



Lohmeyer

**EICHPLATZAREAL BAUFELD A
IN JENA**

LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN

**FÜR VARIANTE TIEFGARAGE
MIT 2 GESCHOSSEN**

Auftraggeber:

ThINK Thüringer Institut für Nachhaltigkeit
und Klimaschutz GmbH
Hainstraße 1
07745 Jena

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dresden

Dipl.-Met. A. Moldenhauer
Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche

Dr. rer. nat. I. Düring

März 2023
Projekt 10312-22-01
Berichtsumfang 55 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	AUFGABENSTELLUNG	5
3	VORGEHENSWEISE.....	6
	3.1 Betrachtete Schadstoffe	6
	3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	6
	3.3 Berechnungsverfahren MISKAM.....	7
	3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte	9
4	EINGANGSDATEN.....	11
	4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	11
	4.2 Verkehrsdaten	13
	4.3 Bebauungssituation.....	16
	4.4 Hintergrundbelastung der Luft.....	23
	4.5 Vegetation	25
5	EMISSIONEN.....	27
	5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	27
	5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	27
	5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren.....	29
	5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	31
	5.5 Emissionen in der Tiefgarage „EichplatzAreal“	33
6	IMMISSIONEN	35
	6.1 Stickstoffdioxid (NO ₂)	36
	6.2 Feinstaub (PM ₁₀).....	37
	6.3 Feinstaub (PM _{2.5}).....	39
7	LITERATUR.....	41
A1	BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	46

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	49
A3 EMISSIONSABBILDUNGEN.....	52

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 Namen 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 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 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 / PM_{2.5}

Mit Feinstaub bzw. PM₁₀/PM_{2.5} werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM₁₀-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM_{2.5}-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

1 ZUSAMMENFASSUNG

In Jena wird eine Bebauung am EichplatzAreal geplant. Derzeit befindet sich auf dem Eichplatz ein Parkplatz. Die Planungen sehen mehrere Baufelder vor (A-E). Auf dem Baufeld A ist neben der Errichtung der Gebäude zur Nutzung als Büro und Wohnungen, auch eine Zufahrt zur Tiefgarage geplant. Die Zu- und Ausfahrt ist von der Kollegiengasse aus vorgesehen. Die Tiefgarage erstreckt sich über das gesamte Eichplatzareal. Für den Prognose-Nullfall und den Planfall mit einer Tiefgarage mit einem Untergeschoss wurde bereits ein Gutachten erstellt (Lohmeyer, 2022). Jetzt soll eine Variante untersucht werden, die eine Tiefgarage über zwei Untergeschosse vorsieht.

In diesem Zusammenhang ist im Rahmen des Planungsverfahrens die Erarbeitung eines Luftschadstoffgutachtens erforderlich. Innerhalb des Gutachtens sind unter Berücksichtigung der geltenden Rechtslage die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens auf die Immissionssituation des Untersuchungsgebietes zu untersuchen und zu bewerten.

Betrachtet wurde folgender Fall:

- Planfall 2027 (TG mit 2 UG) nach Umsetzung der Planungsmaßnahme und den Verkehrszahlen für 2030 sowie die Emissionsfaktoren des Jahres 2027.

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}) hinsichtlich des Schutzes der Gesundheit. Die Beurteilung der Maßnahme erfolgte im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) in seiner Version 4.2 (UBA, 2022) wurden mit PROKAS die verkehrsbedingten Emissionen für das Bezugsjahr 2027 ermittelt. Die nicht motorbedingten PM₁₀- und PM_{2.5}-Emissionen sind ebenfalls im HBEFA 4.2 enthalten und werden so verwendet.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem Modell MISKAM (Beschreibung siehe Anhang A2).

Die so berechnete Zusatzbelastung, verursacht vom Kfz-Verkehr auf den berücksichtigten Straßen, wurde mit der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen und des Parkhauses vorläge, wurde auf Grundlage von Messdaten und in Abstimmung mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde dem Thüringer Landesamt für Um-

welt, Bergbau und Naturschutz angesetzt. Die NO/NO₂-Konversion wurde mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wurde die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

Ergebnisse

Im Untersuchungsgebiet werden keine Überschreitungen der beurteilungsrelevanten Jahresmittelwerte für NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} im Planfall 2027 (TG mit 2 UG) berechnet.

Auch der strengere PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert von 35 Tagen größer 50 µg/m³ entsprechend der 39. BImSchV wird im Planfall 2027 (TG mit 2 UG) unterschritten.

Aus Sicht der Lufthygiene sind die Planungen im Hinblick auf die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit bezogen auf die bestehende Wohnnutzung im Prognosejahr 2027 nicht abzulehnen.

2 AUFGABENSTELLUNG

In Jena wird eine Bebauung am EichplatzAreal geplant. Derzeit befindet sich auf dem Eichplatz ein Parkplatz. Die Planungen sehen mehrere Baufelder vor (A-E). Auf dem Baufeld A ist neben der Errichtung der Gebäude zur Nutzung als Büro und Wohnungen, auch eine Zufahrt zur Tiefgarage geplant. Die Zu- und Ausfahrt ist von der Kollegiengasse aus vorgesehen. Die Tiefgarage erstreckt sich über das gesamte Eichplatzareal. Für den Prognose-Nullfall und den Planfall mit einer Tiefgarage mit einem Untergeschoss wurde bereits ein Gutachten erstellt (Lohmeyer, 2022). Jetzt soll eine Variante untersucht werden, die eine Tiefgarage über zwei Untergeschosse vorsieht.

Zu betrachten ist somit folgender Fall:

- Planfall 2027 (TG mit 2 UG) nach Umsetzung der Planungsmaßnahme und den Verkehrszahlen für 2030 sowie Emissionen für das Prognosejahr 2027 (nach Realisierung des Vorhabens)

Die Beurteilung der Maßnahme soll für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstäube (PM₁₀, PM_{2.5}) im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV für das Jahr 2027, des frühesten Jahres der möglichen Inbetriebnahme der Planungsmaßnahme, erfolgen.

3 VORGEHENSWEISE

3.1 Betrachtete Schadstoffe

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 die Beurteilung von Auswirkungen des Kfz-Verkehrs ist v. a. die 39. BImSchV relevant.

Die Relevanz der Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM₁₀ erreicht. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, Blei, Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenmonoxid (CO) sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten 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.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂), Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 µm und 2.5 µm (PM₁₀, PM_{2.5}) betrachtet.

3.2 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		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	

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

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert. Neben den Jahresmittelwerten wird auch der PM10-Kurzzeitgrenzwert abgeleitet und bewertet. Auf die Berechnung des NO₂-Kurzzeitgrenzwert als Stundenmittelwert von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, der 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf, wird verzichtet, da der NO₂-Jahresmittelgrenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eher überschritten wird, als der Kurzzeitgrenzwert.

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

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

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

3.3 Berechnungsverfahren MISKAM

Es werden Detailrechnungen mit MISKAM unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017; Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle) durchgeführt. Mit MISKAM wer-

den 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 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 4.2 (UBA, 2022) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM₁₀, PM_{2.5}) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung sind im HBEFA 4.2 ebenfalls enthalten und werden so verwendet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020).

Die Immissionsberechnungen erfolgen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM (Eichhorn, 2014). 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 so lange, bis das Strömungs- bzw. Konzentrationsfeld quasi stationär ist. Bei den Berechnungen werden die Hinweise aus Eichhorn (2005) sowie der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017) für prognostische Modelle beachtet. Die Einhaltung des Kriteriums von Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017) wurde dahingehend berücksichtigt, dass das Rechengebiet (960 m * 900 m) deutlich größer als die Fläche des Untersuchungsgebietes gewählt wurde.

Das Rechengebiet wird mit einem nichtäquidistanten Netz überzogen, dessen horizontale Auflösung zwischen 0.5 m im Zentrum des Untersuchungsgebietes und ca. 10 m am Gebietsrand variiert. Die Höhe des Rechengebietes beträgt 500 m. Es werden 36 Strömungsrechnungen für die Windrichtungen 10° bis 360° sowie anschließend je 36 Ausbreitungsrechnungen für die betrachteten Schadstoffe durchgeführt. Dabei wird 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 werden aus den jeweils 36 Immissionsfeldern mit der Programmoberfläche WinMISKAM (Lohmeyer, 2017) unter Verwendung der Windstatistik, der Emissionshäufigkeitsverteilung und der Schadstoffhintergrundbelastung flächendeckend die Jahresmittelwerte als Gesamtbelastung berechnet.

Für die Berechnung der NO-NO₂-Umwandlung wird das vereinfachte Chemiemodell nach Düring et al. (2011) verwendet.

3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

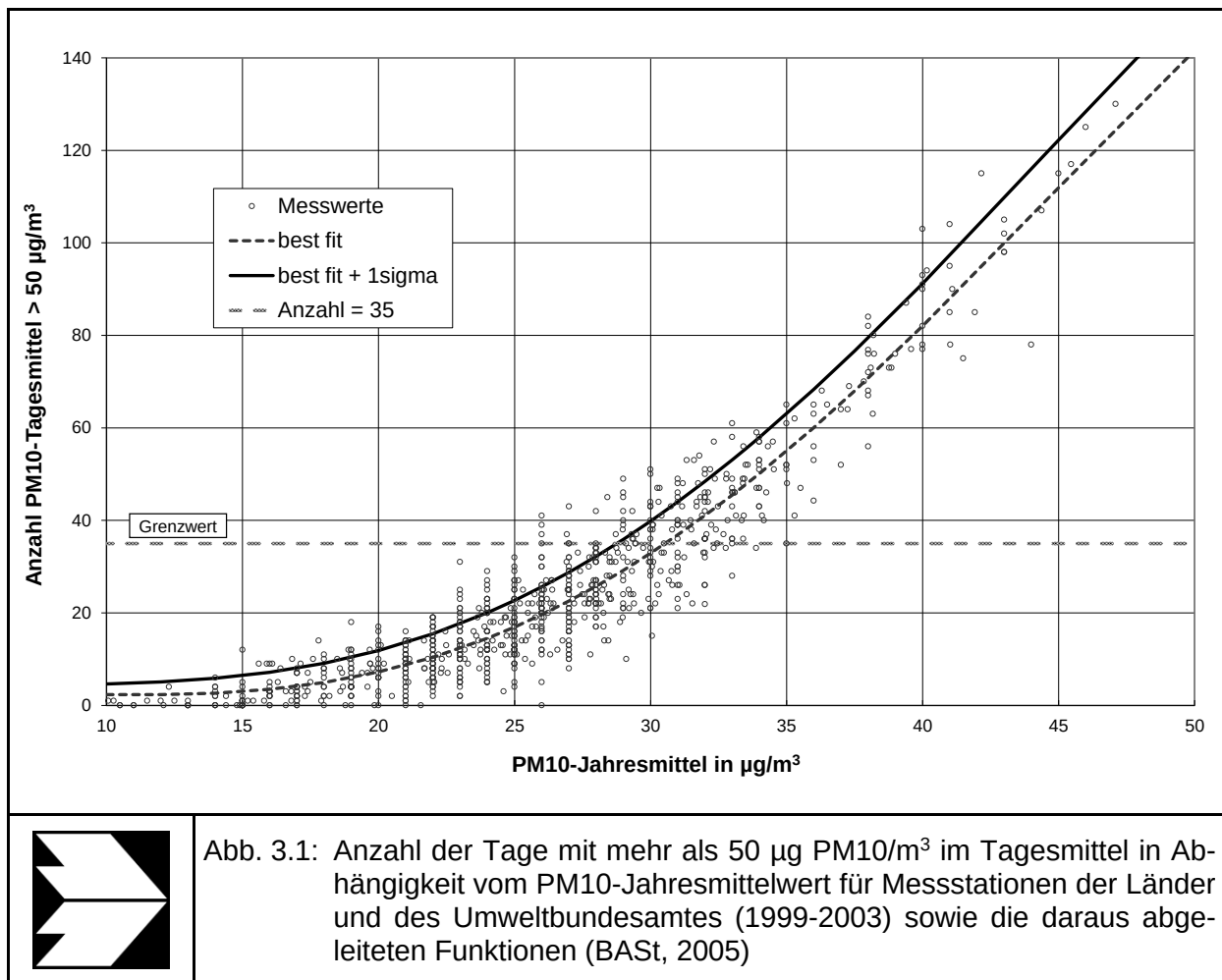
Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert 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 meteorolo-

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

PM10-Jahresmittel

< $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 29 - $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 31 - $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 34 - $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 $\geq 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Überschreitung PM10-Tagesmittel

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

4 EINGANGSDATEN

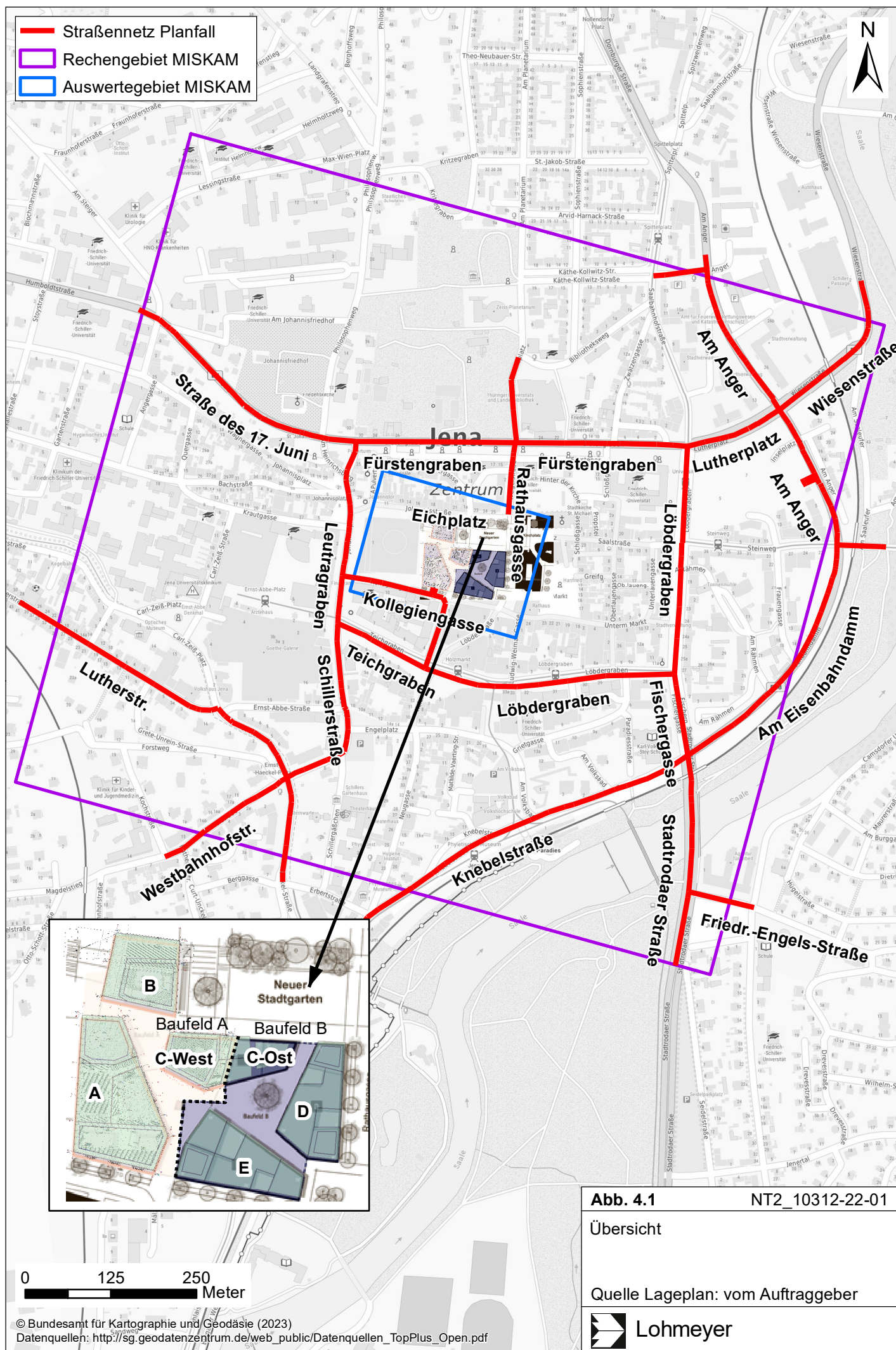
Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen, die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Daten werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

