

Hamburg, 07.11.2022

Untersuchung zur Luftschadstoffbelastung für das Bebauungsplanverfahren Bramfeld 73 in Hamburg-Bramfeld

Auftraggeber: Wohnungsverein Hamburg von 1902 eG
 - Genossenschaftliches Wohnungsunternehmen -
 [REDACTED]
 Landwehr 58
 22087 Hamburg

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000679293 / 121IPG142

Umfang des Berichtes: 31 Seiten Textteil
 17 Seiten Anlagen

Bearbeiter: [REDACTED]

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Zusammenfassung.....	4
2 Aufgabenstellung	6
2.1 Anlass und Auftrag	6
2.2 Vorgehensweise	6
2.3 Verwendete Programme und Versionen	7
3 Beurteilungsgrundlage	8
3.1 Stickstoffdioxid.....	8
3.2 Partikel der Größenklassen PM ₁₀ und PM _{2,5}	8
3.3 Bewertungsmaßstäbe und Grenzwerte.....	9
3.4 Immissionsorte	9
4 Örtliche Verhältnisse und Untersuchungsgebiet.....	10
5 Immissionsprognose	13
5.1 Emissionen des Straßenverkehrs	13
5.1.1 Emissionsfaktoren für Abgas-Emissionen im warmen Betriebszustand	13
5.1.2 Emissionsfaktoren für den Kaltstart	17
5.1.3 Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb.....	18
5.1.4 Zusammenfassung der Emissionsfaktoren	18
5.1.5 Verkehrsstärken und Schwerverkehr-Anteil	18
5.2 Ausbreitungsrechnung.....	20
5.2.1 Beurteilungsgebiet und Rechengebiet	20
5.2.2 Quellmodellierung.....	21
5.2.3 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen	22
5.2.4 NO-NO ₂ -Umwandlung	22
5.2.5 Meteorologische Daten.....	23
6 Ergebnisse und Bewertung	23
6.1.1 Hintergrundbelastung	24
6.1.2 Immissionsbeiträge der Straßen im lokalen Umfeld	25
6.1.3 Gesamtbelastung Jahresmittelwert in der Nullvariante	25
6.1.4 Gesamtbelastung Jahresmittelwert in der Planvariante	26
6.1.5 Anforderungen an Tages- und Stundenmittelwerte	26
7 Quellenverzeichnis.....	30

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Grenzwerte der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit	9
Tabelle 2:	Parameter der Straßen im Berechnungsgebiet	16
Tabelle 3:	Zuordnung von Verkehrszuständen	17
Tabelle 4:	Verkehrsstärken und Schwerverkehr-Anteil (Planvariante)	19
Tabelle 5:	Lage und Ausdehnung des Rechengitters	20
Tabelle 6:	Gitterweite unterschiedlicher Gitterbereiche	21
Tabelle 7:	Parameter der meteorologischen Daten	23
Tabelle 8:	Mess- und Mittelwerte der Hamburger Hintergrundstationen für Partikel PM _{2,5}	24
Tabelle 9:	Mess- und Mittelwerte der Hamburger Hintergrundstationen für Partikel PM ₁₀	24
Tabelle 10:	Ergebnisse im Bereich der höchsten Gesamtbelastung, Nullvariante	27
Tabelle 11:	Ergebnisse im Bereich der höchsten Gesamtbelastung, Planvariante	28

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Untersuchungsgebiet mit derzeitiger Bebauung	11
Abbildung 2:	Geltungsbereich und geplante Bebauung	12
Abbildung 3:	Querschnitte	19
Abbildung 4:	Anzahl der Tage mit mehr als 50 µg/m ³ PM ₁₀ im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM ₁₀ -Jahresmittelwert	28
Abbildung 5:	Anzahl der Immissionsstundenwerte > 200 µg/m ³ (Überschreitungen) in Abhängigkeit vom Jahresmittelwert der NO ₂ -Konzentration (in µg/m ³)	28

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:	Perspektivische Darstellung des Gebäudemodells
Anlage 2:	Umsetzung in MISKAM: Rechengitter und Gebäude
Anlage 3:	Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2024
Anlage 4:	Straßenabschnitte mit Bezeichnungen
Anlage 5:	Emissionen je Straßenabschnitt in [mg/(m ² s)
Anlage 6:	Tagesganglinien des PKW- und LKW-Verkehrs
Anlage 7:	Windrose der Windrichtungshäufigkeit und -stärke
Anlage 8:	Gesamtbelastung Jahresmittelwert NO ₂ in [µg/m ³], Nullvariante
Anlage 9:	Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM ₁₀ – in [µg/m ³], Nullvariante
Anlage 10:	Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM _{2,5} – in [µg/m ³], Nullvariante
Anlage 11:	Gesamtbelastung Jahresmittelwert NO ₂ – in [µg/m ³], Planvariante
Anlage 12:	Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM ₁₀ – in [µg/m ³], Planvariante
Anlage 13:	Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM _{2,5} – in [µg/m ³], Planvariante

1 Zusammenfassung

Der Wohnungsverein Hamburg von 1902 eG plant im Hamburger Stadtteil Bramfeld den Neubau von bis zu 200 Wohneinheiten mit bis zu sechsgeschossiger Blockrandbebauung. Hierzu wurde vom Bezirk Wandsbek der Bebauungsplan „Bramfeld 73“ eingeleitet.

Das Plangebiet umfasst eine Fläche von 3,15 ha. Es beinhaltet Bestandsgebäude, von denen ein Teil weiter im Bestand bleibt, und grenzt an die Bramfelder Chaussee. Aufgrund der mäßig bis starken Verkehrsdichte und der durch die geplante Bebauung verschlechterten Durchlüftungssituation soll untersucht werden, ob im Plangebiet unzulässig hohe Immissionsbelastungen auftreten können.

Dafür wurde die TÜV NORD Umweltschutz mit einer Emissions- und Immissionsprognose für den unmittelbar angrenzenden Straßenverkehr beauftragt, um mit der aus dem Luftmessnetz Hamburg abgeleiteten Hintergrundbelastung die Gesamtbelastung für das Bezugsjahr 2024 zu ermitteln und zu bewerten. Dabei werden die einatembaren Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} sowie Stickstoffdioxid (NO₂) untersucht.

Für die genannte Fragestellung werden die Immissionsbeiträge des umliegenden Straßenverkehrs zur Luftschadstoffbelastung durch Ausbreitungsrechnungen bestimmt. Als Eingangsgrößen werden die Freisetzungsmengen der Luftschadstoffe (Emissionen) benötigt. Für die Abgase des Straßenverkehrs ergeben sich diese aus Emissionsfaktoren des Handbuchs Emissionsfaktoren (HBEFA in der Version 4.22) /4/ und den Verkehrsstärken auf den Straßenabschnitten /2/. Hinsichtlich der Stauaufwirbelung von den Fahrbahnen sind mit der aktuellen Version ebenfalls Emissionsfaktoren in HBEFA implementiert. Auf dieser Grundlage wurden die voraussichtlichen verkehrsbedingten Emissionen auf der Bramfelder Chaussee, der Fabriciusstraße, der Heinrich-Helbing-Straße und der Straße Unnenland berechnet. Die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen erfolgten mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM unter Berücksichtigung der Bauwerksstrukturen. Dabei gingen langjährig repräsentative Wetterdaten der Station Hamburg Fuhlsbüttel des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ein. Den Berechnungen liegen mehrere Annahmen zur sicheren Seite zugrunde, die die tatsächlich zu erwartenden Immissionen überschätzen.

Unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung ergibt sich die Gesamtbelastung, die anhand der Grenzwerte der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen der 39. BImSchV /1/ zum Schutz der menschlichen Gesundheit bewertet wird.

Ergebnisse:

Die höchsten Immissionen treten in beiden Varianten an den Fassaden zur Bramfelder Chaussee der nördlich des Kreuzungsbereichs nächstgelegenen Gebäude auf. Dies ist angesichts der nahen Lage zum Kreuzungsbereich und der Verkehrsbelastung plausibel.

Alle Grenzwerte (Jahresmittelwerte) der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Feinstaub Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} sowie NO₂ werden im Bereich des Bauvorhabens eingehalten.

Auf Basis der ermittelten Jahresmittelwerte kann auch eine unzulässige Überschreitung der Kurzzeitgrenzwerte gemäß 39. BImSchV für PM₁₀ und NO₂ im Untersuchungsgebiet ausgeschlossen werden.

Damit werden alle Anforderungen der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Stickstoffdioxid (NO₂), Feinstaub Partikel PM₁₀ und Feinstaub Partikel PM_{2,5} im geplanten Geltungsbereich erfüllt.



Sachverständiger der
TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG

2 Aufgabenstellung

2.1 Anlass und Auftrag

Der Wohnungsverein Hamburg von 1902 eG plant im Hamburger Stadtteil Bramfeld den Neubau von bis zu 200 WE mit bis zu sechsgeschossiger Blockrandbebauung. Hierzu wurde vom Bezirk Wandsbek der Bebauungsplan „Bramfeld 73“ eingeleitet.

Das Plangebiet umfasst eine Fläche von 3,15 ha und beinhaltet Bestandsgebäude, von denen ein Teil weiter im Bestand bleibt und grenzt an die Bramfelder Chaussee. Aufgrund der mäßig bis starken Verkehrsdichte und der durch die geplante Bebauung verschlechterten Durchlüftungssituation soll untersucht werden, ob im Plangebiet unzulässig hohe Immissionsbelastungen auftreten können.

Dafür wurde die TÜV NORD Umweltschutz mit einer Emissions- und Immissionsprognose für den unmittelbar angrenzenden Straßenverkehr beauftragt, um mit der aus dem Luftmessnetz Hamburg abgeleiteten Hintergrundbelastung die Gesamtbelastung für das Bezugsjahr 2024 zu ermitteln und anhand der Grenzwerte der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) /1/ zu bewerten. Dabei werden die einatembaren Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} sowie Stickstoffdioxid (NO₂) untersucht.

Auftragsgemäß sind zwei Varianten zu untersuchen:

- Prognose-Nullfall (Nullvariante): Bestandsbebauung bleibt gemäß aktuellem Stand und Verkehrsmengen im Bezugsjahr 2024.
- Prognose-Planfall (Planvariante): Realisierung der Vorhaben im Plangebiet (Bramfeld 73) unter Berücksichtigung geänderter Verkehre aufgrund der neuen Nutzungen im Bezugsjahr 2024.

Die in // gestellten Zahlen beziehen sich auf das Quellenverzeichnis.

2.2 Vorgehensweise

Für die genannte Fragestellung werden die Immissionsbeiträge des umliegenden Straßenverkehrs zur Luftschadstoffbelastung durch Ausbreitungsrechnungen bestimmt. Als Eingangsgrößen werden die Freisetzungsmengen der Luftschadstoffe (Emissionen) benötigt. Diese werden mit den Emissionsfaktoren aus dem Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA) /4/ auf Grundlage von Verkehrsmengen für das Bezugsjahr 2024 /2/ berechnet. Die HBEFA-Emissionsfaktoren liegen für die derzeitige und zukünftig prognostizierte deutsche Fahrzeugflotte für verschiedene Verkehrssituationen vor, die durch die Straßengestaltung und Verkehrsstärke bestimmt werden.

Die Ermittlung der aus dem Straßenverkehr resultierenden Immissionen im Plangebiet erfolgt mittels Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen mit dem mikroskaligen Klima- und Ausbreitungsmodell MISKAM unter Berücksichtigung der Bebauungsstrukturen und repräsentativer Wetterdaten. Dabei gingen die Daten der Zeitreihe der Station Hamburg-Fuhlsbüttel des Deutschen Wetterdienstes (DWD) des Jahres 2016 in die Berechnungen ein. Das Jahr 2016 ist für die langjährigen Verhältnisse als repräsentatives Jahr ausgewählt worden.

Die Hintergrundbelastung im Plangebiet wird aus Messergebnissen des Hamburger Luftmessnetzes abgeleitet.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen werden mit der Hintergrundbelastung zur Gesamtbelastung im Plangebiet überlagert. Der Vergleich der Kenngrößen der Gesamtbelastung mit den geltenden Immissionsgrenzwerten gemäß Abschnitt 3 ergibt die immissionsschutzrechtliche Bewertung.

Die Vorgehensweise berücksichtigt die Richtlinien VDI 3782, Blatt 7 zur Kfz-Emissionsbestimmung /8/ und 3783, Blatt 14 zur Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung - Kraftfahrzeugbedingte Immissionen /3/.

2.3 Verwendete Programme und Versionen

Das Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA) liegt als Open Access-Datenbank vor und wird in der aktuellen Version 4.22 eingesetzt /4/.

Als Grundlage für die Ausbreitungsrechnung wird mit dem mikroskaligen Klima- und Ausbreitungsmodell MISKAM eine Windfeldbibliothek erstellt. Der Aufgabenbereich von MISKAM liegt im Bereich kleinräumiger Ausbreitungsprozesse mit typischen Modellausdehnungen von einigen 100 m.

MISKAM ist ein dreidimensionales nicht-hydrostatisches numerisches Strömungs- und Ausbreitungsmodell und ermöglicht die explizite Behandlung von Gebäuden in Form von rechtwinkligen Blockstrukturen, so dass die Besonderheiten des Strömungsgeschehens in der Umgebung von Gebäuden realistisch modelliert werden können. MISKAM ist nach der Evaluierungsrichtlinie für Gebäude- und Hindernisumströmung VDI 3783, Blatt 9 /5/ validiert und somit ein Instrument, welches speziell für die Prognose zu erwartender verkehrsbedingter Immissionen (Straßenbau, Stadtplanung) geeignet ist, da es gerade denjenigen physikalischen Prozessen Rechnung trägt, die in der unmittelbaren Umgebung von Gebäuden Einfluss auf den Schadstofftransport ausüben.

Für die Ausbreitungsrechnung wird ebenfalls das Modell MISKAM genutzt. Hierfür wird die zuvor berechnete Windfeldbibliothek als Grundlage verwendet und die Ausbreitung der von den in das Modellgebiet eingetragenen Quellen emittierten Stoffe simuliert. Dies geschieht für jeweils 10°-Abschnitte der kompletten Windrose, so dass für 36 Windrichtungen die Ausbreitungsbedingungen vorliegen. Dies ist ausreichend, da eine höhere Auflösung in 5°- oder 1°-Schritten die Rechenzeit um ein Vielfaches verlängert, dabei jedoch keinen erkennbar höheren Erkenntnisgewinn liefert.

