

**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D – 01445 Radebeul

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

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

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

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

Büroleiter: Dr. rer. nat. Ingo Düring

**bekanntgegebene Stelle nach § 29b BImSchG  
für den Aufgabenbereich O - Gerüche**

Gutachten vom 20.03.2019

## **PARKHAUS LÖBERTOR IN ERFURT**

### **- LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN -**

Auftraggeber: Projektentwicklung  
Neuwerkstraße 17 GmbH & Co. KG  
Speicherstraße 55  
60327 Frankfurt am Main

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

Dr. rer. nat. I. Düring

März 2019  
Projekt 71505-18-01\_NT  
Berichtsumfang 74 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>6</b>
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
<b>4 EINGANGSDATEN .....</b>	<b>11</b>
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	11
4.2 Verkehrsdaten und Verkehrskonzept.....	15
4.3 Bebauungssituation .....	20
4.4 Meteorologische Daten .....	22
4.5 Hintergrundbelastung der Luft .....	24
<b>5 EMISSIONEN .....</b>	<b>28</b>
5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	28
5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	28
5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren .....	30
5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	33
<b>6 IMMISSIONEN.....</b>	<b>38</b>
6.1 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ).....	40
6.2 Feinstaub (PM10) .....	44
6.3 Feinstaub (PM2.5) .....	46
6.4 Fazit	48
<b>7 LITERATUR .....</b>	<b>49</b>

---

<b>ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFF- KONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN .....</b>	<b>52</b>
<b>ANHANG A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION .....</b>	<b>56</b>
<b>ANHANG A3: EMISSIONSABBILDUNGEN.....</b>	<b>60</b>
<b>ANHANG A4: PARKHAUSPLANUNG, STAND: 23.01.2019 (ARCHITEKTURBÜRO STADERMANN, 2019) .....</b>	<b>67</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 PM10-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

### **Verkehrssituation**

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

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

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

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Projektgesellschaft Neuwerkstraße 17 GmbH & Co.KG plant die Errichtung eines Parkhauses am Löbertor (Löberstraße/Neuwerkstraße) in Erfurt.

In diesem Zusammenhang ist im Rahmen des Planungsverfahrens die Erarbeitung eines Luftschadstoffgutachtens unter Berücksichtigung der umgebenden relevanten Straßen 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. Die ermittelten Luftschadstoffbelastungen sind mit den Grenzwerten der 39. BImSchV zu beurteilen. Ggf. sind Planungsempfehlungen abzuleiten.

Betrachtet wurden folgende Fälle:

- Analysefall 2018
- Prognose-Nullfall 2021 mit der baulichen Situation des Analysefalls 2018 und den Verkehrszahlen für 2030 sowie den Emissionsfaktoren 2021
- Planfall 2021 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme und den Verkehrszahlen mit Parkhaus für 2030 sowie den Emissionsfaktoren 2021

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 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 3.3 (UBA, 2017) wurden unter Berücksichtigung der Erfurter Flotte mit PROKAS die verkehrsbedingten Emissionen für die Bezugsjahre 2018 und 2021 ermittelt.

Die nicht motorbedingten PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2.5</sub>-Emissionen wurden auf der Grundlage vorliegender Systematisierungen aus der Literatur bestimmt.

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 berücksichtig-

ten Straßen vorläge, wurde auf Grundlage von Messdaten und in Abstimmung mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde des Freistaates Thüringen angesetzt. Die NO/NO<sub>2</sub>-Konversion wurde mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wurde die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

## Ergebnisse

Am Juri-Gagarin-Ring wird in allen betrachteten Fällen an der höchst belasteten Stelle (ca. 350 m östlich des geplanten Parkhauses) der Grenzwert für den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> fast erreicht. Im Nullfall und Planfall 2021 sind die Belastungen dort aber leicht niedriger als im Analysefall. Die verkehrliche Mehrbelastung im Planfall führt dort demnach nicht zu einer Grenzwertüberschreitung im Planfall.

Westlich des Parkhauses wird am dortigen Wohnhaus in der untersten bewohnten Etage (= 2. Etage) der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert mit 27 µg/m<sup>3</sup> deutlich unterschritten. Die Erhöhung der Belastung in diesem Bereich im Vergleich zum Nullfall ist durch die Emissionen des Parkhauses bedingt.

Auch an den westlich gelegenen Spielplätzen wird der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert eingehalten. Die Belastungen an der am höchsten belasteten Stelle schöpfen jedoch den Grenzwert um ca. 90 % aus. Im Mittel über den gesamten Spielplatz sind die Belastungen geringer.

In Teilbereichen von Fußwegen rund um das Parkhaus ist lokal mit einer Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwertes zu rechnen. In diesen Bereichen halten sich jedoch die Menschen nicht längerfristig auf, so dass dies nicht bewertungsrelevant ist.

Der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup> ist im Untersuchungsgebiet in allen Fällen überall deutlich unterschritten.

Zudem werden an sensitiven Bebauungen bei allen Varianten keine Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-24 h-Grenzwerts (Überschreitungshäufigkeit des 24 h-Werts von 50 µg/m<sup>3</sup> öfter als 35-mal im Jahr) erwartet. Dies trifft auch auf die dem geplanten Parkhaus nahegelegenen Spielplätze zu.

Der PM<sub>2.5</sub>-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV ist mit 25 µg/m<sup>3</sup> definiert. In keinem berechneten Fall kommt es zur Überschreitung dieses Grenzwerts. Die Gesamtbelastungen sind größtenteils deutlich kleiner.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Die Projektgesellschaft Neuwerkstraße 17 GmbH & Co.KG plant die Errichtung eines Parkhauses am Löbertor (Löberstraße/Neuwerkstraße) in Erfurt.

In diesem Zusammenhang ist im Rahmen des Planungsverfahrens die Erarbeitung eines Luftschadstoffgutachtens unter Berücksichtigung der umgebenden relevanten Straßen 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.

Die ermittelten Luftschadstoffbelastungen sind mit den Grenzwerten der 39. BImSchV zu beurteilen. Ggf. sind Planungsempfehlungen abzuleiten.

Betrachtet wurden folgende Fälle:

- Analysefall 2018
- Prognose-Nullfall 2021 mit der baulichen Situation des Analysefalls 2018 und den Verkehrszahlen für 2030 sowie den Emissionsfaktoren 2021
- Planfall 2021 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme und den Verkehrszahlen mit Parkhaus für 2030 sowie den Emissionsfaktoren 2021

Die Beurteilung der Maßnahme soll für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstäube (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV für das Jahr 2018 und 2021, des frühesten Jahres der möglichen Fertigstellung der Baumaßnahme, 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 NO<sub>2</sub> und PM10 erreicht. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, Blei, Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) 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 (NO<sub>2</sub>), Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 und 2.5 µm (PM10, PM2.5) 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.

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 NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwert als Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, der 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf, wird verzichtet, da der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> eher überschritten wird, als der Kurzzeitgrenzwert.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO <sub>2</sub>	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	

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

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 (Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle; VDI, 2017) durchgeführt. Mit MISKAM werden Windfelder berechnet, die die Umströmung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Gebäudekonfiguration modellieren.

Das im Planfall vorhandene Parkhaus soll offen ausgeführt werden. Dies wird durch die Anwendung des Durchströmungsmoduls von MISKAM berücksichtigt.

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 Fahr-

zeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.3 (UBA, 2017) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM<sub>10</sub>) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA nicht behandelt. Die Berechnung dieser Emissionen erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von aktuellen Forschungsarbeiten (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, 2014) unter expliziter Berücksichtigung der Gebäudekonfiguration im Planfall. 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 werden die Hinweise aus Eichhorn (2005) sowie der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 9 für prognostische Modelle beachtet (VDI, 2017). 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. 350 m berücksichtigt. Das Rechengebiet ist somit deutlich größer als die Fläche des Untersuchungsgebietes.

Das Rechengebiet wird mit einem nichtäquidistanten Netz überzogen, dessen horizontale Auflösung zwischen 1 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 Emissions-

häufigkeitsverteilung und der Schadstoffhintergrundbelastung flächendeckend die Jahresmittelwerte als Gesamtbelastung berechnet.

Für die Berechnung der NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung wird das vereinfachte Chemiemodell nach Düring et al. (2011) verwendet.

### 3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

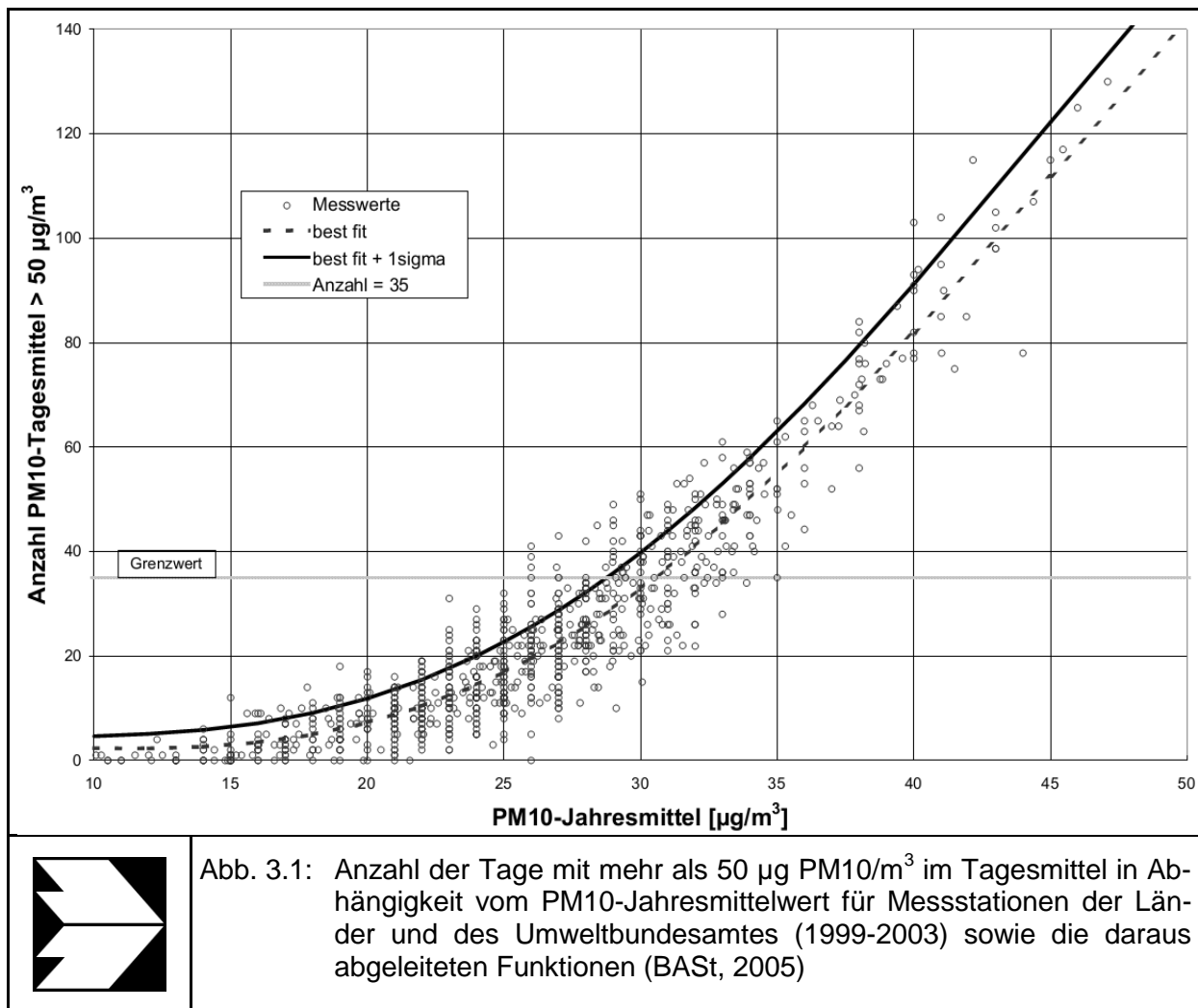
Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO<sub>2</sub> einen Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der Jahresmittelwert 54 µg/m<sup>3</sup> (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von 50 µg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 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 Verkehrsdaten, die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung 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 eines Lageplanes für das Parkhaus sowie Ansichten und Schnitte (Stand 23.01.2019, Architekturbüro Stadermann, 2019)
- Gebäudehöhen für die umgebenden Gebäude (Stadtverwaltung Erfurt, 2018)
- Verkehrsbelegungsdaten und Angaben zum Parkhaus (yverkehrsplanung GmbH, 2018a und b)
- Übergabe des LSA-Ausrüstungsplans Variante 1 (Signalkonzept), (verkehr<sup>plus</sup> Verkehrstechnik und Verkehrsmanagement GmbH (2018)

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das zu planende Parkhaus in der Löberstraße soll an der Kreuzung Neuwerkstraße/Eichenstraße errichtet werden. Es liegt südlich der Innenstadt von Erfurt, aber nördlich des Jurigagarin-Ringes.

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei der Ausbreitungsrechnung berücksichtigte Straßennetz. In den betrachteten Berechnungsfällen werden überwiegend nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an Werktagen ( $DTV_{WV}$ ) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Die Emissionen von Straßenabschnitten mit geringerer Verkehrsbelegung werden über die Hintergrundbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5). Allerdings werden im Nahbereich des Parkhauses die Neuwerkstraße, Holzheienstraße und Mainzerhofplatz die Straßen mit einer geringeren Verkehrsbelastung mit einbezogen.

Das Parkhaus wie auch die Innenstadt von Erfurt liegen in einer Höhenlage von ca. 200 m über NN. Die zu betrachtenden Straßen weisen keine Längsneigung auf.

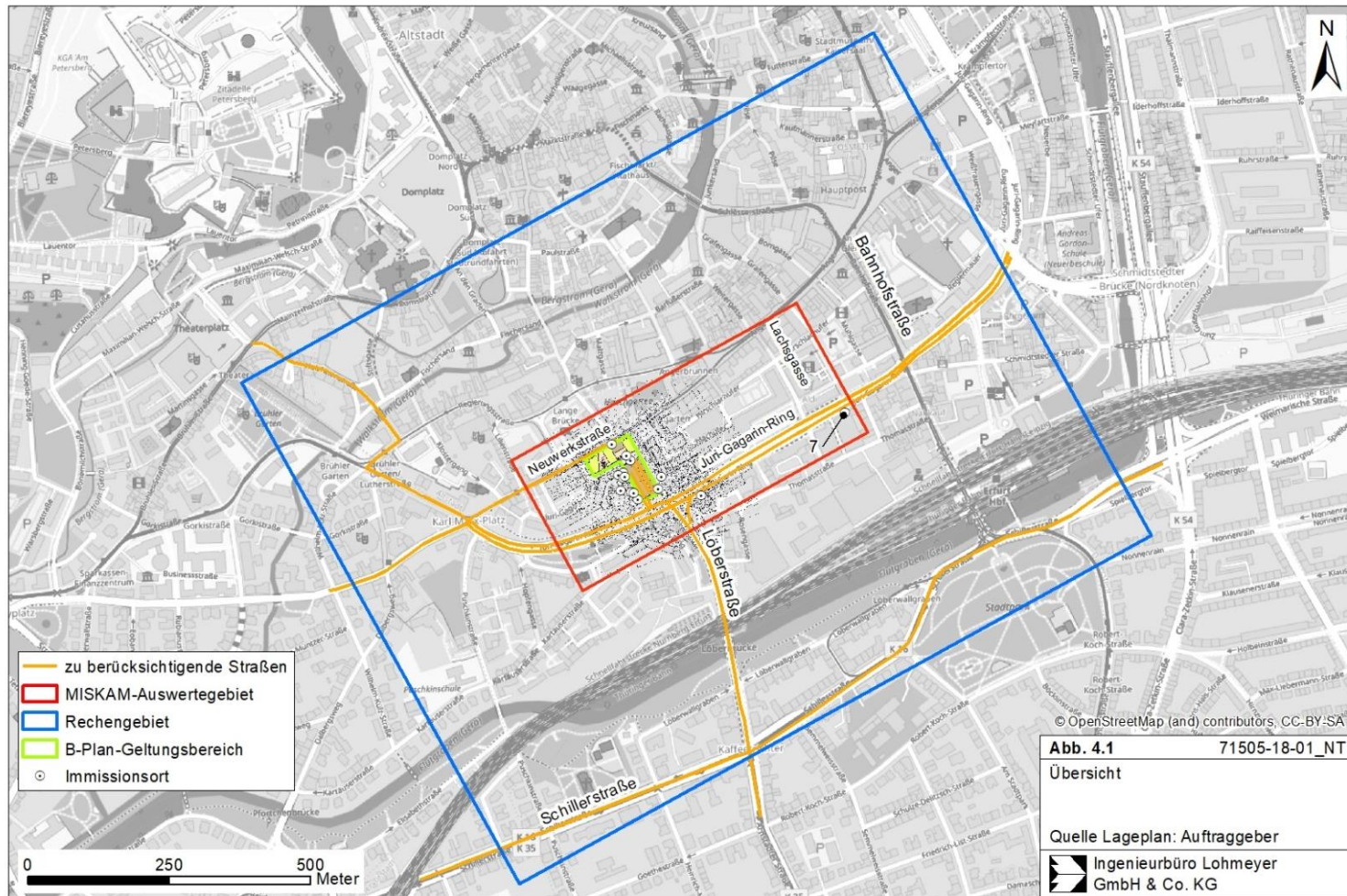


Abb. 4.1: Lageplan des zu betrachtenden Untersuchungsgebietes im Planfall 2021 mit Lage des Parkhauses, der Untersuchungsgebietes in MISKAM, Lage der bei der Modellierung explizit berücksichtigten Straßenabschnitte sowie Lage der Immissionsorte. Kartengrundlage: Open-StreetMap, im Bereich des geplanten Parkhauses vom Auftraggeber

Westlich des geplanten Parkhauses befindet sich ein großer Spielplatz. Die Lage des Platzes ist in **Abb. 4.2** dargestellt.



Abb. 4.2: Lage des bereits im Istzustand vorhandenen Spielplatzes. Kartengrundlage: Umwelt- und Naturschutzamt Erfurt, Karte ohne Maßstab, Ausrichtung nach Norden. Blauer Bereich: Sandkasten, Roter Bereich: befestigter Platz mit einem Schaukel-Spielgerät in der Mitte

Die bei der Untersuchung separat betrachteten Immissionsorte sind in **Abb. 4.3** dargestellt. Es fehlt in dieser Abbildung der Immissionsort Nr. 7, da dieser sich weit außerhalb östlich des geplanten Parkhauses befindet. Die Lage dieses Punktes ist der **Abb. 4.1** zu entnehmen und die Beschreibung der Punkte ist in **Tab. 4.1** zu finden.

Auf der Westseite des Parkhauses soll zwischen dortigem Gehweg und dem Parkhaus selbst auf der gesamten Strecke ein privater Grünstreifen entstehen, der nicht betreten werden kann. Diese Bereiche wurden von einer Immissionsbetrachtung ausgenommen. Deshalb haben die IO 13, 14 und 15 einen Abstand vom Parkhaus von ca. 6 m.





Abb. 4.3: Lage der separat betrachteten Immissionsorte. Kartengrundlage: Umwelt- und Naturschutzamt Erfurt, Karte ohne Maßstab, nach Norden ausgerichtet  
Hinweis: Nr. 7 ist außerhalb des dargestellten Bereiches

Nr.	Art	Name
1	Wohnbebauung	Juri-Gagarin-Ring 9, 2. OG
2	Fußgänger (kurzfristig)	Juri-Gagarin-Ring, Parkhaus Nordseite
3	Geplantes Hotel Nordfassade	Neuwerkstraße 47A
4	Wohnbebauung	Juri-Gagarin-Ring 25
5	Fußgänger (kurzfristig)	Juri-Gagarin-Ring, Parkhaus Ostseite
6	Wohnbebauung	Juri-Gagarin-Ring 44
7	Wohnbebauung	Juri-Gagarin-Ring 90
8	Geplantes Hotel Südfassade	Geplanter Hotelkomplex
9	Freizeiteinrichtung	Clubraum Juri-Gagarin-Ring 9
10	Spielplatz	Sandkasten
11	Spielplatz	Spielplatz Nord
12	Spielplatz	Spielplatz Süd
13	Fußgänger (kurzfristig)	Fußweg Nord
14	Fußgänger (kurzfristig)	Fußweg Mitte
15	Fußgänger (kurzfristig)	Fußweg Süd

Tab. 4.1: Separat betrachtete Immissionsorte

## 4.2 Verkehrsdaten und Verkehrskonzept

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

In die Immissionsbestimmung gehen folgende Straßen ein:

- Löberstraße
- Neuwerkstraße
- Juri-Gagarin-Ring
- Karl-Marx-Platz
- Lutherstraße
- Dalbergsweg
- Walkmühlstraße
- Arnstädter Straße
- Regierungsstraße
- Holzheienstraße
- Mainzerhofplatz

Die Verkehrsdaten, die von der Firma yverkehrsplanung GmbH zur Verfügung gestellt und von der Stadt Erfurt bestätigt wurden (yverkehrsplanung GmbH, 2018 a und b), liegen als Verkehrsstärken (DTV-Werte) für den Analysefall 2018, Prognose-Nullfall 2030 und Planfall mit Parkhaus 2030 vor. Sie sind in **Abb. 4.4** bis **Abb. 4.4** dargestellt. Im Nahbereich des Parkhauses wird der Juri-Gagarin-Ring fahrtrichtungsgetrennt aufgenommen. Auch die Rechtsabbiegerspur aus der Löberstraße in den Juri-Gagarin-Ring wird explizit aufgelöst. Dann überlagern sich die Signaturen in den Abbildungen.

