



Lohmeyer

**BEBAUUNGSPLAN 2118  
JAKOBSTRASSE IN  
BERGISCH GLADBACH**

**LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN**

**Auftraggeber:**

Stadt Bergisch Gladbach  
Fachbereich Umwelt und Technik  
Wilhelm-Wagener-Platz  
51429 Bergisch Gladbach

**Bearbeitung:**

Lohmeyer GmbH  
Niederlassung Dresden

November 2020  
Projekt 10071-20-01  
Berichtsumfang 77 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.....	10
<b>4 EINGANGSDATEN</b> .....	<b>12</b>
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	12
4.2 Verkehrsdaten .....	17
4.3 Bebauungssituation .....	21
4.4 Meteorologische Daten .....	26
4.5 Hintergrundbelastung der Luft .....	29
4.6 NO <sub>2</sub> -Messung aus Sondermessprogramm 2019 .....	32
4.7 Vegetation.....	33
<b>5 EMISSIONEN</b> .....	<b>36</b>
5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	36
5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	36
5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren .....	38
5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	41
<b>6 IMMISSIONEN</b> .....	<b>44</b>
6.1 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ).....	48
6.2 Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) .....	56
6.3 Feinstaub (PM <sub>2.5</sub> ) .....	59
6.4 Gesamtbewertung .....	60

<b>7 LITERATUR .....</b>	<b>62</b>
<b>ANHANG A1: BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN .....</b>	<b>65</b>
A1.1 Grenzwerte .....	66
A1.2 Vorsorgewerte .....	67
A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen .....	68
A1.4 Schutz der Vegetation .....	68
<b>ANHANG A2: BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION .....</b>	<b>69</b>
A2.1 MISKAM .....	70
A2.2 Fehlerdiskussion .....	70
<b>ANHANG A3: EMISSIONSABBILDUNGEN.....</b>	<b>73</b>

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

## ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

### **Emission / Immission**

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist  $\mu\text{g}$  (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 gröÙenselektierenden Lufterlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadt Bergisch Gladbach plant den B-Plan 2118 in der Innenstadt von Bergisch Gladbach nördlich des S-Bahnhofes. Eine mikroskalige Luftschadstoffberechnung soll durchgeführt werden, wobei insgesamt 4 Konfliktbereiche zu betrachten sind (Paffrather Straße nördlich B-Plan 2118, Paffrather Straße im Bereich des rechtskräftigen B-Plans „Am Kalkofen“, Paffrather Straße im Bereich der Messstelle der Passivsammlermessung und Stationsstraße in der Nähe des Busbahnhofes).

Zu betrachten sind folgende Fälle mit zugehörigem Prognosejahr:

- Analysefall 2020 für das Jahr 2020
- Nullfall 2025 mit der baulichen Situation des Analysefalls und der Realisierung des rechtskräftigen B-Planes 2129 (ohne Realisierung des Vorhabens B-Plan 2118) für das Prognosejahr 2025
- Planfall 2025 mit der baulichen Situation des Analysefalls und der Realisierung sowohl des rechtskräftigen B-Planes 2129 und des hier zu betrachtenden B-Plans 2118 für das Prognosejahr 2025
- Fall Stadthaus 2025 wie Planfall 2025, jedoch mit zusätzlicher Realisierung des Stadthauses zwischen Jakobstraße und dem S-Bahnhof für das Prognosejahr 2025.

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 4.1 (UBA, 2019) wurden mit PROKAS die verkehrsbedingten Emissionen für das Bezugsjahr 2020 und 2025 ermittelt. Die nicht motorbedingten PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2.5</sub>-Emissionen sind ebenfalls im HBEFA 4.1 enthalten und werden so verwendet.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem prognostischen Strömungs- und Ausbreitungsmodell 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 Hin-

tergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wurde auf Grundlage von Messdaten des Luftqualitätsüberwachungssystems (LUQS) des Landes Nordrhein-Westfalen sowie unter Berücksichtigung einer NO<sub>2</sub>-Passivsammlermessung im Norden von Bergisch Gladbach im Jahr 2019 angesetzt. Die NO/NO<sub>2</sub>-Konversion wurde mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wurde die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

## **Ergebnisse**

Die berechneten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte liegen im Analysefall 2020 im Konfliktbereich 4 an einzelnen sensitiven Punkten im Nahbereich der Stationsstraße höher als der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>. Im Nullfall 2025 bzw. in den betrachteten Planfällen werden an den sensitiven Punkten trotz steigender Verkehrsstärke und verschlechterter Austauschbedingungen keine Grenzwertüberschreitungen gemäß 39. BImSchV mehr ermittelt. Dies ist bedingt durch die zu erwartende verringerte Stickstoffemission je Fahrzeug.

Der PM10-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup> ist in allen Konfliktbereichen bei allen betrachteten Fällen überall deutlich unterschritten. Gleiches gilt für den PM2.5-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV von 25 µg/m<sup>3</sup>.

Auch eine Überschreitung des PM10-24 h-Grenzwerts (Überschreitungshäufigkeit des 24 h-Werts von 50 µg/m<sup>3</sup> öfter als 35-mal im Jahr) kann für alle betrachteten Varianten ausgeschlossen werden.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Bergisch Gladbach plant den B-Plan 2118 in der Innenstadt von Bergisch Gladbach nördlich des S-Bahnhofes. Eine mikroskalige Luftschadstoffberechnung soll durchgeführt werden, wobei insgesamt 4 Konfliktbereiche zu betrachten sind (Paffrather Straße nördlich B-Plan 2118, Paffrather Straße im Bereich des rechtskräftigen B-Plans „Am Kalkofen“, Paffrather Straße im Bereich der Messstelle der Passivsammlermessung und Stationsstraße in der Nähe des Busbahnhofes).

Zu betrachten sind folgende Fälle mit zugehörigem Prognosejahr:

- Analysefall 2020 für das Jahr 2020
- Nullfall 2025 mit der baulichen Situation des Analysefalls und der Realisierung des rechtskräftigen B-Planes 2129 (ohne Realisierung des Vorhabens B-Plan 2118) für das Prognosejahr 2025
- Planfall 2025 mit der baulichen Situation des Analysefalls und der Realisierung sowohl des rechtskräftigen B-Planes 2129 und des hier zu betrachtenden B-Plans 2118 für das Prognosejahr 2025
- Fall Stadthaus 2025 wie Planfall 2025, jedoch mit zusätzlicher Realisierung des Stadthauses zwischen Jakobstraße und dem S-Bahnhof für das Prognosejahr 2025.

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 erfolgen. Für das Prognosejahr für den Nullfall und die Planfälle wurde das Jahr 2025 ausgewählt, weil es das früheste Realisierungsjahr für den zu betrachtenden B-Plan darstellt.

### 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  $\text{NO}_2$  und  $\text{PM}_{10}$  erreicht. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, Blei, Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) und Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ) sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid ( $\text{NO}$ ) 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 ( $\text{NO}_2$ ), Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 und 2.5  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ) betrachtet.

#### 3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO <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)

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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , der 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf, wird verzichtet, da der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  eher überschritten wird, als der Kurzzeitgrenzwert.

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

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

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

### 3.3 Berechnungsverfahren MISKAM

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

den Windfelder berechnet, die die Umströmung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Gebäudekonfiguration modellieren.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Aktivitätsdaten und Verkehrsmengen werden für das Prognosejahr die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, schwere Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung sind im HBEFA 4.1 ebenfalls enthalten und werden so verwendet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020).

Die Immissionsberechnungen erfolgen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM (Eichhorn, 2014). MISKAM gehört zu den prognostischen Modellen vom Eulertyp. Es besteht aus zwei Teilen, einem Strömungsteil für die Modellierung der Umströmungsverhältnisse der Gebäude und einem Ausbreitungsteil zur Berechnung des Immissionsfeldes. MISKAM iteriert jeweils solange, bis das Strömungs- bzw. Konzentrationsfeld quasi stationär ist. Bei den Berechnungen werden die Hinweise aus Eichhorn (2005) sowie der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017) für prognostische Modelle beachtet. Die Einhaltung des Kriteriums von Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017) wurde dahingehend berücksichtigt, dass die jeweiligen Rechengebiete deutlich größer als die Fläche der Untersuchungsgebiete gewählt wurden.

Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes, in denen detaillierte Aussagen getroffen werden sollen, ist die Unterteilung in mehrere Rechengebiete notwendig, die unterschiedlich nach Norden (parallel zur vorliegenden Randbebauung) ausgerichtet sind. Damit werden numerische Effekte durch quer zu den Gebäudefassaden liegende Boxen vermieden.

Die Rechengebiete werden mit einem nichtäquidistanten Netz überzogen, dessen horizontale Auflösung zwischen 0.5 m bis 2 m im Bereich des Zentrums des jeweiligen Untersuchungsgebietes und ca. 10 m am Rand des jeweiligen Rechengebiets variiert. Die vertikale Ausdehnung der Rechengebiete beträgt jeweils 500 m.

Das Rechengebiet 1 (vollständige Ausdehnung siehe **Abb. 4.14**) dient zur Berechnung der Schadstoffbelastung in den Konfliktbereichen 1 und 3, das Rechengebiet 2 (vollständige

Ausdehnung siehe **Abb. 4.15**) wurde zur Berechnung in den Konfliktbereichen 2 und 4 genutzt.

Im Untersuchungsgebiet befindet sich südwestlich der Paffrather Straße in Höhe Marktkauf eine Geländekante (siehe **Abb. 4.3**). An dieser können Strömungsablösungen nicht ausgeschlossen werden. Des Weiteren wird die Stationsstraße im Bereich des Marktkaufes auf einer Rampe geführt. Dies bedeutet, dass die Emissionen im Vergleich zu den Gebäuden in Teilbereichen abgehoben sind. Davon sind jedoch nur Verkaufskomplexe und keine Wohnbebauung betroffen. Die relevanten zu bewertenden Wohnbebauungen befinden sich in der Stationsstraße/Ecke Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße am Fuß der Rampe oder südlich davon. Deshalb wird konservativ angenommen, dass die Emissionen der Rampe analog zu den anderen Straßenabschnitten in Bodennähe emittiert werden und die Auswertung erfolgt in 1.5 m über Grund. Dies ist ein konservatives Vorgehen. Die Längsneigung der Rampen wird jedoch bei der Emissionsbestimmung vollständig berücksichtigt.

Das gleiche Vorgehen wird zwischen dem Gebäude vom Marktkauf und der Bebauung nordöstlich der Paffrather Straße (Konfliktbereich 2) durchgeführt. Die Emissionen der Paffrather Straße und der Jakobstraße werden im Modell in der gleichen Höhe emittiert, die Auswertung erfolgt auch hier in ca. 1.5 m über Grund. Auch in diesem Bereich ist der gewählte Modellansatz konservativ für die nordöstlich gelegene Bebauung. Tatsächlich ist die Verschlechterung der Austauschbedingungen durch das Marktkauf-Gebäude geringer als in der hier vorgelegten konservativen Modellierung.

Es werden für jedes Rechengebiet 36 Strömungsrechnungen für die Windrichtungen  $10^\circ$  bis  $360^\circ$  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

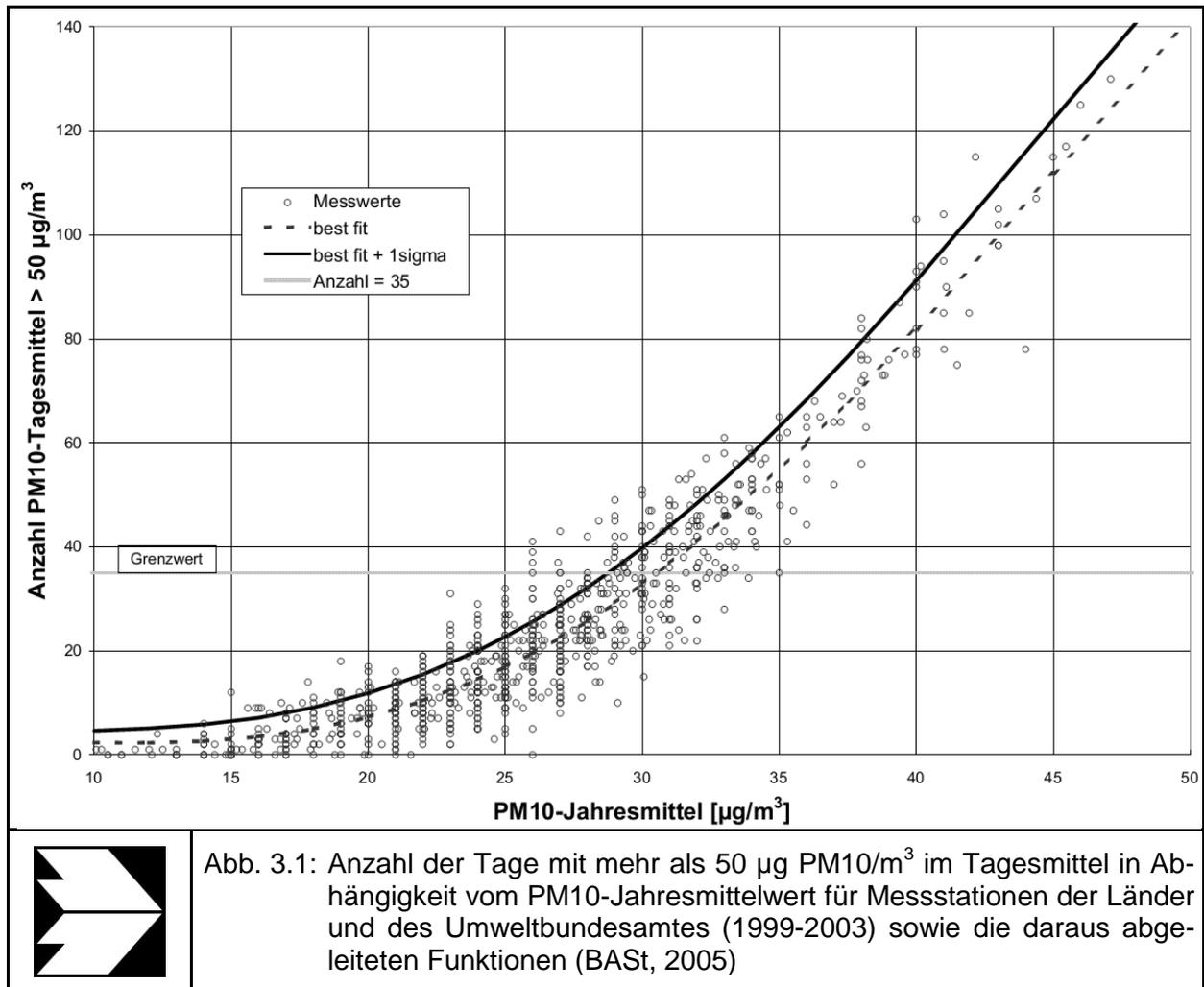
Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO<sub>2</sub> einen Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012) kann abgeschätzt werden, 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  $\text{PM}_{10}$ -24 h-Grenzwertes lässt sich die folgende differenzierte Bewertung in Hinblick auf das Eintreten von Überschreitungen ableiten:

#### PM10-Jahresmittel

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

#### Überschreitung PM10-Tagesmittel

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

## 4 EINGANGSDATEN

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

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

- Technische Planung in Form von Lage- und Höhenplänen (Stand Oktober 2020)
- Luftbilder und digitale Karten DGK 25
- Verkehrsbelegungsdaten
- Tempolimits für Streckenabschnitte
- Lage und Höhen von Gebäuden
- Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes

### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet ist im Zentrum der Stadt Bergisch Gladbach gelegen. Ein Übersichtslageplan zeigt die **Abb. 4.1**. Der Bereich zwischen Johann-Wilhelm-Lindlarstraße im Osten, Paffrather Straße im Norden und Jakobstraße im Süden soll neu bebaut werden (B-Plan 2118). Zudem gibt es im Umkreis dieses B-Plans weitere Planungen, wie den rechtskräftigen B-Plan 2129 östlich vom hier zu betrachtenden B-Plan (Bebauung sollte vor 2025 erfolgen) und zwischen der Jakobstraße und dem S-Bahnhof soll das Stadthaus entstehen. In der **Abb. 4.1** sind zudem alle bei der Ausbreitungsmodellierung explizit berücksichtigten Straßenabschnitte inkl. des Busbahnhofes südöstlich der S-Bahn-Haltestelle mit orangen Farben aufgezeigt.

Die Straßen weisen zum Teil Längsneigungen auf, die bei der Emissionsbestimmung berücksichtigt werden.

In den betrachteten Berechnungsfällen werden überwiegend (mit einzelnen Ausnahmen) nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Die Emissionen weiterer

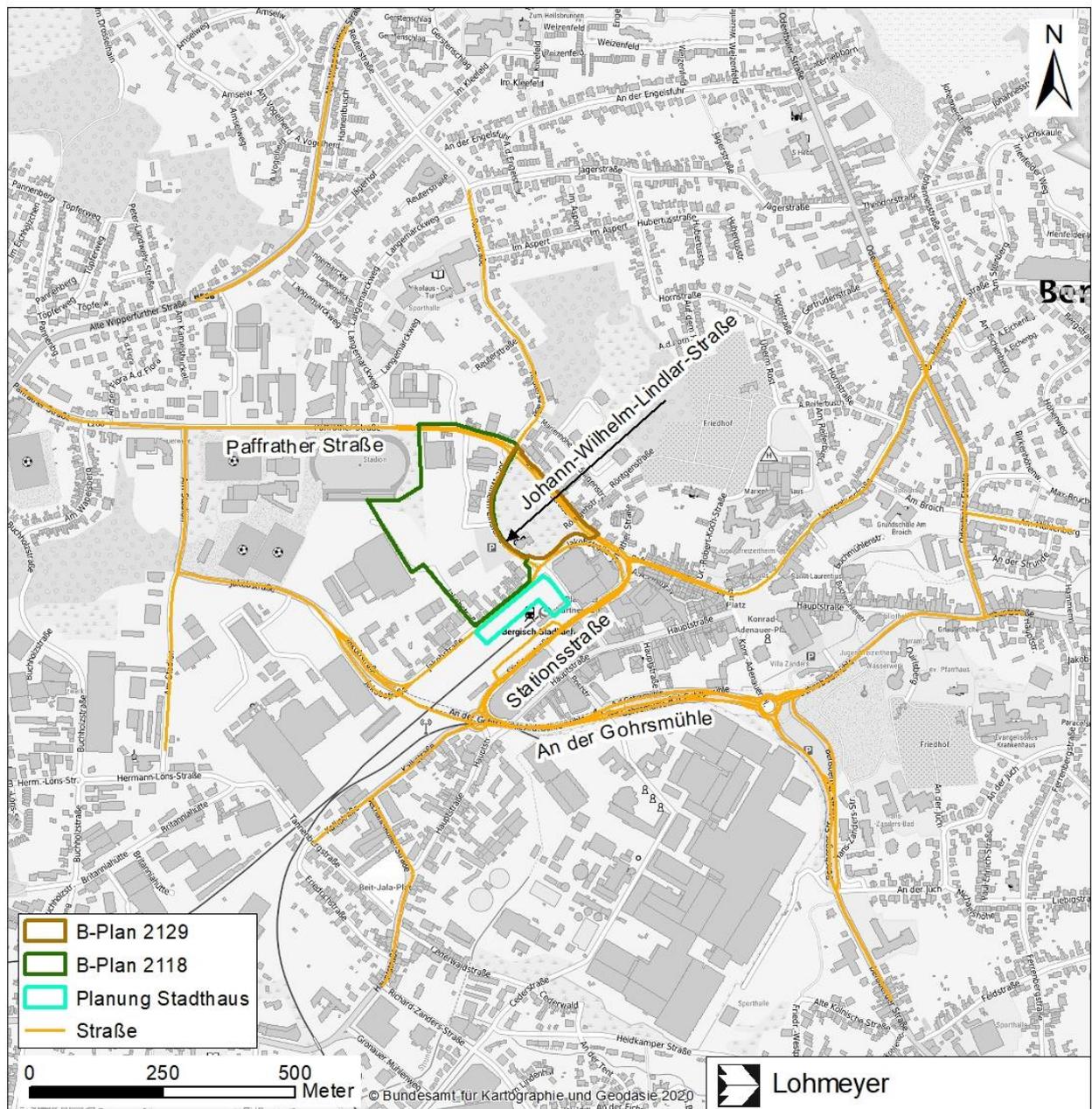


Abb. 4.1: Übersichtslageplan mit Lage der betrachteten Straßen und der betrachteten B-Pläne

Straßenabschnitte werden über die Hintergrundbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5).

Die Hauptverkehrsstraßen in den Konfliktbereichen (Paffrather Straße und Stationsstraße) wurden für die Modellierung Fahrtrichtungsfein aufgelöst. Für alle anderen Straßenabschnitte wurde der gesamte Querschnitt angesetzt.

Die Straße „An der Gohrsmühle“ wird im Bereich der S-Bahn sowie westlich und östlich davon in einem Tunnel geführt. Dies wird bei der Ausbreitungsrechnung entsprechend berücksichtigt.

Die Lage der betrachteten Konfliktbereiche sowie die Lage von separat betrachteten Immissionsorten sind in **Abb. 4.2** aufgezeigt.

