch das geplante Industriegebiet auch in den Ortsdurchfahrten der benachbarten Siedlungen Änderungen des Kfz-Verkehrs und damit verbundene Änderungen der Luftschadstoffkonzentrationen zu erwarten sind.

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden die Schadstoffaufkommen durch die mit dem geplanten Industriegebiet verbundene Verkehrszunahme mit dem Straßennetzmodell PROKAS betrachtet. Die Schadstoffemissionen wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsfaktoren (HBEFA4.2, Stand 2022) für das Bezugsjahr 2024 auf allen Straßenabschnitten für den Prognosenullfall, sowie für den Planfall berechnet. Die Jahreskennwerte der Schadstoffbelastungen wurden mit lokal repräsentativen Winddaten für die vier Ortsdurchfahrten sowie der Hintergrundbelastung ermittelt. Die Hintergrundbelastung wurde auf der Grundlage von Messdaten umliegender Stationen angesetzt.

Für die Ortsdurchfahrten von Alsfeld und ihrer drei Stadtteile Altenburg, Eifa und Eudorf werden die Konzentrationen für NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} für die Straßenabschnitte mit dichter Randbebauung berechnet.

Die höchsten NO₂-Gesamtbelastungen werden in Alsfeld an der Kreuzung der B 62 mit der B 49 und der Schwabenröder Straße bis 28 µg/m³ im Prognosenullfall und bis 29 µg/m³ im Planfall berechnet. Entlang der B 254 sind an dem betrachteten Abschnitt innerhalb des Stadtteils Altenburg NO₂-Konzentrationen im Prognosenullfall sowie im Planfall bis 14 µg/m³ berechnet. In der Ortsdurchfahrt von Eifa sind die höchsten NO₂-Immissionen an der Kreuzung der B 62 mit der Rainröder Straße bis 17 µg/m³ im Prognosenullfall und bis 18 µg/m³ im Planfall ermittelt. Für die Ortsdurchfahrt des Stadtteils Eudorf sind NO₂-Konzentrationen entlang der B 254 an der der Randbebauung bis 19 µg/m³ im Prognosenullfall und bis 20 µg/m³ im Planfall berechnet. Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO₂-Jahresmittelwerte von

40 µg/m³ wird im Prognosenullfall sowie im Planfall im Bezugsjahr 2024 an den vier Ortsdurchfahrten deutlich unterschritten.

Die höchsten PM10-Gesamtbelastungen werden in Alsfeld im Prognosenullfall sowie im Planfall an der Kreuzung der B 62 mit der B 49 und der Schwabenröder Str. bis 21 µg/m³ berechnet. Für die Ortsdurchfahrt von Eudorf werden PM10-Konzentrationen an der Randbebauung im Prognosenullfall von ca. 14 µg/m³ und im Planfall bis 15 µg/m³ berechnet. Für die Ortsdurchfahrt von Eifa sind PM10-Immissionen bis 14 µg/m³ an der Kreuzung der B 62 mit der Rainröder Straße im Prognosenullfall und bis 15 µg/m³ im Planfall ermittelt. Entlang der B 254 innerhalb des Stadtteils Altenburg sind PM10-Konzentrationen im Prognosenullfall sowie im Planfall bis 13 µg/m³ prognostiziert. Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ und der Schwellenwert von 29 µg/m³ im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung (mehr als 35 Tage pro Jahr mit PM10-Tagesmittelwerten über 50 µg/m³) werden im Bezugsjahr 2024 an den vier Ortsdurchfahrten deutlich unterschritten.

Die höchsten PM2.5-Immissionen sind in Alsfeld an der Kreuzung der B 62 mit der B 49 und der Schwabenröder Straße im Prognosenullfall von ca. 11 µg/m³ und im Planfall bis 12 µg/m³ berechnet. Für die Ortsdurchfahrt von Eudorf werden PM2.5-Konzentrationen im Prognosenullfall sowie im Planfall entsprechend der Dichte der Randbebauung von ca. 10 µg/m³ und 11 µg/m³ berechnet. Für die Ortsdurchfahrt von Eifa sind PM2.5-Jahresmittelwerte im Prognosenullfall sowie im Planfall von ca. 10 µg/m³ prognostiziert. Entlang der B 254 innerhalb des Stadtteils Altenburg sind PM2.5-Immissionen im Prognosenullfall sowie im Planfall von ca. 9 µg/m³ ermittelt. Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ gemäß 39. BImSchV und der Richtgrenzwert von 20 µg/m³ werden entsprechend den Immissionsberechnungen sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall im Bezugsjahr 2024 an den vier Ortsdurchfahrten deutlich unterschritten.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Alsfeld plant die Erschließung des Industriegebietes „Am Weißen Weg“ östlich von Alsfeld. Mit den Planungen ist u. a. eine Verkehrszunahme auf den umliegenden Straßen zu erwarten. In diesem Zusammenhang sind Aussagen zu den Änderungen der Luftschadstoffbelastungen im Bereich der Kernstadt von Alsfeld (B 62) sowie für die Ortsteile Eifa (B 62), Eudorf (B 254) und Altenburg (B 254) aufgrund der verkehrlichen Auswirkungen des geplanten Gewerbegebietes erforderlich.

Für diese Planungen ist ein Luftschadstoffgutachten hinsichtlich der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen inklusive Beurteilung im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV erforderlich.

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, wie hoch die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung sind. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt sind, 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 (2007) ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich in Form einer Schadstoffleitkomponentenbetrachtung unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickstoffoxide und Feinstaubpartikel (PM₁₀, PM_{2.5}). 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. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

3.1 Berechnungsverfahren

Das Berechnungsverfahren PROKAS ermöglicht für die Immissionsprognosen die Berücksichtigung des Straßennetzes inklusive Kreuzungsbereichen und in typisierter Form die Einflüsse von Randbebauung und Lärmschutzbauten sowie für das Untersuchungsgebiet repräsentativer Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken.

Auf der Grundlage, der durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden unter Berücksichtigung der Informationen des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) bestimmt. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020).

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 werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 4.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

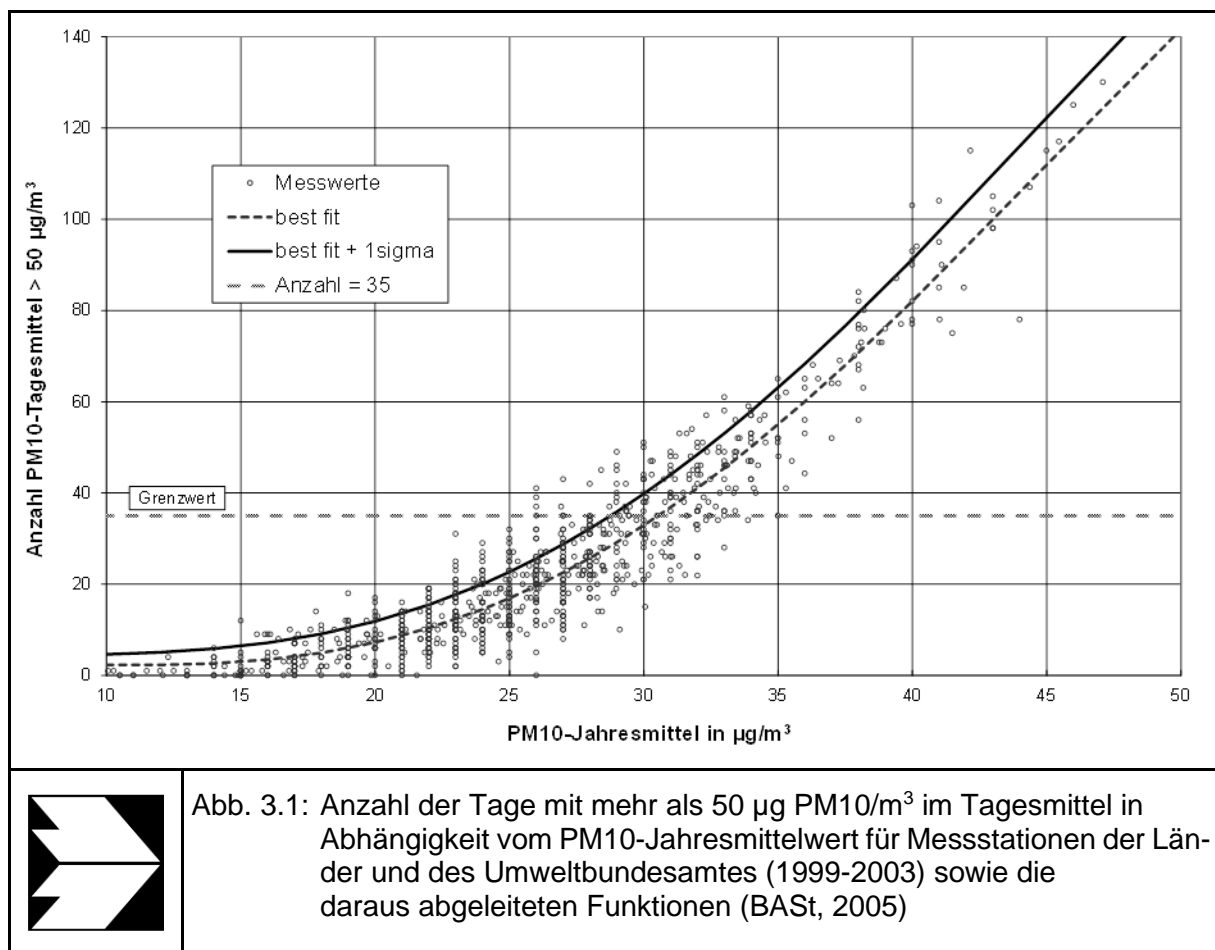
Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt. Für die Ermittlung der NO₂-Immissionen werden die verkehrsbedingten Direktmissionen und ein vereinfachtes Chemiemodell zur Abbildung der NO-NO₂-Konversion berücksichtigt (Düring et al., 2011).

3.2 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, 2012) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der Jahresmittelwert 54 µg/m³ (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von 50 µg/m³ 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 µg/m³ 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 µg/m³ 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 µg/m³ 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 µg/m³ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab 29 µg/m³ abgeleitet.

3.3 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen

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

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

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		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 seit 2015	25	
PM2.5	Richtgrenzwert ab 2020	20	

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010) sowie Richtgrenzwert PM2.5 entsprechend EU-Luftqualitätsrichtlinie

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 im Abschnitt 7.2 aufgeführten, durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Unterlagen herangezogen. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Verkehrsdaten, meteorologischen Daten und Schadstoffhintergrundbelastung werden in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 erläutert.

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die Stadt Alsfeld liegt in Mittelhessen innerhalb des hessischen Berglands an dem dort von Süden nach Norden orientierten Fließgewässer Schwalm. Aus östlicher Richtung mündet das Fließgewässer Eifa in das Schwalmatal. Die Stadt ist ca. 43 km südöstlich von Marburg und ca. 43 km nordwestlich von Fulda gelegen. Südlich der Stadt Alsfeld verläuft die Bundesautobahn A 5 Frankfurt-Kassel mit einer Orientierung von Westsüdwesten nach Ostnordosten. Im Stadtgebiet treffen die Bundesstraßen B 62, B 49 und B 254 aufeinander. Die Erschließung des neuen Industriegebietes „Am Weißen Weg“ ist östlich von der Kernstadt geplant. Das Plangebiet liegt südöstlich der Autobahn A 5, zwischen den Anschlussstellen Alsfeld Ost und dem östlich gelegenen Stadtteil Eifa. Das Gebiet grenzt im Norden an die Bundesstraße B 62, über die es zukünftig erschlossen wird. Der Stadtteil Eifa liegt ca. 2 km östlich vom Plangebiet an der Bundesstraße B 62. Der Stadtteil Eudorf liegt ca. 2 km nordwestlich vom Plangebiet an der Bundesstraße B 254. Der Stadtteil Altenburg liegt ca. 2 km südwestlich vom Plangebiet an der Bundesstraße B 254.

Die Lage des Untersuchungsgebietes ist in **Abb. 4.1** dargestellt. Die Auswertgebiete der vier Ortsdurchfahrten von Alsfeld, Eudorf, Eifa und Altenburg sind blau markiert.

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit der Ausarbeitung der „Verkehrsuntersuchung zum geplanten Industriegebiet „Am weißen Weg in Alsfeld“ (Heinz+Feier GmbH, 2023) zur Verfügung gestellt.

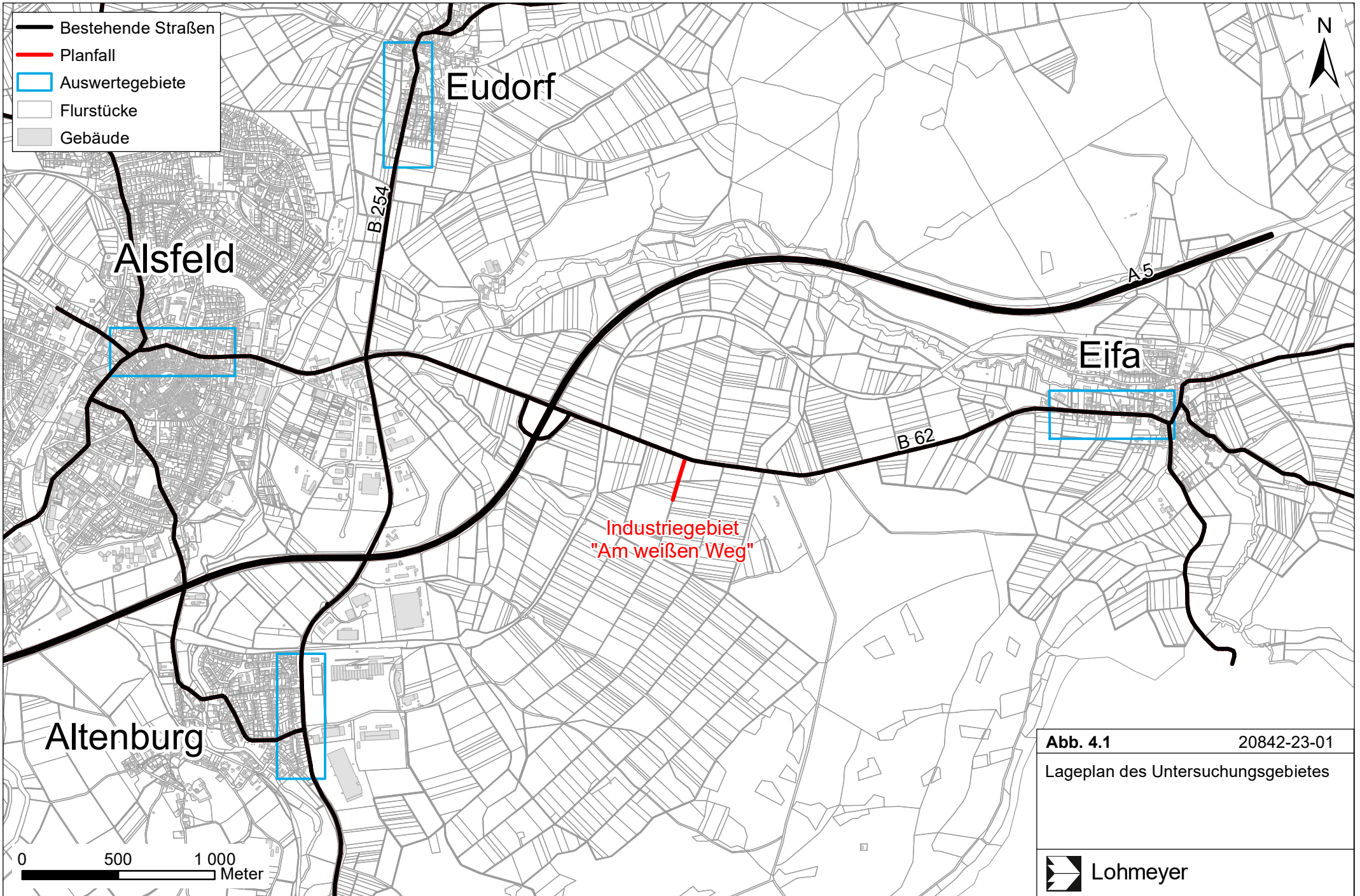



Abb. 4.1 20842-23-01
 Lageplan des Untersuchungsgebietes
 Lohmeyer

Diese umfasst für zehn Straßenabschnitte in der Umgebung des geplanten Industriegebietes Angaben der täglichen Verkehrsstärke, basierend auf Verkehrszählungen, und die Prognose der zusätzlichen Kfz-Fahrten durch die Planung.