Das Modell MISKAM wurde von [REDACTED] am Institut für Physik der Atmosphäre der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz entwickelt und wird ständig erweitert und anhand neuester Messergebnisse validiert. Hier wird das Modell MISKAM in der Version 6.42 genutzt. Zur Umsetzung der Konfiguration in das Modell wird die graphische Benutzeroberfläche WinMISKAM in der Version 2019.6.2.1 eingesetzt.

Für die Auswertung statistischer Kennwerte (Jahresmittelwerte, Überschreitungshäufigkeiten) werden auf Basis einer meteorologischen Zeitreihe für ein repräsentatives Jahr (s. Abschnitt 5.2.5) die

Anteile der jeweiligen Windrichtungen gewichtet zusammengefasst und daraus die entsprechenden Kennwerte berechnet.

3 Beurteilungsgrundlage

In dieser Untersuchung wird der Immissionsbeitrag des Straßenverkehrs vor einer bestimmten Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet bestimmt. Durch den Straßenverkehr tragen die Schadstoffe NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} in relevanten Mengen zur Belastung der Luft bei. Hierdurch kann es zu einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit kommen. In der 39. BImSchV /1 /werden dementsprechend Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für diese Schadstoffe genannt.

Die Betrachtung weiterer Luftschadstoffe (z.B. Schwefeldioxid SO₂, Kohlenmonoxid CO), die ebenfalls in der 39. BImSchV mit einem Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit genannt sind, ist aufgrund der fehlenden Relevanz der Straßenverkehrsemissionen sowie der großräumig positiven Immissionssituation für diese Stoffe nicht erforderlich.

3.1 Stickstoffdioxid

Stickstoffoxide (NO_x) sind gasförmige Verbindungen aus Stickstoff und Sauerstoff, die hauptsächlich bei Verbrennungsprozessen in Kraftfahrzeugmotoren, Industrie- und Heizungsanlagen entstehen. In Abhängigkeit von den Verbrennungsbedingungen, z.B. der Verbrennungstemperatur, bilden sich bevorzugt die Gase Stickstoffmonoxid (NO) oder Stickstoffdioxid (NO₂). Stickstoffdioxid wirkt vor allem als starkes Reizgas auf die Atemwege und Schleimhäute. Akut treten Husten und Atembeschwerden auf. Chronische Einwirkung kann zu Bronchitis, Störung der Lungenfunktion und Lungenschäden führen. Es gelten die in Tabelle 1 dargestellten Grenzwerte für NO₂.

Durch den Straßenverkehr können hohe Zusatzbelastungen durch NO₂ entstehen. Neben dem direkt im Abgas enthaltenen NO₂ resultieren weitere NO₂-Immissionen aus dem im Abgas emittierten und anschließend aufoxidierten NO. Allerdings kommt es durch Änderungen in der Abgastechnik von Dieselfahrzeugen auch zur vermehrten direkten Emission von NO₂.

3.2 Partikel der Größenklassen PM₁₀ und PM_{2,5}

Partikel der Größenklasse PM₁₀ sind kleiner als 10 µm (1 µm = 10⁻⁶ m). „PM“ ist hierbei die Abkürzung für „particulate matter“; der Zusatz 10 bezieht sich auf den Partikeldurchmesser. Sie können im menschlichen Körper über die Atemwege bis in den oberen Bereich der Lunge gelangen (thorakaler Schwebstaub). Partikel der Größenklasse PM_{2,5} sind kleiner als 2,5 µm. Sie können im menschlichen Körper tief in die Atemwege bis zu den Bronchiolen der Lunge eindringen (alveolengängiger Schwebstaub).

Wissenschaftliche Untersuchungen /6/ zeigen, dass es bei kurzfristiger, starker Belastung durch Feinstaub zu einem Anstieg der Krankenhausaufnahmen und vermehrten Arztbesuchen insbesondere wegen Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen kommen kann und die Sterblichkeit in diesen Erkrankungsgruppen zunimmt. Eine weniger hohe, langfristige Belastung wird gleichfalls mit einer Zunahme an Atemwegserkrankungen und einem Anstieg der Sterblichkeit an Herz-Kreislaufkrankungen in Verbindung gebracht. Insgesamt kann dabei der Verlust an Lebenserwartung in der Bevölkerung die Größenordnung eines Jahres erreichen.

Partikel entstammen einer Vielzahl von Quellen, so z. B. aus der Landwirtschaft, dem Umschlag staubender Güter oder auch Industrie- und Kleinf Feuerungsanlagen. Im Straßenverkehr spielen neben den Emissionen aus dem Auspuff von Fahrzeugen auch der Abrieb von Bremsen und die Aufwirbelung von Staub durch die Fahrzeuge eine Rolle.

Die Partikelimmissionen an einem Ort setzen sich zusammen aus einer Hintergrundbelastung (regionale bis weit entfernte Quellen, regionaler Straßenverkehr, Industriequellen) und einer lokalen Zusatzbelastung (benachbarter Industriebetrieb, lokaler Verkehr). An sehr stark befahrenen Straßen kann der lokale Straßenverkehr als stärkste Quelle für PM auftreten.

3.3 Bewertungsmaßstäbe und Grenzwerte

Die Beurteilung der Luftschadstoffbelastung für die Stoffe NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} erfolgt auf Grundlage der bestehenden Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen, 39. BImSchV) /1/, mit der die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht umgesetzt wurde. Hinsichtlich der dort genannten Tages- und Stundenmittelwerte für PM₁₀ und NO₂ ist eine bestimmte Anzahl von Überschreitungen pro Jahr zulässig und in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Grenzwerte der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Schadstoff	Zeitbezug	Grenzwert	zulässige Anzahl Überschreitungen
NO ₂	Stundenmittel	200 µg/m ³	18 mal im Jahr
	Jahresmittel	40 µg/m ³	-
Partikel PM ₁₀	Tagesmittel	50 µg/m ³	35 mal im Jahr
	Jahresmittel	40 µg/m ³	-
Partikel PM _{2,5}	Jahresmittel	25 µg/m ³	-

3.4 Immissionsorte

Die 39. BImSchV /1/ enthält in Anlage 3 Vorgaben für die Ortsbestimmung von Probenahmestellen zur Beurteilung der Luftqualität. Danach sind Messorte zur Beurteilung der Luftqualität bei Probenahmestellen für den Verkehr so zu wählen, dass sie für die Luftqualität eines Straßenabschnitts von nicht weniger als 100 m Länge repräsentativ sind. Eine unmittelbare Übertragung der Regelungen zur Messung nach der 39. BImSchV auf die Modellierung in der lokalen Skala ist in der Regel nicht möglich. Für die kleinräumige Betrachtung auf Basis von Ausbreitungsrechnungen ist es sinnvoll, die Bewertungsmaßstäbe der 39. BImSchV für dezidierte Immissionspunkte heranzuziehen. Dabei sind die Bereiche maßgeblich, in denen die Bevölkerung wahrscheinlich direkt oder indirekt über einen Zeitraum ausgesetzt ist, der im Vergleich zum Mittelungszeitraum des jeweiligen Immissionsgrenzwertes signifikant ist.-.

Die Beurteilungshöhe befindet sich im Allgemeinen zwischen 1,5 m (Atemzone) und 4 m über dem Erdboden. Eine höhere Lage kann unter Umständen angezeigt sein. Durch hohe Quellen kann sich

beispielsweise das Maximum der Immission in größere Höhen verlagern oder die Immissionsorte befinden sich in höheren Stockwerken von Gebäuden. Dies ist im vorliegenden Fall nicht gegeben.

4 Örtliche Verhältnisse und Untersuchungsgebiet

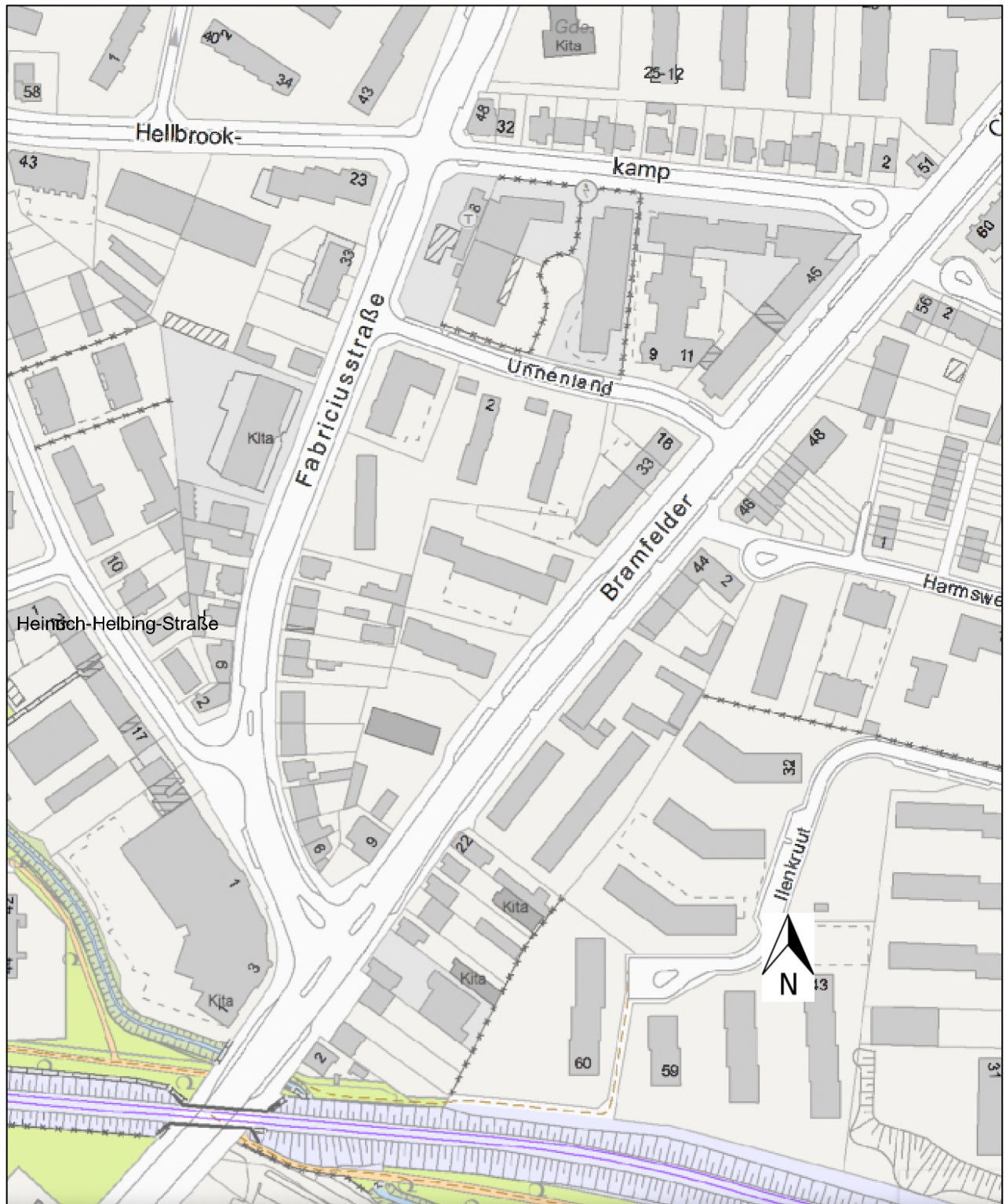
Das Plangebiet wird im Süden und Süd-Westen von der Fabriciusstraße, im Südosten und Osten von der Bramfelder Chaussee und im Norden von der Straße Unnenland am umfasst. Es deckt eine Fläche von insgesamt 3,15 ha ab und beinhaltet Bestandsgebäude, von denen ein Teil weiter im Bestand bleibt. Aufgrund geschützter Bäume wird in der hier untersuchten Planvariante eine geschlossene Blockrandbebauung entlang der Bramfelder Chaussee nicht vorgesehen.

Derzeit gibt es an der Fabriciusstraße und am Unnenland überwiegend wohnlich genutzte Bebauungen mit bis zu viergeschossigen Ein- bis Mehrfamilienhäusern. Entlang der Bramfelder Chaussee befinden sich Zeilenbebauung quer und längs zum Straßenverlauf. Die umgebende Bebauung stellt sich von kleinteiliger Einfamilienhausbebauung bis zu großen gewerblichen Baukörpern sehr heterogen dar. Die folgende Abbildung 1 zeigt das Untersuchungsgebiet mit der derzeitigen Bebauung. Der Abbildung 2 auf Seite 12 ist der hier untersuchte Planentwurf zu entnehmen.

Die Bramfelder Chaussee weist im gesamten Untersuchungsgebiet zwei Fahrspuren je Fahrtrichtung auf. Im Kreuzungsbereich zur Fabriciusstraße kommt eine Spur für Linksabbieger in Fahrtrichtung Fabriciusstraße hinzu. Die Fabriciusstraße weist grundsätzlich eine Fahrspur je Fahrtrichtung auf. Zwischen der Einmündung Heinrich-Helbing-Straße und dem Kreuzungsbereich Bramfelder Chaussee ergeben sich aufgrund von zwei Rechtsabbiegerspuren insgesamt vier Fahrspuren.

Die Geschwindigkeitsbegrenzungen betragen 50 km/h auf der Bramfelder Chaussee und der Fabriciusstraße sowie 30 km/h auf der Heinrich-Helbing-Straße und der Straße Unnenland.

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit derzeitiger Bebauung



© Geo Portal Hamburg

Abbildung 2: Geltungsbereich und geplante Bebauung



5 Immissionsprognose

Die Beiträge des lokalen Straßenverkehrs zur Immissionsbelastung werden mittels Ausbreitungsrechnungen ermittelt. In diese Berechnungen gehen die Abschnitte der Bramfelder Chaussee, der Fabriciusstraße, der Heinrich-Helbing-Straße und der Straße Unnenland ein (siehe Abschnitt 5.1).