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.

Das geplante Parkhaus am Löbertor befindet sich an der Ecke Löberstraße/Neuwerkstraße. Die Zufahrt und Ausfahrt erfolgt zum Juri-Gagarin-Ring. Es ist als überwiegend freistehendes Gebäude geplant und an allen Seiten von Gebäuden umgeben. Nordwestlich wird gleichzei-

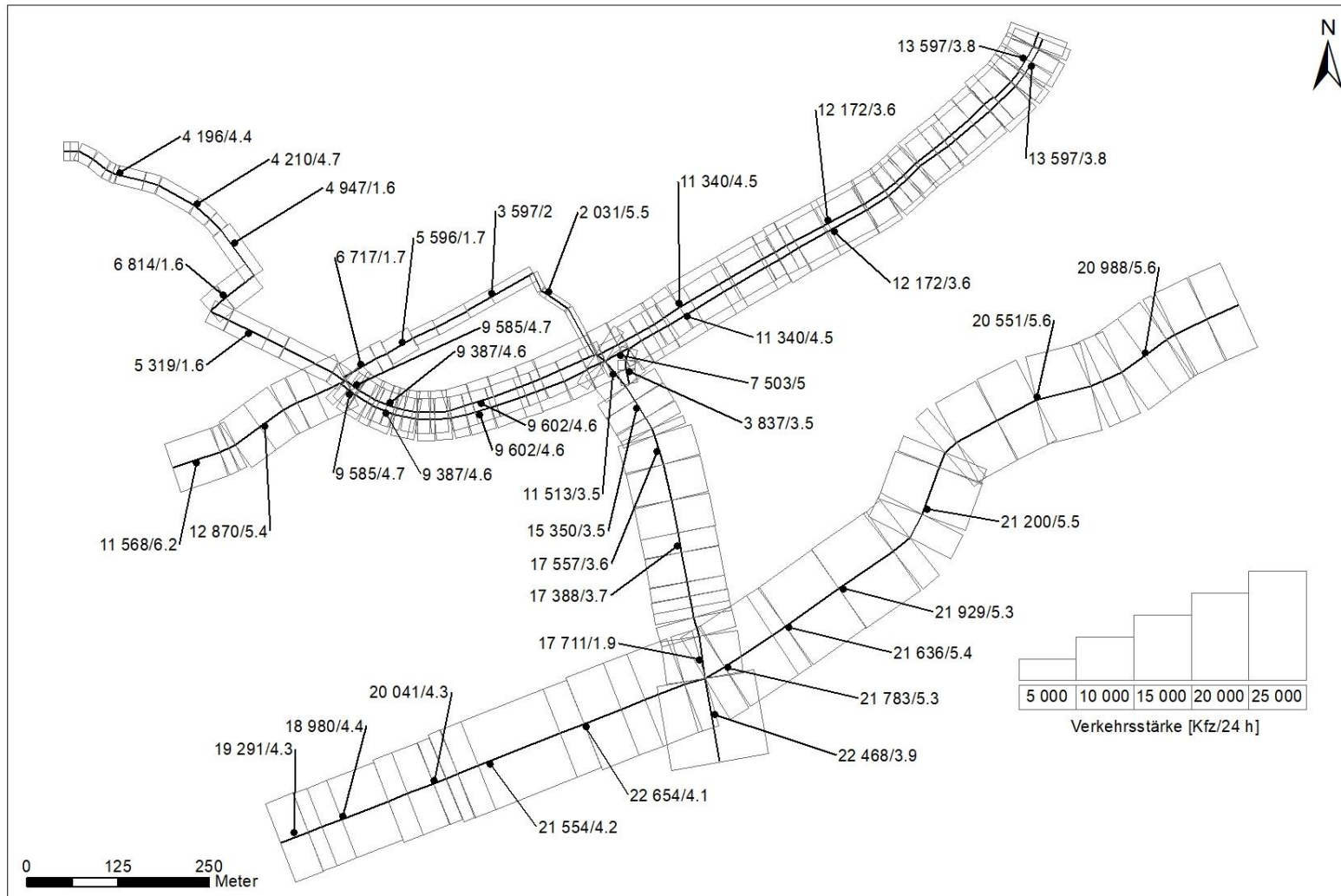


Abb. 4.4: DTV-Werte und LKW-Anteile >3.5 t auf den berücksichtigten Straßenabschnitten für den Analysefall 2018

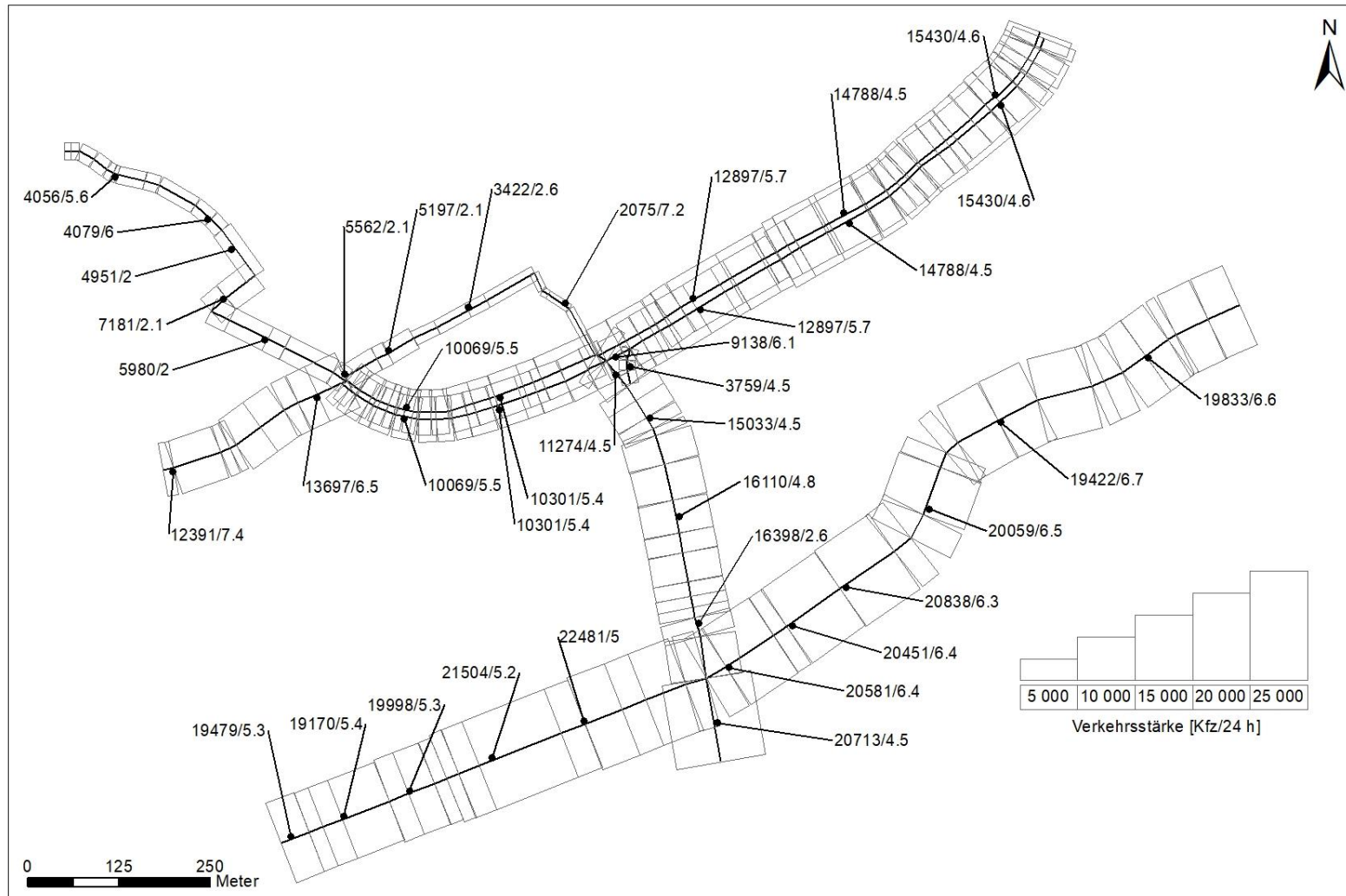


Abb. 4.5: DTV-Werte und LKW-Anteile >3.5 t auf den berücksichtigten Straßenabschnitten für den Prognose-Nullfall 2030

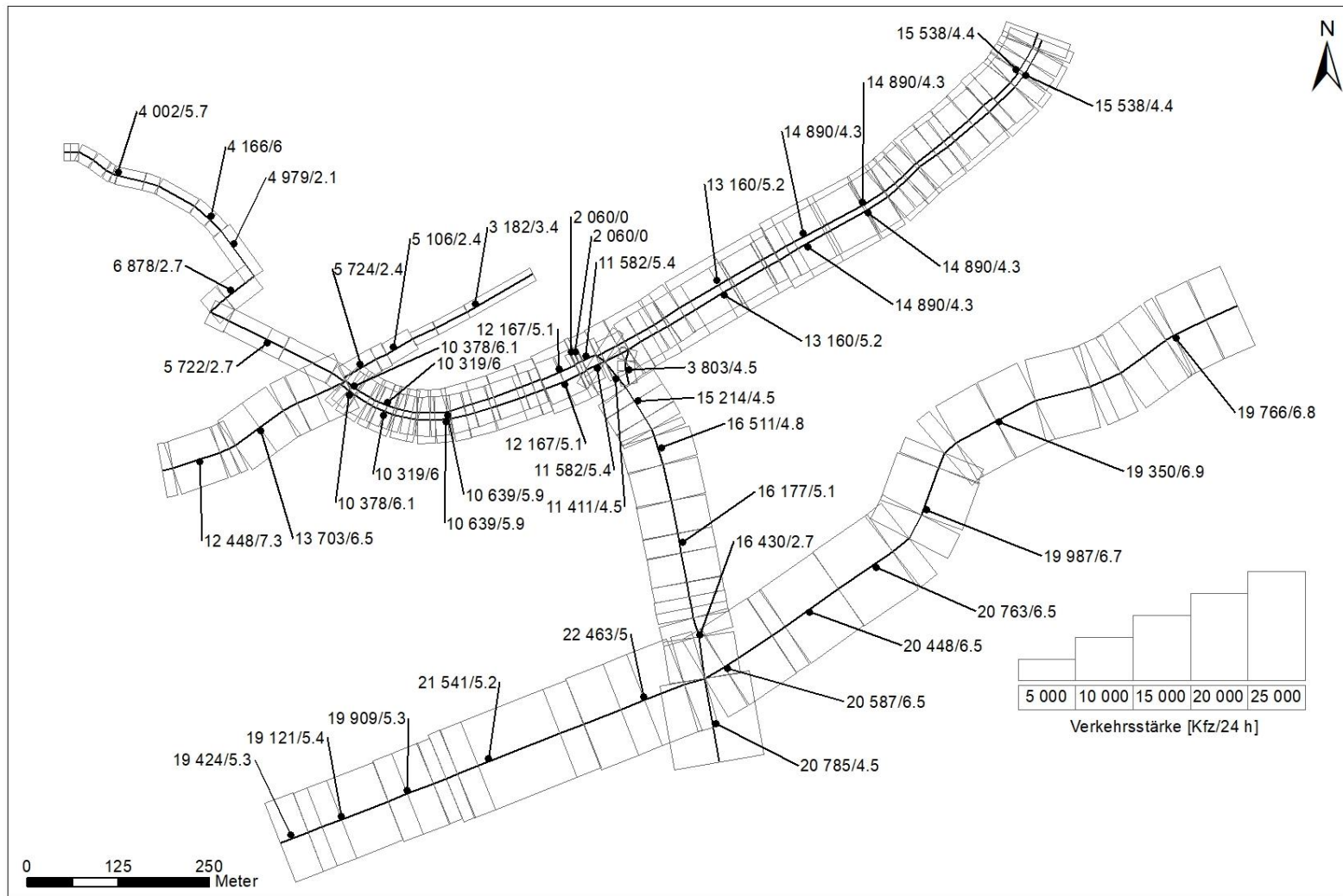


Abb. 4.6: DTV-Werte und LKW-Anteile >3.5 t auf den berücksichtigten Straßenabschnitten für den Planfall 2030

tig ein Geschäftshaus und Hotel geplant, dass durch die dort im Untergeschoss befindliche Tiefgarage mit dem Parkhaus verbunden ist.

Die Zufahrt erfolgt vom Juri-Gagarin-Ring und ist mit einer Schrankenanlage, die sich im Inneren des Gebäude befindet, getrennt für Ein- und Ausfahrende geregelt. Im Inneren des Gebäudes befinden sich Kassen, womit sich die Wartezeit beim Ausfahren auf die Betätigung und Öffnung der Schranke reduziert.

Aus dem Gutachten zur Verkehrsuntersuchung Löbertor in Erfurt (yverkehrsplanung, 2018 b) wurde die Abfertigungszeit an der Schranke von 14 s je Gesamtvorgang je Fahrzeug berücksichtigt. Diese Zeit wird bei jedem einfahrenden und ausfahrenden Fahrzeug angesetzt.

Das geplante Parkhaus besitzt Etagen vom Untergeschoss (UG) bis 5. Obergeschoss. Jedes Geschoss kann in zwei Teile gegliedert werden, da jede Ebene ein Höhenversatz von ca. einer halben Geschosshöhe hat. Die Ebene 6 im 5. Obergeschoss weist nur eine Halbebene auf. Daraus resultieren 13 Halbebenen. Es wurden immer zwei Halbebenen zusammengefasst. Im Untergeschoss befinden sich 75 Dauerstellplätze sowie weitere 11 Stellplätze. Unterhalb des Geschäftshauses bzw. Hotels sind weitere 53 Stellplätze im Untergeschoß vorhanden, die ebenfalls fest vermietet sind. Die Anzahl der Stellplätze beträgt 634 und ist getrennt für die einzelnen Geschosse in **Tab. 4.2** aufgeführt.

Geschoss	UG	EG	ZG	1. OG	2. OG	3. OG	4. OG	5. OG
Ebene	-1	0	1	2	3	4	5	6
Anzahl Stellplätze	75 Dauer+11 +53 fest vermietet in Tiefgarage Ge- schäftshaus/Hotel	39	78	84	84	84	84	42

Tab. 4.2: Anzahl der Stellplätze je Geschoss

In dem Parkdeck „Ebene 0“ (= Erdgeschoss=EG) befinden sich auch die Ein- und Ausfahrten. Mit der ansteigenden Zahl der Parkdecks nehmen die Durchfahrer nach oben hin ab.

Es wird weiter davon ausgegangen, dass 2 060 PKW/d das Parkhaus befahren und wieder ausfahren (4 120 Fahrbewegungen pro Tag). Für die Stellplätze wurde gegenüber den Dauerstellplätzen von einer doppelten Umschlagrate ausgegangen (yverkehrsplanung GmbH, 2018b). Dort wird eine Umschlagrate für die Kurzzeitparkplätze von 4.0 und für die vermieteten Dauerparkplätze von 2.0 ausgegangen. Dieser Ansatz wurde ebenfalls übernommen. Mit

dem Umrechnungsfaktor DTV Mo-Fr auf DTV Mo-So für PKW 0.93 erfolgte die Berechnung auf den mittleren Verkehr. Auf Grundlage der Anzahl der Stellplätze pro Etage und der vorgegebenen Verkehrsstärke von 2 060 PKW/d wurde die Verteilung der Parkenden je Etage ermittelt.

Es wurde weiter angenommen, dass der Suchverkehr über die Obergeschosse und nicht das Untergeschoss erfolgt, da dort deutlich weniger Stellplätze vorhanden sind und diese überwiegend als Dauerstellplätze bzw. als festvermietete Stellplätze genutzt werden. Dies kann durch eine entsprechende Anzeige von freien Stellplätzen im Parkhaus reguliert werden. Die zurückliegenden Strecken der parkenden und durchfahrenden PKW wurden entsprechend den örtlichen Gegebenheiten je Ebene festgelegt.

In der **Tab. 4.3** ist die Anzahl der parkenden und durchfahrenden PKW aufgeführt.

Geschoss	UG	UG	EG (Ein- und Ausfahrt)	EG	ZG	1. OG	2. OG	3. OG	4. OG	5. OG
Ebene	-1	-1 (unter Hotel)	0	0	1	2	3	4	5	6
Parkende [KfZ/24h]	174	95	2 060	141	282	304	304	304	304	152
Durchfahrer [KfZ/24h]	0	0		hoch 1 650 runter 269	1368	1064	760	456	152	0

Tab. 4.3: Anzahl der parkenden und durchfahrenden PKW je Ebene

Hinweis: Die Anzahl der Durchfahrer wird jeweils für die Einfahrt zum Parkplatz als auch für die Ausfahrt berücksichtigt.

### 4.3 Bebauungssituation

Die Gebäudedaten für den Analysefall 2018 (Lage und Höhen) wurden von der Stadtverwaltung Erfurt digital übergeben (Stadtverwaltung Erfurt, 2018) und entsprechend Gegebenheiten vor Ort und aus Luftbildern angepasst (**Abb. 4.7**).

Die Gebäudedaten für das Parkhaus und Geschäftshaus bzw. Hotel wurden aus dem aktuellen Lageplan (Stand: 21.08.2018) übernommen (**Abb. 4.8**).

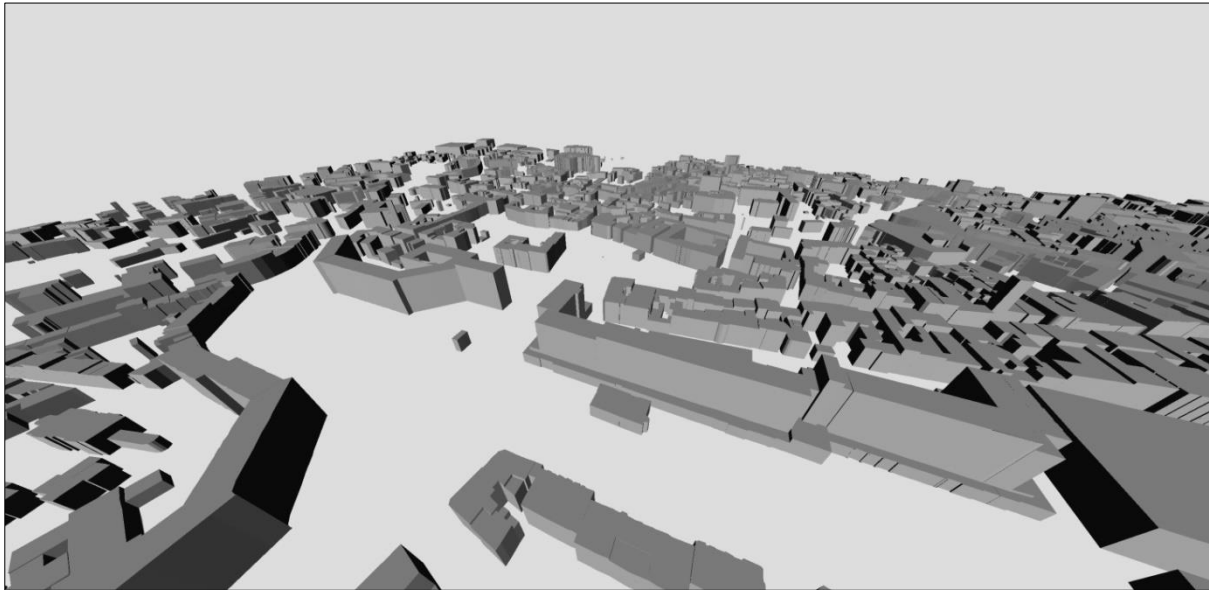


Abb. 4.7: Dreidimensionale Gebäudekonfiguration im Analysefall 2018 und im Prognose-Nullfall 2021 im Bereich des Parkhauses und dessen unmittelbarer Umgebung

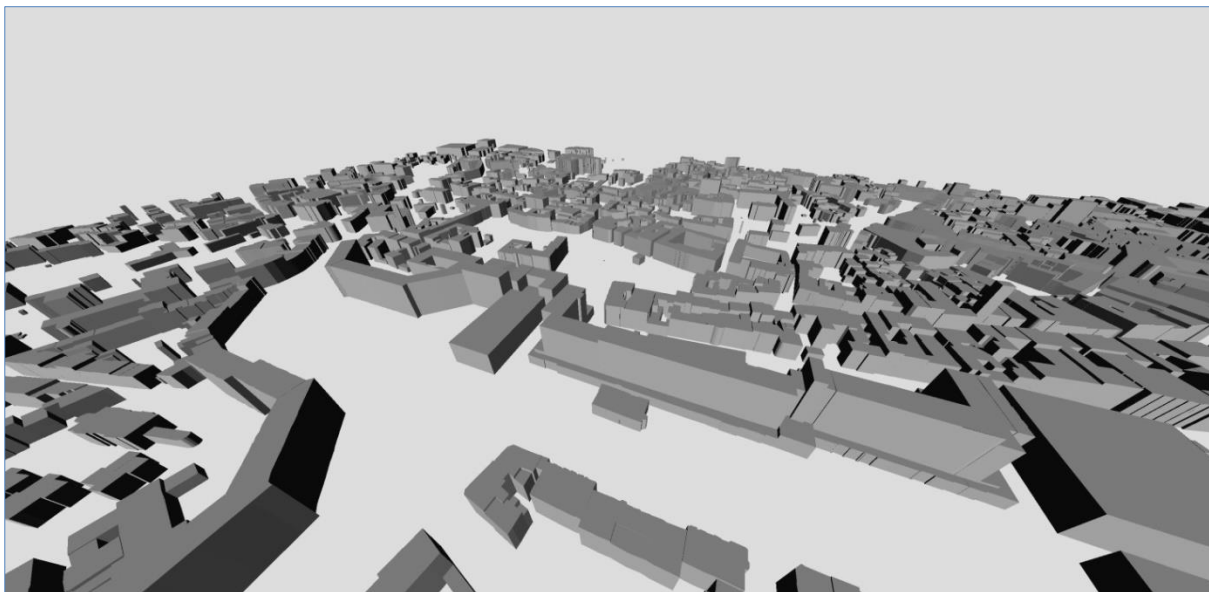


Abb. 4.8: Dreidimensionale Gebäudekonfiguration im Planfall 2021 im Bereich des Parkhauses und dessen unmittelbarer Umgebung

Das dem geplanten Parkhaus benachbarte Gebäude Juri-Gagarin-Ring Nr. 9 weist in den unteren Etagen frei durchströmbare Bereiche auf. Dies ist in **Abb. 4.9** dargestellt und wurde bei der Ausbreitungsmodellierung entsprechend berücksichtigt.