Es wurden in Absprache mit dem Auftraggeber insgesamt vier Konfliktbereiche betrachtet.

Dies sind Folgende:

- Konfliktbereich 1: Paffrather Straße westlich Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße, Bereich B-Plan 2118
- Konfliktbereich 2: Paffrather Straße, Bereich B-Plan 2129
- Konfliktbereich 3: Paffrather Straße östlich Stationsstraße
- Konfliktbereich 4: Stationsstraße.

Weiterhin zeigt die **Abb. 4.2** die separat betrachteten Untersuchungspunkte. Dabei handelt es sich jeweils um die höchstbelasteten sensitiven Punkte in den jeweiligen Konfliktbereichen. Immissionsort Nr. 6 liegt im Bereich der Messstelle der NO<sub>2</sub>-Passivsammlermessungen an der Paffrather Straße 20-22 im Jahr 2019. Damit wird ein Abgleich mit den Messdaten ermöglicht.



Abb. 4.2: Lageplan des zu betrachtenden Untersuchungsgebietes inklusive aller im Plangebiet geplanten und vorhandenen Gebäude (Fall Stadthaus 2025), Lage der berücksichtigten Straßen, der vier Konfliktbereiche sowie der separat betrachteten Immissionsorte (siehe auch **Tab. 4.1**)

Die Bezeichnung der separat betrachteten Immissionsorte ist der **Tab. 4.1** zu entnehmen.

Nr.	Konfliktbereich	Nutzung	Immissionsort
1	1	Wohnen	Paffrather Straße 98
2	1	Planung	Nördliche Gebäudekomplexe B-Plan 2118
3	2	Wohnen	Paffrather Straße 74
4	2	Wohnen	Nordöstliche Gebäudekomplexe B-Plan 2129
5	3	Wohnen	Paffrather Straße 16
6	3	Wohnen	Paffrather Straße 22 (Messstelle)
7	3	Wohnen	Paffrather Straße 27
8	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar- Straße 9/Ecke Stationsstraße
9	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar- Straße 10/Ecke Stationsstraße

Tab. 4.1: Separat betrachtete Immissionsorte aus den vier Konfliktbereichen (Lage siehe **Abb. 4.2**)

Das Relief im Untersuchungsgebiet ist in **Abb. 4.3** aufgezeigt (Datengrundlage: frei verfügbare Daten des Landes NRW). Das Untersuchungsgebiet ist im Großen und Ganzen nicht sehr stark topographisch gegliedert, steigt jedoch von Süden nach Norden leicht an. Der Bereich des S-Bahnhofes liegt ebenso wie der Konrad-Adenauer-Platz östlich der Paffrather Straße in einer Höhenlage von ca. 88 m über NHN, im Bereich des Marktkauf-Gebäudes nordöstlich des geplanten Stadthauses hat die Paffrather Straße eine Höhe von ca. 96 m über NHN. Zwischen Marktkauf und Paffrather Straße verläuft in diesem Bereich eine Geländekante mit einer absoluten Höhe von ca. 8 m. Die Stationsstraße, die vom S-Bahnhof in Richtung Paffrather Straße geführt wird, ist aus diesem Grund östlich des Marktkauf-Gebäudes auf einer Rampe aufgeständert.



Abb. 4.3: Relief im Untersuchungsgebiet als Höhenlinien. Die Höhen steigen von grünen über gelbe zu roten Farben hin an. Gebäude-Modell (Grundlage hier beispielhaft für den Fall Stadthaus 2025) ist lila gekennzeichnet.

## 4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, liegen als Verkehrsstärken für mittlere Verkehrsdaten (DTV) für das Prognosejahr 2018 vor, und zwar für alle betrachteten Varianten. Folgende Datengrundlagen wurden verwendet (Stadt BG, 2020, Stand: 18.09.2020):

- Analyse 2018 20200912\_link.SHP (für Analysefall 2020)
- Analyse 2018 20200912 plus BP2129\_link.SHP (Nullfall 2025)
- Analyse 2018 20200912 plus BP2129 plus BP2118\_link.SHP (Planfall 2025)
- Analyse 2018 plus BP2129 plus BP2118 plus Stadthaus\_link.SHP (Fall Stadthaus 2025)

Die oben beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten für das Jahr 2018 werden hier unverändert auf das Prognosejahr 2020 (Analysefall) bzw. 2025 (Nullfall, Planfall, Fall Stadthaus) angewendet.

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. Zusätzlich wurden die Linienbusse explizit bei der Modellierung mit berücksichtigt.

Die Verkehrsdaten sind für alle betrachteten Varianten in den **Abb. 4.4** bis **Abb. 4.7** dargestellt.

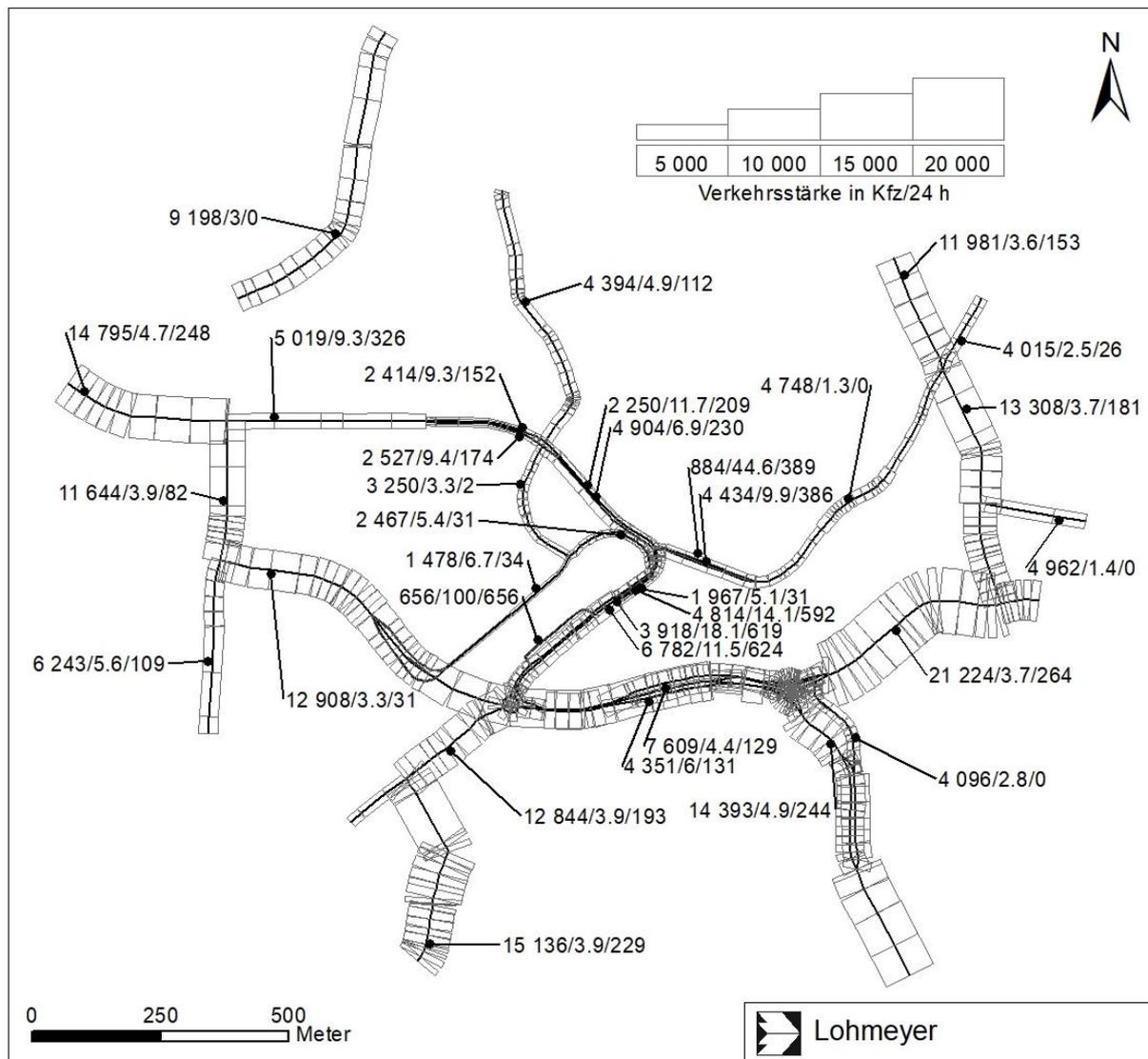


Abb. 4.4: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) in Kfz/24 h sowie LKW-Anteil >3.5 % und absolute Buszahlen in Linienbusse pro Tag für den Analysefall 2020 (Quelle: Auftraggeber, Stand: 18.09.2020).

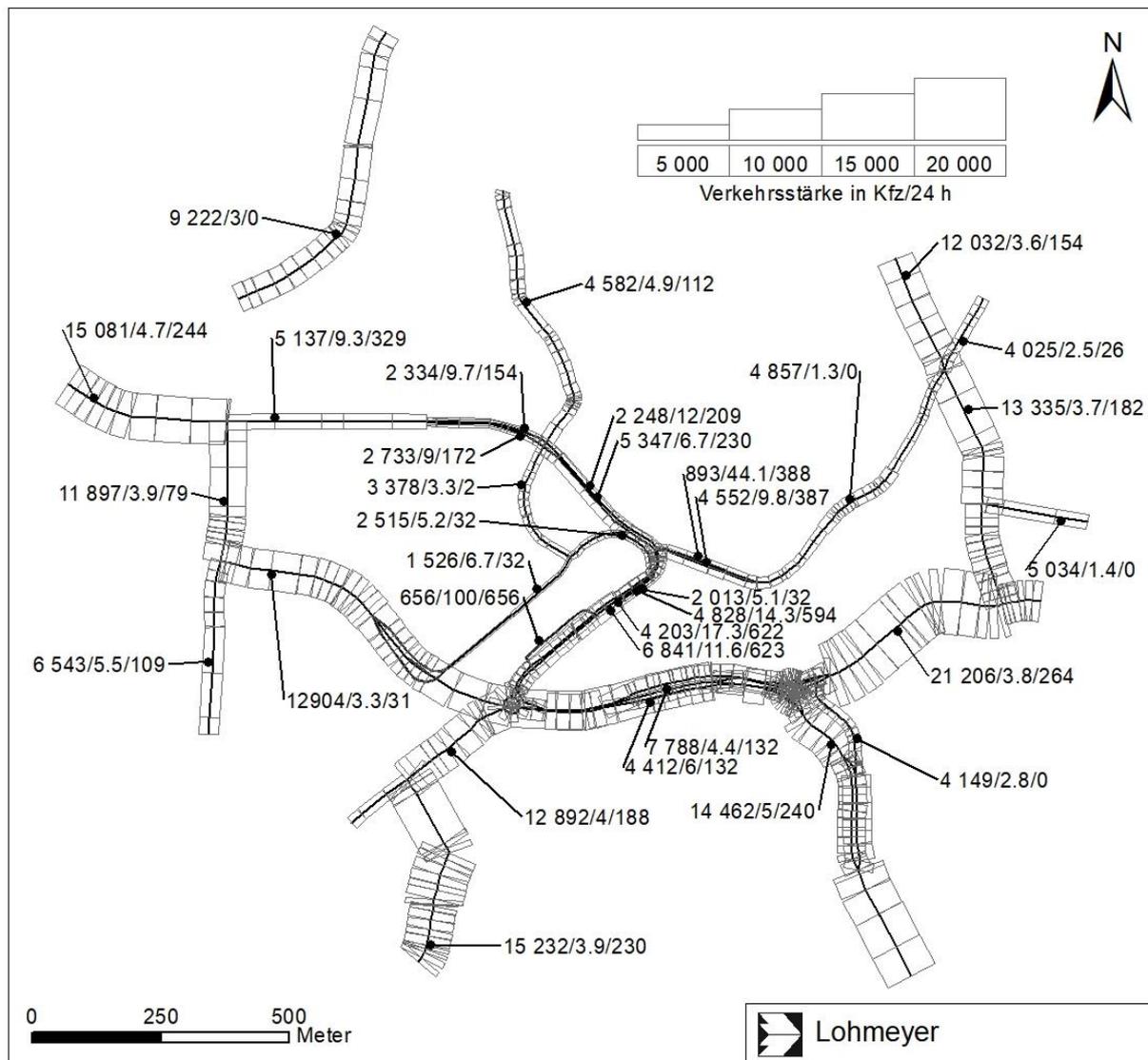


Abb. 4.5: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) in Kfz/24 h sowie LKW-Anteil >3.5 % und absolute Buszahlen in Linienbusse pro Tag für den Nullfall 2025 (Quelle: Auftraggeber, Stand: 18.09.2020).

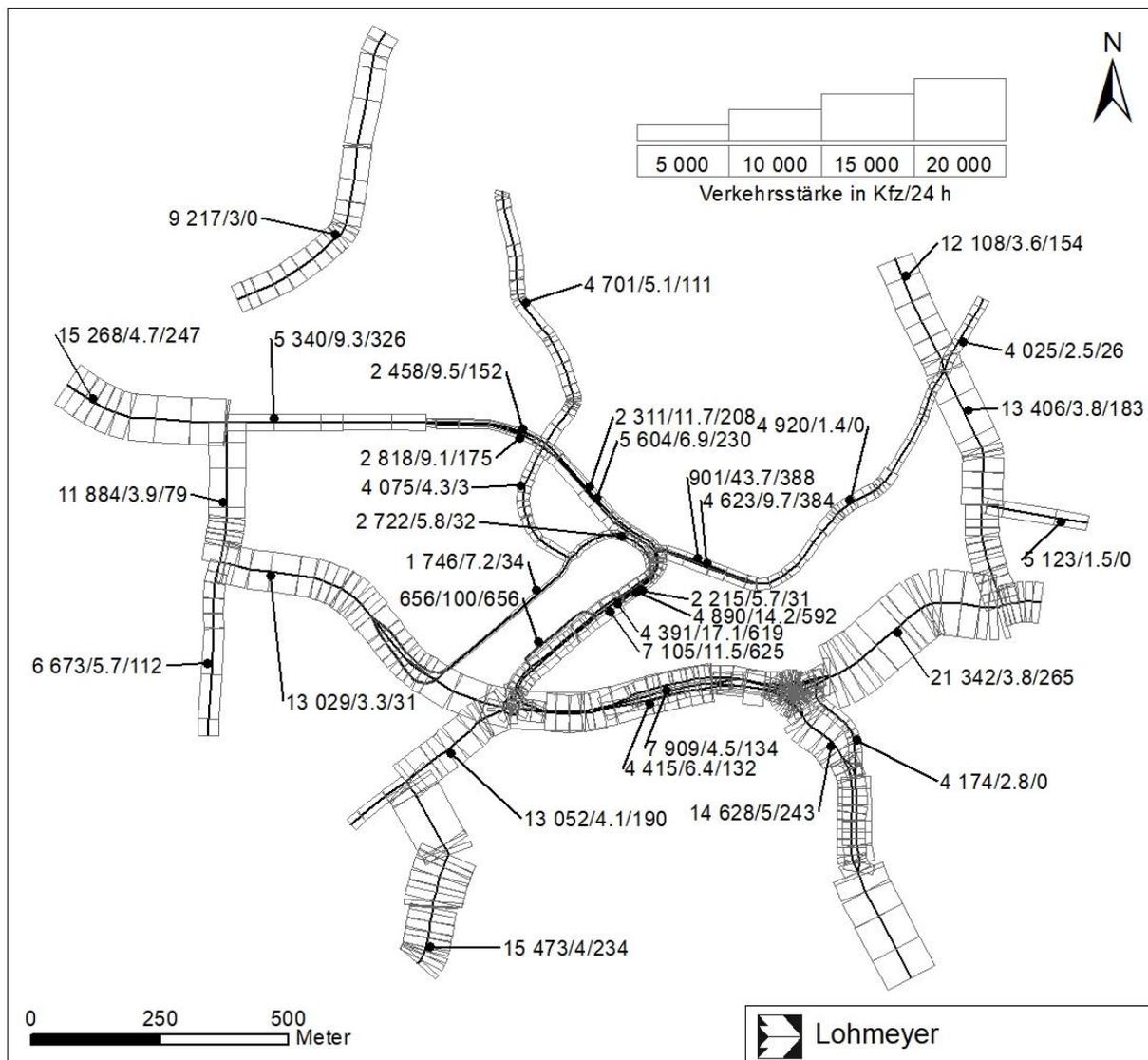


Abb. 4.6: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) in Kfz/24 h sowie LKW-Anteil >3.5 % und absolute Buszahlen in Linienbusse pro Tag für den Planfall 2025 (Quelle: Auftraggeber, Stand: 18.09.2020).

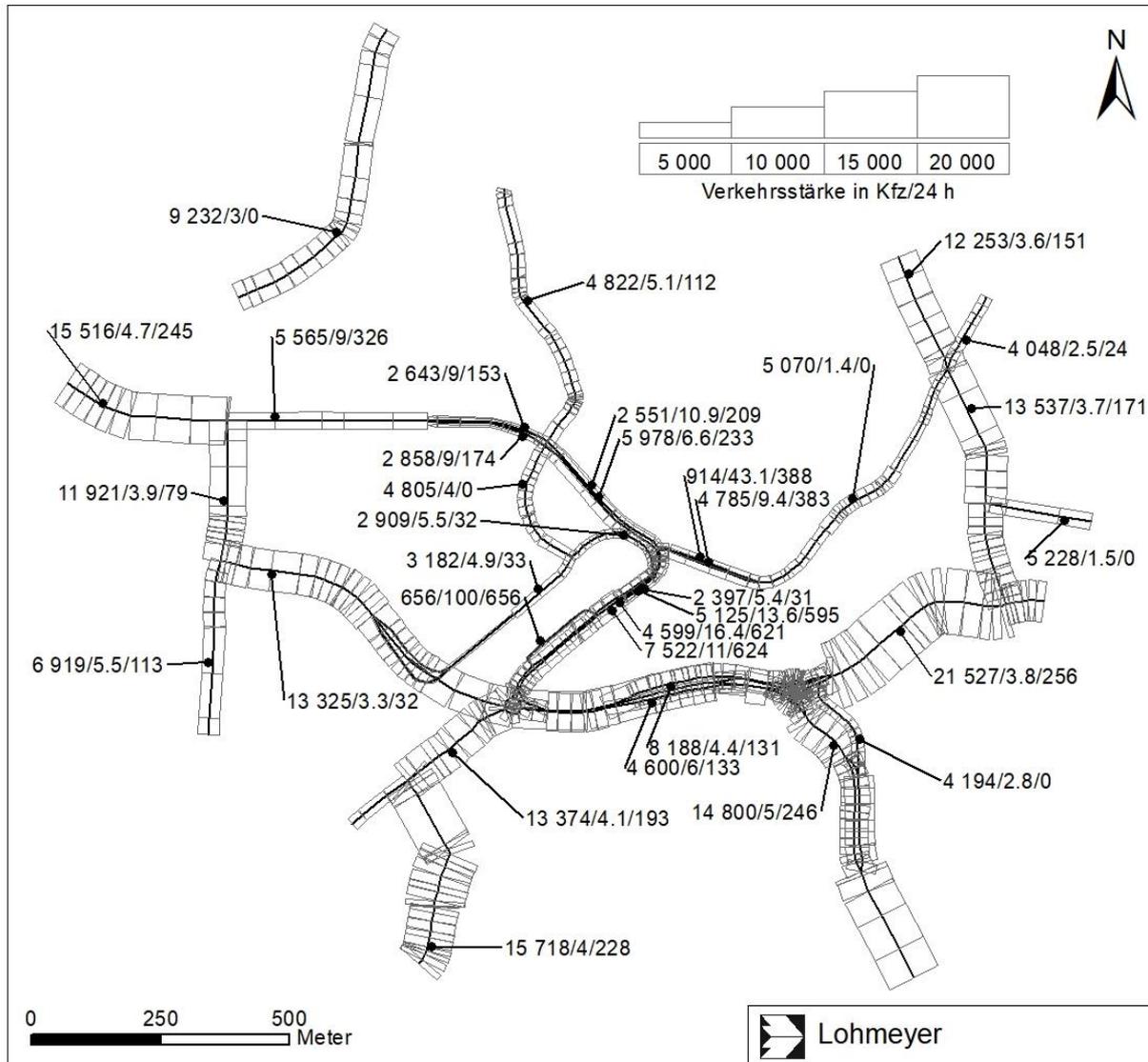


Abb. 4.7: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) in Kfz/24 h sowie LKW-Anteil >3.5 % und absolute Buszahlen in Linienbusse pro Tag für den Fall Stadthaus 2025 (Quelle: Auftraggeber, Stand: 18.09.2020).

### 4.3 Bebauungssituation

Für die bereits bestehenden Gebäude wurden frei verfügbare digitale Gebäudedaten des Landes NRW genutzt. Diese wurden anhand von Erkenntnissen aus dem Ortstermin an die tatsächlichen Gegebenheiten angepasst. Für den Nullfall und die zu betrachtenden Planfälle wurden diese Daten durch die Planungen der jeweiligen B-Pläne ergänzt bzw. an die aktuell vorliegenden Planungen angepasst. Die Gebäudehöhen im Planfall wurden mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Die verwendeten Gebäudedaten sind für alle betrachteten Fälle in den **Abb. 4.8** bis **Abb. 4.11** dargestellt.