Die Emissionen aus dem Straßenverkehr der weiteren Straßenzüge sowie aus Bahnverkehr, Schiffsverkehr, Hausbrand und gewerblichen Betrieben sind in der Hintergrundbelastung berücksichtigt.

Die Immissionsbeiträge der durch die Rechenläufe ermittelten Zusatzbelastung und die Hintergrundbelastung werden zur Gesamtbelastung überlagert.

5.1 Emissionen des Straßenverkehrs

Die Emissionen des Straßenverkehrs setzen sich zusammen aus den Abgas-Emissionen der Fahrzeuge, den Emissionen durch Abrieb und Aufwirbelungen sowie Zuschlägen bzw. Abzügen für Kaltstarts von Fahrzeugen.

Die in die Immissionsprognose eingegangenen Abgas-Emissionen beruhen auf den Emissionsfaktoren des Handbuchs Emissionsfaktoren (HBEFA 4.22) /4/ für das Jahr 2024, das als Bezugsjahr vorgegeben wurde.

Die Verkehrsemissionen auf der Bramfelder Chaussee und der Fabriciusstraße werden vom Hellbrookkamp im Norden bis zum gemeinsamen Knotenpunkt bzw. bis zur Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt im Süden betrachtet. Zusammen mit dem Verkehr auf der Fabriciusstraße, der Straße Unnenland und teilweise auf der Heinrich-Helbing-Straße sind damit die über die Hintergrundbelastung hinausgehenden lokalen Immissionsbeiträge des Straßenverkehrs ausreichend berücksichtigt.

5.1.1 Emissionsfaktoren für Abgas-Emissionen im warmen Betriebszustand

Fahrzeugkategorien

Die Emissionsfaktoren des HBEFA sind unterteilt in Faktoren für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Motorräder, schwere Nutzfahrzeuge, Reisebusse und Linienbusse. Auf Grundlage einer differenzierten Zusammensetzung der Fahrzeugflotte innerhalb von Pkw, LNF und SNF (s.u.) nach Laufleistung, Alter und Abgaskonzept ergibt sich deutscher Flottenmittelwert aus HBEFA für das jeweilige Bezugsjahr.

Die vorliegenden Verkehrszahlen geben lediglich die Verkehrsmenge (Fahrzeuge gesamt) und den Anteil schwerer Nutzfahrzeuge (SNF) an. Daher wurden die Fahrzeugkategorien PKW und leichte Nutzfahrzeuge (LNF) unter der Bezeichnung „PKW“ zusammengefasst, wobei die verwendeten Emissionsfaktoren als Mittelwerte mit einem pauschalen LNF-Anteil angesetzt wurden. Der Anteil der in Hamburg zugelassenen LNF wurde 2013 mit 8 % ermittelt. Hinzu kommen Pkw mit einer zulässigen Gesamtmasse über 2,5 t, z.B. viele Geländewagen und SUV. Für sie gelten die höheren Emissionsgrenzwerte für leichte Nutzfahrzeuge. Zusammenfassend wurden in den Berechnungen die Emissionsfaktoren „Pkw“ aus Mittelwerten mit 80 % Pkw und 20% LNF gebildet. Die Fahrzeugkategorien schwere Nutzfahrzeuge (SNF) umfasst neben Lkw auch Reisebusse (RBus) und Linienbusse (LBus) unter der Bezeichnung „SV“.

Verkehrssituationen

Eine Verkehrssituation wird aus folgenden Merkmalen abgeleitet:

- Gebietstyp: ländlich oder städtisch (Agglomeration)
- Straßentyp/-funktion: z.B. Autobahn, Hauptverkehrsstraße oder Erschließungsstraße
- zulässige Höchstgeschwindigkeit: von 30 km/h bis > 130 km/h in Abhängigkeit vom Straßentyp
- Verkehrszustand in fünf Qualitätsstufen: flüssig, dicht, gesättigt, stop&go und Stop&go2

Für die Verkehrssituationen weist die Datenbank HBEFA Emissionsfaktoren für den ebenen Verlauf sowie für Längsneigungen der Fahrbahn von 2%, 4% und 6% aus.

Straßentyp und Höchstgeschwindigkeiten

Die Straßentypen im Untersuchungsgebiet werden in zwei vom HBEFA 4.22 vorgegebene Kategorien eingeordnet. Die Bramfelder Chaussee mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung auf 50 km/h wird als Hauptverkehrsstraße innerorts der Straßenkategorie „Agglo/HVS/50“ zugeordnet. Die Fabriciusstraße ist zweispurig mit separaten Fahrradstreifen ausgebaut. Aufgrund der hinter den abgegrenzten Stellflächen, der geringen sonstigen Störungen des Verkehrsflusses und der Geschwindigkeitsbeschränkung auf 50 km/h wird auch die Fabriciusstraße als Hauptverkehrsstraße eingeordnet. Die Nebenstraßen Unnenland und Heinrich-Helbing-Straße im Untersuchungsgebiet stellen Erschließungsstraßen innerorts mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h dar (Tabelle 2).

Verkehrszustände

Für die betrachteten Straßen werden unter Berücksichtigung der Verkehrsqualität (auch „Level of Service“, LOS) und des Tagesgangs der Verkehrsstärke auch unterschiedliche Verkehrszustände im Tagesgang zugeordnet. Diese beziehen die 5 vorgegebenen Kategorien des HBEFA ein und werden auf den unterschiedlichen Straßenabschnitten und –kategorien angewendet. Die Kategorien werden in /4/ wie folgt charakterisiert:

flüssig	frei und stetig fließender Verkehr, Konstante, eher hohe Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 90 bis >130 km/h auf Autobahnen, 45-60 km/h auf Straßen mit Tempolimit von 50 km/h. Verkehrsqualität A-B gemäß HCM (Highway Capacity Manual).
dicht	frei und stetig fließender Verkehr, Konstante, eher hohe Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 90 bis >130 km/h auf Autobahnen, 45-60 km/h auf Straßen mit Tempolimit von 50 km/h. Verkehrsqualität C-D gemäß HCM (Highway Capacity Manual).
gesättigt	unstetiger Verkehrsfluss mit starken Geschwindigkeitsschwankungen bei gesättigtem / gebundenem Verkehrsfluss, erzwungene Zwischenstopps möglich, Geschwindigkeitsbandbreiten: 30-70 km/h auf Autobahnen, 15-30 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h. Verkehrsqualitätsstufe E gemäß HCM (Highway Capacity Manual).
stop&go	Stopp + Go, starke Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeitsschwankungen bei allgemeinen tiefer Geschwindigkeit. Geschwindigkeitsbandbreiten: 5-30 km/h auf Autobahnen, 5-15 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h
stop&go2	Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeiten <10 km/h

Der Anteil von des Level of Service 4 „Stop&GO“ (LOS 4) auf der Bramfelder Chaussee wird in /7/

südlich des Untersuchungsgebietes zwischen Habichtstraße und Bahnbrücke mit 30 – 40 % und nördlich davon mit unter 10% angegeben.

Das Verfahren der Emissionsfaktoren anhand der Verkehrssituation ist räumlich auf den „Bereich eines Straßenabschnitts einschließlich der Knotenpunkte bis hin zu Gebieten von der Größe einer Region“ /8/ ausgerichtet. Die Emissionsfaktoren des HBEFA repräsentieren je nach Verkehrssituation unterschiedliche Anteile von konstanter sowie beschleunigter Fahrweise, genauso wie Stopps und Anfahrvorgänge und stellen „immer einen Mittelwert über eine längere Strecke dar (mindestens zwischen zwei Knoten)“ /8/. Folglich sind darin lokale Unterschiede mit erhöhten Emissionen im Kreuzungsbereich und niedrigeren Emissionen auf der freien Strecke enthalten.

Im vorliegenden Fall ist die Immissionsbelastung auch im Nahbereich des Knotens Bramfelder Chaussee/Fabriciusstraße zu ermitteln. Darum wird im Folgenden folgende, gegenüber dem LOS-Vorgehen überschätzende Ansätze gewählt:

- Im Kreuzungsbereich Fabriciusstraße/ Bramfelder Chaussee mit Lichtsignalanlage (LSA) kommt es bei einem signifikanten Anteil der heranfahrenden Fahrzeuge aufgrund der Lichtsignalanlage zu erhöhten Standzeiten, die auf der Bramfelder Chaussee in Fahrtrichtung Süd mit einer Länge von 50 m und in Fahrtrichtung Nord mit einer Länge von 30 m *ganztägig* mit „stop&go2“ abgebildet werden.
- Aufgrund der Tagesganglinie wird zusätzlich in Fahrtrichtung Süd (stadteinwärts) in der Zeit von 6.00 bis 9.00 Uhr und 16.00 bis 18.00 Uhr der Abschnitt von 50 m bis 100 m vor der Haltelinie der LSA mit „stop&go2“ belegt.
- Aufgrund der Tagesganglinie wird in Fahrtrichtung Nord (stadtauswärts) in der Zeit von 6.00 bis 8.00 Uhr und 16.00 bis 18.00 Uhr zusätzlich der Abschnitt von 30 m bis 60 m vor der Haltelinie der LSA mit „stop&go2“ belegt.
- Auf den Abschnitten im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes der Bramfelder Chaussee wird grundsätzlich in der Zeit 6.00 bis 20.00 Uhr der Verkehrszustand „gesättigt“ angesetzt (sofern nicht stop&go2). In der verbleibenden Tageszeit von 20.00 bis 6.00 Uhr wird der Verkehrszustand „flüssig“ in Ansatz gebracht.
- Die nach einem Stopp anfahrenen Fahrzeuge beschleunigen über den gesamten Kreuzungsbereich (abbiegende Fahrzeuge halten ggfs. erneut). Die Beschleunigung erfolgt in der Regel auch über den Kreuzungsbereich hinaus. Auch hier wird deshalb ganztägig der Verkehrszustand „stop&go2“ angesetzt. Angesichts der Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/h wird dieser Ansatz auf eine Abschnittslänge von etwa 50 m angewandt. Auf der Heinrich-Helbing-Straße und der Straße Unnenland aufgrund der Tempo 30-Zone jeweils eine Abschnittslänge von etwa 20 m angesetzt.
- Die Nebenstraßen Unnenland und Heinrich-Helbing-Straße werden ganztägig dem Verkehrszustand „gesättigt“ zugeordnet. Bei der Straße Unnenland wäre eine Einstufung von „flüssig“ trotz der geringen Verkehrsstärke bei der einspurigen Verkehrsführung aufgrund des engen baulichen Zustandes nicht sachgerecht. Die zweispurige Heinrich-Helbing-Straße wird als Abschätzung zur sicheren Seite ebenfalls ganztägig dem Verkehrszustand „gesättigt“ zugeordnet.

Die Festlegungen wurden auf Basis der verkehrstechnischen Untersuchung und der Beobachtungen an zwei Ortsterminen getroffen, die am 11.04. und am 09.06.2022 zu den Verkehrsspitzenzeiten am Morgen und am Nachmittag durchgeführt wurden.

Für die Zuordnung der täglichen Verkehrsmenge auf die wechselnden Verkehrszustände wird auf standardisierte Tagesganglinien zurückgegriffen. Dem im Untersuchungsgebiet liegende Abschnitt der Bramfelder Chaussee wurden in /7/ die Ganglinientypen mit den Lastrichtungen „früh (HVS)“ und „nachmittags (HVS)“ zugeordnet. Da nur DTV-Werte für den Straßenquerschnitt vorliegen, ist eine Differenzierung der Morgen- und Nachmittagsspitze nicht ohne weiteres möglich. Für die Zuordnung der täglichen Verkehrsmenge wird daher die typisierte Tagesganglinie für HVS in Hamburg von Dienstag bis Donnerstag des Typs „weitgehend ausgeglichen“ (das heißt ohne einseitig ausgeprägte Früh- oder Nachmittagsspitze“ (aus /7/ siehe Anlage 6) herangezogen. Auch von Freitag bis Montag und damit an Wochenenden mit geringeren Verkehrszahlen wird dieser Tagesgang zugrunde gelegt. Hinsichtlich der resultierenden Verkehrsmuster (z.B. werktags höherer Anteil von „stop&go“, siehe unten) entspricht dies einem Ansatz zur sicheren Seite. Für den Schwerverkehr wurde ein entsprechender Tagesgang nach VDI-Richtlinie 3782, Blatt 7 (2003) verwendet (siehe Anlage 6). Für den LKW-Verkehr ist dort nur ein Tagesgang für die Tage Montag bis Donnerstag dargestellt. Er wird in dieser Untersuchung als Annahme zur sicheren Seite auf alle 7 Wochentage übertragen. Auf Basis des o.g. Pkw-Tagesgangs entsprechen diese Zeiträume den in Tabelle 3 aufgeführten anteiligen Verkehrsmengen.