Darin sind Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke DTV und der LKW (SV) - Fahrten für den Bezugsfall und den Planfall mit geplanten Maßnahmen in Tabellen aufgelistet, die auch für das Prognosejahr 2030 zutreffend sind.

Ergänzend wurde für die Autobahn A 5 auf die Ergebnisse der automatischen Verkehrszählung der BAST zurückgegriffen; das betrifft die Verkehrszahlen aus dem Jahr 2018 der westlich und östlich der Anschlussstelle gelegenen Zählstellen. Für den Planfall wurden die Angaben des Verkehrsgutachtens in beiden Fahrtrichtungen der A 5 hinzugefügt.

Für die immissionsseitigen Betrachtungen der Ortsdurchfahrten wurden die Angaben des Verkehrsgutachtens bis in die entsprechenden Straßenabschnitte übertragen. Für weiterführende Straßenabschnitte des Straßennetzes wurde auf Angaben der interaktiven Straßenverkehrszählungskarte Hessen zurückgegriffen, die für die Jahre 2021 und 2015 im Betrachtungsgebiet Werte aufweisen, die gut zu denen des Verkehrsgutachtens zusammenpassen.

Die im vorliegenden Gutachten im Untersuchungsgebiet verwendeten Verkehrsbelegungsdaten sind für den Prognosenullfall in **Abb. 4.2** und für den Planfall in **Abb. 4.3** aufgezeigt.

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.

Die Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet werden durch das vorliegende Relief geprägt. Die Kernstadt von Alsfeld ist in einer leichten, flächenhaft ausgebildeten Muldenlage gelegen, die durch das Zusammentreffen der Täler der Schwalm und der Eifa gebildet wird. Der nördliche Stadtteil Eudorf liegt im Tal des dort von Süden nach Norden orientierten Fließgewässers Schwalm. Der Stadtteil Eifa befindet sich östlich vom Plangebiet im Tal der Eifa mit einer Orientierung von Osten nach Westen, wobei sich dort die Randhöhen bis ca. 200 m über den Talgrund erheben.

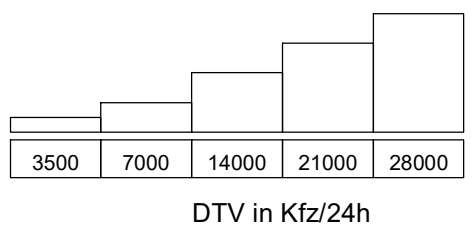
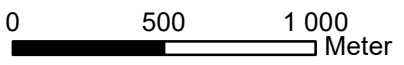
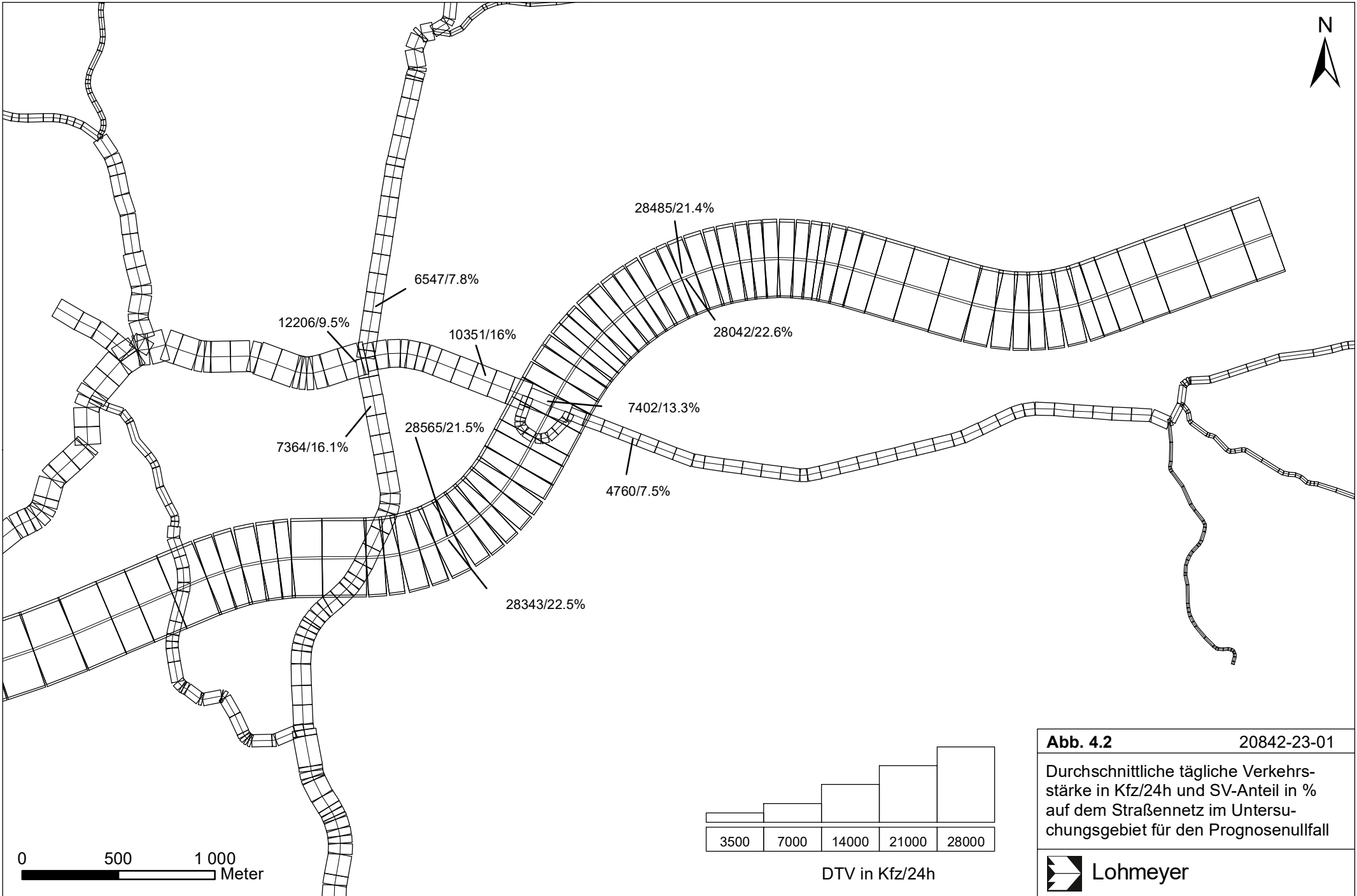



Abb. 4.2 20842-23-01
 Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und SV-Anteil in % auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall



Lohmeyer

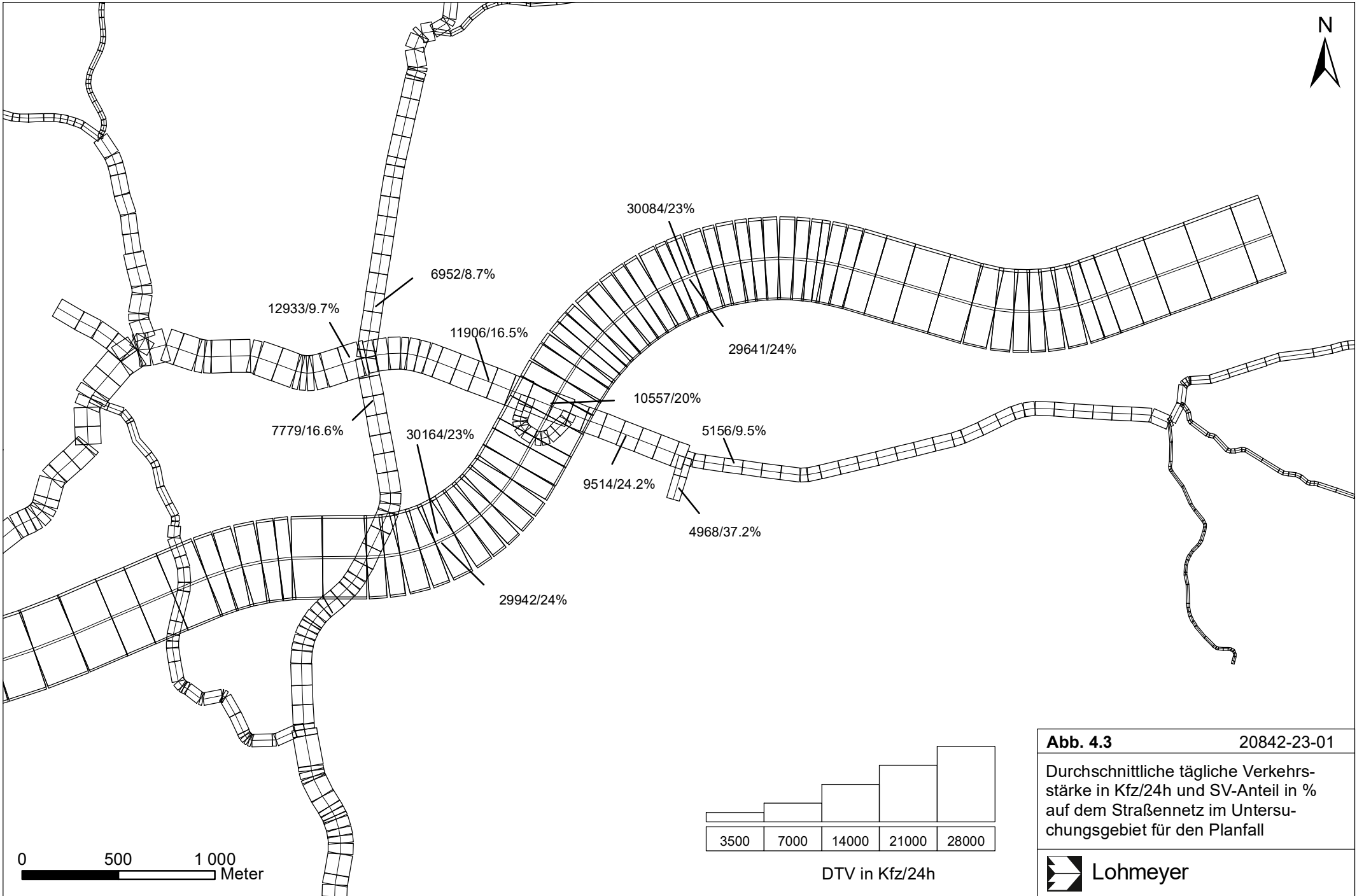

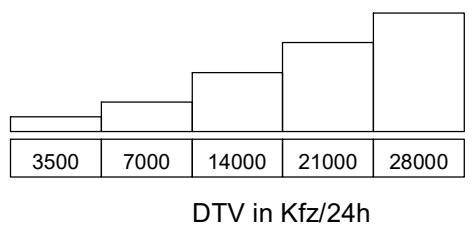


Abb. 4.3 20842-23-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und SV-Anteil in % auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall



Lohmeyer



Die Wetterstation „Alsfeld“ des Deutschen Wetterdienstes liegt am westlichen Stadtrand von Alsfeld. Aus dem Datensatz von der DWD-Station „Alsfeld“ wurde die Windverteilung in Kombination mit den Bewölkungsdaten an den Stationen „Alsfeld-Eifa“ und „Neu Ulrichstein“, übernommen. Die Windverteilung ist in **Abb. 4.4** aufgezeigt. Die Winde aus dem westsüdwestlichen Sektor bilden die Hauptwindrichtung; Winde aus dem südsüdöstlichen Sektor bilden die sekundäre Hauptwindrichtung. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in ca. 10 m über Grund ca. 3.1 m/s. Die an der Windmessstation des DWD erfassten Windrichtungsverteilungen sind für Alsfeld sowie für den Stadtteil Altenburg als repräsentativ anzusehen.

Für Deutschland liegen regional repräsentative Winddaten auf Basis von modellierten Reanalysedaten des Hans-Ertel-Zentrums für Wetterforschung für ein ca. 2 x 2 km Raster und für den Zeitraum 2007-2013 vor. Da die örtlichen Gegebenheiten in den Reanalysedaten enthalten sind, wurde die Windverteilung für die Stadtteile Eifa und Eudorf aus den synthetischen Daten übernommen. Die Windverteilung für den Stadtteil Eifa ist in **Abb. 4.5** dargestellt. Die Winde aus dem westsüdwestlichen Sektor bilden die Hauptwindrichtung. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in ca. 10 m über Grund ca. 3.1 m/s.