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

- Technische Planung in Form von Lageplänen (STRABAG Real Estate GmbH, 2022a und b, 2023a, Thomas Müller Ivan Reimann Architekten, 2023)
- Verkehrsbelegungsdaten (Stand 2023-02-20 STRABAG Real Estate GmbH, 2023b; Stadtverwaltung Jena, 2022, Stand 2021-08/Stand 2021-09; Stadtverwaltung Jena, 2021a und b)
- Tempolimits für Streckenabschnitte (Stadtverwaltung Jena, 2022, Stand 2021-08/Stand 2021-09; Stadtverwaltung Jena, 2021a und b)
- Lage und Höhen von Gebäuden (Stadtverwaltung Jena, 2020)
- Angaben zu der Verteilung der Tiefgaragenstellplätzen und zum Lüftungskonzept der Tiefgarage (STRABAG Real Estate GmbH, 2022c, d und 2023c); Zimmermann und Becker – Ingenieurgesellschaft für TGA (2022).

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet des EichplatzAreal ist im Zentrum der Stadt Jena gelegen. Für das EichplatzAreal gibt es eine Unterteilung in die Baufelder A und B. Die STRABAG Real Estate GmbH plant für das Baufeld A mit den Parzellen A, B und C-w. Im Baufeld A sind Wohnungen, Büroräume und ein Einkaufszentrum vorgesehen. Zum Baufeld B gehören die Parzellen C-o, D und E, die sich erst im Entwurf befinden (vgl. **Abb. 4.1**). Unter den geplanten Baufeldern A und B sind Tiefgargen geplant, wobei die Zufahrt für die Tiefgarage unterhalb des Baufeldes B auch über die Zufahrt von der Kollegiengasse durch die Zufahrt der Tiefgargage unter Baufeld A erfolgt. Im Baufeld A sind Wohnungen, Büroräume und ein Einkaufszentrum geplant. Derzeit befindet sich auf dem Eichplatz ein gebührenpflichtiger Parkplatz mit 290 Stellplätzen. Die Zufahrt erfolgt über die Kollegiengasse und die Rathaus-



passage. Im Planfall wird mit Realisierung des Baufeldes B die Verbindung der Kollegengasse über Rathauspassage zur Weigelstraße entfallen.

In dieser Variante wird die Tiefgarage unter dem Baufeld A mit zwei Untergeschossen untersucht.

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigte Straßennetz. In den betrachteten Berechnungsfällen werden nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an Werktagen (DTV_W) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Eine Ausnahme bilden die in der näheren Umgebung des Eichplatz befindlichen Straßen, die zur Zu- und Abfahrt zum Eichplatzareal genutzt werden. Die Emissionen von Straßenabschnitten mit geringerer Verkehrsbelegung werden über die Hintergrundbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5). Die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet weisen dichte einseitige oder zweiseitige Bebauung auf (Abschnitt 4.3).

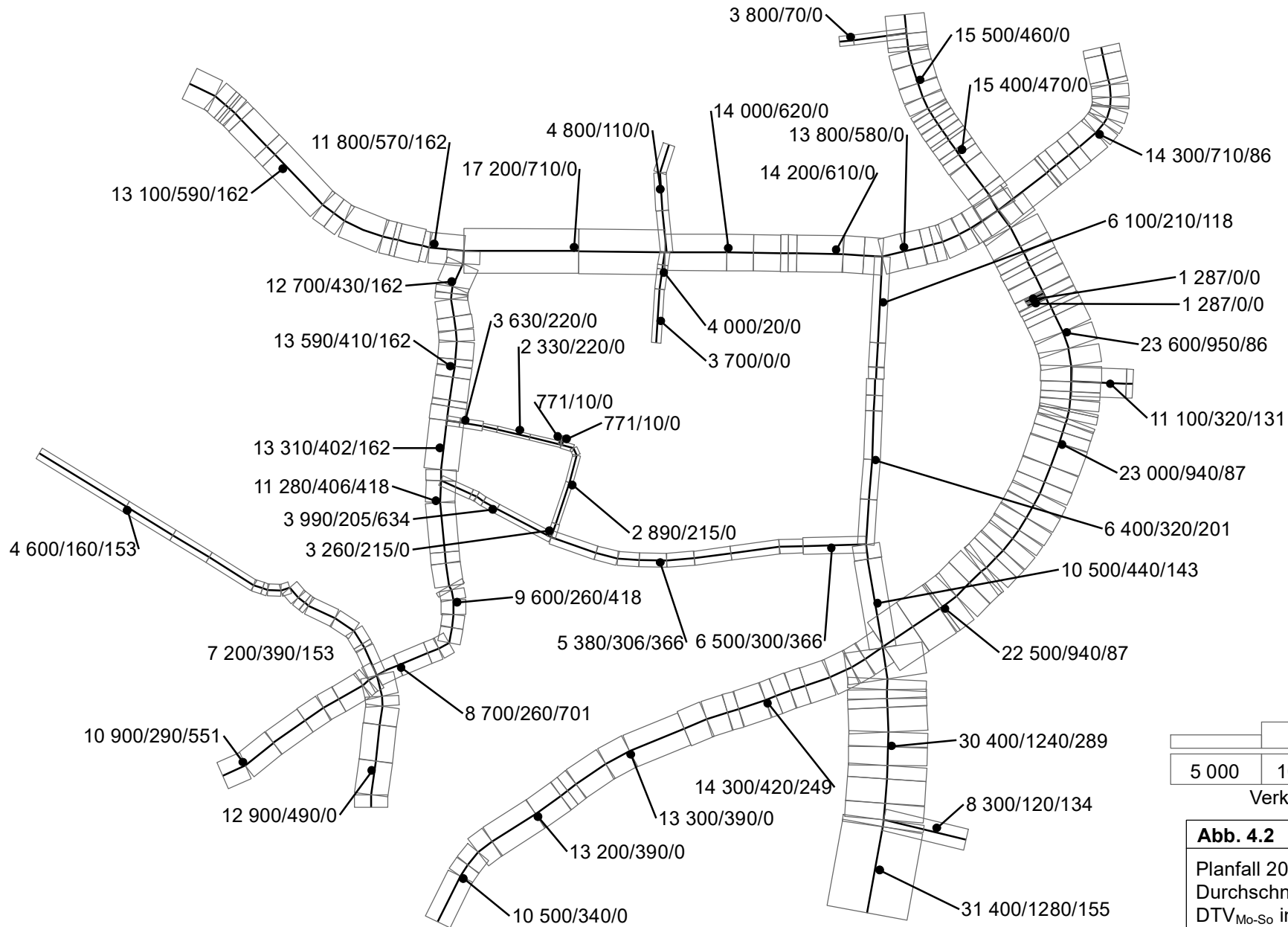
4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten, die vom Planer (STRABAG Real Estate GmbH, 2022c) zur Verfügung gestellt wurden, liegen für den unmittelbaren Nahbereich des EichplatzAreals vor. Darin wird unterschieden zwischen einem Planfall P1 (ohne Vorhaben), der die Basis für die im weiteren Gutachten als Prognose-Nullfall bezeichnete Variante bildet und dem Planfall P1 mit Vorhaben, der als Planfall bezeichnet wird. Da zur Emissionsberechnung ein größeres Untersuchungsgebiet zu berücksichtigen ist, wurde das Untersuchungsgebiet durch von der Stadtverwaltung Jena (2022 und 2021a und b) übergebenen Verkehrsdaten ergänzt.

Die Verkehrsdaten sind für den Planfall 2027 (TG mit 2 UG) in **Abb. 4.2** dargestellt.

Die oben beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten für das Jahr 2030 werden hier unverändert auf das Prognosejahr 2027, dem frühestmöglichen Jahr der Inbetriebnahme, angewendet, was einer konservativen Vorgehensweise entspricht, da somit eine Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren für die Prognose entsteht.

Für die Berechnungen werden 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.



0 125 250
Meter

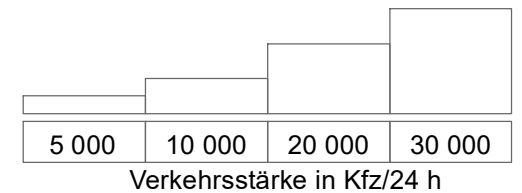
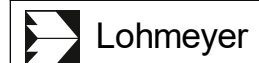


Abb. 4.2 NT2_10312-22-01

Planfall 2027 (TG mit zwei UG)
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_{Mo-So} in Kfz pro Tag/SV >3.5 t in Kfz
pro Tag/LBus in Kfz pro Tag



Des Weiteren wurden die Linienbusse berücksichtigt. Sie wurden sowohl den mittleren Verkehrsstärken (DTV) als auch den Schwerverkehrszahlen mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zul. GG) größer 3.5 t hinzugerechnet.

Geplante Tiefgarage

Die geplante Tiefgarage (TG) befindet sich unterhalb des EichplatzAreal. Die Zufahrt und die Ausfahrt erfolgen von der Kollegiengasse her. Die Tiefgarage wird in die Baufelder A und B unterteilt. Im Baufeld A sind 175 Stellplätze vorgesehen, die sich in 9 Stellplätze im Südteil und 83 Stellplätze im Nordteil der Tiefgarage im 1. Untergeschoss und 13 Stellplätze im Südteil und 70 Stellplätze im Nordteil des 2. Untergeschosses aufteilen. In der Tiefgarage unterhalb des Baufeldes B sind 150 Stellplätze geplant. Da beide Tiefgaragen die gleiche Zu- und Ausfahrt benutzen, wird die Tiefgarage des Baufeldes A auf einem Teilstück gemeinsam durchfahren.

Auf Grundlage des Verkehrsgutachtens (STRABAG Real Estate GmbH, 2023b) werden 473 Kfz/24h, die in die TG im Baufeld A und ein 288 Kfz/24, die in die TG im Baufeld B ein- und ausfahren, angesetzt.

Folgende Festlegungen wurden für die Berechnung getroffen:

- Es wird auf Grund der Tatsache, dass die Stellplätze zu mindestens in dem 2. Untergeschoss der TG unter Baufeld A fest vermietet werden, davon ausgegangen, dass eine direkte Zufahrt zu den Stellplätzen erfolgt und Suchverkehre entfallen. Auch im 1. Untergeschoß sind fast 2/3 der Stellplätze fest vermietet, sodass auch hier keine Suchverkehre erfolgen.
- Anhand der Verteilung der Stellplätze bezogen auf die Gesamtanzahl, der in die TG (1. UG und 2. UG) unter Baufeld A einfahrenden Fahrzeuge, wurde eine mittlere Fahrstrecke für die im Nordteil parkenden Fahrzeuge von 10 m für die Durchfahrt des Südteiles der TG sowie weiter von 56 m für je Ein- und Ausfahrt ausgehend von dem Beginn des Nordteiles bis zum Stellplatz und für die parkenden Fahrzeuge im Südteil von 30 m angesetzt.
- Für die in die TG unter Baufeld B einfahrenden Fahrzeuge wird zu einem eine Fahrstrecke von 15 m zwischen der TG Schranke und der Schranke zwischen den beiden Baufeldern A und B sowie eine mittlere Fahrstrecke innerhalb der TG von 110 m für

jeweils Ein- und Ausfahrt angesetzt. Es handelt sich dabei um eine konservative Annahme, da noch keine Planungen vorliegen.

- Der eigentliche Einparkvorgang wird mit einer zusätzlichen Wegelänge von 10 m berücksichtigt.
- Die einparkenden Fahrzeuge in das 2. UG der Tiefgarage durchfahren auf einer mittleren Länge von 46 m den Südteil des 1. UG.
- Die Fahrwege auf den Rampen zwischen der Einfahrt in die Tiefgarage und der Schranke werden sowohl beim Ein- als auch beim Ausfahren der tiefer liegenden Tiefgarage zugeordnet und entsprechend den Bauplänen mit einer Längsneigung von 7.5 % auf einem 7 m langen Teil am Rampenbeginn und -ende bzw. 15 % auf dem 26 m langen mittleren Rampenteil angenommen. Die Rampe zwischen 1. UG und 2. UG weist eine Länge von 24 m auf, während eine Längsneigung von 7.5 % auf einer Länge von 7 m langen Teil und von 15 % auf 17 m angenommen werden.

Damit ergeben die sich in **Tab. 4.1.** aufgeführten Fahrtanzahlen und Wegstrecken.

4.3 Bebauungssituation

Für die Gebäude wurden digitale Gebäudedaten von der Stadtverwaltung Jena (2020) zur Verfügung gestellt. Diese wurden durch die Planungen des EichplatzAreal ergänzt. Für das Baufeld A liegen konkrete Planungen vor (Stand 2023-01-20), während bei dem Baufeld B noch Planungsänderungen möglich sind (Stand 2021-06-10). Bei den geplanten Dachaufbauten wurden die gesamte angegebene Fläche berücksichtigt. Gegebenenfalls können diese Flächen auch geringer ausfallen. Dachflächen für optionale Photovoltaikanlagen werden nicht berücksichtigt, da diese durchströmt werden können.