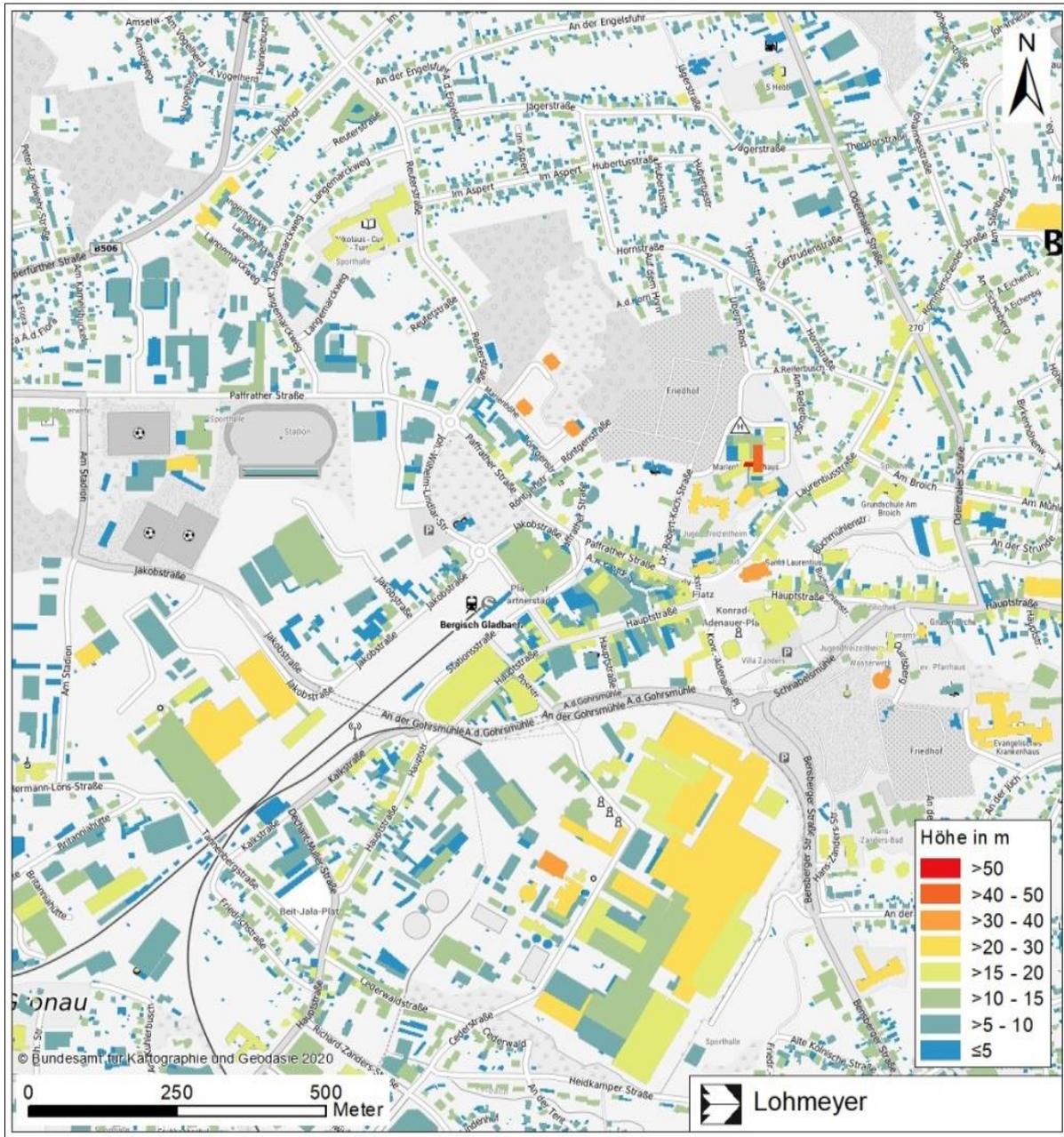


Abb. 4.8: Darstellung der Gebäudehöhen für den Analysefall 2020

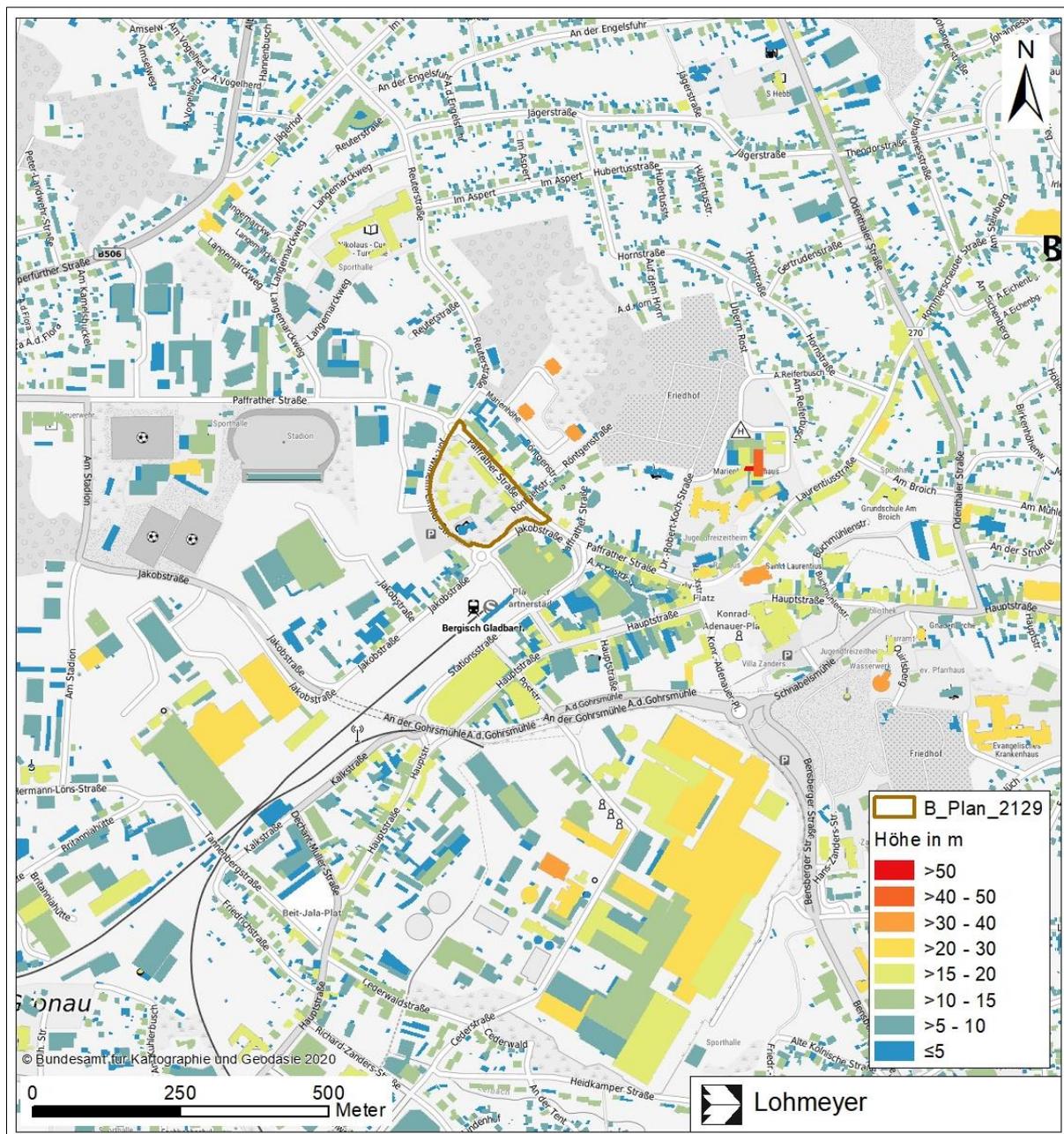


Abb. 4.9: Darstellung der Gebäudehöhen für den Nullfall 2025

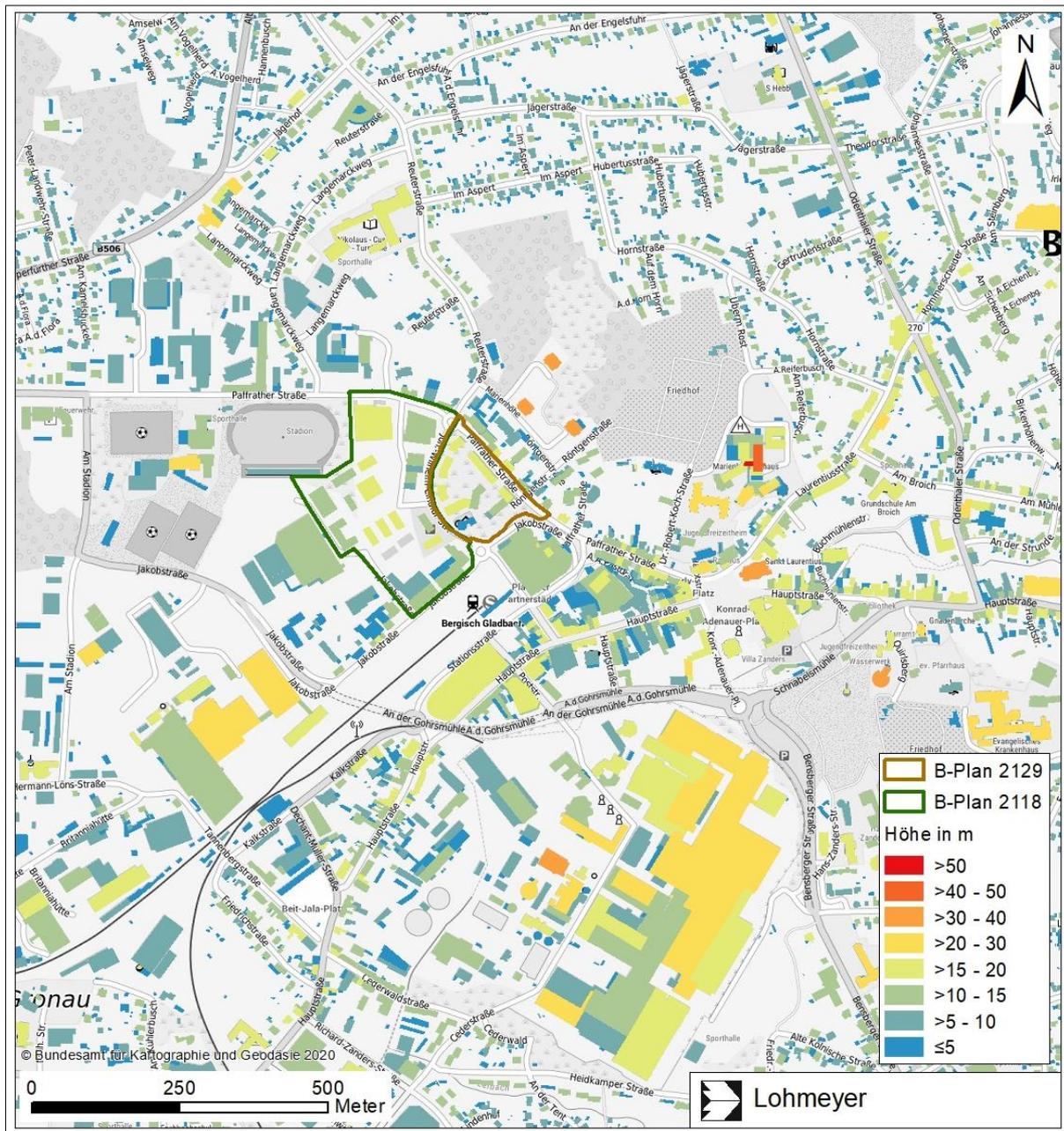


Abb. 4.10: Darstellung der Gebäudehöhen für den Planfall 2025

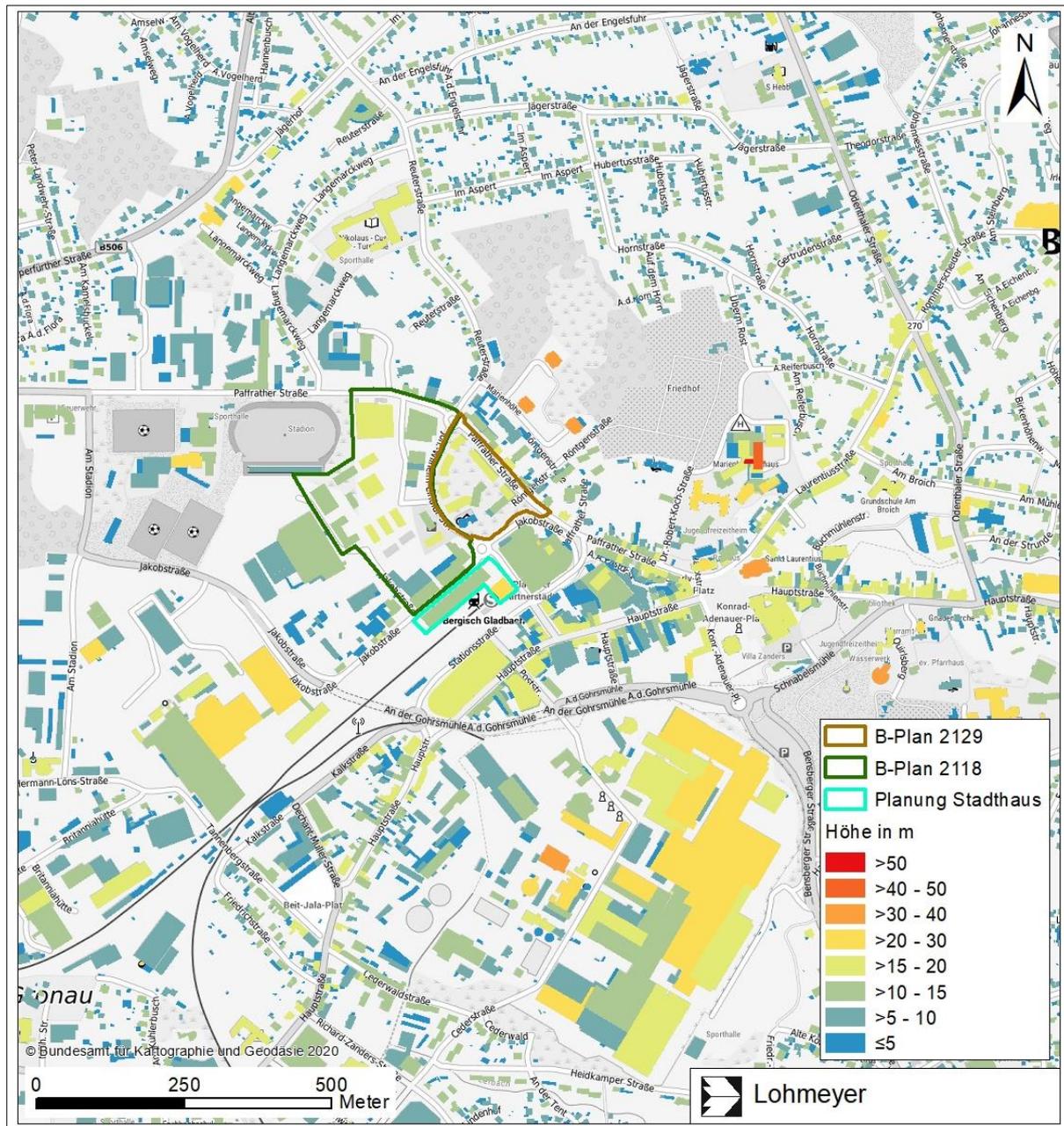


Abb. 4.11: Darstellung der Gebäudehöhen für den Fall Stadthaus 2025

#### 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 aus dem hauptamtlichen Stationsnetz des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung.

Für das zu betrachtende Untersuchungsgebiet wurden Zeitreihen von Windrichtung und Windgeschwindigkeit an der DWD-Station Flughafen Köln-Bonn aus dem Internetportal des DWD herunter geladen (DWD, 2017).

Die jahresmittlere Windgeschwindigkeit an der DWD-Station beträgt in diesem Zeitraum ca. 3.1 m/s, gemessen in 10 m über Grund. Die Hauptwindrichtung ist Südwest, ein Nebenmaximum tritt bei westlichen Winden auf (**Abb. 4.12**).

Die genannte DWD-Station befindet sich östlich des Rheins, südlich von Bergisch Gladbach. Im hier zu betrachtenden Untersuchungsgebiet werden zusätzlich noch Kaltluftabflüsse aus östlichen Richtungen vermutet. Deshalb ist zu erwarten, dass die für das Untersuchungsgebiet repräsentative Windverteilung von der Windverteilung am Flughafen leicht abweicht. Um diese Erwartung zu bekräftigen, wurden von der Firma Argusoft eine 10jährige AKS für die Meteomedia-Station Bergisch Gladbach erworben. Die zugehörige Windverteilung ist in **Abb. 4.13** dargestellt.

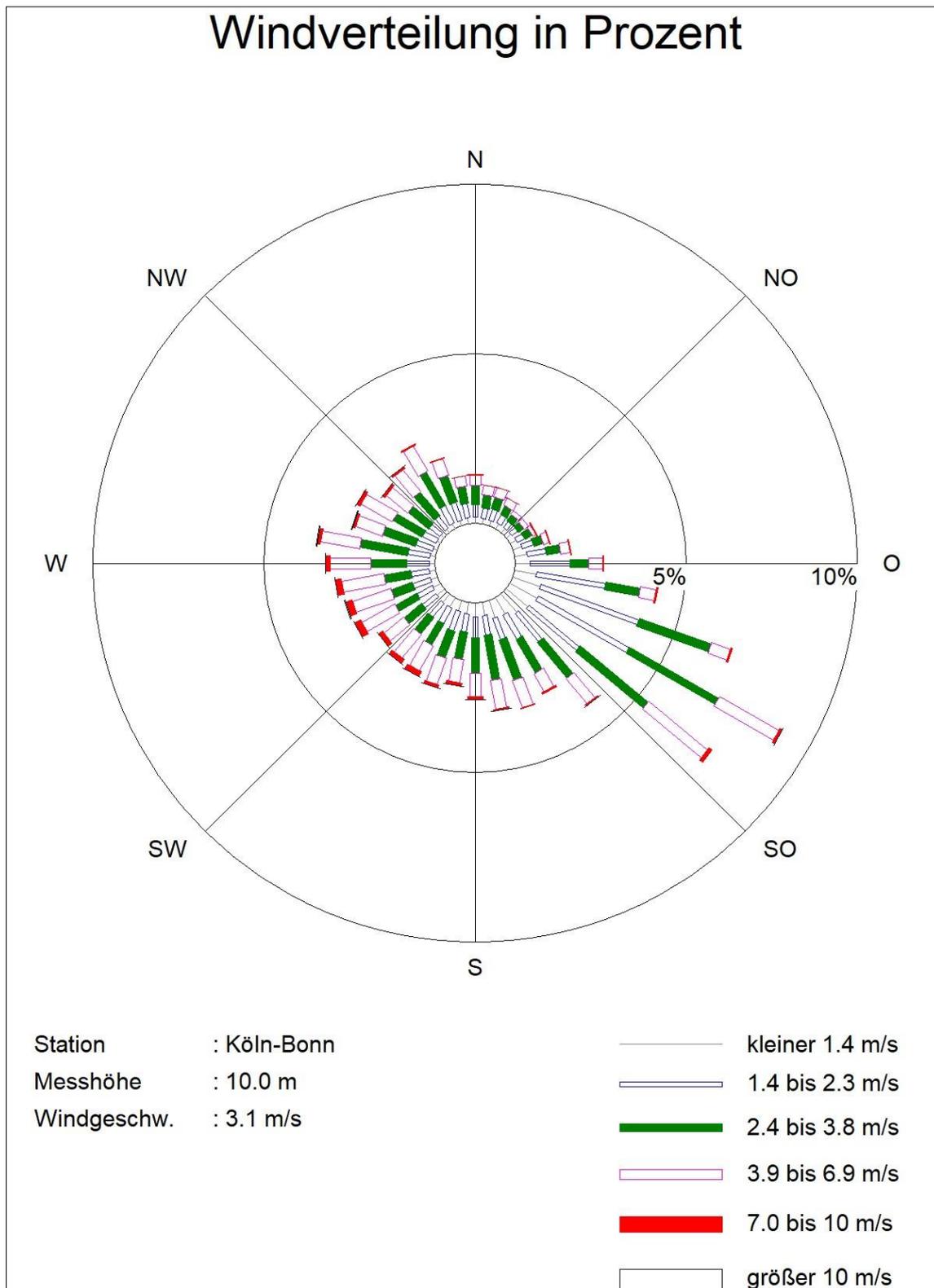


Abb. 4.12: Windrichtungs- und -geschwindigkeitsverteilung an der DWD-Station Köln-Bonn  
Quelle: DWD (2017)

