

**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D-01445 Radebeul

Telefon: +49 (0) 351 / 8 39 14 - 0

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

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

**ALTSTADT-GALERIE IN GOTHA  
B-PLAN NR. 89**

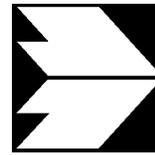
**- LUFTHYGIENISCHES DETAIL-  
GUTACHTEN -**

Auftraggeber: SALLER BAU GmbH  
Zum Hospitalgraben 6  
99425 Weimar

Dipl.-Geogr. F. Jänich  
Dipl.-Met. A. Moldenhauer

Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche  
Dr. rer. nat. I. Düring

Oktober 2013  
Projekt 70996-13-01  
Berichtsumfang 46 Seiten



**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D-01445 Radebeul

Telefon: +49 (0) 351 / 8 39 14 - 0

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

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

**ALTSTADT-GALERIE IN GOTHA  
B-PLAN NR. 89**

**- LUFTHYGIENISCHES DETAIL-  
GUTACHTEN -**

Auftraggeber: SALLER BAU GmbH  
Zum Hospitalgraben 6  
99425 Weimar

Dipl.-Geogr. F. Jänich  
Dipl.-Met. A. Moldenhauer

Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche  
Dr. rer. nat. I. Düring

Oktober 2013  
Projekt 70996-13-01  
Berichtsumfang 46 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>VORGEHENSWEISE</b> .....	<b>5</b>
	3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe .....	5
	3.2 Berechnungsverfahren.....	6
	3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	7
<b>4</b>	<b>EINGANGSDATEN</b> .....	<b>10</b>
	4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	10
	4.2 Aktivitäts- und Verkehrsdaten .....	13
	4.3 Meteorologische Daten .....	16
	4.4 Hintergrundbelastung der Luft .....	18
<b>5</b>	<b>EMISSIONEN</b> .....	<b>20</b>
	5.1 Betrachtete Schadstoffe.....	20
	5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	20
	5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	20
	5.4 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren.....	21
	5.5 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	24
	5.6 Emissionen des Verkehrs in den Parkdecks.....	27
<b>6</b>	<b>IMMISSIONEN</b> .....	<b>29</b>
	6.1 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ).....	29
	6.2 Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) .....	31
	6.3 Gesamtbewertung.....	33
<b>7</b>	<b>LITERATUR</b> .....	<b>34</b>
	<b>ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN</b> .....	<b>38</b>
	<b>ANHANG A2: EMISSIONSDICHTEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET</b> .....	<b>42</b>

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. 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  $\mu\text{g}$  (oder  $\text{mg}$ ) Schadstoff pro  $\text{m}^3$  Luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  oder  $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

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

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

### **Grenzwerte / Vorsorgewerte**

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

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

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

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM<sub>10</sub>-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

### **Verkehrssituation**

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

### **Feinstaub/PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>**

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

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

In der Stadt Gotha wird ein Einkaufszentrum an der Gartenstraße geplant. Im Planungsprozess für die Baumaßnahme wurde bereits eine lufthygienische Untersuchung auf Basis eines Screeningmodells (PROKAS\_B) durchgeführt. Danach ergaben sich Fragen zur Luftschadstoffsituation vor allem am Kindergarten „Spatzennest“ in der Moßlerstraße. Die Stadt Gotha fordert eine explizite Ausweisung der Luftschadstoffveränderung zwischen Null- und Planfall auf Basis einer mikroskaligen Modellrechnung (MISKAM). Diese wird hiermit vorgelegt.

### Ergebnisse

Es werden wegen des zunehmenden Verkehrs sowie der veränderten Durchlüftungsbedingungen durch die Altstadt-Galerie Erhöhungen der Luftschadstoffbelastung am Kindergarten Moßlerstraße prognostiziert. Diese liegen beim NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert bei ca. 1 bis 4 µg/m<sup>3</sup> (entspricht ca. 3 bis 10 % vom Grenzwert). Beim PM10-Jahresmittelwert werden Erhöhungen von ca. 1 µg/m<sup>3</sup> (ca. 3 % des Grenzwertes) prognostiziert.

Trotz dieser Erhöhungen werden Grenzwerte der 39. BImSchV deutlich unterschritten. Dies trifft auch dann zu, wenn die Belastungen nur der verkehrs- und damit emissionstärkeren Öffnungszeiten des Kindergartens mit den Jahresmittelgrenzwerten verglichen werden.

Aus lufthygienischer Sicht gibt es keine Bedenken gegen die Umsetzung des Vorhabens.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

In der Stadt Gotha wird ein Einkaufszentrum an der Gartenstraße geplant. Im Planungsprozess für die Baumaßnahme wurde bereits eine lufthygienische Untersuchung auf Basis eines Screeningmodells (PROKAS\_B) durchgeführt (Lohmeyer, 2012a). Danach ergaben sich Fragen zur Luftschadstoffsituation vor allem am Kindergarten „Spatzennest“ in der Moßlerstraße. Die Stadt Gotha fordert eine explizite Ausweisung der Luftschadstoffveränderung zwischen Null- und Planfall. Diese wird hiermit vorgelegt.

Es sollen die Auswirkungen hinsichtlich der NO<sub>2</sub>- und der Feinstaub (PM<sub>10</sub>)-Situation in diesem Bereich dargestellt werden. Die Ausbreitungsmodellierung erfolgt mit dem prognostischen mikroskaligen Modell MISKAM.

Es werden folgende Betrachtungsfälle begutachtet:

- Nullfall 2014 (ohne Umsetzung der Planungsmaßnahme)
- Planfall 2014 mit Altstadt-Galerie inkl. Parkdecks.

### 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 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). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich und wird hier nicht durchgeführt.

#### 3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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

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

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

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

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

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

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

### 3.2 Berechnungsverfahren

Es werden Detailrechnungen mit MISKAM unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle) (VDI, 2005) durchgeführt. Mit MISKAM werden Windfelder berechnet, die die Umströmung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Gebäudekonfiguration modellieren.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Aktivitätsdaten und Verkehrsmengen werden für das Prognosejahr 2014 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10) 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 (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).

Die Immissionsberechnungen erfolgen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM (Eichhorn, 2011). MISKAM gehört zu den prognostischen Modellen vom Eulertyp. Es besteht aus zwei Teilen, einem Strömungsteil für die Modellierung der Umströmungsverhältnisse der Gebäude und einem Ausbreitungsteil zur Berechnung des Immissionsfeldes. MISKAM iteriert jeweils solange, bis das Strömungs- bzw. Konzentrationsfeld quasi stationär ist. Bei den Berechnungen wurden die Hinweise aus Eichhorn (2005) sowie der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 9 für prognostische Modelle beachtet (VDI, 2005). Die Einhaltung des Kriteriums von VDI-RL 3783/9 wurde anhand von Sensitivitätsrechnungen für die Göttinger Straße in Hannover für ein Rechengebiet nachgewiesen, dass zusätzlich zum Untersuchungsgebiet einen Umkreis von ca. 400 m berücksichtigt. Das Rechengebiet ist somit deutlich größer als die Fläche des Untersuchungsgebietes.

Das Rechengebiet wurde mit einem nichtäquidistanten Netz überzogen, dessen horizontale Auflösung zwischen 2 m im Zentrum des Untersuchungsgebietes und ca. 15 m am Gebietsrand variiert. Die Höhe des Rechengebietes beträgt 500 m. Es wurden 36 Strömungsrechnungen für die Windrichtungen  $10^\circ$  bis  $360^\circ$  sowie anschließend je 36 Ausbreitungsrechnungen für die betrachteten Schadstoffe  $\text{NO}_x$  und  $\text{PM}_{10}$  im Bezugsjahr 2014 durchgeführt. Dabei wurde jeweils neutrale thermische Schichtung der Atmosphäre angenommen. Im Rahmen der Modellvalidierung hat sich gezeigt, dass die mit MISKAM berechneten Immissionsfelder in sehr guter Näherung mit der Windgeschwindigkeit skalierbar sind. Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass in dicht bebautem Gelände aufgrund der hohen städtischen Rauigkeit genug mechanische Turbulenz erzeugt wird, sodass näherungsweise von einer neutralen Schichtung im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden kann (unabhängig von der großräumigen thermischen Schichtung).

Für jeden Schadstoff wurden aus den jeweils 36 Immissionsfeldern mit der Programmoberfläche WinMISKAM (SFI, 2001) unter Verwendung der Windstatistik, der Emissionshäufigkeitsverteilung und der Schadstoffhintergrundbelastung flächendeckend die Jahresmittelwerte als Gesamtbelastung berechnet.

Für die Berechnung der  $\text{NO}$ - $\text{NO}_2$ -Umwandlung wird das vereinfachte Chemiemodell nach Düring et al. (2011) verwendet.

### **3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte**

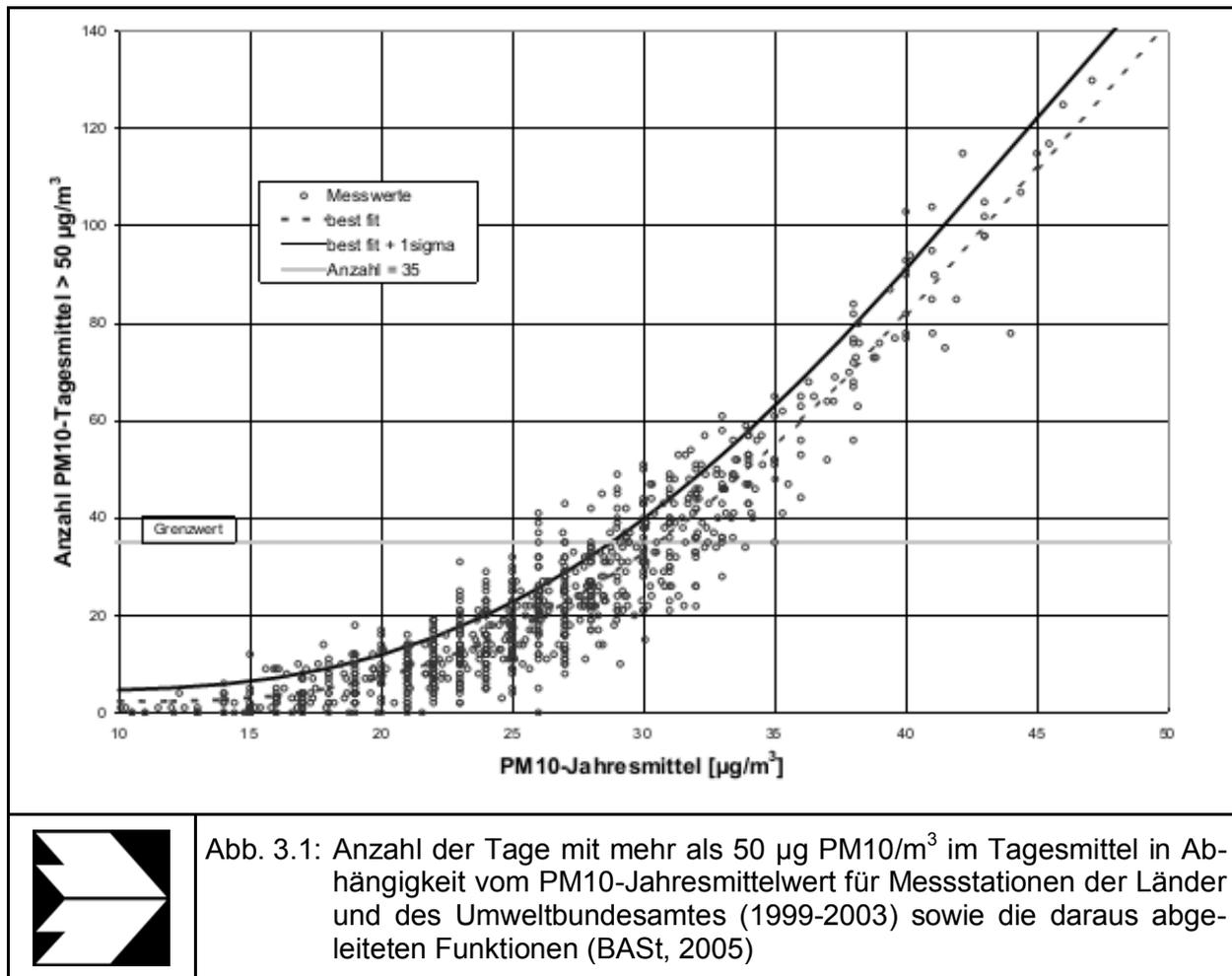
Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für  $\text{NO}_2$  einen Stundenmittelwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen

praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bis  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der 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).