Des Weiteren wurden durchströmbare Bereiche innerhalb des Parkhauses bei der Modellierung berücksichtigt, und zwar entsprechend den aktuellen Planungen vom 23.01.2019. Im



Erdgeschoss des Parkhauses sind dies auf der Nordseite, der Ostseite und der Südseite ein ca. 90 cm hoher Freibereich (durch Lochbleche abgeschlossen), der fast durchgehend ist, sowie die vollkommen freien Bereiche der Ein- und Ausfahrt an der Südfassade. Als vollständig geschossen wird der unmittelbar an die Wohnscheibe angrenzende Bereich im Westen angesetzt, und zwar auf der gesamten Höhe. Zur genauen Planung siehe aktuelle Planungsgrundlagen vom 23.01.2019 (siehe Anhang A4).



Abb. 4.9: Schnitt zur schematischen Darstellung der durchströmbaren Bereiche (= Durchgang) in der Wohnscheibe Juri-Gagarin-Ring 9, Skizze ohne Maßstab

#### 4.4 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 zur Verfügung. In direkter Umgebung liegen Winddaten des Deutschen Wetterdienstes für die Station Erfurt-Weimar am Flughafen Bindersleben vor. Die Station ist ca. 5 km nordwestlich vom Untersuchungsgebiet in einer Höhenlage von ca. 311 m über NN gelegen, das hier zu betrachtende Untersuchungsgebiet liegt am Südrand der Innenstadt von Erfurt nur in etwa 200 m über NN.

Die Windmessung an der Station am Flughafen erfolgt in 10 m Höhe über Grund. Die häufigsten Windrichtungen liegen bei Südwest (**Abb. 4.10**). Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 4.0 m/s. Diese Windstatistik repräsentiert die Windverhältnisse im Freiland in Kuppenlage westlich von Erfurt, das heißt bei weitgehend ungestörten Verhältnissen.

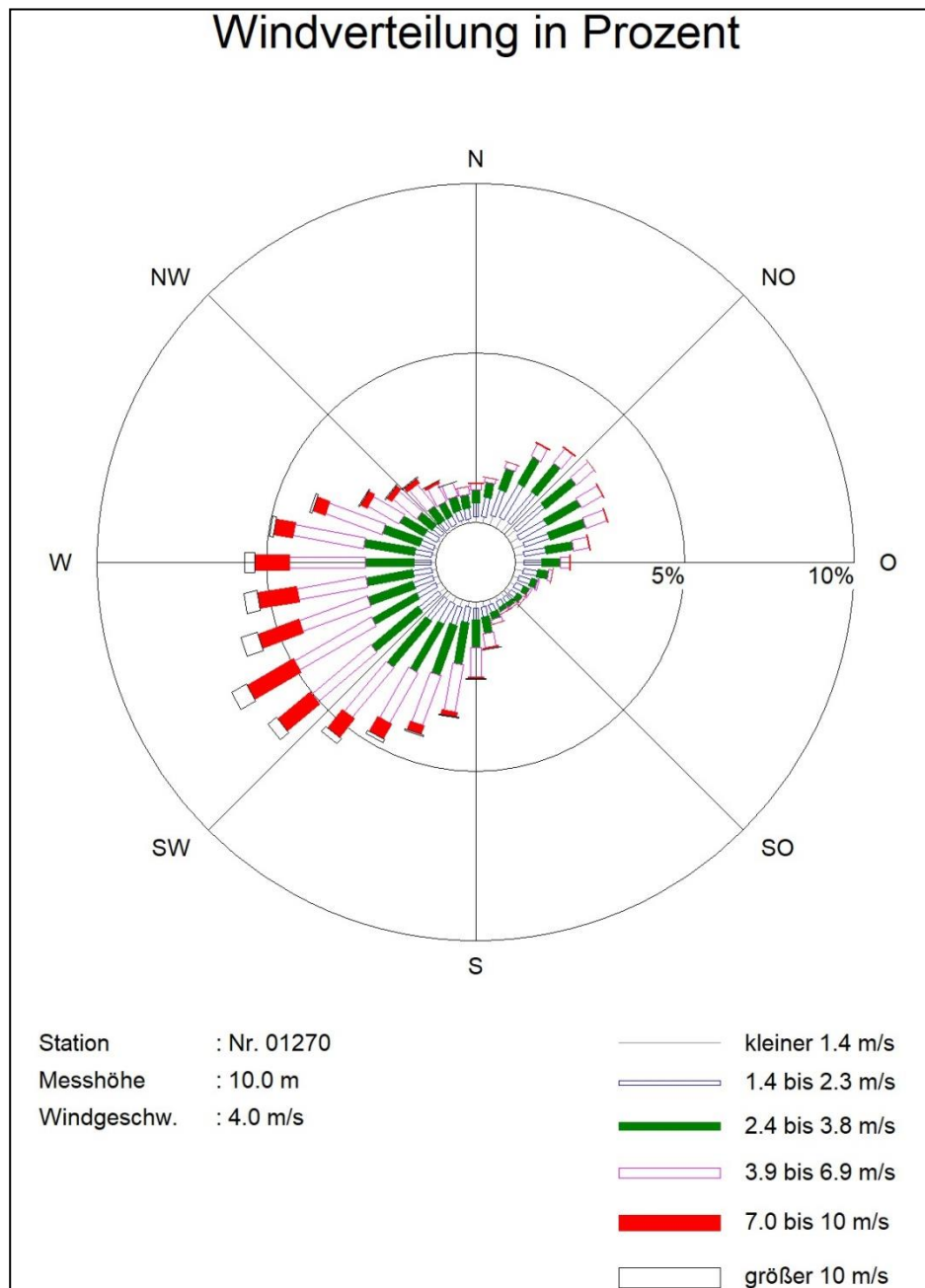


Abb. 4.10: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Station Erfurt-Weimar 2007-2016  
Quelle: DWD (2018), eigene Darstellung

Tatsächlich ist das hier betrachtete Untersuchungsgebiet mehr als 100 m Höhenmeter tiefer gelegen. Es ist also mit Windgeschwindigkeiten zu rechnen, die in der Größenordnung der Werte der Erfurter Innenstadt und den Windverhältnissen an der Station Flughafen liegen. In

Bezug auf die Windverteilung selbst wird nach Einschätzung der Situation angenommen, dass diese derjenigen der Messstation Erfurt-Flughafen sehr gut entspricht. Die Windgeschwindigkeiten wurden im Vergleich zum Flughafen um ca. 30 % reduziert. Damit ergibt sich für das Untersuchungsgebiet unter Vernachlässigung des Einflusses von Gebäuden (nur reliefbedingter Einfluss) eine jahresmittlere Windgeschwindigkeit von ca. 2.7 m/s.

Die vorhandenen Windmessdaten wurden entsprechend modifiziert.

Die für die Ausbreitungsrechnungen verwendete angepasste Windstatistik ist in **Abb. 4.11** dargestellt.

Die für das Untersuchungsgebiet abgeleiteten Daten passen sowohl bezüglich Windverteilung als auch bezüglich mittlerer Windgeschwindigkeit zu den bei der Stadt Erfurt vorliegenden synthetischen Daten und erscheinen deshalb auch aus diesem Grund plausibel.

Zusätzlich zur vorliegenden Wind- und Ausbreitungsstatistik werden an der DWD-Station Erfurt-Weimar auch Temperaturen gemessen. Die Station liegt ca. 5 km nordwestlich vom Untersuchungsgebiet. Für die 10-jährige Temperaturzeitreihe (2008–2017) werden dort im Mittel 9.1 °C gemessen. Im Innerortsbereich (Station Erfurt-Krämpferstraße) liegen die Jahresmittelwerte mit 11.6°C erwartungsgemäß höher als an der Station am Flughafen. Da im hier vorliegenden Fall ausschließlich Innerortsbereiche zu betrachten sind, wurde deshalb in Bezug auf die Jahresmitteltemperatur bei der Emissionsbestimmung mit den Daten der Station Erfurt-Krämpferstraße weiter gearbeitet.

#### **4.5 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.

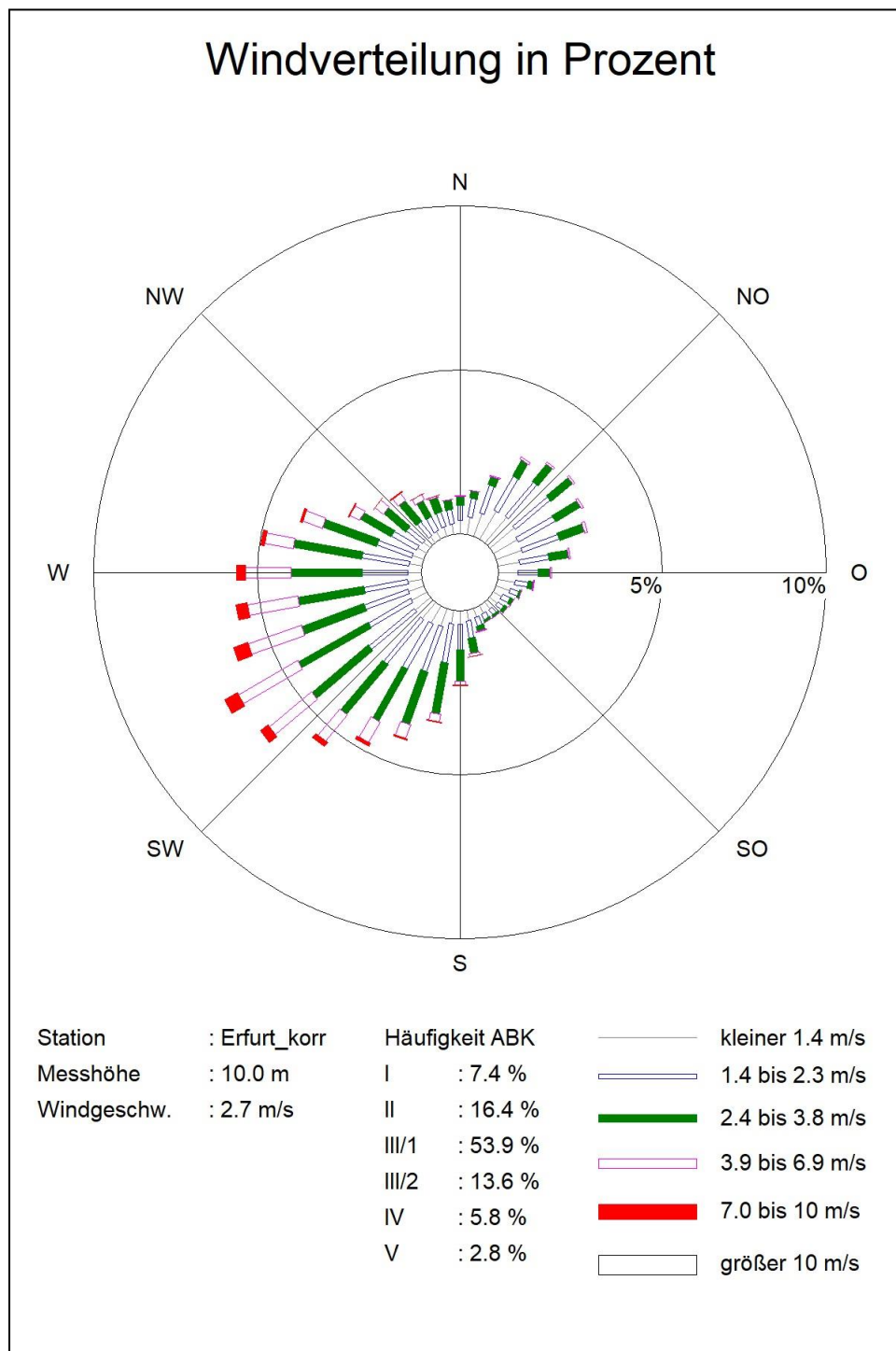


Abb. 4.11: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung repräsentativ für das Untersuchungsgebiet (Winddaten von Erfurt-Weimar mit angepassten Windgeschwindigkeiten)

Stickoxide unterliegen auf dem Ausbreitungspfad chemischen Umwandlungsprozessen. Die Berechnung der NO<sub>2</sub>-Schadstoffbelastung erfolgt deshalb mit Hilfe eines Chemiemodells

(siehe im Vorgriff Abschnitt 3.3), welche als zusätzliche Hintergrundbelastungen  $\text{NO}_x$  und  $\text{O}_3$  benötigt.

Im Untersuchungsgebiet sind aktuell keine Messstellen im Luftgüte-Messnetz von Thüringen vorhanden. Zur Bestimmung der Schadstoffhintergrundbelastung standen aber Messdaten an der städtischen Hintergrundmessstation Erfurt-Krämpferstraße zur Verfügung.

Die vorliegenden Messdaten dieser Station sind für verschiedene Jahre in der **Tab. 4.4** aufgeführt.

	2013	2014	2015	2016	2017
<b>NO<sub>2</sub>-I1 [µg/m<sup>3</sup>]</b>	22	21	23	21	20
<b>NO<sub>x</sub>-I1 [µg/m<sup>3</sup>]</b>	34	35	36	33	28
<b>O<sub>3</sub>-I1 [µg/m<sup>3</sup>]</b>	47	41	45	41	44
<b>PM10-I1 [µg/m<sup>3</sup>]</b>	19	18	17	16	15
<b>PM2.5 [µg/m<sup>3</sup>]</b>	15	15	11	11	10

Tab. 4.4: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  an der städtischen Hintergrundmessstation Erfurt-Krämpferstraße (TLUG, 2013-2017)

Aus den oben genannten Messwerten werden in Abstimmung mit der zuständigen Behörde (TLUG, 2018) die in **Tab. 4.5** dargestellten Werte für das Bezugsjahr 2017 abgeleitet (= Mittelwert zwischen 2015 und 2017). Diese Werte werden unverändert auch für das Jahr 2018 und das Prognosejahr 2021 herangezogen.

Schadstoff	Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]
NO <sub>2</sub>	21
NO <sub>x</sub>	32
O <sub>3</sub>	43
PM10	16
PM2.5	11

Tab. 4.5: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2017 (unveränderte Übernahme für das Jahr 2018 und das Prognosejahr 2021)

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Des-

halb 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.

Die Messstelle Krämpferstraße steht in locker mit Hochhäusern bebautem Gelände (keine Straßenschlucht) ca. 12 m von der Krämpferstraße entfernt. Die Entfernung zum Juri-Gagarin-Ring beträgt ca. 65 m. Somit sind trotz der freien Lage Einflüsse der Emissionen dieser beiden Straßen auf die Immissionsbelastung an der Messstelle nicht auszuschließen. Die dortigen Belastungen sind demnach etwas höher als die zu erwartende Vorbelastung. Dies wird im konservativen Sinne vernachlässigt.

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

Aus fachlicher Sicht ist zu empfehlen, das Jahr der Umsetzung des Parkhauses 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 Prognose-Nullfall und Planfall deshalb mit Prognose-Nullfall 2021 und Planfall 2021 beschrieben. Dabei liegen aber dennoch die Verkehrszahlen des Prognosejahres 2030 zu Grunde. Dies ist ein konservatives Vorgehen, da davon auszugehen ist, dass im Jahr der Inbetriebnahme des Parkhauses die Verkehrsstärke kleiner sein wird als 2030.

### 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 3.3 (UBA, 2017) berechnet. Darin wurde eine Korrektur der Stickoxid-Basisemissionsfaktoren für EURO 4- und EURO 6-Diesel-Pkw vorgenommen. Darüber hinaus wird in HBEFA 3.3 erstmals der Einfluss der Umgebungstemperatur berücksichtigt, der sich bei Temperaturen unter 20°C erhöhend auf die Stickoxid-Basisemissions-

faktoren auswirkt. Die Berücksichtigung dieses Temperatureinflusses erfolgt in HBEFA 3.3 bei allen Diesel-Pkw der Abgasnorm EURO 4–EURO 6.

Ein analoger Aktualisierungsbedarf ist auf Grund der z. T. gleichen Motorbauweise auch bei den LNF notwendig. Dies ist jedoch mangels verlässlicher Messdaten im HBEFA 3.3 noch nicht umgesetzt. Um dennoch auf der sicheren Seite zu liegen, erfolgen für die LNF die Erhöhungen der Stickoxid-Basisemissionsfaktoren sowie die Berücksichtigung des Temperatureinflusses bzgl. der Stickoxid-Emissionen in gleichem Maße wie bei den Pkw.

Die Berechnung der Emissionsfaktoren erfolgt mit Hilfe der langjährigen Jahresmitteltemperatur im Untersuchungsgebiet von 11.6 C. Die Ermittlung des Mittelwertes wird unter Berücksichtigung des Abschneidekriteriums der Temperaturkurve entsprechend HBEFA und gewichtet nach dem Verkehrstagesgang verwendet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien Pkw, INfz, Lkw und Bussen im Wesentlichen ab von:

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

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2017) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Für das Bezugsjahr 2021 wird eine angepasste Erfurter Flotte verwendet. Damit wird berücksichtigt, dass sich das Untersuchungsgebiet innerhalb der Umweltzone befindet.



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<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-FernC50d Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

IOS-FernC50s Städtische Magistrale o. Ringstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau

IOS-HVS50d Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

IOS-HVS50s Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau

IOS-NS30s Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stau

IOS-Sam50d Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

IOS-Sam50s Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, Stau

### 5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelmissionen 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.

Die nicht motorbedingten PM2.5-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) werden in der vorliegenden Untersuchung entsprechend der im Emission Inventory Guidebook von EMEP/CORINAIR (CORINAIR, 2007) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Eine Differenzierung nach verschiedenen Verkehrssituationen ist durch eine dort angegebene Geschwindigkeitsabhängigkeit (für Reifen und Bremsabrieb) möglich.

Die Resuspension von eingetragem Straßenstaub gehört entsprechend derzeitigem Kenntnisstand eher der Partikelfraktion zwischen 2.5 µm und 10 µm an und wird deshalb bei der Betrachtung von PM2.5 nicht mit berücksichtigt.

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

Es sei darauf verwiesen, dass insbesondere die Emissionsfaktoren für Straßenabrieb von den Autoren wegen fehlender systematischer Untersuchungen mit sehr großen Unsicherheiten bewertet werden. Palmgren et al. (2003) setzt z. B. die PM2.5-Straßenabriebsemissionen auf Basis von Untersuchungen von TNO aus dem Jahr 1997 zu Null. Um auf der sicheren Seite zu liegen, werden dennoch Emissionsfaktoren verwendet.