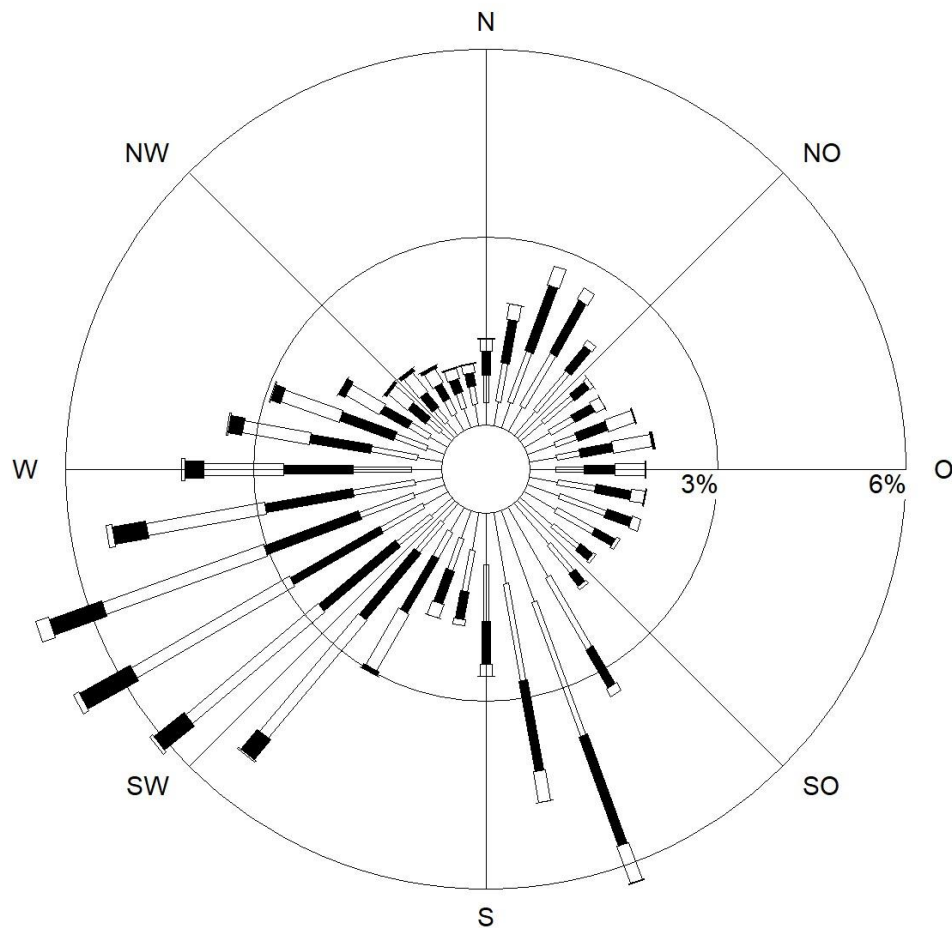
Die Windverteilung für den Stadtteil Eudorf ist in **Abb. 4.6** dargestellt. Die Winde aus dem südwestlichen Sektor bilden die Hauptwindrichtung. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in ca. 10 m über Grund ca. 3.2 m/s.

Für die Ausbreitungsrechnungen und die Auswertungen der Immissionen an den vier Ortsdurchfahrten werden die oben genannten lokalrepräsentativen Winddaten herangezogen. Für die beiden Ortsdurchfahrten Alsfeld und Altenburg wird auf die Messdaten an der DWD-Station Alsfeld unter Berücksichtigung der Rauigkeiten zurückgegriffen. Für die Ortsdurchfahrten von Eifa und Eudorf wird auf die modellierten Reanalysedaten für Wind in Kombination mit den messtechnisch erfassten Bewölkungsdaten an den Stationen „Alsfeld-Eifa“ und „Neu Ulrichstein“ zurückgegriffen und unter Berücksichtigung der Rauigkeiten im Untersuchungsgebiet im Hinblick auf die gemessene Windgeschwindigkeit angewendet.

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen.

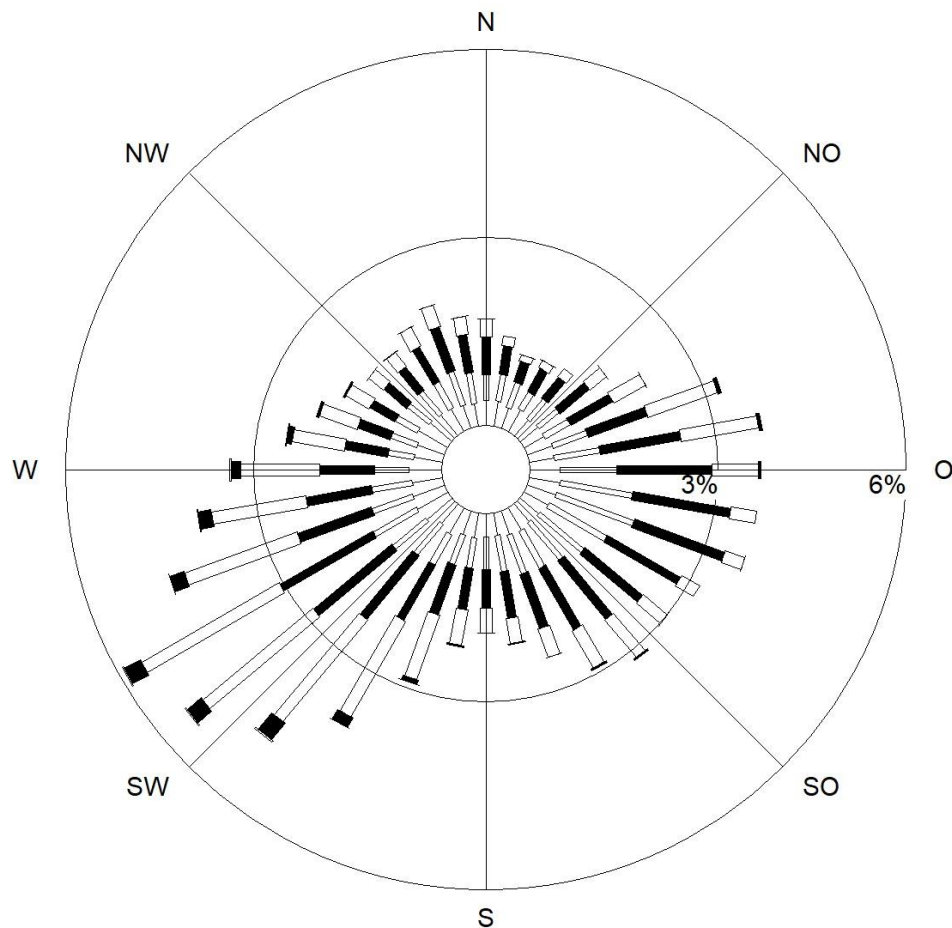
Windverteilung in Prozent



Station	: Alsfeld	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10.0 m	I	▬	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 3.1 m/s	II	■	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1	▨	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2	▩	7.0 bis 10 m/s
		IV	■	7.0 bis 10 m/s
		V	□	größer 10 m/s

Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung in Alsfeld basierend auf Windmessdaten von der DWD-Wetterstation „Alsfeld“

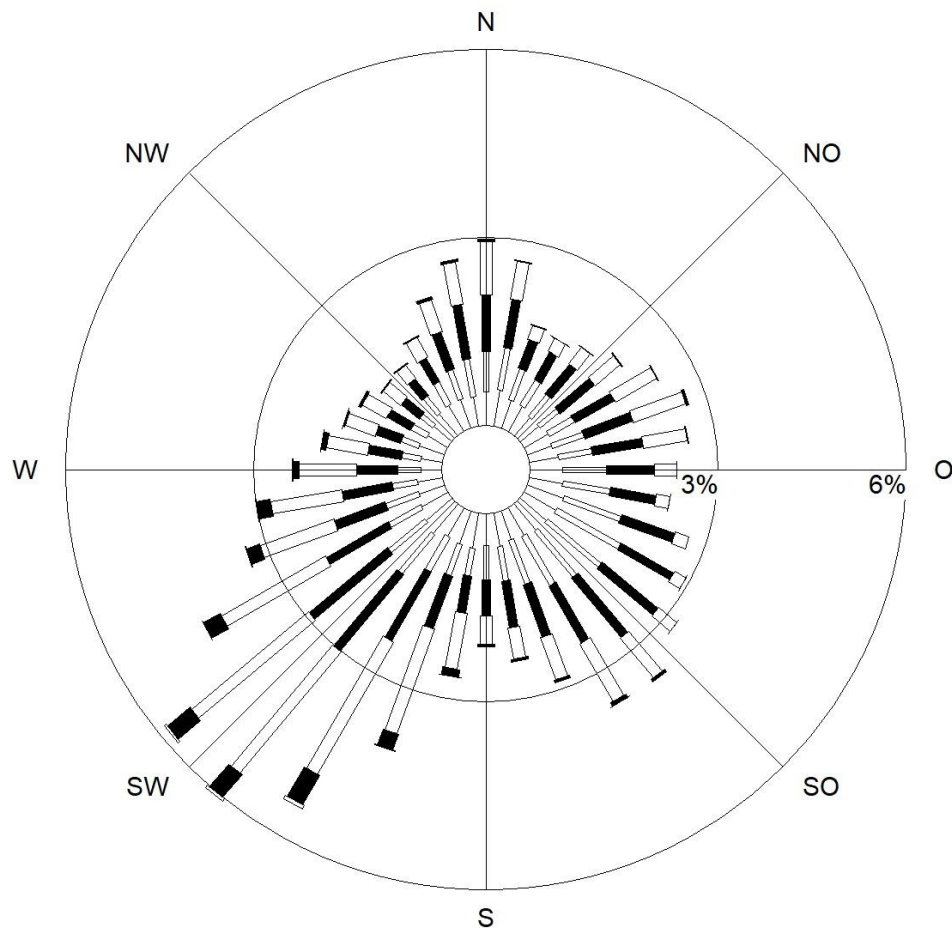
Windverteilung in Prozent



Station	: Rea2_40423	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10.0 m	I	▬	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 3.1 m/s	II	▬	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1	▬	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2	▬	7.0 bis 10 m/s
		IV	▬	größer 10 m/s
		V	▬	

Abb. 4.5: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung im Stadtteil Eifa basierend auf Reanalysedaten für den Zeitraum 2007-2013 (Quelle: Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung)

Windverteilung in Prozent



Station	: Rea2_40283	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10.0 m	I : 17.4 %	▬	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 3.2 m/s	II : 16.6 %	■	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1 : 49.0 %	▨	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 13.6 %	■	7.0 bis 10 m/s
		IV : 2.3 %	□	größer 10 m/s
		V : 1.1 %		

Abb. 4.6: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung im Stadtteil Eudorf basierend auf Reanalysedaten für den Zeitraum 2007-2013 (Quelle: Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung)

Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) betreibt zur Überwachung der Luftqualität in Hessen ein Immissionsmessnetz. In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (HLNUG, 2012-2023). Die vorliegenden Daten für die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt, ergänzt um die vorläufigen Werte für 2022 als Mittelwert aus den Messdatenzeitreihen. Die Auflistung der Messwerte zeigt, dass ab dem Jahr 2019 die Messwerte rückläufig sind; dabei ist zu berücksichtigen, dass in den Jahren 2020 und 2021 außergewöhnliche Entwicklungen aufgrund intensiver Einschränkungen des öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens vorlagen, aber im Jahr 2022 die allgemein relativ geringen Messwerte bestätigt werden.

An der Ortsdurchfahrt von Alsfeld wurden an den beiden verkehrsbezogenen Messstellen „Alsfeld I“ und „Alsfeld III“ NO₂-Messungen durchgeführt (die Messstellen wurden 05.01.2023 stillgelegt). Die ländliche Station „Burg Herzberg“ befindet sich in etwa 11 km östlich von dem Planungsgebiet. Die städtische Station „Fulda Zentral“ ist etwa 34 km südöstlich gelegen, so wie die Station „Fulda Petersberger Straße“, die an einer Hauptverkehrsstraße liegt. Die Station „Bebra“ liegt ca.42 km nordöstlich und befindet sich im städtischen Gebiet. Die Station „Linden/Leihgestern“ liegt im ländlichen Gebiet in ca. 50 km vom geplanten Industriegebiet.

Auf Grundlage der in **Tab. 4.1** aufgeführten Messwerte wird als gutachterliche Einschätzung und in Orientierung an die Messwerte des letzten Jahres der Station „Bebra“ sowie der Station „Linden/Leihgestern“ für das Untersuchungsgebiet eine NO₂-Hintergrundbelastung von 12 µg/m³ abgeleitet; in Orientierung an der Station „Fulda Zentral“ wird eine PM10-Hintergrundbelastung von 12 µg/m³ abgeleitet (**Tab. 4.2**). Für die Messstandorte in Alsfeld konnten mit dem genannten NO₂-Hintergrundbelastungswert, den beschriebenen Verkehrsdaten und den entsprechenden Emissionen für 2022 die Messwerte von 32 µg/m³ an der Luftmessstelle „Alsfeld I“, sowie der NO₂-Messwert von 27 µg/m³ an der Luftmessstelle „Alsfeld III“ rechnerisch reproduziert werden.

Entsprechend aktuellen Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM10 und PM2.5. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein Verhältnis von PM2.5 zu PM10 zwischen 0.5 und 0.8. Bruckmann et al. (2009) beziffern das Verhältnis zwischen 0.63 und 0.71. Dabei wird hier an

Hintergrundstationen im Vergleich zu Stationen in Quellnähe (Verkehr und Industrie) ein höheres Verhältnis von PM2.5 zu PM10 bestimmt. Auf Grundlage dieser Verhältnisse von PM2.5 zu PM10 und der oben genannten Zusammenhänge wird für das Untersuchungsgebiet eine PM2.5-Hintergrundbelastung von 9 µg/m³ angesetzt.

Für Ozon wird eine Hintergrundbelastung von 46 µg/m³ angesetzt.

Schadstoffkomponente		Alsfeld III	Alsfeld I	Burg Herzberg	Fulda Zentral	Fulda Petersburger Str.	Bebra	Linden/Leihgestern
NO ₂ Jahresmittelwert in µg/m ³	2011	-	-	10	-	45	18	-
	2012	-	-	10	-	44	18	-
	2013	-	-	10	-	43	18	-
	2014	-	-	9	-	42	16	17
	2015	-	-	9	-	41	15	19
	2016	-	-	9	-	41	15	18
	2017	-	-	8	21	39	16	17
	2018	-	-	8	21	39	16	16
	2019	37	42	7	20	38	14	15
	2020	20	23	6	17	30	12	14
	2021	23	25	6	17	28	13	13
	2022	27	32	5	15	27	12	12
PM10 Jahresmittelwert in µg/m ³	2011	-	-	-	19	27	19	-
	2012	-	-	-	18	23	20	-
	2013	-	-	-	20	23	20	-
	2014	-	-	-	19	23	20	-
	2015	-	-	-	18	22	19	-
	2016	-	-	-	17	20	17	-
	2017	-	-	-	17	21	18	-
	2018	-	-	-	17	21	18	-
	2019	-	-	-	15	19	16	-
	2020	-	-	-	14	16	15	-
	2021	-	-	-	13	16	15	-
	2022	-	-	-	12	15	16	-
PM10-Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³)	2011	-	-	-	-	31	10	-
	2012	-	-	-	-	12	5	-
	2013	-	-	-	-	12	11	-
	2014	-	-	-	-	15	12	-
	2015	-	-	-	-	8	8	-
	2016	-	-	-	-	0	2	-
	2017	-	-	-	7	12	10	-
	2018	-	-	-	4	6	5	-
	2019	-	-	-	1	1	1	-
	2020	-	-	-	1	1	1	-
	2021	-	-	-	2	2	1	-
	2022	-	-	-	0	1	0	-

Schadstoffkomponente		Alsfeld III	Alsfeld I	Burg Herzberg	Fulda Zentral	Fulda Petersburger Str.	Bebra	Linden/Leihgestern
PM2.5 Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2011	-	-	-	-	19	-	-
	2012	-	-	-	-	17	-	-
	2013	-	-	-	-	17	-	-
	2014	-	-	-	-	15	-	-
	2015	-	-	-	-	15	-	-
	2016	-	-	-	-	14	-	-
	2017	-	-	-	-	14	-	-
	2018	-	-	-	-	14	-	-
	2019	-	-	-	-	12	-	-
	2020	-	-	-	-	11	-	-
	2021	-	-	-	-	11	-	-
	2022	-	-	-	-	8	9	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (HLNUG 2012-2023).