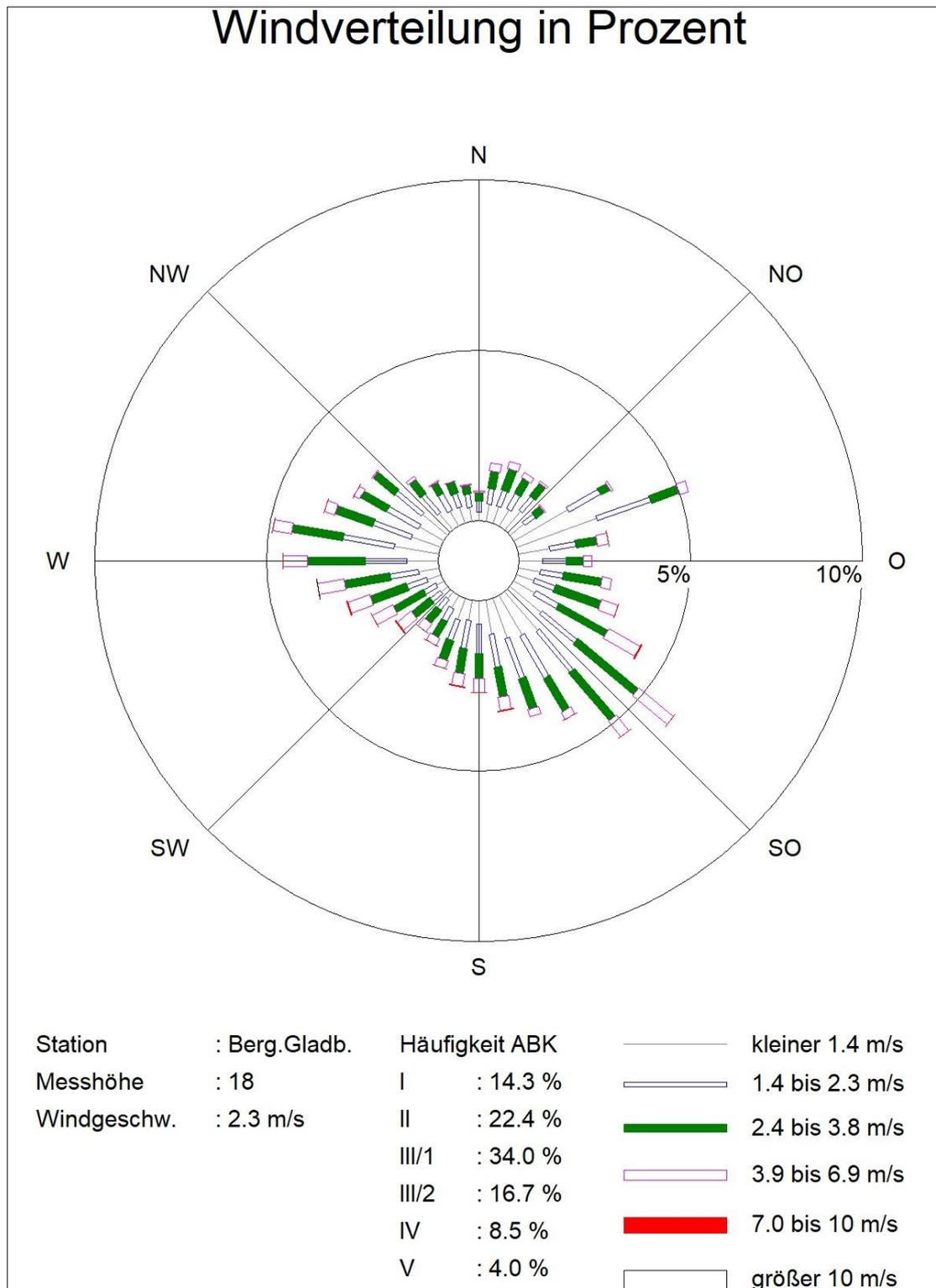


Abb. 4.13: Windrichtungs- und -geschwindigkeitsverteilung, repräsentativ für die Stadt Bergisch Gladbach. Quelle: Argusoft (2019)

Entsprechend der oben formulierten Erwartung ist im Vergleich zur DWD-Station am Flughafen im Untersuchungsgebiet mit einer leicht veränderten Windverteilung zu rechnen. Die Häufigkeit der Südostkomponente ist in Bergisch Gladbach etwas geringer, dafür steigen die Anteile einer nordöstlichen Strömungskomponente an.

Die jahresmittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2.3 m/s. Die Hauptwindrichtung ist Südost, ein Nebenmaximum tritt bei westlichen Winden auf. Ein weiteres Nebenmaximum ist bei nordöstlichen Winden zu finden. Diese sind zudem häufig mit geringen Windgeschwindigkeiten verbunden und auf lokale Kaltluftströmungen im Stadtgebiet zurück zu führen.

Die dargestellten Messdaten in Bergisch Gladbach sind repräsentativ für die Windverteilung in Überdachniveau im hier zu betrachtenden Untersuchungsgebiet.

Zusätzlich zur Wind- und Ausbreitungsstatistik werden an der DWD-Station Köln-Bonn u. a. auch Temperaturen gemessen. Der langjährige Jahresmittelwert beträgt 9.7 °C. Die Temperatur wird für die Emissionsberechnung benötigt (s. u.).

#### **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.

Stickoxide unterliegen auf dem Ausbreitungspfad chemischen Umwandlungsprozessen. Die Berechnung der NO<sub>2</sub>-Schadstoffbelastung erfolgt deshalb mit Hilfe eines Chemiemodells (siehe Anhang A2), welche als zusätzliche Hintergrundbelastungen NO<sub>x</sub> und O<sub>3</sub> benötigt.

Im Untersuchungsgebiet sind aktuell keine Messstellen im Luftqualitätsüberwachungssystem (LUQS) des Landes Nordrhein-Westfalen vorhanden. Zur Abschätzung der Schadstoffhintergrundbelastung standen aber Werte nahegelegener Messstationen aus dem Luftüberwachungssystem zur Verfügung. Für die Berechnung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung werden zusätzlich die Ozonkonzentrationen (O<sub>3</sub>) berücksichtigt.

In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert zu finden. Die Entfernungen und Richtungen zum Untersuchungsgebiet sowie die Klassifizierungen, der ausgewählten Stationen sind in **Tab. 4.2** aufgelistet. Die vorliegenden Daten und Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.3** aufgeführt. Ausgewählt wurden Stationen für den großräumigen Hintergrund, den städtischen Hintergrund sowie eine Hintergrundstation in der nahegelegenen Großstadt Köln. Eine Station ist ländlich gelegen aber mit Beiträgen nahegelegener Industrieanlagen versehen.

<b>Stationsname</b>	<b>Umgebung</b>	<b>Stationstyp</b>	<b>Entfernung, ca. km</b>	<b>Richtung</b>
Köln-Chorweiler	städtisches Gebiet	Hintergrund	18	NW
Solingen-Wald	vorstädtisches Gebiet	Hintergrund	20.5	N
Wesel-Feldmark	vorstädtisches Gebiet	Hintergrund	84	NNW
Hattingen-Blankenstein	vorstädtisches Gebiet	Hintergrund	48	NNO
Soest-Ost	ländlich stadtnah	Hintergrund	96	NO
Elsdorf-Berrendorf	ländlich stadtnah	Industrie	40	w
Simmerath (Eifel)	ländlich regional	Hintergrund	72	SW

Tab. 4.2: Klassifizierung von Messstationen des Luftgüte-Messnetzes und deren Lage zum Untersuchungsgebiet (LANUV, 2014-2019)

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Köln-Chorweiler (UBA-Wert)	Solingen-Wald	Wesel-Feldmark	Hattingen-Blankenstein	Soest-Ost	Elsdorf-Berrendorf	Simmerath
NO <sub>2</sub> -Jahresmittel	2014	26	22	22	17	14	-	6
	2015	25	23	19	18	12	-	6
	2016	25	21	21	20	13	-	5
	2017	23	22	22	19	13	16	6
	2018	24	19	21	17	11	17	6
	2019	23	18	19	16	9	14	5
PM10 Jahresmittel	2014	18	18	20	18	17	-	11
	2015	20	17	18	18	17	-	11
	2016	18	16	17	16	16	-	9
	2017	17	16	18	15	15	20	9
	2018	18	17	20	15	17	21	10
	2019	16	14	16	13	14	18	9
PM10 Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m <sup>3</sup> )	2014	8	6	8	4	5	-	2
	2015	8	8	11	6	8	-	0
	2016	4	1	3	0	0	-	0
	2017	2	1	5	3	2	6	0
	2018	6	3	5	1	3	8	0
	2019	4	1	2	0	1	7	2
PM2.5 Jahresmittel	2014	14	-	16	-	13	-	10
	2015	14	-	-	-	-	-	-
	2016	13	-	14	-	11	-	7
	2017	12	-	14	-	12	-	7
	2018	13	-	13	-	11	-	9
	2019	10	-	12	-	9	-	6
O <sub>3</sub> Jahresmittel	2014	37	46	39	-	45	-	56
	2015	42	49	43	-	49	-	59
	2016	38	46	41	-	44	-	57
	2017	41	48	42	-	47	-	59
	2018	47	56	49	-	52	-	65
	2019	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 4.3: Jahreskenngößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m<sup>3</sup> an Stationen in der Umgebung von Bergisch-Gladbach (LANUV, 2014-2019)

Die Daten wurden für einen Zeitraum von 2014 bis 2019 erhoben. Die NO<sub>2</sub>-Werte im Messjahr 2019 liegen i.d.R. 1 µg/m<sup>3</sup> bis 4 µg/m<sup>3</sup> niedriger als in den Jahren 2018 und 2017. Tendenziell ist das Jahr 2019 also eher als ein Jahr mit geringerer Hintergrundbelastung einzuschätzen. Dies könnte neben der zufälligen Streuung der Messdaten durch variierende meteorologische Verhältnisse aber auch mit tendenziell abnehmenden Emissionen im Zusammenhang stehen.

Zusätzlich wurde im Rahmen eines Sondermessprogrammes mit Hilfe von Passivsammlermessungen im Jahr 2019 für NO<sub>2</sub> unter anderem der städtische Hintergrund von Bergisch Gladbach in der Hubertusstraße erfasst (Lohmeyer, 2019). Diese Station lag in einem reinen Wohnviertel ca. 600 m nördlich des hier zu betrachtenden Untersuchungsgebietes. An der Station wurden im Jahr 2019 15 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> gemessen. Das hier zu betrachtende Untersuchungsgebiet liegt im Stadtzentrum, so dass im Vergleich zu den genannten Messwerten mit etwas höheren Hintergrundbelastungen zu rechnen ist.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Das Absinken der Hintergrundbelastung kann im Einzelfall aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen vom Mittel abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktionen verzichtet. Damit fallen bei einem möglichen Absinken der Hintergrundbelastung die Berechnungsergebnisse konservativ aus.

Aus den Messwerten, den Lagen und den Klassifizierungen der Messstationen werden die in **Tab. 4.4** dargestellten Werte für das Bezugsjahr 2020 abgeleitet und ebenfalls unverändert für das Prognosejahr 2025 herangezogen.

Schadstoff	Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	18
NO <sub>x</sub>	28
O <sub>3</sub>	45
PM10	18
PM2.5	14

Tab. 4.4: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2020

#### 4.6 NO<sub>2</sub>-Messung aus Sondermessprogramm 2019

Im Jahr 2019 wurden im hier zu betrachtenden Konfliktbereich 3 eine Passivsammlermessung zur Erfassung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in der Paffrather Straße (vor Hausnummer 20/22) durchgeführt (Lohmeyer, 2019). Die Lage des damaligen Messpunktes entspricht der Lage des hier betrachteten Immissionsortes Nr. 6.

In 2.9 m über Grund wurde an dieser Messstelle im Jahr 2019 ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 36 µg/m<sup>3</sup> gemessen (Lohmeyer, 2019).

Dieser Messwert wird dazu genutzt, die hier durchgeführten Modellberechnungen zu validieren.

#### 4.7 Vegetation

Vor allem im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes schließen sich an die dortige Bebauung größere Vegetationsflächen an. Auch das Areal des B-Plans 2129 ist im Istzustand in vielen Teilbereichen stärker mit Bäumen bewachsen. Diese baumbestandenen Flächen führen zu einer Reduktion der Windgeschwindigkeit. Sie werden bei der Modellierung aus diesem Grund explizit berücksichtigt (der Bereich des B-Planes 2129 nur im Analysefall 2020, die anderen Vegetationsbereiche für alle betrachteten Varianten). Eine schematische Darstellung der bei der Modellierung berücksichtigten Wald- und Grünbereiche ist für das Beispiel des Analysefalls 2020 in den **Abb. 4.14** (Rechengebiet 1 für die Berechnung der Belastungen in den Konfliktbereichen 1 und 3) sowie in **Abb. 4.15** (Rechengebiet 2 für die Berechnung der Belastungen in den Konfliktbereichen 2 und 4) dargestellt.

Weiterhin wurde entsprechend der Erkenntnisse vor Ort für die meisten baumbestandenen Flächen angesetzt, dass die Bäume dort eine Höhe von ca. 15 m aufweisen, in Teilbereichen (z. B. Cox-Gelände = B-Plan 2129) wurde mit 10 m gearbeitet. Für die Bäume wurde ein Blattflächenindex von 3 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> angesetzt. Je nach Dichte der Vegetation wurde mit einer Abdeckung von 30 % (Cox-Gelände) bis 100 % gearbeitet.

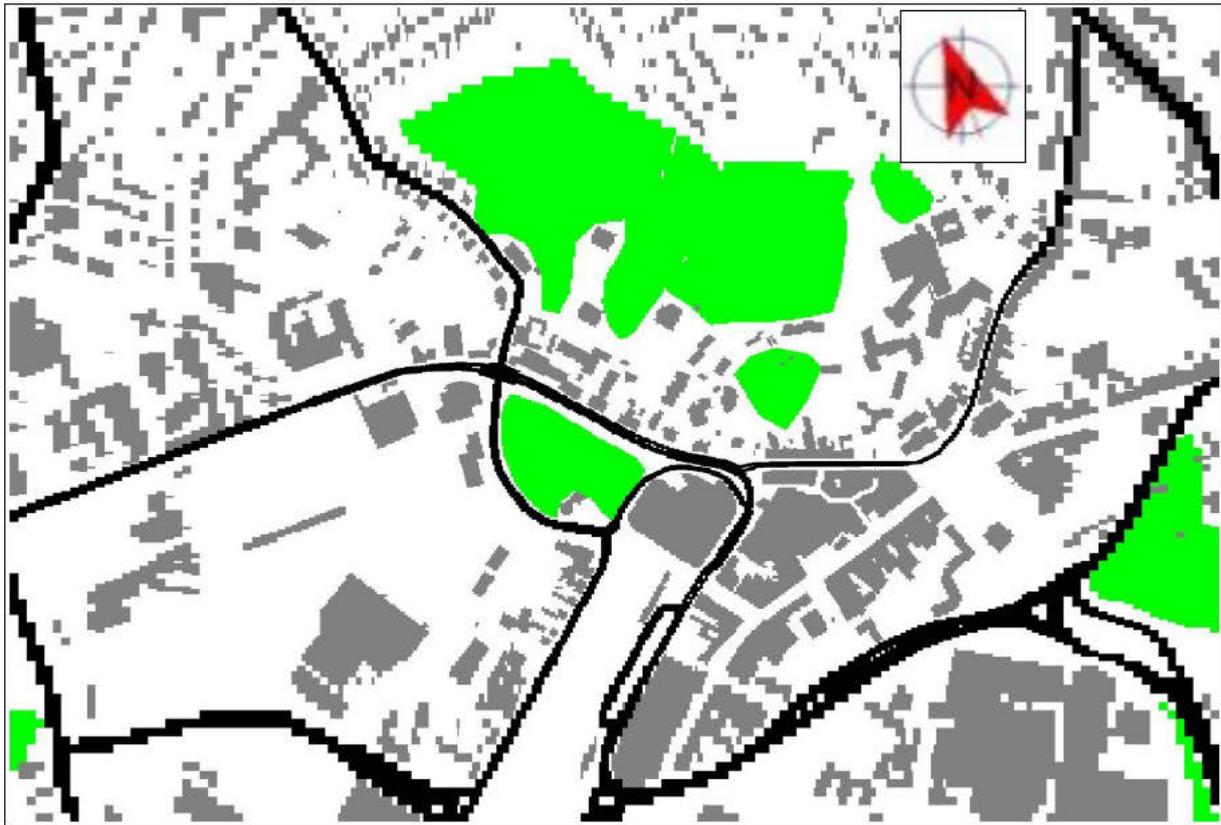


Abb. 4.14: Schematische Darstellung der bei der Strömungsmodellierung mit MISKAM berücksichtigten baumbestandenen Flächen (hellgrün gekennzeichnet) am Beispiel des Analysefalls 2020 im Rechengebiet 1. Im Nullfall und den betrachteten Planfällen entfällt der Grünbereich auf dem Gebiet südlich der Paffrather Straße, wo im Nullfall und den Planfällen der B-Plan 2129 umgesetzt werden soll.

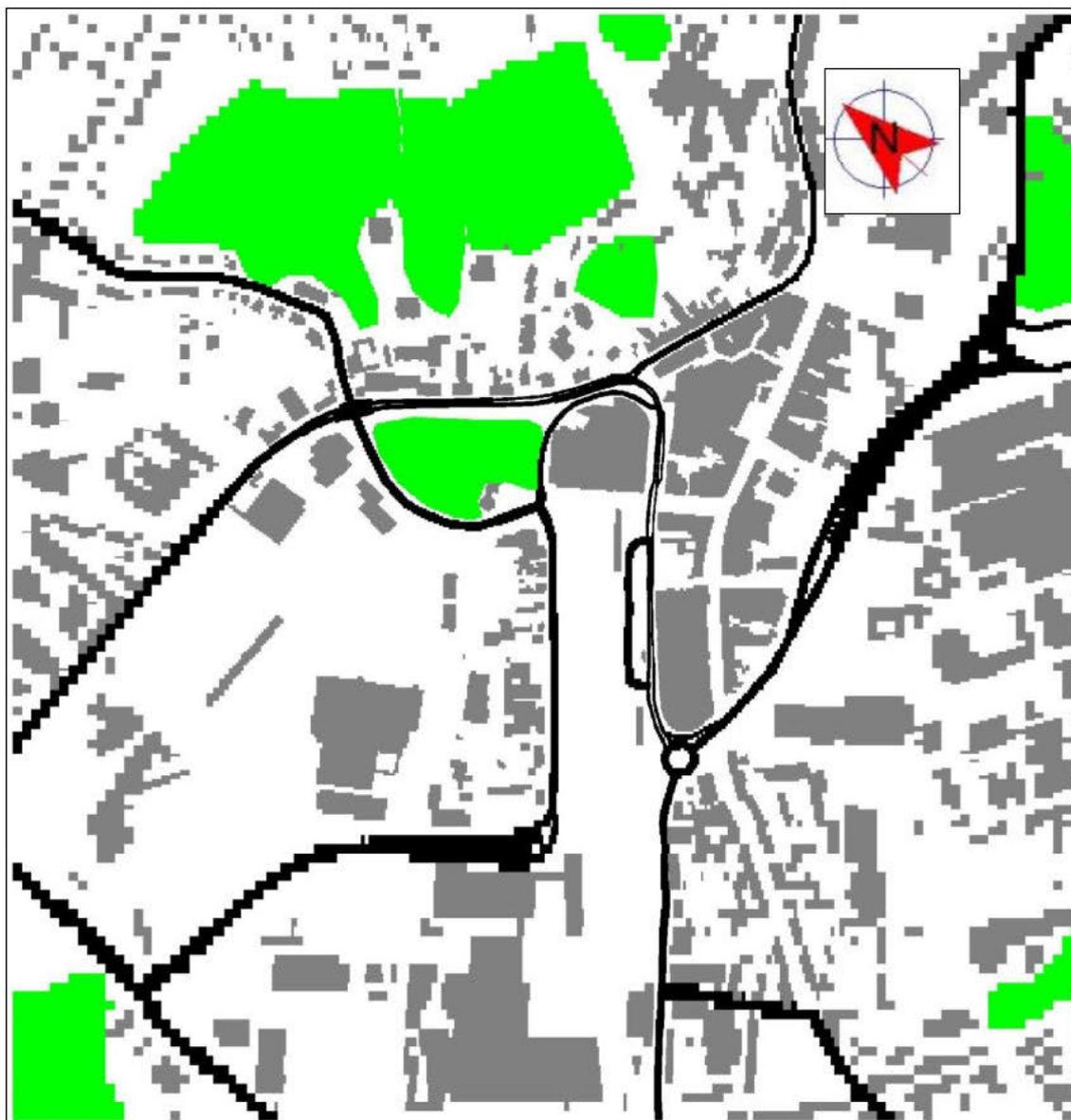


Abb. 4.15: Schematische Darstellung der bei der Strömungsmodellierung mit MISKAM berücksichtigten baumbestandenen Flächen (hellgrün gekennzeichnet) am Beispiel des Analysefalls 2020 im Rechengebiet 2. Im Nullfall und den betrachteten Planfällen entfällt der Grünbereich auf dem Gebiet südlich der Paffrather Straße, wo im Nullfall und den Planfällen der B-Plan 2129 umgesetzt werden soll.

## 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 (LNF) 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 Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020; Kfz-Emissionsbestimmung).