Auf Grundlage der o. a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM10- und PM2.5-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in den **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

Entsprechend der Aufgabenstellung ist das Jahr der Umsetzung der Baumaßnahme betrachtet (2021). Dabei ist zu berücksichtigen, dass in davor liegenden Jahren höhere spezifische Emissionsfaktoren vorliegen, da die jeweiligen Kfz-Flotten mehr Anteile an Fahrzeugen mit ungünstigeren Minderungskonzepten beinhalten.

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.

Für die Hälfte aller Fahrten im Parkhaus wird Kaltstart entsprechend HBEFA angesetzt.

Für das Parkhaus wird folgende Verkehrssituation herangezogen:

IOS-NS30s    Städtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stau

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [mg/km]									
Verkehrssituation	Längsneigung	NO <sub>2</sub> (direkt)		NO <sub>x</sub>		PM10/PM2.5 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-FernC50d	±0 %	103	249	321	1 756	3.1	16.2	33	350	21	62
IOS-FernC50s	±0 %	165	851	509	5 625	5.9	35.5	45	1 200	22	62
IOS-HVS50d	±0 %	105	315	336	2 288	3.5	17.3	33	350	22	62
IOS-HVS50s	±0 %	165	851	516	5 625	6.2	35.5	45	1 200	22	62
IOS-Sam50d	±0 %	109	320	357	2 333	3.8	17.5	33	350	22	62
IOS-Sam50s	±0 %	165	851	526	5 625	6.3	35.5	45	1 200	22	62

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2018

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [mg/km]									
Verkehrssituation	Längsneigung	NO <sub>2</sub> (direkt)		NO <sub>x</sub>		PM10/PM2.5 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-FernC50d	±0 %	79	192	256	1 273	2.6	12.4	33	350	21	62
IOS-FernC50s	±0 %	121	745	391	4 415	4.9	27.5	45	1 200	22	62
IOS-HVS50d	±0 %	80	251	269	1 687	2.9	13.3	33	350	22	62
IOS-HVS50s	±0 %	121	745	399	4 415	5.2	27.5	45	1 200	22	62
IOS-NS30s	±0 %	121	745	431	4 415	5.6	27.5	45	1 200	22	62
IOS-Sam50d	±0 %	83	255	287	1 721	3.2	13.4	33	350	22	62
IOS-Sam50s	±0 %	121	745	408	4 415	5.3	27.5	45	1 200	22	62

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2021

Diese Verkehrssituation gilt für sog. Stop&Go-Ereignisse, bei dem von einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von 13 km/h und einem Standanteil (Ein- und Aussteigen bei laufendem Motor, Wartezeiten usw.) von 27 % ausgegangen wird. Diese Verkehrssituation ist repräsentativ für das Fahrverhalten in Parkhäusern. Die Emissionsfaktoren sind für die Verkehrssituation in **Tab. 5.3** aufgeführt.

Straßenparameter		Emissionsfaktoren je Kfz [mg/km]				
Verkehrssituation	Längsneigung	NO <sub>2</sub> (direkt)	NO <sub>x</sub>	PM10/PM2.5 (nur Abgas)	PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	PM2.5 (nur Abrieb)
		LV	LV	LV	LV	LV
IOS-NS30s	±0 %	121	447	5.4	45	22
IOS-NS30s	+6 %	202	699	6.8	45	22
IOS-NS30s	-6 %	78	310	4.5	45	22

Tab. 5.3: Mittlerer Emissionsfaktoren je Kfz für das Bezugsjahr 2021 für das Parkhaus

Im HBEFA sind die Längsneigungsklassen 0 %, 2 %, 4 % und 6 % verfügbar. Die betrachteten Rampen übersteigen diese Klassen und werden entsprechend durch eine Verlängerung der Fahrtstrecke auf der Rampe berücksichtigt. Die Emissionen, die bei der Rampenauffahrt entstehen, werden für die beiden Halbebenen zusammengefasst und konservativ auf die jeweils untere Ebene gelegt (Abschnitt 5.4).

#### 5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO<sub>x</sub>, PM10 und PM2.5 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 Prognose-Nullfall 2021 in **Abb. 5.1** und für den Planfall 2021 in **Abb. 5.2** aufgezeigt. Für den Analysefall 2018 und den Prognose-Nullfall wurde von den gleichen Verkehrssituationen ausgegangen. Die darin verwendeten Signaturen setzen sich aus folgenden 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 blaufarbene Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1** und **Abb. 5.2**) eine Verkehrssituation IOS-HVS50 mit dichtem Verkehr.

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), dar.



Abb. 5.1: Im Untersuchungsgebiet angesetzte Verkehrssituationen und Stauanteile im Prognose-Nullfall 2021

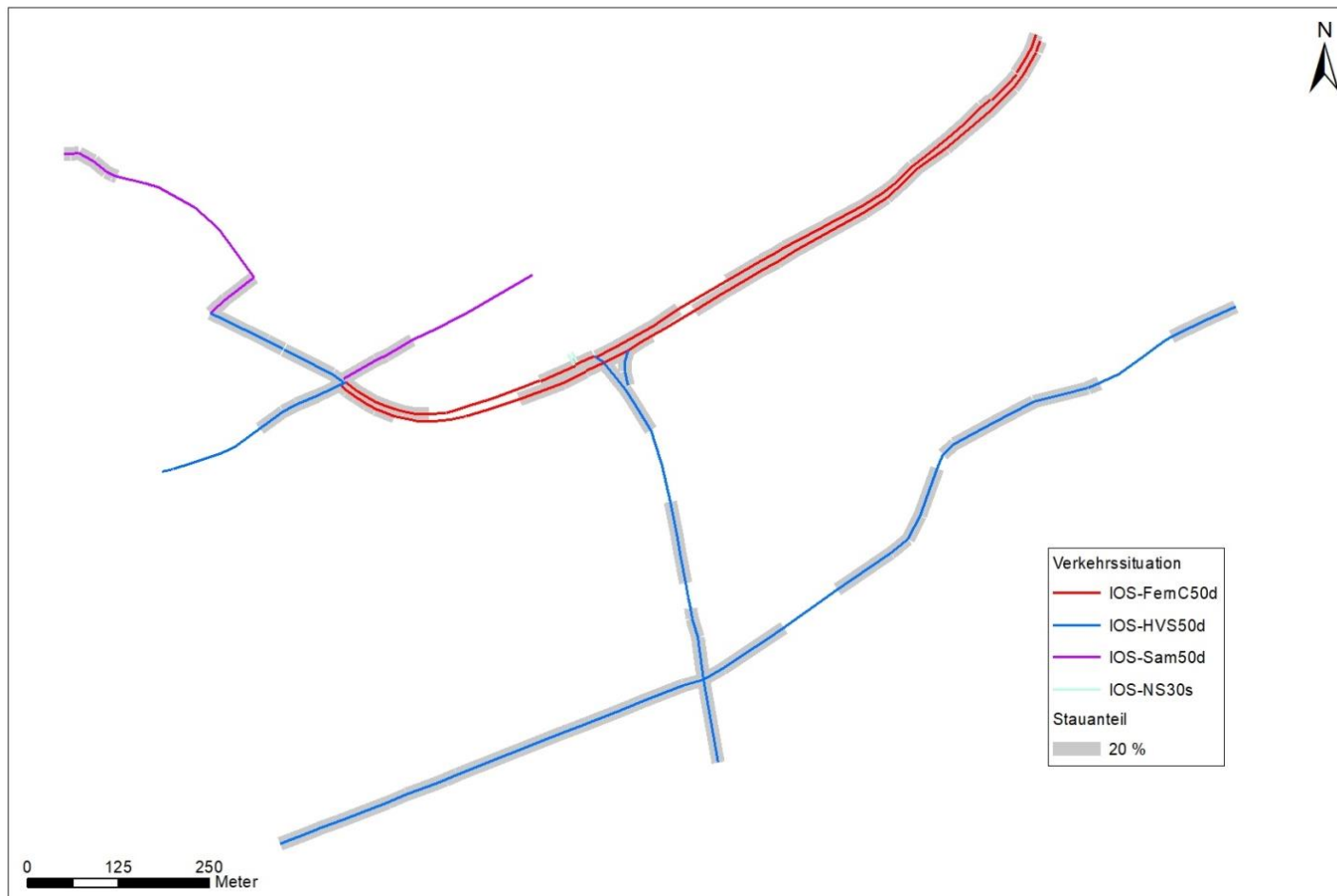


Abb. 5.2: Im Untersuchungsgebiet angesetzte Verkehrssituationen und Stauanteile im Planfall 2021

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. 5.4** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt des Juri-Gagarin-Rings (Fahrtrichtung getrennt) die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für den Abschnitt vor dem Kreuzungsbereich mit der Löberstraße. Des Weiteren sind die Emissionsdichten beispielhaft für NO<sub>x</sub> und PM10 für das Straßennetz im Analysefall 2018, Prognose-Nullfall 2021 und Planfall 2021, zum Teil nach Fahrtrichtung getrennt, im Anhang A3 dargestellt.

DTV [Kfz/24 h]	SV-Anteil [%]	Verkehrssituation	Stop- & Go-Anteil [%]	NO <sub>2, direkt</sub> [mg/(m s)]	NO <sub>x</sub> [mg/(m s)]	PM10 [mg/(m s)]	PM2.5 [mg/(m s)]
<b>Analysefall</b>							
<b>Fahrtrichtung Bahnhofstraße</b>							
11 340	4.5	IOS-FernC50d	20	0.01663	0.05986	0.00808	0.00361
<b>Fahrtrichtung Karl-Marx-Platz</b>							
11 340	4.5	IOS-FernC50d	20	0.01663	0.05986	0.00808	0.00361
<b>Prognose-Nullfall 2021</b>							
<b>Fahrtrichtung Bahnhofstraße</b>							
12 897	5.7	IOS-FernC50d	20	0.01484	0.05603	0.00996	0.00409
<b>Fahrtrichtung Karl-Marx-Platz</b>							
12 897	5.7	IOS-FernC50d	20	0.01484	0.05603	0.00996	0.00409
<b>Planfall 2021</b>							
<b>Fahrtrichtung Bahnhofstraße</b>							
13 160	5.2	IOS-FernC50d	20	0.015	0.056	0.0098	0.00413
<b>Fahrtrichtung Karl-Marx-Platz</b>							
13 160	5.2	IOS-FernC50d	20	0.015	0.056	0.0098	0.00413

Tab. 5.4: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt des Juri-Gagarin-Rings (Fahrtrichtung getrennt) vor der Kreuzung mit der Löberstraße (Richtung Bahnhofstraße)

In der **Tab. 5.5** sind die Emissionen des Parkhauses für die einzelnen Ebenen sowie für die Ein- und Ausfahrt im Erdgeschoss aufgeführt.

Geschoss	UG	UG	EG (Ein- und Ausfahrt)	EG	ZG	1. OG	2. OG	3. OG	4. OG	5. OG
Ebene	-1	-1 (unter Hotel)	0	0	1	2	3	4	5	6
NO <sub>x</sub> -Emission [g/24h]	11.5	15.3	197.1	66.4	202.7	166.0	127.2	88.3	49.5	6.7
NO <sub>2</sub> -Emission [g/24h]	3.2	4.2	53.2	18.4	55.4	45.4	34.7	24.1	13.5	1.8
PM10-Emission [g/24h]	1.2	1.6	22.2	6.8	21.5	17.6	13.6	9.5	5.4	0.8
PM2.5-Emission [g/24h]	0.6	0.9	11.9	3.6	11.5	9.5	7.3	5.1	2.9	0.4

Tab. 5.5: Emissionen je Etage im Parkhaus

Die Emissionen des Untergeschosses vom Parkhaus wurden bei der Ausbreitungsmodellierung vollständig mit ins Erdgeschoss gelegt und treten im Modell analog zu den Emissionen des Erdgeschosses aus den dortigen allseitigen vorgesehenen Lüftungsöffnungen aus.

Das Untergeschoss unter dem Hotel wird über Dach zwangsentlüftet. Die dortigen Lüftungsöffnungen stellen Zuluftöffnungen dar. Die Emissionen dieser Teilquelle werden deshalb auch im Modell über Dach abgegeben, und zwar auf dem östlichen Teil des geplanten Gebäudekomplexes.

Hinweis: Im EG (Ein- und Ausfahrt) werden die Emissionen berücksichtigt, die im Zusammenhang mit der Einfahrt/ Ausfahrt und dem Passieren der Schranken stehen. Die Emissionen im EG umfassen die Emissionen der parkenden Fahrzeuge im EG und die Durchfahrer, wobei die Strecke der Durchfahrer im EG im Vergleich zu den anderen Ebenen durch die baulichen Gegebenheiten geringer ist.



## 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) für das Jahr 2021 auf der Grundlage der jeweiligen Verkehrsstärken der berücksichtigten Straßen und des Parkhauses aus der Prognose 2030 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>, PM10 und PM2.5 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 NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>).

Zusätzlich werden für ausgewählte, repräsentative Immissionsorte (IO) die berechneten Luftschadstoffbelastungen separat ausgewiesen (**Tab. 6.1**). Sie stellen sensible Nutzungen (Wohnbebauung, Spielplätze usw.) im Untersuchungsgebiet dar. Aber auch im Fußgängerbereich wurden in Abstimmung mit dem Umwelt- und Naturschutzamt Erfurt Werte ausgewiesen.

Im Nahbereich des Parkhauses wurden zudem für die kritischste Schadstoffkomponente, dem NO<sub>2</sub>, die Belastungen an den Einzelpunkten auch in verschiedenen Etagen ausgewiesen (**Tab. 6.2**).

Nr.	Immissionsort	NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	PM10-Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	PM2.5-Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Anzahl der Überschreitungen des PM10-24 h-Werts von 50 µg/m <sup>3</sup> im Jahr
<b>Analysefall 2018</b>					
1	Juri-Gagarin-Ring 9, 2. OG	23	16	11	7
2	Juri-Gagarin-Ring, Parkhaus Nordseite	23	17	11	8
3	Neuwerkstraße 47A	24	17	11	8
4	Juri-Gagarin-Ring 25	23	17	11	8
5	Juri-Gagarin-Ring, Parkh. Ostseite	26	17	12	8
6	Juri-Gagarin-Ring 44	32	19	12	10
7	Juri-Gagarin-Ring 90	39	21	13	14
8	Geplanter Hotelkomplex	23	17	11	8
9	Clubraum Juri-Gagarin-Ring 9	23	17	11	8
10	Sandkasten	23	17	11	8
11	Spielplatz Nord	23	17	11	8
12	Spielplatz Süd	24	17	11	8
13	Fußweg Nord	23	17	11	8
14	Fußweg Mitte	24	17	11	8
15	Fußweg Süd	25	17	12	8
<b>Prognose-Nullfall 2021</b>					
1	Juri-Gagarin-Ring 9, 2. OG	22	17	11	8
2	Juri-Gagarin-Ring, Parkhaus Nordseite	23	17	11	8
3	Neuwerkstraße 47A	23	17	11	8
4	Juri-Gagarin-Ring 25	23	17	11	8
5	Juri-Gagarin-Ring, Parkh. Ostseite	25	18	12	9
6	Juri-Gagarin-Ring 44	31	20	13	12
7	Juri-Gagarin-Ring 90	38	23	14	18
8	Geplanter Hotelkomplex	23	17	11	8
9	Clubraum Juri-Gagarin-Ring 9	22	17	11	8
10	Sandkasten	23	17	11	8
11	Spielplatz Nord	23	17	11	8
12	Spielplatz Süd	23	17	11	8
13	Fußweg Nord	23	17	11	8
14	Fußweg Mitte	23	17	11	8
15	Fußweg Süd	25	17	12	8
<b>Planfall 2021</b>					
1	Juri-Gagarin-Ring 9, 2. OG	27	18	12	8
2	Juri-Gagarin-Ring, Parkhaus Nordseite	<b>46</b>	23	15	18
3	Neuwerkstraße 47A	24	17	12	8
4	Juri-Gagarin-Ring 25	24	17	11	8
5	Juri-Gagarin-Ring, Parkh. Ostseite	<b>41</b>	21	14	14
6	Juri-Gagarin-Ring 44	31	20	13	12
7	Juri-Gagarin-Ring 90	38	23	14	18
8	Geplanter Hotelkomplex	34	19	13	10
9	Clubraum Juri-Gagarin-Ring 9	28	18	12	9
10	Sandkasten	31	19	12	10
11	Spielplatz Nord	30	18	12	9
12	Spielplatz Süd	36	20	13	12
13	Fußweg Nord	27	18	12	9
14	Fußweg Mitte	<b>41</b>	22	14	15
15	Fußweg Süd	33	20	13	12
<b>Beurteilungswerte</b>		<b>40</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>35</b>

Tab. 6.1: Immissionen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte  
 Alle Werte in Bodennähe. Grün: Kinderspielplatz, Gelb: Wohnbebauung, Orange: Fußweg (nur kurzfristiger Aufenthalt), Hellblau: Hotel/Gebäude für Freizeiteinrichtung  
 fett = Grenzwertüberschreitung

Immissionsort	1	4	8	9
Erdgeschoss	23	24	34	28
Etage 1	25	24	34	27
Etage 2	27	24	33	27
Etage 3	27	24	31	27
Etage 4	27	24	30	27
Etage 5	24	23	28	26

Tab. 6.2: NO<sub>2</sub>-Belastungen (Jahresmittelwerte) im Nahbereich des Parkhauses (Immissionsorte 1, 4, 8 und 9) in verschiedenen Etagen. Alle Werte in µg/m<sup>3</sup>.  
Fett = Grenzwertüberschreitung.

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

Die Gesamtbelastungen der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte sind flächendeckend in **Abb. 6.1** für den Analysefall 2018, in **Abb. 6.2** für den Prognose-Nullfall 2021 und in **Abb. 6.3** für den Planfall 2021 dargestellt. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 21 µg/m<sup>3</sup> treten Überschreitungen des geltenden Grenzwertes für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m auf. Für ausgewählte Immissionsorte sind die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in **Tab. 6.1** aufgeführt.