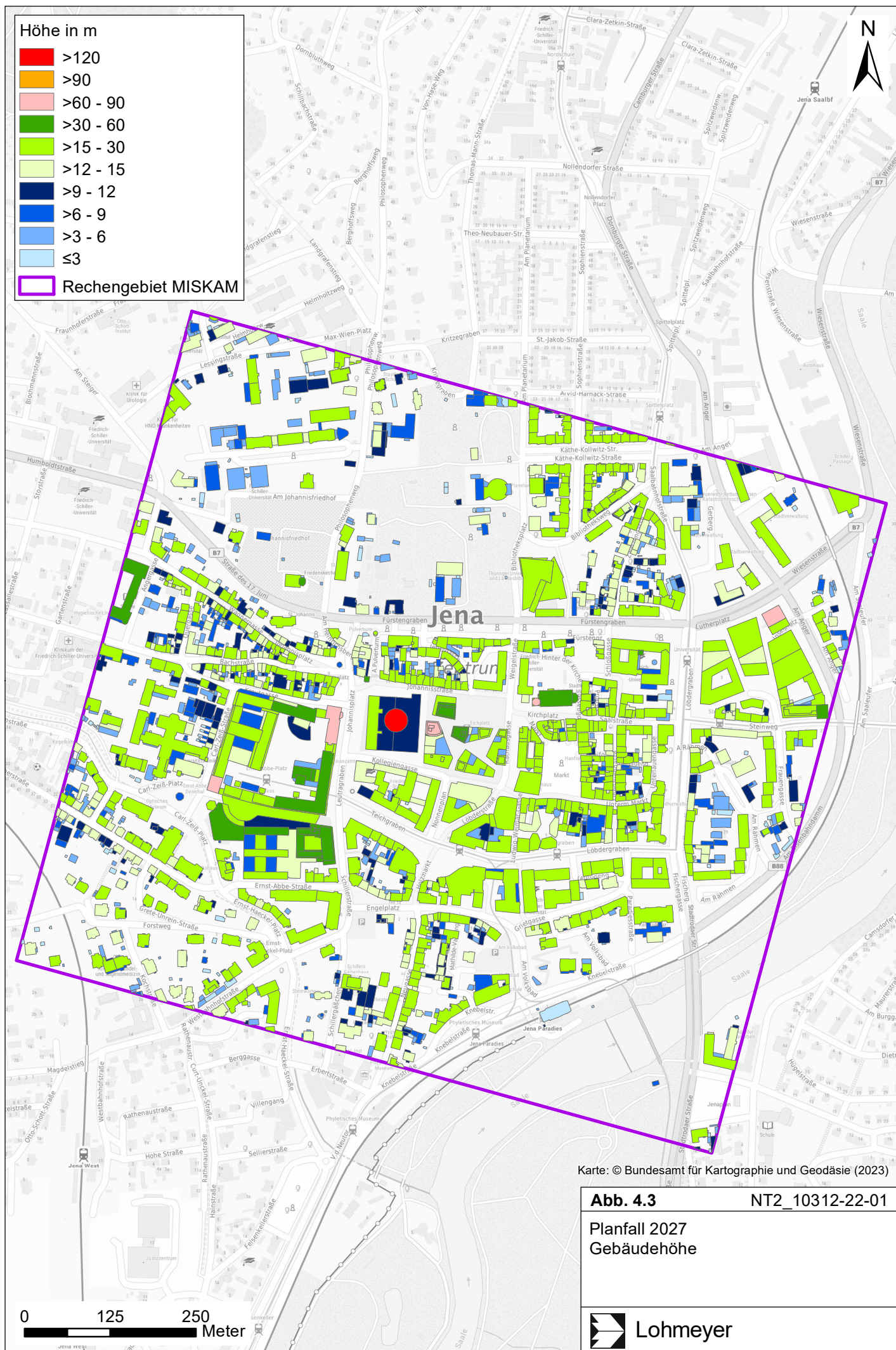
Die verwendeten Gebäudedaten sind für den Planfall in **Abb. 4.3** dargestellt.

Des Weiteren werden die lichten Höhen der Kollonaden an den Gebäuden A, B und C-w im Baufeld A berücksichtigt.

Für die Tiefgarage mit zwei Untergeschossen ist eine mechanische Entlüftung vorgesehen, die bei einem CO-Schwellenwert zwischen 50 ppm und 100 ppm eingeschaltet wird. Des Weiteren sind Jet-Ventilatoren zur Verdünnung der Luft in der Tiefgarage vorhanden, die arbeiten, falls die Zwangsentlüftung nicht eingeschaltet ist (Zimmermann und Becker – Ingenieurgesellschaft für TGA, 2022).

Wegzweck	Fahrt- anzahl	Einfahrt in m		Ausfahrt in m		Weglänge gesamt in m/Tag	
		Ebene	Rampe	Ebene	Rampe	Ebene	Rampe
TG Baufeld (A+B) bis Schranke	761		33		33		50 226
TG A Südteil Parker 1. UG	25	40		30		1 750	
TG Südteil (Durchfahren nach TG A Nord) 1. UG	226	10		10		4 520	
TG A Südteil (Durchfahren nach TG B) 1. UG	288	15		15		8 640	
TG A Nordteil Parker 1. UG	226	66		56		27 572	
TG A Südteil Durchfahren in 2. UG	222	46		46		20 424	
TG A Rampe Durchfahren in 2. UG	222		24		24		10 656
TG A Südteil Parker 2. UG	35	40		30		2 450	
TG A Südteil (Durchfahren nach TG A Nord) 2. UG	187	10		10		3 740	
TG A Nordteil Parker 2. UG	187	66		56		22 814	
TG B Parker	288	120		110		66 240	

Tab. 4.1 Fahrtanzahlen und Wegstrecke nach Wegezweck für die Tiefgarage mit zwei Untergeschossen



Im Erdgeschoß des Gebäudes werden entsprechend den Planungen (Zimmermann und Becker - Ingenieurgesellschaft für TGA, 2022) die befindlichen Lichtschächte berücksichtigt. Außerdem wurde berücksichtigt, dass das Rolltorgitter am Eingang der Tiefgarage sowie das Rolltor zwischen der Nord- und Südgarage (STRABAG Real Estate GmbH, 2022d) in den Hauptgeschäftszeiten (8.00-18.00 Uhr) geöffnet ist. Über die Öffnungen in Form von Lichtschächten (B1, AN4, C und AS1 und AS2) und das Rolltor erfolgt die Entlüftung der Emissionen der Tiefgarage Nord und Süd für beide Untergeschosse. In der **Abb. 4.4** ist deren Lage dargestellt.

Im Erdgeschoß des Gebäudes der Parzelle A im Baufeld A befindet sich eine Entlüftung. Diese erfolgt über eine Lamellentür, die die Größe von 2 m x 3 m hat. Über dieses werden die Emissionen der Tiefgarage der mechanischen Entlüftung emittiert. Diese schaltet sich bei Überschreitung des CO-Schwellwertes von 50 ppm ein. Für die Emissionen der Tiefgarage des Baufeldes B wurde eine Lüftung in 1.5 m über Oberkante des Daches auf das 15.5 m hohe Gebäude der Parzelle D im Baufeld B angesetzt. Hierfür liegen noch keine Planungen eines Lüftungskonzeptes vor.

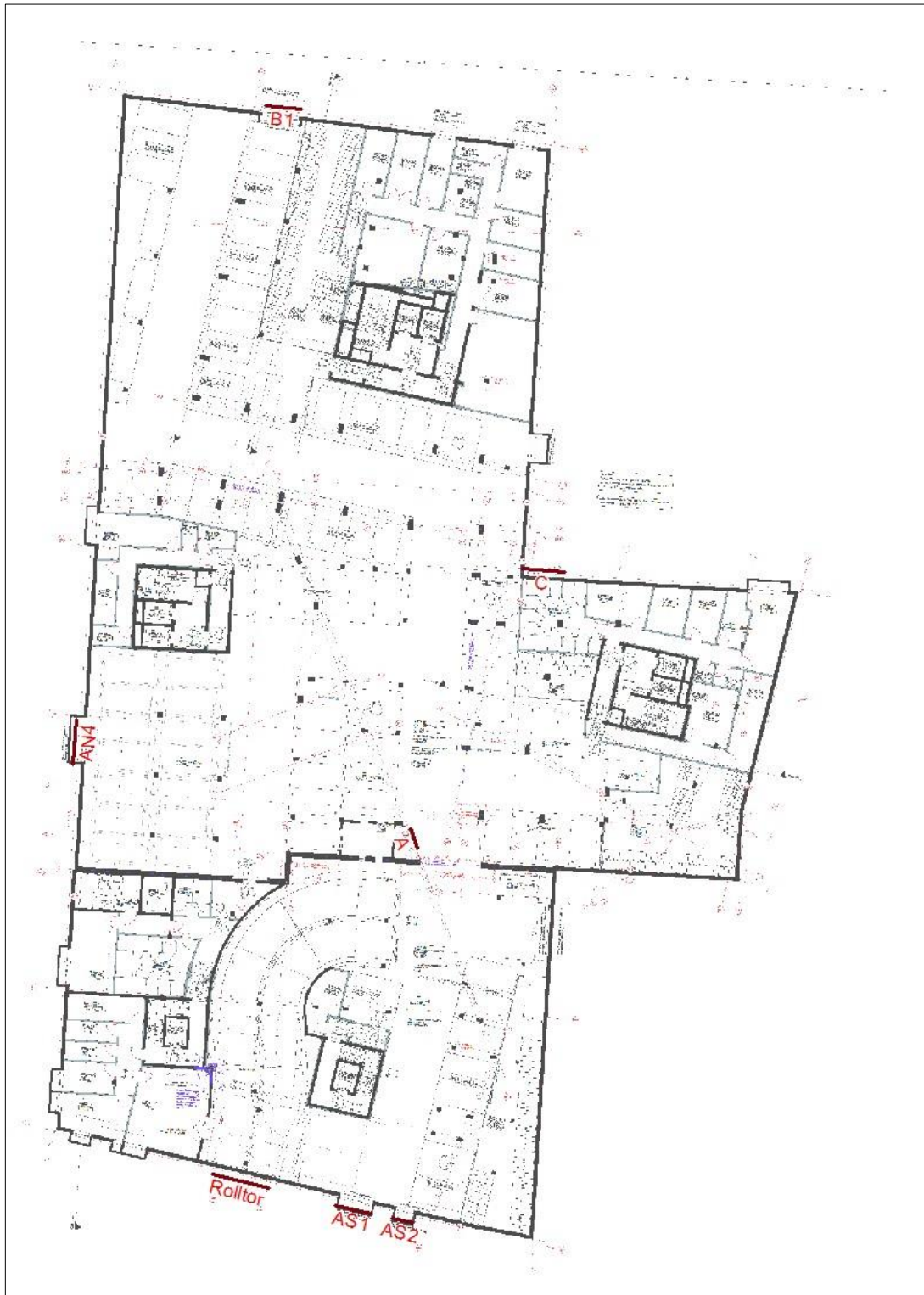


Abb. 4.4: Entlüftungsöffnungen der Tiefgarage im Erdgeschoss (Lichtschächte und Rolltor, rote Farbe) Quelle: STRABAG Real Estate GmbH (2022c, d und 2023c, d); Zimmermann und Becker – Ingenieurgesellschaft für TGA (2022) Meteorologische Daten

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 den Bereich innerhalb des Untersuchungsgebietes stehen keine meteorologischen Daten aus dem hauptamtlichen Stationsnetz des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung. In direkter Umgebung liegen Winddaten des Deutschen Wetterdienstes für die Station Jena Sternwarte vor. Die Station ist ca. 0.4 km südlich vom Untersuchungsgebiet gelegen.

Die Windmessung erfolgt dort in 15 m Höhe über Grund. Die häufigsten Windrichtungen liegen bei Süd bis Südwest. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 1.9 m/s. Die gemessenen Windverhältnisse werden sowohl von den topographischen Gegebenheiten (Saaletal) als auch in abgeschwächter Form von der umliegenden städtischen Bebauung beeinflusst. Vorliegende regionale Windsysteme (z. B. Thüringer Ausgleichsströmung) sind in den Messdaten enthalten. Deutlich erkennbar ist eine Kanalisierung der Winde entsprechend der Ausrichtung des Saaletales in Richtung Südwest-Nordost. Ein Nebenmaximum tritt bei nordwestlichen Richtungen auf. Hier macht sich der Einfluss des Mühltales bemerkbar.

Die Daten stammen aus den Jahren 1992-1998. Neuere Windmessdaten werden für diese Station nicht mehr vom DWD angeboten. Eine starke Veränderung der mittleren Windverhältnisse bis heute ist jedoch im Untersuchungsgebiet nicht zu erwarten. Deshalb wurde die Modellierung mit diesen Daten durchgeführt. Dies führt zu genaueren Ergebnissen als die Übertragung von zeitlich aktuellen Daten an umliegenden Messstationen auf das Untersuchungsgebiet.

Die Landnutzungsunterschiede zwischen der Messstation und dem Untersuchungsgebiet wirken sich auf die Windgeschwindigkeit aus. Aufgrund der aerodynamischen Rauigkeit im Untersuchungsgebiet werden die mittleren Windverhältnisse für den Standort angepasst.

Für die Ausbreitungsrechnungen verwendete Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik der Station Jena Sternwarte ist in **Abb. 4.5** dargestellt.

Zusätzlich zur Wind- und Ausbreitungsstatistik existieren für die genannte Station auch Angaben zur mittleren Lufttemperatur. Für die 10-jährige Temperaturzeitreihe (2012-2021) werden dort im Mittel 10.2°C gemessen. Die Temperatur wird für die Emissionsberechnung benötigt (s. u.).