Die zur Verfügung gestellten Verkehrsdaten für alle zu betrachteten Varianten beziehen sich auf das Bezugsjahr 2018. Dies trifft auch auf den Nullfall und die Planfälle zu.

In Bezug auf die Emission wurde für den Analysefall das aktuelle Jahr 2020 mit den zugehörigen Emissionsfaktoren für dieses Jahr betrachtet. Bei der Berechnung der Prognosen (Nullfall und Planfälle) wurden die Verkehrsdaten für 2018 unverändert übernommen, für die Emissionen je Fahrzeug wurde das Jahr der möglichen Realisierung des B-Plans 2118 herangezogen. Für zukünftige Jahre können aus der Emissionsdatenbasis aufgrund fortschreitender Entwicklung der Kfz-Flotte geringere Emissionen ausgelesen werden.

Im Folgenden wird deshalb der Analysefall mit Analysefall 2020 bezeichnet, der Nullfall und die Planfälle bekommen den Zusatz 2025. Dabei liegen aber dennoch die Verkehrszahlen des Prognosejahres 2018 zu Grunde.

### 5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet.

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

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

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

Die Längsneigung der Straßen wurde aus frei verfügbaren Relief-Informationen des Landes NRW abgeleitet. Der Kaltstarteinfluss von NO<sub>x</sub> und Partikeln innerorts für Pkw und LNF wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

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

IOS-HVS30d    Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

IOS-HVS30s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 30 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS40d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 40 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS40s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 40 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS50d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50s	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-NS30d	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IOS-NS30s	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, stockender Verkehr
IOS-NS50d	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-NS50s	Städtische Erschließungs-, Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IOS-Sam30d	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IOS-Sam30g	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 30 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-Sam30s	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 30 km/h, stockender Verkehr
IOS-Sam40g	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 40 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-Sam40s	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 40 km/h, stockender Verkehr
IOS-Sam50d	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-Sam50g	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-Sam50s	Städtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr

### 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 4.1 enthalten und werden so verwendet.

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

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in 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 und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-FernC50d	±0 %	120	467	380	2504	7.3	32.0	32	350	15	68
IOS-FernC50d	±2 %	123	516	389	2 633	7.3	32.2	32	350	15	68
IOS-FernC50d	±4 %	137	438	430	2 327	7.5	32.5	32	350	15	68
IOS-FernC50d	±6 %	162	394	507	2 228	8.0	33.8	32	350	15	68
IOS-HVS30d	±0 %	116	674	384	3 642	8.1	42.5	32	350	15	68
IOS-HVS30d	±2 %	120	497	396	2 806	8.3	42.9	32	350	15	68
IOS-HVS30s	±0 %	203	1 859	645	9 330	11.3	89.1	44	1 200	15	68
IOS-HVS30s	±2 %	209	1 716	662	8 678	11.3	89.8	44	1 200	15	68
IOS-HVS40d	-2 %	91	5 03	305	2 580	6.9	29.6	32	350	15	68
IOS-HVS40s	-2 %	164	1 455	524	7 161	9.9	65.0	44	1 200	15	68
IOS-HVS50d	±0 %	144	506	462	2 797	8.0	35.3	32	358	15	68
IOS-HVS50d	±2 %	150	480	479	2 595	8.0	35.3	32	358	15	68
IOS-HVS50d	±4 %	162	419	515	2 296	8.2	35.8	32	358	15	68
IOS-HVS50d	±6 %	187	406	593	2 296	8.4	36.4	32	358	15	68
IOS-HVS50d	+2 %	189	496	597	2 759	8.9	38.9	32	358	15	68
IOS-HVS50d	+4 %	237	530	743	2 988	9.0	46.0	32	358	15	68
IOS-HVS50d	-2 %	110	463	362	2 431	10.2	54.3	32	358	15	68
IOS-HVS50d	-4 %	86	308	288	1 604	7.3	25.5	32	358	15	68
IOS-HVS50d	-6 %	74	213	250	1 114	6.6	18.6	32	358	15	68
IOS-HVS50s	±0 %	193	1 363	615	6 936	6.3	15.0	32	358	15	68
IOS-HVS50s	±2 %	196	1 347	624	6 852	10.4	76.4	44	1 200	15	68
IOS-HVS50s	±4 %	206	1 312	655	6 647	10.4	75.9	44	1 200	15	68
IOS-HVS50s	±6 %	224	1 227	707	6 272	10.6	76.5	44	1 200	15	68
IOS-HVS50s	+2 %	227	1 311	721	6 799	11.0	76.9	44	1 200	15	68
IOS-HVS50s	-2 %	164	1 383	528	6 905	11.1	85.8	44	1 200	15	68
IOS-HVS50s	-4 %	143	1 307	460	6 388	9.7	65.9	44	1 200	15	68
IOS-HVS50s	-6 %	128	1 113	414	5 418	9.2	56.8	44	1 200	15	68
IOS-NS30d	±0 %	129	837	457	4 385	8.8	49.0	44	1 200	15	68
IOS-NS30d	±4 %	139	575	487	3 143	9.2	50.2	34	500	15	68
IOS-NS30s	±0 %	205	1875	684	9 393	9.3	53.2	34	500	15	68
IOS-NS50d	±0 %	175	557	593	3 025	11.8	89.1	44	1200	15	68
IOS-NS50d	+4 %	274	568	885	3 147	9.8	37.9	34	500	15	68
IOS-NS50d	-4 %	116	400	409	2 011	12.1	54.8	34	500	15	68
IOS-NS50s	±0 %	195	1 377	654	6 992	8.2	21.5	34	500	15	68
IOS-Sam30d	±0 %	120	640	406	3 572	11.0	76.4	44	1 200	15	68
IOS-Sam30d	±2 %	124	547	419	3 063	8.5	44.8	32	350	15	68
IOS-Sam30d	+2 %	151	584	501	3 434	8.5	44.9	32	350	15	68
IOS-Sam30d	+4 %	189	624	615	3 575	9.3	57.6	32	350	15	68
IOS-Sam30d	-2 %	98	511	337	2 691	10.2	69.6	32	350	15	68
IOS-Sam30d	-4 %	76	341	271	1 790	7.8	32.2	32	350	15	68
IOS-Sam30g	±0 %	167	1 171	548	6 025	7.1	24.1	32	350	15	68
IOS-Sam30g	+4 %	231	1 053	744	5 828	9.9	61	39	700	15	68
IOS-Sam30g	+6 %	270	1 065	866	5 905	11.4	84.4	39	700	15	68
IOS-Sam30g	-4 %	125	760	417	3 755	12.2	95.1	39	700	15	68
IOS-Sam30g	-6 %	108	607	367	3 008	8.8	39.5	39	700	15	68
IOS-Sam30s	±0 %	203	1 782	656	9 028	8.3	33.8	39	700	15	68
IOS-Sam30s	±2 %	209	1 688	673	8 576	11.4	89.1	44	1 200	15	68
IOS-Sam30s	+4 %	270	1 599	862	8 556	11.5	89.8	44	1 200	15	68
IOS-Sam30s	+6 %	313	1 554	992	8 360	13.1	113	44	1 200	15	68
IOS-Sam30s	-4 %	163	1 422	530	6 966	14.1	125.2	44	1 200	15	68
IOS-Sam30s	-6 %	149	1 216	486	5 960	10.3	68.0	44	1 200	15	68
IOS-Sam40g	±0 %	152	963	504	4 986	9.9	59.9	44	1 200	15	68
IOS-Sam40g	+2 %	185	934	605	4 976	9.2	54.2	39	700	15	68
IOS-Sam40g	-2 %	125	869	420	4 374	9.9	63.1	39	700	15	68
IOS-Sam40s	±0 %	189	1 501	614	7 594	8.5	45.2	39	700	15	68
IOS-Sam40s	+2 %	220	1 473	708	7 601	10.6	75.7	44	1 200	15	68
IOS-Sam40s	-2 %	164	1 409	536	6 979	11.4	87.2	44	1 200	15	68
IOS-Sam50d	±0 %	129	528	428	2 910	10.0	65.0	44	1 200	15	68
IOS-Sam50d	±2 %	136	491	449	2 656	7.9	35.4	32	358	15	68
IOS-Sam50d	±4 %	154	428	501	2 340	8.0	36.1	32	358	15	68
IOS-Sam50d	±6 %	180	411	579	2 322	8.3	36.9	32	358	15	68
IOS-Sam50g	+2 %	228	988	727	5 060	8.8	39.0	32	358	15	68
IOS-Sam50g	-2 %	150	984	491	4 914	10.3	58.1	39	700	15	68
IOS-Sam50s	±0 %	193	1 371	626	6 971	8.6	45.4	39	700	15	68
IOS-Sam50s	±2 %	196	1 351	636	6 872	10.6	76.4	44	1 200	15	68
IOS-Sam50s	±4 %	207	1 311	667	6 646	10.6	75.9	44	1 200	15	68
IOS-Sam50s	±6 %	224	1 229	719	6 280	10.8	76.5	44	1 200	15	68
IOS-Sam50s	+2 %	228	1 314	732	6 817	11.2	76.9	44	1 200	15	68
IOS-Sam50s	-2 %	165	1 388	539	6 928	11.3	85.8	44	1 200	15	68

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2020

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in 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 und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-FernC50d	±0 %	68	468	223	1 975	5.2	19.8	32	350	15	68
IOS-FernC50d	±2 %	69	546	228	2 231	5.2	19.7	32	350	15	68
IOS-FernC50d	±4 %	77	427	252	1 795	5.4	19.3	32	350	15	68
IOS-FernC50d	±6 %	92	348	296	1 530	5.7	19.8	32	350	15	68
IOS-HVS30d	±0 %	66	704	232	2 958	5.6	26.0	32	350	16	68
IOS-HVS30d	±2 %	68	486	240	2 110	5.7	26.3	32	350	16	68
IOS-HVS30s	±0 %	112	2 060	376	8 320	7.3	58.9	44	1 200	16	68
IOS-HVS30s	±2 %	115	1 883	386	7 643	7.3	59.8	44	1 200	16	68
IOS-HVS40d	-2 %	52	552	188	2 255	5.0	18.9	32	350	16	68
IOS-HVS40s	-2 %	91	1 635	308	6 545	6.5	42.4	44	1 200	16	68
IOS-HVS50d	±0 %	81	494	276	2 121	5.7	21.5	32	358	16	68
IOS-HVS50d	±2 %	85	464	286	1 974	5.7	21.5	32	358	16	68
IOS-HVS50d	±4 %	92	379	309	1 636	5.8	21.6	32	358	16	68
IOS-HVS50d	±6 %	107	343	354	1 523	5.9	21.6	32	358	16	68
IOS-HVS50d	+2 %	107	447	354	1 948	6.3	23.2	32	358	16	68
IOS-HVS50d	+4 %	134	441	439	1 959	6.2	28.1	32	358	16	68
IOS-HVS50d	-2 %	63	481	219	2 000	7.0	32.7	32	358	16	68
IOS-HVS50d	-4 %	50	316	178	1 313	5.4	15.0	32	358	16	68
IOS-HVS50d	-6 %	43	215	157	900	4.9	10.6	32	358	16	68
IOS-HVS50s	±0 %	107	1 476	361	6 017	4.7	8.5	32	358	16	68
IOS-HVS50s	±2 %	109	1 457	367	5 937	6.8	51.9	44	1 200	16	68
IOS-HVS50s	±4 %	115	1 411	384	5 742	6.9	51.2	44	1 200	16	68
IOS-HVS50s	±6 %	125	1 297	415	5 309	7.0	51.4	44	1 200	16	68
IOS-HVS50s	+2 %	127	1 377	422	5 679	7.2	51.1	44	1 200	16	68
IOS-HVS50s	-2 %	92	1 537	312	6 195	7.3	58.5	44	1 200	16	68
IOS-HVS50s	-4 %	79	1 478	273	5 898	6.4	43.8	44	1 200	16	68
IOS-HVS50s	-6 %	72	1 266	248	5 044	6.2	36.7	44	1 200	16	68
IOS-NS30d	±0 %	75	858	291	3 565	5.9	30.7	44	1 200	16	68
IOS-NS30d	±4 %	80	520	308	2 254	6.2	31.4	34	500	16	68
IOS-NS30s	±0 %	114	2 081	416	8 397	6.3	33.7	34	500	16	68
IOS-NS50d	±0 %	101	556	370	2 362	7.7	58.9	44	1 200	16	68
IOS-NS50d	+4 %	157	491	539	2 145	6.7	23.7	34	500	16	68
IOS-NS50d	-4 %	67	431	264	1 750	8.6	33.5	34	500	16	68
IOS-NS50s	±0 %	110	1 496	401	6 089	6.0	12.7	34	500	16	68
IOS-Sam30d	±0 %	69	650	250	2 781	7.2	51.9	44	1 200	16	68
IOS-Sam30d	±2 %	71	541	257	2 331	5.8	28.1	32	350	16	68
IOS-Sam30d	+2 %	86	534	304	2 392	5.8	28.0	32	350	16	68
IOS-Sam30d	+4 %	107	544	368	2 419	6.3	37.3	32	350	16	68
IOS-Sam30d	-2 %	56	548	211	2 270	6.8	45.4	32	350	16	68
IOS-Sam30d	-4 %	44	372	173	1 536	5.4	18.6	32	350	16	68
IOS-Sam30g	±0 %	94	1 275	331	5 212	5.0	13.2	32	350	16	68
IOS-Sam30g	+4 %	130	1 030	444	4 422	6.6	40.1	39	700	16	68
IOS-Sam30g	+6 %	152	997	514	4 309	7.4	56.9	39	700	16	68
IOS-Sam30g	-4 %	72	859	259	3 446	7.9	64.0	39	700	16	68
IOS-Sam30g	-6 %	62	690	228	2 771	5.9	23.5	39	700	16	68
IOS-Sam30s	±0 %	113	1 958	388	7 947	5.7	19.6	39	700	16	68
IOS-Sam30s	±2 %	116	1 845	397	7 505	7.4	58.9	44	1 200	16	68
IOS-Sam30s	+4 %	150	1 638	504	6 874	7.5	59.8	44	1 200	16	68
IOS-Sam30s	+6 %	174	1 545	579	6 527	8.3	76.7	44	1 200	16	68
IOS-Sam30s	-4 %	91	1 607	320	6 421	8.9	85.6	44	1 200	16	68
IOS-Sam30s	-6 %	84	1 377	295	5 505	6.8	43.5	44	1 200	16	68
IOS-Sam40g	±0 %	86	1 040	304	4 269	6.6	37.4	44	1 200	16	68
IOS-Sam40g	+2 %	104	964	362	4 034	6.2	36.4	39	700	16	68
IOS-Sam40g	-2 %	71	962	257	3 892	6.6	42.2	39	700	16	68
IOS-Sam40s	±0 %	105	1 647	365	6 682	5.8	30.1	39	700	16	68
IOS-Sam40s	+2 %	123	1 575	419	6 465	7.0	50.3	44	1 200	16	68
IOS-Sam40s	-2 %	91	1 575	320	6 323	7.4	59.1	44	1 200	16	68
IOS-Sam50d	±0 %	73	521	262	2 229	6.6	42.4	44	1 200	16	68
IOS-Sam50d	±2 %	77	477	274	2 029	5.5	21.4	32	358	16	68
IOS-Sam50d	±4 %	88	388	304	1 674	5.6	21.8	32	358	16	68
IOS-Sam50d	±6 %	102	349	349	1 546	5.8	21.8	32	358	16	68
IOS-Sam50g	+2 %	129	1 047	434	4 285	6.2	22.9	32	358	16	68
IOS-Sam50g	-2 %	85	1 092	298	4 402	7.3	37.0	39	700	16	68
IOS-Sam50s	±0 %	108	1 486	373	6 055	6.2	29.7	39	700	16	68
IOS-Sam50s	±2 %	110	1 463	379	5 959	6.9	51.8	44	1 200	16	68
IOS-Sam50s	±4 %	116	1 411	396	5 741	7.0	51.2	44	1 200	16	68
IOS-Sam50s	±6 %	126	1 300	427	5 319	7.1	51.4	44	1 200	16	68
IOS-Sam50s	+2 %	128	1 381	434	5 695	7.3	51.1	44	1 200	16	68
IOS-Sam50s	-2 %	92	1 544	323	6 222	7.4	58.5	44	1 200	16	68

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2025

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.

### **Tempo 20**

Entlang der Stationsstraße ist auf der Hauptverkehrsstraße Tempo 20 signalisiert. Im HBEFA werden für Tempo 20 weder Emissionsfaktoren noch allgemein gültige Reduktionsfaktoren ausgewiesen. Diese Straßenabschnitte wurden deshalb wie Tempo 30 gerechnet.

## **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, SV-Anteile und Bus-Anteile, unterschiedlichen Verkehrssituationen, Stauanteile und Längsneigungen aus.

Die Verkehrssituationen wurden für alle betrachteten Varianten gleich angesetzt. Sie sind beispielhaft für den Planfall 2025 in **Abb. 5.1** aufgezeigt. 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 fett gezeichnete, rotfarbene Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1**) eine Verkehrssituation IOS-HVS50 mit dichtem Verkehr und einer Längsneigung >0 %.

Zusätzlich werden Stauanteile dargestellt, welche im Nahbereich von Kreuzungen, Lichtsignalanlagen bzw. Kreisverkehren 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.

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 ausgewie-

senen Stauanteile stellen eine Rechengröße zur bestmöglichen Bestimmung der lokalen Emissionen dar. Sie müssen deshalb nicht zwangsläufig realen Stauhäufigkeiten entsprechen.

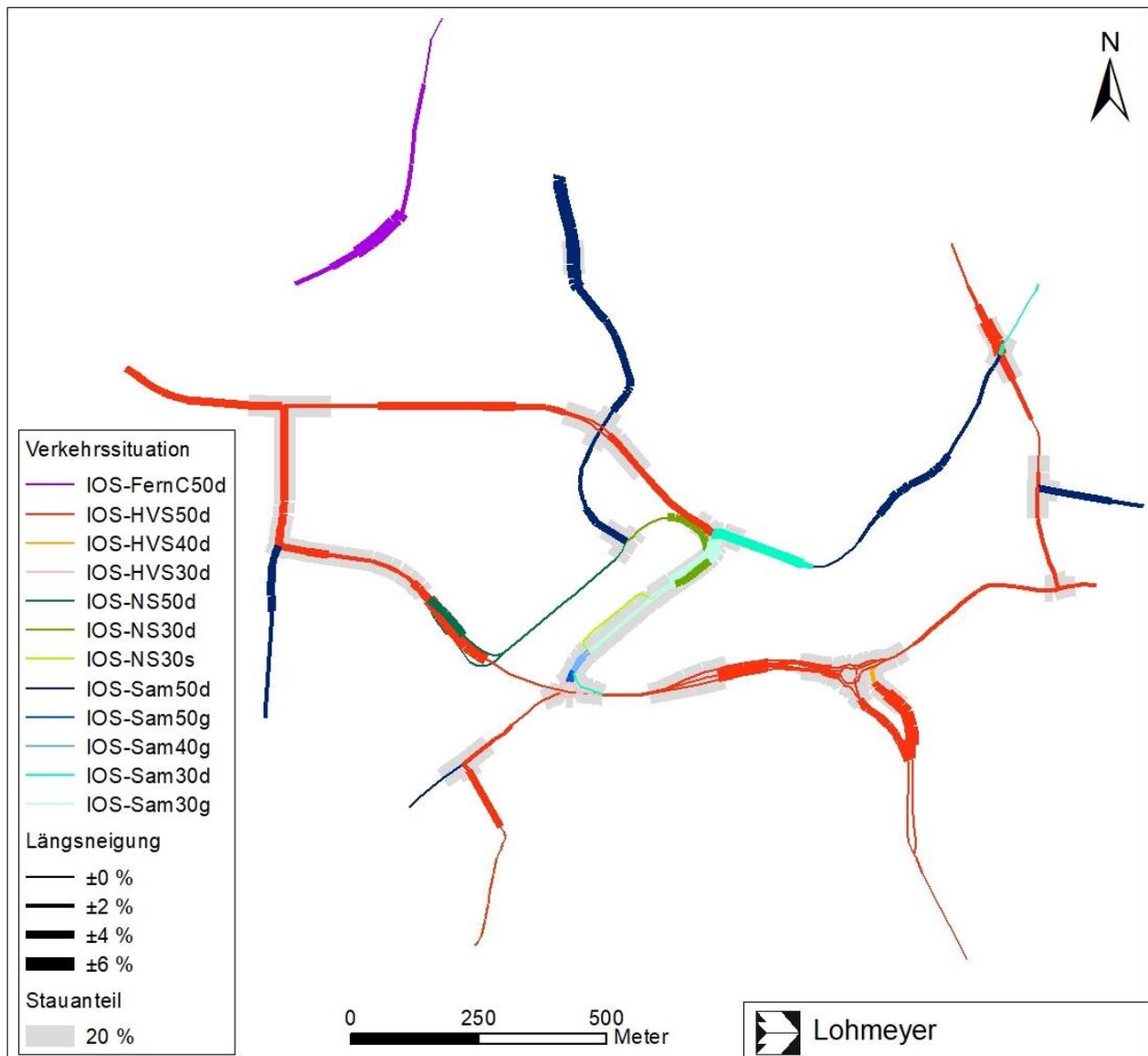


Abb. 5.1: Verkehrssituation beispielhaft für den Planfall 2025

Die **Tab. 5.3** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt der Stationsstraße die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten. Darüber hinaus sind die Emissionsdichten von  $\text{NO}_x$  für das Straßennetz jedes Berechnungsfalls, z. T. nach Fahrtrichtung getrennt, im Anhang A3 dargestellt.