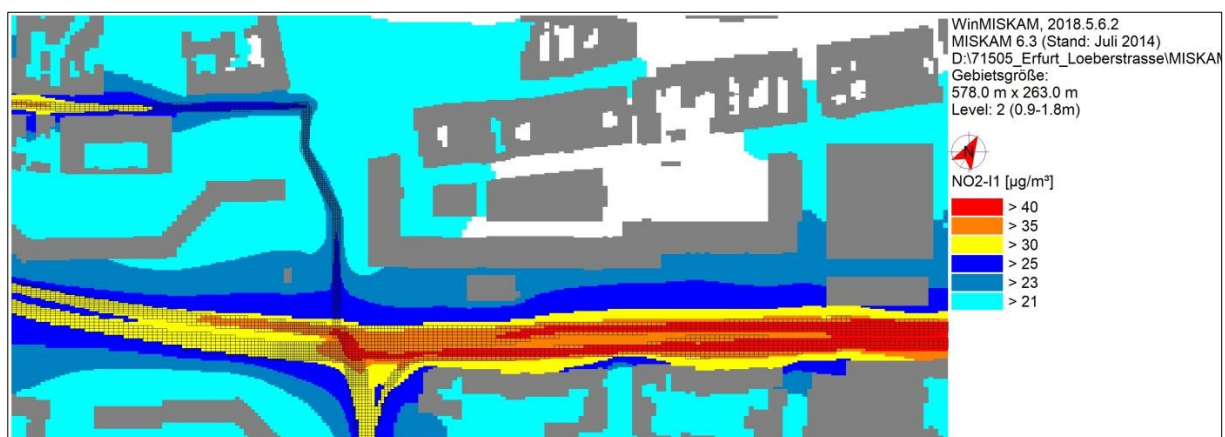


Abb. 6.1: NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Analysefall 2018

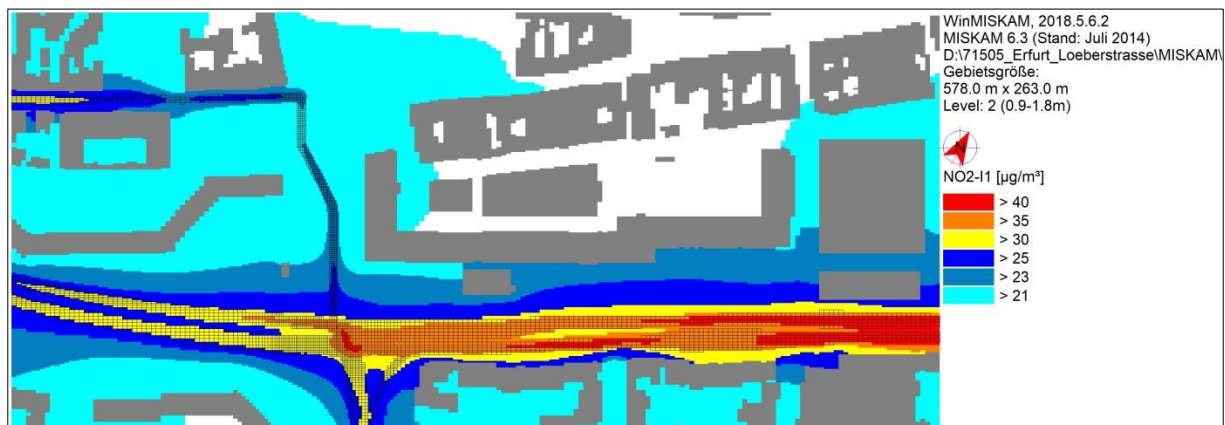


Abb. 6.2: NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Prognose-Nullfall 2021

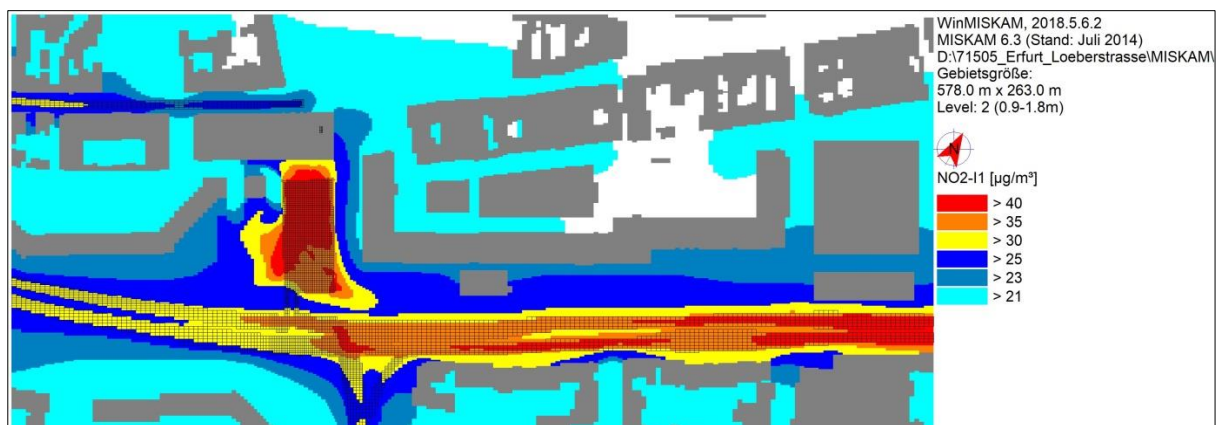


Abb. 6.3: NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Prognose-Planfall 2021

Die **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.3** zeigen, dass außerhalb des geplanten Parkhauses auf dem Juri-Gagarin-Ring die höchsten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte im Bereich der Fahrspuren berechnet werden, wo die Immissionen auf Grund des höheren Verkehrsaufkommens und der dichteren Bebauung in Richtung Lachsgasse bzw. Bahnhofstraße zunehmen. Diese liegen dort oberhalb des Grenzwertes für den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes, aber bis zur Randbebauung nehmen die Immissionen ab.

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

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  wird den Berechnungsergebnissen zu Folge in allen betrachteten Fällen im Betrachtungsgebiet

an der nächstgelegenen Bebauung (vgl. **Tab. 6.1**) nicht überschritten, im Bereich Juri-Gagarin-Ring 90; IO 7) jedoch fast erreicht. Im Analysefall werden dort  $39 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  berechnet, im Prognose-Nullfall 2021 und Planfall 2021 noch  $38 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  ermittelt. Trotz Zunahme der Verkehrsbelegung im Jahr 2030 gegenüber dem Analysefall wird auf Grund der geringeren Emissionsfaktoren im Jahr 2021 im Vergleich zu 2018, die auf eine verbesserte Fahrzeugflotte zurückzuführen sind, eine geringe Abnahme des  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwertes erwartet. Entlang des Juri-Gagarin-Rings zwischen Löberstraße und Bahnhofstraße werden mit Ausnahme der Fassade am IO 7 an der Randbebauung  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte von kleiner als  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erwartet, und zwar bei allen betrachteten Varianten.

An der Bebauung im Juri-Gagarin-Ring westlich der Löberstraße sind auf Grund der Entfernung zur Fahrbahn die  $\text{NO}_2$ -Immissionen an der Randbebauung deutlich geringer und überschreiten in allen Varianten  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht. An dem Immissionsort 6, der der Kreuzung Juri-Gagarin-Ring/Löberstraße am nächsten liegt, werden im Analysefall  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Prognose-Nullfall sowie Planfall  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Dort ist demnach durch das Parkhaus mit keiner relevanten Erhöhung der  $\text{NO}_2$ -Belastung zu rechnen. Für die Immissionsorte 1 bis 4, die im Analysefall und Prognose-Nullfall nur durch die Neuwerkstraße und Eichenstraße, die beide jedoch eine geringe Verkehrsbelegung aufweisen, beeinflusst werden, liegen die  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte zwischen  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Am IO 5 ist der Einfluss des Kreuzungsbereiches Juri-Gagarin-Ring/Löberstraße und der Eichenstraße erkennbar, die zu etwas höheren  $\text{NO}_2$ -Immissionen führt (IO 5: Analysefall  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und Prognose-Nullfall  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Im Planfall werden an den IO 3 und 4 ähnliche  $\text{NO}_2$ -Belastungen wie im Analysefall erwartet (**Tab. 6.1**). Unmittelbar an der Nordseite des Parkhauses werden am Parkhaus selbst im Maximum  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen von  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet (IO 2). Auch in kleineren Teilen der Ostfassade werden mit  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Überschreitungen des  $\text{NO}_2$ -JM-Grenzwertes berechnet. Gleiches gilt für kleinere Teilbereiche des Fußweges auf der Westseite (IO 14,  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sensitive Bebauung oder auch andere sensitive Punkte sind davon nicht betroffen.

An der benachbarten Wohnscheibe im Umfeld des Parkhauses werden maximale Belastungen von  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erwartet (IO 1). Dies liegt deutlich unter dem Grenzwert der 39. ImSchV.

In der separaten **Abb. 6.4** wurde der Bereich westlich des Parkhauses nochmals separat dargestellt, und zwar mit hinterlegtem Lageplan für die im Istzustand vorhandenen Spielbereiche.

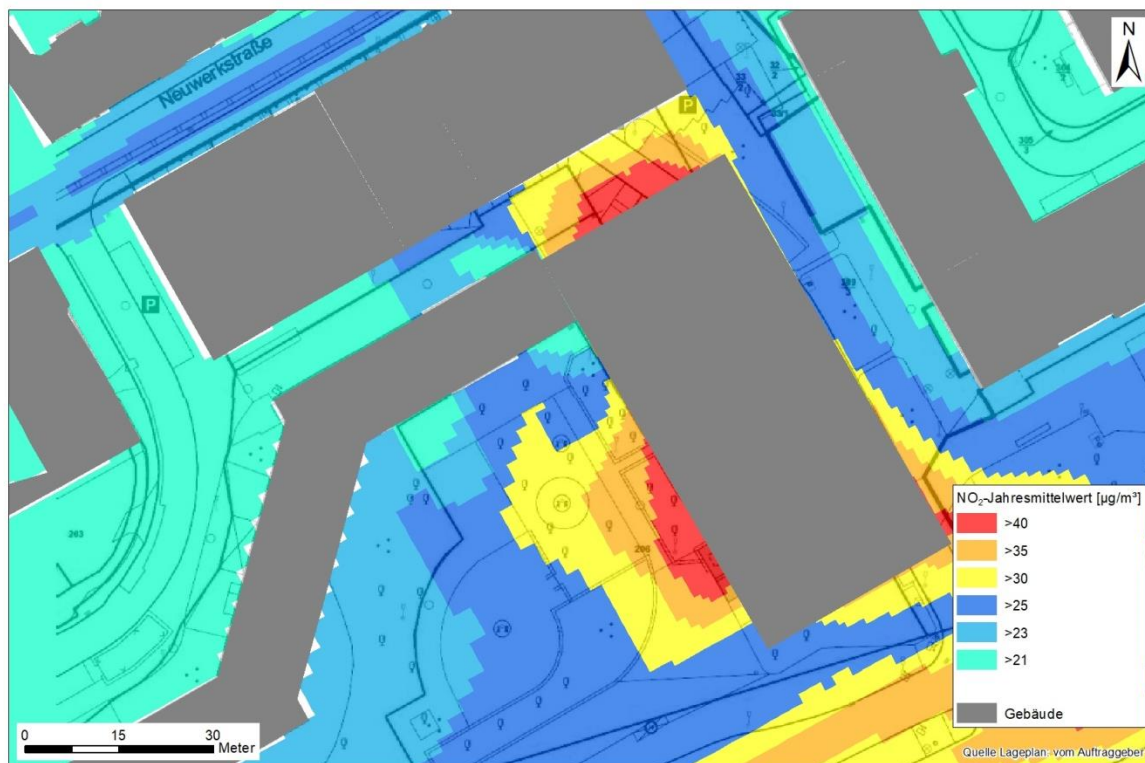


Abb. 6.4: NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung im Bereich westlich des geplanten Parkhauses im Prognose-Planfall 2021. Kartengrundlage: Umwelt- und Naturschutzamt Erfurt

Dort treten maximale Belastungen von 36 µg/m<sup>3</sup> auf (IO 12), die mittlere Belastung auf der gesamten Spielfläche ist geringer. Der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> wird um mindestens 10 % unterschritten. Es ist dort im Planfall je nach Standort von leicht erhöhten bis erhöhten Konzentrationen auszugehen.

Am geplanten Hotelkomplex werden NO<sub>2</sub>-Belastungen von maximal 34 µg/m<sup>3</sup> erwartet (IO 8).

Die berechnete flächendeckende Immissionsverteilung ist plausibel. Im Bereich des Parkhauses dient bei Windrichtungen aus Südwest (= Hauptwindrichtung) die westliche, im Süden offene Seite des Parkhauses als Zuluftöffnung. Der Baukörper des Parkhauses selbst führt dann auf dem nördlichen Teil der Ostseite zu Rückströmungseffekten, so dass ein Großteil der im Parkhaus produzierten Schadstoffe im südlichen Teil der Ostseite und auf der Nordseite entweicht. Dies trifft auf alle Höhenbereiche gleichermaßen zu. Deshalb kommt es nördlich des Parkhauses und im Südosten desselben zu erhöhten Schadstoffbelastungen. Bei Winden aus Nordost (= Nebenmaximum) dient vor allem die Westseite als Abluftöffnung, so dass es zu diesen Zeiten zu erhöhten Belastungen westlich des Parkhauses kommt. Andere Windrichtungen sind zeitlich gesehen von untergeordneter Bedeutung.

Es sei zu erwähnen, dass mit Verwendung der Verkehrsbelastung 2030 und der Emissionsfaktoren 2021 eine konservative Herangehensweise gewählt wurde. Für die zukünftigen Jahre ist eine Abnahme der Immissionen auf Grund der verbesserten Fahrzeugflotte zu erwarten.

Eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d. h. einem Stundenwert von 200 µg/m<sup>3</sup> mehr als 18-mal im Jahr, ist bei Jahresmittelwerten unter 40 µg/m<sup>3</sup> an umliegenden sensitiven Punkten nicht zu erwarten.

## 6.2 Feinstaub (PM10)

Einen Überblick über die flächendeckenden, bodennahen PM10-Jahresmittelwerte ist der **Abb. 6.5** für den Analysefall 2018, der **Abb. 6.6** für den Prognose-Nullfall 2021 und der **Abb. 6.7** für den Planfall 2021 zu entnehmen. Für die ausgewählten Immissionsorte sind die PM10-Jahresmittelwerte in **Tab. 6.1** aufgeführt.



Abb. 6.5: PM10-Gesamtbelastung im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Analysefall 2018

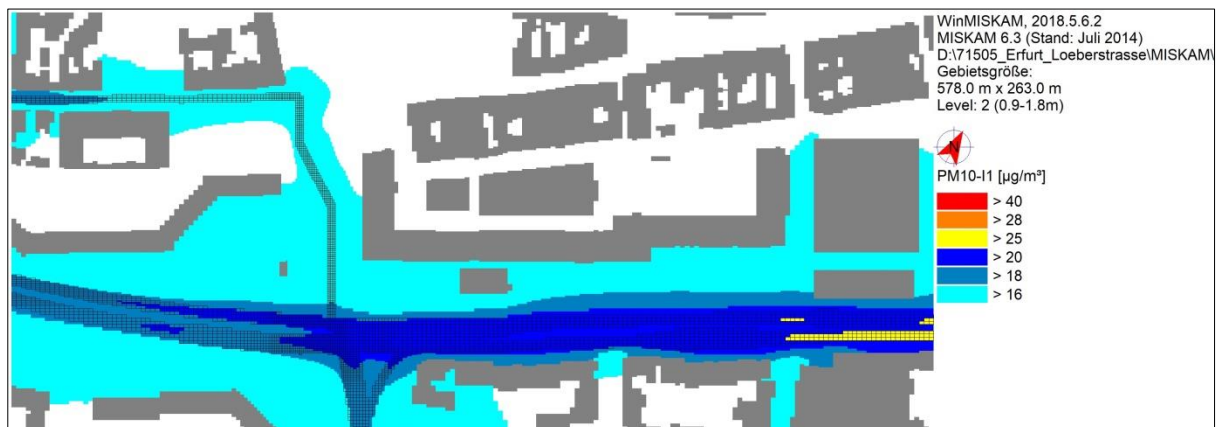


Abb. 6.6: PM10-Gesamtbelastung im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Prognose-Nullfall 2021

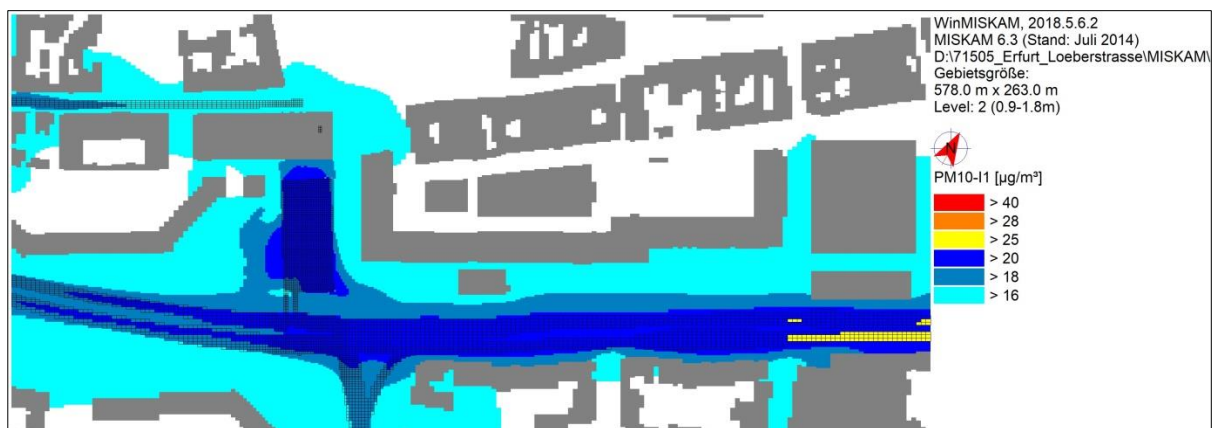


Abb. 6.7: PM10-Gesamtbelastung im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Planfall 2021

Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  treten die höchsten PM10-Belastungen im Bereich der Fahrspuren im Juri-Gagarin-Ring auf. Diese betragen im Analysefall maximal  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , im Prognose-Nullfall bzw. Planfall maximal  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Damit liegen sie bereits auf der Straße selbst deutlich unter dem geltenden Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, oder anderen sensiblen Punkten wie Spielplätze u. ä. führen. Die Gesamtbelastungen der PM10-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV wird im Analysefall 2018, Prognose-Nullfall 2021 und Planfall 2021 an der



der geplanten Bebauung und der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. An dem höchstbelasteten Immissionsort 7 werden im Analysefall 2018  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Prognose-Nullfall bzw., auch im Planfall  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. An den anderen ausgewählten Immissionsorten werden in diesen drei untersuchten Varianten  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stundengrenzwert für Partikel (PM10) von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (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 Anzahl der Überschreitungen der PM10-24 h-Werte (Überschreitungstage) von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

Der strengere PM10-Kurzzeitgrenzwert von 35 Tagen größer  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entsprechend der 39. BImSchV wird an umliegender sensibler Nutzung nicht überschritten, da im gesamtem Untersuchungsgebiet außerhalb der Fahrbahnen und außerhalb des geplanten Parkhauses bei allen betrachteten Varianten PM10-Konzentrationen von weniger als  $25 \mu\text{g PM10}/\text{m}^3$  berechnet werden.

### 6.3 Feinstaub (PM2.5)

Die flächendeckenden PM2.5-Jahresmittelwerte sind für den Analysefall 2018 in **Abb. 6.8**, für den Prognose-Nullfall in **Abb. 6.9** und im Planfall 2021 in **Abb. 6.10** dargestellt. Für ausgewählte Immissionsorte sind die PM2.5-Jahresmittelwerte in **Tab. 6.1** aufgeführt. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird der geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwert bei allen betrachteten Varianten deutlich unterschritten.

Die Gesamtbelastungen der PM2.5-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt. An den ausgewählten Immissionsorten werden auch im Planfall nicht mehr als  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV wird entsprechend den Immissionsberechnungen im Analysefall 2018, Prognose-Nullfall 2021 und Planfall 2021 im Untersuchungsgebiet an der Bebauung deutlich



Abb. 6.8: PM2.5-Gesamtbelastung im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Analysefall 2018

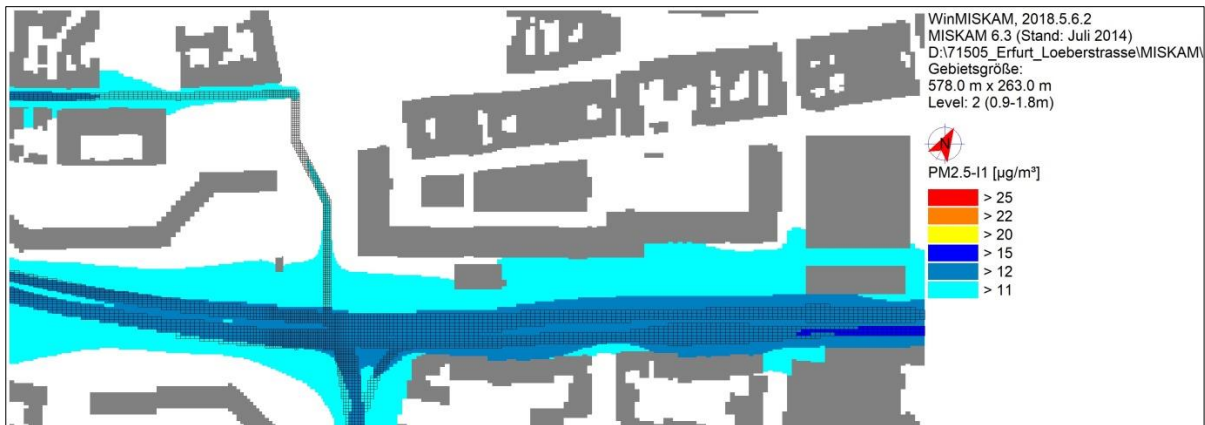


Abb. 6.9: PM2.5-Gesamtbelastung im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Prognose-Nullfall 2021

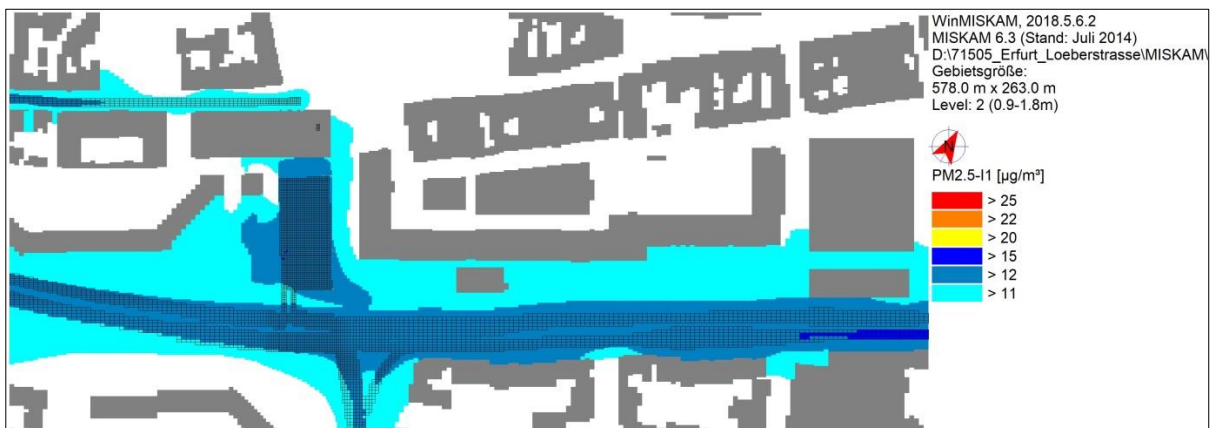


Abb. 6.10: PM2.5-Gesamtbelastung im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Planfall 2021

nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM<sub>2.5</sub>-Immissionen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Dies trifft auch auf die nahegelegenen Spielplatzbereiche zu.