Schadstoff	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	12
PM10	12
PM2.5	9

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

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. Interpretationen der NO₂-Messdaten hinsichtlich möglicher Entwicklungen sind mit Vorsicht zu versehen, da im Jahr 2019 überdurchschnittlich günstige Ausbreitungsbedingungen vorlagen und in den Jahren 2020 und 2021 außergewöhnliche Entwicklungen aufgrund intensiver Einschränkungen des öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens vorlagen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung einer zukünftigen Reduktion der Hintergrundbelastung verzichtet.

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ erreicht, weshalb dieser Stoff im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet wird, ergänzt um Feinstaub (PM10, PM2.5).

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 mittleres 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 (2020) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschleppern, Bussen usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel setzen sich hingegen aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

5.3 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 4.2 (UBA, 2022) berechnet; in der aktuellen Version des HBEFA 4.2 sind die nichtmotorbedingten Beiträge für Feinstaub PM10 und PM2.5 integriert.

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.

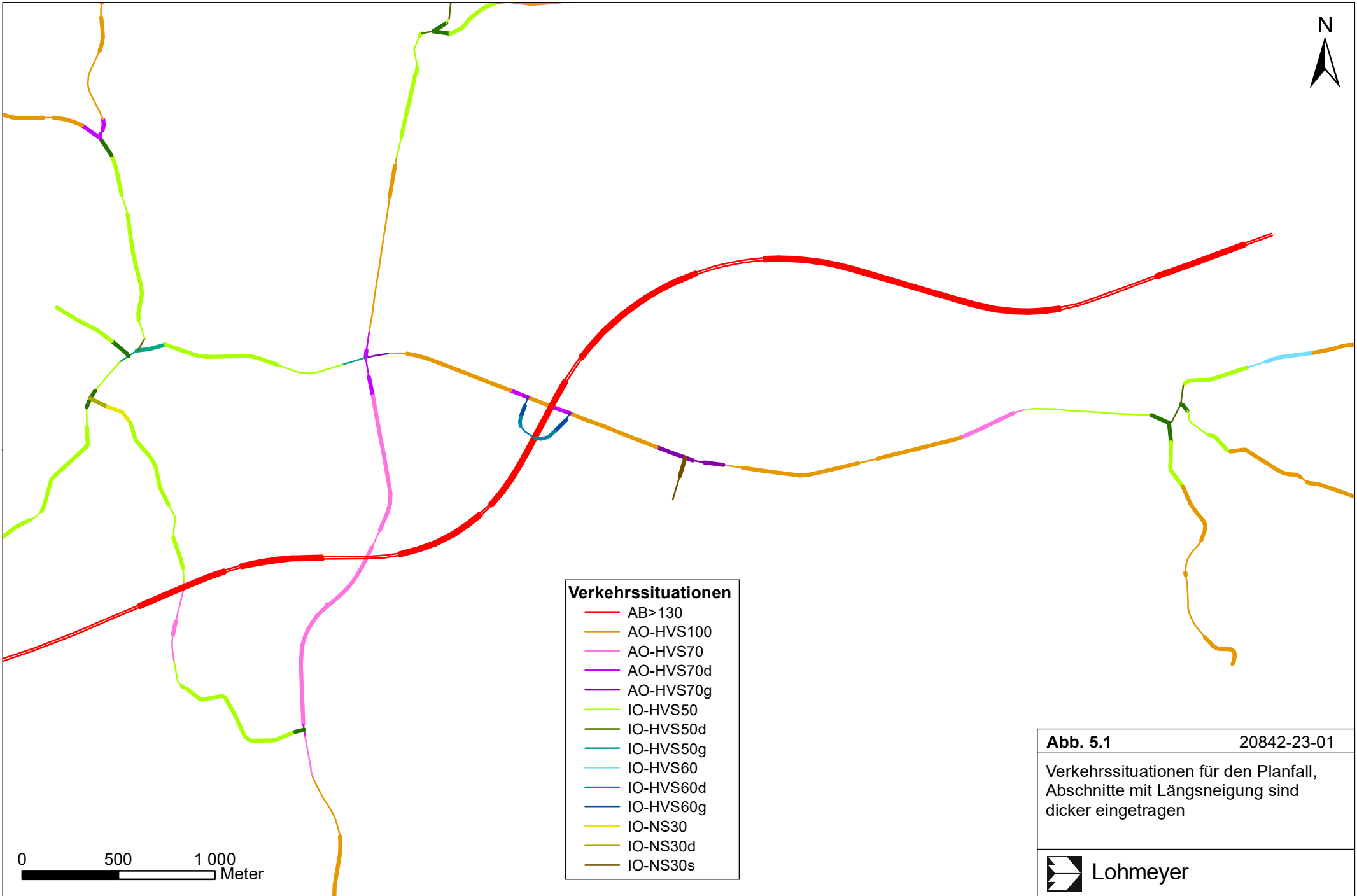
Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2022) entnommen.

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 innerhalb des Rechengebietes folgende Verkehrssituationen herangezogen, wobei aus der Fahrspuranzahl und der Verkehrsbelegung eine Einschätzung des Auslastungsgrades der Streckenabschnitte erfolgte, der im HBEFA mit „level of service“ LOS bezeichnet wird:

AB>130:	Autobahn ohne Tempolimit
AO-HVS100:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h
AO-HVS70:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
AO-HVS70d:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
AO-HVS70g:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, gesättigter Verkehr
IO-HVS50:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
IO-HVS50d:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS50g:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IO-HVS60:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h
IO-HVS60d:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS60g:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, gesättigter Verkehr
IO-NS30:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h
IO-NS30d:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IO-NS30s:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stop&Go


Abb. 5.1 zeigt exemplarisch die angesetzten Verkehrssituationen für den Planfall.



- Verkehrssituationen**
- AB>130
 - AO-HVS100
 - AO-HVS70
 - AO-HVS70d
 - AO-HVS70g
 - IO-HVS50
 - IO-HVS50d
 - IO-HVS50g
 - IO-HVS60
 - IO-HVS60d
 - IO-HVS60g
 - IO-NS30
 - IO-NS30d
 - IO-NS30s

Abb. 5.1 20842-23-01

Verkehrssituationen für den Planfall,
Abschnitte mit Längsneigung sind
dicker eingetragen

 Lohmeyer

0 500 1 000
Meter

An einigen Kreuzungsbereichen, wie der Kreuzung B 62 mit B 49 und Schwabenröder Str. in Alsfeld, wird ein gesättigter Verkehr angesetzt. Für den Abschnitt an der Schellengasse, an dem sich die Messstelle „Alsfeld III“ befand, wird anteilig ein Stop&Go Verkehr berücksichtigt. Für die Straßenabschnitte zum geplanten Industriegebiet wird ebenfalls ein Stop&Go Verkehr angesetzt.

Das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berücksichtigt eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Euro-6-Diesel-PKW sowie den Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW und leichte Nutzfahrzeuge. Diese relativen Anpassungen werden hier angewendet und berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet bei Alsfeld die im HBEFA verwendete mittlere deutschlandweite Lufttemperatur von 9°C, die gegenüber der mittleren Lufttemperatur an der Station „Alsfeld-Eifa“ von ca. 9.4°C im Zeitraum 2012 bis 2021 (Quelle DWD) etwas niedriger liegt.

Tab. 5.1 gibt einen Überblick über die im vorliegenden Fall jeweils angesetzten Verkehrssituationen, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2%-Stufen (gekennzeichnet durch vorangestellte „_“-Unterstrichzeichen für Gegenverkehrsstrecken, „-“ für Gefälle- und „+“ für Steigungsstrecken), und die zugehörigen Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2024 unter Angabe der mittleren Fahrgeschwindigkeiten; für zukünftige Jahre sind aufgrund der Fortentwicklung der Kfz-Flottenzusammensetzung und dem vermehrten Einbinden von emissionsgeminderten Technologien geringere Emissionsfaktoren aus der Datenbank ablesbar.

Für die Bundesautobahn A 5 werden die Verkehre fahrtrichtungsfein berücksichtigt. Die Fahrgeschwindigkeit auf der Autobahn wird hier ohne Geschwindigkeitsbegrenzung angesetzt, d. h. größer 130 km/h.

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x und $\text{NO}_{2\text{direkt}}$ sowie PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und SV-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus.

Straßenparameter	Geschwindigkeit in km/h	spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2024									
		NO _x		NO ₂ direkt		Partikel (nur Abgas)		Partikel PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		Partikel PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB>130	142.7	0.491	0.598	0.065	0.0894	0.0079	0.0094	0.030	0.13	0.017	0.053
AB>130+2	142.7	0.683	0.855	0.089	0.1153	0.0065	0.0119	0.030	0.13	0.016	0.056
AB>130-2	142.7	0.333	0.927	0.044	0.1693	0.0147	0.0033	0.030	0.13	0.024	0.047
AB>130+4	142.7	0.883	1.149	0.116	0.1496	0.0092	0.0165	0.030	0.13	0.018	0.061
AB>130-4	142.7	0.217	0.233	0.029	0.0356	0.0127	0.0018	0.030	0.13	0.022	0.046
AB>130+6	142.7	1.069	1.296	0.144	0.1599	0.0110	0.0201	0.030	0.13	0.020	0.064
AB>130-6	142.7	0.133	0.195	0.018	0.0310	0.0043	0.0015	0.030	0.13	0.013	0.046
AO-HVS100	94.0	0.215	0.789	0.041	0.1160	0.0031	0.0113	0.030	0.13	0.012	0.059
AO-HVS100_2	94.0	0.234	0.945	0.044	0.1359	0.0033	0.0099	0.030	0.13	0.012	0.058
AO-HVS100_4	94.0	0.291	0.877	0.056	0.1192	0.0041	0.0098	0.029	0.13	0.013	0.058
AO-HVS100_6	94.0	0.377	0.900	0.074	0.1162	0.0049	0.0116	0.029	0.13	0.014	0.060
AO-HVS70	67.0	0.154	0.787	0.029	0.1105	0.0026	0.0109	0.026	0.10	0.015	0.067
AO-HVS70_2	67.0	0.167	0.953	0.031	0.1338	0.0027	0.0104	0.026	0.10	0.015	0.066
AO-HVS70_4	67.0	0.204	0.871	0.039	0.1197	0.0029	0.0107	0.026	0.10	0.015	0.067
AO-HVS70_6	67.0	0.265	0.885	0.051	0.1160	0.0034	0.0120	0.026	0.10	0.016	0.068
AO-HVS70d	53.8	0.200	0.966	0.038	0.1295	0.0029	0.0118	0.033	0.35	0.016	0.076
AO-HVS70d_2	53.8	0.212	1.097	0.040	0.1546	0.0030	0.0118	0.033	0.35	0.016	0.076
AO-HVS70d_4	53.8	0.244	1.121	0.047	0.1684	0.0033	0.0123	0.033	0.35	0.017	0.076
AO-HVS70g	37.0	0.279	1.412	0.053	0.1934	0.0038	0.0166	0.039	0.70	0.019	0.085
AO-HVS70g_2	37.0	0.287	1.451	0.055	0.1976	0.0039	0.0166	0.039	0.70	0.019	0.085
IO-HVS50	49.0	0.181	1.200	0.022	0.1585	0.0055	0.0127	0.026	0.10	0.020	0.079
IO-HVS50_2	49.0	0.190	1.177	0.023	0.1757	0.0056	0.0132	0.026	0.10	0.020	0.079
IO-HVS50_4	49.0	0.217	1.042	0.027	0.1523	0.0058	0.0138	0.026	0.10	0.020	0.080
IO-HVS50_6	49.0	0.266	1.100	0.033	0.1559	0.0060	0.0153	0.026	0.10	0.020	0.081
IO-HVS50d	39.6	0.229	1.489	0.028	0.1961	0.0059	0.0149	0.032	0.35	0.021	0.083
IO-HVS50d_2	39.6	0.236	1.416	0.029	0.2093	0.0060	0.0155	0.032	0.35	0.021	0.083
IO-HVS50d_4	39.6	0.264	1.256	0.033	0.1885	0.0061	0.0162	0.032	0.35	0.021	0.084
IO-HVS50g	24.9	0.324	2.153	0.040	0.2706	0.0067	0.0246	0.039	0.70	0.022	0.093
IO-HVS50g_2	24.9	0.333	2.127	0.042	0.2693	0.0068	0.0246	0.039	0.70	0.022	0.093
IO-HVS50g_6	24.9	0.395	1.989	0.050	0.2633	0.0074	0.0247	0.039	0.70	0.023	0.093

Straßenparameter	Verkehrssituation (Kürzel)	Geschwindigkeit in km/h	spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2024									
			NO _x		NO ₂ direkt		Partikel (nur Abgas)		Partikel PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		Partikel PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IO-HVS60	58.0	0.180	1.030	0.022	0.1418	0.0054	0.0118	0.026	0.10	0.019	0.073	
IO-HVS60_2	58.0	0.191	1.112	0.023	0.1623	0.0055	0.0119	0.026	0.10	0.019	0.073	
IO-HVS60d	47.1	0.226	1.252	0.028	0.1679	0.0058	0.0137	0.032	0.35	0.020	0.081	
IO-HVS60d_2	47.1	0.238	1.273	0.029	0.1855	0.0058	0.0137	0.032	0.35	0.020	0.081	
IO-HVS60d_4	47.1	0.269	1.192	0.033	0.1783	0.0060	0.0142	0.032	0.35	0.020	0.081	
IO-HVS60g	29.6	0.314	1.678	0.039	0.2254	0.0068	0.0191	0.039	0.70	0.022	0.087	
IO-HVS60g_2	29.6	0.328	1.664	0.041	0.2272	0.0091	0.0192	0.039	0.70	0.024	0.087	
IO-HVS60g_4	29.6	0.353	1.607	0.045	0.2250	0.0072	0.0196	0.039	0.70	0.023	0.088	
IO-NS30_2	33.6	0.267	1.624	0.030	0.2308	0.0064	0.0191	0.026	0.28	0.022	0.087	
IO-NS30_4	33.6	0.289	1.470	0.033	0.2144	0.0065	0.0194	0.026	0.28	0.022	0.087	
IO-NS30d_6	26.5	0.353	1.639	0.041	0.2345	0.0070	0.0249	0.034	0.50	0.022	0.093	
IO-NS30s	9.6	0.413	4.128	0.049	0.5249	0.0085	0.0423	0.044	1.20	0.024	0.110	
IO-NS30s_2	9.6	0.422	4.010	0.051	0.5174	0.0085	0.0427	0.044	1.20	0.024	0.111	

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2024

Tab. 5.2 zeigt exemplarisch für die B 62 in Alsfeld die Verkehrskennndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten für den Prognosenullfall sowie den Planfall im Bezugsjahr 2024. In Anhang A 3 sind die berechneten Emissionen im Straßennetz und deren räumliche Verteilung grafisch aufgezeigt.