Für die Bewertung des PM10-24h-Grenzwertes lässt sich die folgende differenzierte Bewertung in Hinblick auf das Eintreten von Überschreitungen ableiten:

#### PM10-Jahresmittel

<29 µg/m<sup>3</sup>  
 29 - 30 µg/m<sup>3</sup>  
 31 - 33 µg/m<sup>3</sup>  
 34 - 35 µg/m<sup>3</sup>  
 ≥36 µg/m<sup>3</sup>

#### Überschreitung PM10-Tagesmittel

keine Überschreitung  
 selten (Wahrscheinlichkeit <40 %)  
 öfter möglich (Wahrscheinlichkeit 40 bis 80 %)  
 wahrscheinlich (Wahrscheinlichkeit >80 %)  
 so gut wie sicher

## 4 EINGANGSDATEN

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet im Planfall sowie das bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigte Straßennetz. Die im Bestand befindlichen Gebäude sind in **Abb. 4.2** dargestellt. Für die Altstadt-Galerie wurde eine Höhe über Grund aus der technischen Zeichnung (Stand 2013-05-14) von ca. 11 - 15 m verwendet.

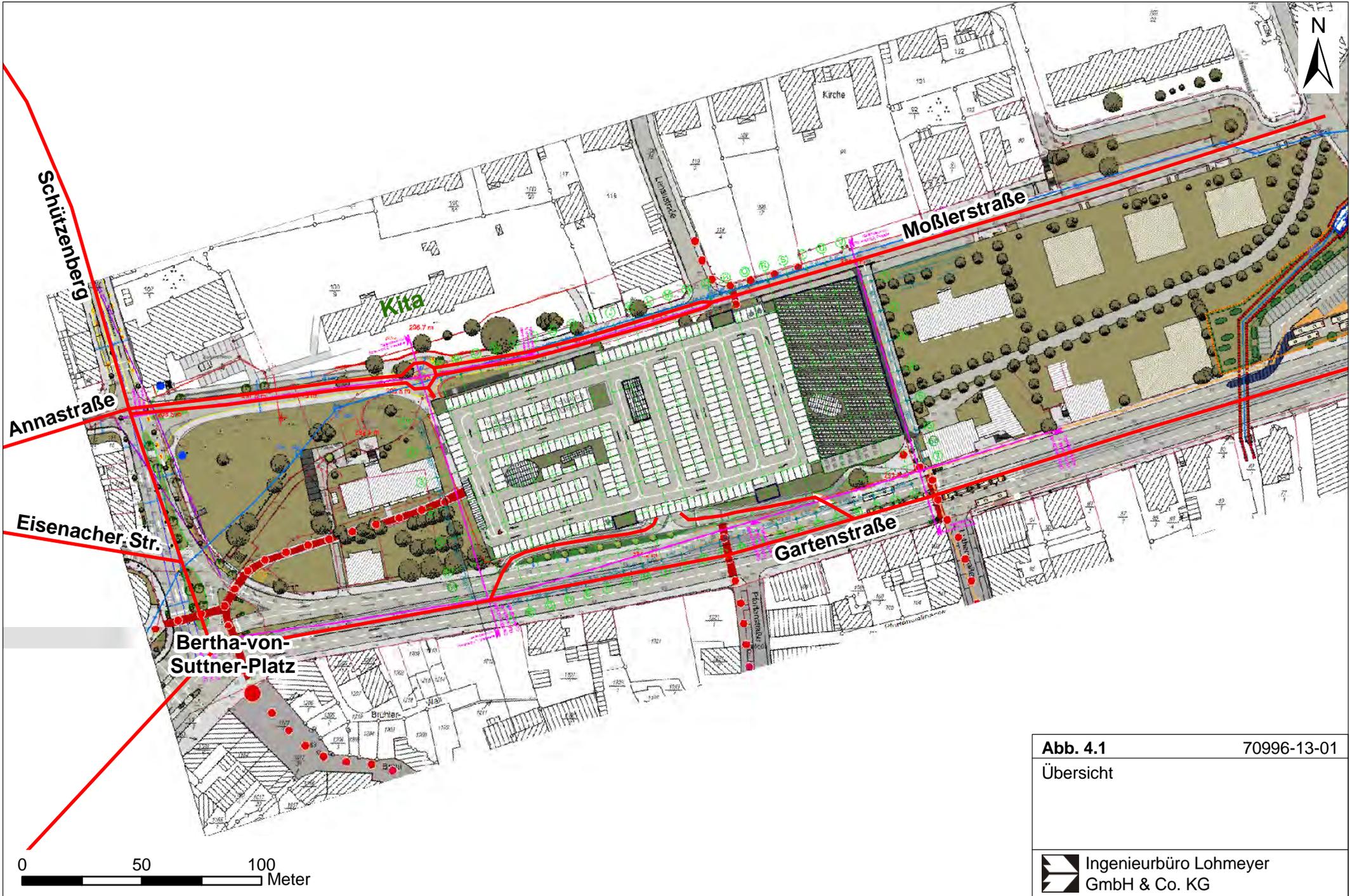
Die geplante Altstadt-Galerie befindet sich zwischen der Gartenstraße und der Moßlerstraße und ist über Zu- bzw. Ausfahrten an die beide Straßen angebunden. Die von der Altstadt-Galerie hervorgerufenen verkehrsbedingten Emissionen sind durch zusätzliche Verkehre im Straßennetz, durch Pkw-Fahrten im Parkhaus mit 642 Stellplätzen und durch Be- und Entladungsvorgänge von Lkw zu erwarten. Die Entfernungen der planungsbedingten zusätzlichen Emissionen zur nächstgelegenen Bebauung sind durch die innerstädtische Lage sehr gering. Die Altstadt-Galerie schließt an mehreren Stellen an die Bestandsbebauung an. Darunter befindet sich die zu begutachtende sensible Nutzung des Kindergartens. Er ist nördlich der geplanten Altstadt-Galerie in einer Entfernung von ca. 35 m gelegen.

Die Öffnungszeiten des Kindergartens „Spatzennest“ sind laut Internetauftritt der Stadt Gotha (Stadtverwaltung Gotha, 2013) Montag - Freitag von 6 bis 17 Uhr.

Bei der Fassadengestaltung der Altstadt-Galerie wird im Bereich des 1. Parkdecks von einer nach Osten geschlossenen und sonst relativ offenen Fassade ausgegangen. Das 2. Parkdeck befindet sich auf dem Dach des geplanten Gebäudes und besitzt keine Überdachung.

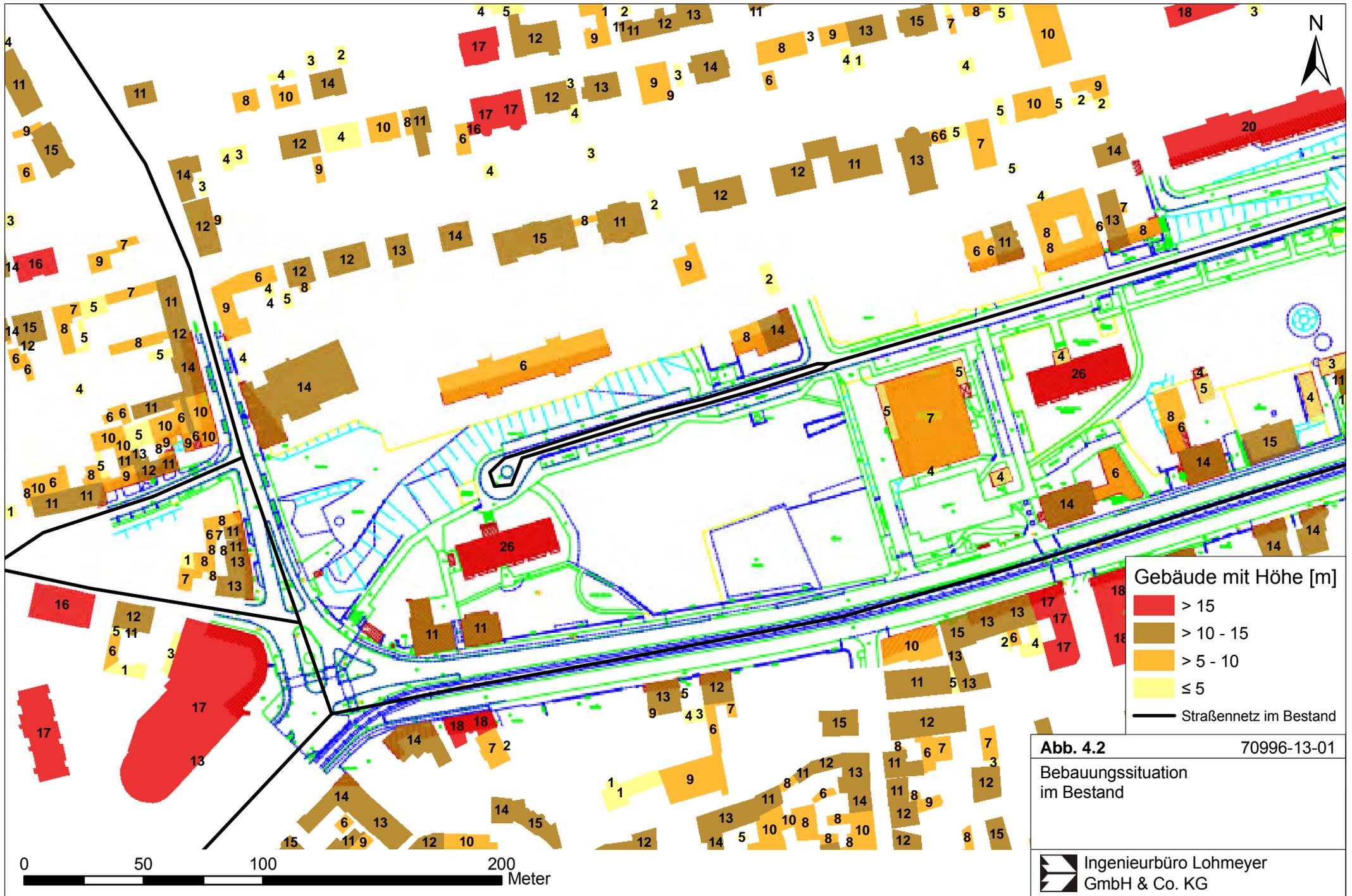
In den betrachteten Varianten wurden nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die im Querschnitt eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Eine Ausnahme bilden die Straßen Moßlerstraße und Annastraße. Die Emissionen auch der Straßenabschnitte mit geringerer Verkehrsbelegung werden über die Hintergrundbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5).