Nach Auswertung der Höhenangaben im GeoPortal Hamburg ergeben sich mit der Bramfelder Chaussee zwischen Bahnunterführung und Knotenpunkt Bramfelder Chaussee / Fabriciusstraße und dem Unnenland zwischen Bramfelder Chaussee und Fabriciusstraße zwei Abschnitte mit Längsneigungen der Fahrbahn von mindestens 1,5%:

Die Emissionsfaktoren sind im HBEFA für den ebenen Verlauf sowie für 2%, 4% und 6% Längsneigungen ausgewiesen. Vor diesem Hintergrund werden folgende Längsneigungen berücksichtigt:

- Bramfelder Chaussee zwischen Bahnunterführung und Knotenpunkt Bramfelder Chaussee / Fabriciusstraße: 2 %
- Unnenland zwischen Bramfelder Chaussee und Fabriciusstraße: 2 %

Tabelle 2: Parameter der Straßen im Berechnungsgebiet

Straße	Typ nach HBEFA	Fahrspuren	Tempo- limit	Längs- neigung	Kaltstart- anteil
		n	in km/h	in °	in %
Bramfelder Chaussee	„Agglo/HVS/50	4	50	+/- 0	20
Bramfelder Chaussee ¹⁾	„Agglo/HVS/50	4	50	+/- 2	20
Fabriciusstraße	„Agglo/HVS/50	2	50	+/- 0	20
Heinrich-Helbing-Straße	Agglo/Erschliessung/30	2	30	+/-0	40
Unnenland	Agglo/Erschliessung/30	1	30	+/-2	40

1) Bramfelder Chaussee zwischen Bahnunterführung und nächster Haltelinie des Knotenpunkts Bramfelder Chaussee / Fabriciusstraße

Tabelle 3: Zuordnung von Verkehrszuständen

Nr.	Bereich	Zeitraum (Uhrzeit)	Verkehrssituation	Anteilige Verkehrsmenge *)
1	Unnenland und Heinrich-Helbing-Straße 20 m vor/nach den Einmündungen	ganztägig	stop&go2	100 %
2	Unnenland und Heinrich-Helbing-Straße, soweit nicht 1)	ganztägig	gesättigt	100 %
3	Bramfelder Chaussee 30 m vor und 50 m nach den Haltelinien Ri. Süden 50 m vor und 50 m nach den Haltelinien Ri. Norden	ganztägig	stop&go2	100 %
4	Bramfelder Chaussee 50 m bis 100 m vor Haltelinie Fahrtrichtung Süden 30 m bis 60 m vor Haltelinie Fahrtrichtung Norden 30 m bis 60 m vor Haltelinie beide Fahrtrichtungen	6.00 – 9.00 6.00 – 8.00 16.00 - 18.00	stop&go2 stop&go2 stop&go2	19,6 % 12,5 % 14,2 %
5	Bramfelder Chaussee, südlich des Knotenpunktes beide Richtungen nördlich des Knotenpunktes in Richtung Süden	6.00 – 20.00 20.00 – 6.00	gesättigt flüssig	85,7 % 14,3 %
6	Bramfelder Chaussee, nördlich des Knotenpunktes in Richtung Norden **)	ganztägig	flüssig	100 %
7	Fabriciusstraße 40 m vor und 25 m nach der Haltelinie Ri. Süden	ganztägig	stop&go2	100 %
8	Fabriciusstraße 40 m bis 75 m vor der Haltelinie Richtung Süden	6.00 – 9.00 16.00 - 18.00	stop&go2 stop&go2	19,6 % 14,2 %
9	Fabriciusstraße soweit nicht 7) und 8)	6.00 – 20.00 20.00 – 6.00	gesättigt flüssig	85,7 % 14,3 %

*) Pkw und LNF **) soweit nicht 3) und 4) bzw. 3), 4) und 5)

Die resultierenden Emissionsquellstärken (Masse pro Zeit und Fläche) sind für jeden Streckenabschnitt für Stickoxide (NO_x), Partikel PM₁₀ und Partikel PM_{2,5} in Anlage 5 im Anhang dargestellt.

5.1.2 Emissionsfaktoren für den Kaltstart

Zusätzlich zu den „warmen“ Emissionen bei der Fahrt wurden Kaltstartzuschläge für die Fahrzeuge berücksichtigt, die im oder in der Nähe des Plangebiets starten. Dazu wurde in Abhängigkeit vom Straßentyp ein Anteil an Fahrzeugen mit Kaltstart angenommen.

Die Kaltstartzuschläge sind abhängig von der Standzeit, der Umgebungstemperatur und dem zurückgelegten Fahrweg und werden ebenfalls dem HBEFA 4.22 /4/ entnommen. Zur Umsetzung der Kaltstartzuschläge bzw. –abzüge liegen deutschlandweite Durchschnittswerte bezüglich der Standzeit, der Umgebungstemperatur und der Fahrtweiten vor.

Für die Nebenstraßen wird hier der Anteil der Fahrzeuge mit Kaltstart mit 40 % angesetzt, weil auf den Nebenstraßen ganz überwiegend Quell- und Zielverkehr anzunehmen ist. Der höchste mögliche Anteil an Fahrten im Kaltstart beträgt 50 %, Dabei ist unterstellt, dass kein Durchgangsverkehr und

ausschließlich Quell-/Zielverkehr auftritt. Vor diesem Hintergrund stellt der gewählte Ansatz von 40% eine Überschätzung der tatsächlich zu erwartenden Verhältnisse dar.

Auf der Bramfelder Chaussee als übergeordneter radialer Hauptverkehrsstraße zwischen der Autobahn A7 und den westlichen Teilen der Metropolregion Hamburg einerseits und der Innenstadt andererseits ist der Kaltstartanteil deutlich geringer. Gegenüber früheren Empfehlungen der VDI 3782 Blatt 7 von 30% für den Straßentyp „Hauptverkehrsstraße-City“ ist aufgrund der Erschließungsfunktion des Verkehrs von und zur A7 ein geringerer Anteil anzunehmen. Den Berechnungen wird ein Kaltstart-Anteil von 20 % zugrunde gelegt.

Die Kaltstartzuschläge sind zusammen mit den sonstigen Emissionsfaktoren in Anlage 3 aufgeführt.

5.1.3 Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb

Die Emissionsfaktoren aus Aufwirbelung und Abrieb für PM_{10} und $PM_{2,5}$ sind in der Version HBEFA 4.22 differenziert für Pkw, Lkw und Straßenkategorien enthalten. Sie stellen eine Fortschreibung der Vorgaben der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) /9/ und des Emission Inventory Guidebook von EMEP/EEA 2013 /10/ dar und sind in Anlage 3 dargestellt.

5.1.4 Zusammenfassung der Emissionsfaktoren

Für die Ausbreitungsrechnung werden die Abgas-Emissionen (Faktoren für warme Motoren während der Fahrt und Kaltstart-Zuschläge) und die Emissionen aus Aufwirbelung und Abrieb zusammengerechnet.

Gemäß der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV werden für Partikel PM_{10} und $PM_{2,5}$ separate Emissions- und Ausbreitungsrechnungen durchgeführt. Die Abgas-Partikel fallen dabei zu 100 % in die Kategorie $PM_{2,5}$.

5.1.5 Verkehrsstärken und Schwerverkehr-Anteil

Für das Untersuchungsgebiet wurden Verkehrsstärken übermittelt, die für das Bezugsjahr 2024 zu verwenden sind /11/. Sie enthalten als Prognoseverkehrsbelastungen die durch den B-Plan neu hinzukommenden Quell- und Zielverkehr. Die neu hinzukommenden Quell- und Zielverkehr erhöhen die Verkehrsmengen im Kreuzungsbereich Bramfelder Chaussee / Fabriciusstraße, der für die höchsten Immissionen maßgeblich ist, nur geringfügig. Es werdend daher sowohl für die Null- als auch die Planvariante die Prognoseverkehrsbelastungen einschließlich des durch den B-Plan neu hinzukommenden Quell- und Zielverkehrs herangezogen.

Für den Abschnitt südlich der Einmündung Fabriciusstraße der Bramfelder Chaussee liegen die Prognoseverkehrsbelastungen nicht als DTV vor. Diese Kenngröße wird aus den Knotenausweisungen der Verkehrsuntersuchung /11/ abgeleitet. Bezogen auf die Summenwerte für Morgenspitze und Nachmittagspitze beträgt das Verhältnis der südlich des Knotenpunkts prognostizierten Fahrzeuge zu denen nördlich des Knotenpunkts 1,144. Den Berechnungen wird also ein DTV-Kennwert von 36.000 zugrunde gelegt. Der Schwerverkehr-Anteil (SV) wird gleichermaßen mit 3,5 % angesetzt.

Tabelle 4: Verkehrsstärken und Schwerverkehr-Anteil (Planvariante)

Querschnitt	DTV [Kfz / 24 h]	SV-Anteil	PKW [Pkw / 24 h]	SV [Fz / 24 h]	Herkunft
Q1	1.430	1,7 %	1.404	25	/11/
Q2	31.470	3,5 %	30.367	1.107	/11/
Q3	8.910	2,1 %	8.720	187	/11/
Q4	8.030	1,1 %	7.939	87	/11/
Q5	36.000	3,5 %	34.740	1.260	siehe Text
Q6	2.112	2,1 %	2.067	44	siehe Text

Für die Heinrich-Helbing-Straße liegen die Prognoseverkehrsbelastungen ebenfalls nicht als DTV vor. Diese Kenngröße wird aus den Knotenausweisungen der Verkehrsuntersuchung /11/ abgeleitet. Bezogen auf die Summenwerte für Morgenspitze und Nachmittagsspitze beträgt das Verhältnis der für die Heinrich-Helbing-Straße prognostizierten Fahrzeuge zu denen des Querschnitts Q3 0,237. Den Berechnungen wird also ein DTV-Kennwert von 2,112 zugrunde gelegt. Der SV-Anteil wird als Ansatz zur sicheren Seite mit 3,5 % vom Querschnitts Q3 übernommen.

Die resultierenden prognostizierten durchschnittlichen täglichen Verkehrsmengen (DTV) und die Anteile des Schwerverkehrs (Lkw), umgesetzt auf die einzelnen Straßenabschnitte und Linienquellen, sind in Anlage 5 zu entnehmen. Die Lage der Straßenabschnitte geht aus Anlage 4 hervor.

Abbildung 3: Querschnitte



5.2 Ausbreitungsrechnung

Die Ergebnisse von Ausbreitungsrechnungen stellen den Mittelwert einer Konzentration über ein bestimmtes Volumen dar. Diese Volumenelemente werden durch das Rechengitter der Ausbreitungsrechnung beschrieben.

5.2.1 Beurteilungsgebiet und Rechengebiet

Mit einem fast 600 m langen Streckenabschnitt der Bramfelder Chaussee vom Hellbrookkamp im Norden bis zur Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt im Süden und über 200 m breiten Streifen beiderseits der Bramfelder Chaussee beinhaltet das für die Windfeld- und Ausbreitungsrechnung verwendete Rechengitter (in Tabelle 5) alle für das Plangebiet relevanten Gebäudestrukturen und verkehrsbezogenen Emissionsquellen.

Tabelle 5: Lage und Ausdehnung des Rechengitters

Koordinate Rechtswert UTM 32N SW-Ecke	Koordinate Hochwert Gauß-Krüger SW-Ecke	Ausdehnung in Ost-West-Richtung	Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung	Ausdehnung über Grund
569845	59.38850	440 m	590 m	100 m

Der Bereich mit höchsten Verkehrsemissionen und daraus resultierenden Immissionen liegt im Kreuzungsbereich Bramfelder Chaussee / Fabriciusstraße. Dementsprechend besteht die höchste Betroffenheit im Plangebiet in beiden Varianten an den Fassaden zur Bramfelder Chaussee der nördlich des Kreuzungsbereichs gelegenen Gebäude.

Für eine stetige Auflösung dieser Gebäudefassaden wurde das Gitter gegen Nord um 34° gedreht.

Auf einer Breite (in Ost-West-Richtung) von 84 m und einer Länge (in Nord-Süd-Richtung) von 75 m wurde im Bereich der höchsten Immissionen eine Gitterweite von 1,0 m in Längsrichtung und 1,0 m in der Breite gewählt. Das Ausbreitungsmodell MISKAM erlaubt die „Streckung“ der Gitterweiten. Die Gitterweite kann von einer Gitter-Zeile zur nächsten maximal um den Faktor 1,2 abweichen. Rund um den vorgenannten Kernbereich folgte in Ost-West-Richtung die Aufweitung auf zunächst 2 m und auf 7 m im äußeren Bereich. Tabelle 6 fasst die Bereiche unterschiedlicher Gitterweiten zusammen.

Tabelle 6: Gitterweite unterschiedlicher Gitterbereiche

Zone	Abstand vom Rand in m	Abstand vom Rand in m	Variabel	Gitterweite in m
x-Richtung (Ost-West)				
1	0	90	Ja	2,0 bis 7,0
2	90	176	Ja	1,0 bis 2,0
3	176	260	Nein	1,0
4	260	350	Ja	1,0 bis 2,0
5	350	400	Ja	2,0 bis 7,0
y-Richtung (Nord-Süd)				
1	0	42	Ja	2,0 bis 4,0
2	42	155	Ja	1,0 bis 2,0
3	155	230	Nein	1,0
4	230	330	Ja	1,0 bis 2,0
5	330	590	Ja	2,0 bis 4,0
z-Richtung				
1	0	23	nein	1,0
2	23	42	Ja	1,0 – 3,0
3	42	100	Ja	3,0 - 10

Die vertikale Ausdehnung einer Gitterzelle wurde bis zu einer Höhe von 23 m konstant mit 1,0 m angesetzt, danach erhöht sich die Gitterweite jeweils um den Faktor 1,2 bis auf 3,0 m und bleibt dann bis zu einer Höhe von 42 m konstant. Darüber erhöht sich die Gitterweite bis auf 10,0 m und bleibt dann bis zur Oberkante des Berechnungsraumes von 100 m konstant. Diese Einteilung führt zu einer ausreichenden vertikalen Auflösung aller Gebäude. Der sogenannten Verbauungsgrad beträgt weniger als 10 % und erfüllt die Anforderung an die Berechnungen mit MISKAM.

Der Aufbau des horizontalen Gitters und der so aufgelösten Gebäudestrukturen ist in der Anlage 2 dargestellt.

5.2.2 Quellmodellierung

Die Verkehrsquellen wurden als Linienquellen modelliert. Das Programm verteilt die vorgegebenen Emissionen eines Stoffes auf einem Streckenabschnitt gleichmäßig auf die gesamte zuvor definierte Fahrbahnbreite als linienhafte Flächenquelle. Dies erfolgt individuell für jeden Streckenabschnitt im Rechengebiet anhand der zuvor berechneten Emissionsstärken.

Grundsätzlich werden die Fahrspuren pauschal mit einer (emissionsrelevanten) Breite von 3 m berücksichtigt. Der Straßenraum der Straße Unnenland bietet aufgrund der Verkehrsführung faktisch lediglich eine Fahrspurbreite. Heinrich-Helbing-Straße und Fabriciusstraße werden zweispurig befahren. Die Bramfelder Chaussee weist durchgängig vier Fahrspuren auf. Die Aufstellungsspur für Linksabbieger in die Fabriciusstraße wird als separate Emissionsfläche berücksichtigt.

Die vertikale Ausdehnung der Quellen wurde zur Berücksichtigung der verkehrserzeugten Turbulenz pauschal mit 1,5 m festgelegt. Der untere Rand wird bestimmt durch die Bodenrauigkeit im Berechnungsgebiet, die 0,25 m beträgt.