DTV in Kfz/24 h	SV-Anteil in %	Busse in Busse/24 h	Verkehrssituation	Anteil Stop&Go in %	NO <sub>2</sub> , direkt in mg/(m s)	NO <sub>x</sub> in mg/(m s)	PM10 in mg/(m s)	PM2.5 in mg/(m s)
<b>Analysefall 2020</b>								
6 780	11.5	620	IOS-Sam30g	20	0.0249	0.0972	0.0113	0.00293
<b>Nullfall 2025</b>								
6 840	11.5	620	IOS-Sam30g	20	0.0153	0.0591	0.0110	0.00257
<b>Planfall 2025</b>								
7 110	11.5	620	IOS-Sam30g	20	0.0160	0.0615	0.0114	0.00266
<b>Fall Stadthaus 2025</b>								
7 520	11.0	620	IOS-Sam30g	20	0.0166	0.0639	0.0117	0.00278

Tab. 5.3: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der Stationsstraße - Fahrtrichtung Paffrather Straße VOR der Rampe in Höhe Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße Nr. 9 (IO8)

Die jeweiligen Emissionen im Tunnelbereich der Straße An der Gohrsmühle werden bei allen betrachteten Varianten zu gleichen Teilen auf die beiden Tunnelportale verteilt, wobei eine mittlere Tunnelportalfahne von 50 m angesetzt wurde.

## 6 IMMISSIONEN

Für die vier zu betrachtenden Konfliktbereiche ist für alle betrachteten Varianten eine flächendeckende Auskunft über die Immissionssituation durch eine Vielzahl an Untersuchungspunkten gegeben. Die horizontale Auflösung der Immissionspunkte beträgt im Nahbereich sensibler Punkte 0.5 m bis maximal 2 m.

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (siehe Kapitel 5) im Betrachtungsjahr 2020 (= Analysefall) bzw. 2025 (Nullfall, Planfall und Fall Stadthaus) auf der Grundlage der jeweiligen Verkehrsstärken der berücksichtigten Straßenabschnitte 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 für ausgewählte relevante Schadstoffkomponenten und ausgewählte Varianten bzw. Konfliktbereiche 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>).

Die flächenhaften Berechnungsergebnisse sind in den **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.11** dargestellt, wobei der Schwerpunkt der Darstellung auf NO<sub>2</sub> liegt, weil dies im hier betrachteten Fall die kritischste Schadstoffkomponente ist. Die Darstellung erfolgt in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund). In größerer Höhe über Grund werden geringere Belastungen erwartet.

Zudem sind die jahresmittleren Konzentrationen aller betrachteten Schadstoffkomponenten für die separat betrachteten Immissionsorte für alle betrachteten Varianten in den **Tab. 6.1** bis **Tab. 6.4** dargestellt. Die Ergebnisse werden nachfolgend beschrieben.

Nr.	Konfliktbereich	Nutzung	Immissionsort	Analysefall 2020	Null 2025	Planfall 2025	Fall Stadthaus 2025
1	1	Wohnen	Paffrather Straße 98	25	22	23	23
2	1	Planung	Nördliche Gebäudekomplexe B-Plan 2118	21	20	21	22
3	2	Wohnen	Paffrather Straße 74	31	27	28	28
4	2	Wohnen	Nordöstliche Gebäudekomplexe B-Plan 2129	22	26	27	27
5	3	Wohnen	Paffrather Straße 16	40	30	30	31
6	3	Wohnen	Paffrather Straße 22 (Messstelle)	37	28	28	29
7	3	Wohnen	Paffrather Straße 27	<b>41</b>	32	32	32
8	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 9/ Ecke Stationsstraße	<b>46</b>	36	37	38
9	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 10/ Ecke Stationsstraße	37	30	31	31

Tab. 6.1: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für die separat betrachteten Immissionsorte für alle betrachteten Varianten in µg/m<sup>3</sup> im Vergleich zum Beurteilungswert (40 µg/m<sup>3</sup>)  
fett = Grenzwertüberschreitung

Nr.	Konfliktbereich	Nutzung	Immissionsort	Analysefall 2020	Null 2025	Planfall 2025	Fall Stadthaus 2025
1	1	Wohnen	Paffrather Straße 98	19	19	20	20
2	1	Planung	Nördliche Gebäudekomplexe B-Plan 2118	19	19	19	19
3	2	Wohnen	Paffrather Straße 74	21	21	22	22
4	2	Wohnen	Nordöstliche Gebäudekomplexe B-Plan 2129	19	21	21	21
5	3	Wohnen	Paffrather Straße 16	24	24	24	24
6	3	Wohnen	Paffrather Straße 22 (Messstelle)	23	23	23	23
7	3	Wohnen	Paffrather Straße 27	25	25	25	25
8	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 9/ Ecke Stationsstraße	26	26	26	27
9	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 10/ Ecke Stationsstraße	23	23	23	23

Tab. 6.2: PM10-Jahresmittelwerte für die separat betrachteten Immissionsorte für alle betrachteten Varianten in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Vergleich zum Beurteilungswert ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
fett = Grenzwertüberschreitung

Nr.	Konfliktbereich	Nutzung	Immissionsort	Analysefall 2020	Null 2025	Planfall 2025	Fall Stadthaus 2025
1	1	Wohnen	Paffrather Straße 98	10	10	12	12
2	1	Planung	Nördliche Gebäudekomplexe B-Plan 2118	10	10	10	10
3	2	Wohnen	Paffrather Straße 74	14	14	15	15
4	2	Wohnen	Nordöstliche Gebäudekomplexe B-Plan 2129	10	14	14	14
5	3	Wohnen	Paffrather Straße 16	20	20	20	20
6	3	Wohnen	Paffrather Straße 22 (Messstelle)	18	18	18	18
7	3	Wohnen	Paffrather Straße 27	23	23	23	23
8	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 9/ Ecke Stationsstraße	26	26	26	29
9	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 10/ Ecke Stationsstraße	18	18	18	18

Tab. 6.3: Anzahl der Überschreitungen des PM10-24 h-Werts von 50 µg/m<sup>3</sup> im Jahr für die separat betrachteten Immissionsorte für alle betrachteten Varianten in Tagen im Vergleich zum Beurteilungswert (35 Tage)  
fett = Grenzwertüberschreitung

Nr.	Konfliktbereich	Nutzung	Immissionsort	Analysefall 2020	Null 2025	Planfall 2025	Fall Stadthaus 2025
1	1	Wohnen	Paffrather Straße 98	15	15	15	15
2	1	Planung	Nördliche Gebäudekomplexe B-Plan2118	14	14	14	14
3	2	Wohnen	Paffrather Straße 74	15	15	15	15
4	2	Wohnen	Nordöstliche Gebäudekomplexe B-Plan2129	14	15	14	15
5	3	Wohnen	Paffrather Straße 16	16	16	16	16
6	3	Wohnen	Paffrather Straße 22 (Messstelle)	16	16	16	16
7	3	Wohnen	Paffrather Straße 27	16	16	16	16
8	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 9/ Ecke Stationsstraße	16	16	16	16
9	4	Wohnen	Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 10/ Ecke Stationsstraße	15	15	15	15

Tab. 6.4: PM2.5-Jahresmittelwerte für die separat betrachteten Immissionsorte für alle betrachteten Varianten in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Vergleich zum Beurteilungswert ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
fett = Grenzwertüberschreitung

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

Die Gesamtbelastungen der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte sind für den Analysefall 2020 flächendeckend für alle betrachteten Konfliktbereiche in **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.4** dargestellt. Die Legende ist für alle Abbildungen gleich.

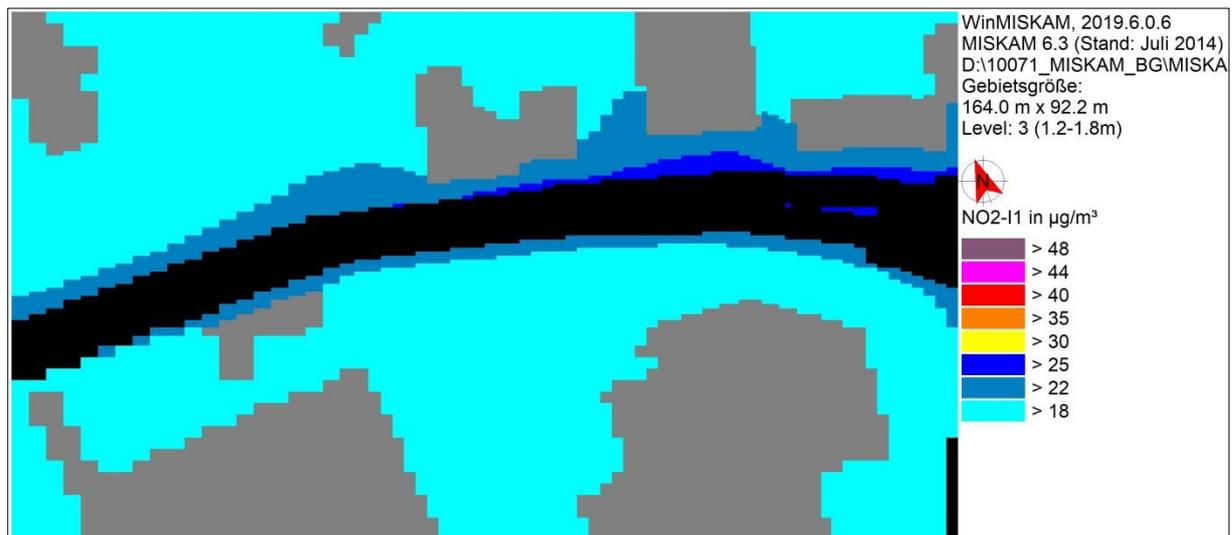


Abb. 6.1: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Analysefall 2020 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 1 (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)



Abb. 6.2: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Analysefall 2020 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 2, Legende siehe **Abb. 6.1** (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)

In den Konfliktbereichen 1 und 2 (Paffrather Straße westlich und östlich der Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße) treten im Analysefall 2020 an der zugehörigen Randbebauung NO<sub>2</sub>-Belastungen auf, die mit maximal 31 µg/m<sup>3</sup> (Paffrather Straße 74, siehe **Tab. 6.1**) oder weniger deutlich unter dem NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert liegen.

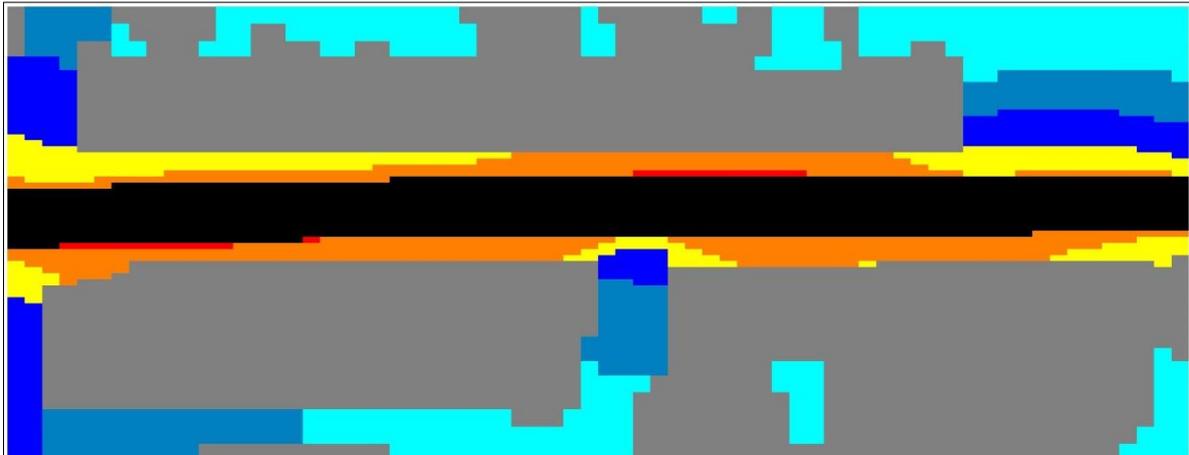


Abb. 6.3: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Analysefall 2020 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 3, Legende siehe **Abb. 6.4** (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)

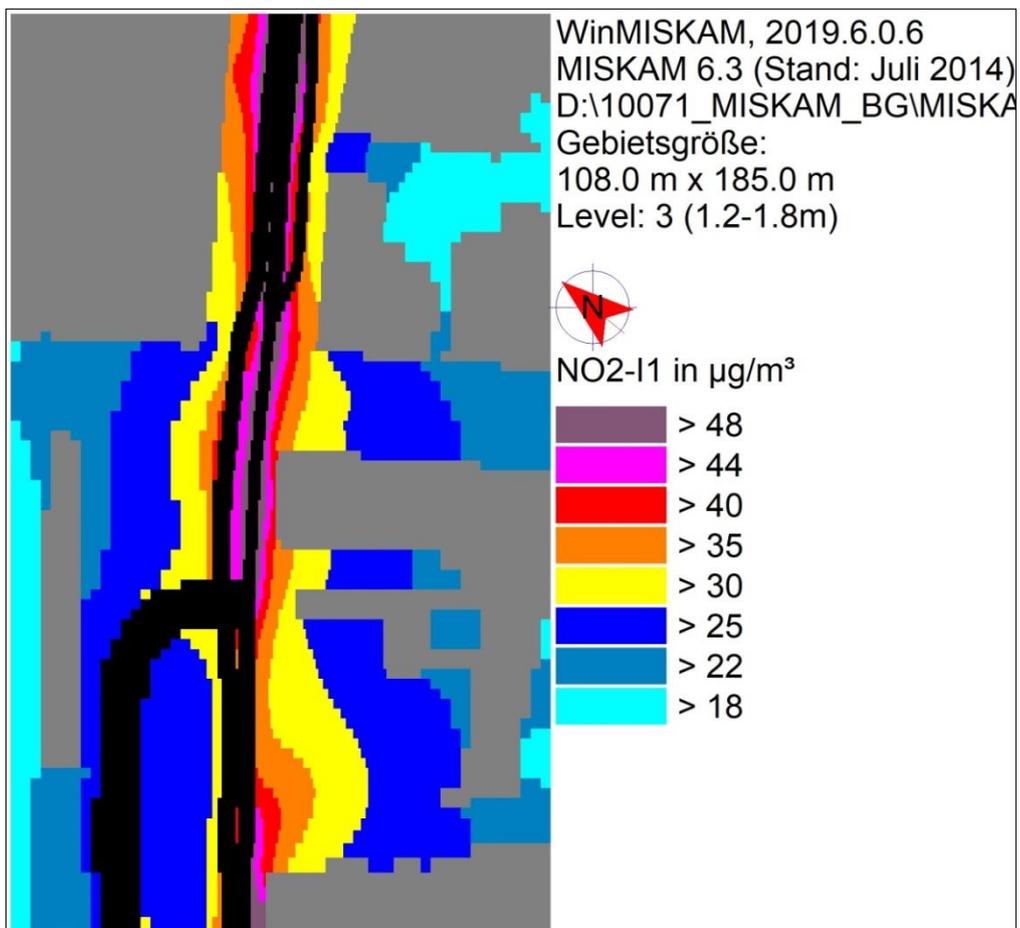


Abb. 6.4: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Analysefall 2020 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 4 (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)

Im Konfliktbereich 3 (Paffrather Straße östlich Stationsstraße) werden im Analysefall in Bodennähe hohe NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen berechnet (**Abb. 6.3**). Diese liegen im Bereich der ehemaligen Passivsammlermessung am Immissionsort 6 (Paffrather Straße 20-22) in Bodennähe bei 37 µg/m<sup>3</sup>. Damit wird dort der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert zwar eingehalten, aber um mehr als 90 % ausgeschöpft.

In Höhe der ehemaligen Messstelle (2.9 m über Grund) wird mit dem Modell im Analysefall 2020 ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 35 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Damit wird der damalige Messwert aus 2019 (36 µg/m<sup>3</sup>) mit der Modellierung fast getroffen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Modellansätze plausibel sind und den Gegebenheiten sehr gut entsprechen.

Östlich der Messstelle werden auf der Nordseite der Paffrather Straße im Konfliktbereich 3 noch höhere NO<sub>2</sub>-Belastungen berechnet als an der Messstelle. Am zugehörigen Immissionsort Nr. 5 wird im Analysefall eine NO<sub>2</sub>-Belastung von 40 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Damit wird der Grenzwert in diesem Bereich zwar nicht überschritten, jedoch genau erreicht. Damit ist dort von hohen Belastungen auszugehen.

Die höchsten NO<sub>2</sub>-Belastungen im Konfliktbereich 3 werden jedoch auf der Südseite der Straße berechnet, und zwar im Nahbereich der Stationsstraße. Diesen Bereich repräsentiert der Immissionsort 7. Dort werden im Jahresmittel 41 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> berechnet (**Tab. 6.1**). Damit liegt man im Analysefall 2020 in diesem Bereich etwa 3 % über dem NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert.

Die höchsten NO<sub>2</sub>-Belastungen werden jedoch an der sensitiven Bebauung entlang der Stationsstraße prognostiziert (**Abb. 6.4**). An der dortigen unmittelbar anschließenden Wohnbebauung wird am Immissionsort 8 (Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße Nr. 9) mit 46 µg/m<sup>3</sup> der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert um 15 % überschritten (**Tab. 6.1**). Weitere Wohngebäude sind davon auch in diesem Konfliktbereich aber nicht betroffen. Aber auch an der Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 10 werden im Analysefall 2020 mit 37 µg/m<sup>3</sup> hohe NO<sub>2</sub>-Belastungen erwartet.

Der **Abb. 6.4** lässt sich zudem entnehmen, dass im weiteren Verlauf der Stationsstraße gegenüber dem Busbahnhof an der dortigen Bebauung ebenfalls mit einer Grenzwertüberschreitung zu rechnen ist (NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an der Fassade >48 µg/m<sup>3</sup>). Dabei handelt

es sich jedoch um Gewerbeflächen mit keinem permanenten Aufenthalt von Menschen. Wohnbebauung ist davon nicht betroffen.

Im Nullfall ist aufgrund des dortigen Verkehrszuwachses wegen der Umsetzung des B-Plans 2129 mit leicht erhöhten Verkehrsbelastungen im gesamten Gebiet zu rechnen. Dies wird jedoch überkompensiert durch eine Verringerung der Emissionen je Fahrzeug wegen einer verbesserten Fahrzeugflotte in der Zukunft. Aus diesem Grund sind die im Nullfall 2025 berechneten Schadstoffbelastungen überwiegend geringer als im Analysefall 2020. Beispielfhaft wird im Folgenden die flächenhafte NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung für den Konfliktbereich 4 dargestellt (**Abb. 6.5**). Zudem wird an den separat betrachteten Punkten für alle Konfliktbereiche eine Auskunft über die auftretenden NO<sub>2</sub>-Belastungen gegeben (**Tab. 6.1**).

Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte am höchst belasteten sensitiven Punkt (IO 8, Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 9) sinken im Nullfall auf Werte von 36 µg/m<sup>3</sup> ab (**Tab. 6.1**).

Damit wird im Nullfall 2025 der Grenzwert der 39. BImSchV an allen sensitiven Punkten eingehalten (siehe auch **Tab. 6.1**).

Die Berechnungsergebnisse für den Planfall 2025 sind für den Konfliktbereich 1, 3 und 4 flächendeckend in den **Abb. 6.6** bis **Abb. 6.8** dargestellt.