#### 6.4 Fazit

Am Juri-Gagarin-Ring wird in allen betrachteten Fällen an der höchst belasteten Stelle (ca. 350 m östlich des geplanten Parkhauses) der Grenzwert für den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> fast erreicht. Im Nullfall und Planfall 2021 sind die Belastungen dort aber leicht niedriger als im Analysefall. Die verkehrliche Mehrbelastung im Planfall führt dort demnach nicht zu einer Grenzwertüberschreitung im Planfall.

Westlich des Parkhauses wird am dortigen Wohnhaus in der untersten bewohnten Etage (= 2. Etage) der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert mit 27 µg/m<sup>3</sup> deutlich unterschritten. Die Erhöhung der Belastung in diesem Bereich im Vergleich zum Nullfall ist durch die Emissionen des Parkhauses bedingt.

Auch an den westlich gelegenen Spielplätzen wird der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert eingehalten. Die Belastungen an der am höchsten belasteten Stelle schöpfen jedoch den Grenzwert um ca. 90 % aus. Im Mittel über den gesamten Spielplatz sind die Belastungen geringer.

In Teilbereichen von Fußwegen rund um das Parkhaus ist lokal mit einer Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwertes zu rechnen. In diesen Bereichen halten sich jedoch die Menschen nicht längerfristig auf, so dass dies nicht bewertungsrelevant ist.

Der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup> ist im Untersuchungsgebiet in allen Fällen überall deutlich unterschritten.

Zudem werden an sensitiven Bauungen bei allen Varianten keine Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-24 h-Grenzwerts (Überschreitungshäufigkeit des 24 h-Werts von 50 µg/m<sup>3</sup> öfter als 35-mal im Jahr) erwartet. Dies trifft auch auf die dem geplanten Parkhaus nahegelegenen Spielplätze zu.

Der PM<sub>2.5</sub>-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV ist mit 25 µg/m<sup>3</sup> definiert. In keinem berechneten Fall kommt es zur Überschreitung dieses Grenzwerts. Die Gesamtbelastungen sind größtenteils deutlich kleiner.

## 7 LITERATUR

- Architekturbüro Stadermann (2019): Übergabe der Lagepläne, Ansichten und Schnitte. E-Mail von Frau Brand am 31.01.2019, Stand 23.01.2019.
- 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): 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., Bösing, 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 (2018): Meteorologische Daten der Station Erfurt-Weimar, heruntergeladen unter: [http://www.dwd.de/DE/Home/home\\_node.html](http://www.dwd.de/DE/Home/home_node.html).
- 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., Böisinger, 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 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.
- 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/NO<sub>2</sub>-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.
- 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\\_fagrapporter/rapporter/FR460.PDF](http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR460.PDF).
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlußbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- 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 Erfurt, Umwelt- und Naturschutzamt (2018): Digitale Gebäudedaten der Stadt Erfurt. E-Mail vom 30.07.2018 von Herrn Riediger an Frau Moldenhauer.

- TLUG (2013-2017): Jahrestabellen der Immissionskennwerte; [http://www.tlug-jena.de/luftaktuell/ls\\_jahrdaten.php?size=-4&delta\\_id=10&datum=2017](http://www.tlug-jena.de/luftaktuell/ls_jahrdaten.php?size=-4&delta_id=10&datum=2017)
- TLUG (2018): Abstimmung zur anzusetzenden Vorbelastung im Untersuchungsgebiet. E-Mail von Herrn Börner vom 19.04.2018.
- TREMODO (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3. (HBEFA 3.3) (aktualisierte Version vom 02.05.2017). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI (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 (2017): Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle – Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. Richtlinie VDI 3783, Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.
- verkehr<sup>plus</sup> Verkehrstechnik und Verkehrsmanagement GmbH (2018): Übergabe des LSA-Ausrüstungsplan Variante 1 (Signalkonzept). E-Mail von Herrn Eweleit vom 29.08.2018.
- yverkehrsplanung GmbH (2018 a): Übergabe der Verkehrsdaten und Angaben zum Parkhaus. E-Mail von Herrn Selz vom 19.07.2018, 21.08.2018, 27.08.2018, 28.08.2018.
- yverkehrsplanung GmbH (2018 b) und Verkehrsplus: BV 634 – Neuwerkstraße 17, 99084 Erfurt, Verkehrsuntersuchung Löbertor in Erfurt, Erfurt/ Weimar 19.11.2018

**A N H A N G A1:**  
**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  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von  $\text{PM}_{10}$  und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für  $\text{PM}_{2.5}$ , Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der  $\text{PM}_{10}$ -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>	seit 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 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 PM2.5-Jahresmittelwert von 25 µg/m<sup>3</sup> 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<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.

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

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

**A N H A N G A2:**  
**BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-**  
**ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION**

## **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 solange, 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 3783/9, 2017) beachtet. 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. 350 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 %.

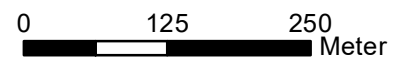
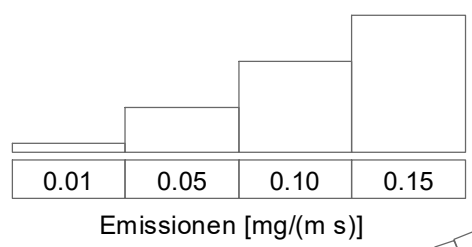
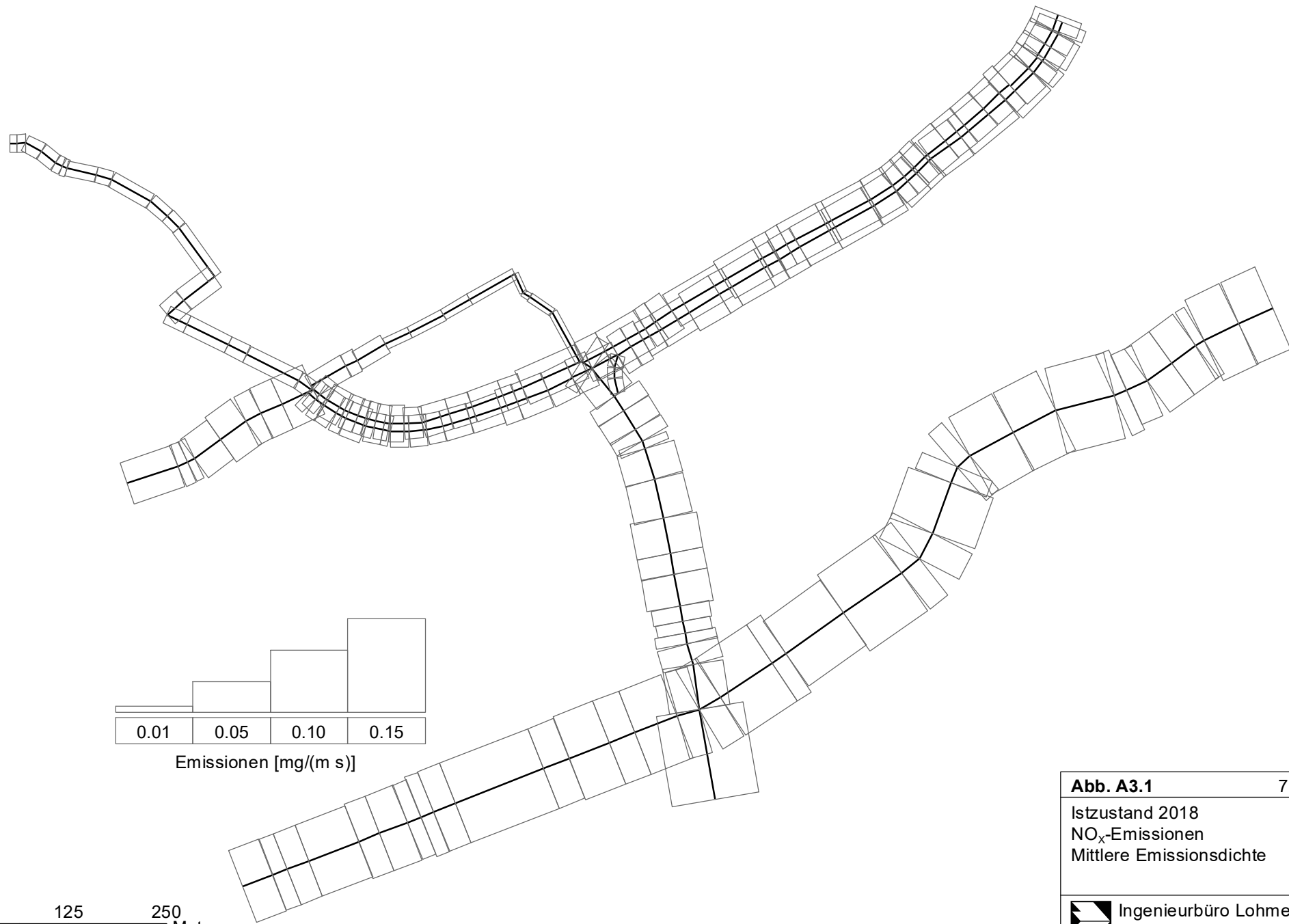
Für die statistische Fehlerbandbreite der NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10 % bis 20 % für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.


Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von  $\pm 20\%$  aufweisen.

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

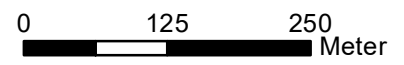
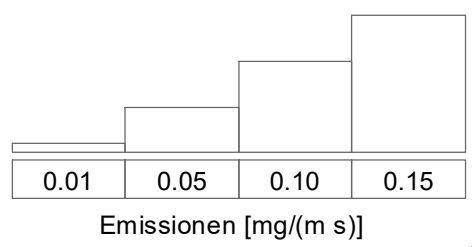
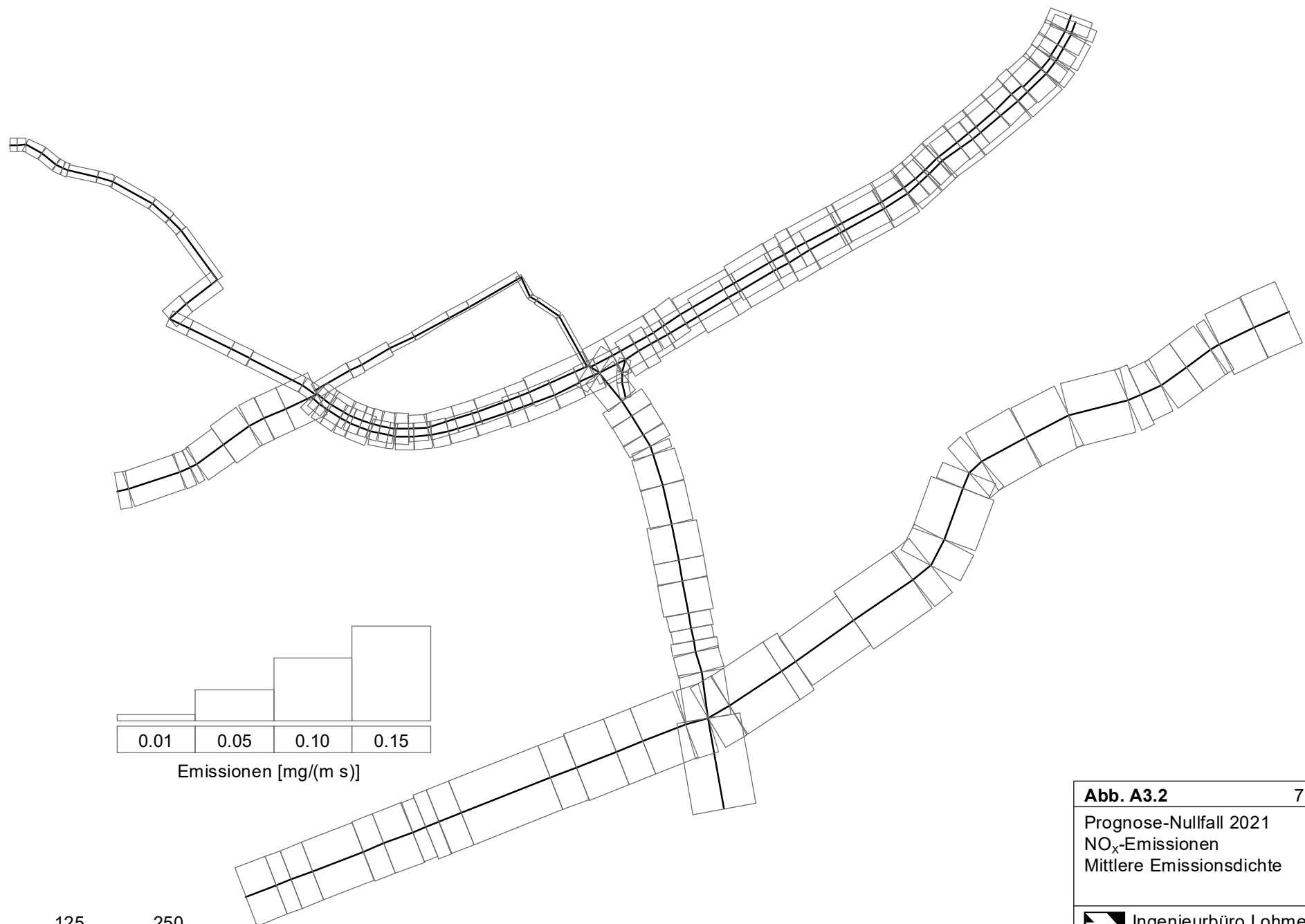
Hinzuzufügen ist, dass der Fehler der Emissionen sich direkt auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Hintergrundbelastung, d. h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtmissionsbelastung geringer sind.


**A N H A N G A3:  
EMISSIONSABBILDUNGEN**

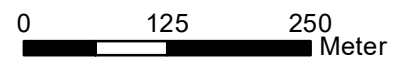
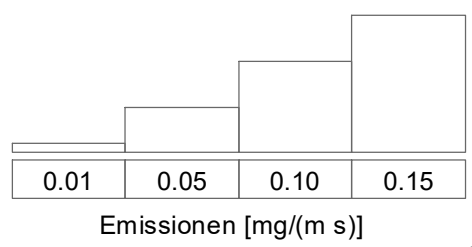
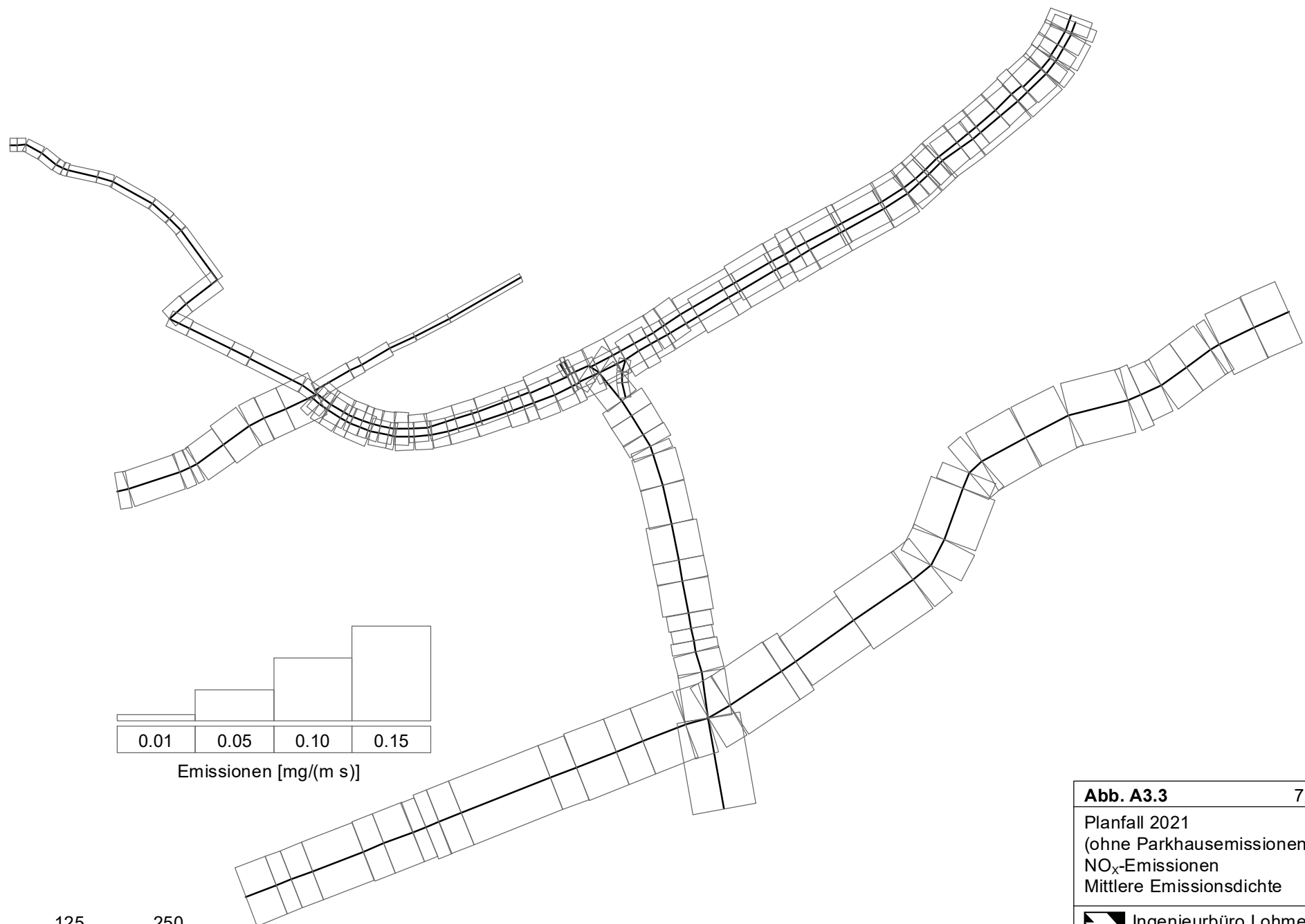



<b>Abb. A3.1</b>	71505-18-01
Istzustand 2018 NO <sub>x</sub> -Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

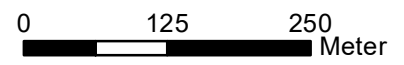
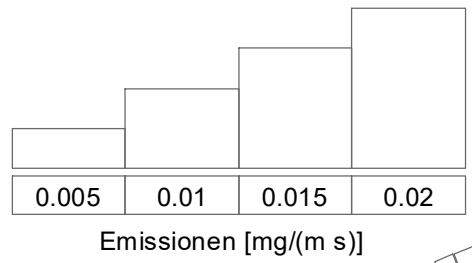
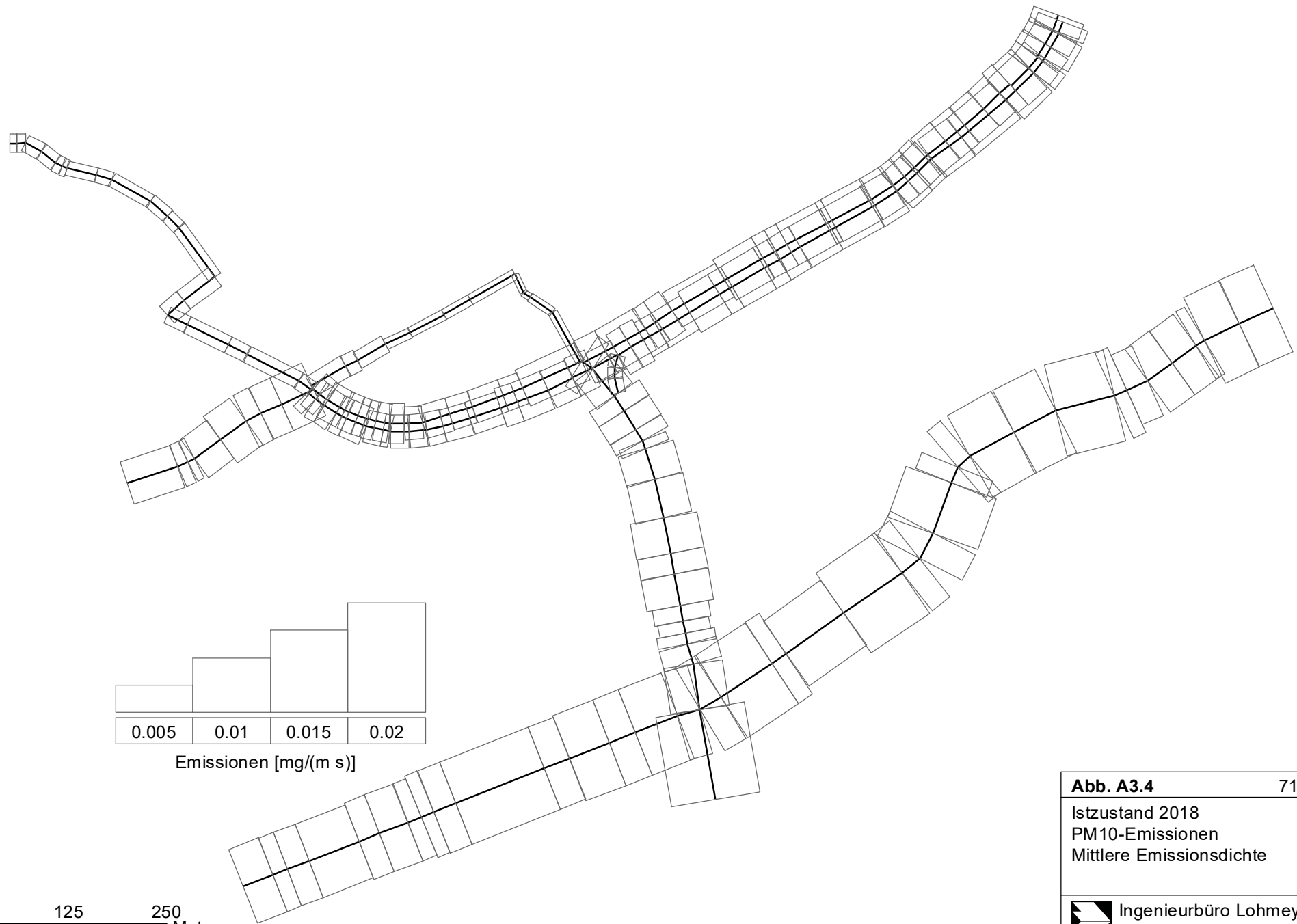