Laut Angaben vom Auftraggeber ist an der Be- und Entladezone mit einem LKW-Aufkommen von 50 LKW pro Tag zu rechnen. Die Be- und Entladezone befindet sich direkt an der Moßlerstraße.



**Abb. 4.1** 70996-13-01

Übersicht



Das Untersuchungsgebiet weist entlang der Straße Schützenberg eine Geländestufe in -nördlicher Richtung auf. Am Ende der Moßlerstraße zeigt sich ebenfalls diese Steigung. Im Planfall wird das Gelände an Teilen der Moßlerstraße um max. 4.3 m aufgefüllt. Die Geländestufe wurde bei den Strömungsberechnungen in parameterisierter Form berücksichtigt.

## 4.2 Aktivitäts- und Verkehrsdaten

Neben unterschiedlichen DTV-Werten und Schwerverkehrsanteilen weisen die einzelnen Straßenabschnitte unterschiedliche Verkehrssituationen (mittlere Geschwindigkeit, Standanteile, Konstantfahrten) auf, die bei der Bestimmung der Emissionen auf den betrachteten Straßenabschnitten entscheidenden Einfluss haben.

Die Verkehrsdaten, die auf den Verkehrsuntersuchungen vom Planungsbüro Dr.-Ing. Dietmar Hunger (2012a) beruhen, sind für den Nullfall in **Abb. 4.3** abgebildet. Die Verkehre des Planfalls (inkl. Parkdeck 2) sind in **Abb. 4.4** dargestellt.

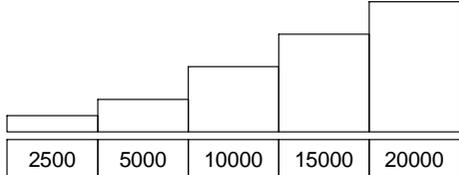
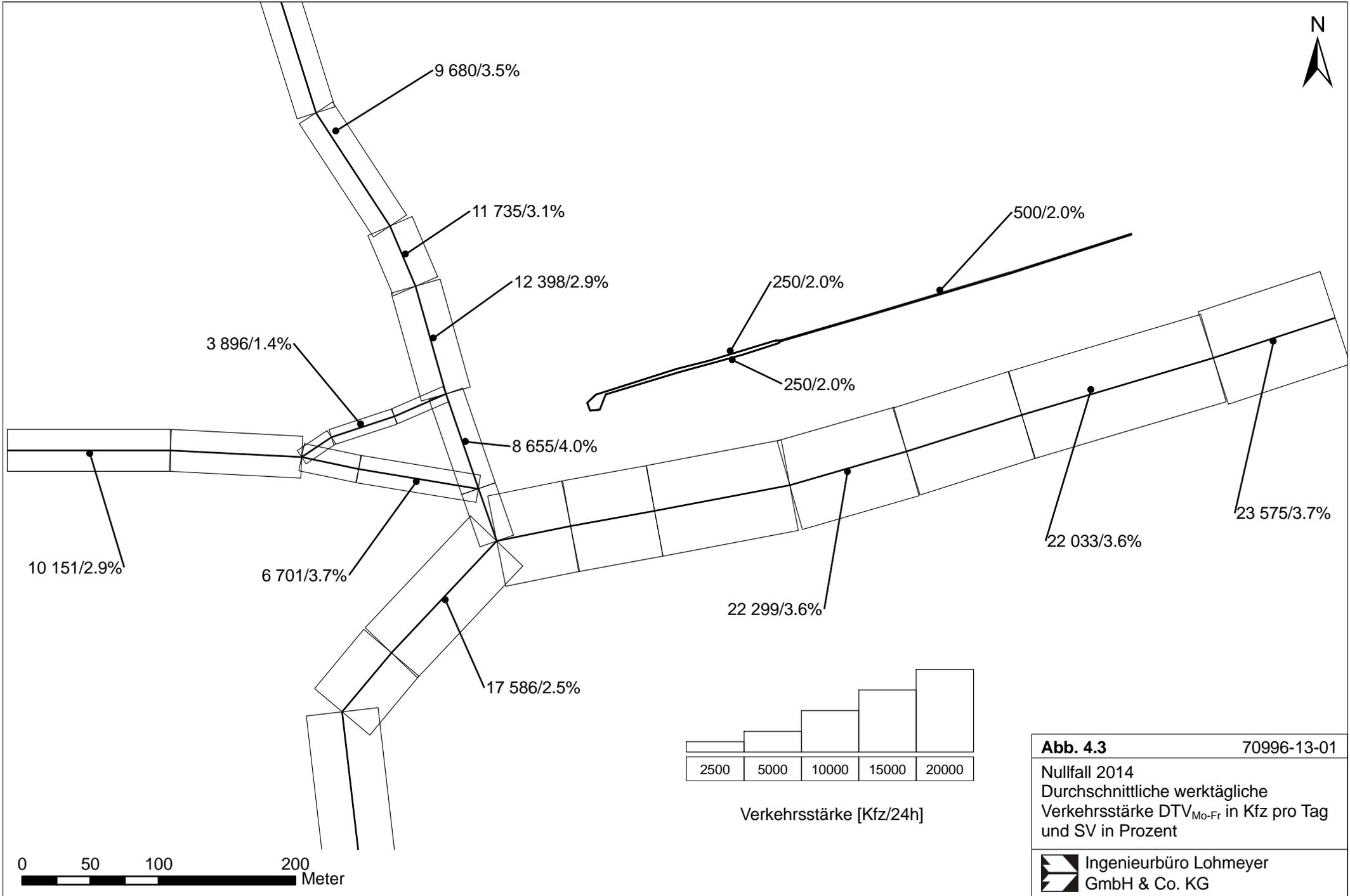
Für die Berechnungen wurden die Daten als mittlere Verkehrsstärken (DTV) verwendet, welche den Verkehr von Montag bis Sonntag abbilden. Die verwendeten Schwerverkehrszahlen (SV) beinhalten alle Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zul. GG) größer 3.5 t. Folgende vom Verkehrsgutachter (Planungsbüro Dr.-Ing. Dietmar Hunger, 2012b) zur Verfügung gestellten Umrechnungsfaktoren wurden dabei verwendet:

$$DTV_{PKW, Mo-So} = DTV_{PKW, Mo-Fr} \times 0.93$$

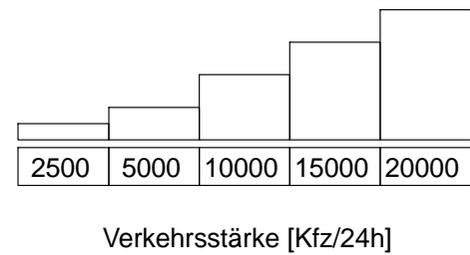
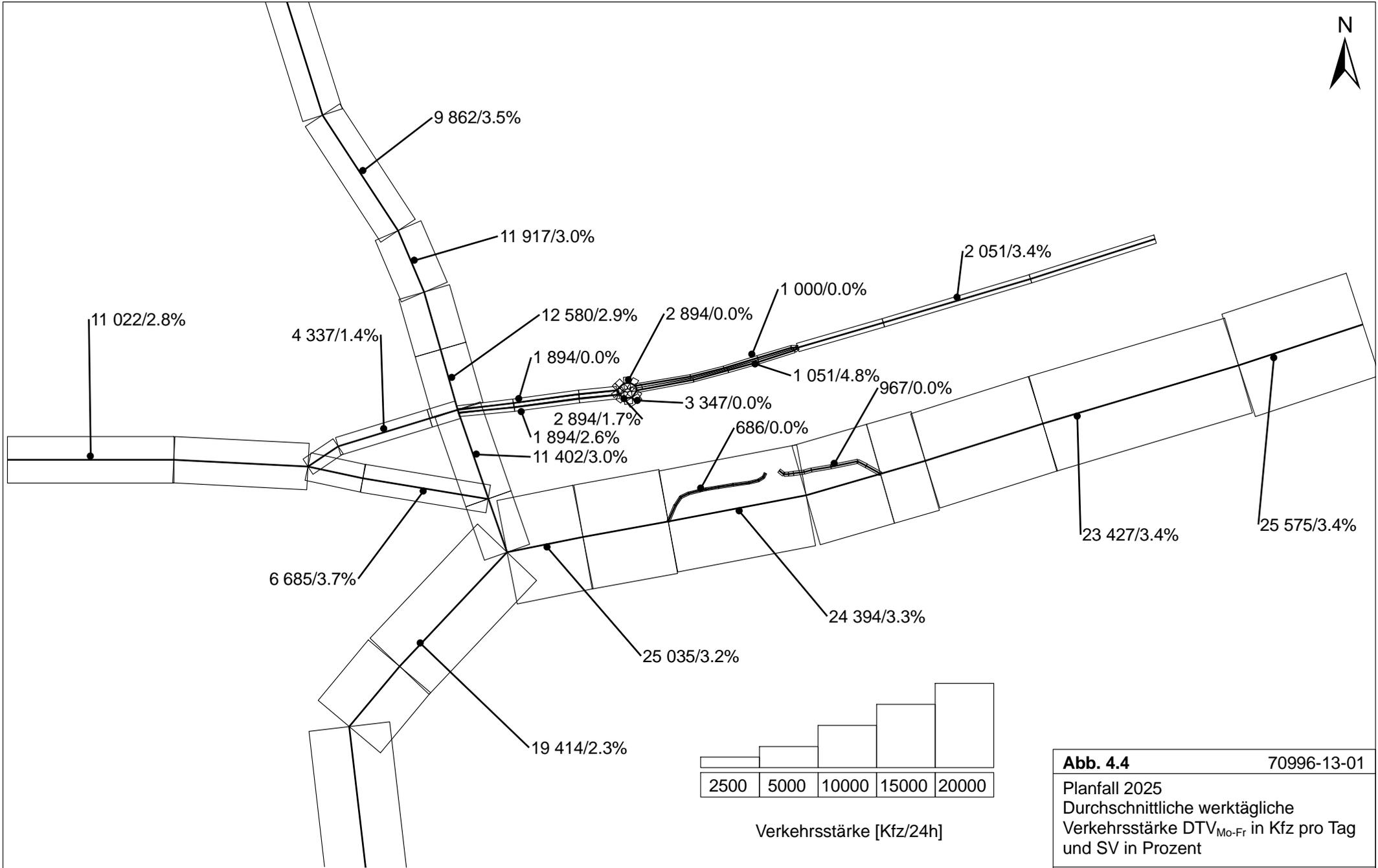
$$DTV_{SV, Mo-So} = DTV_{SV, Mo-Fr} \times 0.81$$

Die Anzahl der Stellplätze innerhalb der Altmarkt-Galerie wird vom Auftraggeber mit 642 (296 Ebene 1 und 346 Ebene 2) angegeben. Für Zu- und Abfahrten der Galerie wurden 2 500 Pkw-Fahrten pro Tag entsprechend den Angaben des Verkehrsgutachters verwendet.

Die verkehrliche Anbindung der Parkdecks erfolgt nördlich über die Moßlerstraße für Parkdeck 1 und 2 und südlich über die Gartenstraße ebenfalls für das Parkdeck 1. In den Parkebenen können Fahrzeuge über eine Rampe auf die jeweils andere Ebene gelangen.