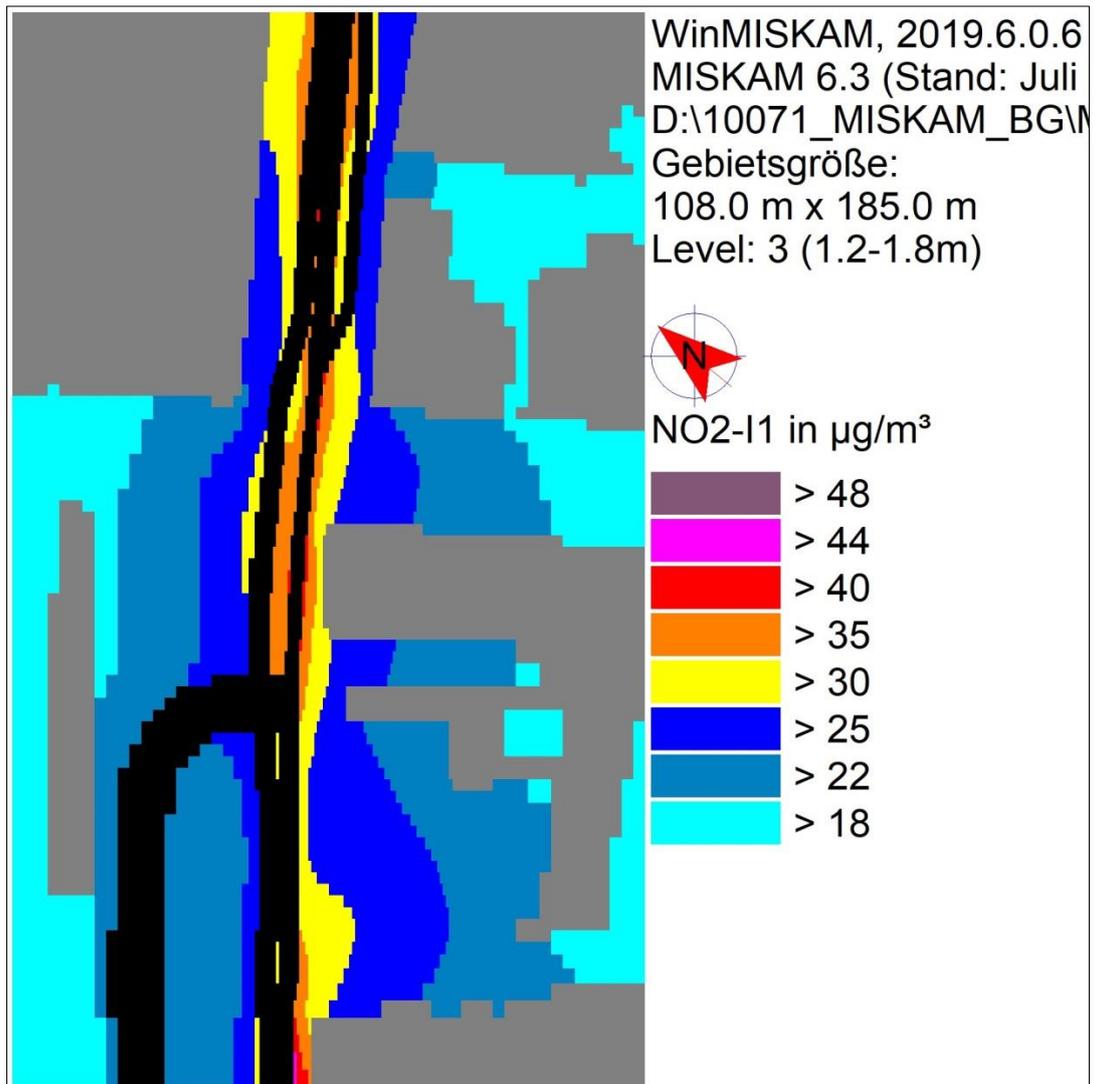


Abb. 6.5: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Nullfall 2025 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) beispielhaft im Konfliktbereich 4 (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen).



Abb. 6.6: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Planfall 2025 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 1 (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)

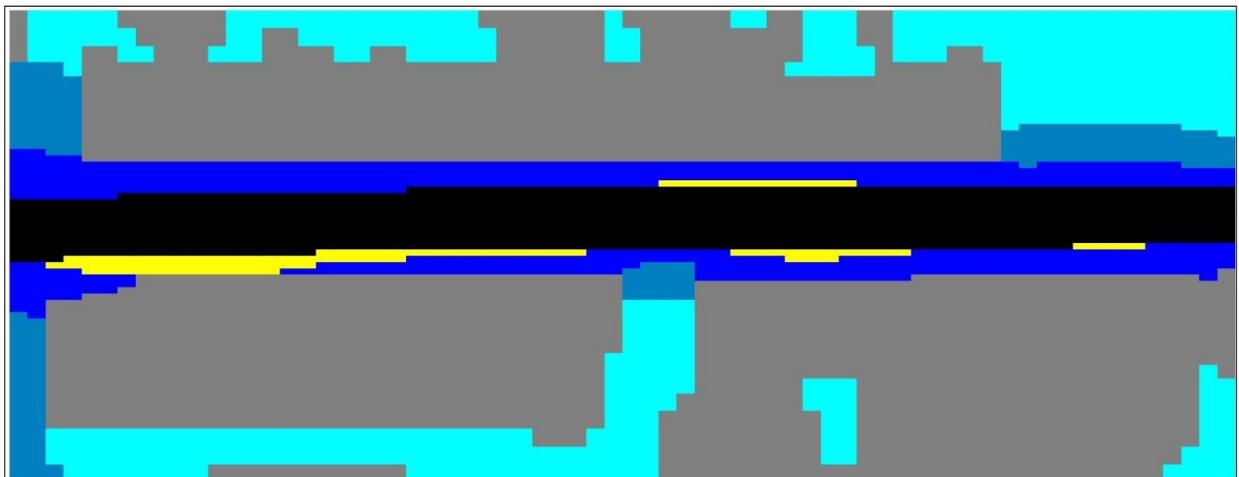


Abb. 6.7: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Planfall 2025 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 3, Legende siehe **Abb. 6.6** (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)

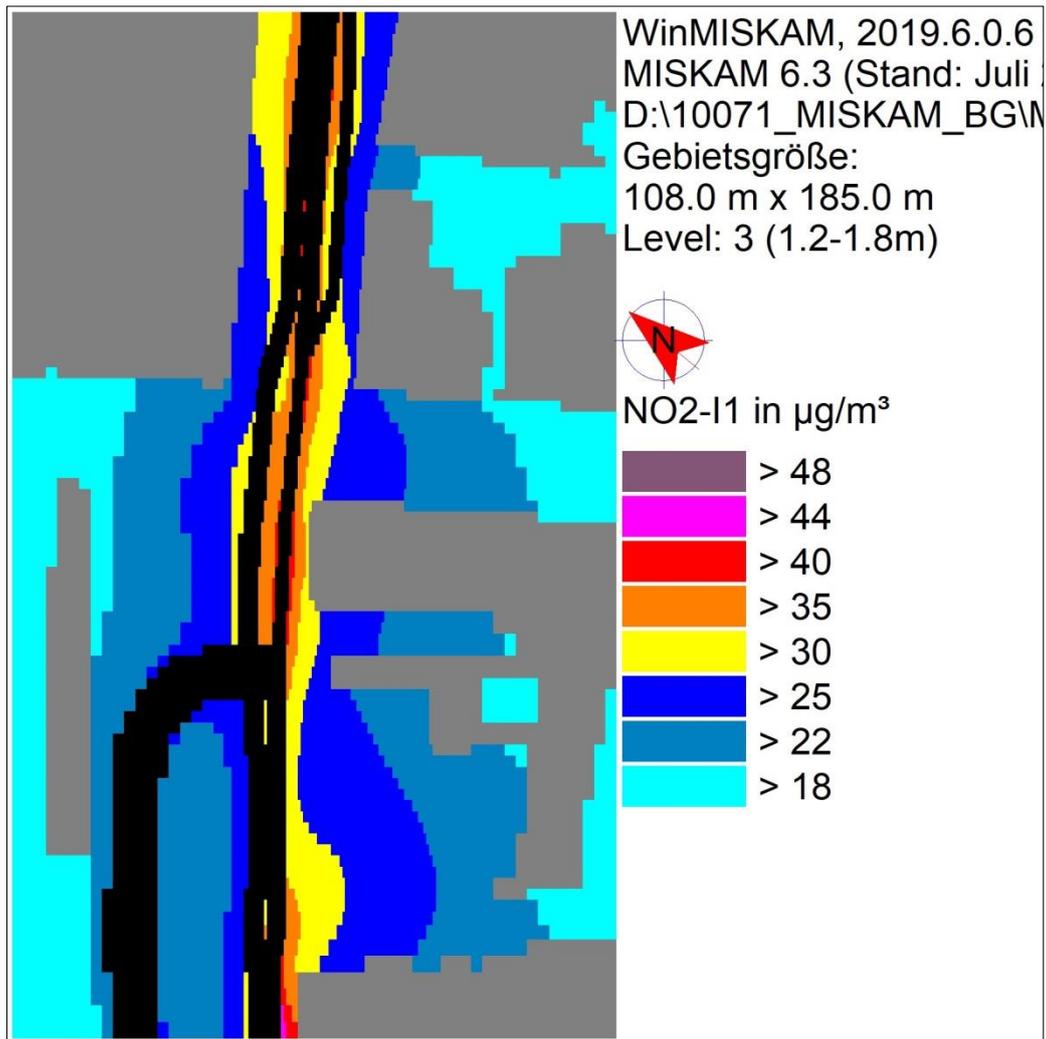


Abb. 6.8: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Planfall 2025 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 4 (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)

Die flächenhaften Ergebnisabbildungen für den Planfall 2025 sowie die zugehörigen Werte an den sensitiven Punkten (**Tab. 6.1**) zeigen auf, dass im Vergleich zum Nullfall 2025 in allen betrachteten Konfliktbereichen keine oder lediglich eine sehr geringe Erhöhung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung um maximal 1 µg/m<sup>3</sup> zu erwarten ist.

An allen sensitiven Punkten wird der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> eingehalten. Die höchsten Belastungen treten an der Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße Nr. 9 (IO 8) auf. Aber auch dort wird mit 37 µg/m<sup>3</sup> der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert nicht überschritten.

An der Rheinberg Galerie gegenüber dem Busbahnhof im Konfliktbereich 4 werden auch im Planfall 2025 NO<sub>2</sub>-Konzentrationen von mehr als 40 µg/m<sup>3</sup> erwartet. Davon ist aber keine Wohnbebauung betroffen.

Die NO<sub>2</sub>-Belastungen für den Fall mit Stadthaus 2025 wurden an den sensitiven Punkten ausgewiesen. Auf eine flächendeckende Abbildung wurde für diesen Fall verzichtet.

Hinweis zur NO<sub>2</sub>-Belastung in der Jakobstraße nach Bau des Stadthauses: In der Jakobstraße ist kein eigentlicher Konfliktbereich im Sinne der hier zu bearbeitenden Aufgabenstellung. Deshalb ist die Auflösung des Modells dort auch nicht so detailliert, d.h., verlässliche quantitative Aussagen an der Randbebauung können dort im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht gemacht werden. Die NO<sub>2</sub>-Belastungen sind allerdings dort nicht sehr hoch. Direkt auf der Straße kann mit maximal 25 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> gerechnet werden. Damit wird an der dortigen Randbebauung der NO<sub>2</sub>-Beurteilungswert für das Jahresmittel deutlich unterschritten. Die Jakobstraße ist demnach rein qualitativ auch nach Bau des Stadthauses und damit verbundener Verschlechterung der Durchlüftungsverhältnisse wegen der geringen Verkehrsstärke auf der Jakobstraße kein Belastungsschwerpunkt im Sinne von Grenzwertüberschreitungen. Vielmehr dominiert dort auch im Fall Stadthaus die städtische Hintergrundbelastung.

In den hier zu betrachtenden 4 Konfliktbereichen werden ähnliche Werte wie im Planfall 2025 erwartet. Die leicht erhöhten Verkehrsstärken fallen kaum ins Gewicht und führen zu einer maximalen Erhöhung der berechneten NO<sub>2</sub>-Belastungen an den sensitiven Punkten um maximal 1 µg/m<sup>3</sup>. Auch im Fall mit Stadthaus wird demnach an allen betrachteten sensitiven Punkten der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert eingehalten. An der Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 9 ist jedoch auch bei diesem Planfall noch von einer hohen NO<sub>2</sub>-Belastung auszugehen, die den Immissionsgrenzwert um 95 % ausschöpft (**Tab. 6.1**).

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> nicht zu erwarten. Dies trifft auch auf 46 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel zu (vgl. dazu Kapitel 3).

## 6.2 Feinstaub (PM10)

Ein Überblick über die flächendeckenden, bodennahen PM10-Jahresmittelwerte ist beispielhaft für den Planfall für die Konfliktbereiche 3 und 4 den **Abb. 6.9** und **Abb. 6.10** zu entneh-

men. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  treten mit  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die höchsten PM10-Belastungen analog zu  $\text{NO}_2$  im Konfliktbereich 4 an der Johann-Wilhelm-Lindlar-Straße 9 (IO 8) auf (**Tab. 6.2**).

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV wird im Planfall 2025 an sensitiven Punkten im Untersuchungsgebiet deutlich unterschritten. Die maximal berechneten PM10-Jahresmittelwerte sind entsprechend der Einteilung aus **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentration zu bezeichnen.

In den anderen betrachteten Konfliktbereichen sind im Planfall 2025 die PM10-Belastungen geringer als in den hier flächenhaft dargestellten Konfliktbereichen. Dies lässt sich auch bei einem Vergleich der PM10-Jahresmittelwerte an den sensitiven Punkten entnehmen (**Tab. 6.2**).

Bei PM10 ist nicht mit einer starken Abnahme der Gesamtbelastung bei dem Übergang von 2020 auf 2025 zu rechnen. Die Werte zwischen Analysefall 2020 und Nullfall 2025 unterscheiden sich nur minimal (**Tab. 6.2**). Gleiches gilt auch für den Übergang vom Nullfall 2025 zum Planfall 2025. Nach zusätzlicher Umsetzung des Stadthauses nimmt die PM10-Gesamtbelastung an den sensitiven Punkten um maximal  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu (siehe ebenfalls **Tab. 6.2**). Aber auch bei dieser Planvariante treten mit  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  maximale PM10-Jahresmittelwerte auf, die deutlich unter dem Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen.

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. 6.3** dargestellt.

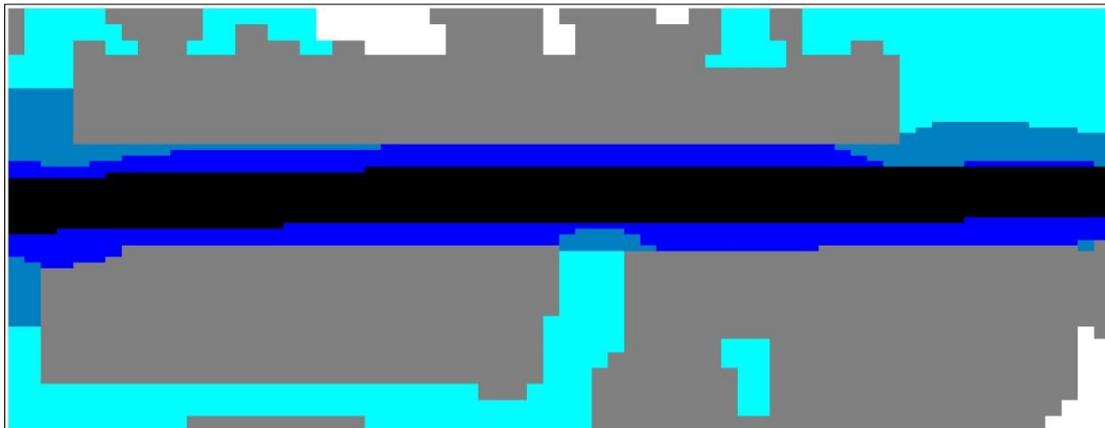


Abb. 6.9: PM10-Jahresmittelwert im Planfall 2025 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 3, Legende siehe **Abb. 6.10** (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)

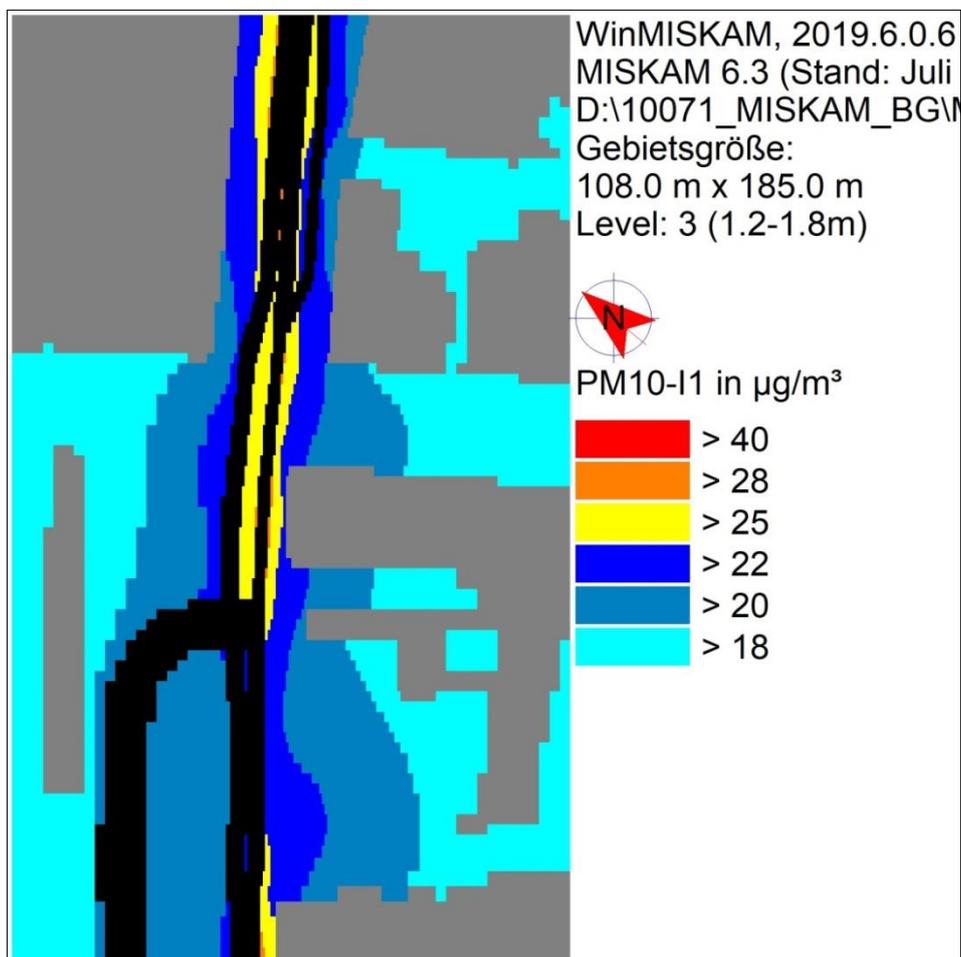


Abb. 6.10: PM10-Jahresmittelwert im Planfall 2025 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 4 (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)

Die berechneten PM10-Jahresmittelwerte liegen an allen sensitiven Punkten bei allen betrachteten Varianten bei maximal  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (IO 8 im Fall Stadthaus 2025). Damit ist an keinem der betrachteten Punkte bei keiner Variante mit einer Überschreitung des PM-Tagesmittelgrenzwertes zu rechnen. Die mittleren Überschreitungstage werden für den genannten Immissionsort für den Fall mit Stadthaus im Jahr 2025 bei 29 Tagen liegen (zulässig sind 35 Tage). An den anderen sensitiven Punkten und bei den anderen Varianten sind die Überschreitungstage geringer (**Tab. 6.3**).

### 6.3 Feinstaub (PM2.5)

Die flächendeckenden PM2.5-Jahresmittelwerte sind beispielhaft für den Fall mit Stadthaus 2025 für den Konfliktbereich 4 in **Abb. 6.11** dargestellt. Es dominiert auch in den höchst belasteten Bereichen die städtische Hintergrundbelastung von  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die höchsten PM2.5-Jahresmittelwerte an den sensitiven Punkten betragen  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und liegen damit nur  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  über der angesetzten Vorbelastung.

Die Gesamtbelastungen der PM2.5-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.4** dargestellt.

Zwischen den einzelnen betrachteten Varianten können keine großen Unterschiede ausgemacht werden, so dass auf die flächenhafte Darstellung weiterer Varianten und Konfliktbereiche hier verzichtet wird.