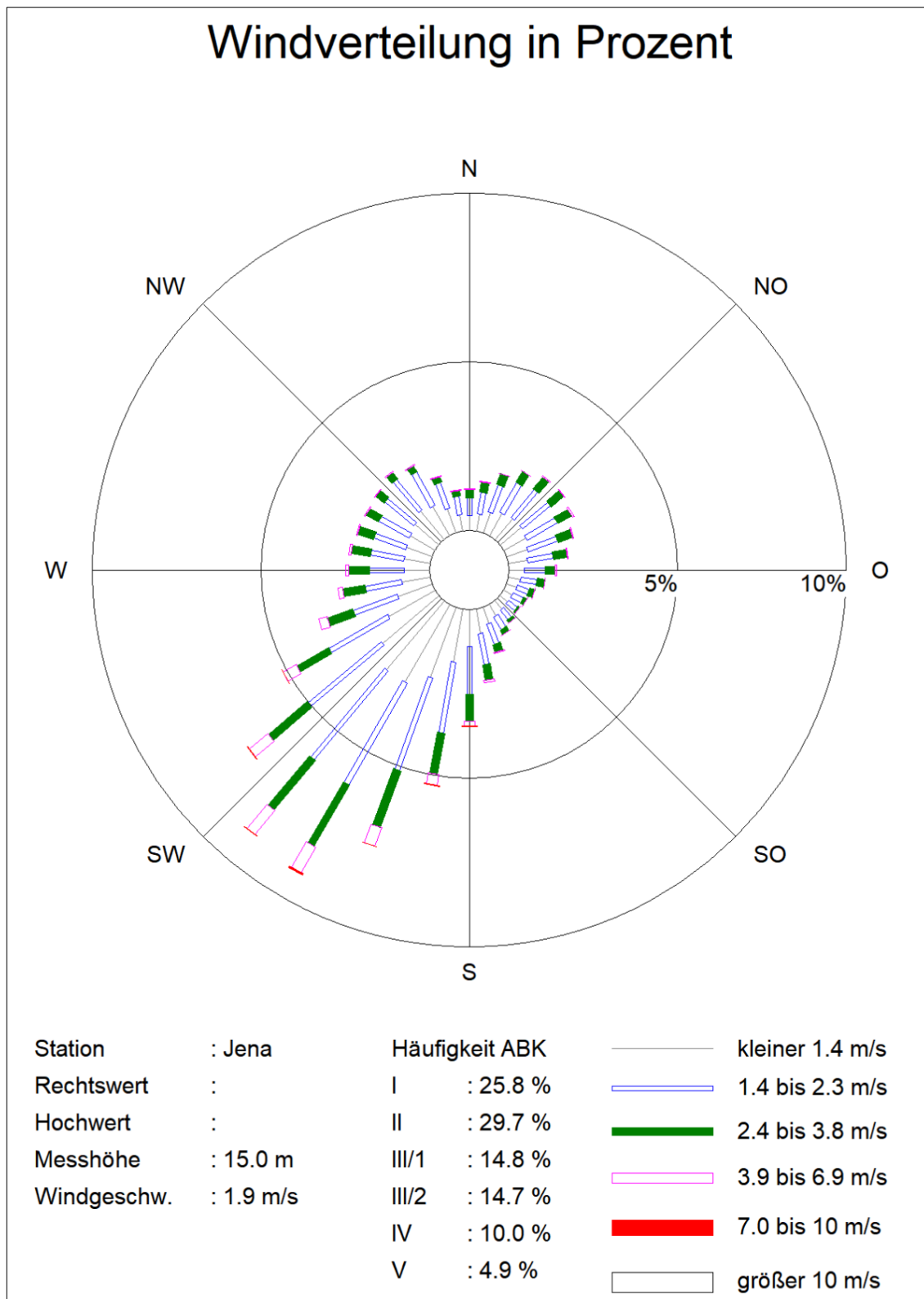


Abb. 4.5: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Station Jena 1992-1998
Quelle: DWD, eigene Darstellung

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.

Stickoxide unterliegen auf dem Ausbreitungspfad chemischen Umwandlungsprozessen. Die Berechnung der NO₂-Schadstoffbelastung erfolgt deshalb mit Hilfe eines Chemiemodells (siehe Anhang A2), welche als zusätzliche Hintergrundbelastungen NO_x und O₃ benötigt.

Im Untersuchungsgebiet sind aktuell keine Messstellen im Thüringer-Immissions-Messnetz vorhanden. Zur Bestimmung der Schadstoffhintergrundbelastung standen aber Werte der nächstgelegenen Messstationen aus dem Luftüberwachungssystem für NO₂, PM10 und PM2.5 zur Verfügung. Für die Berechnung der NO₂-Gesamtbelastung werden zusätzlich die Ozonkonzentrationen (O₃) berücksichtigt.

Das Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz betreibt das Thüringer Landesmessnetz. In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden. Die Entfernungen und Richtungen zum Untersuchungsgebiet sowie die Klassifizierungen, dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen, sind in **Tab. 4.2** aufgelistet. Die vorliegenden Daten und Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.3** aufgeführt.

Stationsname	Umgebung	Stationstyp	Entfernung, ca. in km	Richtung
Jena, Dammstraße	städtisch	Hintergrund	1	NO
Hummelshain	ländlich	Hintergrund	16	SSO
Erfurt, Krämpferstraße 25	städtisch	Hintergrund	39	NW

Tab. 4.2: Klassifizierung von Messstationen des Luftgüte-Messnetzes und deren Lage zum Untersuchungsgebiet

Schadstoff-komponente	Zeit-raum	Jena-Dammstraße	Hummelshain	Erfurt-Krämpferstraße
NO ₂ Jahresmittel	2018	16	7	19
	2019	15	4	17
	2020	13	4	16
	2021	14	4	15
	2022	13	4	15
PM10 Jahres-mittel	2018	18	13	19
	2019	14	10	14
	2020	13	12	14
	2021	13	10	14
	2022	15	11	14
PM10-Über-schreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³)	2018	5	4	7
	2019	1	1	1
	2020	1	0	0
	2021	2	1	5
	2022	1	0	1
PM2.5 Jahresmittel	2018	-	10	12
	2019	-	7	9
	2020	-	9	8
	2021	-	7	9
	2022	9	7	8
O ₃ Jahresmittel	2018	47	57	48
	2019	49	58	50
	2020	47	55	50
	2021	44	49	47
	2022	48	56	54

Tab. 4.3: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Stationen in der Umgebung des Inselplatzes (TLUBN, 2018-2021; UBA, 2023; PIKOBATES GmbH, 2023)

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. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktionen verzichtet. Damit fallen bei einem möglichen Absinken der Hintergrundbelastung die Berechnungsergebnisse konservativ aus.

Aus den Messwerten, den Lagen und den Klassifizierungen der Messstationen werden die in **Tab. 4.4** dargestellten Werte für das Bezugsjahr 2022 abgeleitet und ebenfalls unverändert für das Prognosejahr 2027 herangezogen.

Schadstoff	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	15
NO _x	22
O ₃	49
PM10	16
PM2.5	10

Tab. 4.4: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Prognosejahr 2027

4.5 Vegetation

Im Untersuchungsgebiet befinden sich derzeit um den Eichplatz herum, vor allem nordöstlich des Eichplatzes, in der Rathauspassage, Kollegiengasse und im Nonnenplan Baumbepflanzungen. In den Planungen für das EichplatzAreal sind der Erhalt sowie Neubepflanzungen vorgesehen. Diese Baumbepflanzungen führen zu einer Reduktion der Windgeschwindigkeit. Sie werden bei der Modellierung aus diesem Grund explizit berücksichtigt. Eine schematische Darstellung der bei der Modellierung berücksichtigten Vegetation ist in **Abb. 4.6** für den Planfall dargestellt.

Für die Planungen liegen noch keine Angaben zur Bepflanzung vor. Es wird für beide Betrachtungsfälle einheitlich von 10 m hohen Bäumen ausgegangen. Für die Bäume wurde ein Blattflächenindex von $3 \text{ m}^2/\text{m}^3$ angesetzt.

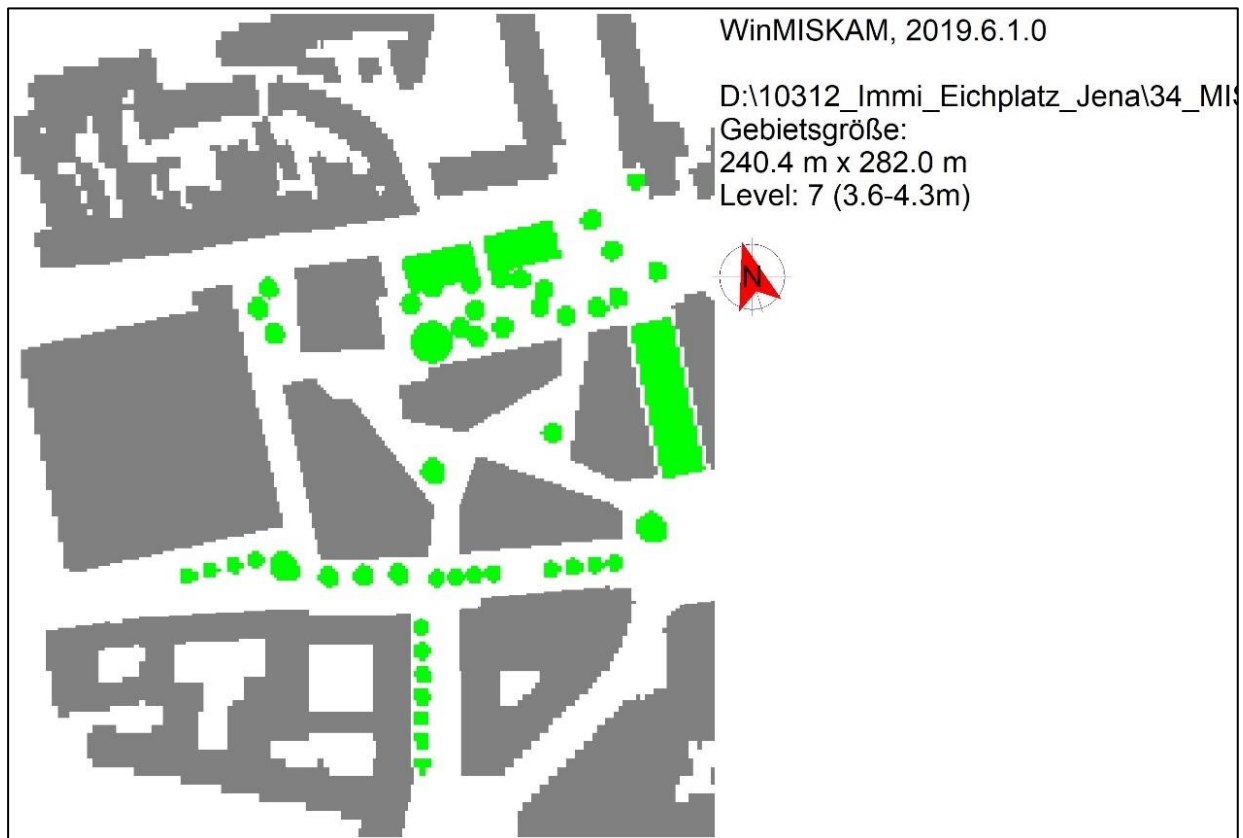


Abb. 4.6: Schematische Darstellung der bei der Strömungsmodellierung mit MISKAM berücksichtigten Baumbepflanzung (hellgrün gekennzeichnet) im Planfall

5 EMISSIONEN

5.1 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 (LNF) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2020) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM₁₀, PM_{2.5}) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020; Kfz-Emissionsbestimmung).

Aus fachlicher Sicht ist zu empfehlen, das Jahr der möglichen Fertigstellung der geplanten Bebauung (hier 2027) unter Berücksichtigung der übergebenen Verkehrsdaten zu untersuchen, da für zukünftige Jahre aus der Emissionsdatenbasis aufgrund fortschreitender Entwicklung der Kfz-Flotte geringere Emissionen ausgelesen werden. Mit solch einer Vorgehensweise wird bewirkt, dass die berechneten Immissionen für die Jahre ab der Inbetriebnahme nicht unterschätzt werden und eine mögliche, planungsbedingte Überschreitung von Beurteilungswerten nicht versehentlich unerkannt bleibt.

Im Folgenden wird der Planfall deshalb mit Planfall 2027 beschrieben. Dabei liegen aber dennoch die Verkehrszahlen des Prognosejahres 2030 zu Grunde.

5.2 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.

Die Berechnung der Emissionsfaktoren erfolgt unter Verwendung der bundesdeutschen Jahresmitteltemperatur, welche den örtlichen Verhältnissen sehr gut entspricht.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien Pkw, LNF, 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 entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israël et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgrößen kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit auch der PM10- und PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Der Kaltstarteinfluss von NO_x und Partikeln innerorts für Pkw und LNF wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

IOS-FernC50d	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-FernC50s	Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS30d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS30g	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, gesättigter Verkehr

IOS-HVS30s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS50d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-NS30t	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stau

5.3 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 4.2 enthalten und werden so verwendet.

Auf Grundlage der o. a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM10- und PM2.5-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in der **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

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

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in mg/km											
Verkehrssituation	Längsneigung	NO ₂ (direkt)		NO _x		Partikel PM10 (nur Abgas)		Partikel PM10 (nur Abrieb und Aufwirb.)		Partikel PM2.5 (nur Abgas)		Partikel PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirb.)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-FernC50d	±0 %	16	126	152	917	4.9	9.9	32	350	4.9	9.9	15	68
IOS-FernC50d	±2 %	16	150	156	1 031	4.9	10.1	32	350	4.9	10.1	15	68
IOS-FernC50s	±0 %	24	285	230	2 220	6.0	22.4	44	1 200	6.0	22.4	15	68
IOS-FernC50s	±2 %	25	299	234	2 326	6.0	22.4	44	1 200	6.0	22.4	15	68
IOS-HVS30d	±0 %	16	209	162	1 443	5.2	11.9	32	350	5.2	11.9	15	68
IOS-HVS30d	±2 %	17	164	166	1 133	5.3	12.4	32	350	5.3	12.4	15	68
IOS-HVS30d	±4 %	18	144	174	976	5.4	13.9	32	350	5.4	13.9	15	68
IOS-HVS30d	±6 %	20	146	193	978	5.5	15.4	32	350	5.5	15.4	15	68
IOS-HVS30g	±2 %	22	300	213	2 176	5.9	17.2	39	700	5.9	17.2	15	68
IOS-HVS30s	±0 %	27	381	255	2 970	6.5	25.5	44	1 200	6.5	25.5	15	68
IOS-HVS30s	±2 %	28	381	262	2 903	6.6	25.8	44	1 200	6.6	25.8	15	68
IOS-HVS30s	±4 %	29	391	272	2 862	6.6	26.5	44	1 200	6.6	26.5	15	68
IOS-HVS30s	±6 %	31	346	289	2 549	6.8	27.5	44	1 200	6.8	27.5	15	68
IOS-HVS50d	±0 %	20	141	192	1 040	5.3	10.7	32	355	5.3	10.7	15	68
IOS-HVS50d	±2 %	21	158	200	1 080	5.4	10.9	32	355	5.4	10.9	15	68
IOS-HVS50d	±4 %	23	146	216	976	5.5	11.5	32	355	5.5	11.5	15	68
IOS-HVS50d	±6 %	26	139	246	938	5.9	12.8	32	355	5.9	12.8	15	68
IOS-HVS50s	±0 %	26	286	246	2 244	6.2	22.4	44	1 200	6.2	22.4	15	68
IOS-HVS50s	±2 %	26	291	250	2 259	6.2	22.4	44	1 200	6.2	22.4	15	68
IOS-HVS50s	±4 %	28	300	262	2 273	6.3	22.9	44	1 200	6.3	22.9	15	68
IOS-HVS50s	±6 %	30	325	283	2 354	6.5	23.5	44	1 200	6.5	23.5	15	68
IOS-NS30t	±0 %	41	711	390	5 121	8.2	40.0	44	1 200	8.2	40.0	15	68

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2027

5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x , 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.