**Abb. 4.3** 70996-13-01  
 Nullfall 2014  
 Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke  $DTV_{Mo-Fr}$  in Kfz pro Tag und SV in Prozent  
 Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



**Abb. 4.4** 70996-13-01

Planfall 2025  
Durchschnittliche werktägliche  
Verkehrsstärke DTV<sub>Mo-Fr</sub> in Kfz pro Tag  
und SV in Prozent

 Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG

### 4.3 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden so genannte Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS) benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Für die Ausbreitungsrechnungen wurde analog der vorangegangenen Untersuchung die Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik der Station Leinefelde verwendet, die in **Abb. 4.5** dargestellt ist. Die Windmessung ist in 13 m Höhe erfolgt und zeigt die häufigsten Windrichtungen aus West-Südwest auf. Ein Nebenmaximum ist aus Ost auszumachen. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3.3 m/s. Vor allem die großen Geschwindigkeiten treten gleichfalls aus der Hauptwindrichtung auf.

Für den Standortbereich der südöstlich vom Zentrum Gotha gelegen ist, liegt eine qualifizierte Übertragbarkeitsprüfung (QPR; DWD, 2004) vor. Diese Untersuchung wertet die Standortmerkmale von Gotha mit einigen Ausbreitungsstatistiken aus und kommt zu dem Ergebnis, dass die Station Leinefelde für den Standort im Ortsteil Siebleben am besten geeignet ist. Die kurze Entfernung vom QPR-Standort zum Untersuchungsgebiet sowie deren großräumliche Lage in Bezug auf die maßgeblich windbeeinflussenden Komponenten (Gebirge, Becken, große Wasserflächen) lassen eine Verwendung der AKS Leinefelde für das Untersuchungsgebiet zu.

Aufgrund der aerodynamischen Rauigkeit im Untersuchungsgebiet durch die Bebauungsstrukturen im Vergleich zum Messstandort wurde die effektive Anemometerhöhe gemäß DWD (2005) auf 24 m erhöht. Damit wird eine Reduktion der mittleren Windgeschwindigkeit bewirkt.

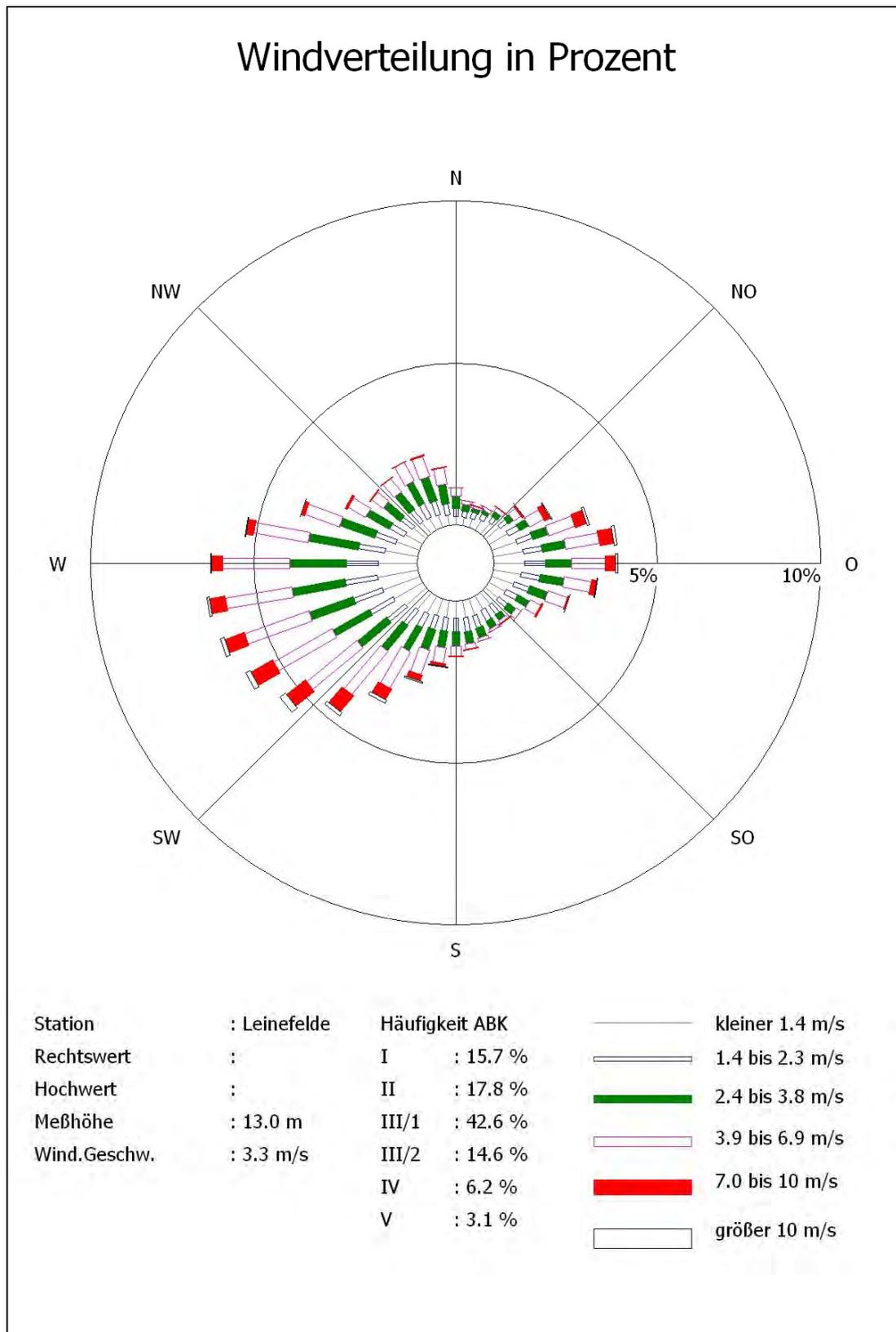


Abb. 4.5: Ausbreitungsklassenstatistik der DWD-Station Leinefelde 1991-2000  
 Quelle: eigene Darstellung, Daten: DWD (2004)

#### 4.4 Hintergrundbelastung 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.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden im vorliegenden Gutachten die Schadstoffe Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) sowie Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 und 2.5  $\mu\text{m}$  (PM10) betrachtet. Neben den Jahresmittelwerten wird auch der PM10-Kurzzeitgrenzwert abgeleitet und bewertet. Die Berechnung der  $\text{NO}_2$ -Schadstoffbelastung erfolgt mit Hilfe eines Chemiemodells (Düring et al., 2011), welches als Hintergrundbelastungen  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  und  $\text{O}_3$  benötigt.

Zur Bestimmung der Schadstoffhintergrundbelastung standen Werte der nächstgelegenen Messstationen aus dem Messnetz der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie zur Verfügung. Aus den Messwerten der innerstädtischen Messstation Gotha Gartenstraße und in Abstimmung mit der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG, 2012) wurden die in **Tab. 4.1** dargestellten Werte für den Bezugszeitraum 2008 - 2011 abgeleitet und für das Jahr 2011 angesetzt.

Schadstoff	Hintergrundbelastung
$\text{NO}_2$ -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	22
$\text{NO}_x$ -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	35
$\text{O}_3$ -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	44
PM10-I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	23

Tab. 4.1: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2011  
I1 = Jahresmittelwert

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. Das Absinken der Hintergrundbelastung kann im Einzelfall aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen vom Mittel abweichen.

Die in der Richtlinie zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung - RLuS 2012 (FGSV, 2012) festgelegten Reduktionsfaktoren wurden zur Übertragung der Hintergrundbelastung auf das Jahr 2014 verwendet.

Zusammenfassend sind die verwendeten Hintergrundbelastungswerte für das Bezugs- und die Prognosejahre sowie die jeweiligen Reduktionsfaktoren in **Tab. 4.2** aufgezeigt.

Schadstoff	Hintergrundbelastung		Reduktionsfaktor [-]
	Bezugsjahr 2011	Prognosejahr 2014	2011-2014
NO <sub>2</sub> -I1 [µg/m <sup>3</sup> ]	22	20	0.93
NO <sub>x</sub> -I1 [µg/m <sup>3</sup> ]	35	33	0.93
O <sub>3</sub> -I1 [µg/m <sup>3</sup> ]	44	46	1.04
PM10-I1 [µg/m <sup>3</sup> ]	23	22	0.97

Tab. 4.2: Hintergrundbelastung im Bezugs- (2011) und Prognosejahr 2014 sowie Reduktionen für 2014 relativ zum Bezugsjahr  
I1 = Jahresmittelwert

## 5 EMISSIONEN

### 5.1 Betrachtete Schadstoffe

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

### 5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die PKW, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusiv 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) 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).

### 5.3 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 3.1 (UBA, 2010) berechnet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien PKW, LKW und Linienbusse 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 Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israël et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgrößen kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit auch der PM10-Fraktion zugeordnet werden.

Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Der Kaltstarteinfluss von NO<sub>x</sub> und Partikeln innerorts für PKW und INfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

IOS-HVS50	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, flüssiger Verkehr
IOS-HVS50d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau
IOS-NS50	Städtische Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, flüssiger Verkehr
IOS-NS30	Städtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, flüssiger Verkehr
IOS-NS30d	Städtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

#### **5.4 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 zufrieden stellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM10-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub entsprechend Düring und Lohmeyer (2011) verwendet

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.

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

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz							
Verkehrssituation	Längs- neigung	NO <sub>2</sub> (direkt) [mg/km]		NO <sub>x</sub> [mg/km]		PM10 (nur Abgas) [mg/km]		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung) [mg/km]	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-HVS50	±2 %	100	410	335	3 492	11.5	51.1	26	100
IOS-HVS50d	±0 %	124	541	410	5 128	13.2	71.1	33	350
IOS-HVS50d	±2 %	129	498	424	4 425	13.4	71.2	33	350
IOS-HVS50	±2 %	100	410	335	3 492	11.5	51.1	26	100
IOS-HVS50d	±0 %	124	541	410	5 128	13.2	71.1	33	350
IOS-HVS50d	±2 %	129	498	424	4 425	13.4	71.2	33	350
IOS-HVS50d	±4 %	134	480	443	4 034	13.3	72.4	33	350
IOS-HVS50d	±6 %	150	534	492	4 329	14.2	76.5	33	350
IOS-HVS50s	±2 %	190	1 032	611	9 933	19.7	136.1	45	1 200
IOS-HVS50s	±4 %	199	943	636	8 975	20.2	137.6	45	1 200
IOS-HVS50s	±6 %	209	930	669	8 551	20.6	141.1	45	1 200
IOS-NS50	±0 %	101	520	378	4 975	13.0	70.0	33	350
IOS-NS50	±2 %	97	480	369	4 302	12.9	70.1	33	350
IOS-NS50	+2 %	131	579	473	5 176	14.9	89.9	33	350
IOS-NS50	-2 %	63	382	265	3 427	11.0	50.4	33	350
IOS-NS30	±0 %	143	762	510	6 953	16.1	89.4	26	280
IOS-NS30	±2 %	146	701	521	6 155	16.3	89.8	26	280
IOS-NS30	+2 %	186	822	640	7 327	18.8	107.6	26	280
IOS-NS30	+4 %	226	894	768	7 663	21.3	126.4	26	280
IOS-NS30	+6 %	257	1079	877	8 772	23.0	146.1	26	280
IOS-NS30	-2 %	107	579	402	4 983	13.8	72.0	26	280
IOS-NS30	-4 %	84	385	328	3 085	12.0	57.7	26	280
IOS-NS30	-6 %	68	258	276	1 936	10.4	47.8	26	280
IOS-NS30d	±2 %	118	728	438	6 409	14.9	92.4	35	500
IOS-NS30d	±6 %	150	704	533	5 611	16.3	99.7	35	500
IOS-NS30d	+2 %	146	858	528	7 651	17.0	110.6	35	500
IOS-NS30d	+6 %	239	1 120	812	9 049	22.9	149.6	35	500
IOS-NS30d	-6 %	62	288	255	2 172	9.7	49.8	35	500

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

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.