	DTV in Kfz/24h	SV-Anteil in %	Verkehrssituation	Mittlere Emissionsdichte			
				NO _x in mg/(m*s)	NO _{2d} in mg/(m*s)	PM10 in mg/(m*s)	PM2.5 in mg/(m*s)
B 62 Null	12 206	9.5	IO-HVS50	0.0392	0.0049	0.0055	0.0036
B 62 Plan	12 933	9.7	IO-HVS50	0.0418	0.0052	0.0058	0.0038

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die B 62 für den Prognosenullfall sowie für den Planfall

6 ERGEBNISSE

Die Schadstoffimmissionen werden entsprechend der Aufgabenstellung in Straßenschluchten der vier Ortsdurchfahrten von Alsfeld, Altenburg, Eudorf und Eifa berechnet. In die Immissionsberechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge auf den berücksichtigten Straßen ein, die im voranstehenden Kap. 5 aufgezeigt und diskutiert sind. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung, die unter Berücksichtigung der für den Bereich des Plangebietes repräsentativen Windstatistik berechnet wird. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt. Die Auswertung der berechneten Immissionen erfolgt für die Auswertehöhe von ca. 1.5 m über dem Gelände, der „Nasenhöhe“ der sich im Freien aufhaltenden Passanten bzw. dem Eingangs- und Hofbereich von Wohngebäuden. Für einige Straßenabschnitte wird die Randbebauung typisiert berücksichtigt; die für diese Abschnitte dargestellten Konzentrationen entsprechen den Werten an der Randbebauung.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen werden für die vier Ortsbereiche grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen breiten Linien für die ausgewählten Straßenabschnitte mit typisierter Randbebauung, 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. Damit werden die derzeit geltenden Grenzwerte für NO₂ und PM₁₀ von 40 µg/m³ im Jahresmittel mit roter Farbe, der PM₁₀-Schwellenwert von 29 µg/m³ im Jahresmittel zur Ableitung des PM₁₀-Kurzzeitwertes mit gelber Farbe belegt. Der Grenzwert für den PM_{2.5}-Jahresmittelwert von 25 µg/m³ wird mit roter Farbe und der Richtgrenzwert von 20 µg/m³ mit gelber Farbe belegt. Weiße Flächen kennzeichnen Bereiche ohne Datenwert.

Die ausgewählten Straßenabschnitte werden entsprechend ihrer Lage benannt (**Tab. 6.1**) und sind auf den Abbildungen entsprechend markiert.

6.1 Stickstoffdioxid

Für die Ortsdurchfahrt Alsfeld werden die Konzentrationen für drei Straßenabschnitte mit dichter Randbebauung berechnet und dargestellt, wobei für zwei dieser Abschnitte auch NO₂-

Messdaten (Passivsammler) vorliegen. Die **Abb. 6.1** zeigt die berechneten NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für den Prognosenullfall für Alsfeld im Bezugsjahr 2024, die auch in **Tab. 6.1** und dort mit einer Nachkommastelle aufgelistet sind.

	NO ₂ in mg/m ³		PM10 in mg/m ³		PM2.5 in mg/m ³	
	Null	Plan	Null	Plan	Null	Plan
Alsfeld 1	28.1	29.2	20.7	21.4	11.4	11.6
Alsfeld 2	23.6	24.4	18.0	18.5	10.6	10.8
Alsfeld 3	19.7	20.2	14.6	14.8	10.6	10.7
Eudorf 1	17.8	18.3	14.0	14.2	10.3	10.4
Eudorf 2	18.9	19.5	14.4	14.6	10.5	10.7
Eudorf 3	17.0	17.5	13.7	13.9	10.1	10.2
Eifa 1	14.5	14.9	12.8	12.9	9.5	9.6
Eifa 2	17.1	17.9	14.3	14.8	10.0	10.1
Altenburg 1	13.9	14.0	12.6	12.7	9.3	9.3
Altenburg 2	14.0	14.1	12.6	12.7	9.3	9.4

Tab. 6.1: Berechnete Immissionen für NO₂, PM10 und PM2.5 im Bereich der vier Ortsdurchfahrten von Alsfeld, Altenburg, Eudorf und Eifa für den Prognosenullfall und für den Planfall

Die höchsten NO₂-Gesamtbelastungen werden im Prognosenullfall an der Kreuzung der B 62 mit der B 49 und der Schwabenröder Str. bis 28 µg/m³ berechnet. An dem Straßenabschnitt mit einem Abstand von ca. 200 m zur Kreuzung sind an der Randbebauung NO₂-Immissionen unter 24 µg/m³ und an dem Abschnitt im Abstand von ca. 300 m zur Kreuzung sind unter 20 µg/m³ berechnet.

Für den Planfall sind entsprechend dem Verkehrsgutachten auch für die Ortsdurchfahrt erhöhte Verkehrsbelegungen und entsprechend höhere Emissionen angesetzt, die insgesamt zu geringen Auswirkungen auf die Immissionen an den ausgewerteten Abschnitten führen. Die Änderungen der berechneten Konzentrationen sind an der überwiegenden Anzahl der betrachteten Abschnitte nicht so hoch, dass sie zu Änderungen der Ergebnisdarstellungen entsprechend der gewählten Farblegende führen. Dementsprechend sind die für den Planfall berechneten Konzentrationen nur in **Tab. 6.1** aufgeführt.

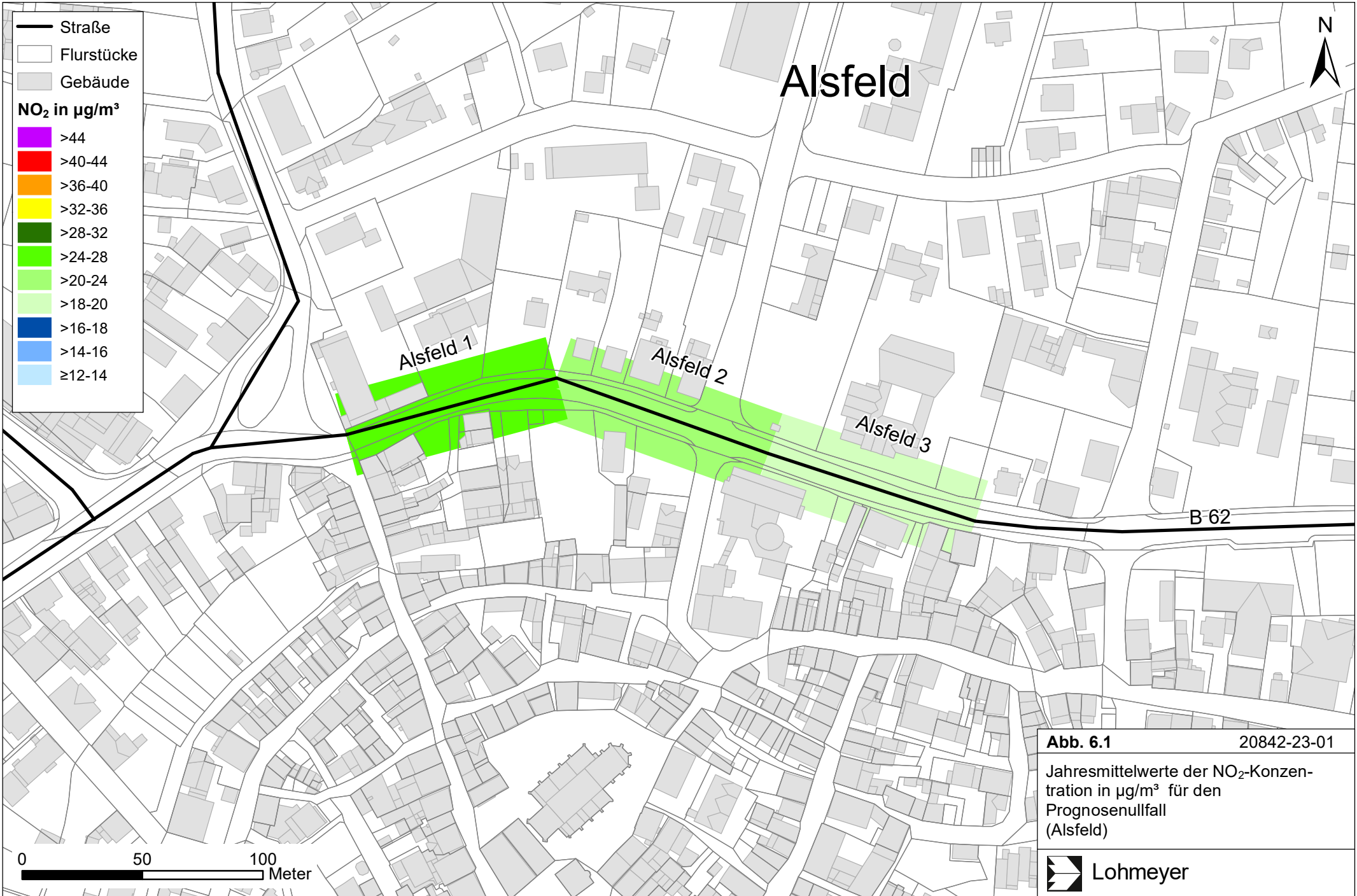


Abb. 6.1 20842-23-01
 Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ für den Prognoseullfall (Alsfeld)

An der Ortsdurchfahrt von Alsfeld sind für den Planfall durch den erhöhten Verkehr Zunahmen der NO₂-Konzentrationen bis ca. 1 µg/m³ berechnet. Nahe der Kreuzung sind an der Ortsdurchfahrt Alsfeld NO₂-Konzentrationen bis 29 µg/m³ prognostiziert.

In **Abb. 6.2** sind für den Prognosenullfall die berechneten NO₂-Immissionen für die Ortsdurchfahrt des Stadtteils Altenburg dargestellt. Entlang der B 254 sind an der Randbebauung am betrachteten Abschnitt NO₂-Konzentrationen bis 14 µg/m³ berechnet und liegen geringfügig über der angesetzten Hintergrundbelastung. Das trifft auch auf den Planfall zu, wie in **Tab. 6.1** aufgeführt.

Für die Ortsdurchfahrt vom Stadtteil Eifa (**Abb. 6.3**) sind im Prognosenullfall die NO₂-Konzentrationen an der Kreuzung der B 62 mit Rainröder Str. leicht über 17 µg/m³ ermittelt. An dem Straßenabschnitt mit einem Abstand von ca. 350 m zur Kreuzung sind NO₂-Konzentrationen unter 15 µg/m³ berechnet. Im Planfall sind an der Ortsdurchfahrt von Eifa um weniger als 1 µg/m³ erhöhte NO₂-Konzentrationen bis 18 µg/m³ prognostiziert (**Tab. 6.1**).

Die **Abb. 6.4** zeigt die im Prognosenullfall für das Bezugsjahr 2024 berechneten NO₂-Immissionen für die Ortsdurchfahrt vom Stadtteil Eudorf. Entlang der B 254 sind an der Randbebauung NO₂-Immissionen zwischen 17 µg/m³ und bis 19 µg/m³ berechnet. Im Planfall sind an der Ortsdurchfahrt von Eudorf um weniger als 1 µg/m³ erhöhte NO₂-Konzentrationen bis 20 µg/m³ prognostiziert (**Tab. 6.1**).

Der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird im Prognosenullfall sowie im Planfall im Bezugsjahr 2024 in den vier Ortsdurchfahrten deutlich unterschritten.

Die Überschreitung des NO₂-Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d. h. einem Stundenwert von 200 µg/m³ mehr als 18-mal im Jahr, ist bei Jahresmittelwerten unter 50 µg/m³ nicht zu erwarten. Auf grafische Darstellungen wird hier verzichtet.

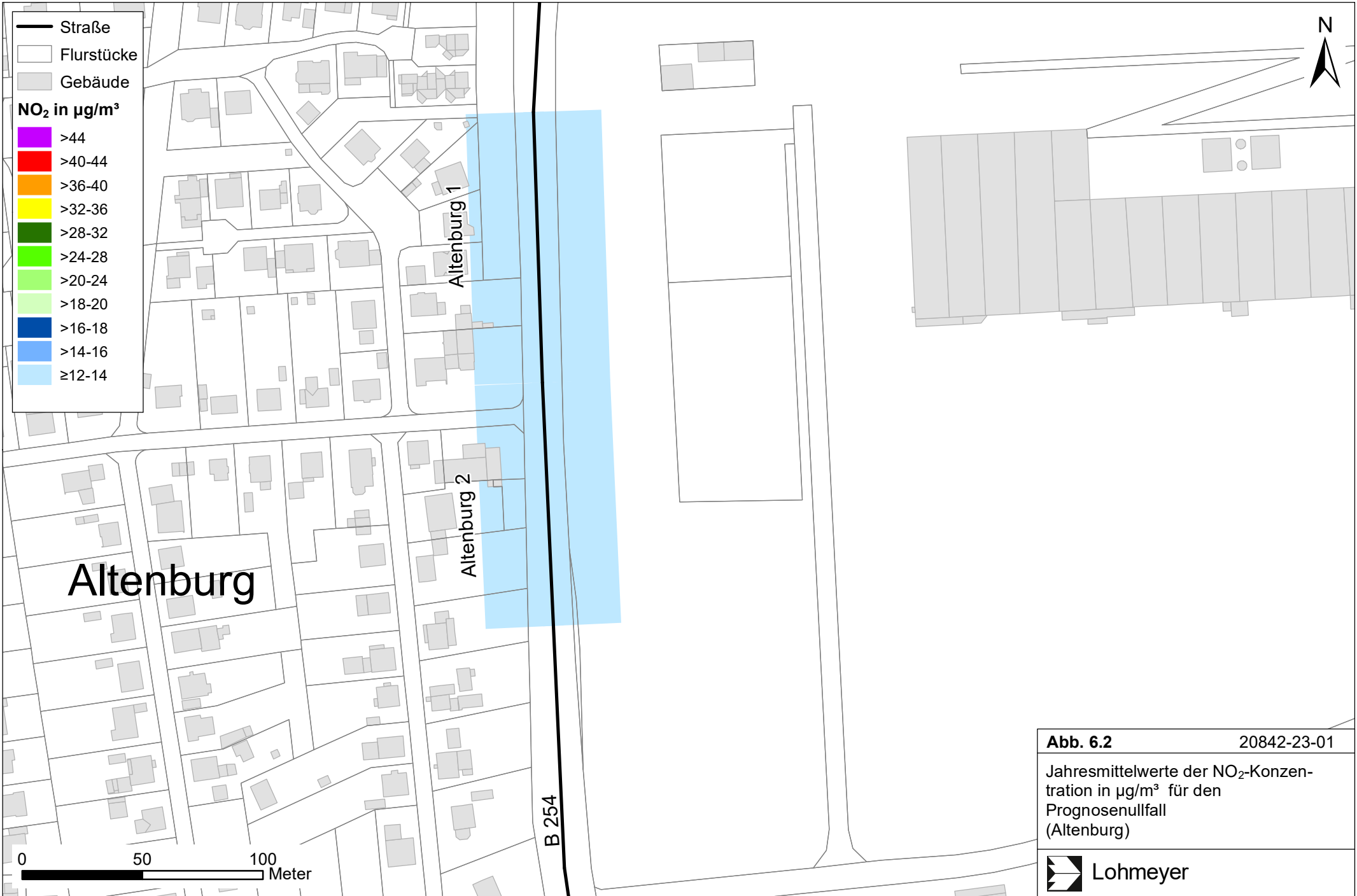


Abb. 6.2 20842-23-01
 Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ für den Prognosenußfall (Altenburg)