Die Verkehrssituationen sind für den Planfall (TG mit 2 UG) in **Abb. 5.1** aufgezeigt. Die darin verwendeten Signaturen setzen sich ausfolgenden Eigenschaften zusammen: eigentliche Verkehrssituation (Fahrmuster, siehe Abschnitt 5.2) und Längsneigung. Die Verkehrssituation wird durch die Farbe der Signatur wiedergegeben und die Strichstärke zeigt die Längsneigung an.

Demzufolge bedeutet eine fett gezeichnete, rosafarbene Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1**) eine Verkehrssituation IOS-HVS50 mit dichtem Verkehr und einer Längsneigung $>0\%$.

Zusätzlich werden Stauanteile dargestellt, welche im Nahbereich von Kreuzungen bzw. Lichtsignalanlagen den gestörten Verkehrsfluss gesondert berücksichtigen. Dort wird anteilig ein Stop&Go-Verkehr auf die tägliche Fahrleistung angesetzt. Dieser stellt den Anteil der jeweiligen Stau-Verkehrssituation (z. B. IOS-HVS50s) zur verwendeten regulären Verkehrssituationen (IOS-HVS50d) in **Tab. 5.1** dar.

Hinweis: Die im HBEFA aufgeführten Verkehrssituationen repräsentieren lange Straßenabschnitte, worin die Beschleunigungsvorgänge, z. B. beim Anfahren an Lichtsignalanlagen, nur einen geringen Anteil besitzen. Kreuzungsbereiche können innerhalb der Kategorie „Hauptverkehrsstraße“ durch das HBEFA nicht direkt abgebildet werden. Die dort ausgewiesenen Stauanteile stellen eine Rechengröße zur bestmöglichen Bestimmung der lokalen Emissionen dar. Sie müssen deshalb nicht zwangsläufig realen Stauhäufigkeiten entsprechen.

Die **Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt der Kollegiengasse die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten. Darüber hinaus sind die Emissionsdichten von NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ für das Straßennetz jedes Berechnungsfalls, z. T. nach Fahrtrichtung getrennt, im Anhang A3 dargestellt.

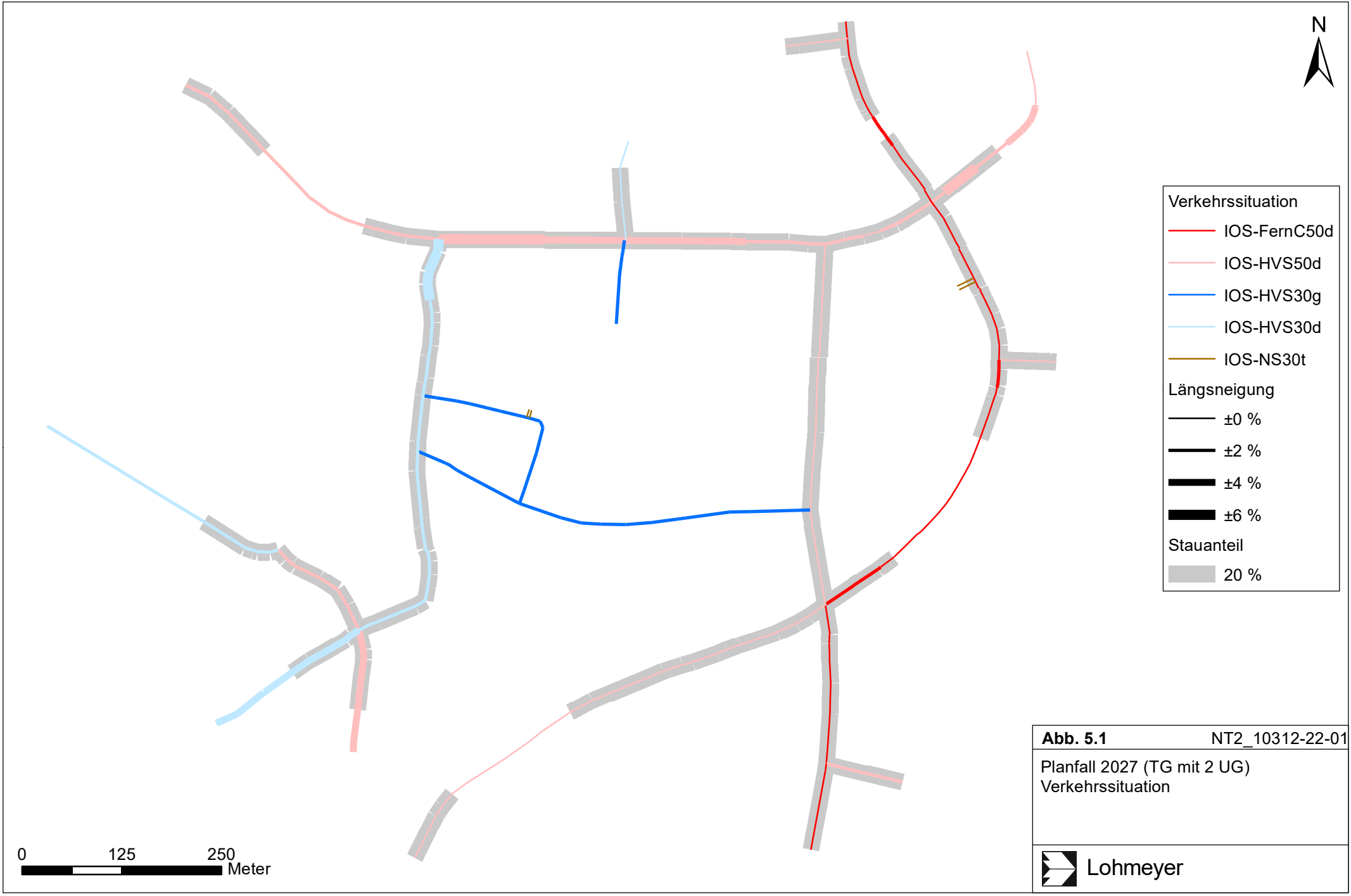


Abb. 5.1 NT2_10312-22-01

Planfall 2027 (TG mit 2 UG)
Verkehrssituation



DTV in Kfz/24 h	SV-Anteil in %	Verkehrssituation	Längsneigung	NO ₂ , direkt in mg/(m s)	NO _x in mg/(m s)	PM10 in mg/(m s)	PM2.5 in mg/(m s)
Planfall (TG mit 2 UG) 2027							
2 330	9.4	IOS-HVS30g	±2 %	0.00124	0.01044	0.00292	0.000734

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der Kollegiengasse

5.5 Emissionen in der Tiefgarage „EichplatzAreal“

Bei der Berechnung der Emissionen in der Tiefgarage „EichplatzAreal“ wurde angenommen, dass die Tiefgarage ausschließlich von PKW genutzt wird. Die dafür verwendeten Emissionsfaktoren sind entsprechend HBEFA 4.2 für die bundesdeutsche Durchschnittsflotte des Bezugsjahres 2027 unter Annahme der deutschen Jahresmitteltemperatur in **Tab. 5.3** dargestellt.

Schadstoffkomponente	Emissionsfaktor in g/km	
	Ebene	Rampe
NO _x	0.385	0.482
NO ₂ , direkt	0.038	0.048
PM2.5 _{Gesamt}	0.019	0.020
PM10 _{Gesamt}	0.049	0.050

Tab. 5.3: PKW-Emissionsfaktoren zur Berechnung der Parkhausemissionen (HBEFA 4.2, 2027, deutsche Jahresmitteltemperatur)

Zur emissionsseitigen Berücksichtigung der Streckenlängsneigung werden in HBEFA Emissionsfaktoren für Neigungen von max. 6 % ausgewiesen. Die Emissionsfaktoren beziehen sich dabei entweder nur auf Steigungen bzw. Gefälle (z. B. für Einbahnstraßen) oder auf den Mittelwert aus Steigung und Gefälle. Da in der Tiefgarage die Fahrtanzahlen Steigung/Gefälle gleich sind, wurden für die Rampen die mittleren Emissionsfaktoren verwendet. Allerdings sind die Tiefgaragenrampen mit 7.5 % bzw. 15 % steiler als die maximal in HBEFA enthaltenen Neigungen. Um dies emissionsseitig zu berücksichtigen, wurden die HBEFA-Emissionsfaktoren entsprechend extrapoliert.

In Kombination mit der Wegelänge ergeben sich die in **Tab. 5.4** dargestellten Emissionen pro Bereich und Tag.

Wegzweck	Weglänge gesamt in m/Tag		Emissionen in g/Bereich und Tag			
	Ebene	Rampe	NO _x	NO ₂ direkt	PM10 _{Gesamt}	PM2.5 _{Gesamt}
TG Baufeld (A+B) bis Schranke		50 226	24.21	2.43	2.49	0.98
TG A Südteil Parker 1. UG	1 750		0.67	0.07	0.09	0.03
TG Südteil (Durchfah- ren nach TG A Nord) 1. UG	4 520		1.74	0.17	0.22	0.08
TG A Südteil (Durch- fahren nach TG B) 1. UG	8 640		3.33	0.33	0.42	0.16
TG A Nordteil Parker 1. UG	27 572		10.62	1.06	1.34	0.52
TG A Südteil Durchfah- ren in 2. UG	20 424		7.86	0.78	0.99	0.38
TG A Rampe Durch- fahren in 2. UG		10 656	5.14	0.52	0.53	0.21
TG A Südteil Parker 2. UG	2 450		0.94	0.09	0.12	0.05
TG A Südteil (Durch- fahren nach TG A Nord) 2. UG	3 740		1.44	0.14	0.18	0.07
TG A Nordteil Parker 2. UG	22 814		8.78	0.88	1.11	0.43
TG B Parker	66 240		25.50	2.54	3.23	1.24

Tab. 5.4: Parkhausemissionen in g/Geschoss und Bereich

Die Emissionen der TG im Baufeld A werden für den Nord- und Südteil des UG 1 und UG 2 über Lichtschächte und das Rolltor verteilt. Für die Tiefgarage im Baufeld A ist eine mechanische Entlüftung vorgesehen, wobei die Lüftung über eine Lamellentür (Größe 2 m x 3 m) über das Erdgeschoss des Gebäude A zur Plangasse 3 emittiert. Da diese voraussichtlich nur in Spitzenstunden in Betrieb ist, werden nur 10 % der Emissionen der Tiefgarage des Baufeldes A angesetzt. Diese entsprechen einem Anteil von ca. 2h/24h. Die Emissionen des Nordteiles werden über Lichtschächte und Lamellenöffnungen verteilt. Die Emissionen der TG im Baufeld B werden über die Lüftung im Baufeld B emittiert.

6 IMMISSIONEN

Für das Untersuchungsgebiet ist eine flächendeckende Auskunft über die Immissionssituation in Bodennähe (in ca. 1.5 m Höhe) durch eine Vielzahl an Untersuchungspunkten gegeben. Die horizontale Auflösung der Immissionspunkte beträgt 1 m.

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (siehe Kapitel 5) der Betrachtungsjahre auf der Grundlage der jeweiligen Verkehrsstärken der berücksichtigten Straßen sowie der Emissionen der Tiefgarage für das Jahr 2027 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 NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} 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 wird der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Sofern in diese Stufen besondere Kennwerte fallen, werden diese dargestellt (z. B. beim NO₂-Jahresmittelwert der Grenzwert von 40 µg/m³).

Die flächenhaften Berechnungsergebnisse werden in Bodennähe (ca. 1.5 m).

6.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Gesamtbelastungen der NO₂-Jahresmittelwerte sind flächendeckend in **Abb. 6.1** für den Planfall (TG mit 2 UG) 2027 die Berechnungsergebnisse in 1.5 m Höhe dargestellt.

Aus den **Abb. 6.1** ist sehr gut ersichtlich, dass auf den Straßen bzw. im Kreuzungsbereich die höheren NO₂-Jahresmittelwerte berechnet werden. Die Berechnungsergebnisse für den Planfall (TG mit 2 UG) 2027 zeigen, dass unmittelbar am Rolltor in der Einfahrt zur Tiefgarage an einem Punkt Überschreitungen des geltenden Grenzwertes für den NO₂-Jahresmittelwert berechnet werden. Dort befindet sich unmittelbar die Emissionsquelle, in der ein NO₂-Jahresmittelwert von 41 µg/m³ prognostiziert wird. Dieses ist jedoch nicht beurteilungsrelevant, da im Bereich der Einfahrt- und Ausfahrt kein dauerhafter Aufenthalt erfolgt. An der Fassade des Gebäudekomplexes des Baufeldes A (Höhe Lüftungsöffnungen) werden punktuell 40 µg/m³ prognostiziert, die somit alle den geltenden Grenzwert von 40 µg/m³ nicht überschreiten. Außerhalb der bereits genannten Bereiche werden die höchsten NO₂-Jahresmittelwerte am Nonnenplan und in der Kollegiengasse im Straßenraum zwischen 26 µg/m³ und 30 µg/m³ berechnet.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen.

Die Berechnungsergebnisse für den Planfall (TG mit 2 UG) 2027 in 1.5 m Höhe (**Abb. 6.1**) zeigen, dass auf Grund der veränderten Bebauungssituation NO₂-Jahresmittelwerte an den Gebäudefassaden im Nonnenplan zwischen 20 µg/m³ und 25 µg/m³ und an der Kollegiengasse (südliche Straßenseite) zwischen 19 µg/m³ und 20 µg/m³ prognostiziert werden. Die Immissionen an den Lüftungsöffnungen im Bereich der Kollegiengasse liegen zwischen 26 µg/m³ und 40 µg/m³ und an den anderen Lüftungsöffnungen am EichplatzAreal an den Gebäudefassaden bei 21 µg/m³ und 25 µg/m³. Sie klingen jedoch schnell ab, so dass in der Nähe der Lüftungsöffnungen am EichplatzAreal die NO₂-Jahresmittelwerte zwischen 17 µg/m³ und 20 µg/m³ betragen, die damit maximal 5 µg/m³ über der angesetzten Hintergrundbelastung von 15 µg/m³ liegen.