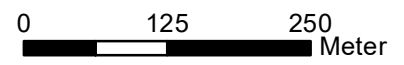
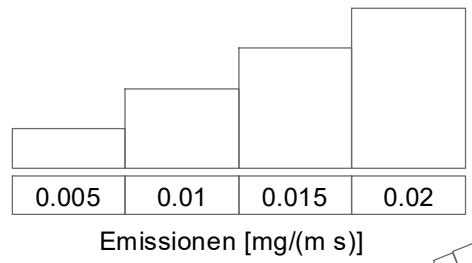
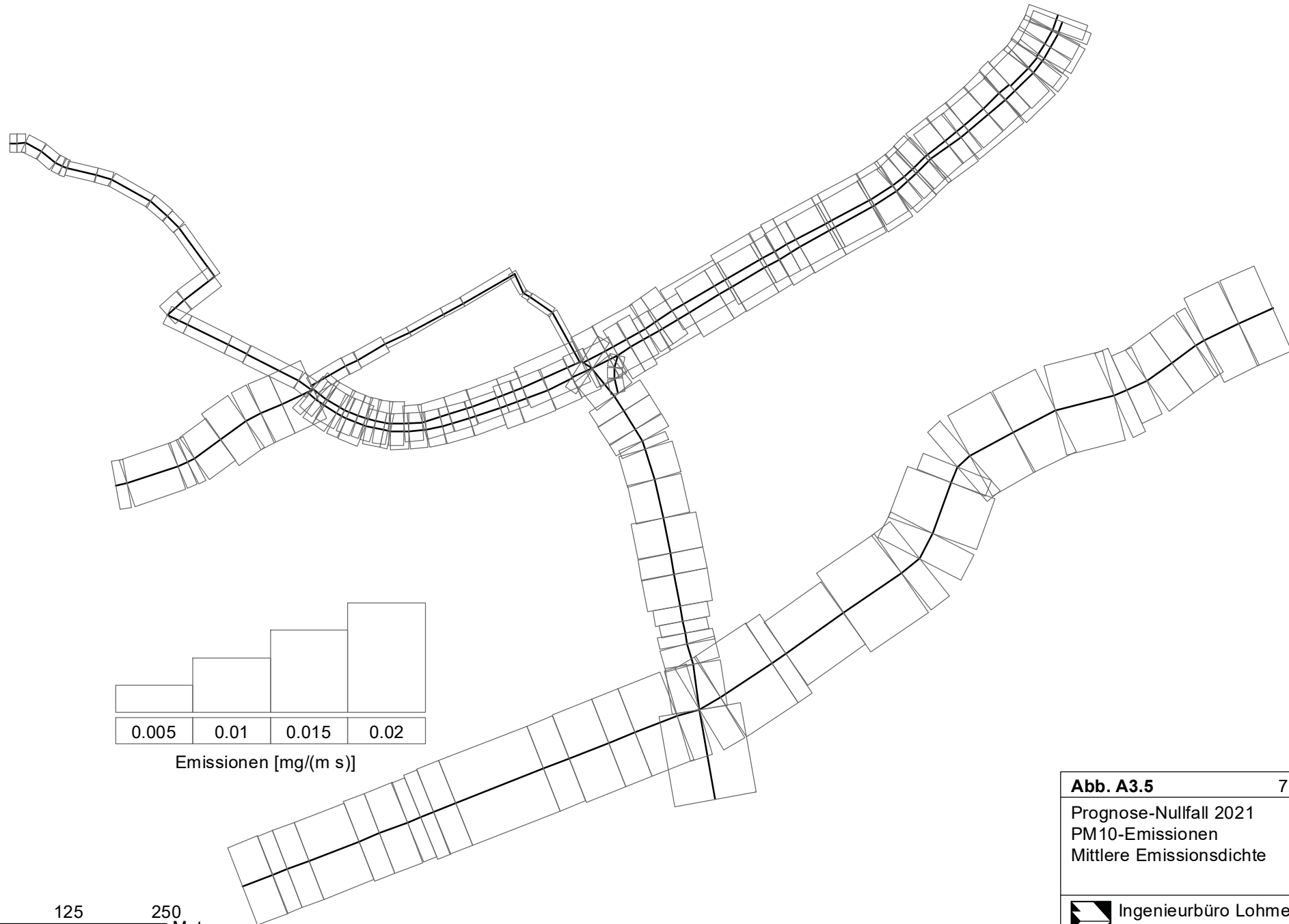
<b>Abb. A3.2</b>	71505-18-01
Prognose-Nullfall 2021 NO <sub>x</sub> -Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG




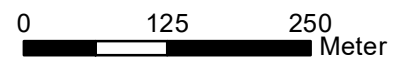
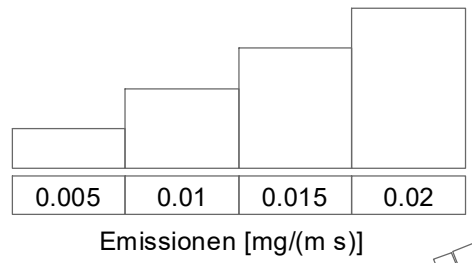
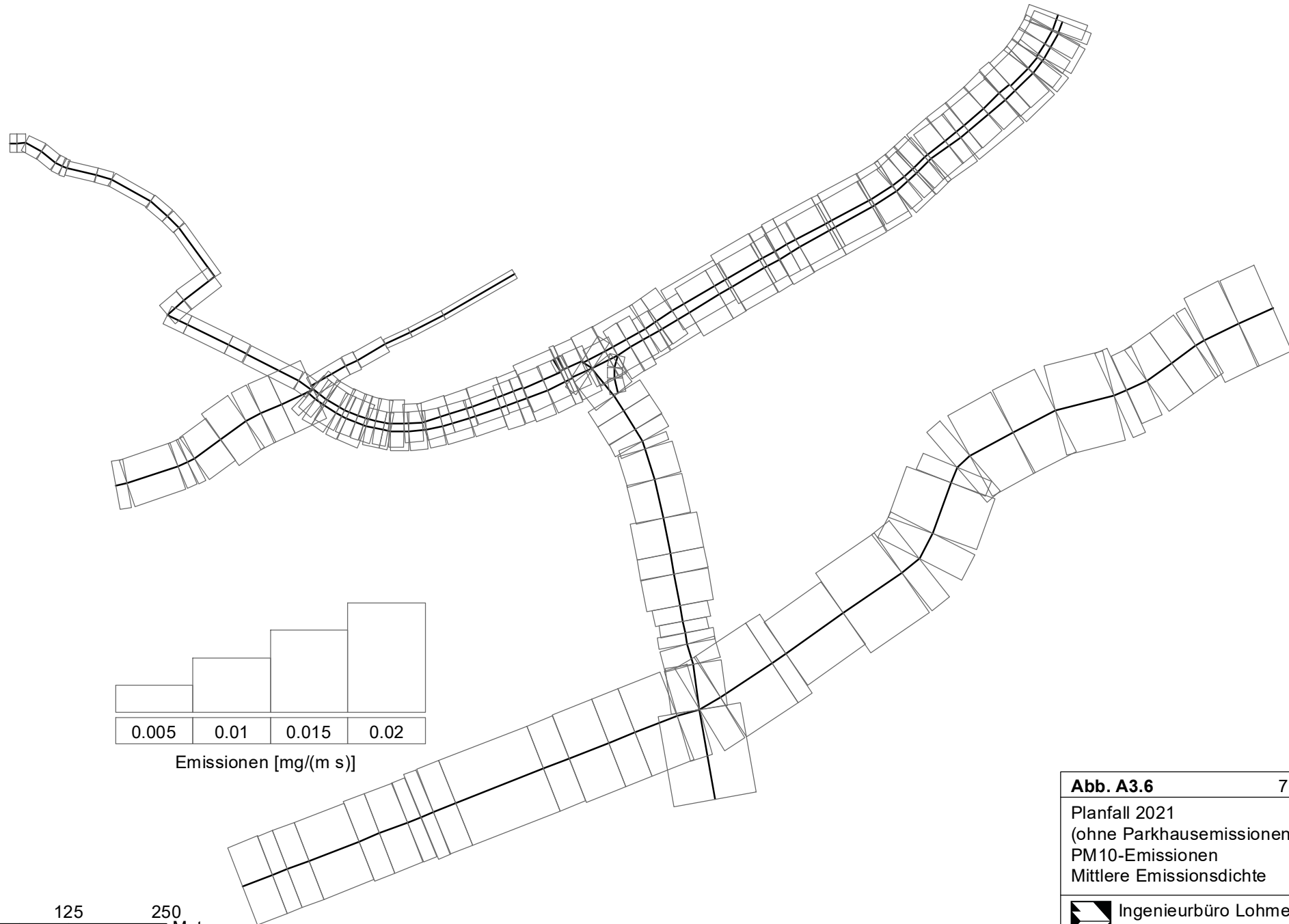
<b>Abb. A3.3</b>	71505-18-01
Planfall 2021 (ohne Parkhausemissionen) NO <sub>x</sub> -Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



<b>Abb. A3.4</b>	71505-18-01
Istzustand 2018 PM10-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

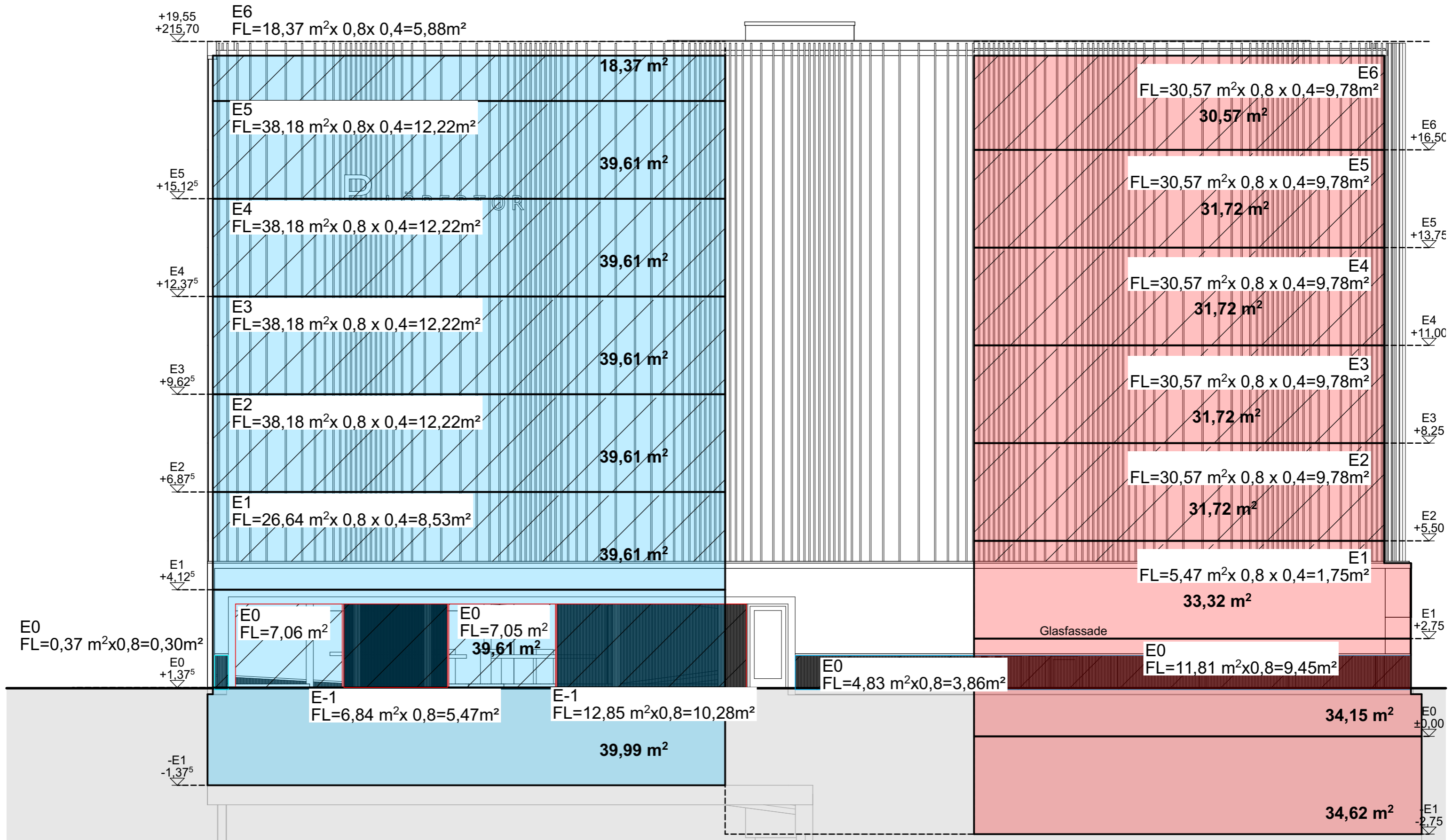


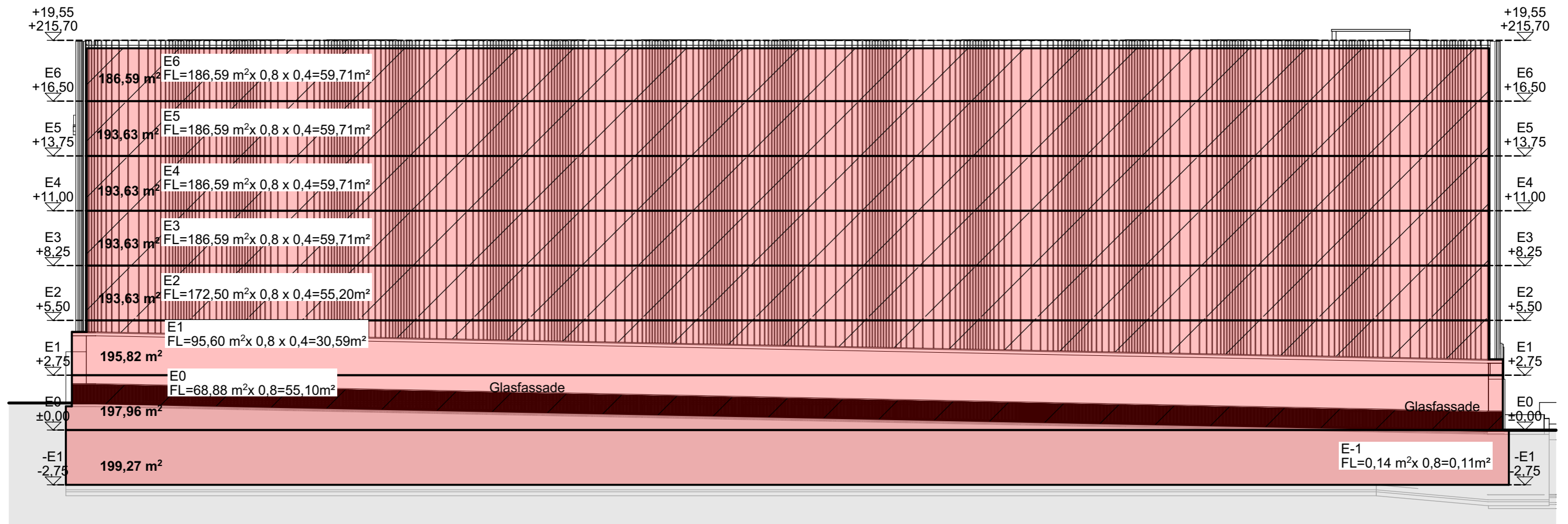
<b>Abb. A3.5</b>	71505-18-01
Prognose-Nullfall 2021 PM10-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



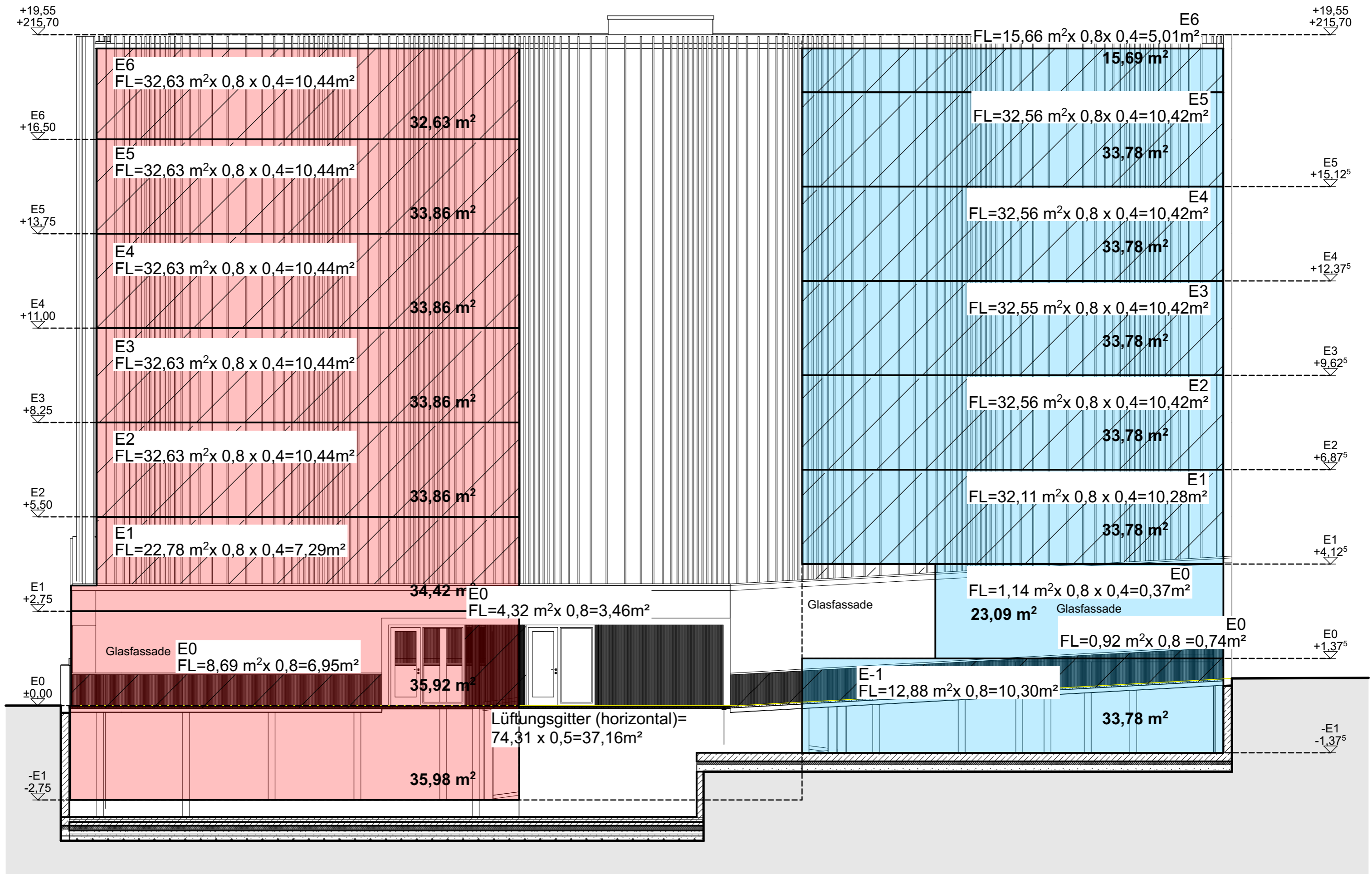
<b>Abb. A3.6</b>	71505-18-01
Planfall 2021 (ohne Parkhausemissionen) PM10-Emissionen Mittlere Emissionsdichte	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