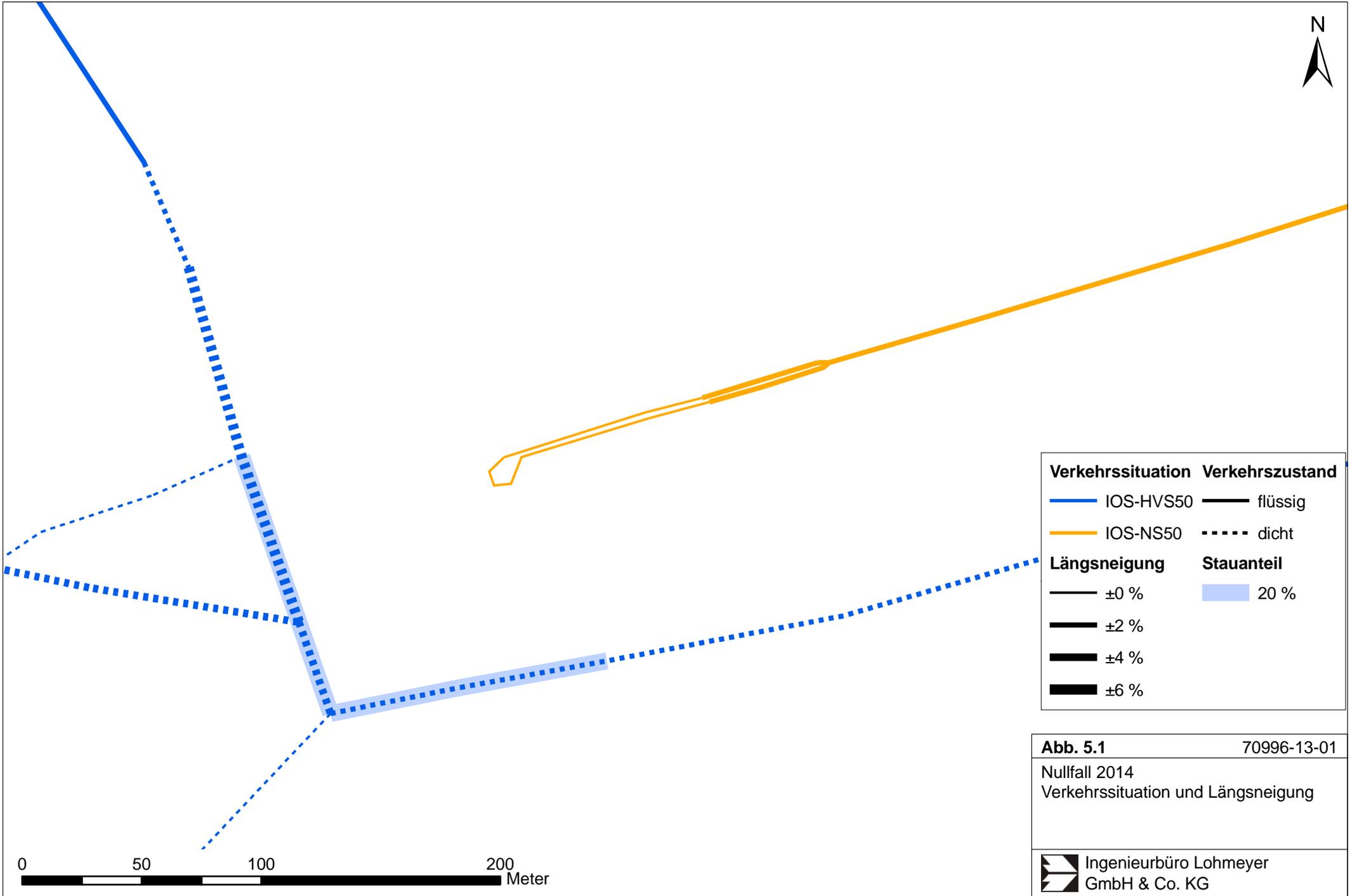
## 5.5 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

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

Die Verkehrssituationen sind für den Nullfall in **Abb. 5.1** und für den Planfall in **Abb. 5.2** aufgezeigt. Die darin verwendeten Signaturen setzen sich aus folgenden Eigenschaften zusammen: eigentliche Verkehrssituation (Fahrmuster, siehe Abschnitt 5.3), Verkehrszustand (Level-of-Service) und Längsneigung. Die Verkehrssituation wird durch die Farbe der Signatur wiedergegeben. Das Muster (durchgezogene Linie, gestrichelt, gepunktet etc.) zeigt den Verkehrszustand und die Strichstärke die Längsneigung an.

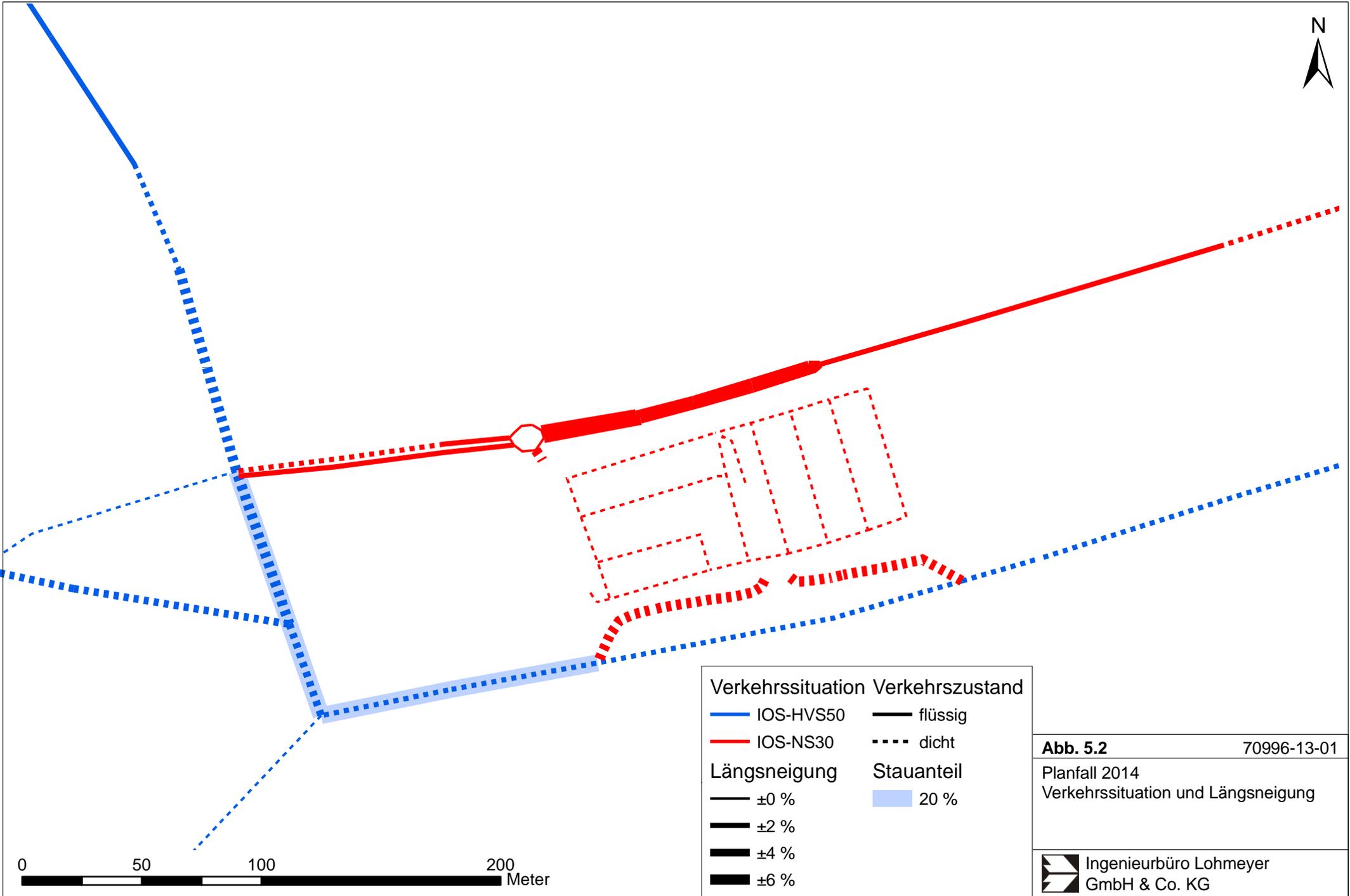
Demzufolge bedeutet eine dicke rot gestrichelte Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1**) eine Verkehrssituation IOS-HVS50 mit dichtem Verkehr mit einer Längsneigung größer 0 %.

zeigt exemplarisch für alle Berechnungsfälle der Moßlerstraße die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten. Des Weiteren sind die Emissionsdichten für die  $\text{NO}_x$ -Emissionen und die  $\text{PM}_{10}$ -Emissionen für das Straßennetz (ohne Parkebenen) für den Null- und Planfall 2014 im Anhang A2 gezeigt.



**Abb. 5.1** 70996-13-01

Nullfall 2014  
Verkehrssituation und Längsneigung



	DTV <sub>Mo-Fr</sub> [Kfz/24 h]	SV-Anteil <sub>Mo-Fr</sub> [%]	Verkehrssituation	NO <sub>2</sub> [mg/(m*s)]	NO <sub>x</sub> [mg/(m*s)]	PM10 [mg/(m*s)]
<b>Nullfall 2014</b>						
Nördliche Straßenseite	250	2	IOS-NS50	0.00028	0.0012	0.00014
Südliche Straßenseite	250	2	IOS-NS50	0.00028	0.0012	0.00014
Gesamt	500	2		0.00056	0.0024	0.00028
<b>Planfall 2014</b>						
Nördliche Straßenseite	1 000	0	IOS-NS30+6	0.00086	0.00394	0.00055
Südliche Straßenseite	1 051	4.8	IOS-NS30-6	0.00278	0.00948	0.00053
Gesamt	2 051	2.4		0.00364	0.01342	0.00108

Tab. 5.2: Verkehrsdaten (Mo bis Fr) und berechnete jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der Moßlerstraße. Da in diesem Bereich die Straßen richtungsgetreunt berücksichtigt werden, sind beide Richtungen sowie die Summation der Emissionsdichte aufgeführt. Zur Umrechnung DTV<sub>Mo-Fr</sub> in DTV<sub>Mo-So</sub> siehe Abschnitt 4.2.

## 5.6 Emissionen des Verkehrs in den Parkdecks

Neben den Emissionen in Folge des zusätzlichen Verkehrs, welche bei Realisierung der Planung anzunehmen sind (vgl. Abschnitt 4.2), ist durch Pkw-Fahrten innerhalb der Parkebenen ebenfalls mit Emissionen zu rechnen. Diese gelangen über die offenen Fassaden bzw. das Dach nach außen und können die Immissionssituation der Nachbarschaft beeinflussen.

Die Emissionsberechnung der Parkebenen erfolgte auf Grundlage von Verkehrssituationen aus dem HBEFA 3.1. Darin gibt es allerdings keine Verkehrssituation, welche z. B. mit niedrigen Geschwindigkeiten, wie sie in einer Parkgarage erwartet werden, abbildet. Aus diesem Grund wurde eine Verkehrssituation aus dem HBEFA verwendet, welche diesem Fahrverhalten am besten entspricht. Dementsprechend wurde bei der Parkdeck-Emissionsberechnung IOS-NS30d (vgl. Abschnitt 5.4) angesetzt. Die Längsneigung der Rampen sowie das Kaltstartverhalten der ausfahrenden Pkw wurden ebenfalls mittels HBEFA in der Emissionsberechnung berücksichtigt.