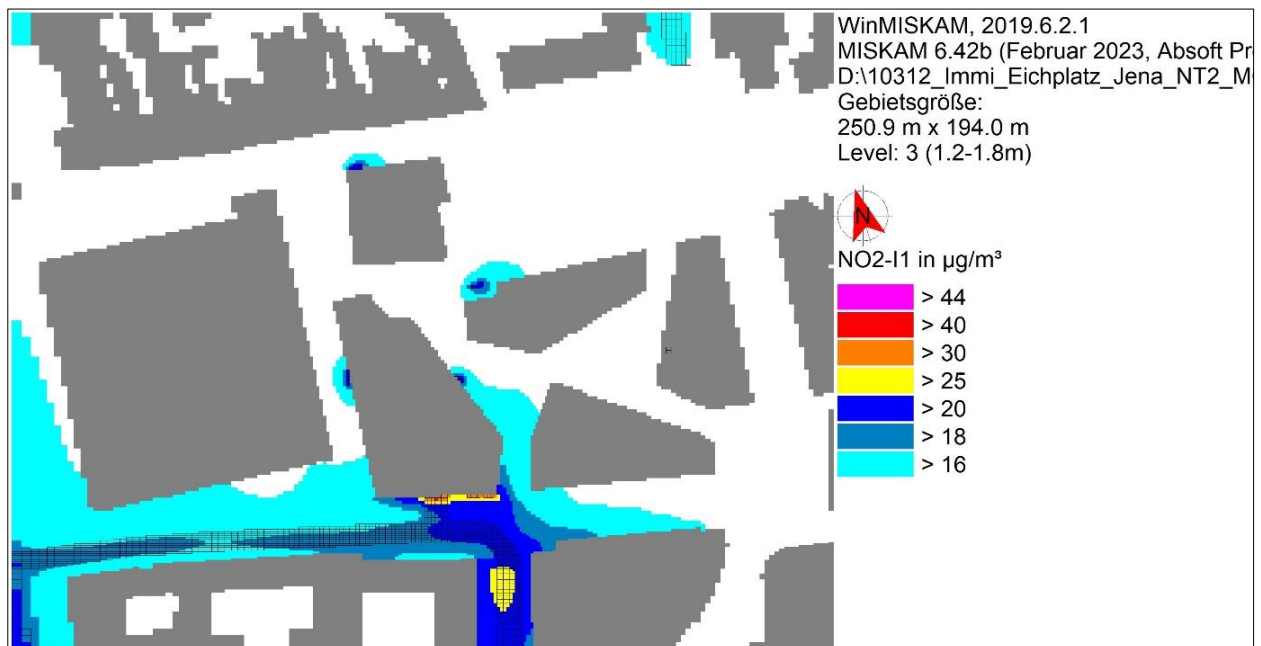


Abb. 6.1: NO₂-Jahresmittelwert im Planfall (TG mit 2 UG) 2027 im Untersuchungsgebiet in 1.5 m Höhe

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird den Berechnungsergebnissen zu Folge im Planfall (TG mit 2 UG) 2027 in Betrachtungsgebiet an der nächstgelegenen Bebauung nicht überschritten.

Die NO₂-Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** an der Bebauung als leicht erhöhte bis hohe Konzentrationen einzustufen.

Eine 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 40 µg/m³ nicht zu erwarten.

6.2 Feinstaub (PM₁₀)

Einen Überblick über die flächendeckenden PM₁₀-Jahresmittelwerte ist der **Abb. 6.2** zu entnehmen.

Die Berechnungsergebnisse für den Planfall (TG mit 2 UG) 2027 zeigen, dass keine Überschreitungen des geltenden Grenzwertes für den PM₁₀-Jahresmittelwert berechnet werden. Aus der **Abb. 6.2** ist sehr gut ersichtlich, dass auf den Straßen bzw. im Kreuzungsbereich die höheren PM₁₀-Jahresmittelwerte berechnet werden, die aber unterhalb von 40 µg/m³ liegen.

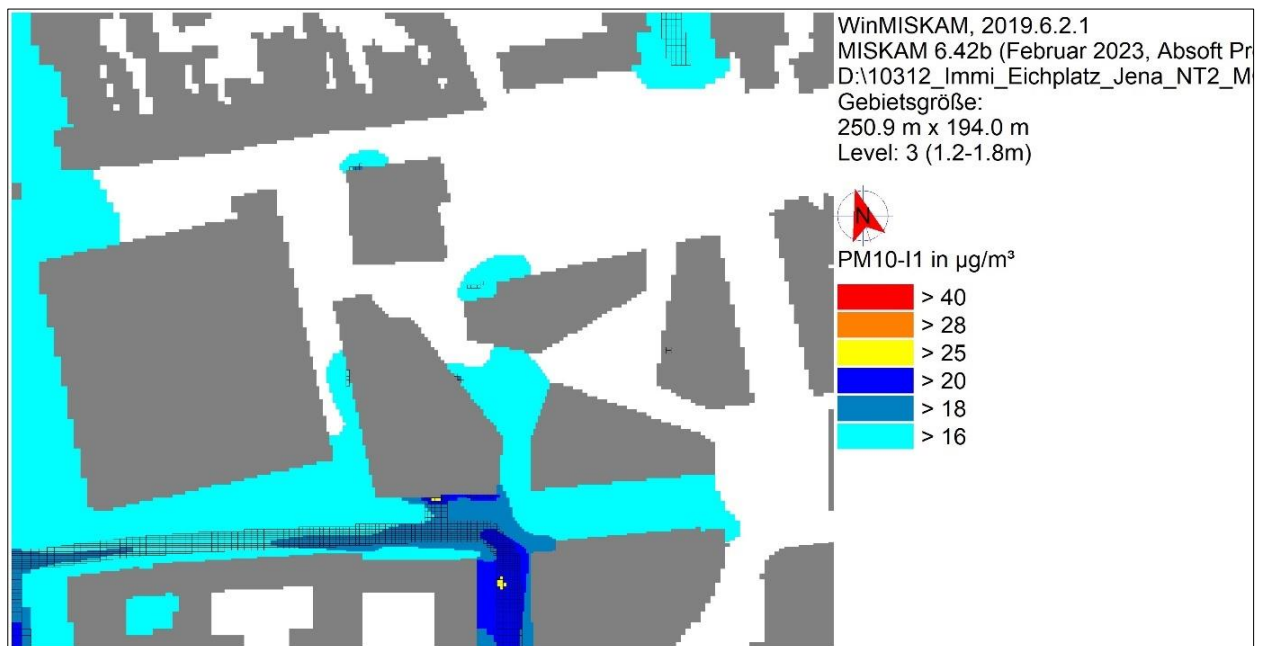


Abb. 6.2: PM10-Jahresmittelwert im Planfall (TG mit 2 UG) 2027 im Untersuchungsgebiet in 1.5 m Höhe

Im Planfall (TG mit 2 UG) 2027 werden die höchsten PM10-Jahresmittelwerte am Nonnenplan im Straßenraum zwischen 21 µg/m³ und 28 µg/m³ prognostiziert. Auch hier ist durch die Planungen des EichplatzAreal eine Veränderung der Ausbreitungsbedingungen gut erkennbar.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen.

Auch hier erfolgt durch die planungsbedingte Veränderung der Gebäudestruktur und damit durch die veränderten Durchströmungsverhältnisse eine Erhöhung der PM10-Jahresmittelwerte an der Bebauung im Nonnenplan, sodass dort PM10-Jahresmittelwerte zwischen 19 µg/m³ und 25 µg/m³ prognostiziert werden (**Abb. 6.2**). Im Bereich der Lüftungsöffnungen zur Kollegiengasse hin werden PM10-Jahresmittelwerte zwischen 21 µg/m³ und 28 µg/m³ an den Lüftungsöffnungen am EichplatzAreal sowie im EichplatzAreal PM10-Jahresmittelwerte von 17 µg/m³ bis 20 µg/m³ prognostiziert. Diese klingen im EichplatzAreal ab und erreichen PM10-Jahresmittelwerte zwischen 17 µg/m³ und 18 µg/m³, die damit dort maximal 2 µg/m³ über der angesetzten Hintergrundbelastung von 16 µg PM10/m³ liegen.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM₁₀-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ gemäß 39. BImSchV wird im Planfall (TG mit 2 UG) 2027 an der nächstgelegenen Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. Die berechneten PM₁₀-Jahresmittelwerte sind entsprechend der Einteilung aus **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentration zu bezeichnen.

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stundengrenzwert für Partikel (PM₁₀) von 50 µg/m³ 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/m³ (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).

Der strengere PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert von 35 Tagen größer 50 µg/m³ entsprechend der 39. BImSchV wird an umliegender sensibler Nutzung nicht überschritten, da maximal PM₁₀-Jahresmittelwerte von 28 µg/m³ berechnet werden, die unterhalb des Schwellenwertes liegen.

6.3 Feinstaub (PM_{2.5})

Die flächendeckenden PM_{2.5}-Jahresmittelwerte sind für den Planfall (TG mit 2 UG) 2027 in **Abb. 6.3** dargestellt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die maximalen PM_{2.5}-Jahresmittelwerte von 15 µg/m³ an den Lüftungsöffnungen in der Kollegiengasse und von 12 µg/m³ wiederum am Nonnenplan an der Bebauung prognostiziert werden (**Abb. 6.3**). Damit werden bei den PM_{2.5}-Jahresmittelwerten maximale Zusatzbelastungen von 2 µg/m³ (Hintergrundbelastung 2027: 10 µg/m³) berechnet.

Der seit dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM_{2.5}-Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ gemäß 39. BImSchV wird entsprechend den Immissionsberechnungen im Planfall (TG mit 2 UG) 2027 im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM_{2.5}-Immissionen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung als mittlere Konzentrationen einzustufen.

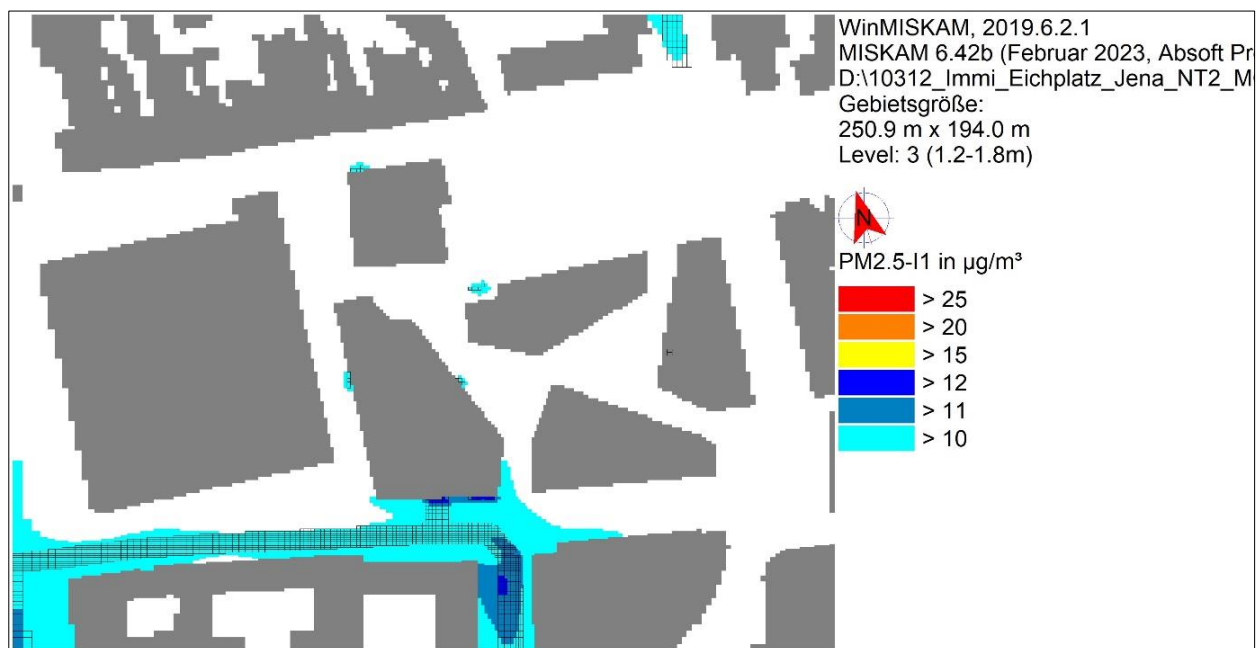


Abb. 6.3: PM2.5-Jahresmittelwert im Planfall (TG mit 2 UG) 2027 im Untersuchungsgebiet in 1.5 m Höhe

7 LITERATUR

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) 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.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, H. 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 (Düring, I., Bösing, R., Lohmeyer, A.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 125, ISBN 3-86509-307-8, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2023): http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf, bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzer, 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.
- Eichhorn, J. (2005): MISKAM Handbuch zu Version 5.01. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim.
- Eichhorn, J. (2014): MISKAM Handbuch zu Version 6.3. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim, April 2014.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bösing, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Buchmann, B. (2003): Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM₁₀ and PM_{2.5} 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.
- 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.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- 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.
- Lohmeyer (2017): Handbuch WinMiskam ab Version 2017.5.4. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Stand: 01.08.2017.
- Lohmeyer (2022): EichplatzAreal Baufeld A in Jena, Luftschadstoffgutachten. Lohmeyer GmbH, NL Dresden. Projekt 10312-22-01, Mai 2022. Gutachten im Auftrag von: ThINK Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz GmbH, Jena.
- 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.
- PIKobytes GmbH (2023): OPENSensorWEB-Preview - A PIKobytes PRODUCT. Datenabruf Internetlink https://opensensorweb.de/#/search?c=12.101720992342507%2C54.0925738429591&sid=UBA_LUFT%24DEMVO22%24O3-1SMW%2C&te=2016-01-01T03%3A00%3A00.000Z%2C2020-12-31T07%3A59%3A12.324Z&tz=B&v=sidebar&z=16.84052102669938 Hrsg.: PIKobytes GmbH, Dresden aufgerufen 08.03.2023 für Ozon für berücksichtigte Stationen in Thüringen für 2022
- Hintergrundbelastung Ozon für 2022.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlußbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- 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).
- Stadtverwaltung Jena, Dezernat 3 Stadtentwicklung und Umwelt, Fachdienst Mobilität, Team Verkehrsplanung (2022): Übergabe der Verkehrsdaten Stand 2022-04-28 und Tempolimit. E-Mail von Frau Gehre an Fr. Nitzsche vom 28.04.2022.
- Stadtverwaltung Jena, Dezernat 3 Stadtentwicklung und Umwelt, Fachdienst Mobilität (2021a): Übergabe der Verkehrsdaten Stand 2021-08-17 und Tempolimit. E-Mail von Frau Schmidt an Fr. Nitzsche vom 03.09.2021.
- Stadtverwaltung Jena, Dezernat 3 Stadtentwicklung und Umwelt, Fachdienst Mobilität, Team Verkehrsplanung (2021b): Übergabe der Verkehrsdaten und Tempolimit Stand 2021-09-13. E-Mail von Frau Gehre an Fr. Nitzsche vom 13.09.2021.
- Stadtverwaltung Jena, Dezernat Stadtentwicklung und Umwelt, Team Geoinformation (2020): Gebäudedaten für Projektbearbeitung. E-Mail von Fr. Kubatta an Fr. Geisler am 18.02.2020.