5.2.3 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen

In dieser Untersuchung wurde der Einfluss der Gebäude durch dreidimensionale Windfeldberechnungen berücksichtigt. MISKAM wurde speziell für die Vorhersage zu erwartender verkehrsbedingter Immissionen (Straßenbau, Stadtplanung) entwickelt, es trägt gerade denjenigen physikalischen Prozessen Rechnung, die in der unmittelbaren Umgebung von Gebäuden Einfluss auf den Schadstofftransport ausüben. Diese durch die Gebäude beeinflussten Windfelder wurden dann in der Berechnung der Schadstoffausbreitung genutzt.

Das Berechnungsgebiet umfasst die Bramfelder Chaussee vom Hellbrookkamp im Norden bis zur Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt im Süden. Beiderseits der Bramfelder Chaussee wird die Bebauung in einem über 200 m breiten Streifen in die Berechnungen einbezogen. Damit sind auch mindestens zwei Gebäudezeilen nordwestlich der Fabriciusstraße berücksichtigt. Die im Rechengebiet umgesetzten Gebäudestrukturen sind in der Anlage 2 dargestellt.

Innerhalb des Berechnungsgebietes mit den eingestellten Baukörpern wurde die Bodenrauigkeit mit 0,25 m (unter Berücksichtigung des Bewuchses), die Wandrauigkeit mit 1 cm und die Dachrauigkeit mit 5 cm angesetzt. Diese Ansätze erfüllen die Programmanforderungen von MISKAM.

Die Verdrängungshöhe aller weiteren Gebäude im Umfeld und von Bewuchs wird über die Rauigkeitslänge des Anströmprofils berücksichtigt. Diese Kenngröße wurde aus dem Landbedeckungsmodell Deutschland abgeleitet und beträgt im vorliegenden Fall 1,0 m

Die Gebäudehöhen wurden aus den Plänen sowie einer Ortsbesichtigung am 11.04.2022 aufgenommen sowie aus Satellitendaten ermittelt und nach fachlichen Gesichtspunkten des Ausbreitungsmodells für die Modellierung als Quader bewertet. Die Bauvorhaben der Planvariante wurden als Baukörper mit den in Abbildung 2 eingetragenen Vollgeschossen berücksichtigt. Ein Vollgeschoss wurde dabei mit jeweils 3 m kalkuliert.

Die Anlage 1 zeigt eine dreidimensionale Ansicht der Gebäude. Eine Darstellung der entsprechend der Gitterstruktur aufgelösten Gebäudestrukturen ist Anlage 2 dargestellt.

5.2.4 NO-NO₂-Umwandlung

Der Grad der Umwandlung ist von der Ausbreitungsklasse und der Reisezeit der Stickoxide und damit von der Entfernung zwischen Beurteilungspunkt und Emissionsquelle abhängig. Im Modell MISKAM wird die Ausbreitung der Stickoxide ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) berechnet und anschließend für jeden Punkt des Rechengitters die Umwandlung von NO in NO₂ mit dem statistischen Konversionsmodell gemäß Romberg et al. /12/ bestimmt.

Alternativ liegen auch Konversionsmodelle nach Düring (2011) und Bächlin (2008) vor. In einer Untersuchung zur „Verbesserung der NO₂-Immissionsmodellierung mit HBFA4.1“ im Auftrag des Umweltbundesamtes /13/ wurde der Einfluss der genannten Konversionsmodelle vergleichend an langjährigen Messwerten gespiegelt. Dabei ergab für zwei von drei untersuchten Kalenderjahren das

Chemiemodell nach Düring eine deutliche Überschätzung der NO₂-Messwerte. Auch die statistischen Konversionsmodelle nach Romberg und Bächlin zeigten NO₂-Überschätzungen der Gesamtbelastung, die aber geringer waren als mit dem Chemiemodell nach Düring. Mit dem verwendeten statistischen Konversionsmodell wird also die NO₂-Belastung nicht unterschätzt.

5.2.5 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Kenngrößen der Belastung durch die betrachteten Luftschadstoffe ist eine stündliche Jahreszeitreihe von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse erforderlich. Hier wurden die Daten der Zeitreihe der Station Hamburg-Fuhlsbüttel des Deutschen Wetterdienstes (DWD) des Kalenderjahres 2016 verwendet. Die IfU GmbH hat in unserem Auftrag den Zeitraum vom 09.07.2007 bis zum 07.05.2018 untersucht und das Kalenderjahr 2016 als zeitlich repräsentativ ermittelt /14/.

Zur Veranschaulichung der meteorologischen Daten sind in Anlage 7 die Windrose der Windrichtungshäufigkeit und -stärke an der Station für das ausgewählte Jahr dargestellt.

Tabelle 7: Parameter der meteorologischen Daten

Parameter	Meteorologische Daten
Stationsname	Hamburg-Fuhlsbüttel
Art der Daten	Zeitreihe der Ausbreitungsklassen (akt)
Zeitraum	01.01. – 31.12.2016
Berücksichtigung von lokalen Windsystemen (Kaltluft)	Nicht erforderlich

6 Ergebnisse und Bewertung

Die Immissions-Gesamtbelastung setzt sich zusammen aus der städtischen Hintergrundbelastung und den Immissionsbeiträgen der Straßen im lokalen Umfeld des Plangebiets (Immissionsprognose). Die Immissionen werden anhand der Immissionsgrenzwerte gemäß 39. BImSchV /1 / bewertet.

Die Ergebnisse beziehen sich auf die Höhenschicht 1,0 bis 2,0 m über Grund, deren Mitte somit auf 1,5 m über Grund liegt. Die Immissionskonzentrationen in den höheren Schichten liegen unterhalb der für die ausgewiesene Höhenschicht ermittelten Werte.

Immissionsort	Bereich	Beurteilungsrelevante Grenzwerte
Nutzungen im Plangebiet	Ständiger Aufenthalt von Menschen möglich	<ul style="list-style-type: none"> Jahresmittelwerte PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ Überschreitungen von Tagesmittelwerten PM₁₀ Überschreitungen von Stundenmittelwerten NO₂

6.1.1 Hintergrundbelastung

Die städtische Hintergrundbelastung – ohne den lokalen Verkehrseinfluss - setzt sich zusammen aus den Immissionen aus Industrie, Hausbrand sowie weiter entfernt liegenden Straßen aus dem städtischen Umfeld des Plangebiets. In unmittelbarer Nähe des Plangebiets befinden sich keine Luftqualitätsmessstellen, die eine Hintergrundbelastung für das Plangebiet wiedergeben könnten. Für die Berechnung der Gesamtbelastung muss daher eine repräsentative Hintergrundbelastung für das Plangebiet im Bezugsjahr bestimmt werden.

Aus dem Hamburger Luftmessnetzes liegen langjährige Messreihen bis zum Jahr 2021 vor. Das Referat Luftreinhaltung der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA) empfiehlt für Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} auf Grund der relativ homogenen Verteilung der Hintergrundbelastung zur besseren statistischen Absicherung eine Mittelwertbildung der letzten fünf Jahre über alle Hintergrundmessstationen des Hamburger Luftmessnetzes. Die folgende Tabelle 9 zeigt die Jahresmittelwerte und die resultierenden Mittelwerte Partikel PM₁₀ der Messstationen, an denen dieser Parameter gemessen wird. Der Tabelle 8 sind die entsprechenden Werte für Partikel PM_{2,5} zu entnehmen.

Tabelle 8: Mess- und Mittelwerte der Hamburger Hintergrundstationen für Partikel PM_{2,5}

Partikel PM _{2,5}	2017	2018	2019	2020	2021	Mittelwerte 2016-2020	
Sternschanze	12	12	11	9	10	10,8	11,2
Veddel	12	13	12	9	11	11,4	
Wilhelmsburg	14	12	11	10	10	11,4	

Tabelle 9: Mess- und Mittelwerte der Hamburger Hintergrundstationen für Partikel PM₁₀

Partikel PM ₁₀	2017	2018	2019	2020	2021	Mittelwerte 2016-2020	
Altona Elbhang	19	21	18	16	15	17,8	17,6
Billbrook	16	21	19	15	14	17,0	
Hafen / Kleiner Grasbrook	20	21	18	18	18	19,0	
Sternschanze	17	19	17	15	16	16,8	
Veddel	18	21	20	16	16	18,2	
Wilhelmsburg	17	20	18	15	14	16,8	

Bezüglich der NO₂-Hintergrundbelastung verweist BUKEA auf den Entwurf der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg vom März 2022 und den zu Grunde liegenden Kurzbericht des Immissionsgutachtens /15/. Im Kurzbericht ist die prognostizierte NO₂-Hintergrundbelastung für das Jahr 2022 dargestellt und in Bramfeld mit 12 bis 18 µg/m³ abgebildet. BUKEA empfiehlt für Bramfeld konservativ einen Wert von **18 µg/m³** für die NO₂-Hintergrundbelastung für das Jahr 2022 anzusetzen und die konstante Übernahme dieses Mittelwertes für die Folgejahre als konservative Abschätzung.

6.1.2 Immissionsbeiträge der Straßen im lokalen Umfeld

Die Immissionsbeiträge der Straßen sind das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung. Sie sind mit den Jahresmittelwerten der Hintergrundbelastung zur Gesamtbelastung zu überlagern.

Den Berechnungen liegen mehrere Annahmen zur sicheren Seite zugrunde, die die tatsächlich zu erwartenden Immissionen überschätzen:

- Anteil der leichten Nutzfahrzeuge an der Fahrzeugkategorie Pkw von 20 %
- Fahrmuster Stop&Go2 ganztägig für alle Fahrzeuge auf 20 m vor den Einmündungen (Unnenland und Heinrich-Helbing-Straße) bzw. 30 m bzw. 50 m vor den Haltelinien der LSA
- Fahrmuster Stop&Go2 zweitweise auf weiteren 30 bis 50 m langen Abschnitten vor den Haltelinien der LSA
- Fahrmuster Stop&Go2 ganztägig für alle Fahrzeuge auf 50 m nach den Haltelinien der LSA zur Berücksichtigung des erhöhten Beschleunigung-Anteils
- Ansatz der werktäglichen Tagesganglinien an 7 Tagen in der Woche

Für die Belange der Bauleitplanung ist auf die Gesamtbelastung abzustellen. Daher werden die Immissionsbeiträge des Straßenverkehrs nicht separat ausgewiesen.

Im Folgenden werden daher die berechneten Immissionen der Gesamtbelastung im Bereich des Bauvorhabens diskutiert und bewertet. Die höchsten Immissionen treten in beiden Varianten an den Fassaden zur Bramfelder Chaussee der nördlich des Kreuzungsbereichs nächstgelegenen Gebäude auf. Dies ist angesichts der nahen Lage zum Kreuzungsbereich und der Verkehrsbelastung plausibel.

6.1.3 Gesamtbelastung Jahresmittelwert in der Nullvariante

Stickstoffdioxid (NO₂)

Die räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung für die Nullvariante ist in Anlage 8 dargestellt.

Die höchste NO₂-Belastung beträgt an der Fassade zur Bramfelder Chaussee des nördlich des Kreuzungsbereichs nächstgelegenen Gebäudes (Bramfelder Chaussee 9) 25,9 µg/m³. Der Grenzwert der 39. BImSchV für NO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Jahresmittelwert) von 40 µg/m³ wird hier – und damit im gesamten Planbereich - sicher eingehalten.

Partikel der Größenklasse PM₁₀

Die räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung für die Nullvariante ist in der Anlage 9 dargestellt. Die Berechnungen ergeben an der oben genannten Gebäudefassade höchste PM₁₀-Jahresmittelwerte von 19,8 µg/m³.

Der Grenzwert der 39. BImSchV für PM₁₀ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Jahresmittelwert) von 40 µg/m³ wird hier – und damit im gesamten Planbereich - sicher eingehalten.

Partikel der Größenklasse PM_{2,5}

Die räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung für die Nullvariante ist in der Anlage 10 für Feinstaub Partikel PM_{2,5} dargestellt. Die Berechnungen ergeben an der oben genannten Gebäudefassade höchste PM_{2,5}-Jahresmittelwerte von 11,9 µg/m³.

Der Grenzwert der 39. BImSchV für PM_{2,5} zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Jahresmittelwert) von 25 µg/m³ wird hier – und damit im gesamten Planbereich - sicher eingehalten.

6.1.4 Gesamtbelastung Jahresmittelwert in der Planvariante

Stickstoffdioxid (NO₂)

Die räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung für die Planvariante ist in Anlage 13 dargestellt.

Die höchste NO₂-Belastung beträgt an der Fassade zur Bramfelder Chaussee des nördlich des Kreuzungsbereichs nächstgelegenen Baukörpers 27,0 µg/m³. Der Grenzwert der 39. BImSchV für NO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Jahresmittelwert) von 40 µg/m³ wird hier – und damit im gesamten Planbereich - sicher eingehalten.

Partikel der Größenklasse PM₁₀

Die räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung für die Planvariante ist in der Anlage 14 dargestellt. Die Berechnungen ergeben an der oben genannten Gebäudefassade höchste PM₁₀-Jahresmittelwerte von 20,2 µg/m³.

Der Grenzwert der 39. BImSchV für PM₁₀ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Jahresmittelwert) von 40 µg/m³ wird hier – und damit im gesamten Planbereich - sicher eingehalten.

Partikel der Größenklasse PM_{2,5}

Die räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung für die Planvariante ist in der Anlage 15 für Feinstaub Partikel PM_{2,5} dargestellt. Die Berechnungen ergeben an der oben genannten Gebäudefassade höchste PM_{2,5}-Jahresmittelwerte von 12,1 µg/m³.

Der Grenzwert der 39. BImSchV für PM_{2,5} zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Jahresmittelwert) von 25 µg/m³ wird hier – und damit im gesamten Planbereich - sicher eingehalten.

6.1.5 Anforderungen an Tages- und Stundenmittelwerte

Immissions-Tagesmittelwert für PM₁₀

Für die Beurteilung der Immissions-Tagesmittelwerte mit 35 zulässigen Überschreitungen von

50 µg/m³ wäre eine genaue Überlagerung aller 365 Tagesmittelwerte der berechneten Immissionsbeiträge und der städtischen Hintergrundbelastung erforderlich. Diese Vorgehensweise ist bei Berechnungen der Zusatzbelastung mit MISKAM nicht möglich, da keine Tagesmittelwerte bestimmt werden.