Die Verteilung der Emissionen auf die Parkdecks wurde entsprechend der Anzahl von Stellplätzen und Fahrwegen sowie der Erreichbarkeit durch die Zufahrten durchgeführt. Dabei

wurde dem Parkdeck 1 aufgrund von zwei Zufahrten (Nord und Süd) eine höhere Verkehrsmenge zugewiesen.

Es ergeben sich die folgenden absoluten Emissionen durch Pkw-Fahrten in den jeweiligen Etagen der Altstadt-Galerie (**Tab. 5.3**).

<b>Stoff/ Parkdeck</b>	<b>NO<sub>x</sub> [g/Tag]</b>	<b>NO<sub>2</sub> (direkt) [g/Tag]</b>	<b>PM10 [g/Tag]</b>
Parkebene 1	258.59	68.44	28.37
Parkebene 2	193.71	51.46	20.90
<b>Gesamt</b>	452.30	119.90	49.27

Tab. 5.3: Emissionen durch PKW-Fahrten innerhalb der Parkebenen für das Bezugsjahr 2014

Bei der Ausbreitungsrechnung wurden die Emissionen des Parkdecks 1 an der Nord-, West- und Südseite der Altstadt-Galerie in entsprechender Höhe über Grund und Stärke sowie die Emissionen des Parkdecks 2 auf die Nord- und Westseite der Altstadt-Galerie angesetzt. Damit wird für die Emissionsverteilung des Parkdeckes bezüglich des Kindergartens in der Moßlerstraße eine konservative Betrachtungsweise gewählt.

## 6 IMMISSIONEN

Für das Untersuchungsgebiet ist eine flächendeckende Auskunft über die Immissionsituation in Bodennähe (in ca. 1.5 m Höhe) durch eine Vielzahl an Untersuchungspunkten gegeben.

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (siehe Kapitel 5) des Betrachtungsjahres (2014) auf der Grundlage der jeweiligen Verkehrsstärken der berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Daher wird nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Ergebnisse für die Leitkomponenten NO<sub>2</sub> und PM10 sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + verkehrsbedingte Zusatzbelastung) in den jeweiligen Abschnitten dargestellt. Die flächenhafte grafische Darstellung erfolgt in Form von farbigen Quadraten. Die Farben sind bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentration ist jeweils in der Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Sofern in diese Stufen besondere Kennwerte fallen, werden diese dargestellt (z. B. beim NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>).

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

Die flächendeckenden Gesamtbelastungen der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für den Nullfall 2014 ist in **Abb. 6.1** und für den Planfall 2014 (mit Altstadt-Galerie und Parkebenen) in **Abb. 6.2** dargestellt.

Es werden in beiden Untersuchungsfällen an den Fassaden der betrachteten Gebäude keine Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes (>40 µg/m<sup>3</sup>) berechnet. Die Belastungen an der Moßlerstraße sind wie erwartet gering. Im Nullfall 2014 werden am Kindergarten in der Moßlerstraße NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von max. 23 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte liegen im Planfall im Bereich des Kindergartens „Spatzennest“ in der Moßlerstraße bei max. 24 µg/m<sup>3</sup> (am Gebäude), am Straßenrand (Richtung Kindergarten) bei max. 27 µg/m<sup>3</sup>. Die Erhöhung durch die Altstadt-Galerie sowie den dadurch induzierten Verkehr liegt somit bei ca. 1 bis 4 µg/m<sup>3</sup> bzw. 3 bis 10 % des Grenzwertes.

Die mittlere Belastung während der Öffnungszeit des Kindergartens von 6-17 Uhr kann zu ca.  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  abgeschätzt werden. Auch dieser Wert liegt deutlich (28 %) unter dem  $\text{NO}_2$ -Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

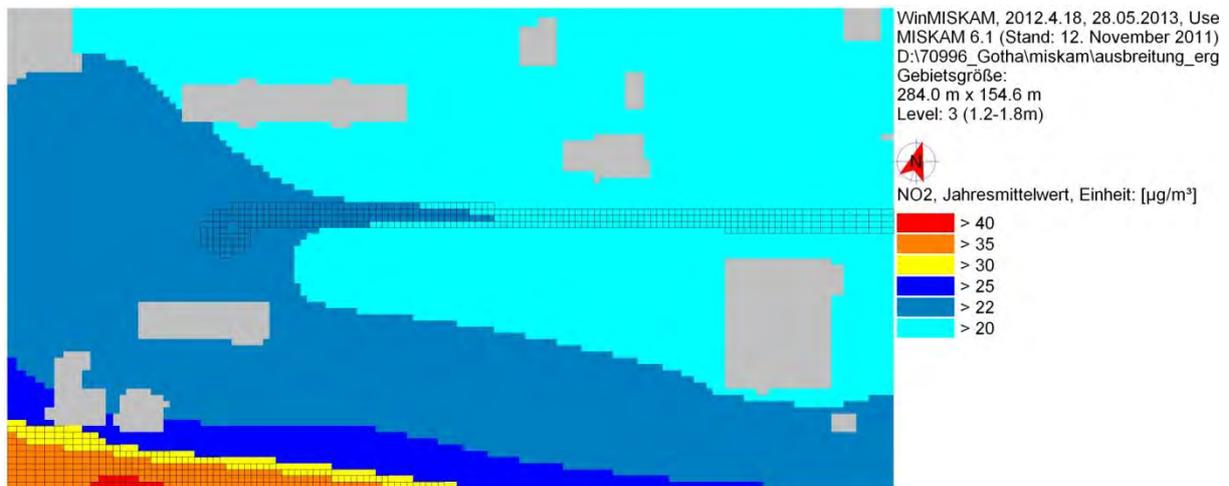


Abb. 6.1: Jahresmittlere  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastung für den Nullfall 2014



Abb. 6.2: Jahresmittlere  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastung für den Planfall 2014 (mit Altstadt-Galerie, mit Parkebenen)

An allen Fassaden der Altstadt-Galerie ist der NO<sub>2</sub>-Grenzwert eingehalten, dies betrifft auch die Südseite (Gartenstraße). Die Konzentrationserhöhungen im Planfall gegenüber dem Nullfall sind dort auf das höhere Verkehrsaufkommen und die veränderten Ausbreitungsbedingungen durch den Baukörper der Altstadt-Galerie zurückzuführen.

## 6.2 Feinstaub (PM10)

Die flächendeckenden Gesamtbelastungen für den Nullfall 2014 sind der **Abb. 6.3** und für den Planfall 2014 (mit Altstadt-Galerie und Parkebenen) der **Abb. 6.4** zu entnehmen.

### *PM10-Jahresmittelwert*

Die Abbildungen zeigen, dass in beiden Untersuchungsfällen keine PM10-Konzentrationen erwartet werden, die den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup> überschreiten. Die höchsten Konzentrationen liegen am Kindergarten „Spatzennest“ (Gebäude und Straßenrand) sowohl im Nullfall als auch im Planfall bei 23 µg/m<sup>3</sup>. Es werden damit Zusatzbelastungen in Folge der Altstadt-Galerie von kleiner 1 µg/m<sup>3</sup> berechnet (Hintergrundwert 2014: 22 µg/m<sup>3</sup>). Auch auf der südlichen Seite (Gartenstraße) liegen im Planfall im Straßenraum die PM10-Konzentrationen deutlich mit max. 28 µg/m<sup>3</sup> unter 40 µg/m<sup>3</sup>. Für die Öffnungszeiten des Kindergartens „Spatzennest“ von 6-17 Uhr können PM10-Konzentrationen von 26 µg/m<sup>3</sup> abgeschätzt werden. Auch dieser Wert liegt deutlich unterhalb des Jahresmittel-Grenzwertes. Die Erhöhung zum Nullfall lag bei ca. 3 µg/m<sup>3</sup> (8 % vom Grenzwert).

### *PM10-24 h-Grenzwert*

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stundengrenzwert für Partikel (PM10) von 50 µg/m<sup>3</sup> definiert, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend den Darstellungen im Kapitel 3 wird angesetzt, dass bei Konzentrationen unterhalb des entsprechenden Schwellenwertes von 29 µg/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert) auch der PM10-24 h-Grenzwert sicher eingehalten wird. Der PM10-24 h-Grenzwert ist somit eine strengere Kenngröße als der Jahresmittelgrenzwert (vgl. Kapitel 3).

Die flächendeckenden Ergebnisdarstellungen (**Abb. 6.3** und **Abb. 6.4** dort gelbe Signatur) zeigen im Planfall nur im Straßenraum der Gartenstraße Überschreitungen des PM10-24 h-Grenzwertes.

An den Gebäudefassaden und am Kindergarten werden keine Überschreitungen des PM10-Tagesgrenzwertes erwartet.

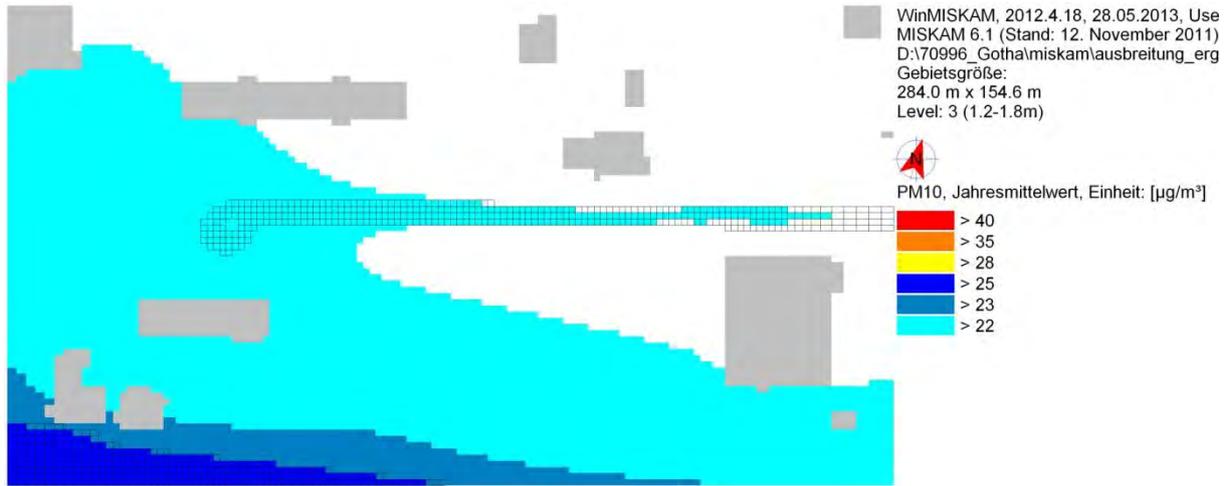


Abb. 6.3: Jahresmittlere PM10-Gesamtbelastung für den Nullfall 2014 (ohne Altstadt-Galerie)



Abb. 6.4: Jahresmittlere PM10-Gesamtbelastung für den Planfall 2014 (mit Altstadt-Galerie mit Parkebenen)

### 6.3 Gesamtbewertung

Es werden wegen des zunehmenden Verkehrs sowie der veränderten Durchlüftungsbedingungen durch die Altstadt-Galerie Erhöhungen der Luftschadstoffbelastung am Kindergarten Moßlerstraße prognostiziert. Diese liegen beim NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert bei ca. 1 bis 4 µg/m<sup>3</sup> (entspricht ca. 3 bis 10 % vom Grenzwert). Beim PM10-Jahresmittelwert werden Erhöhungen von ca. 1 µg/m<sup>3</sup> (ca. 3 % des Grenzwertes) prognostiziert.

Trotz dieser Erhöhungen werden Grenzwerte der 39. BImSchV deutlich unterschritten. Dies trifft auch dann zu, wenn die Belastungen nur der verkehrs- und damit emissionstärkeren Öffnungszeiten des Kindergartens mit den Jahresmittelgrenzwerten verglichen werden.