- STRABAG Real Estate GmbH (2022a): Übergabe der aktuellen Planungen für die Gebäude und Vegetation und Abstimmung. E-Mails zwischen Herrn Kroll und Frau Nitzsche vom 02.05.2022, 04.05.2022, 10.05.2022, 11.05.2022.
- STRABAG Real Estate GmbH (2022b): Übergabe der aktuellen Planungen für Baufeld B. E-Mails von Herrn Kroll an Frau Nitzsche (Stand 2021-06-08) vom 02.05.2022.
- STRABAG Real Estate GmbH (2022c): Angaben zu dem Lüftungskonzept für die Tiefgarage. E-Mails von Herrn Barthel an Frau Nitzsche vom 07.07.2022, enthält weitergeleitete Nachricht von Frau Jancke von Thomas Müller Ivan Reimann Gesellschaft von Architekten mbH.
- STRABAG Real Estate GmbH (2022d): Angaben zu dem Lüftungskonzept für die Tiefgarage. E-Mails von Herrn Kroll an Frau Nitzsche vom 14.07.2022.
- STRABAG Real Estate GmbH (2023a): Übergabe der aktuellen Planungen für die Gebäude mit Anpassung Gebäudeteil B im Baufeld A. E-Mails zwischen Herrn Kroll und Frau Nitzsche vom 14.02.2023
- STRABAG Real Estate GmbH (2023b): Übergabe der aktuellen Verkehrsuntersuchung Stand 2023-02-20 von LK-Argus GmbH, "Jena Eichplatz Baufeld A – Verkehrsuntersuchung zum B-Planverfahren". E-Mails von Herrn Kroll an Frau Nitzsche vom 01.03.2023.
- STRABAG Real Estate GmbH (2023c): Übergabe der aktuellen Planungen für die Tiefgaragenstellplätze bei Tiefgarage mit 2 Untergeschossen. E-Mails von Herrn Kroll an Frau Nitzsche vom 02.03.2023.
- STRABAG Real Estate GmbH (2023d): Angaben zur Lage der mech. Entlüftung der TG. E-Mails von Herrn Kroll an Frau Nitzsche vom 03.03.2023.
- Thomas Müller Ivan Reimann Architekten (2023): Übergabe der aktuellen Planungen der Gebäude und Tiefgarage E-Mail von Frau Kato vom 14.02.2023 an Fr. Nitzsche Downloadlink ,aufgerufen am 14.02.2023.
- TLUBN - Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (2018-2021): Jahrestabellen der Immissionswerte; http://www.tlug-jena.de/luftaktuell/ls_jahrdaten.php?size=-2&delta_id=10&datumz=2018, http://www.tlug-jena.de/luftaktuell/ls_jahrdaten.php?size=-2&delta_id=10&datumz=2019, http://www.tlug-jena.de/luftaktuell/ls_jahrdaten.php?size=-2&delta_id=10&datumz=2020, http://www.tlug-jena.de/luftaktuell/ls_jahrdaten.php?size=-2&delta_id=10&datumz=2021. Download 18.05.2022.
- TREMODO (2020): Transport Emission Model: „Aktualisierung der Modelle TREMOD/ TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)" / Berichtsteil „TREMODO". 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.
- UBA (2023): Hintergrundbelastung für 2022 abgerufen 08.03.2023
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftdaten/jahresbilanzen/eJxrWpScv9B4UWXqEiMDIwMAML8Fsw==> für Hintergrundbelastung NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} für berücksichtigte Stationen in Thüringen für 2022
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr". Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), Düsseldorf, Mai 2020.

VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie - Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017

Zimmermann und Becker – Ingenieurgesellschaft für TGA (2022): Angaben zu dem Lüftungskonzept für die Tiefgarage. E-Mails von Herrn Sigismund an Frau Nitzsche vom 14.07.2022.

ANHÄNGE

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 und 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, Kadmium, Nickel und

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

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen/Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (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 seit dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist.

A1.2 Vorsorgewerte

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

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen PM_{2.5}-Jahresmittelwert von 25 µg/m³ aus, der seit dem Jahr 2015 ein Grenzwert ist.

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 umgesetzt.

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.

A1.4 Schutz der Vegetation

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Stickstoffoxide (NO_x) von 30 µg/m³ im Jahresmittel. Dieser „kritische Wert“ ist ein auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse festgelegter Wert, dessen Überschreitung unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann. Die Erfassung und Anwendung ist für Bereiche vorbehalten, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind.

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2.1 MISKAM

Die Berechnungen erfolgen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM in Version 6.3 (Eichhorn, 2014). 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 so lange, bis das Strömungs- bzw. Konzentrationsfeld quasi stationär ist. Bei den Berechnungen wurden die Hinweise aus Eichhorn (2014) sowie der VDI-Richtlinie für prognostische Modelle (VDI 3783 Blatt 9, 2017) beachtet. Die Einhaltung des Kriteriums von VDI-RL 3783 Blatt 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.

A2.2 Fehlerdiskussion

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

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.

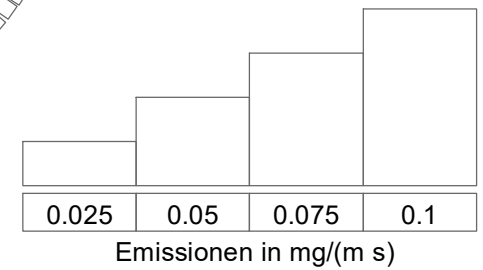
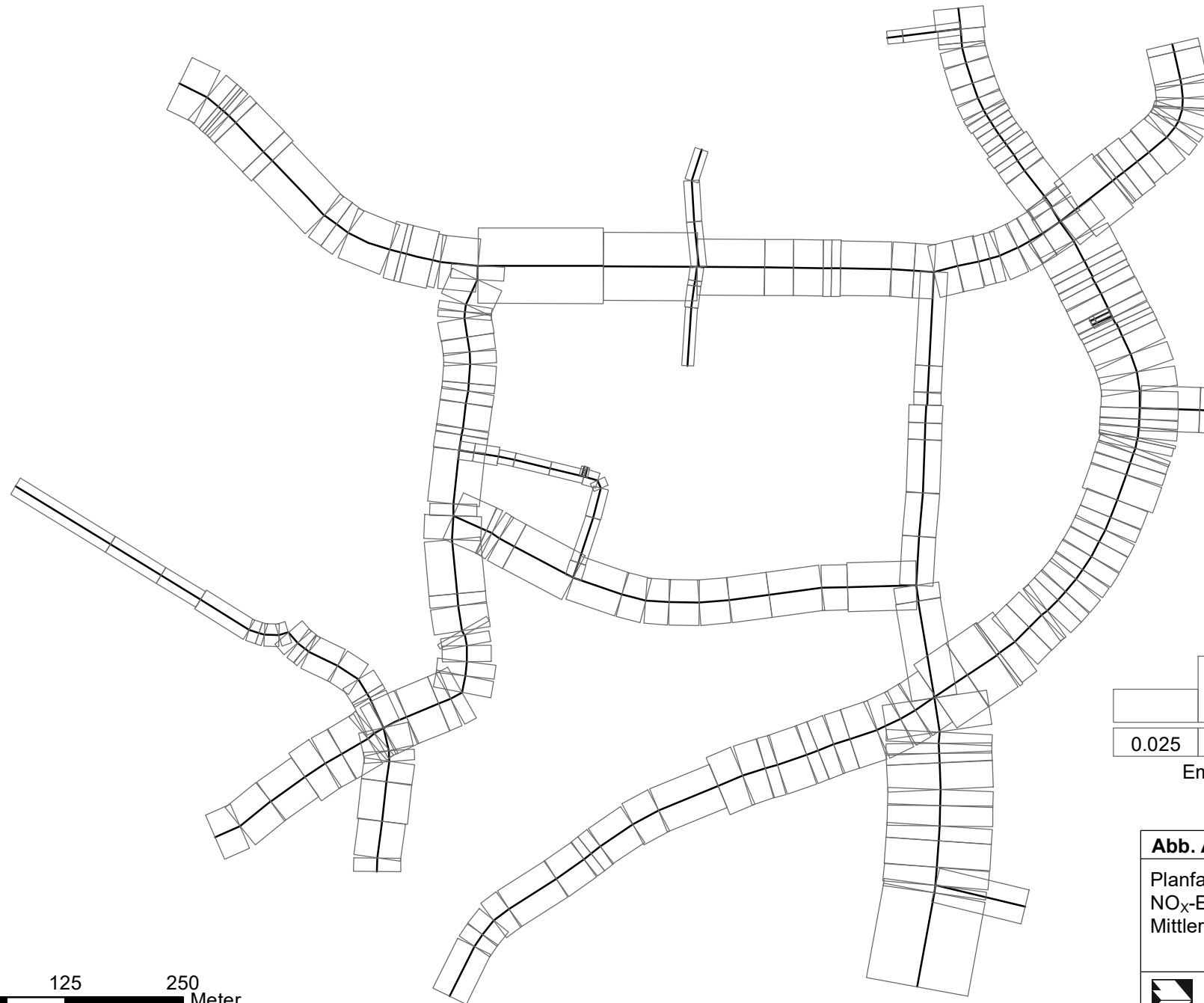
Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese 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-Rechnenergebnissen durch. Die Abweichungen zwischen Mess- und Rechenergebnissen lagen im Bereich von 10 %, wobei die Eingangsdaten im Fall der Göttinger Straße sehr genau bekannt waren. Bei größeren Unsicherheiten in den Eingangsdaten sind höhere Rechenunsicherheiten zu erwarten. Dieser Vergleich zwischen Mess- und Rechen-

ergebnissen dient der Validierung des Modells, wobei anzumerken ist, dass sowohl Messung als auch Rechnung fehlerbehaftet sind.

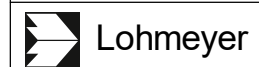
Hinzuzufügen ist, dass der Fehler der Emissionen sich direkt auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Hintergrundbelastung, d. h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtimmissionsbelastung geringer sind.

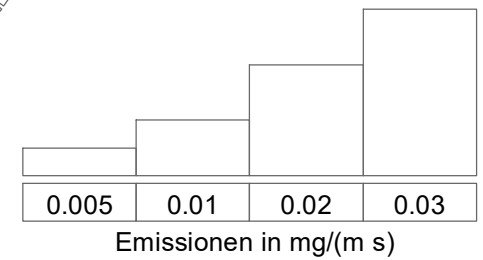
A3 EMISSIONSABBILDUNGEN



0 125 250
Meter

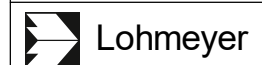
Abb. A3.1 NT2_10312-22-01
Planfall 2027 (TG mit 2 UG)
NO_x-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte

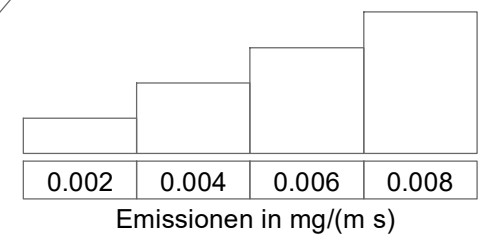
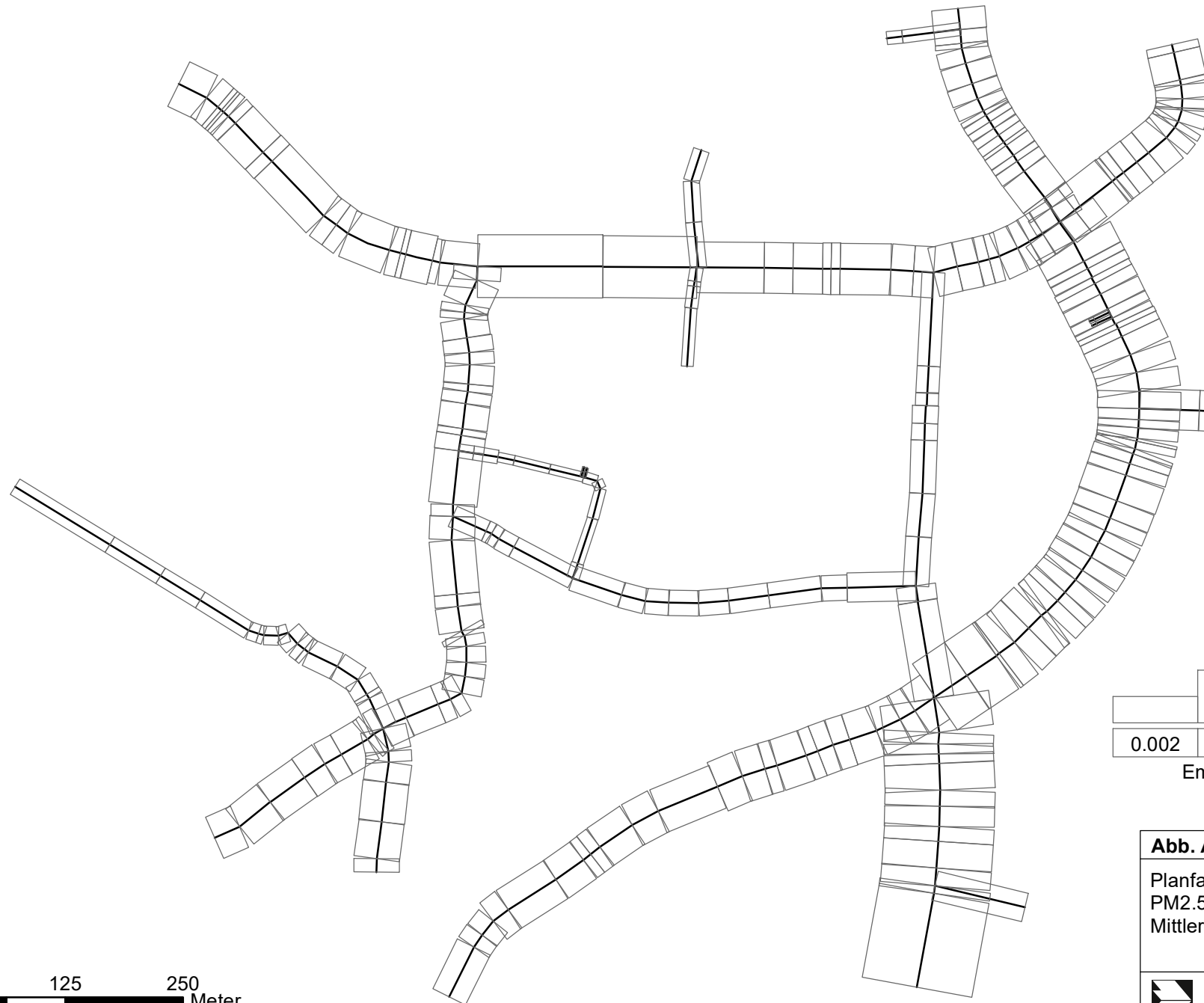




0 125 250
Meter

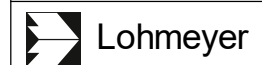
Abb. A3.2 NT2_10312-22-01
Planfall 2027 (TG mit 2 UG)
PM10-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte





0 125 250
Meter

Abb. A3.3 NT2_10312-22-01
Planfall 2027 (TG mit 2 UG)
PM2.5-Emissionen
Mittlere Emissionsdichte





Lohmeyer

Friedrichstraße 24, D - 01067 Dresden

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

Telefax: +49 (0) 351 / 8 39 14 59

E-Mail: info.dd@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Leitung: Dr. rer. nat. Ingo Düring

Zertifiziert nach ISO9001:2015

Montag, 26 Jun 2023

10312-22-01 - Eichplatzareal in Jena - Luftschadstoffgutachten

Stellungnahme Planungsänderung

1 Problemstellung

Für o.g. Vorhaben liegt ein Luftschadstoffgutachten (Stand 29.03.2023) vor.