Für die Zahl der Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ hat sich in den Messnetzen der Länder /16/ über die Jahre eine gut gesicherte statistische Abhängigkeit der Überschreitungen der Tagesmittelwerte von 50 µg/m³ vom gemessenen Jahresmittelwert gezeigt (siehe Abbildung 4). /16/. Diese Erfahrung ist Grundlage für die Festlegung in der Neufassung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) /17/. Danach gilt bei Jahresmittelwerten unter 28 µg/m³ der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten.

Für den am höchsten belasteten Bereich wurde in der Nullvariante ein höchster Jahresmittelwert von 19,8 µg/m³ und ein in Planvariante ein entsprechender Jahresmittelwert von 20,2 µg/m³ ermittelt. Damit ist eine unzulässige Anzahl von mehr 35 Überschreitungen des Tagesmittelwertes (50 µg/m³) gemäß 39. BImSchV nicht zu befürchten.

Immissions-Stundenwerte für NO₂

Für die Immissions-Stundenwerte für NO₂ ist eine Überlagerung der berechneten Immissionsbeiträge und der städtischen Hintergrundbelastung bei Berechnungen mit MISKAM nicht möglich, da keine Zeitreihe der Stundenmittelwerte berechnet wird.

Der Zusammenhang zwischen Jahresmittelwert und Stundenmittelwert ist im Vergleich zum Tagesmittelwert zwar mit größeren Unsicherheiten behaftet. Ein Vergleich mit den Verkehrsmessstationen der Länder zeigt jedoch, dass bei gemessenen Jahresmittelwerten von mehr als 50 µg/m³ die zulässige Überschreitungshäufigkeit gemäß 39. BImSchV noch eingehalten wird und mehr als 18 Überschreitungen eines Immissionsstundenwertes von 200 µg/m³ erst ab Immissionsjahreswerten von über 60 µg/m³ auftreten. Die folgende Abbildung 5 zeigt zur Veranschaulichung Auswertungen des Hamburger Luftmessnetzes für die Jahre 2001 bis 2009.

Bei höchsten NO₂-Jahresmittelwerten von 25,9 µg/m³ (Nullvariante) und 27,0 µg/m³ (Planvariante) sind im Plan-Bereich keine Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeitgrenzwertes zu erwarten.

Tabelle 10: Ergebnisse im Bereich der höchsten Gesamtbelastung, Nullvariante

Parameter	Jahresmittelwert (JMW)	Grenzwert	Anteil am Grenzwert	Kurzzeitgrenzwert	Überschreitung des Grenzwerts / der zulässigen Häufigkeit	
					JMW	Kurzzeitwert
	µg/m ³	µg/m ³				
NO₂	25,9	40	65 %	18 h > 200 µg/m ³	nein	nein
PM₁₀	19,8	40	50 %	35 d > 50 µg/m ³	nein	nein
PM_{2,5}	11,9	25	48 %	entfällt	entfällt	entfällt

Tabelle 11: Ergebnisse im Bereich der höchsten Gesamtbelastung, Planvariante

Parameter	Jahresmittelwert (JMW)	Grenzwert	Anteil am Grenzwert	Kurzzeitgrenzwert	Überschreitung des Grenzwerts / der zulässigen Häufigkeit	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	JMW
NO ₂	27,0	40	68 %	18 h > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	nein	nein
PM ₁₀	20,2	40	50 %	35 d > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	nein	nein
PM _{2,5}	12,1	25	48 %	entfällt	entfällt	entfällt

Abbildung 4: Anzahl der Tage mit mehr als 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM₁₀ im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM₁₀-Jahresmittelwert

Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen, zitiert aus /18/

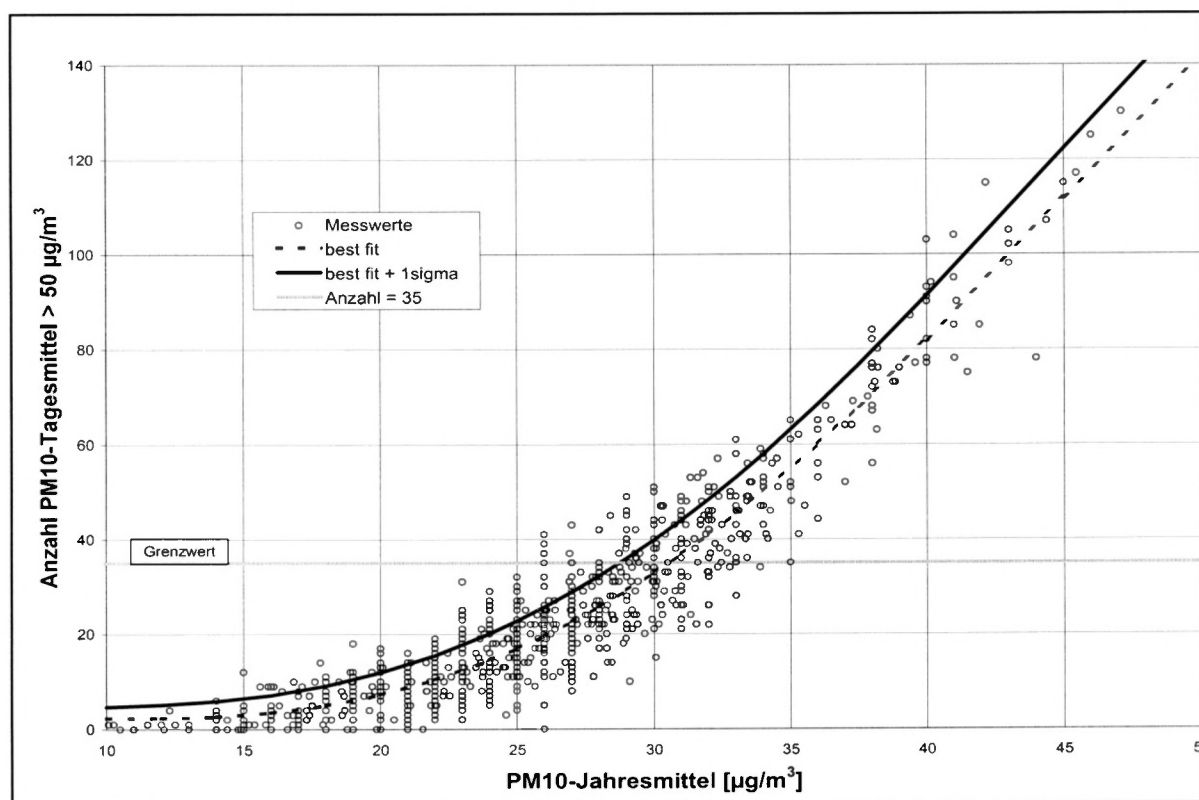
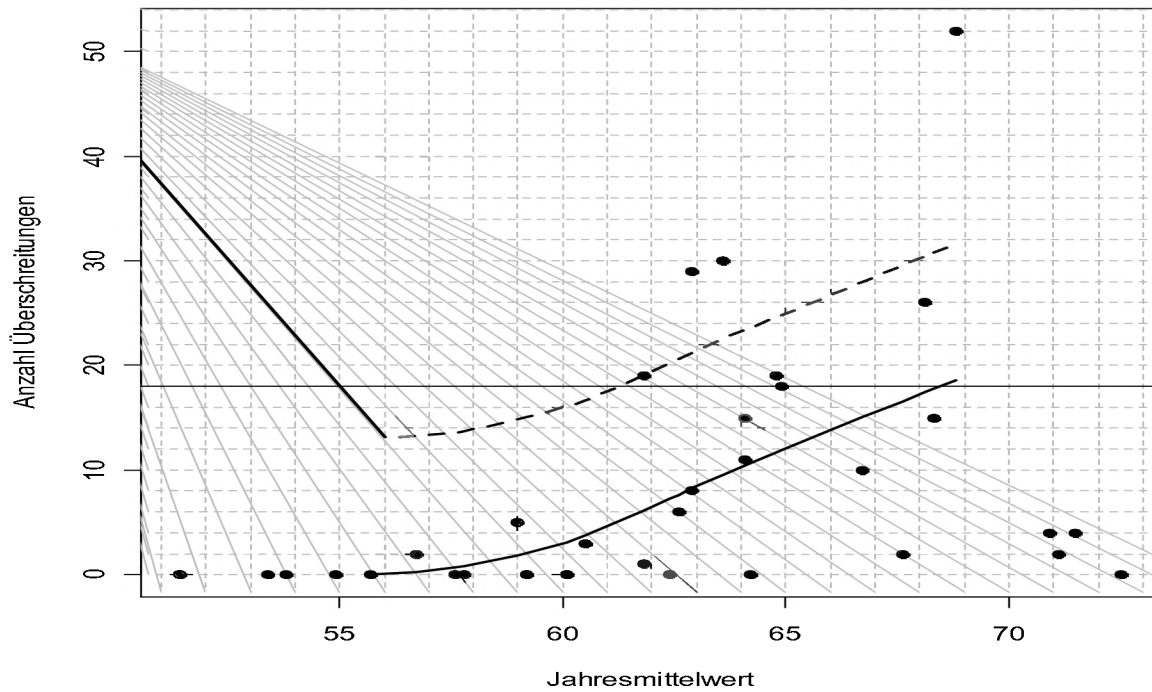


Abbildung 5: Anzahl der Immissionsstundenwerte > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Überschreitungen) in Abhängigkeit vom Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Verkehrsstationen des Hamburger Luftmessnetzes +
Durchgezogene Linie: lokal gewichtete Regression - gestrichelte Linie: Regression + Standardabweichung

7 Quellenverzeichnis

- /1/ 39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), geänd. d. VO v. 31.08.2015 (BGBl. I S. 1474); d. Art. 1 d. VO v. 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244). Zuletzt geändert Art. 112 V v. 19.6.2020 I 1328!

- /2/ Freie und Hansestadt Hamburg
Strategische Verkehrsplanung
Verkehrszahlen für die A270 im Untersuchungsgebiet beim Prognosehorizont 2030
Mail [REDACTED] 15.07.2020

- /3/ Richtlinie VDI 3783, Blatt 14
Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung - Kraftfahrzeugbedingte Immissionen
August 2013

- /4/ INFRAS AG, CH-3007 Bern (2017):
HBEFA Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.22, Bern

- /5/ Richtlinie VDI 3783, Blatt 9 (2017)
Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle – Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung, Düsseldorf: Beuth-Verlag

- /6/ WHO air quality guidelines – global update 2005.
Report on a Working Group Meeting, Bonn, Germany, 18–20 October 2005. World Health Organization, Copenhagen, Denmark

- /7/ Freie und Hansestadt Hamburg / IVU Umwelt GmbH
Berechnung von Netzkapazitäten für die Ableitung von Verkehrszuständen nach HBEFA 3.2 für die Freie und Hansestadt Hamburg, 2016

- /8/ Richtlinie VDI 3782, Blatt 7
Umweltmeteorologie, Kfz-Emissionsbestimmung, Luftbeimengungen, Mai 2020

- /9/ BaSt (2005)
PM10-Emissionen an Außerortsstraßen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.

- /10/ CORINAIR (2013)
EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook - 1.A.3.b.vii Road surface wear
EEA (European Environment Agency)

- /11/ Masuch + Olbrisch Ingenieurgesellschaft für das Bauwesen mbH
Bramfeld 73 - Verkehrsuntersuchung für das Bauleitverfahren
Projekt-Nr.: A21.101 Bericht vom 30.09.2022

Sowie: Darstellung der Verkehrsstärken an ausgewählten Straßenquerschnitten,
übersandt per Email am 27.09.2022

- /12/ Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- /13/ Umweltbundesamt (Hrsg.)
Verbesserung der NO₂-Immissionsmodellierung mit HBEFA4.1, Texte 118/2021
von Düring/Schmidt/Modenhauer, Lohmeyer GmbH, 2011
- /14/ IfU GmbH (2018)
Bestimmung eines repräsentativen Jahres nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbrei-
tungsrechnungen nach TA Luft; Bericht Nr. AKJ.20180704 vom 25.07.2018
- /15/ Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft
(BUKEA), Referat Luftreinhaltung
- Entwurf der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg (Teil 1) (März 2022)
- Immissionsgutachten für die 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Hamburg –
Kurzbericht der Lohmeyer GmbH, Februar 2022
- /16/ Bundesanstalt für Straßenwesen (bast)
Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V125: „PM10-Emissionen an Außerorts-
straßen“, 2005
- /17/ TA Luft (Fassung 2021): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissions-
schutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, TA Luft
vom 18.08.2021
- /18/ Ingenieurbüro Lohmeyer, Screening der Luftschadstoffbelastung in den Hauptverkehrsstra-
ßen der Stadt Hamburg, Juli 2005, Projektnr. 60141-04-01

Untersuchung zur Luftschadstoffbelastung für das Bebauungsplanverfahren Bramfeld 73 in Hamburg-Bramfeld

Anlagen

- Anlage 1: Perspektivische Darstellung des Gebäudemodells
- Anlage 2: Umsetzung in MISKAM: Rechengitter und Gebäude
- Anlage 3: Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2024
- Anlage 4: Straßenabschnitte mit Bezeichnungen
- Anlage 5: Emissionen je Straßenabschnitt in [mg/(m²s]
- Anlage 6: Tagesganglinien des PKW- und LKW-Verkehrs
- Anlage 7: Windrose der Windrichtungshäufigkeit und -stärke an der Station Hamburg-Fuhlsbüttel
- Anlage 8: Gesamtbelastung Jahresmittelwert NO₂ in [µg/m³], Nullvariante
- Anlage 9: Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM₁₀ – in [µg/m³], Nullvariante
- Anlage 10: Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM_{2,5} – in [µg/m³], Nullvariante
- Anlage 11: Gesamtbelastung Jahresmittelwert NO₂ – in [µg/m³], Planvariante
- Anlage 12: Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM₁₀ – in [µg/m³], Planvariante
- Anlage 13: Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM_{2,5} – in [µg/m³], Planvariante