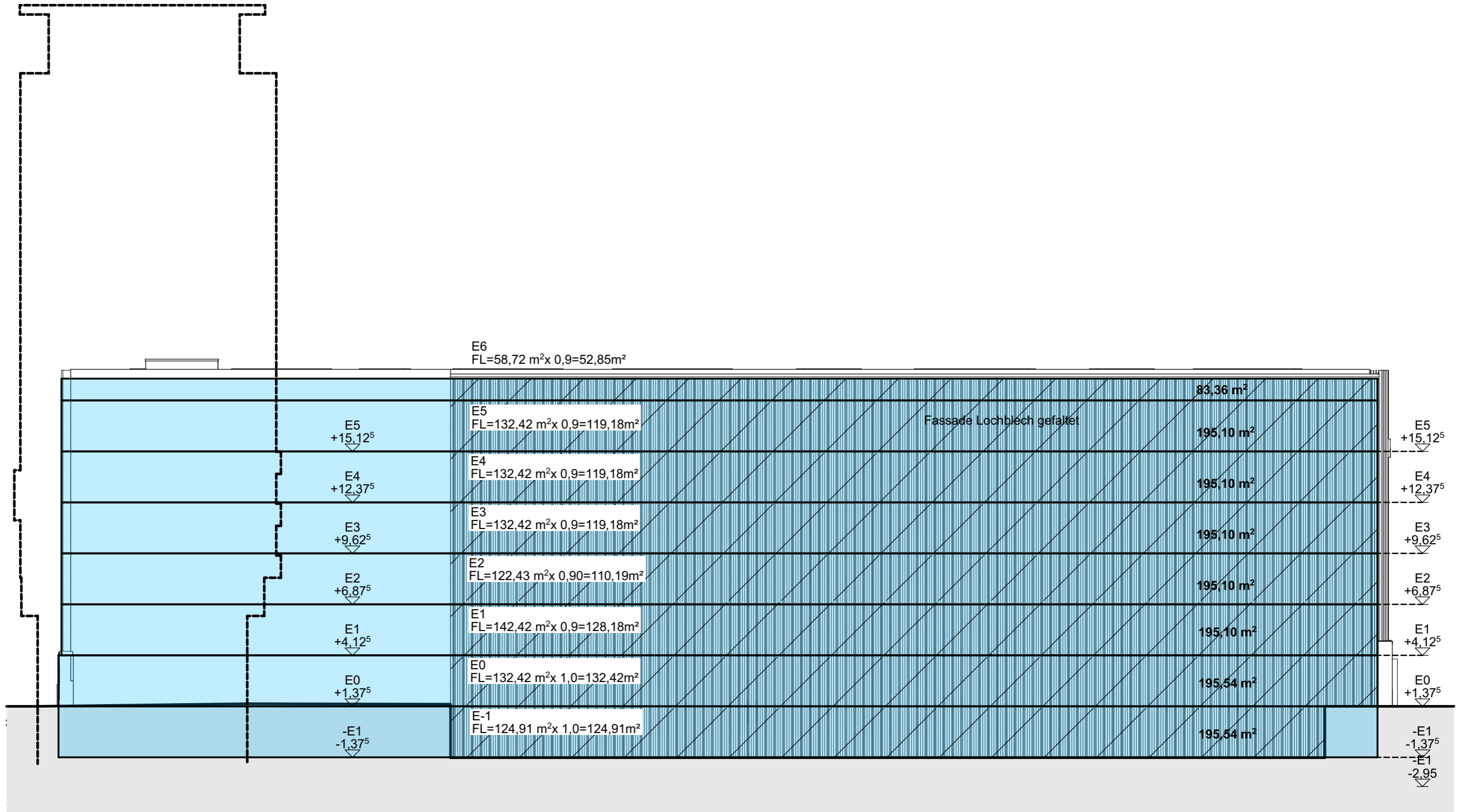
**A N H A N G A4:**  
**PARKHAUSPLANUNG, STAND: 23.01.2019**  
**(ARCHITEKTURBÜRO STADERMANN, 2019)**

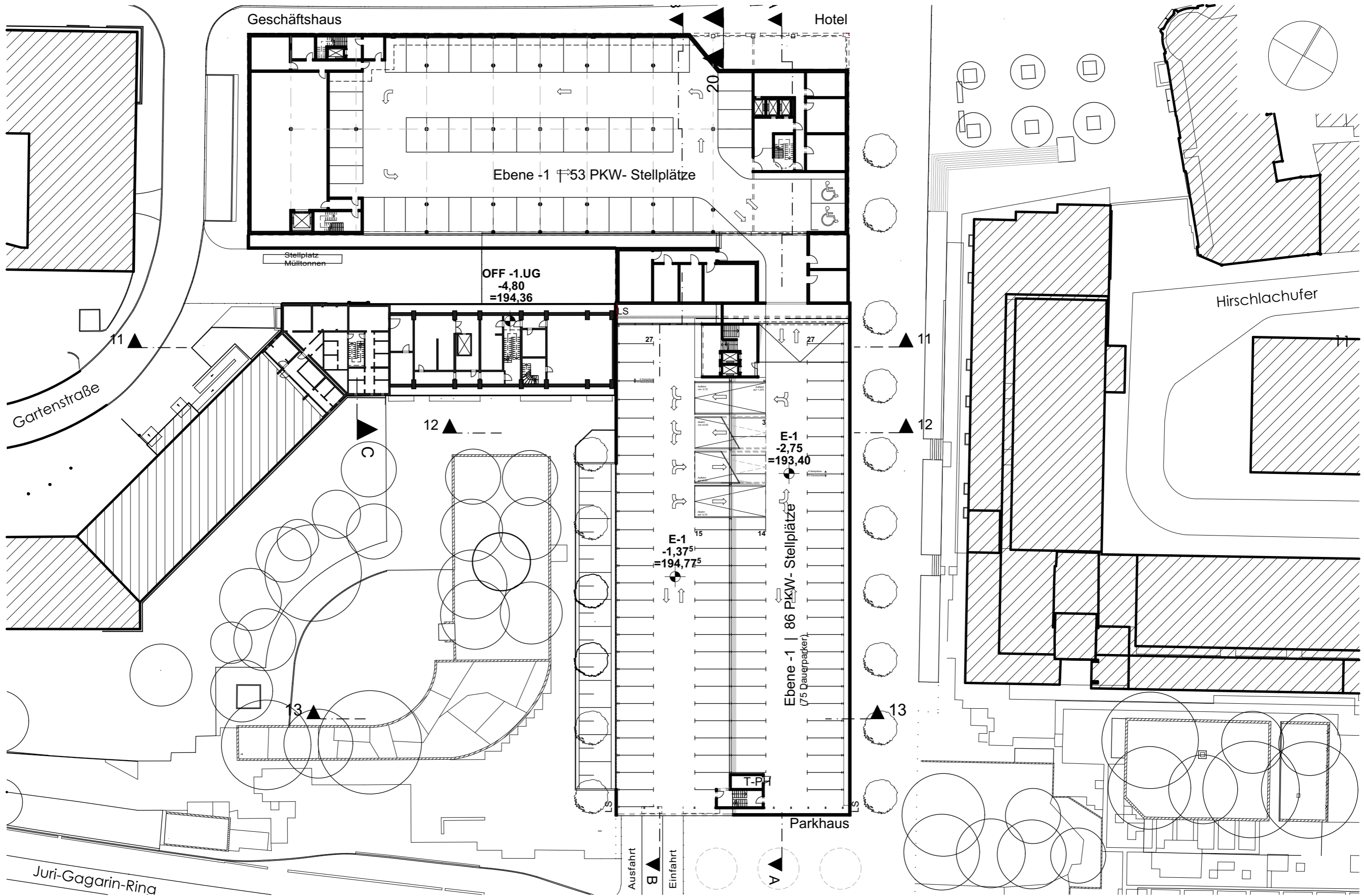


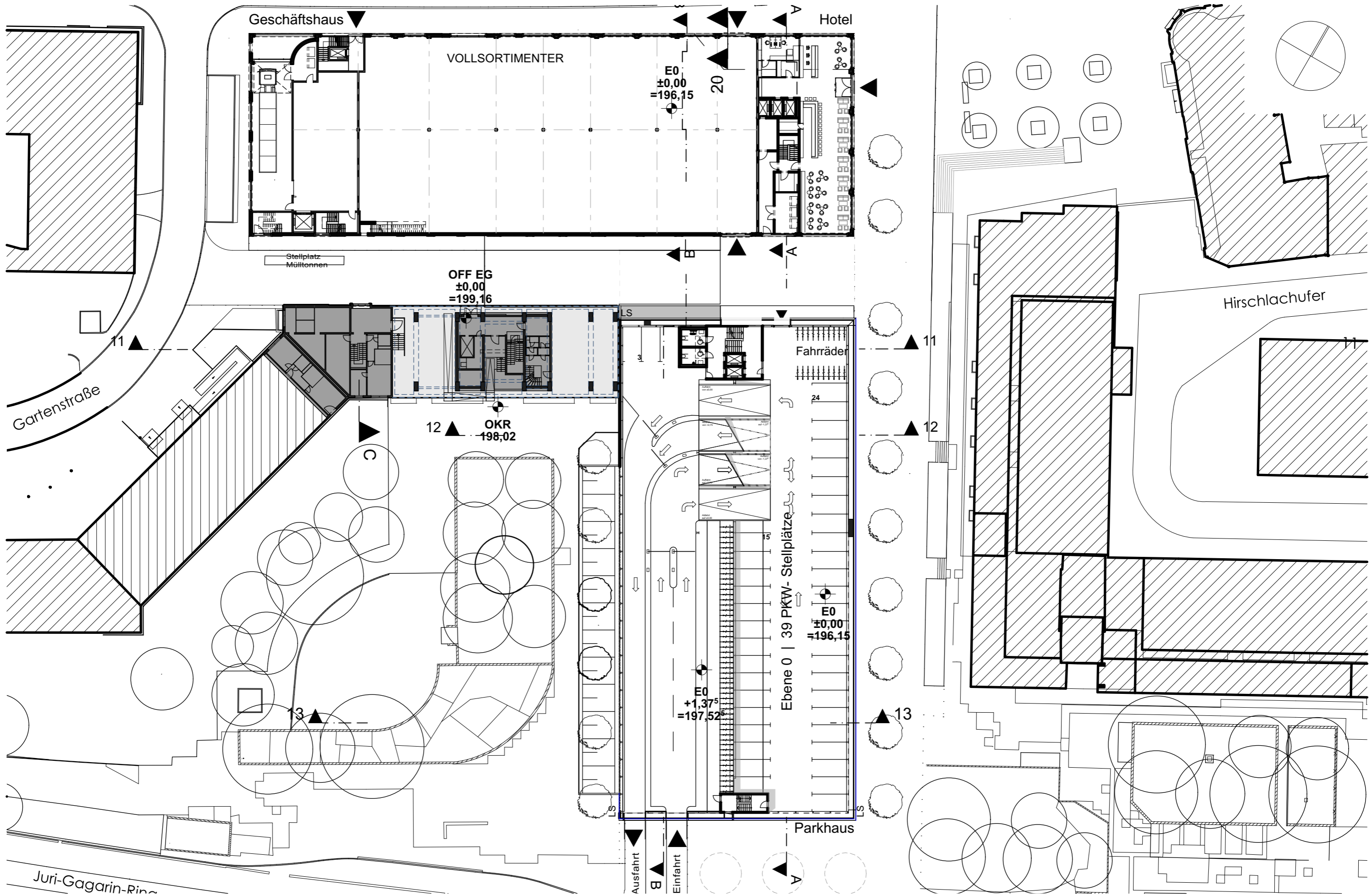


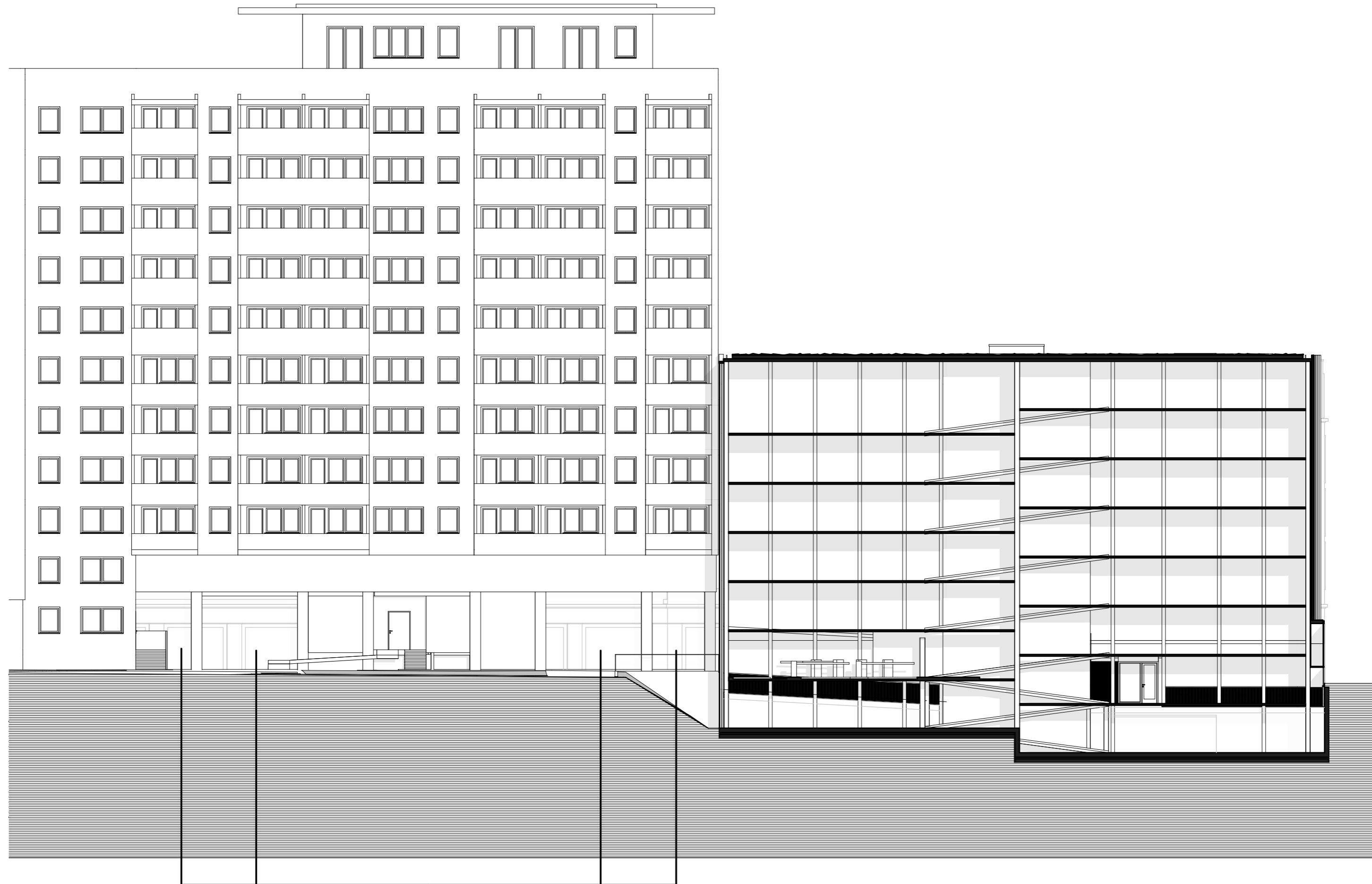




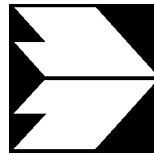








Durchgang



**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D - 01445 Radebeul

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

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

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

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

Büroleiter: Dr. rer. nat. Ingo Düring

**bekanntgegebene Stelle nach § 29b BImSchG  
für den Aufgabenbereich O – Gerüche**

71505/Löberstraße Erfurt

## **Parkhaus Löbertor in Erfurt - Luftschadstoffgutachten Stellungnahme zur Planungsänderung**

Nach Fertigstellung des Gutachtens erfolgten Planungsänderungen auf Grund von einer Vielzahl von vorhandenen Leitungen im Bereich zwischen Parkhaus und Juri-Gagarin-Straße. Dies hat zur Folge, dass es zu einer Verkleinerung des Parkhauses kommt. Es ist geplant, das Gebäude in südliche Richtung um 2.50 m zu kürzen. Die konstruktiven Ausführungen des Parkhauses bleiben davon unberührt. Es werden jedoch die Anzahl der Stellplätze von 581 auf 553 Stellplätze reduziert, und zwar genau um die, die sich in dem zu kürzenden Gebäude befinden. Die Anzahl der Stellplätze in der Tiefgarage ändert sich nicht.

Diese Reduzierung der Gebäudegröße und damit der Stellplatzanzahl wird die Luftschadstoffimmissionen in der Umgebung des Parkhauses nicht in relevanter Form beeinflussen. Vielmehr ist von einer leichten Reduktion der umliegenden Schadstoffbelastungen auszugehen. So wird durch die geringere Anzahl der Stellplätze eine Reduzierung der parkenden Fahrzeuge und der Durchfahrer erreicht, was wiederum zu einer Emissionsminderung im Parkhaus führt. Des Weiteren wird sich der Fahrweg je Ebene und Fahrzeug verkürzen, was ebenfalls eine Reduzierung der Emissionen innerhalb des Parkhauses mit sich bringt. Durch die geringere Anzahl an Fahrzeugen werden auch die Emissionen bei der Ein- und Ausfahrt reduziert, da die Standzeiten für diese Fahrzeuge an der Schranke entfallen.

Die Strömungsverhältnisse werden sich im unmittelbaren Nahbereich des Parkhauses zudem leicht verbessern, da die Durchlüftungsbedingungen durch den kleineren Baukörper etwas verbessert werden.

An den Immissionsorten, die sich unmittelbar um das Parkhaus befinden, werden deshalb keine relevanten Veränderungen der berechneten Immissionen für NO<sub>2</sub> und Feinstaub erwartet. Vielmehr wird erwartet, dass die Immissionen eher geringfügig reduziert werden, da die Emissionen im Parkhaus abnehmen und die Durchlüftungsbedingungen zudem leicht verbessert sind.

Diese positive Veränderung der Planungen wirkt sich vor allem auf die Immissionsorte 5 und 15 aus, die sich am nächsten zur Südseite des Parkhauses befinden. Da das Parkhaus ein Stück von der Juri-Gagarin-Straße wegrückt, wird pro Fahrzeug ein Stück der Strecke, in dem Fall je 2,50 m bei der Einfahrt und Ausfahrt im Parkhaus entfallen. Diese Fahrstrecke wird dann außerhalb des Parkhauses zurückgelegt, wo günstigere Ausbereiungsbedingungen vorherrschen.

Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG,  
Sitz ist Karlsruhe  
Amtsger. Mannheim, HRA 104948  
Prök.: Dr.-Ing. Thomas Flassak

Pers. haftende Gesellschafterin:  
Lohmeyer GmbH, Karlsruhe,  
Amtsger. Mannheim, HRB 107455  
Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Helmut Lorentz

Büro Karlsruhe:  
An der Roßweid 3, D-76229 Karlsruhe  
Tel.: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0, Fax: - 30  
E-Mail: [info.ka@lohmeyer.de](mailto:info.ka@lohmeyer.de)  
Büroleiter: Dr.-Ing. Thomas Flassak

Sparkasse Meißen  
Kto.: 3 000 051 677, BLZ: 850 550 00  
IBAN: DE11 8505 5000 3000 0516 77  
BIC (SWIFT): SOLADES1MEI  
UST-IdNr.: DE813768755

Ihre Daten werden nach den Richtlinien der Europäischen Datenschutzgrundverordnung verwaltet. Weitere Informationen siehe: [www.lohmeyer.de/datenschutz](http://www.lohmeyer.de/datenschutz)

---

Aus lufthygienischer Sicht gibt es keine Bedenken für die Verkürzung des Gebäudes und damit die Reduzierung der Stellplätze. Eine Neuberechnung der Immissionsbelastung im Umfeld einer angepassten Planung ist aufgrund der allseitigen Verbesserung der Situation aus fachlicher Sicht nicht notwendig. Die bisherigen Rechenergebnisse sind für die neue Planung konservativ und können auch für die Beurteilung der neuen Planung unverändert heran gezogen werden.

Radebeul, den 11.06.2019

*i.A. E. Nitzsche*  
Dipl.-Ing. (FH) Eva Nitzsche

*i.A. Antje Moldenhauer*  
Dipl.-Met. Antje Moldenhauer