Aus lufthygienischer Sicht gibt es keine Bedenken gegen die Umsetzung des Vorhabens.

## 7 LITERATUR

Architekturbüro Ries (2012): Persönliche Mitteilung Hr. Ries vom 20.06.2012.

BAST (2005): PM<sub>10</sub>-Emissionen an Außerortsstraßen mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen (Düring, I., Bössinger, R., Lohmeyer, A.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 125, ISBN 3-86509-307-8, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV), Neufassung vom 4. Juni 2007. In: BGBl Jahrgang 2007 Teil I Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 12.06.2007 (nach 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 (nach 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.

CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007. EEA (European Environment Agency). Publish date: 5 Dec 2007. In: Technical report No 16/2007.

Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO<sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO<sub>2</sub>-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011).

- Düring, I., Lohmeyer, A. (2011): Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt 70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- DWD (2004): Qualitative Prüfung (QPR) der Übertragbarkeit einer Ausbreitungsklassenstatistik (ASKS) nach TA Luft 2002 auf einen Standort bei Gotha. Regionales Gutachtenbüro Potsdam, 31.08.2004.
- DWD (2005): Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebende Anemometerhöhe. Offenbach am Main. [http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimadaten/Ausbreitungen/V\\_Anemometerh\\_C3\\_B6hen.templateId=raw\\_property=publicationFile.pdf/V\\_Anemometerh&letzter\\_Zugriff: 03.02.2011](http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimadaten/Ausbreitungen/V_Anemometerh_C3_B6hen.templateId=raw_property=publicationFile.pdf/V_Anemometerh&letzter_Zugriff: 03.02.2011)
- Eichhorn, J. (2005): MISKAM Handbuch zu Version 5.01. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim.
- Eichhorn, J. (2011): MISKAM Handbuch zu Version 6.1. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim, November 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.
- FGSV (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: FGSV Verlag GmbH, Köln (ISBN 978-3-86446-047-0). Ausgabe 2012.
- Gehrig, R., Buchmann, B. (2003): Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM10 and PM2.5 concentrations based on long-term Swiss monitoring data. Atmospheric Environment 37 (2003).
- Israël, G.W., Schlums, C., Treffeisen, R. Pesch, M. (1994): Rußimmissionen in Berlin, Herkunftsbestimmung - Kfz-Flottenemissionsfaktoren – Vergleichbarkeit von Probenahmemethoden. Fortschrittberichte VDI, Reihe Umwelttechnik, Nr. 152.

Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.

LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.

Lohmeyer (2012): Altstadt-Galerie in Gotha, Lufthygienisches Gutachten. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul. Projekt 70904-12-01, Entwurf November 2012. Gutachten im Auftrag von: SALLER BAU GmbH, Weimar.

LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, [www.lanuv.nrw.de](http://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.  
[http://www.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF](http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF).

Planungsbüro Dr.-Ing. Ditmar Hunger (2012a): Verkehrszahlen für die Altstadt-Galerie in Gotha, E-Mail von Herrn Schönefeld an Herrn Dr. Düring vom 02.10.2012.

Planungsbüro Dr.-Ing. Ditmar Hunger (2012b): Umrechnungsfaktoren für die Verkehrszahlen für die Altstadt-Galerie in Gotha, E-Mail von Herrn Schönefeld an Herrn Hoffmann vom 11.10.2012.

SFI (2001): Handbuch WinMISKAM. SFI GmbH - Software für Immissionsberechnungen, Karlsruhe, Stand 01/2001.

Stadtverwaltung Gotha (2013):Internet-Link <http://www.gotha.de/leben-in-gotha/kinder-familie/betreuung/kommunale-kindertagesstaette-spatzennest.html> (letzter Zugriff 30.09.2013)

- 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.
- TLUG (2012): Hintergrundbelastungswerte für Gotha, E-Mail von Hr. Börner an Hr. Hoffman vom 12.10.2012.
- UBA (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1/Januar 2010. Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. <http://www.hbefa.net/d/start.html>.
- 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.
- VDI (2005): Umweltmeteorologie Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für Gebäude- und Hindernisströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b. November 2005.

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

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

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für  $\text{PM}_{2.5}$ , Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der  $\text{PM}_{10}$ -Fraktion über ein Kalender-

jahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

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

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

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

## A1.2 Vorsorgewerte

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

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen PM2.5-Jahresmittelwert von 25 µg/m<sup>3</sup> aus, der bereits heute eingehalten werden sollte und ab dem Jahr 2015 ein Grenzwert wird.

Für den Immissionsgrenzwert für PM<sub>2.5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> ab dem Jahr 2015 wurde eine Toleranzmarge von 5 µg/m<sup>3</sup> erlassen, die sich ab dem 1. Januar 2009 in jährlichen Stufen um ein Siebentel (ca. 0.7 µg/m<sup>3</sup>) vermindert. Diese Toleranzmarge darf überschritten werden, ohne die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Der jeweilige jährliche Wert wird hier als Übergangsbeurteilungswert bezeichnet.

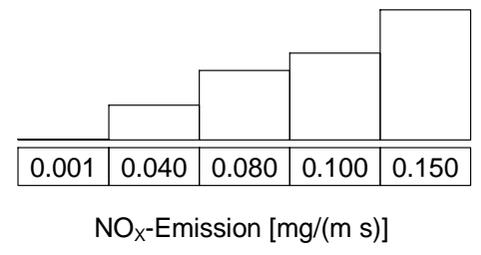
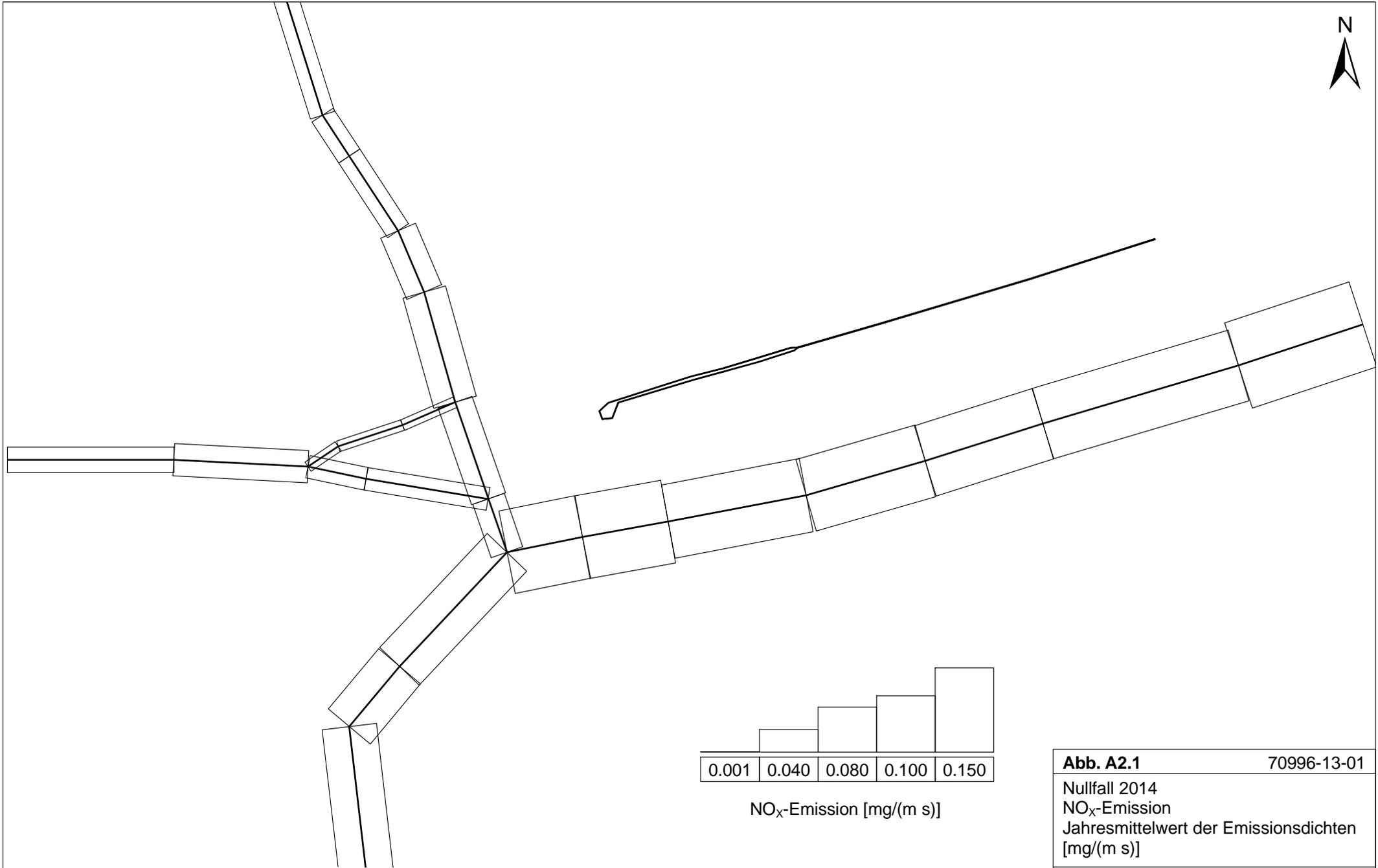
In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition für das Referenzjahr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

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

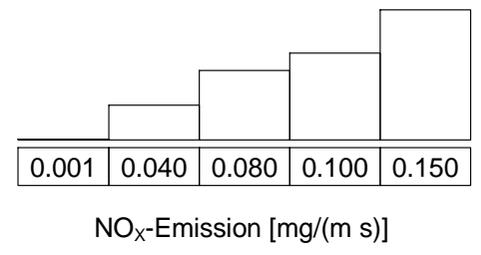
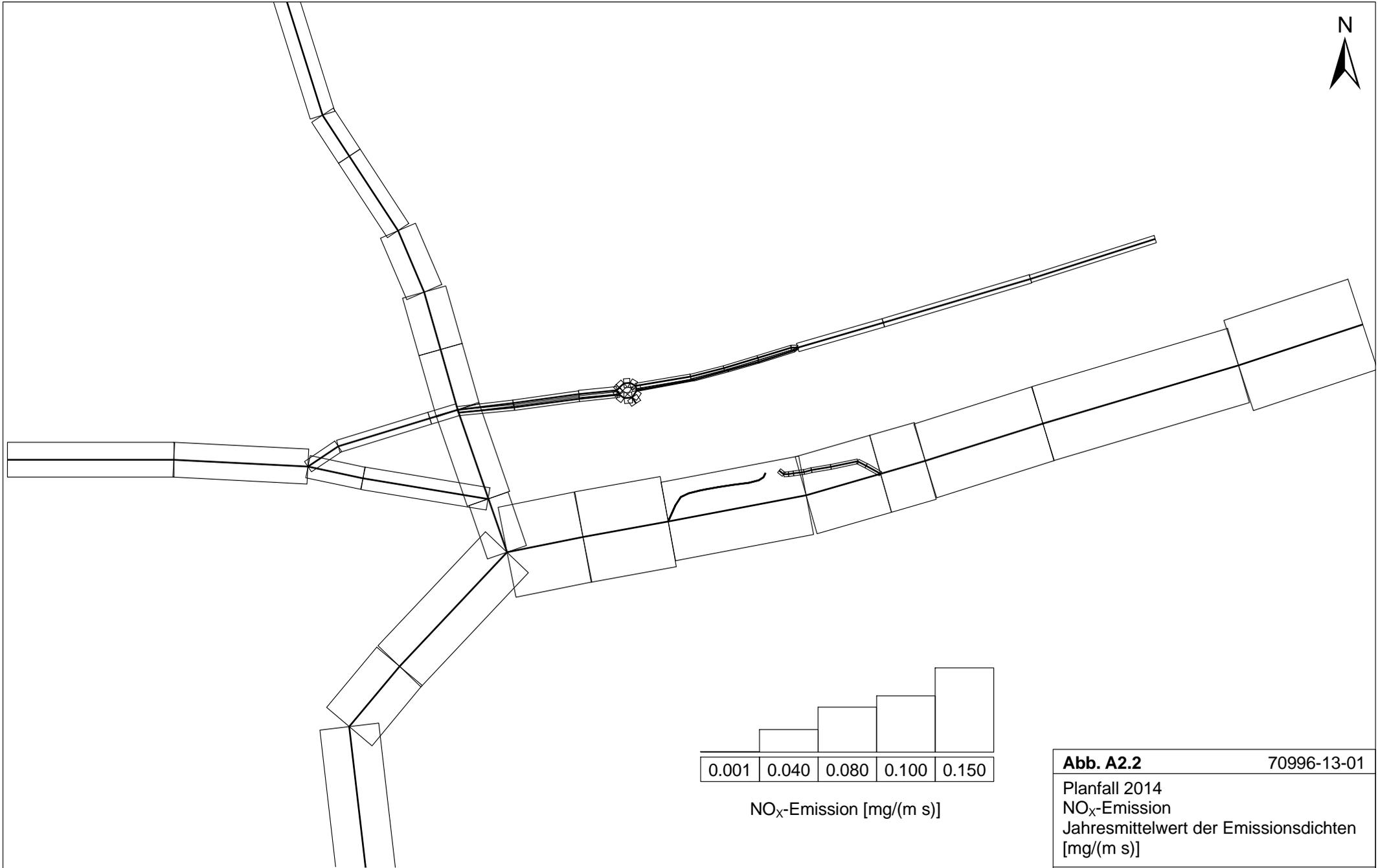
Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit ihrer Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union am 11. Juni 2008 in Kraft getreten. Mit der 39. BImSchV hat die Bundesregierung die EU-Richtlinie weitgehend in nationales Recht umgesetzt.