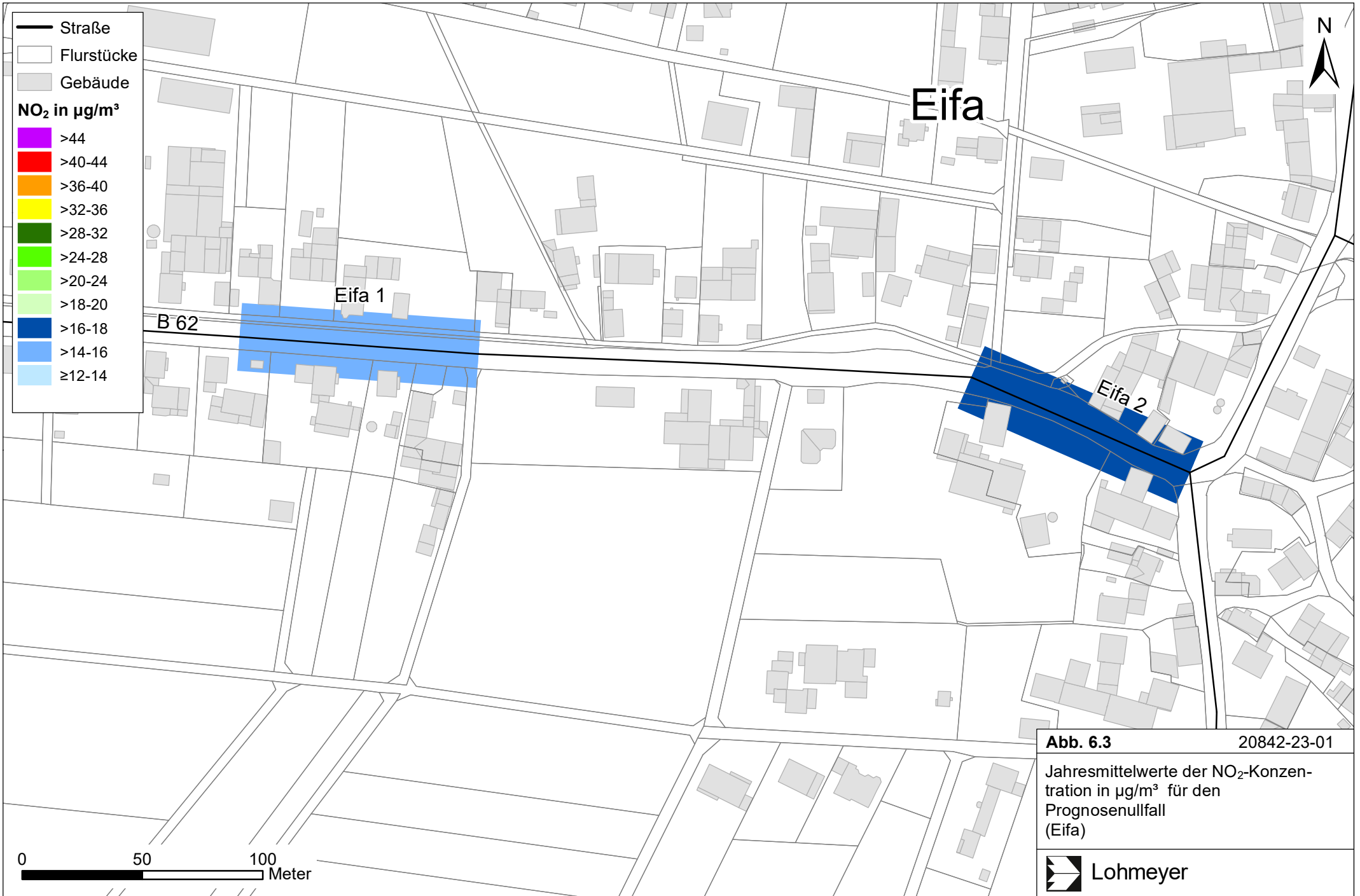
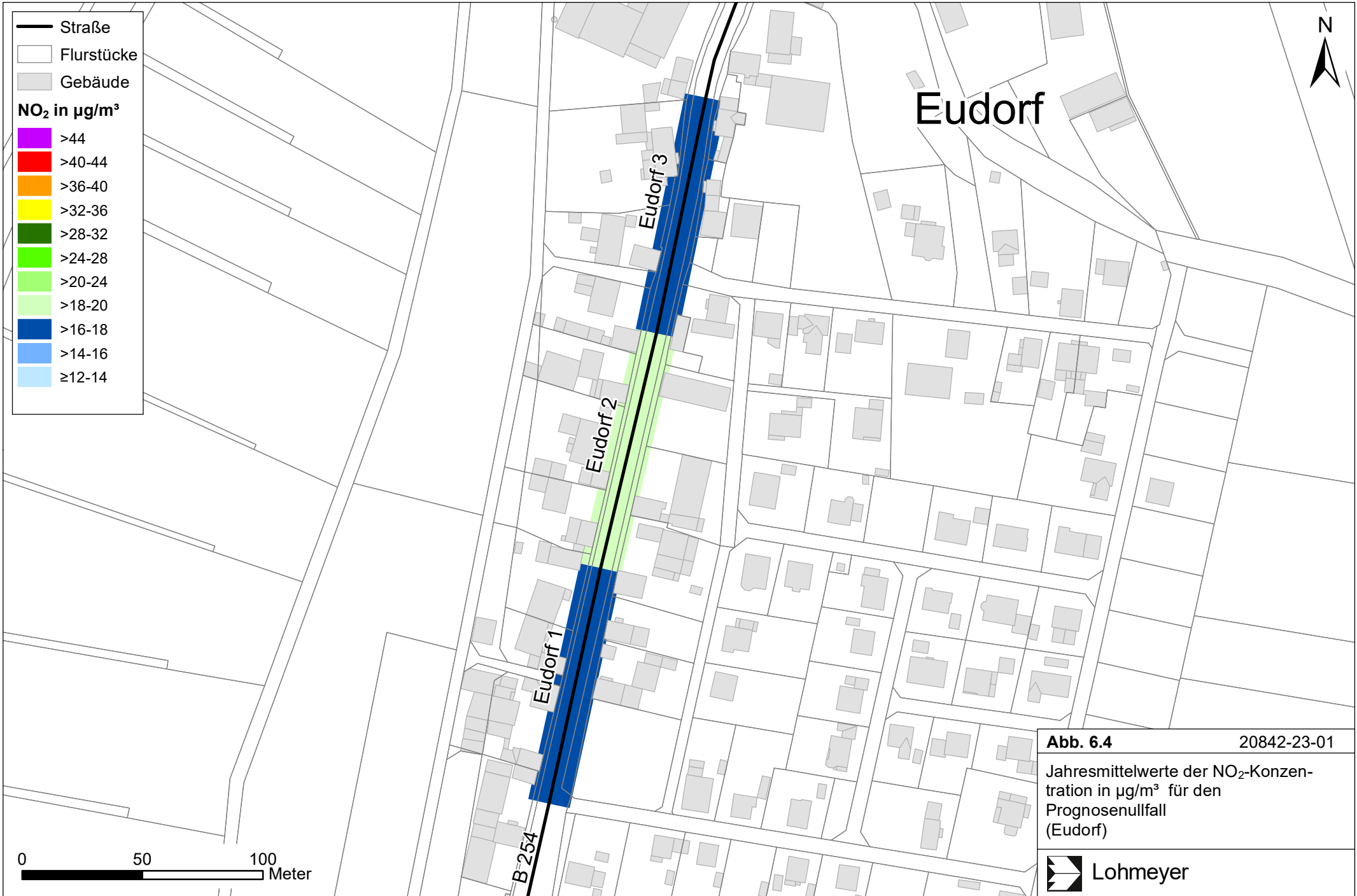


Abb. 6.3 20842-23-01
 Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ für den Prognosenullfall (Eifa)





6.2 Feinstaub PM10

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen PM10 liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 $\mu\text{g PM10/m}^3$ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3.2 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von 29 $\mu\text{g/m}^3$ der Kurzzeitwert überschritten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von 29 $\mu\text{g/m}^3$ und 40 $\mu\text{g/m}^3$ diskutiert.

Die PM10-Jahresmittelwerte wurden für vier Ortsdurchfahrten für den Prognosenullfall sowie für den Planfall berechnet. Die verkehrsbedingten Beiträge für PM10 sind gegenüber den verkehrsbedingten Beiträgen für Stickstoffdioxid deutlich geringer. Mit Ausnahme der Ortsdurchfahrt von Alsfeld sind an den anderen Ortsdurchfahrten zwischen den betrachteten Straßenabschnitten nur geringe Änderungen der PM10-Konzentrationen berechnet. Dementsprechend sind die berechneten PM10-Konzentrationen nur in **Tab. 6.1** aufgeführt.

In Alsfeld sind an den drei betrachteten Straßenabschnitten PM10-Jahresmittelwerte zwischen 15 $\mu\text{g/m}^3$ und 21 $\mu\text{g/m}^3$ nahe der Kreuzung berechnet (**Abb. 6.5** und **Tab. 6.1**). Für den Planfall umfassen die planungsbedingten Zunahmen für PM10-Jahresmittelwerte weniger als 1 $\mu\text{g/m}^3$ und führen zu PM10-Konzentrationen zwischen 15 $\mu\text{g/m}^3$ und 21 $\mu\text{g/m}^3$ nahe der Kreuzung (**Tab. 6.1**).

An der Ortsdurchfahrt von Altenburg sind an den beiden betrachteten Straßenabschnitten im Prognosenullfall und im Planfall PM10-Jahresmittelwerte von ca. 13 $\mu\text{g/m}^3$ berechnet (**Tab. 6.1**).

An der Ortsdurchfahrt von Eifa sind an den beiden betrachteten Straßenabschnitten im Prognosenullfall PM10-Jahresmittelwerte von ca. 13 $\mu\text{g/m}^3$ und 14 $\mu\text{g/m}^3$ berechnet (**Tab. 6.1**). Für den Planfall umfassen die planungsbedingten Zunahmen für PM10-Jahresmittelwerte weniger als 1 $\mu\text{g/m}^3$ und führen zu PM10-Konzentrationen von ca. 13 $\mu\text{g/m}^3$ und 15 $\mu\text{g/m}^3$ nahe der Kreuzung (**Tab. 6.1**).

An der Ortsdurchfahrt von Eudorf sind an den betrachteten Straßenabschnitten im Prognosenullfall PM10-Jahresmittelwerte von ca. 14 $\mu\text{g/m}^3$ berechnet (**Tab. 6.1**).

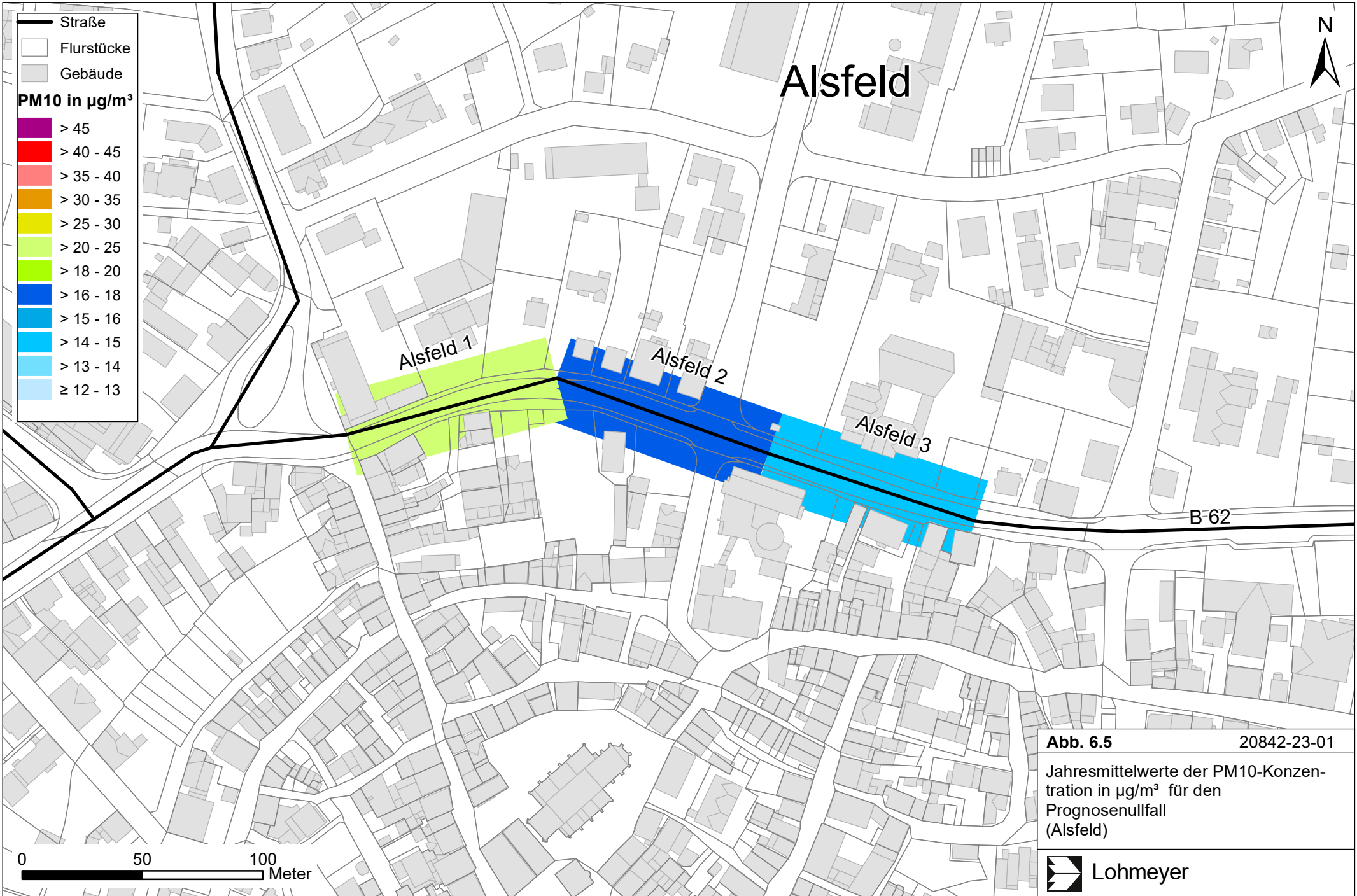


Abb. 6.5 20842-23-01
 Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Prognoseullfall (Alsfeld)

Für den Planfall umfassen die planungsbedingten Zunahmen für PM10-Jahresmittelwerte weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und führen zu PM10-Konzentrationen von ca. $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tab. 6.1**).