Es soll geprüft werden, welchen Einfluss neben der bereits vorgesehenen Durchfahrt über das 1. UG eine weitere Zufahrt vom Baufeld A nach B (und zurück) auf die lufthygienische Situation im Untersuchungsgebiet haben kann. Zudem sollen zwei Stellplätze im Übergangsbereich des 2. UG wegfallen.

Weiterhin soll eine Auswertung der bisherigen Berechnungsergebnisse für den Berechnungsfall des Berichtes Stand März 2023 in Höhe 17 bis 19 m erfolgen. Bisher wurden nur die Berechnungsergebnisse in 1.5 m ausgewertet. In dieser Höhe befinden sich die Lüftungsöffnungen im Baufeld A. Die Abbildungen sollen für die Schadstoffe NO₂, PM10 und PM2.5 erstellt werden.

2 Vorgehensweise

Es wird vorausgesetzt, dass sich die Gebäudekonfigurationen nicht verändert, ebenso die Lage der Lüftungsschächte und die Ansätze für die Emissionsbedingungen sowie die Verkehrsdaten (Stand 2023-03-20), die für unser Gutachten (Stand 29.03.2023) die Grundlage bildeten.

Folgende (neue) Randbedingungen werden bei der erneuten Emissionsberechnung berücksichtigt:

- Der Wegfall von zwei Stellplätzen im Baufeld B wird ignoriert. Damit wird von den gleichen Fahrzahlen von A nach B aus wie bisher ausgegangen (konservativer Ansatz)
- Bisher fahren die Fahrer mit Ziel Baufeld B über das 1. UG. Nunmehr sollen sie alternativ auch über das 2. UG fahren können. Wir gehen davon aus, dass die bisherigen Fahrten zu je 50% über das 1. und 2. UG erfolgen.

Dies ergibt folgende Fahrtverteilungen. Die rot markierten Werte sind Änderungen zum Gutachten März 2023.

Wegzweck	Fahrt- anzahl	Einfahrt in m		Ausfahrt in m		Weglänge gesamt in m/Tag	
		Ebene	Rampe	Ebene	Rampe	Ebene	Rampe
TG Baufeld (A+B) bis Schranke	761		33		33		50 226
TG A Südteil Parker 1. UG	25	40		30		1 750	
TG Südteil (Durchfahren nach TG A Nord) 1. UG	226	10		10		4 520	
TG A Südteil (Durchfahren nach TG B) 1. UG	144	15		15		4320	
TG A Nordteil Parker 1. UG	226	66		56		27 572	
TG A Südteil Durchfahren in 2. UG	222	46		46		20 424	
TG A Rampe Durchfahren in 2. UG	368		24		24		17568
TG A Südteil (Durchfahren nach TG B) 2. UG	144	15		15		4320	
TG A Südteil Parker 2. UG	35	40		30		2 450	
TG A Südteil (Durchfahren nach TG A Nord) 2. UG	187	10		10		3 740	
TG A Nordteil Parker 2. UG	187	66		56		22 814	
TG B Parker	288	120		110		66 240	

3 Auswirkung auf die Emissionen

Die Summe der Fahremissionen von A nach B und zurück in der Ebene verändern sich nicht. Änderungen ergeben sich dadurch, dass 50% der Fahrzeuge zusätzlich über die Rampe vom 1. UG ins 2. UG fahren müssen (und auf der Rückfahrt auch wieder hochfahren).

Durch die Längsneigung der Rampe gibt es damit in Summe höhere Emissionen. Beim o.g. Ansatz ergibt sich in Summe für Baufeld A und B eine Erhöhung der NO_x- bzw. Partikelgesamtemissionen von knapp 4%.

Betrachtet man nur das Baufeld A, dann ergibt sich eine Erhöhung der NO_x- sowie der Partikelemissionen von ca. 5%.

4 Auswirkungen auf die Immissionen

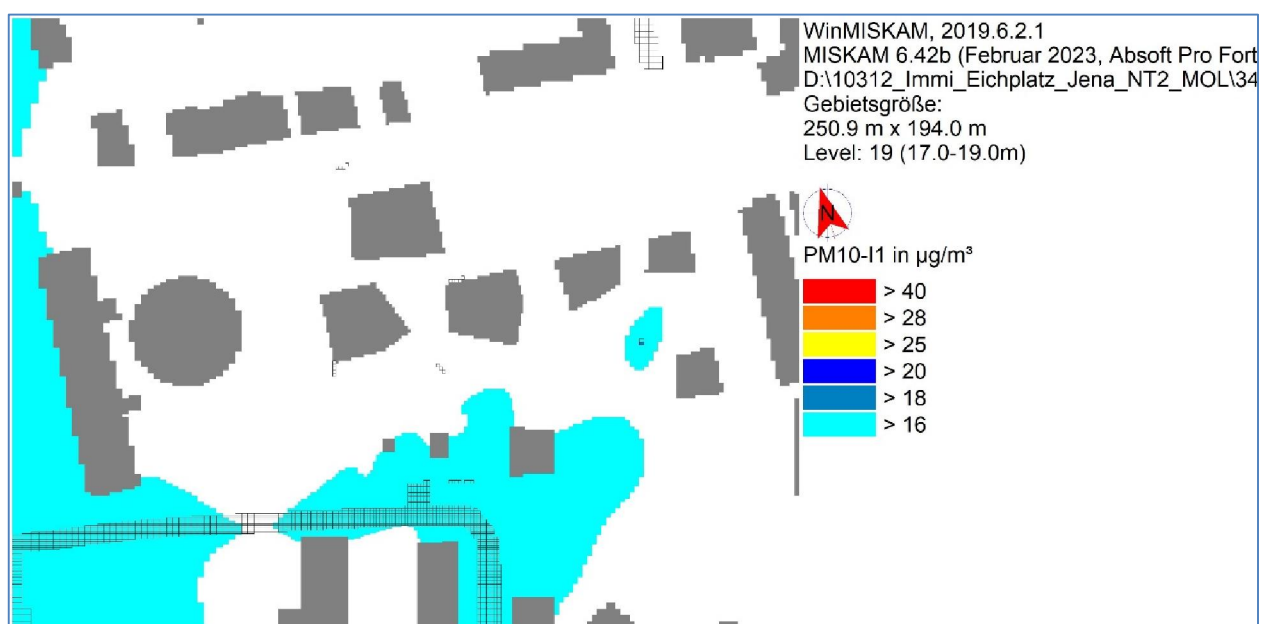
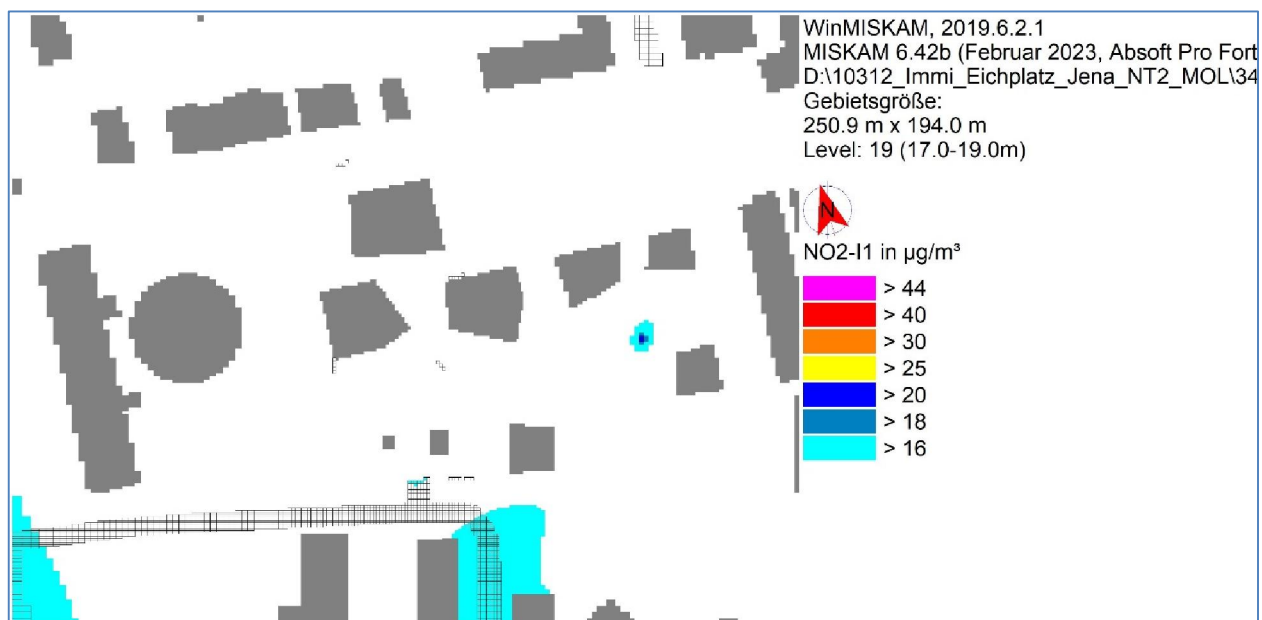
An den nicht beurteilungsrelevanten Bereichen am Rolltor sowie der Lüftungsöffnungen erhöht sich mit diesem Ansatz der NO₂-Jahresmittelwert um ca. 1 µg/m³. An den beurteilungsrelevanten Fassaden am Nonnenplan sowie an der Kollegiengasse erhöhen sich die NO₂-Jahresmittelwerte um nicht mehr als 0,5 µg/m³.

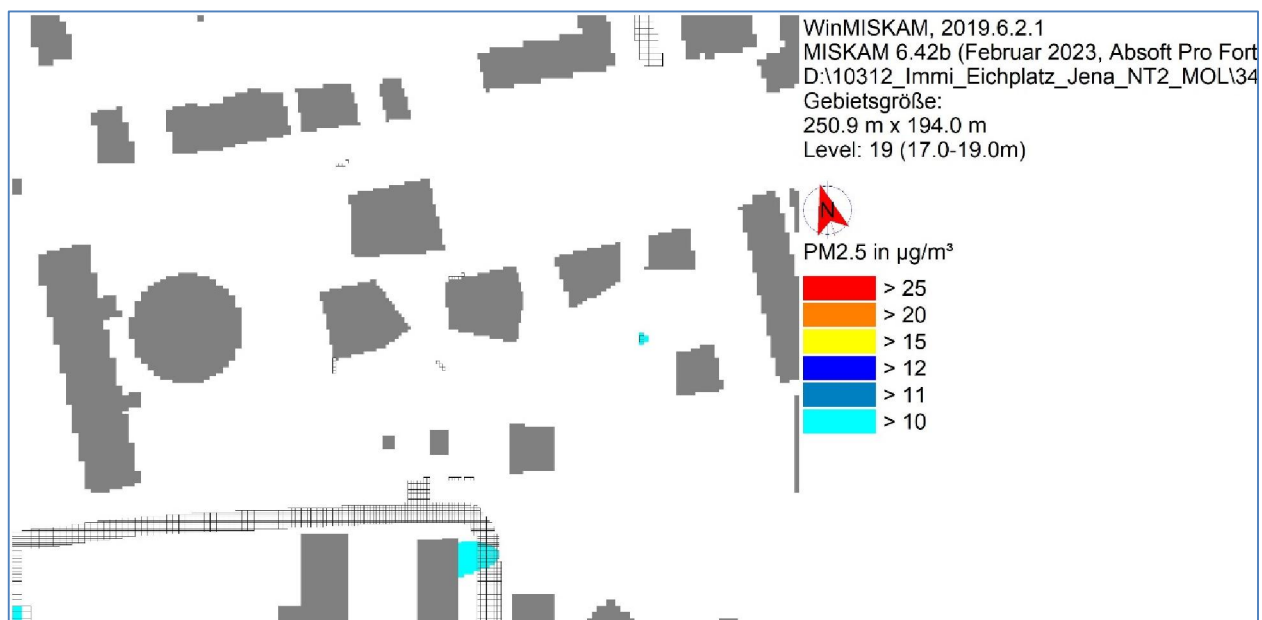
Bei PM₁₀ und PM_{2.5} sind die Erhöhungen noch geringer und liegen an der beurteilungsrelevanten Immissionsorten kleiner 0,2 µg/m³.

Die Erhöhungen infolge der Planungsänderungen sind somit für alle Luftschadstoffe gering und an den beurteilungsrelevanten Punkten wird keine Grenzwertüberschreitung erwartet.

5 Immissionen in 17 bis 19 m Höhe

Die Jahresmittelwerte der Immissionen (Gesamtbelastung) von NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} in 17 bis 19 m über Grund aus den Berechnungen März 2023 sind nachfolgend dargestellt:





Nennenswerte Zusatzbelastungen werden in dieser Höhe über Grund nicht prognostiziert.

Dresden, 26.06.2023 Dr.rer.nat. Ingo Düring