Anlage 1: Perspektivische Darstellung des Gebäudemodells
Ansicht von Südwesten

Oben: Nullvariante



Unten: Planvariante

Plangebiet 



Anlage 2: Umsetzung in MISKAM: Rechengitter und Gebäude

Nullvariante



Planvariante



Anlage 3: Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2024

Emissionsfaktoren für Auspuffemissionen

HBEFA 4.2.2	Neigung	PKW		Leichte Nutzfahrzeuge (LNF)		SV (SNF)	
Einheit		g/ (km·FZ)		g/ (km·FZ)		g/ (km·FZ)	
Verkehrssituation		NO _x	PM _{2,5}	NO _x	PM _{2,5}	NO _x	PM _{2,5}
Agglo/HVS/50/fluessig	0%	0,18367	0,00172	0,38765	0,00737	1,26227	0,01389
Agglo/HVS/50/fluessig	-2%	0,13249	0,00133	0,24571	0,00519	1,94520	0,00913
Agglo/HVS/50/fluessig	+2%	0,24186	0,00217	0,54524	0,00933	1,15578	0,01947
Agglo/HVS/50/gesaettigt	0%	0,27151	0,00244	0,56917	0,01016	2,16844	0,02472
Agglo/HVS/50/gesaettigt	-2%	0,22105	0,00203	0,43441	0,00836	2,12829	0,02072
Agglo/HVS/50/gesaettigt	+2%	0,33864	0,00287	0,74194	0,01251	2,17079	0,02813
Agglo/HVS/50/stop+go2	0%	0,44977	0,00476	0,73070	0,01945	5,03440	0,05760
Agglo/HVS/50/stop+go2	-2%	0,40696	0,00451	0,62100	0,01757	4,80659	0,05080
Agglo/HVS/50/stop+go2	+2%	0,48774	0,00501	0,85340	0,02199	5,02070	0,06559
Agglo/Erschließung/30/fluessig	0%	0,19727	0,00209	0,33217	0,00791	1,69727	0,02055
Agglo/Erschließung/30/fluessig	-2%	0,15347	0,00175	0,21884	0,00622	1,30191	0,01478
Agglo/Erschließung/30/fluessig	+2%	0,25065	0,00247	0,45292	0,00948	1,59260	0,02644
Agglo/Erschließung/30/gesaettigt	0%	0,28759	0,00300	0,48043	0,01098	2,83232	0,02796
Agglo/Erschließung/30/gesaettigt	-2%	0,24475	0,00271	0,37530	0,00976	2,82915	0,02293
Agglo/Erschließung/30/gesaettigt	+2%	0,34150	0,00330	0,60463	0,01237	2,76378	0,03323
Agglo/Erschließung/30/stop+go2	0%	0,47816	0,00503	0,78444	0,02164	7,09954	0,06547
Agglo/Erschließung/30/stop+go2	-2%	0,45242	0,00480	0,72510	0,02045	7,84330	0,05881
Agglo/Erschließung/30/stop+go2	+2%	0,51383	0,00524	0,90415	0,02368	6,19564	0,07310

Zuschläge für Kaltstart

HBEFA 4.2.2, innerorts, durchschnittliche Standzeit, Umgebungstemperatur und Fahrtweiten		
Einheit	g/Start	g / (km Start) *
NO _x	0,19408	0,02105
PM	0,00521	0,00057

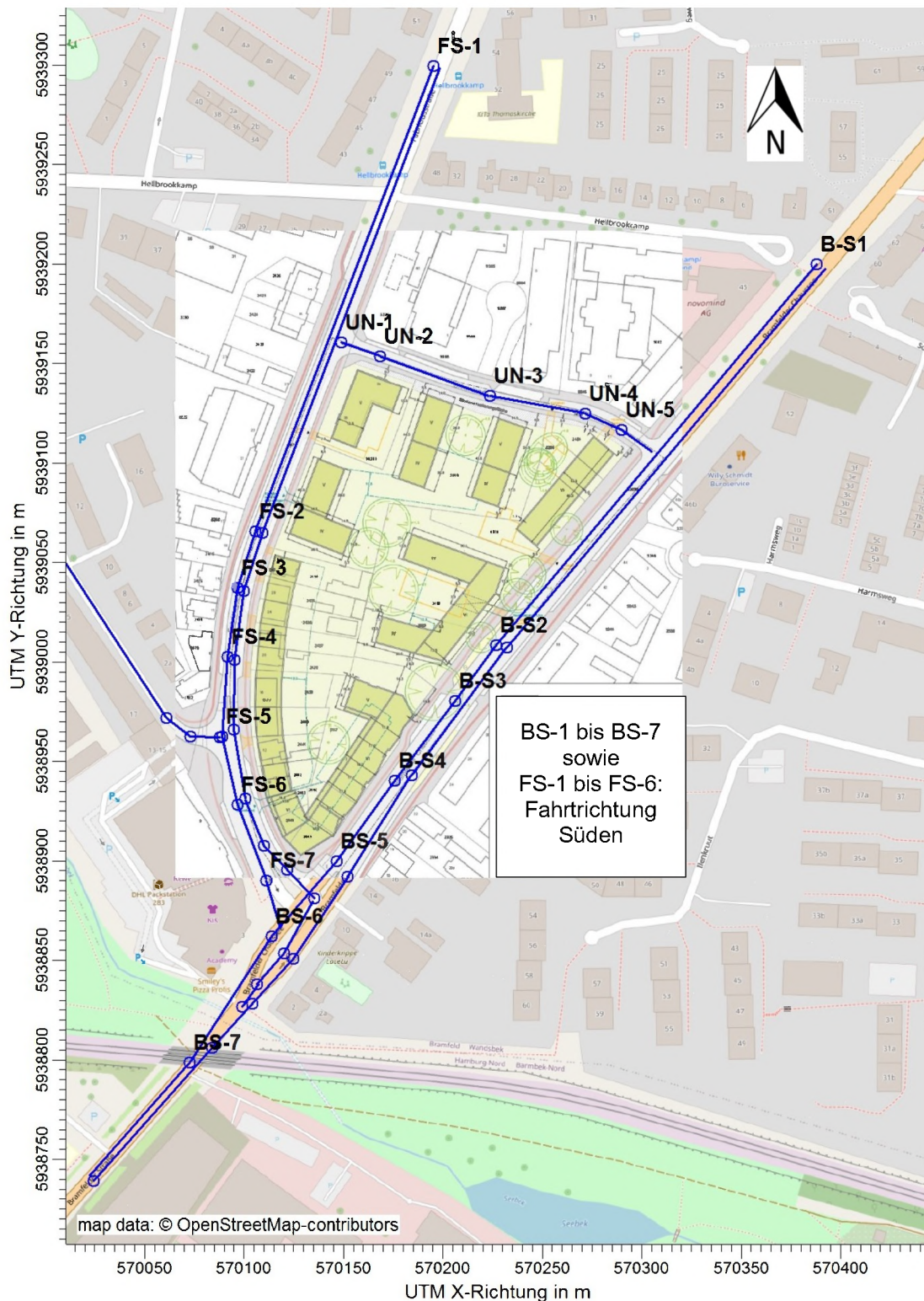
* bezogen auf eine Fahrtlänge von 9,22 km gemäß HBEFA 4.2

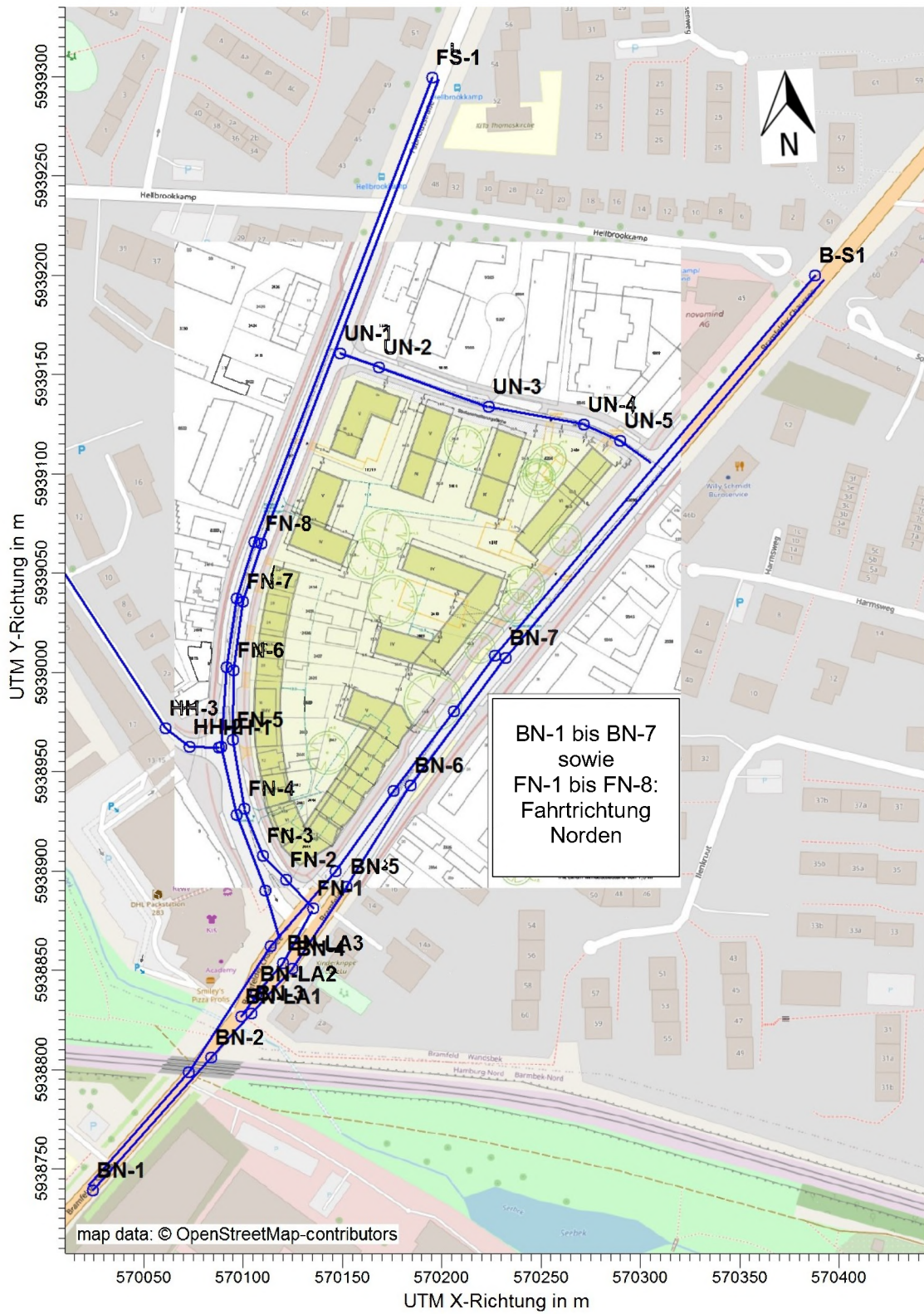
Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb in g/(km*FZ)

HBEFA 4.2.2	PKW		SNF	
Einheit	g/ (km·FZ)		g/ (km·FZ)	
Verkehrssituation	PM₁₀	PM_{2,5}	PM₁₀	PM_{2,5}
Agglo/HVS/50/fluessig	0,026	0,015	0,100	0,068
Agglo/HVS/50/gesaettigt	0,040	0,015	0,700	0,068
Agglo/HVS/50/stop+go2	0,045	0,015	1,200	0,068
Agglo/Erschließung/ 30/fluessig	0,026	0,015	0,280	0,068
Agglo/Erschließung/ 30/gesaettigt	0,045	0,015	1,200	0,068
Agglo/Erschließung/ 30/stop+go2	0,045	0,015	1,200	0,068

Anlage 4: Straßenabschnitte mit Bezeichnungen

Für eine Lesbarkeit der Beschriftungen werden die Bezeichnungen in 2 Abbildungen darstellt. Die Berechnungen erfolgten stets mit den Emissionen aller Abschnitte.