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

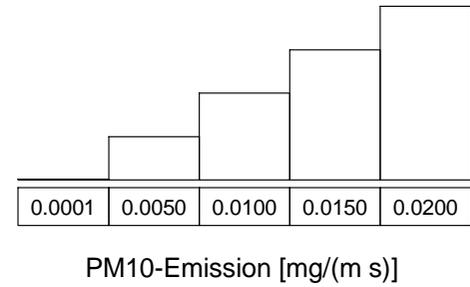
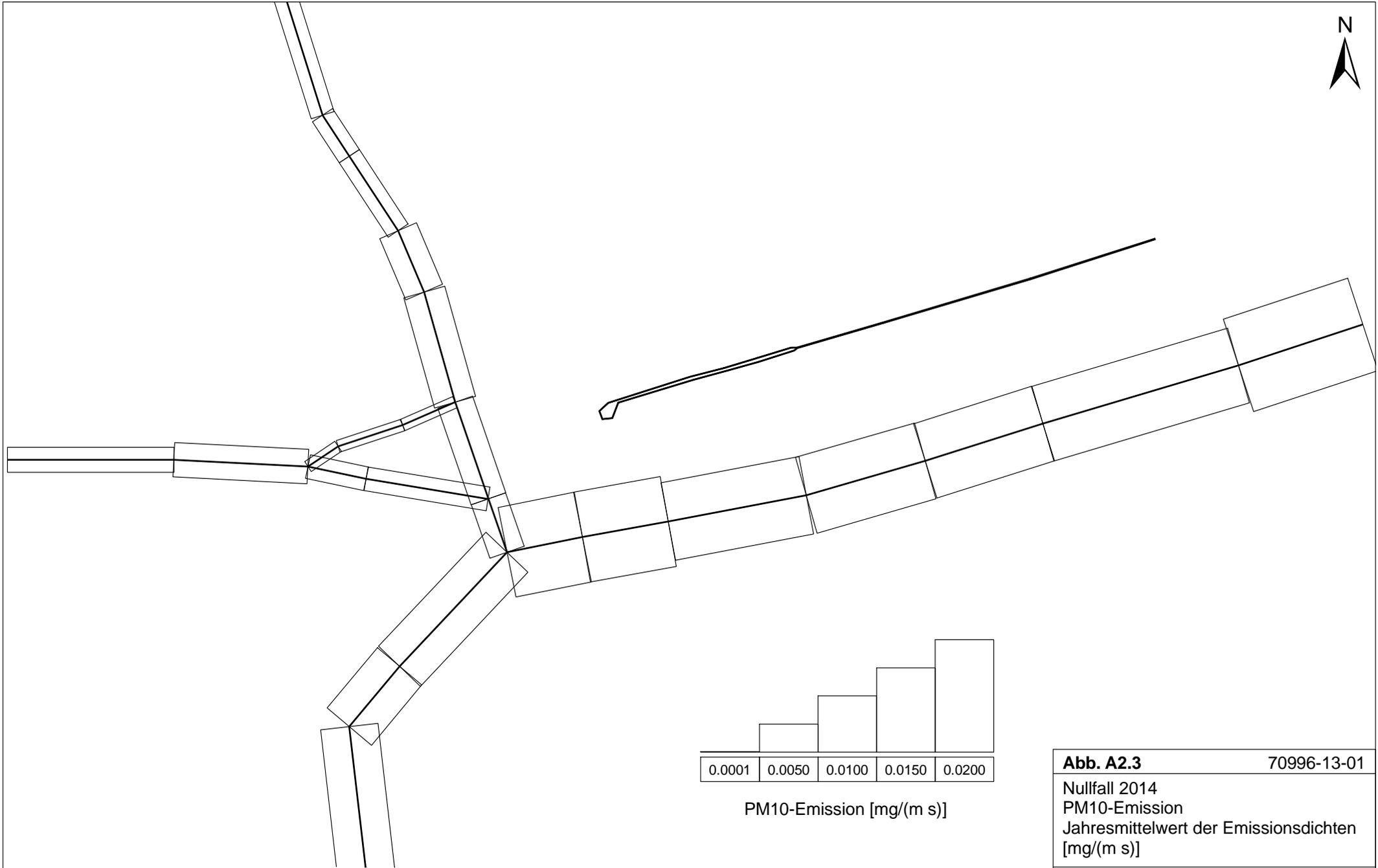
**A N H A N G A2:**  
**EMISSIONSDICHTEN IM UNTERSUCHUNGSGBIET**



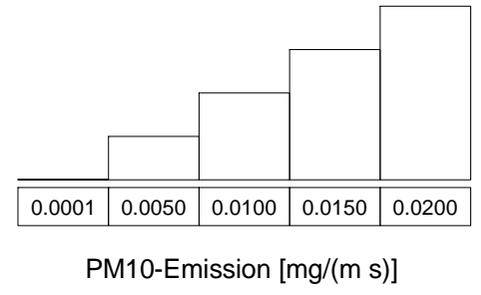
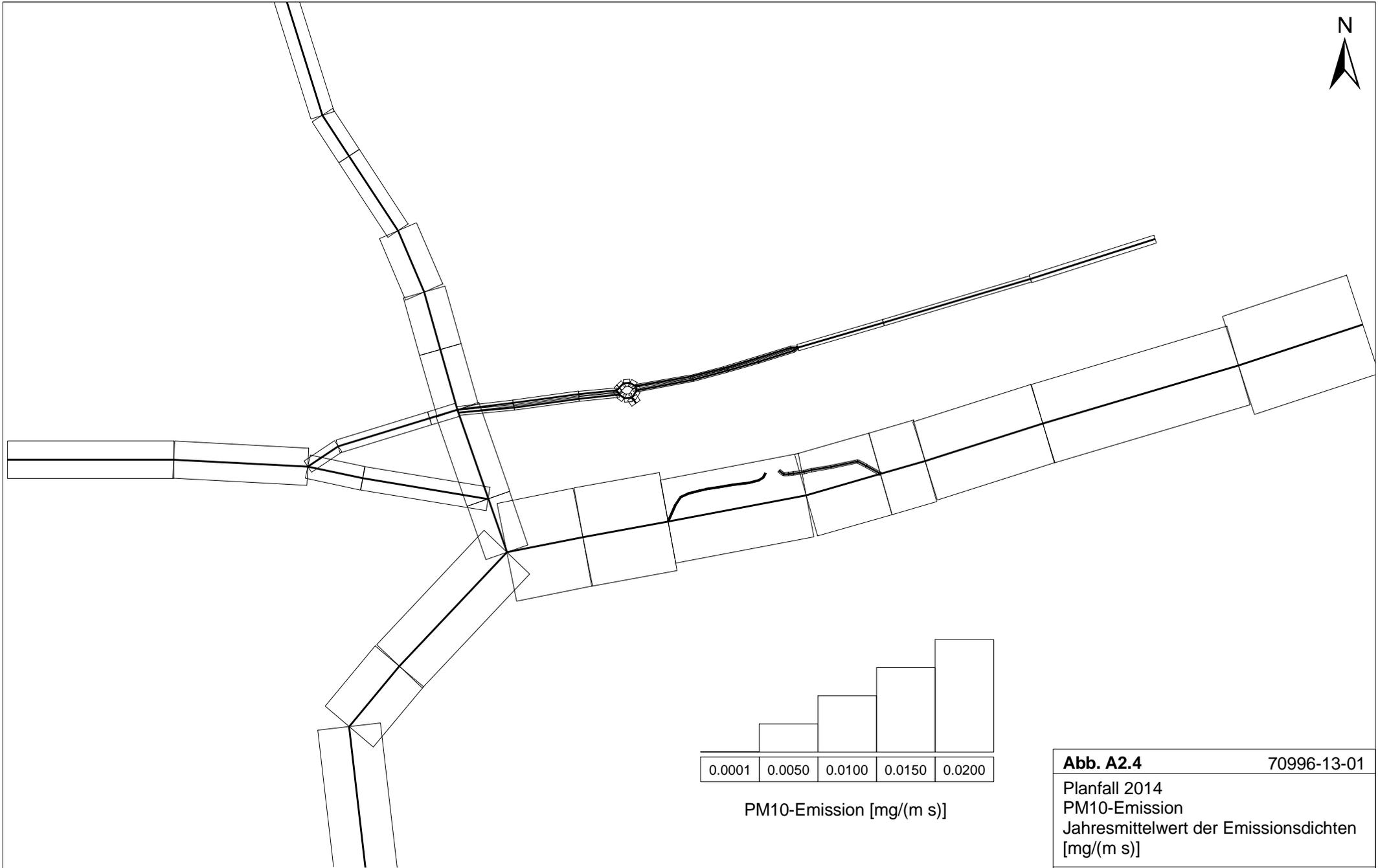
<b>Abb. A2.1</b>	70996-13-01
Nullfall 2014 NO <sub>x</sub> -Emission Jahresmittelwert der Emissionsdichten [mg/(m s)]	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



<b>Abb. A2.2</b>	70996-13-01
Planfall 2014 NO <sub>x</sub> -Emission Jahresmittelwert der Emissionsdichten [mg/(m s)]	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



<b>Abb. A2.3</b>	70996-13-01
Nullfall 2014 PM10-Emission Jahresmittelwert der Emissionsdichten [mg/(m s)]	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



<b>Abb. A2.4</b>	70996-13-01
Planfall 2014 PM10-Emission Jahresmittelwert der Emissionsdichten [mg/(m s)]	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG