

Müller-BBM GmbH  
Niederlassung Hamburg  
Bramfelder Str. 110 B / 3. Stock  
22305 Hamburg

Telefon +49(40)692145 0  
Telefax +49(40)692145 11

www.MuellerBBM.de

08. August 2017  
M136738/01 LST/WNR

## **Bebauungsplanverfahren Uhlenhorst 1 (UH1), Hamburg**

**Luftschadstoffprognose**

**Bericht Nr. M136738/01**

**Auftraggeber:** Freie und Hansestadt Hamburg  
Bezirksamt Altona  
Platz der Republik 1  
22765 Hamburg

**Bearbeitet von:** [REDACTED]  
[REDACTED]

**Berichtsumfang:** Insgesamt 26 Seiten, davon  
24 Seiten Textteil und  
2 Seiten Anhang A

Müller-BBM GmbH  
Niederlassung Hamburg  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner, Walter Grotz,  
Dr. Carl-Christian Hantschk, Dr. Alexander Ropertz,  
Stefan Schierer, Elmar Schröder

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>4</b>
<b>2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen</b>	<b>4</b>
<b>3 Örtliche Begebenheiten und Beschreibung der Methodik</b>	<b>5</b>
3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und der Planung	5
3.2 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren	6
<b>4 Eingangsdaten und technische Grundlagen</b>	<b>8</b>
4.1 Verkehrsdaten	8
4.2 Emissionen der Straßenverkehrs	9
4.3 Digitales Bebauungsmodell	12
4.4 MISKAM-Rechengebiet und Eingangsparameter	12
4.5 Meteorologische Daten	14
4.6 Hintergrundbelastung	15
<b>5 Ergebnisse der Immissionsprognose</b>	<b>16</b>
5.1 Allgemeines	16
5.2 Flächenhafte Immissionsdarstellung	16
5.3 Punktuelle Immissionsbeurteilung	19
5.4 Fazit	21
<b>6 Literatur und Grundlagen</b>	<b>22</b>

## Zusammenfassung

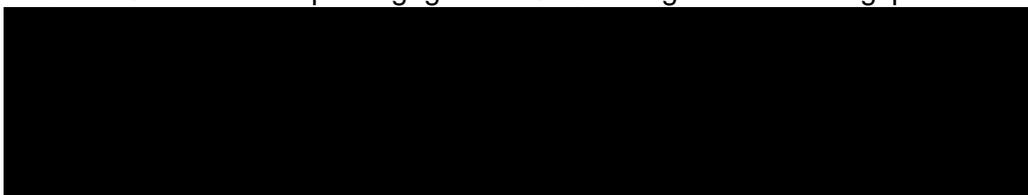
Der Bezirk Hamburg-Nord plant die Aufstellung des Bebauungsplanes „Uhlenhorst 1“. Das Plangebiet wird vom Winterhuder Weg, der Schenkendorfstraße und der Hebbelstraße begrenzt. Planungsziel ist die Ausweisung des Innenbereichs als allgemeines Wohngebiet (WA) sowie die Schaffung von Planungssicherheit für einen späteren Abriss der Bestandsgebäude sowie nachfolgendem Neubau. Aufgrund der Lage an der Verkehrsachse Herderstraße / Winterhuder Weg (B5) ist hier die Beurteilung der Immissionsbelastung durch die vom Kfz-Verkehr emittierten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaubpartikel (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit relevant.

Das vorliegende Immissionsgutachten beschreibt die Ermittlung der durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursachten Schadstoffemissionen für Stickstoffoxide NO<sub>x</sub> (Summe aus NO und NO<sub>2</sub>) und Feinstaubpartikel (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>), die Berechnung der daraus resultierenden Immissionen von NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> und Bewertung dieser anhand der Grenzwerte der 39. BImSchV.

Die Grundlage für die dazu durchgeführten Immissionsprognosen sind Berechnungen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM unter Berücksichtigung der Bebauung und der Emissionen des Straßenverkehrs im Untersuchungsgebiet. Betrachtet wurde der Planfall Prognose 2025 mit realisierter Bebauung im Innenbereich des Plangebiets. An den Fassaden der bestehenden und geplanten Bebauung im Plangebiet ist nach den Ergebnissen der Berechnungen mit folgenden Luftschadstoffbelastungen zu rechnen:

- Die höchsten Immissionsbelastungen an den geplanten Projektgebäuden werden für die straßenzugewandte östliche Fassade der Bestandsgebäude am Winterhuder Weg prognostiziert.
- An den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten der Gebäudefassaden im Plangebiet erreichen die prognostizierten Feinstaubkonzentrationen im Jahresmittel maximal 19 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> und 27 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. Es ist nicht mit einer Überschreitung der zulässigen Anzahl von 35 Tagen mit PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten über 50 µg/m<sup>3</sup> zu rechnen. Die Feinstaubbelastungen an den geplanten Gebäuden unterschreiten somit die Grenzwerte der 39. BImSchV.
- Für die beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkte wurden NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von bis zu 32 µg/m<sup>3</sup> ermittelt, d. h. an ihnen wird der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> unterschritten. Da durch NO<sub>2</sub>-Immissionen der Jahresmittelgrenzwert stärker ausgeschöpft wird als die zulässige Anzahl von Stundenmittelwerten über 200 µg/m<sup>3</sup>, ist am Projektstandort von einer Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für NO<sub>2</sub> nach 39. BImSchV auszugehen.

Da die Grenzwerte nach 39. BImSchV eingehalten werden, sprechen aus lufthygienischer Sicht keine Aspekte gegen die Umsetzung des Bebauungsplanes.



## 1 Situation und Aufgabenstellung

Der Bezirk Hamburg-Nord plant die Aufstellung des Bebauungsplanes „Uhlenhorst 1“. Das Plangebiet wird vom Winterhuder Weg, der Schenkendorfstraße und der Hebbelstraße begrenzt. Planungsziel ist die Ausweisung des Innenbereichs als allgemeines Wohngebiet (WA) sowie die Schaffung von Planungssicherheit für einen späteren Abriss der Bestandsgebäude mit nachfolgendem Neubau.

Der Winterhuder Weg ist eine stark befahrene Hauptverkehrsstraße, an der mit erhöhten Schadstoffkonzentrationen zu rechnen ist. Zur Prognose der aus dem Verkehr resultierenden Luftschadstoffbelastung mit Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstäuben (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) sowie deren Bewertung unter Berücksichtigung einer ebenfalls prognostizierten Hintergrundbelastung für den Prognosehorizont ist ein fachliches Gutachten zu erstellen.

## 2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen

Im Rahmen der durchzuführenden lufthygienischen Untersuchung ist die Luftschadstoffbelastung hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit zu bewerten. Für die Beurteilung der Immissionen sind die entsprechenden Beurteilungswerte nach der 39. BImSchV [20] anzusetzen.

In der vorliegenden Untersuchung werden die v. a. vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe Stickstoffoxide NO<sub>x</sub> (Summe aus NO und NO<sub>2</sub>) und NO<sub>2</sub> sowie Feinstaubpartikel (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) behandelt. Diese Schadstoffkomponenten gelten als Leitsubstanzen, weil die Luftbelastung mit anderen in der 39. BImSchV limitierten Schadstoffen in Bezug zu den zugehörigen Grenzwerten deutlich geringer ist.

Die zum Schutz der menschlichen Gesundheit maßgeblichen Grenzwerte der o. g. Leitsubstanzen sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach 39. BImSchV [20] für die Leitsubstanzen

Schadstoffkomponente Bezugszeitraum	Konzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	Zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr
<b>Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub></b>		
Jahresmittel	40	-
Stundenmittel	200	18
<b>Feinstaub PM<sub>10</sub></b>		
Jahresmittel	40	-
Tagesmittel	50	35
<b>Feinstaub PM<sub>2,5</sub></b>		
Jahresmittel	25	-

### 3 Örtliche Begebenheiten und Beschreibung der Methodik

#### 3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und der Planung

Das vom Planvorhaben „Uhlenhorst 1“ umfasste Gebiet liegt im Hamburger Stadtteil Uhlenhorst, südwestlich der Einmündung der Herderstraße in den Winterhuder Weg (siehe Abbildung 1). Das Plangebiet wird im Osten vom Winterhuder Weg, im Norden von der Schenkendorfstraße und im Westen von der Hebbelstraße begrenzt. Planungsziel ist die Ausweisung des Innenbereichs als allgemeines Wohngebiet (WA) sowie die Schaffung von Planungssicherheit für einen späteren Abriss der Bestandsgebäude mit nachfolgendem Neubau.

Das im Innenbereich der im Plangebiet vorhandenen Bebauung vorgesehene, neu zu errichtende Wohngebäude ist ebenfalls in Abbildung 1 dargestellt. Derzeit befinden sich an dieser Stelle kleinere Garagen-/Wirtschaftsgebäude und Kfz-Stellflächen.

Die Umgebung des Plangebietes ist vorwiegend durch Wohnhäuser in Form von Geschosswohnungsbau geprägt. In den Erdgeschossen befinden sich u.a. diverse Einzelhandels- und Gastronomiebetriebe.

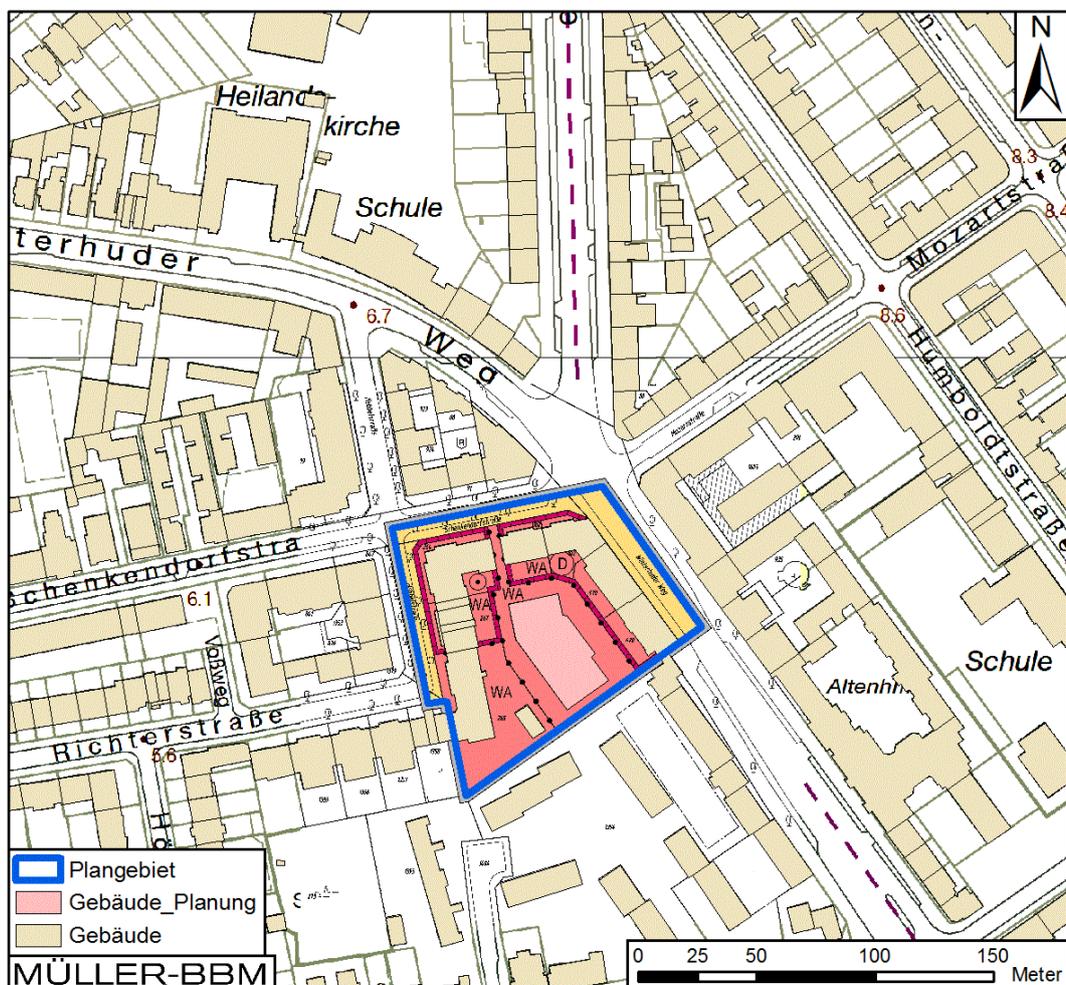


Abbildung 1. Lage des Plangebietes „Uhlenhorst 1“ mit geplantem Gebäude-Neubau [13], Karte: Amtliche Liegenschaftskarte (DK5) [3].

Die Geländehöhe beträgt im Plangebiet etwa 7 m NHN. Im Umkreis steigt das Gelände leicht von Westen nach Osten sowie von Norden und Süden auf die Einmündung Herderstraße / Winterhuder Weg zu an. Die Geländeneigung beträgt jedoch kaum 1%, sodass das Gebiet als eben angesehen werden kann.

### 3.2 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren

Das vorliegende Immissionsgutachten beschreibt die Ermittlung der durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursachten Schadstoffemissionen, die Berechnung der daraus resultierenden Immissionen und Bewertung dieser anhand der Grenzwerte der in der 39. BImSchV [20] umgesetzten EU-Richtlinie 2008/50/EG. Aufgrund ihrer beurteilungsrelevanten Bedeutung konzentriert sich die Untersuchung auf die Schadstoffe Stickstoffoxide  $\text{NO}_x$  /  $\text{NO}_2$  sowie Feinstaubpartikel  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$ . Die Relevanz anderer verkehrsbedingter Schadstoffe ist in Bezug zu den Grenzwerten deutlich geringer.

Für die Prognose der Luftschadstoffbelastungen ist ein Verfahren anzuwenden, das die topografischen Gegebenheiten, insbesondere die Bebauung berücksichtigt. Die kleinräumigen Windströmungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet werden stark von der Bebauung beeinflusst. Die von der Bebauung beeinflussten Luftströmungen und die Ausbreitung der Schadstoffe wurden mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM [19] berechnet. Die Ermittlung der statistischen Kenngrößen der Immissionen erfolgte mit dem PC-Programm WinMISKAM [27]. Für die Immissionsprognosen wurden lokal repräsentative meteorologische Daten verwendet (Abschnitt 4.5). Damit können die zu berücksichtigenden Straßenabschnitte, die durch die Bebauung beeinflussten Luftströmungen und die örtlichen meteorologischen Verhältnisse in die Berechnungen einbezogen werden.

Die Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen erfolgte mit dem Verfahren PROKAS [22]. Anhand der von der Behörde erhaltenen Verkehrsdaten [11] [12] sowie der Emissionsfaktoren pro Kfz wurden entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen) [23] die vom Straßenverkehr freigesetzten Schadstoffmengen berechnet. Die Abgas-Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge wurden dem einschlägigen "HBEFA Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 3.3" [16] entnommen. Die Feinstaubemissionen des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung wurden auf der Grundlage von Literaturangaben [8] berechnet.

Die lokale Schadstoffhintergrundbelastung wurde in Abstimmung mit der Behörde festgelegt [10]. Es wurden die verkehrsbedingten Immissionen im Untersuchungsgebiet flächenhaft ermittelt und der lokalen Hintergrundbelastung überlagert. Die Parametrisierung der luftchemischen Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten  $\text{NO}$  in  $\text{NO}_2$  erfolgt nach [2] [26].

### *Ermittlung der Kurzzeitbelastungswerte*

Die Betrachtung der PM<sub>10</sub>-Kurzzeitbelastung erfolgt mit Hilfe der funktionalen Abhängigkeit zwischen der Anzahl der Tage mit PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m<sup>3</sup> und dem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert, die in einem Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Straßenwesen BAST aus Messdaten abgeleitet wurde [7]. Eine Überschreitung des PM<sub>10</sub>-Kurzzeitgrenzwertes wird mit diesem Ansatz für PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte größer als 30 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet.

Nach einem Ansatz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz LANUV von Nordrhein-Westfalen wird bei einem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert zwischen 29 µg/m<sup>3</sup> und 32 µg/m<sup>3</sup> die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten [18]. Der PM<sub>10</sub>-Kurzzeitgrenzwert ist daher wesentlich strenger als der zulässige Jahresmittelwert für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup>.

Bezüglich NO<sub>2</sub> ist aus Messdaten der umgekehrte Zusammenhang bekannt. Hier ist der Jahresmittelwert erwartungsgemäß die kritischere Größe. Unterschreitet die NO<sub>2</sub>-Belastung im Jahresmittel den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup>, so ist im Regelfall auch die Einhaltung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit (18/Jahr) des Stundengrenzwerts von 200 µg/m<sup>3</sup> zu erwarten. Aus diesem Grund erfolgt im Zuge des vorliegenden Berichts keine explizite Bestimmung und Bewertung der Überschreitungshäufigkeit des NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwerts.

## 4 Eingangsdaten und technische Grundlagen

### 4.1 Verkehrsdaten

Die der Emissionsprognose zugrunde gelegten Verkehrsmengen basieren nach Aussage der mitteilenden Behörde [11] auf einer Erhebung der werktäglichen Verkehrsstärken vom 12.05.2016 für den Verkehrsknoten Winterhuder Weg / Herderstraße / Schenkendorfstraße. Nach Empfehlung der Behörde [12] wird an den erhaltenen Daten ein Zuschlag von 20% angesetzt, um eine konservative Abschätzung der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) für den Prognosehorizont 2025 zu erhalten. Der Anteil des Schwerververkehrs (zulässiges Gesamtgewicht > 3,5 t) wird unverändert vom Bezugsjahr 2016 auf das Prognosejahr 2025 übertragen.

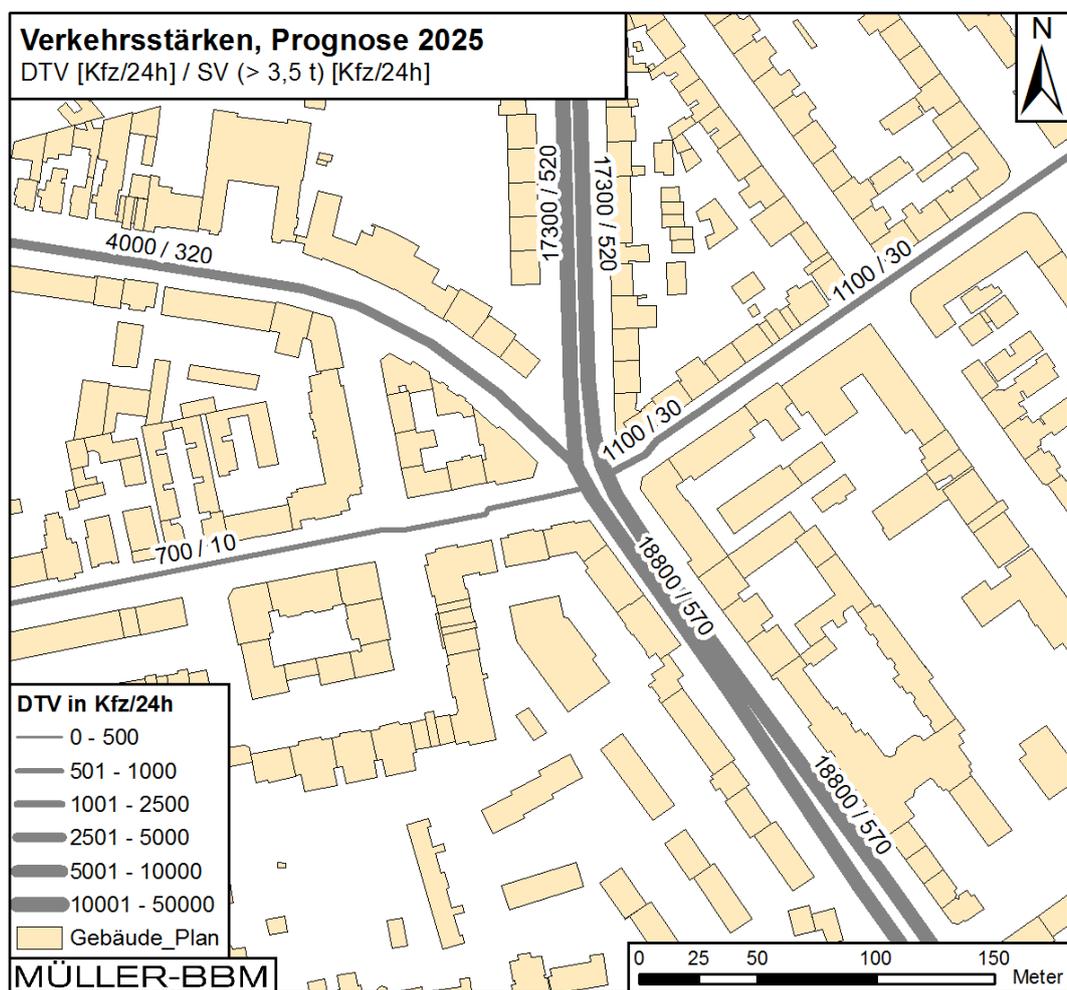


Abbildung 2. Verkehrsdaten für das Bezugsjahr 2025. Verkehrsstärke DTV in Kfz / 24 h und Schwerverkehr SV (> 3,5 t) in Kfz / 24 h.

In Abbildung 2 sind die für das Prognosejahr 2025 angesetzten durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken und Schwerverkehrsanteile dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass für die Bundesstraße B5 (Herderstraße, Winterhuder Weg) die anzusetzenden Verkehrsmengen zu gleichen Teilen auf die nach Süden und die nach Norden führende Fahrtrichtung aufgeteilt wurden.

Für die Fahrzeugflotte auf den Straßen wurden nach Daten des TREMOD [1] und Verkehrsstatistiken [21] pauschal 9 % des Leichtverkehrs (Pkw und leichte Nutzfahrzeuge INfz < 3,5 t zGG) als INfz angesetzt. Für den Schwerverkehr (SV > 3,5 t zGG) wurde angenommen, dass davon 13 % Linien- und Reisebusse sind.

#### 4.2 Emissionen der Straßenverkehrs

Die Berechnung der Schadstoffemissionen erfolgte auf Basis der o. a. Verkehrsmengen und Aufteilungen auf Fahrzeugarten sowie der nachfolgend dargestellten Verkehrssituationen. Die motorbedingten Emissionen wurden entsprechend der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7 „Kfz-Emissionsbestimmung“ [23] auf der Grundlage des einschlägigen Handbuchs „Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ in der derzeit aktuellen Version 3.3 [16] bestimmt. Die sog. Kühl- und Kaltstartemissionen, d. h. die Emissionen aus noch nicht warmgelaufenen Fahrzeugmotoren, wurden entsprechend den Berechnungsvorschriften des Entwicklers des HBEFA [17] berücksichtigt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die v. a. vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe Stickoxide ( $\text{NO}_x$  bzw.  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ) und Feinstaubpartikel ( $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$ ) behandelt. Es wurden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugflottenzusammensetzung des HBEFA 3.3 im Bezugsjahr 2025 angesetzt. Dieser Ansatz ist konservativ, da aufgrund der gesetzlichen Regelungen zur technischen Emissionsminderung in späteren Jahren mit geringeren Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge gerechnet werden kann.

Die Verkehrssituation im Untersuchungsgebiet ist städtisch geprägt und ist nach HBEFA dem Gebietstyp „Urban/Agglomeration“ zuzuordnen. Die Verkehrsqualität wird im HBEFA durch einen vierstufigen Level of Service ( $\text{LOS}^1$ ) klassifiziert. Entsprechend den Leistungsfähigkeiten wurden auf den betrachteten Straßenabschnitten im Untersuchungsgebiet die Verkehrsqualitäten nach HBEFA 3.3 als „dichter Verkehr ( $\text{LOS} 2$ )“ eingestuft. Nach Aussagen der Herausgeber des HBEFA ist diese Verkehrsqualität die bei Verkehr ohne Störung auf nahezu allen Straßen die anzusetzende. Diese Einschätzung wird durch mehrfache Einsichtnahme am Projektgebiet durch Mitarbeiter von Müller BBM bestärkt. Die zulässigen Geschwindigkeiten liegen bei 50 km/h bzw. 30 km/h.

Die angesetzten Verkehrssituationen sind in Abbildung 3 und Tabelle 2 angegeben. Dabei bedeuten die bezeichnenden Abkürzungen:

- Aersch150d = städtisch, Erschließungsstraße, Tempo 50 km/h, dicht, Längsneigung 0%
- Aersch130d = städtisch, Erschließungsstraße, Tempo 30 km/h, dicht, Längsneigung 0%
- Ahvs50d = städtisch, Hauptverkehrsstraße, Tempo 50 km/h, dicht, Längsneigung 0%

<sup>1</sup> Level of Service (LOS) dienen zur Abbildung von Verkehrsqualitäten (freier, dichter, gesättigter Verkehrsfluss und Stop+Go) und sind Bestandteil der Definition von Verkehrssituationen nach HBEFA [16].

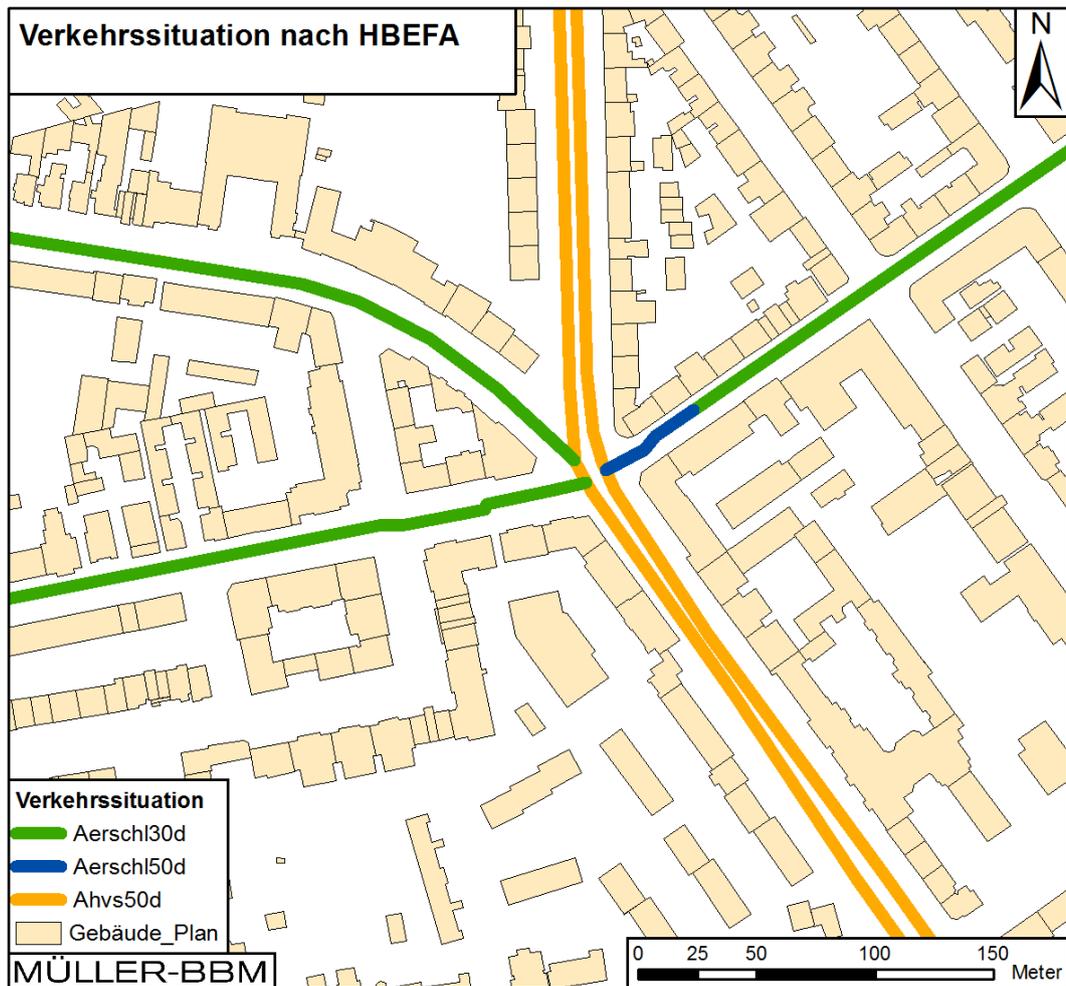


Abbildung 3. Verkehrssituation im Untersuchungsgebiet nach HBEFA [16].

Tabelle 2. Emissionsfaktoren für eine Kfz-Flotte im Jahr 2025 gemäß HBEFA 3.3 [16] und [8]

Verkehrssituation	Längs- neigung	NOx		Partikel PM (Abgas)		PM10 (Abrieb/Aufw.)		PM2,5 (Abrieb/Aufw.)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
		in [mg/km] je Fahrzeug							
AerschI50d	0%	240	930	4	11	35	500	15	87
AerschI30d	0%	230	1.570	4	14	35	500	15	87
Ahvs50d	0%	190	950	3	11	33	350	15	87

In der Tabelle 2 sind die verwendeten Emissionsfaktoren für die betrachteten Schadstoffkomponenten differenziert nach Leichtverkehr LV (Personenkraftwagen, inkl. 9% leichte Nutzfahrzeuge) und Schwerverkehr SV (schwere Nutzfahrzeuge >3,5 t und Busse) zusammengefasst. Neben den Partikeln im Abgas wurden zusätzlich auch nicht-motorbedingte Partikelemissionen durch Abrieb und Aufwirbelung von Feinstaub nach einer Veröffentlichung des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) [8] berücksichtigt. Die Größe der Partikel im Abgas ist kleiner als 1 µm; somit sind sie vollständig sowohl in der PM<sub>2,5</sub>- als auch in der

PM<sub>10</sub>-Fraktion enthalten. Bei den nicht motorbedingten Partikelemissionen (Abrieb und Aufwirbelung) müssen die beiden Größenklassen unterschieden werden.

Die im Untersuchungsgebiet vorliegenden Längsneigungen der Verkehrswege wurden bei den Berechnungen zugrunde gelegt. Im vorliegenden Fall sind die Längsneigungen der betrachteten Straßenzüge vernachlässigbar gering (weniger als 1 %), sodass sie mit einer Längsneigung von 0 % im Modell angesetzt wurden.

In Abbildung 4 ist die Verteilung der aus den Emissionsfaktoren und den Verkehrszahlen (s. Abschnitt 4.1) für die einzelnen Straßenabschnitte berechneten Emissionen grafisch dargestellt.

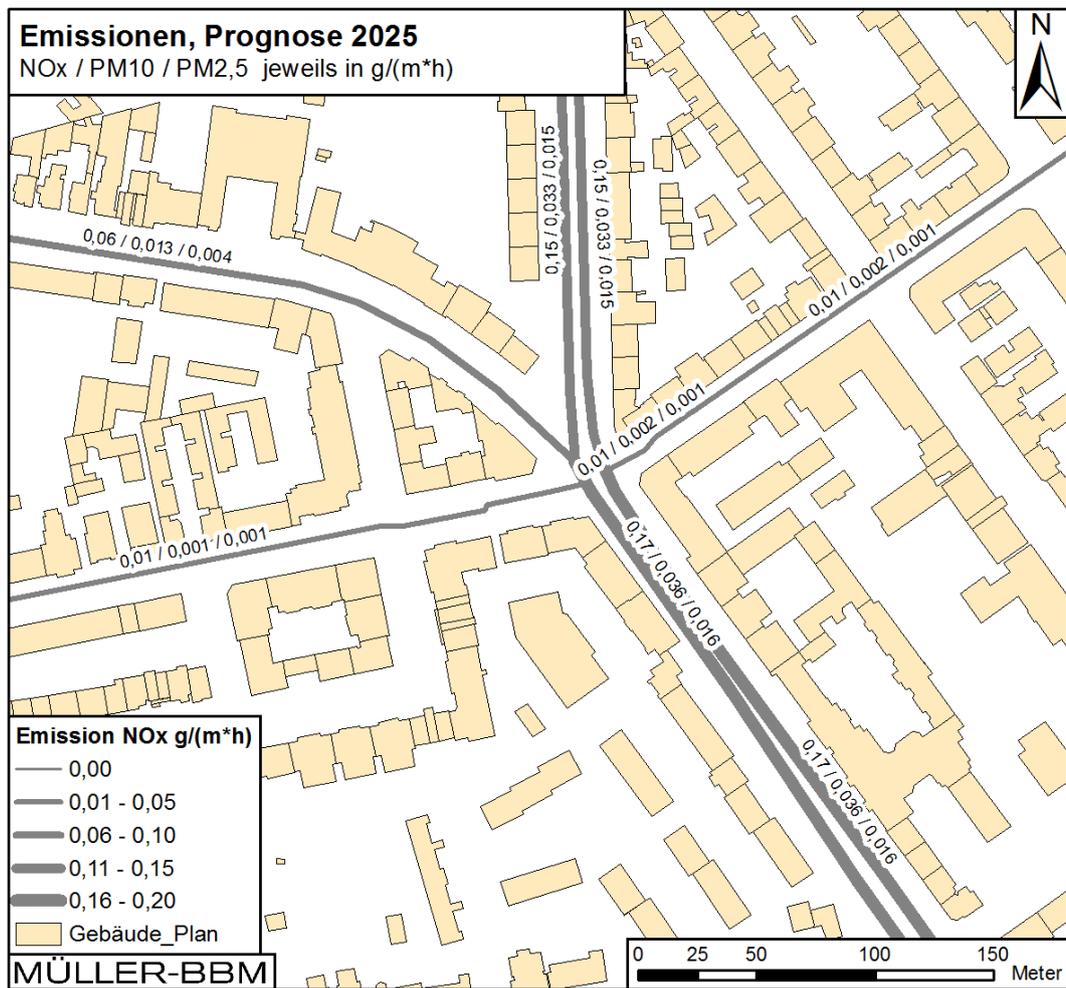


Abbildung 4. Jahresmittlere Emissionsstärken im Prognosehorizont 2025.

### 4.3 Digitales Bebauungsmodell

Als Grundlage für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen mit dem Modell MISKAM wurde ein dreidimensionales Bebauungsmodell erstellt. Hierfür wurden vom Landesbetrieb für Geoinformation und Vermessung digitale Katasterdaten [4] zur Verfügung gestellt. Die mit dem Bebauungsplan im Innenbereich vorgesehene Bebauung wurde entsprechend der vom Auftraggeber erhaltenen Planungsunterlagen [13] ergänzt. Hieraus wurde ein dreidimensionales Gebäudemodell erstellt, welches für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen auf das in Abbildung 5 markierte MISKAM-Rechegebiet und das darin definierte Rechengitter abgebildet wurde.

### 4.4 MISKAM-Rechegebiet und Eingangsparameter

Die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem Simulationsmodell MISKAM in einem Rechegebiet mit 800 m x 800 m Grundfläche durchgeführt (s. Abbildung 5). Vertikal erstreckt sich das Rechegebiet bis in eine Höhe von 500 m. Das Gebiet wird durch ein dreidimensionales kartesisches Rechengitter mit nicht-äquidistanten Maschenweiten dargestellt. Bei der Wahl der Rechegebietsgröße und der Gitterauflösung wurden die Vorgaben der VDI-Richtlinie für prognostische Windfeldmodelle [25] beachtet.

Die vertikale Auflösung des Rechengitters beträgt im sensitiven, bodennahen Bereich 0,6 m, oberhalb von 3 m Höhe erfolgt eine Spreizung mit dem Faktor 1,2. Die horizontale Maschenweite beträgt in den beurteilungsrelevanten Bereichen 1 m (feinste horizontale Auflösung), zu den Gebietsrändern hin wird sie ebenfalls mit dem Faktor 1,2 bis auf maximal 15 m gespreizt. Das Rechengitter besitzt 296 x 296 x 33 Gitterzellen. Das Rechengitter ist im Anhang A grafisch dargestellt.

Das dreidimensionale Gebäudemodell und die Emissionsdaten wurden in diese Rechengitter übertragen. Das in dem Rechengitter aufgelöste Gebäudemodell ist mit den im Rechengitter aufgelösten Emissionsquellen ebenfalls im Anhang A mit Abbildungen dargestellt.

Das von MISKAM verwendete kartesische Rechengitter bedingt v. a. in den Randbereichen Abweichungen von den tatsächlichen Katasterdaten. Diese Abweichungen ergeben sich durch die modellbedingte, begrenzte räumliche Auflösung, die zu den Rändern hin gröber wird. Diese geringere Auflösung zum Rand hin ist vertretbar, da der Einfluss der Gebäude auf die Schadstoffausbreitung mit wachsendem Abstand zur Quelle sowie mit wachsendem Abstand zu den Untersuchungspunkten abnimmt. Wesentlich ist die feine Auflösung im zentralen Bereich in der unmittelbaren Umgebung der betrachteten Immissionspunkte, für den die Immissionskonzentrationen ausgewertet werden.

Die bodennahen Konzentrationen an den Immissionspunkten wurden über ein vertikales Intervall von 1,2 m bis 1,8 m Höhe über dem Erdboden berechnet, sie sind somit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für das Volumen einer Rechengitterzelle bestimmten mittleren Immissionskonzentrationen werden als Punktwerte für die in dieser Gitterbox liegenden Untersuchungspunkte interpretiert.

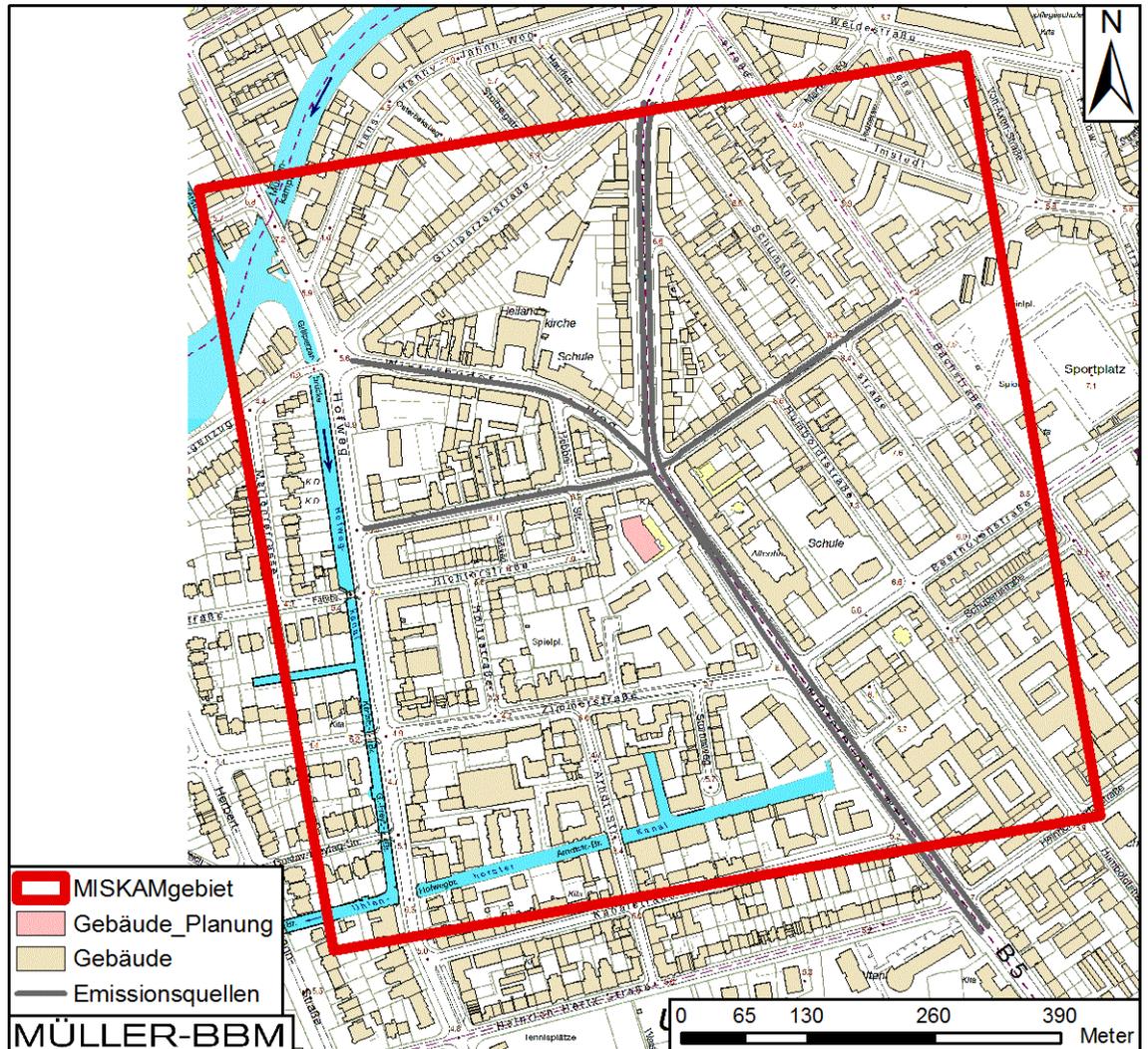


Abbildung 5. Abgrenzung des MISKAM-Rechengebiets. Karte: Amtliche Liegenschaftskarte (DK5) [3] mit Gebäuden [4] [13].

In den MISKAM-Simulationen wurden die in der nachstehenden Tabelle 3 aufgeführten Steuerparameter angesetzt.

Tabelle 3. MISKAM-Steuerparameter.

Parameter	Wert
<i>Initialisierung:</i>	
Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe	10 m/s
Rauigkeit zur Berechnung des Windprofils an den Rechengebietsrändern	0,30 m
<i>Rauigkeit im Rechengebiet:</i>	
nicht durch digitalisierte Gebäude belegte Rasterflächen	15 cm
Wände der Gebäude	2 cm
Dächer der Gebäude	5 cm

#### 4.5 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten benötigt, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind. Hierfür sind meteorologische Daten zu verwenden, die für das Untersuchungsgebiet charakteristisch sind.

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung wurde die Ausbreitungsclassen-Zeitreihe (AKTerm) der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel für das repräsentative Jahr 2016 verwendet [5] [6]. Die Winddaten dieser Station werden als repräsentativ für die städtischen Siedlungsbereiche von Hamburg erachtet. Sie können zur Beschreibung des übergeordneten Windfeldes am Standort herangezogen werden. Der Messstandort befindet sich ca. 7 km nordnordwestlich des Vorhabenstandorts.

Die Anemometerhöhe der Windmessung beträgt 10 m. Die Anemometerposition befindet sich außerhalb des Rechengebietes. Die lokale Rauigkeitslänge am Anemometerstandort wurde mit  $z_0 = 0,2$  m und die Verdrängungshöhe gemäß TA Luft [9] mit 1,2 m (6-fache Rauigkeitslänge) angesetzt.

Die Windrose des repräsentativen Jahres 2016 ist in Abbildung 6 dargestellt. Am Standort liegt eine Windverteilung mit zwei breit gefächerten Maxima vor. Dabei ist das Hauptmaximum durch Winde aus südwestlichen bis nordwestlichen Richtungen und das Sekundärmaximum durch Winde aus nordöstlichen bis südöstlichen Richtungen geprägt. Hohe Windgeschwindigkeiten  $> 5,5$  m/s sind zum überwiegenden Teil an die westlichen Windrichtungen gekoppelt.

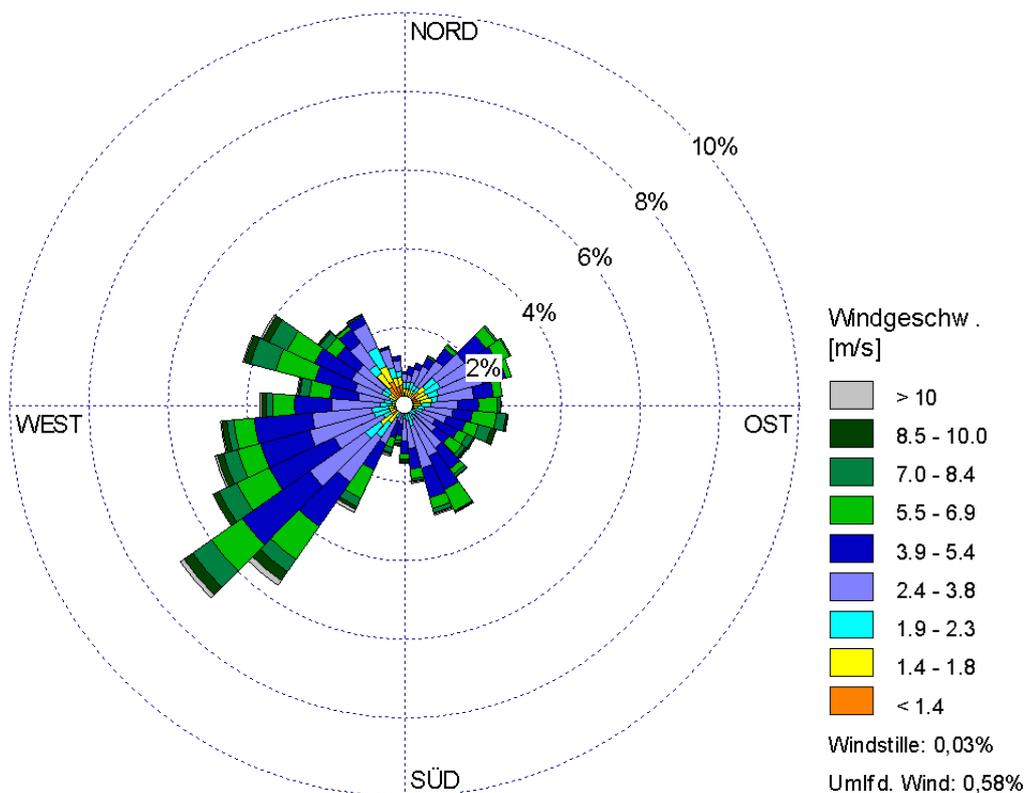


Abbildung 6. Windrichtungshäufigkeitsverteilung, Hamburg-Fuhlsbüttel, 2016 [6].

#### 4.6 Hintergrundbelastung

Die Gesamtimmission (Konzentration) eines Schadstoffes setzt sich aus der lokal vorhandenen Hintergrundbelastung und der Zusatzbelastung zusammen, die von den in den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigten Emissionen verursacht wird. Die lokale Hintergrundbelastung resultiert aus der Überlagerung von Schadstoffen aus überregionalem Ferntransport und aus Industrie, Hausbrand sowie anderen bei den Ausbreitungsrechnungen nicht berücksichtigten Schadstoffquellen. Es handelt sich um die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die explizit in den Ausbreitungsrechnungen einbezogenen Emissionen vorläge.

Zur Ableitung der Hintergrundbelastung werden in der Regel Messdaten von lufthygienischen Messstationen im Umgriff des Untersuchungsgebietes auf ihre Verwendbarkeit hin analysiert und bewertet. Die Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz der Freien und Hansestadt Hamburg betreibt das Hamburger Luftmessnetz zur Überwachung der Luftqualität (HaLm). An den Stationen werden u. a. die bodennahen Konzentrationen von Luftschadstoffen gemessen. Die statistischen Auswertungen der Messungen werden in Jahres- und Monatsberichten veröffentlicht [15]. Die Messwerte sind nicht unmittelbar als Hintergrundbelastung anzusetzen, weil sie je nach Standort mehr oder weniger von Verkehrseinflüssen geprägt sind.

Die an den Hintergrundmessstationen des Hamburger Luftmessnetz (HaLm) [15] gemessenen und veröffentlichten  $\text{NO}_2$ -Belastungen haben sich seit 2011 nicht merklich verringert, wobei zwischen den verschiedenen Messstationen z. T. deutliche, lokal bedingte Unterschiede dokumentiert werden können.

Die Partikelbelastung durch  $\text{PM}_{10}$ - und  $\text{PM}_{2,5}$ -Stäube ist in der Fläche wesentlich homogener über die Messstationen verteilt als bei der  $\text{NO}_2$ -Belastung, dafür können die Unterschiede von Jahr zu Jahr größer sein. So war das Jahr 2011 meteorologisch ungünstig und deshalb deutlich höher belastet als die Jahre zuvor und danach [15].

In Abstimmung mit der Behörde für Umwelt und Energie, Amt für Immissionsschutz und Betriebe [10] werden die nachfolgenden Jahresmittelwerte für die Hintergrundbelastung bezogen auf das Jahr 2025 in der Prognose angesetzt:

- 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{NO}_2$  (entspricht 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{NO}_x$  nach [26])
- 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$
- 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ .

Die genannten Werte für  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  und  $\text{NO}_x$  wurden von der Behörde für Umwelt und Energie, Amt für Immissionsschutz und Betriebe [10] vorgegeben. Die Hintergrundbelastung für  $\text{NO}_2$  wurde mittels des funktionalen Zusammenhangs zwischen  $\text{NO}_2$ - und  $\text{NO}_x$ -Konzentration nach [26] in Abhängigkeit von der o. g.  $\text{NO}_x$ -Hintergrundbelastung bestimmt.

## 5 Ergebnisse der Immissionsprognose

### 5.1 Allgemeines

Mit WinMISKAM [27] wurden unter Berücksichtigung der Schadstoffemissionen (Abschnitt 4.2), der Bebauung (Abschnitt 4.3) und der meteorologischen Daten (Abschnitt 4.5) die Immissionszusatzbelastungen flächenhaft ermittelt und der Hintergrundbelastung (Abschnitt 4.6) überlagert. Als Ergebnisse der Berechnungen liegen die prognostizierten Gesamtbelastungen für die Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid  $\text{NO}_2$  und Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$  als Jahresmittelwerte vor.

Für die Beurteilung der Schadstoffbelastung wurde die Immissionsprognose an ausgewählten Untersuchungspunkten (Immissionspunkten) ausgewertet. Diese sind in Abbildung 10 dargestellt und ebenfalls in den Abbildungen der flächenhaften Immissionsdarstellung markiert.

### 5.2 Flächenhafte Immissionsdarstellung

In den folgenden Abbildungen sind die für das Niveau in 1,5 m über Grund (boden-nah) ermittelten Immissionen grafisch dargestellt. Die Immissionen in höheren Luftschichten sind geringer, da die Schadstoffe in Bodennähe emittiert werden und die Konzentrationen mit der Höhe abnehmen.

Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form farbiger Flächen, deren Farben entsprechend der angegebenen Legenden bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet sind. Die Konzentrationsintervalle reichen von Werten wenig über der jeweiligen Hintergrundbelastung (blau) bis zu Werten im Bereich der Grenzwerte (rot bis lila). Zudem sind die als Emissionsquellen berücksichtigten Straßenabschnitte sowie die im folgenden Abschnitt 5.3 betrachteten Untersuchungspunkte in den Abbildungen markiert.

Die für den Planfall ermittelten  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte (Abbildung 7) sind im Straßenraum gegenüber der Hintergrundbelastung erhöht. Dies ist insbesondere am Winterhuder Weg und der Herderstraße ausgeprägt. In den durch Gebäude von den Hauptverkehrsstraßen abgeschirmten und weiter entfernt liegenden Bereichen (Innenhöfe und Seitenstraßen) liegen die prognostizierten Immissionskonzentrationen im Jahresmittel nur wenig über der Hintergrundbelastung. Die Jahresmittelkonzentrationen an den Fassaden der Gebäude im Plangebiet sind an den straßenzugewandten Gebäudeseiten zwar gegenüber der Hintergrundbelastung erhöht, liegen aber wie auch im Innenhof unterhalb des Grenzwerts für  $\text{NO}_2$  der 39. BImSchV [20] von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel.

Die  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte sind, bezogen auf den Grenzwert, deutlich höher als die  $\text{NO}_2$ -Kurzzeitbelastungen. Die ermittelten  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte schöpfen den Grenzwert stärker aus als die zulässigen Überschreitungen der  $\text{NO}_2$ -Stundenmittelwerte. Eine gesonderte Betrachtung der  $\text{NO}_2$ -Kurzzeitbelastungen ist somit nicht notwendig.

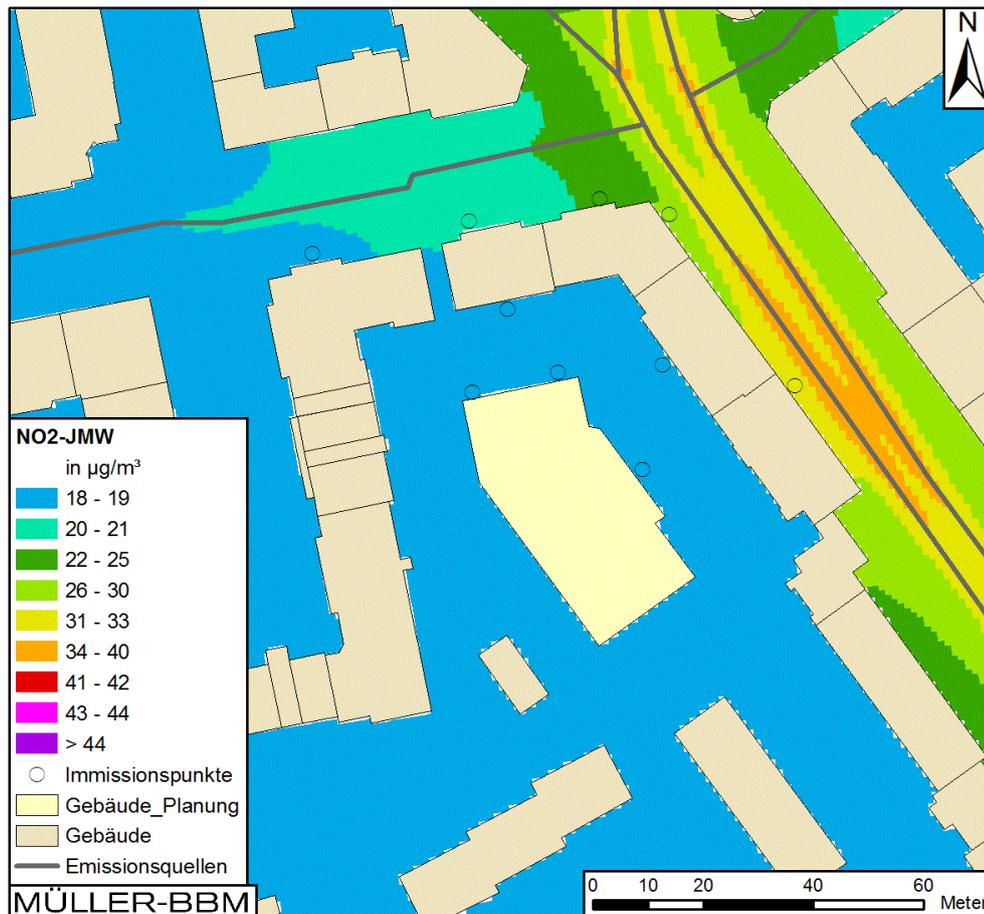


Abbildung 7. Stickstoffdioxid-Immissionsjahresmittelwert, Prognosehorizont 2025.

Die für Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  prognostizierten Immissionsjahresmittelwerte sind in Abbildung 8 dargestellt. An den Straßen sind die Konzentrationen gegenüber der Hintergrundbelastung ebenfalls erhöht. Die  $\text{PM}_{10}$ -Immissionskonzentrationen im Plangebiet liegen jedoch deutlich unterhalb des Jahresmittelgrenzwerts nach 39. BImSchV [20] von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Für Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  ist die Einhaltung des Tagesmittelgrenzwerts kritischer als diejenige des Jahresmittelgrenzwerts. Nach 39. BImSchV [20] sind 35 Tage je Kalenderjahr mit  $\text{PM}_{10}$ -Tagesmittelwerten über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zulässig. Mit einer Überschreitung der zulässigen Anzahl Überschreitungstage ist entsprechend der im Abschnitt 3.2 beschriebenen Korrelation ab Jahresmittelwerten von  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu rechnen. Dieser Wert wird von den im Plangebiet ermittelten Immissionskonzentrationen unterschritten, sodass dort nicht mit einer Überschreitung der zulässigen Anzahl von 35 Tagen mit  $\text{PM}_{10}$ -Tagesmittelwerten über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu rechnen ist.

Die für Feinstaub  $\text{PM}_{2,5}$  prognostizierten Immissionsjahresmittelwerte sind in Abbildung 9 dargestellt. Die Immissionswerte der feineren Partikelfraktion  $\text{PM}_{2,5}$  sind im Einflussgebiet des Winterhuder Wegs und der Herderstraße mäßig gegenüber der Hintergrundbelastung erhöht. Die  $\text{PM}_{2,5}$  – Jahresmittelkonzentrationen liegen im Plangebiet deutlich unterhalb des Grenzwerts der 39. BImSchV [20] von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

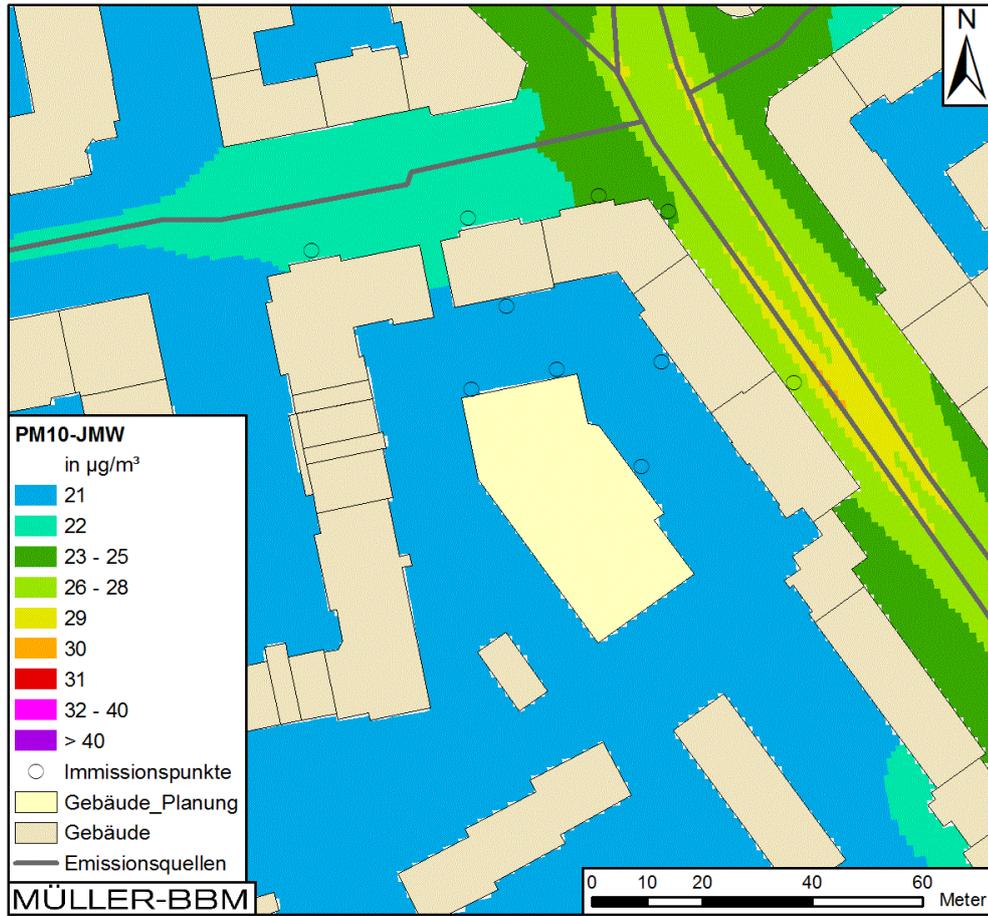


Abbildung 8. Feinstaub-PM<sub>10</sub>-Immissionsjahresmittelwert, Prognosehorizont 2025.

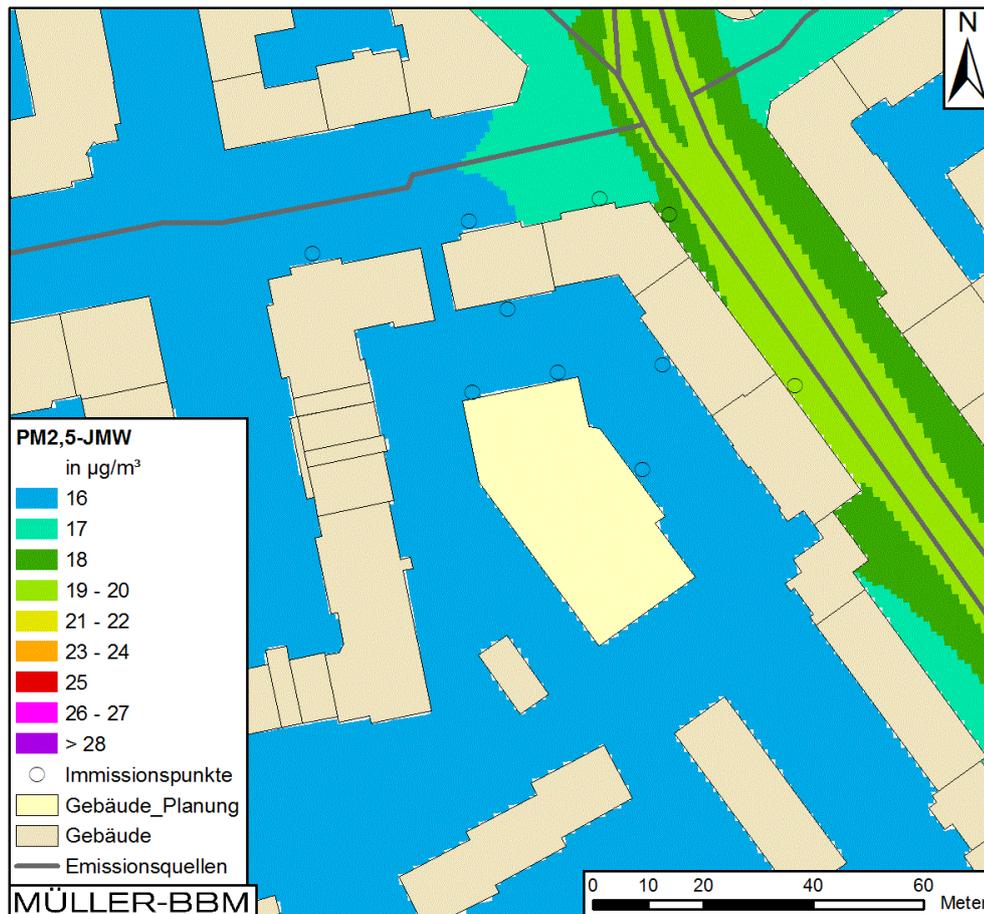


Abbildung 9. Feinstaub-PM<sub>2,5</sub>-Immissionsjahresmittelwert, Prognosehorizont 2025.

### 5.3 Punktuelle Immissionsbeurteilung

Für die Beurteilung der Schadstoffbelastung wurde die Immissionsprognose an ausgewählten Immissionspunkten ausgewertet. Dazu wurden an immissionsexponierten Gebäudefassaden des Plangebietes Immissionspunkte für die punktgenaue Auswertung der Schadstoffbelastung festgelegt (siehe Abbildung 10).

Die für den Planfall an den ausgewählten Immissionspunkten (Abbildung 10) ermittelten Immissionen sind in der Tabelle 4 aufgeführt.

Für die ausgewählten Immissionspunkte wurden NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 19 µg/m<sup>3</sup> bis 32 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Die niedrigste Immissionskonzentration liegt dabei an den im Innenhof positionierten Immissionspunkten Nr. 6 bis 10 sowie am Immissionspunkt Nr. 5 vor, der sich an der Schenkendorfstraße in größerer Entfernung zum Winterhuder Weg befindet. Aufgrund der größeren Entfernung zu den starken Emissionsquellen Winterhuder Weg / Herderstraße sowie der abschirmenden Wirkung der Gebäudezüge für den Innenbereich sind hier die Immissionen kaum gegenüber der Hintergrundbelastung erhöht. Die höchste Immissionskonzentration wird für den Immissionspunkt Nr. 1 berechnet, der an der Gebäudefassade am Winterhuder Weg, ca. 60 m südlich des Kreuzungsbereiches, positioniert ist, wo geschlossene Gebäudezüge beidseits der Straße die Ausbreitung der dort emittierten Luftschadstoffe ein-

schränken. An allen betrachteten Untersuchungspunkten unterschreiten im Planfall die prognostizierten NO<sub>2</sub>-Immissionen im Jahresmittel den Grenzwert nach 39. BImSchV [20] von 40 µg/m<sup>3</sup>.

Die ermittelten PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte an den betrachteten Immissionspunkten liegen mit maximal 27 µg/m<sup>3</sup> (am Immissionspunkt Nr. 1) deutlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>. Entsprechend des funktionalen Zusammenhangs zwischen Jahresmittelwerten und Anzahl der Tage mit Tagesmittelwerten > 50 µg/m<sup>3</sup> wurden an den Untersuchungspunkten jeweils Werte von 9 bis 24 Überschreitungstagen pro Jahr berechnet. Somit ist davon auszugehen, dass an den Fassaden der Gebäude im Plangebiet die nach der 39. BImSchV [20] zulässigen 35 Überschreitungstage für den PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwert nicht erreicht werden. Die PM<sub>10</sub>-Feinstaubbelastungen im Bereich des Projektgebäudes unterschreiten demnach die Grenzwerte der 39. BImSchV.

Die Prognose der PM<sub>2,5</sub>-Immissionen erreicht an den ausgewählten Immissionspunkten maximal 19 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel. Damit wird der Grenzwert der PM<sub>2,5</sub>-Feinstaubbelastung nach 39. BImSchV [20] eingehalten.

Tabelle 4. Stickstoffdioxid- und Feinstaub-Immissionen an den ausgewählten Immissionspunkten (s. Abbildung 10)

Untersuchungs- punkt	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>2,5</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> -TM>50 [ - ]
1	32	19	27	24
2	27	18	25	17
3	22	17	23	12
4	20	16	22	10
5	19	16	22	10
6	19	16	21	9
7	19	16	21	9
8	19	16	21	9
9	19	16	21	9
10	19	16	21	9
<b>Grenzwert</b>	40	25	40	35

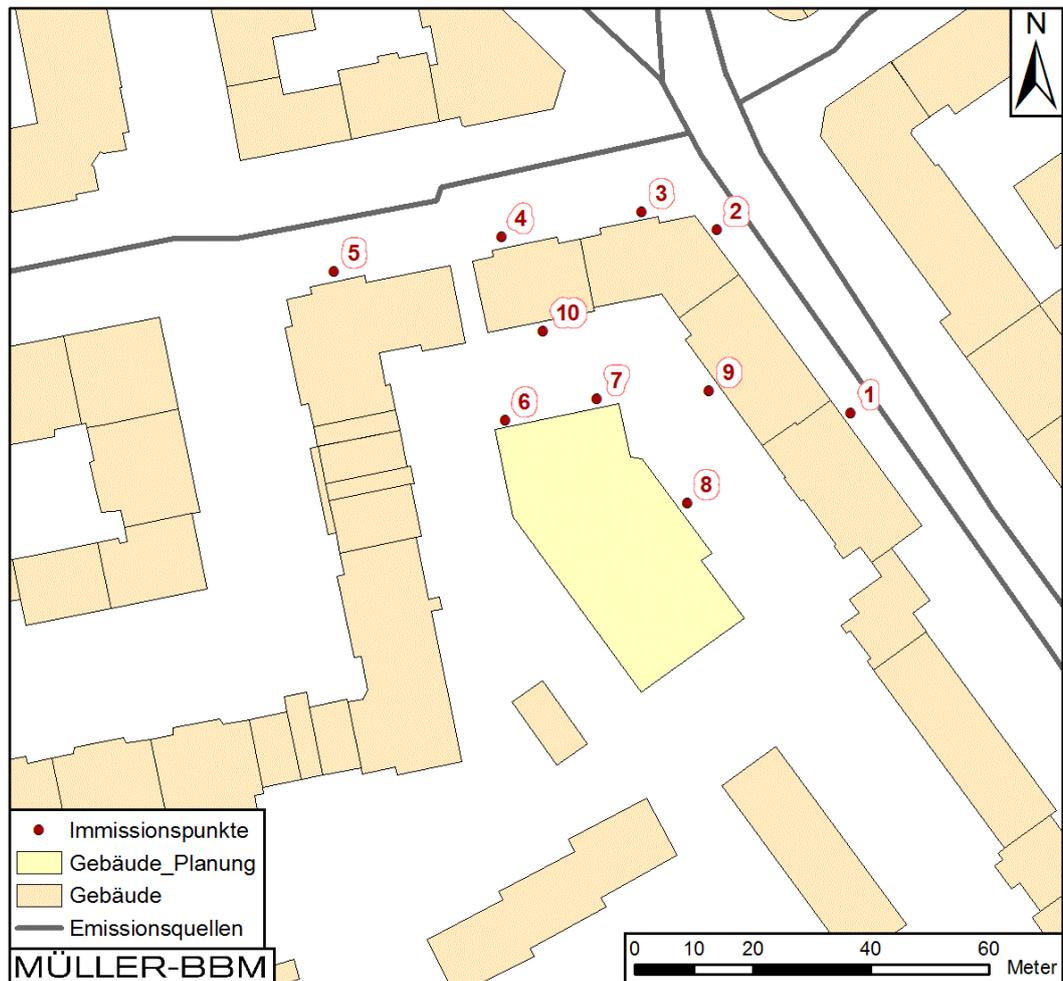


Abbildung 10. Lage der untersuchten Immissionspunkte (nummeriert) an den Gebäudefassaden im Plangebiet.

#### 5.4 Fazit

Die für den Planfall im Prognosejahr 2025 prognostizierten Luftschadstoffimmissionen von Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) und Feinstaub ( $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$ ) unterschreiten an den bestehenden und geplanten Gebäuden im Plangebiet die Grenzwerte nach 39. BImSchV. Aus lufthygienischer Sicht liegen somit keine Anhaltspunkte vor, die gegen den Beschluss des Bebauungsplans und die damit verbundene Ausweisung des Plangebiets als allgemeines Wohngebiet WA sprechen.

## 6 Literatur und Grundlagen

- [1] Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMODO, Version 5.2) für die Emissionsberichtserstattung 2012 (Berichtsperiode 1990-2010), ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 363 01 370, 30.11.2011.
- [2] [REDACTED] (2006): Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4, April 2006.
- [3] Datenlizenz Deutschland – Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, 2014: Digitale Karte 1:5000 (DK5) Hamburg, Stand 2016-11 – Version 2.0. Veröffentlichungsdatum: 18.04.2017.  
<http://suche.transparenz.hamburg.de/dataset/digitale-karte-1-5000-hamburg5>
- [4] Datenlizenz Deutschland – Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, 2014: 3D Stadtmodell Hamburg, LoD1, Stand 2016-03 – Version 2.0. Veröffentlichungsdatum: 24.04.2017.  
<http://suche.transparenz.hamburg.de/dataset/3d-stadtmodell-hamburg1>
- [5] Deutscher Wetterdienst (DWD), Ermittlung eines repräsentativen Jahres für die Station Hamburg-Fuhlsbüttel aus dem Bezugszeitraum 2007 – 2016. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 25.04.2017.
- [6] Deutscher Wetterdienst (DWD), Meteorologische Ausbreitungsklassenzeitreihe AKTerm der Station Hamburg-Fuhlsbüttel aus dem Jahr 2016, Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- [7] [REDACTED] (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen; Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), BASt-Reihe "Verkehrstechnik" Band V 125, 96 S, 2005.
- [8] Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, [REDACTED] i. A. des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Dresden, Juni 2011, Korrekturen, pers. Mitteilung [REDACTED] April 2012.
- [9] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002, (GMBl. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605).
- [10] Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie, Amt für Immissionsschutz und Betriebe. Feinstaub- und Stickoxidhintergrundbelastung für das Luftschadstoffgutachten B-Plan Uhlenhorst, E-Mail von [REDACTED] vom 16.06.2017 und telefonische Rücksprache mit [REDACTED] am 27.06.2017
- [11] Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, Amt für Verkehr und Straßenwesen. Aktueller Verkehrszahlen für das Luftschadstoffgutachten B-Plan Uhlenhorst (UH1), per E-Mail mitgeteilt von [REDACTED] an [REDACTED], erhalten durch [REDACTED] in E-Mail vom 06.06.2017.

- [12] Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, Amt für Verkehr und Straßenwesen. Persönliche Auskunft von [REDACTED] in E-Mail vom 21.06.2017
- [13] Freie und Hansestadt Hamburg, Bezirksamt Hamburg – Nord. Planungsunterlagen mit Entwurf des Bebauungsplans Uhlenhorst 1 (Stand: Grobabstimmung), erhalten mit E-Mail von [REDACTED] (Bezirksamt Altona, Rechtsamt, Zentrale Beschaffungsstelle der Bezirksämter) vom 08.05.2017
- [14] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist.
- [15] Hamburger Luftmessnetz (HaLm-Online); Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt; <http://luft.hamburg.de/datenarchiv-und-stationsinfos/4369176/jahresergebnisse/>, Stand: 06.02.2017.
- [16] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 3.3, 24. April 2015, INFRAS Bern/Zürich, [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- [17] INFRAS Bern/Zürich, Methodik zur Ermittlung der Startzuschläge auf die Emissionsfaktoren nach HBEFA; Schriftliche Mitteilung von [REDACTED] vom 16.12.2012.
- [18] LUA NRW 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).
- [19] MISKAM 6.3 64bit (Stand: 29.07.2014) mit dynamischer Speicherallocierung, [REDACTED] Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz.
- [20] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionsmengen – 39. BImSchV vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244) geändert worden ist.
- [21] [REDACTED] Ermittlung der Pkw- und Nfz-Jahresfahrleistungen 1993 auf allen Straßen in der Bundesrepublik Deutschland; im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Aachen 1996.
- [22] PROKAS, Ausbreitungsmodell für Kfz-Emissionen, Version 6.8.5, 27.6.2013; Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Juni 2013.
- [23] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.
- [24] Richtlinie VDI 3783 Blatt 14: Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, August 2013.

- [25] Richtlinie VDI 3783 Blatt 9: Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2005.
- [26] [REDACTED] (1996): NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- [27] WinMiskam Version 2016.5.3.7, 19.09.2016 mit MISKAM, Version 6.3; Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG und [REDACTED] Mainz 2016.

## Anhang A

### Darstellung des MISKAM-Rechengitters



Abbildung 11. Rechengitter des MISKAM-Rechengebietes. Gebäude sind durch rotbraun-, Emissionsquellen durch gelb-gefärbte Rasterflächen markiert.

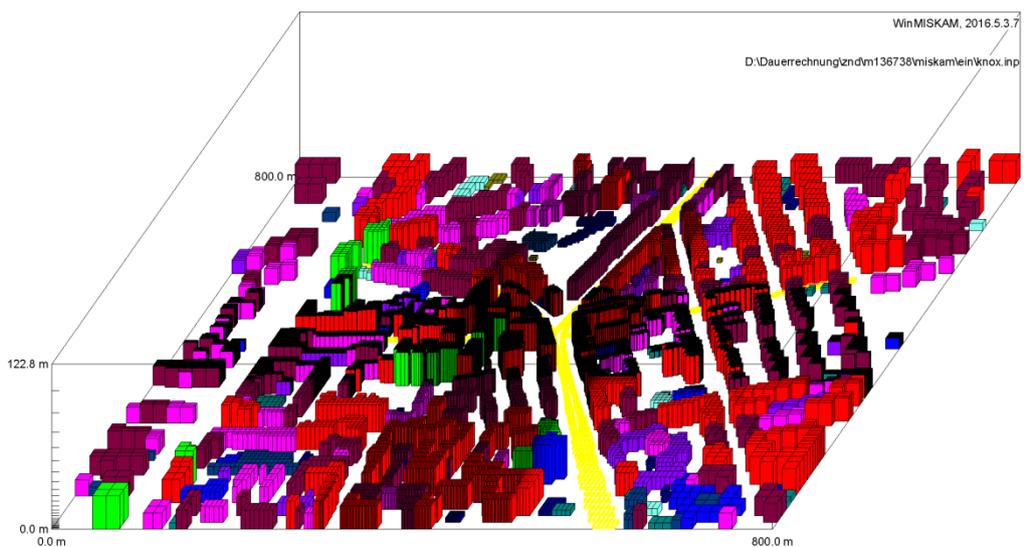


Abbildung 12. Gerastertes Gebäudemodell mit gerasterten Emissionsquellen (gelb). Die Farbgebung der Gebäudeblöcke (rot, blau, grün, etc.) erfolgt entsprechend ihrer Höhe.

S:\M\PROJ\136M136738M136738\_01\_BER\_1D.DOCX:08. 08. 2017