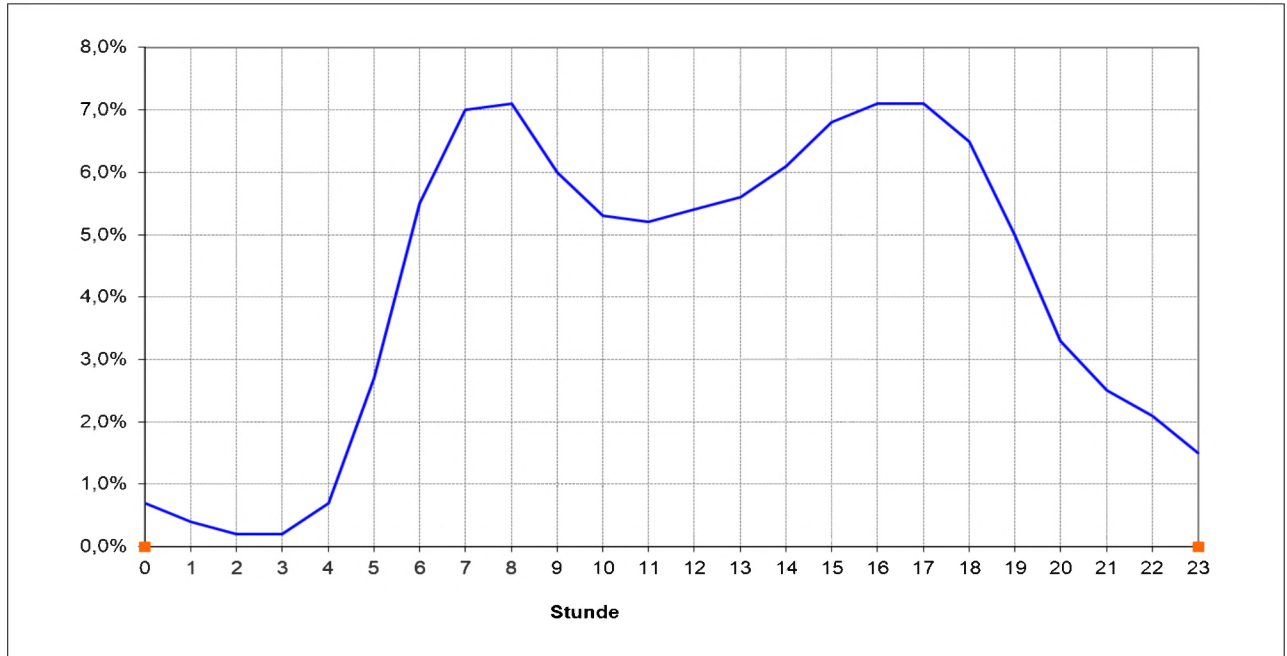


**Anlage 5: Emissionen je Straßenabschnitt in [mg/(m²s)] sowie DTV-Werte
Null- und Planvariante**

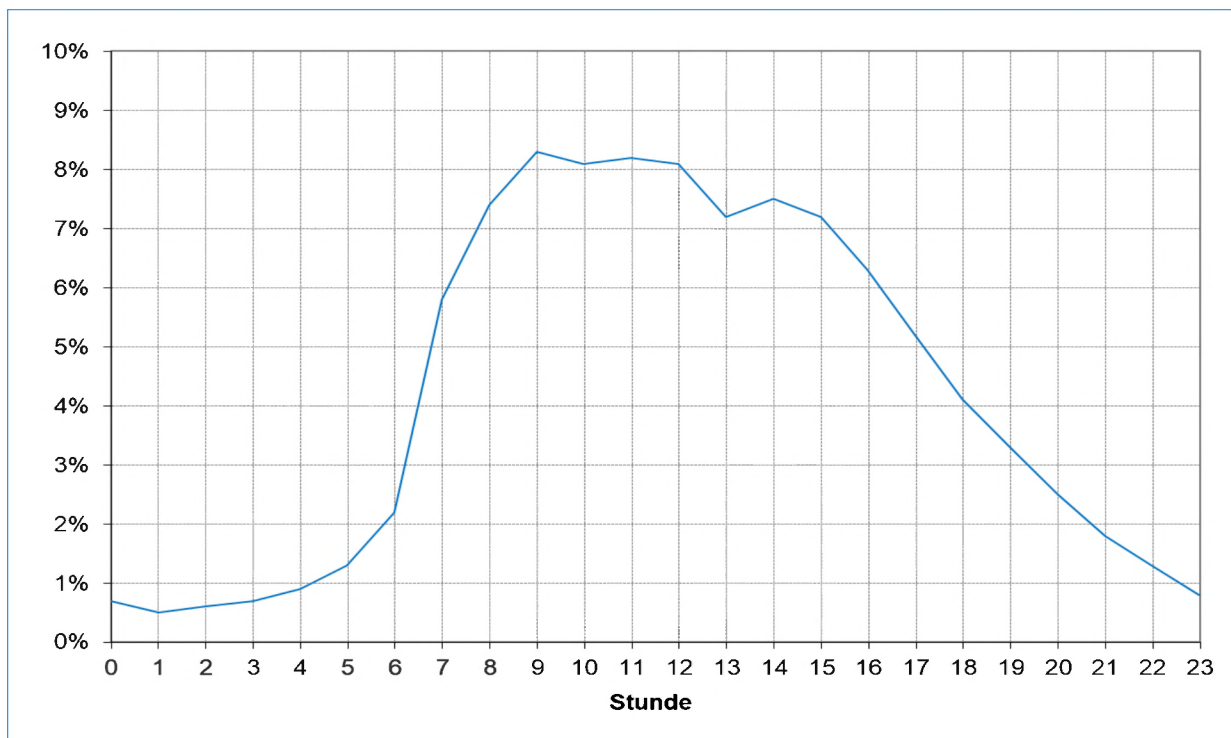
Abschnitt	PM2,5	PM10	NOx	Pkw	SNF
	mg/(ms)	mg/(ms)	mg/(ms)	DTV	DTV
BN-1	0,004474	0,013221	0,079414	17370	630
BN-2	0,004935	0,014867	0,109981	17370	630
BN-3	0,004864	0,017049	0,128133	14817	537
BN-4	0,004693	0,016878	0,118801	14817	537
BN-5	0,003678	0,005816	0,048234	15184	551
BN-6	0,003678	0,005816	0,048234	15184	551
BN-7	0,003678	0,005816	0,048234	15184	551
BN-LA1	0,000726	0,002185	0,016167	2553	93
BN-LA2	0,000838	0,002938	0,022081	2553	93
B-S1	0,003691	0,006077	0,049361	15184	551
B-S2	0,003911	0,011557	0,069421	15184	551
B-S3	0,004188	0,012988	0,084726	15184	551
B-S4	0,004809	0,017297	0,121749	15184	551
BS-5	0,004809	0,017297	0,121749	15184	551
BS-6	0,004305	0,013051	0,066114	17370	630
BS-7	0,004305	0,013051	0,066114	17370	630
BN-LA3	0,000809	0,002909	0,020473	2553	93
FN-1	0,001287	0,004026	0,031193	4360	94
FN-2	0,001055	0,002827	0,018387	4360	94
FN-3	0,001055	0,002827	0,018387	4360	94
FN-4	0,001055	0,002827	0,018387	4360	94
FN-5	0,000959	0,002568	0,016720	3970	84
FN-6	0,000959	0,002568	0,016720	3970	84
FN-7	0,000959	0,002568	0,016720	3970	84
FN-8	0,000959	0,002568	0,016720	3970	84
FS-1	0,000959	0,002568	0,016720	3970	84
FS-2	0,000959	0,002568	0,016720	3970	84
FS-3	0,000959	0,002568	0,016720	3970	84
FS-4	0,000916	0,002257	0,015744	3970	44
FS-5	0,001128	0,003131	0,022204	4360	94
FS-6	0,001287	0,004026	0,031193	4360	94
FS-7	0,001287	0,004026	0,031193	4360	94
HH-1	0,000633	0,001931	0,016752	2067	44
HH-2	0,000524	0,001822	0,009459	2067	44
HH-3	0,000524	0,001822	0,009459	2067	44
UN-1	0,000434	0,001249	0,011555	1405	25
UN-2	0,000360	0,001175	0,007346	1405	25
UN-3	0,000360	0,001175	0,007346	1405	25
UN-4	0,000360	0,001175	0,007346	1405	25
UN-5	0,000434	0,001249	0,011555	1405	25

Anlage 6: Tagesganglinien des PKW- und LKW-Verkehrs

Pkw: Typisierte Tagesganglinie Pkw für die HVS in Hamburg, Dienstag – Donnerstag (Kfz) /7/

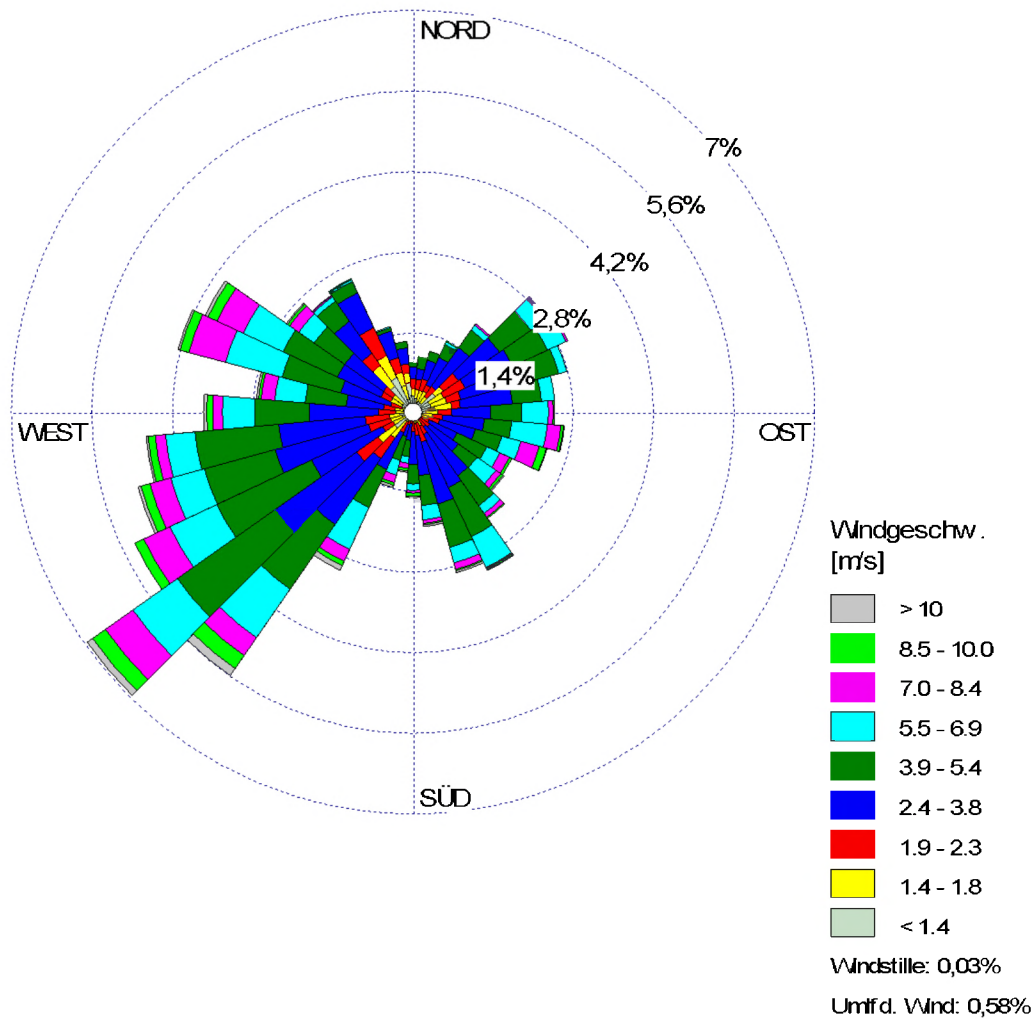


Pkw: Typisierte Tagesganglinie Lkw, Montag – Donnerstag, aus VDI 3782, Blatt 7 (2003)

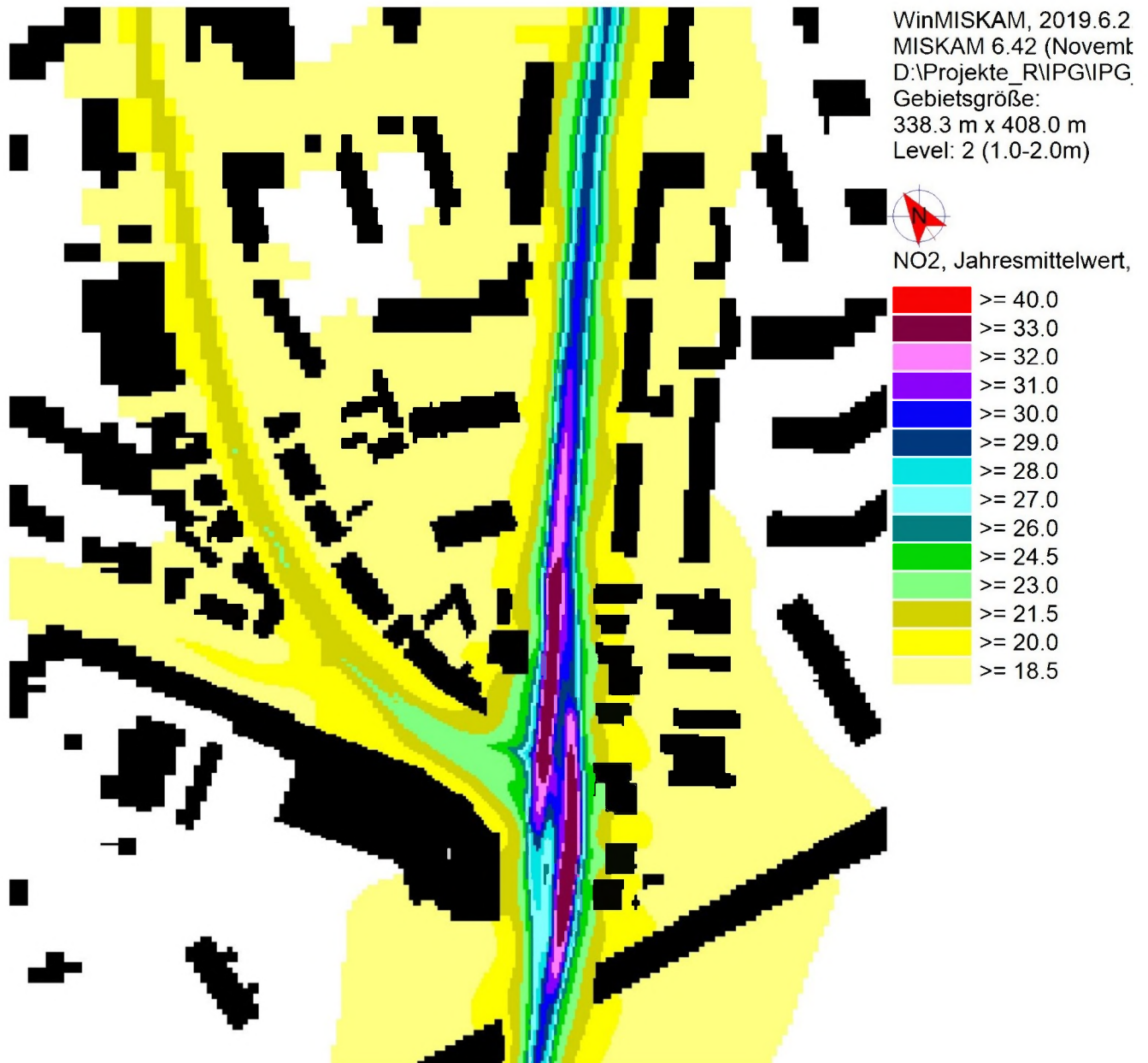


**Anlage 7: Windrose der Windrichtungshäufigkeit und -stärke an der Station
Hamburg-Fuhlsbüttel**

Auswertezeitraum 01.01.- 31.12.2016



Anlage 8: Gesamtbelastung Jahresmittelwert NO₂ in [µg/m³], Nullvariante



Anlage 9: Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM₁₀ – in [µg/m³], Nullvariante



Anlage 10: Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM_{2,5} – in [µg/m³], Nullvariante



Anlage 11: Gesamtbelastung Jahresmittelwert NO₂ – in [µg/m³], Planvariante



Anlage 12: Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM₁₀ – in [µg/m³], Planvariante



Anlage 13: Gesamtbelastung Jahresmittelwert PM_{2,5} – in [µg/m³], Planvariante