Der seit dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV wird entsprechend den Immissionsberechnungen bei allen betrachteten Varianten im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM2.5-Immissionen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

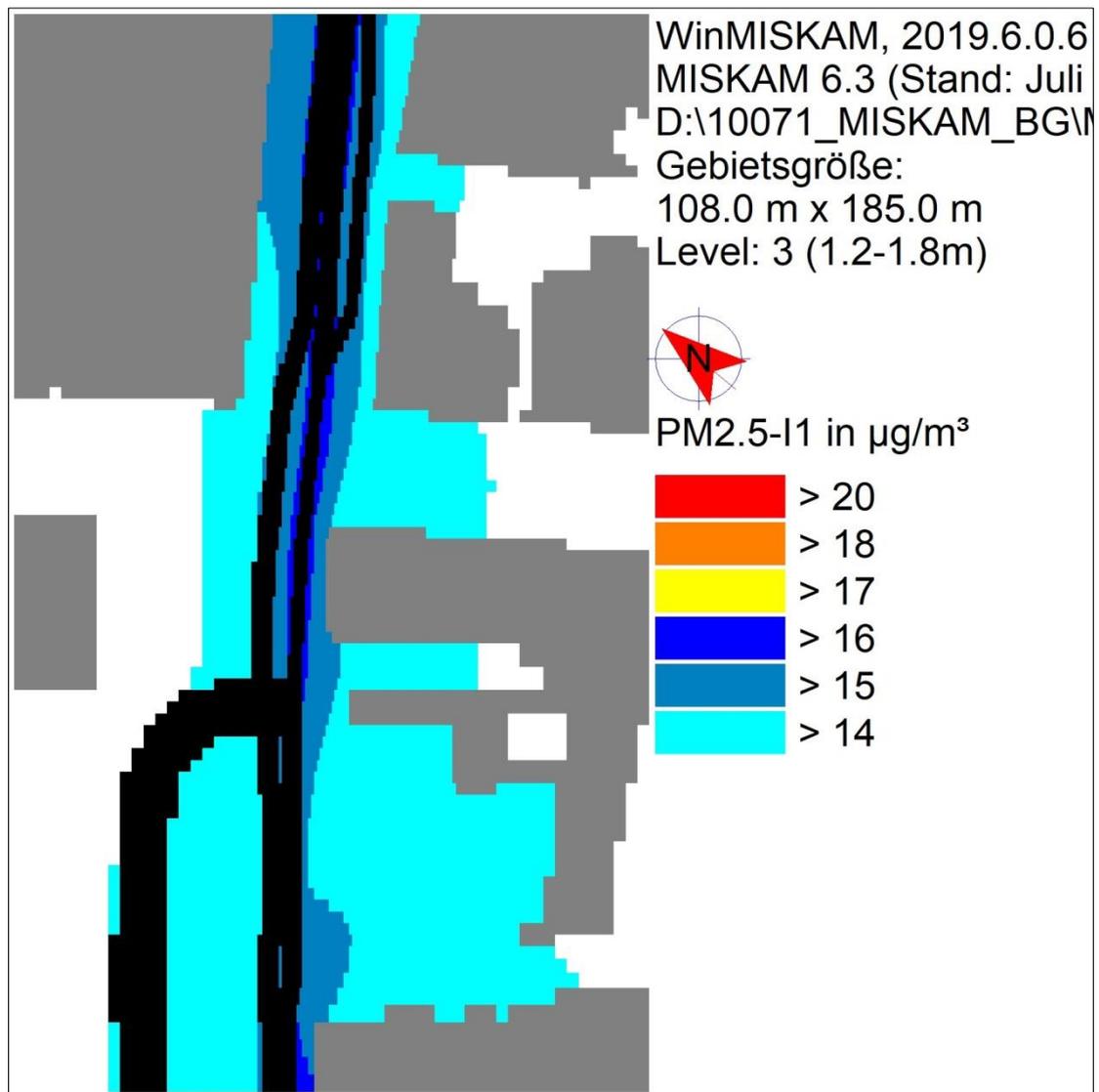


Abb. 6.11: PM2.5-Jahresmittelwert im Fall Stadthaus 2025 in Bodennähe (ca. 1.5 m über Grund) im Konfliktbereich 4 (graue Farben = Gebäude, schwarze Farben = Straßen)

#### 6.4 Gesamtbewertung

Die berechneten  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte liegen im Analysefall 2020 im Konfliktbereich 4 an einzelnen sensiblen Punkten im Nahbereich der Stationsstraße höher als der Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im Nullfall 2025 bzw. in den betrachteten Planfällen werden an den sensiblen Punkten trotz steigender Verkehrsstärke und verschlechterter Austauschbedingungen keine Grenzwertüberschreitungen gemäß 39. BImSchV mehr ermittelt. Dies ist bedingt durch die verringerte Stickstoffemission je Fahrzeug in der Zukunft.

Der PM10-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist in allen Konfliktbereichen bei allen betrachteten Fällen überall deutlich unterschritten. Gleiches gilt für den PM2.5-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Auch eine Überschreitung des PM10-24 h-Grenzwerts (Überschreitungshäufigkeit des 24 h-Werts von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  öfter als 35-mal im Jahr) kann für alle betrachteten Varianten ausgeschlossen werden.

## 7 LITERATUR

- Argusoft (2019): Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik an der Meteomedia-Station Bergisch Gladbach zwischen 2009 und 2018. E-Mail von Herrn Förster vom 11.01.2019.
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.
- 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., Bösinger, R., Lohmeyer, A.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 125, ISBN 3-86509-307-8, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2020): [http://sg.geodatenzentrum.de/web\\_public/Datenquellen\\_TopPlus\\_Open.pdf](http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf), bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.
- 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).
- DWD (2017) Winddaten an der Station Köln-Bonn im Zeitraum 2007-2016. Download am 17.11.2017. [ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations\\_germany/climate/hourly/wind/historical/.EG-Richtlinie](ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/historical/.EG-Richtlinie)
- 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.
- 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., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- 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.
- LANUV (2014-2019): Luftqualitätsüberwachung in NRW, Abruf Jahresberichte 2014-2019 und Abruf Stationsbeschreibung Messstellen unter: <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/messorte-und-werte>, März 2020.
- 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.
- Lohmeyer (2019): NO<sub>2</sub>-Pasivsammlermessungen in Bergisch Gladbach (Stadtmitte). Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul. Projekt 71563-18-02, April 2019. Gutachten im Auftrag von: Stadt Bergisch Gladbach.
- 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).
- 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).
- Stadt Bergisch Gladbach (2020) Verkehrsdaten Stand: 18.09.2020. E-Mail von Fr. Thieser vom 18.09.2020.

- 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 (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1. (HBEFA 4.1) (aktualisierte Version vom 03.11.2019). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), Düsseldorf, Mai 2020.
- VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie - Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.

**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 (NO<sub>x</sub> als Summe von NO und NO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO<sub>2</sub>, PM10 und PM2.5 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 PM10 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 PM2.5, Arsen, Kadmium, Nickel und

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

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO <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 IMMISSIONSER-**  
**MITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION**

## **A2 Beschreibung des numerischen Verfahrens zur Immissionsermittlung 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 Blatt 9, 2017) beachtet. Die Einhaltung des Kriteriums von VDI-RL 3783 Blatt 9 wurde anhand von Sensitivitätsrechnungen für die Göttinger Straße in Hannover für ein Rechengebiet nachgewiesen, dass zusätzlich zum Untersuchungsgebiet einen Umkreis von ca. 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.

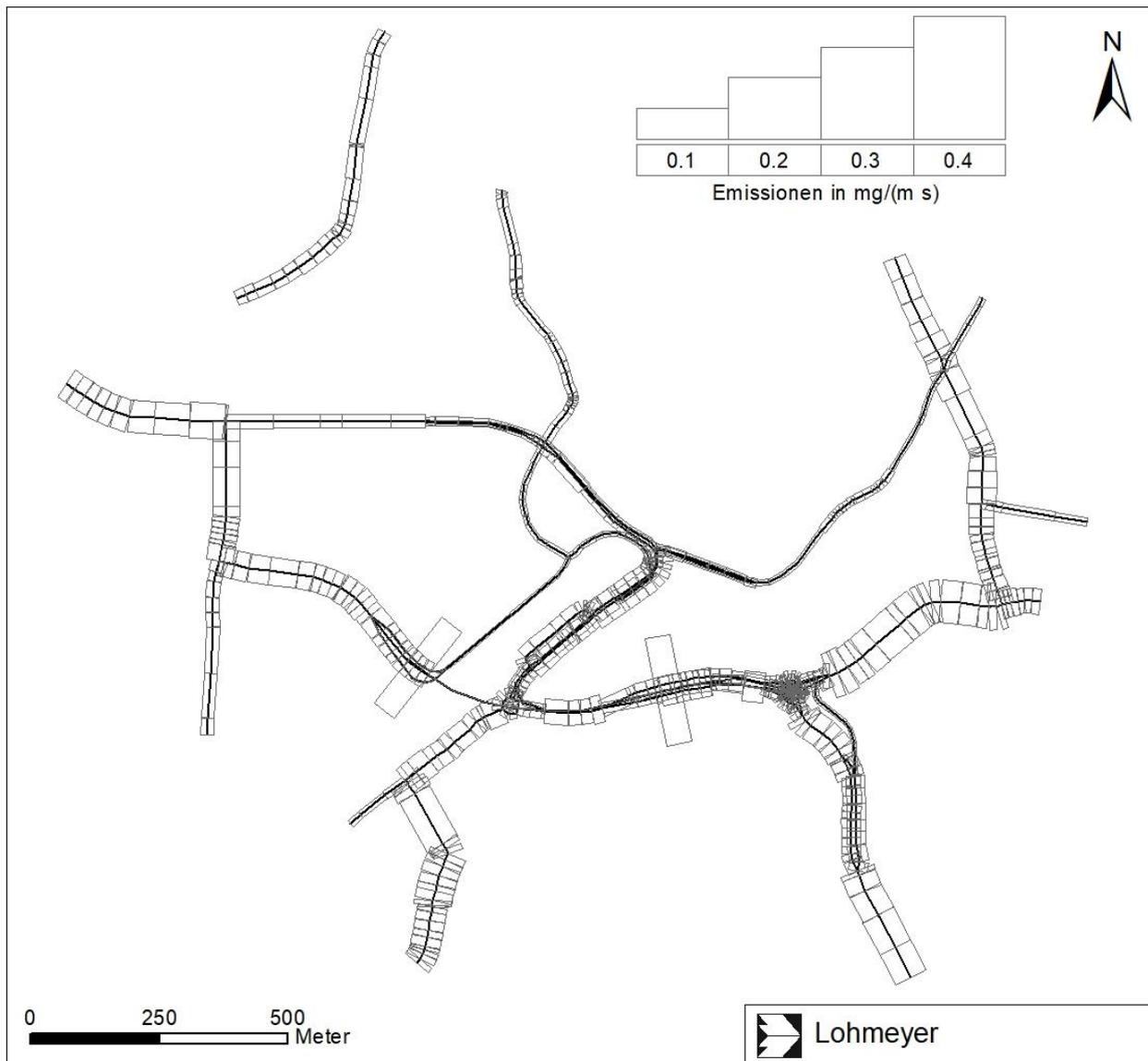
Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese 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 Rechen-

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

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

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

**Anhang A3: Beispielhafte Emissionsabbildungen für NO<sub>x</sub>**Abb. A3.1: NO<sub>x</sub>-Emission auf dem betrachteten Straßennetz im Analysefall 2020

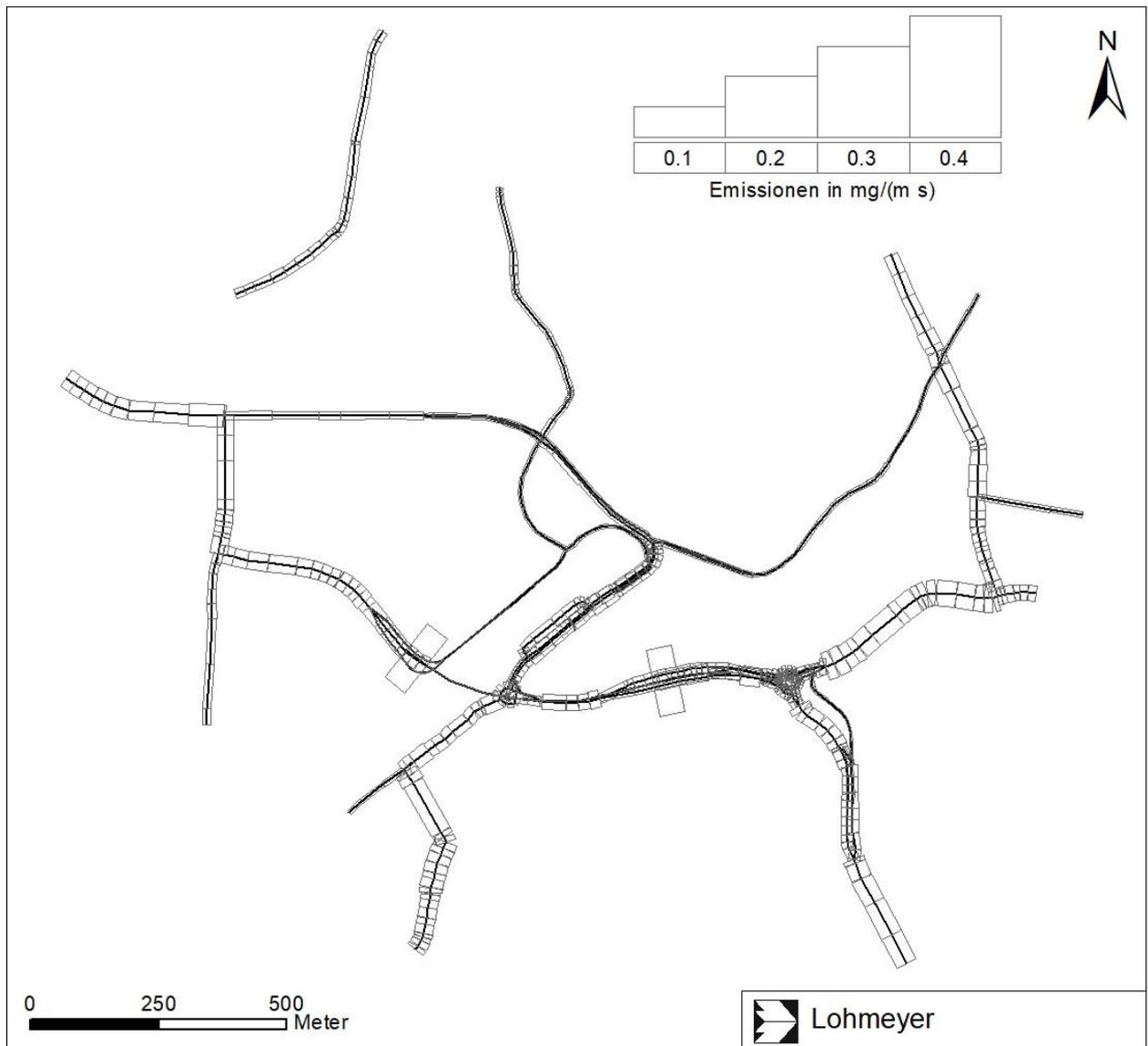


Abb. A3.2: NO<sub>x</sub>-Emission auf dem betrachteten Straßennetz im Nullfall 2025

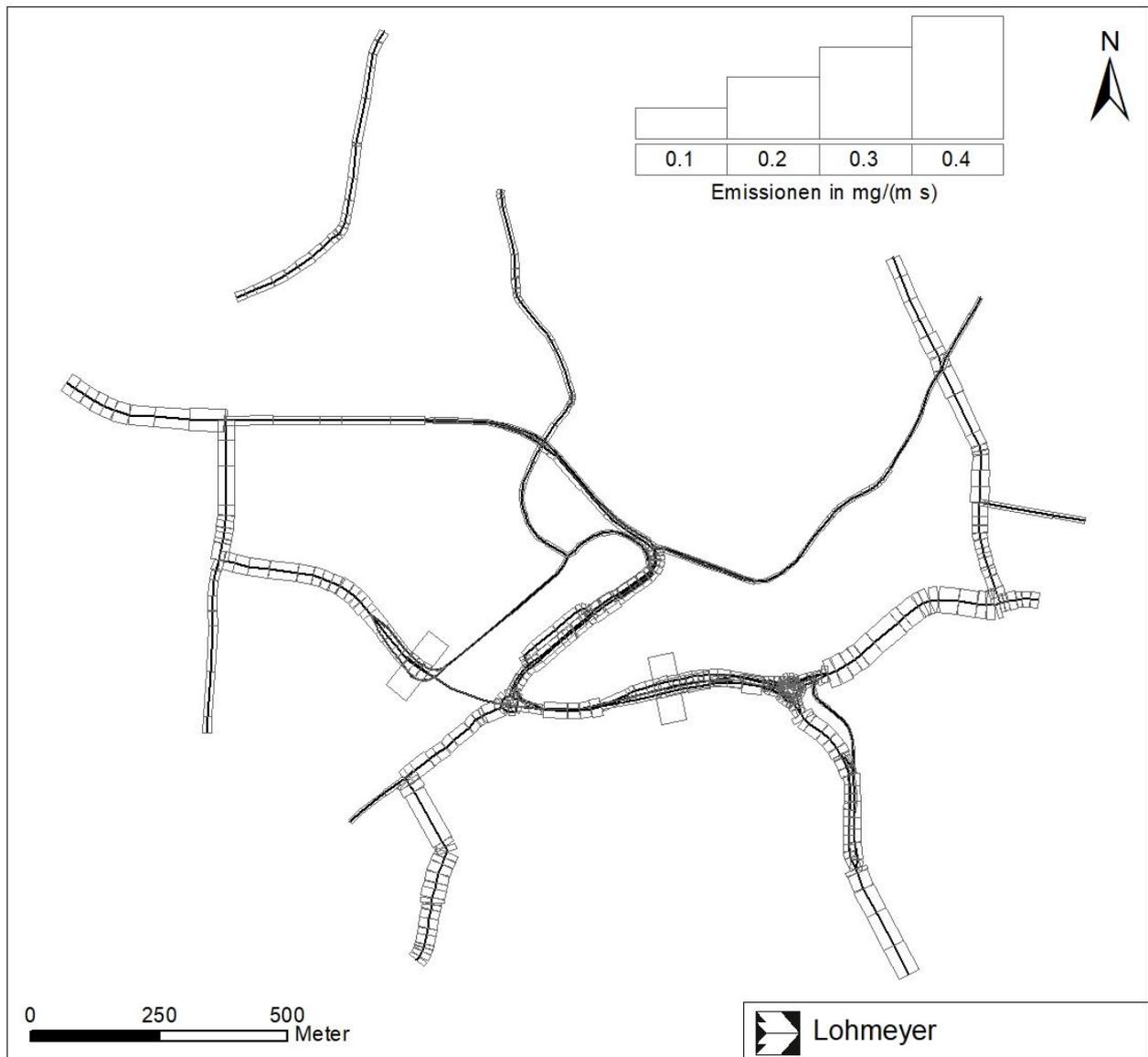


Abb. A3.3: NO<sub>x</sub>-Emission auf dem betrachteten Straßennetz im Planfall 2025

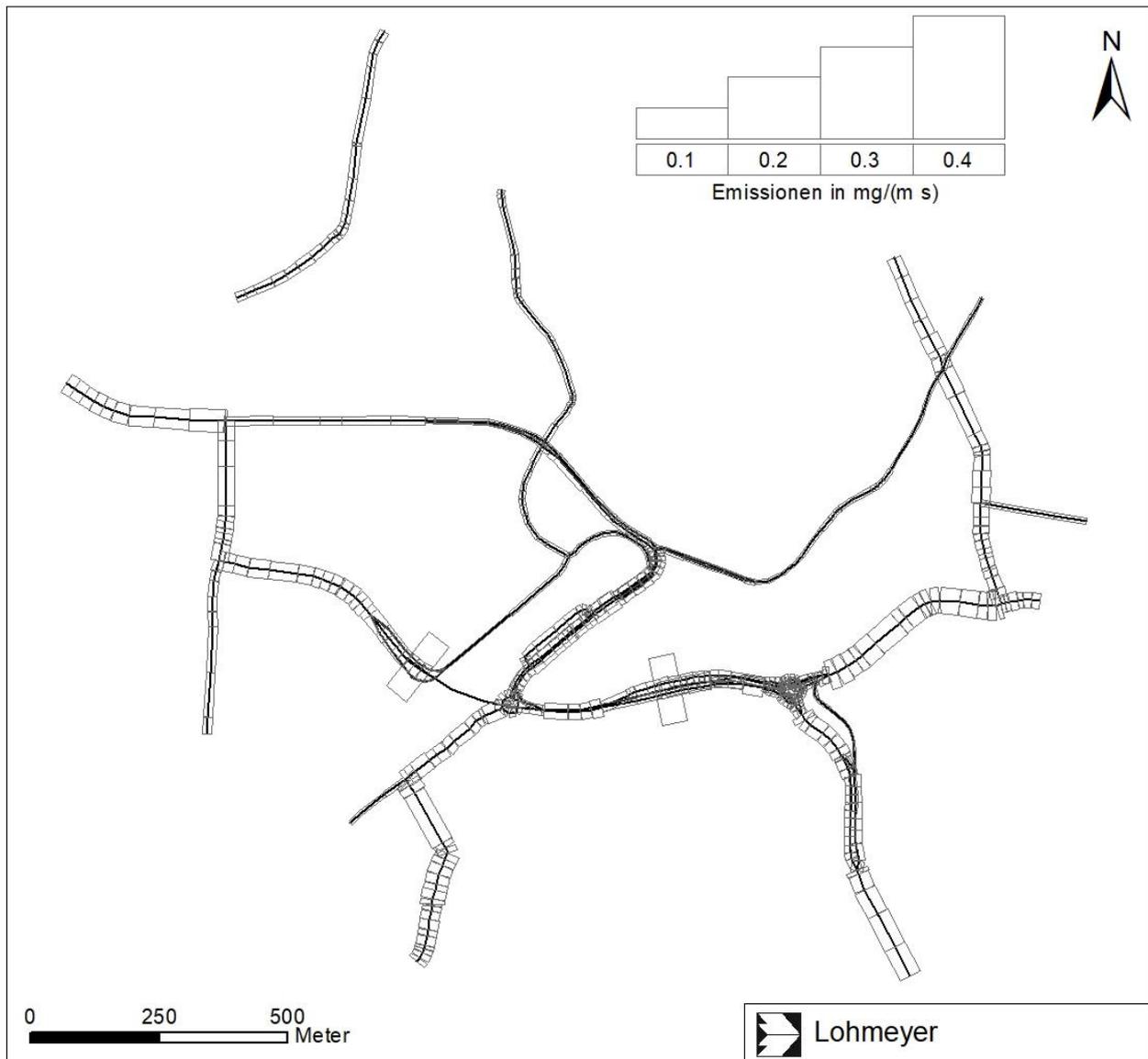


Abb. A3.4: NO<sub>x</sub>-Emission auf dem betrachteten Straßennetz im Fall Stadthaus 2025