Im Planfall sowie im Prognosenullfall sind an den betrachteten Straßenabschnitten an den Ortsdurchfahrten PM10-Jahresmittelwerte prognostiziert, die den geltenden Grenzwert der 39. BImSchV für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und den Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung (mehr als 35 Tage pro Jahr mit PM10-Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) im Betrachtungsgebiet deutlich unterschreiten.

6.3 Feinstaub PM2.5

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

Die PM2.5-Jahresmittelwerte wurden für vier Ortsdurchfahrten für den Prognosenullfall sowie für den Planfall berechnet. Die verkehrsbedingten Beiträge für PM2.5 sind gegenüber den verkehrsbedingten Beiträgen für Stickstoffdioxid deutlich geringer. An den Ortsdurchfahrten sind zwischen den betrachteten Straßenabschnitten nur geringe Änderungen der PM2.5-Konzentrationen berechnet. Dementsprechend sind die berechneten PM2.5-Konzentrationen nur in **Tab. 6.1** aufgeführt.

In Alsfeld sind an den drei betrachteten Straßenabschnitten PM2.5-Jahresmittelwerte von ca. $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet (**Tab. 6.1**). Für den Planfall umfassen die planungsbedingten Zunahmen für PM2.5-Jahresmittelwerte weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und führen zu PM2.5-Konzentrationen zwischen $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nahe der Kreuzung (**Tab. 6.1**).

An der Ortsdurchfahrt von Altenburg sind an den beiden betrachteten Straßenabschnitten im Prognosenullfall und im Planfall PM2.5-Jahresmittelwerte von ca. $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet (**Tab. 6.1**).

An der Ortsdurchfahrt von Eifa sind an den beiden betrachteten Straßenabschnitten im Prognosenullfall PM2.5-Jahresmittelwerte von ca. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet (**Tab. 6.1**). Für den Planfall

umfassen die planungsbedingten Zunahmen für PM2.5-Jahresmittelwerte weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und führen zu PM2.5-Konzentrationen von ca. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tab. 6.1**).

An der Ortsdurchfahrt von Eudorf sind an den betrachteten Straßenabschnitten im Prognose-nullfall PM2.5-Jahresmittelwerte von ca. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet (**Tab. 6.1**). Für den Planfall umfassen die planungsbedingten Zunahmen für PM2.5-Jahresmittelwerte weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und führen zu PM2.5-Konzentrationen von ca. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tab. 6.1**).

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemäß 39. BImSchV und der Richtgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden entsprechend den Immissionsberechnungen sowohl im Prognose-nullfall als auch im Planfall im Bezugsjahr 2024 im Untersuchungsgebiet deutlich unterschritten.

7 QUELLEN

7.1 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). 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) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 29, S. 1328), in Kraft getreten am 27. Juni 2020.
- Bächlin, W., Bössinger, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).
- 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.
- 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.
- 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, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011).
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- HLNUG (2012-2023): Lufthygienischer Jahresbericht. Im Internet unter <https://www.hlnug.de>.
- Kühlwein, Jörg (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.

- Lohmeyer (2012): Aktualisierung des MLuS 02 bzgl. Emission, Lärmschutzmodul, NO/NO₂-Konversion, Vorbelastung und Fortschreibung 22. BImSchV - FE 02.0255/2004/LRB. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit von Institut für Energie und Umwelt, Heidelberg. Projekt 70405-07-10, Abschlussbericht vom Jan. 2012, Gutachten im Auftrag von: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- 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).
- TREMOM (2020): Transport Emission Model: „Aktualisierung der Modelle TREMOM/ TREMOM-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)“ / Berichtsteil „TREMOM“. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 116/2020. Dessau-Roßlau, Juni 2020.
- UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2. (HBEFA 4.2) (aktualisierte Version 24.02.2022). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.

7.2 Materialien und Unterlagen

Für die vorliegende Untersuchung wurden u. a. die nachfolgenden Unterlagen verwendet, die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden:

- Heinz+Feier GmbH: Verkehrsuntersuchung zum geplanten Industriegebiet „Am weißen Weg in Alsfeld“, Stand 02.03.2023.
- Flurstück-Grundrisse, Downloadcenter der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, heruntergeladen März 2023.
- LoD2-Gebäudedaten, Downloadcenter der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, heruntergeladen März 2023.
- Digitale Geländemodell, Downloadcenter der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, heruntergeladen März 2023.

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

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

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

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 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 $\text{PM}_{2.5}$, Arsen, Cadmium, 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 (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	seit 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 PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der ab dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist.

A1.2 Vorsorgewerte

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

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 sollte 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 werden.

A1.4 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation

Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung wird in der 39. BImSchV für NO_x ein Grenzwert zum Schutz der Vegetation von 30 µg/m³ im Jahresmittel genannt. Die Anwendung dieses Grenzwertes zum Schutz der Vegetation ist nach der 39. BImSchV für Bereiche vorbehalten, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind. Daneben gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründeten Zielwerte für Stickstoffdepositionen zum Schutz von Vegetationseinheiten darstellen.

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

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

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

A2.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

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

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2007). 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 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	c^*	=	dimensionslose Abgaskonzentration
	Q	=	emittierter Schadstoffmassenstrom in $\mu\text{g}/(\text{m s})$
	B	=	Straßenschluchtbreite in m beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung
	u'	=	Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der fahrzeuginduzierten Turbulenz in 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 in %
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

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

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

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

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

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

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

Für 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

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

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

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

A N H A N G A 3
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

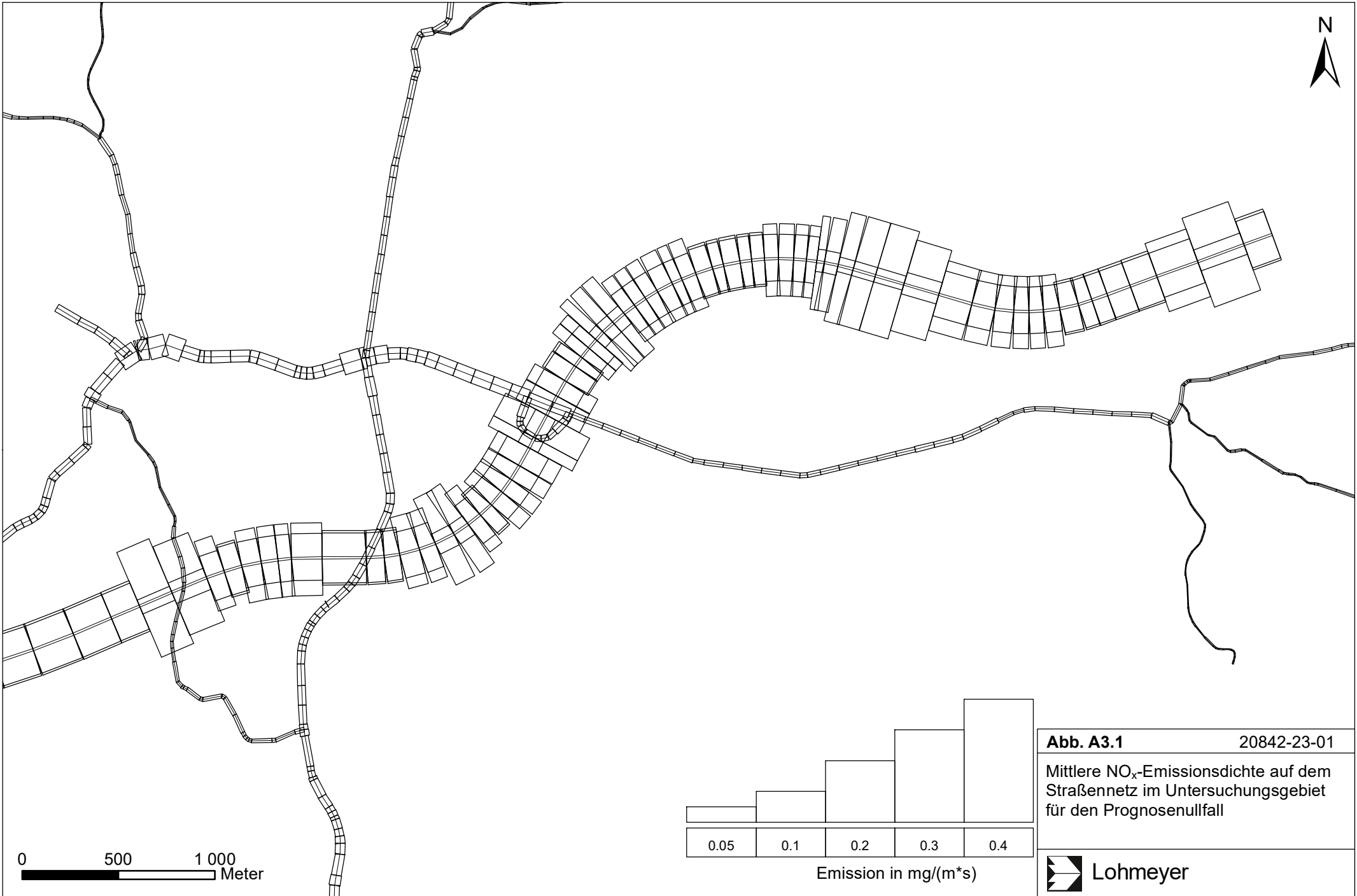
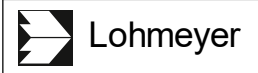


Abb. A3.1 20842-23-01
 Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenußfall



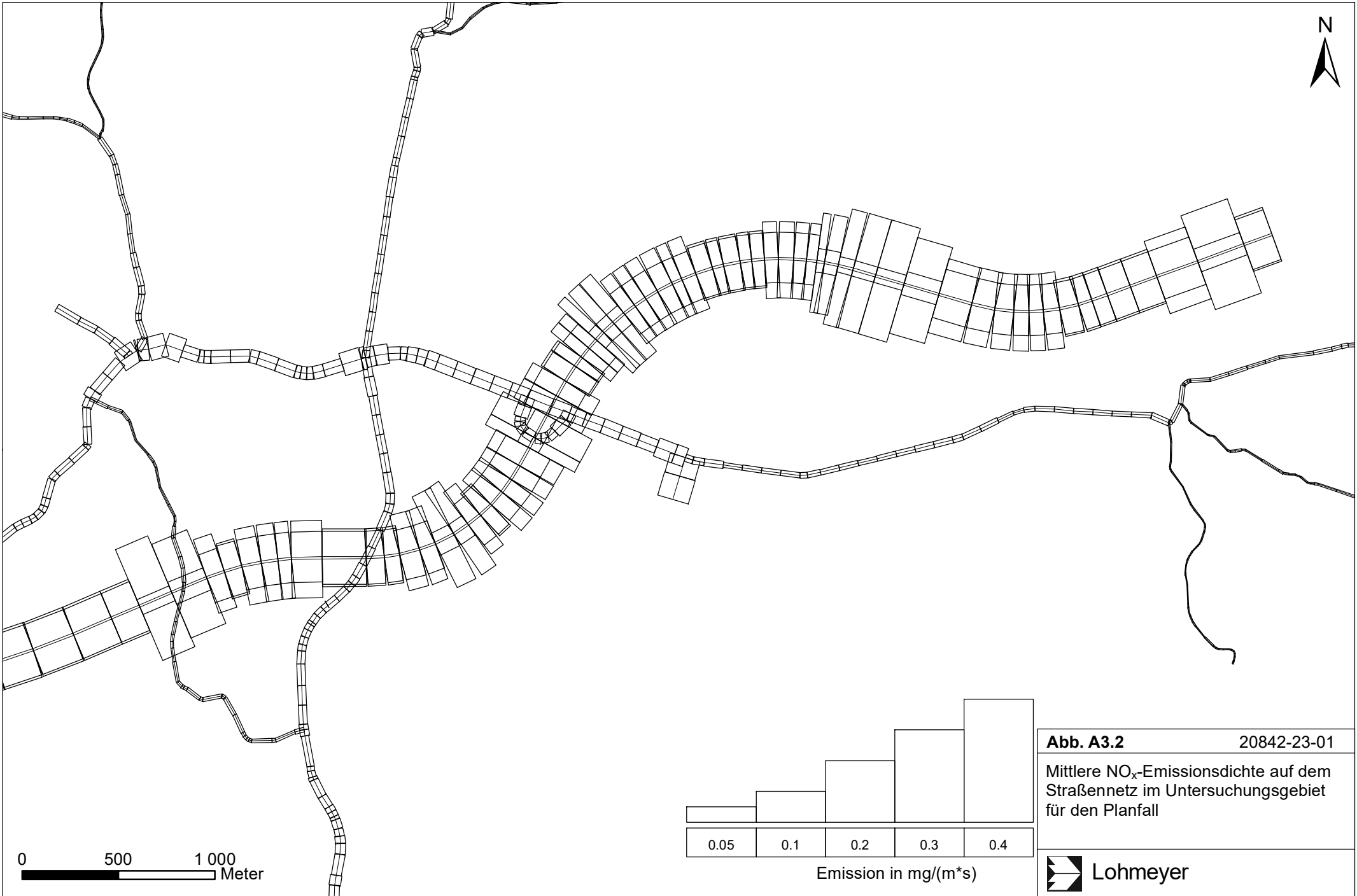
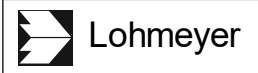


Abb. A3.2 20842-23-01
 Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall



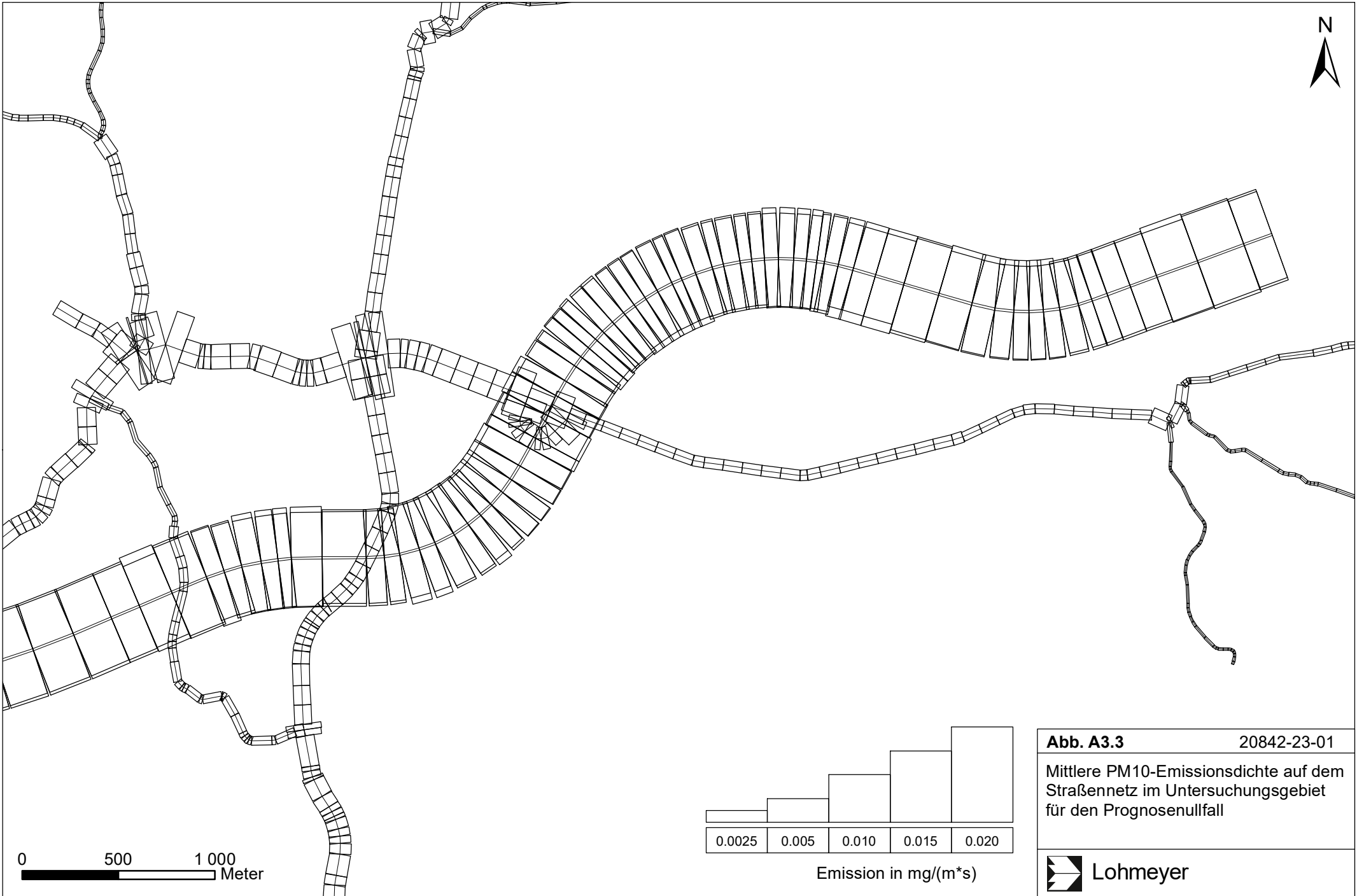


Abb. A3.3 20842-23-01
 Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall



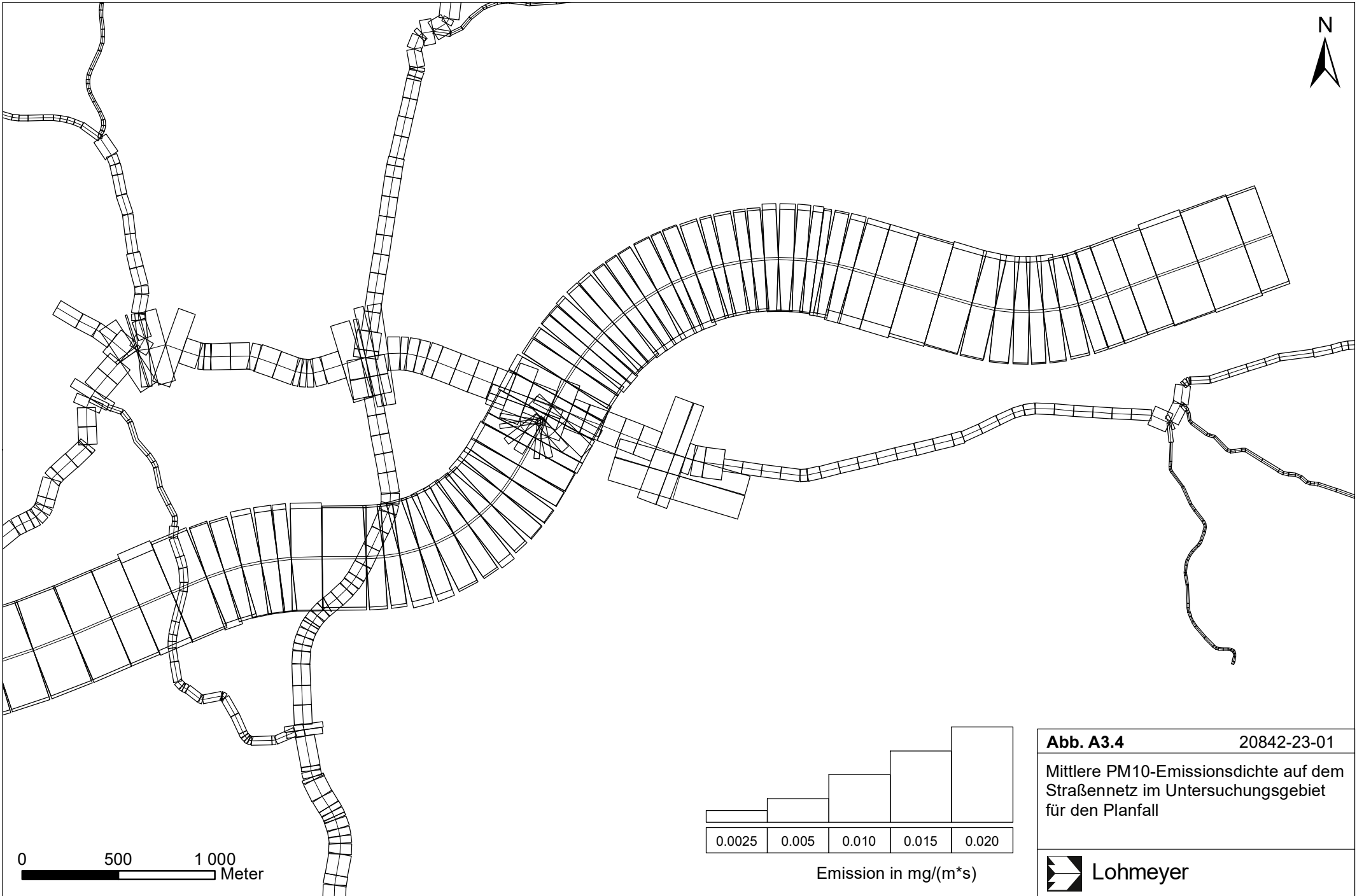
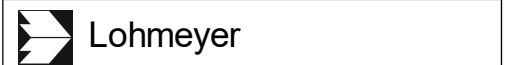
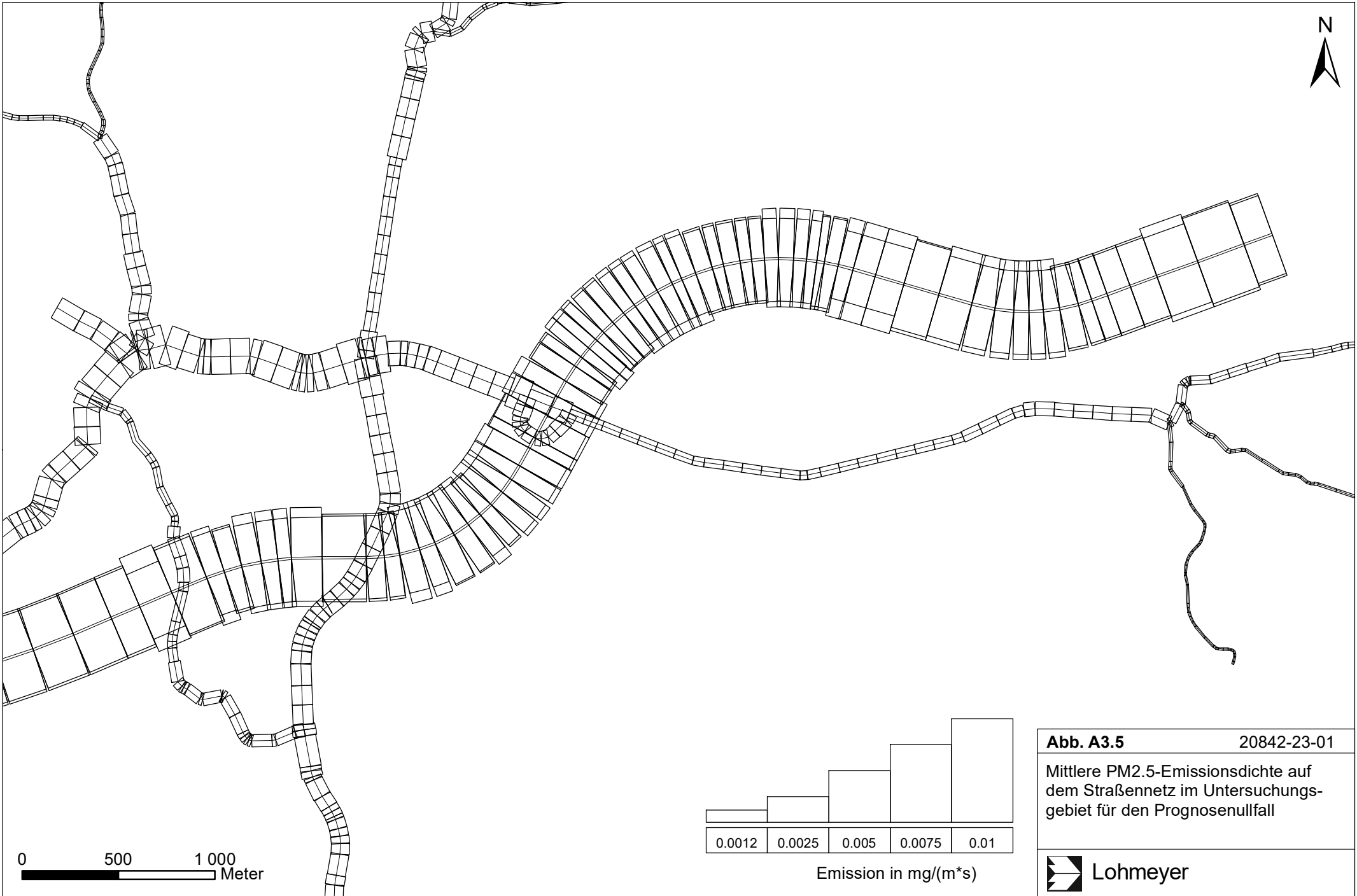


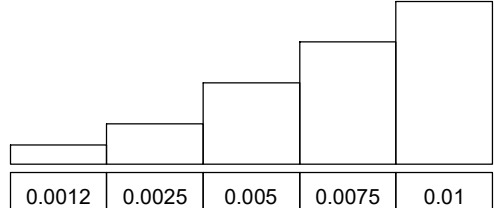
Abb. A3.4 20842-23-01

Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall





0 500 1 000
Meter



Emission in mg/(m*s)

Abb. A3.5 20842-23-01

Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognose Nullfall



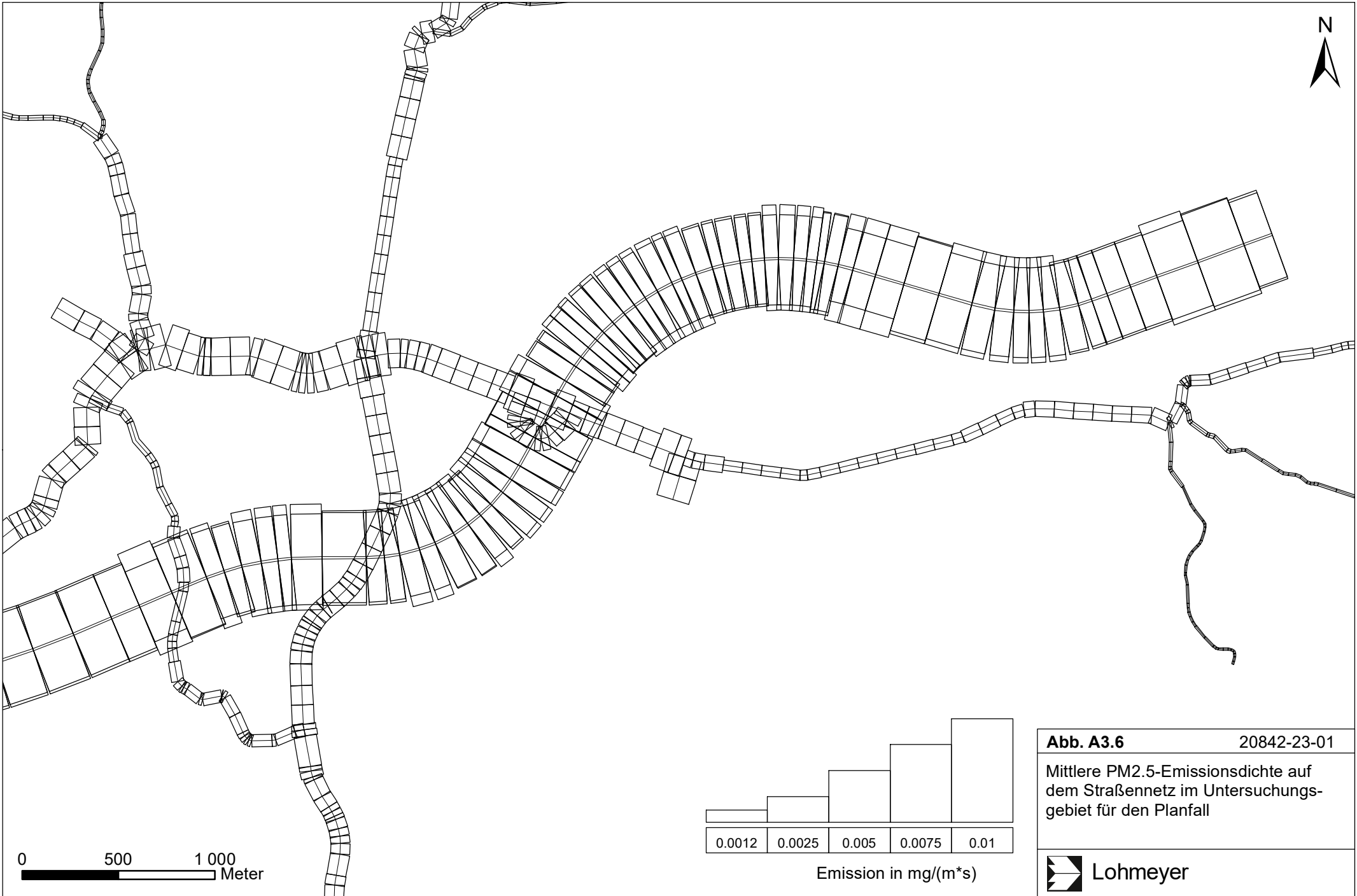


Abb. A3.6 20842-23-01
 Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall



0 500 1 000
 Meter

