
Luftschadstoffuntersuchung zum Bebauungsplan HafenCity 11 (Baakenhafen) der Freien und Hansestadt Hamburg

Projektnummer: 11207

20. Juli 2012

Im Auftrag von:

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Amt für Landes- und Landschaftsplanung
Alter Steinweg 4
20459 Hamburg

Dieses Gutachten wurde im Rahmen des erteilten Auftrages für das oben genannte Projekt / Objekt erstellt und unterliegt dem Urheberrecht. Jede anderweitige Verwendung, Mitteilung oder Weitergabe an Dritte sowie die Bereitstellung im Internet – sei es vollständig oder auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Urhebers.

LAIRM CONSULT GmbH, Hauptstraße 45, 22941 Hammoor,
Tel.: +49 (4532) 2809-0; Fax: +49 (4532) 2809-15; E-Mail: info@lairm.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass und Aufgabenstellung.....	3
2.	Örtliche Situation	3
3.	Untersuchungsrahmen.....	3
4.	Luftschadstoffquellen	4
4.1.	Verbrennungsmotoren	4
4.2.	Weitere Emissionsquellen.....	5
5.	Beurteilungsgrundlagen.....	5
5.1.	Immissionsgrenzwerte	5
5.2.	Anwendung der 39. BImSchV	9
6.	Verkehrsbelastungen.....	10
7.	Emissionen	11
7.1.	Emissionsfaktoren.....	11
7.1.1.	Kfz-Abgase	11
7.1.2.	Staubaufwirbelung durch den Kfz-Verkehr	12
7.2.	Ermittlung der Emissionen im Untersuchungsgebiet	13
8.	Immissionen	13
8.1.	Berechnungsverfahren.....	13
8.2.	NO-NO ₂ -Konversion.....	14
8.3.	Hintergrundbelastung.....	16
8.4.	Gesamtbelastungen	16
8.4.1.	Allgemeines	16
8.4.2.	Stickstoffdioxid-Belastungen (NO ₂ , Jahresmittelwert).....	17
8.4.3.	Stickstoffdioxid-Belastungen (NO ₂ , Spitzenbelastungen)	18
8.4.4.	Feinstaub(PM ₁₀)-Belastungen (Jahresmittelwert)	20
8.4.5.	Feinstaub(PM ₁₀)-Belastungen (Überschreitungstage)	22
8.4.6.	Feinstaub(PM _{2,5})-Belastungen	24
9.	Textvorschlag für Begründung, Umweltbericht und Festsetzungen.....	26
9.1.	Begründung/Umweltbericht.....	26
9.2.	Festsetzungen	27
10.	Quellenverzeichnis	28

11. Anlagenverzeichnis.....	I
-----------------------------	---

1. Anlass und Aufgabenstellung

Mit der Aufstellung des Bebauungsplans HafenCity 11 (Baakenhafen) sollen die planungsrechtlichen Voraussetzungen für neue Büro-/Gewerbe- und Wohnbebauung geschaffen werden.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist u. a. der Schutz des Plangebiets vor Luftschadstoffimmissionen sicherzustellen. Die Beurteilung erfolgt auf Grundlage der aktuellen Grenz- und Richtwerte auf nationaler und europäischer Ebene (39. BImSchV, EU-Richtlinien, TA Luft). Als maßgebliche Schadstoffkomponenten für den Straßenverkehr werden Stickstoffdioxid und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) betrachtet. Benzol ist gemäß Anforderungsprofil der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt nicht mehr relevant. Die Begrenzung des Benzolgehaltes im Benzin hat zu einer deutlichen Emissionsreduzierung des fließenden Verkehrs beigetragen. Grenzwertüberschreitungen wurden in Hamburg an den Verkehrsmessstationen seit Jahren nicht mehr festgestellt. Die ermittelten Konzentrationen liegen deutlich unter dem zulässigen Jahresmittelwert.

2. Örtliche Situation

Der Plangeltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes HafenCity 11 (Baakenhafen) liegt in der an die Innenstadt Hamburgs angrenzenden Hafencity nördlich der Elbe. Derzeit befinden sich in dem Plangebiet Lagerhallen und Lagerflächen für Baustoff.

Die geplante Bebauung soll beidseitig nördlich und südlich des Baakenhafens und zur Norderelbe errichtet werden, die südlich das Plangebiet begrenzt. Im Norden wird das Gebiet von der Versmannstraße und der dahinterliegenden Bahnlinie Hauptbahnhof – Harburg begrenzt, von der einige Gleise erhöht angeordnet sind (sog. Pfeilerbahn). Im Westen führt die Brücke Baakenhafen West über den Baakenhafen. Im Süden des Plangebiets verläuft die Kirchenpauerstraße zwischen der geplanten Bebauung.

Eine detaillierte Darstellung der örtlichen Gegebenheiten kann dem Lageplan in der Anlage A 1 entnommen werden.

3. Untersuchungsrahmen

Für die Berechnung der Abgasemissionen wird das Bezugsjahr 2015 zugrunde gelegt. Damit ist sichergestellt, dass die verwendeten Emissionen auf der sicheren Seite liegen, auch wenn die Abnahmen der Emissionsfaktoren aufgrund einer Verbesserung der Fahrzeugtechnik und der Kraftstoffe nicht in dem Umfang eintreten sollten, wie sie für die Jahre bis 2030 prognostiziert werden.

4. Luftschadstoffquellen

4.1. Verbrennungsmotoren

Durch Verbrennungsprozesse in Verbrennungsmotoren entstehen Abgase, die zu Luftverunreinigungen führen. Zu diesen primären Luftschadstoffen, die Bestandteil der Abgase sind, zählen im Wesentlichen:

- Stickoxide (in der Regel angegeben als NO_x : Summe aus Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO_2),
- Kohlenmonoxid (CO),
- Schwefeldioxid (SO_2),
- Kohlenwasserstoffe (HC , darunter Benzol (C_6H_6), Toluol (C_7H_8) und Xylole (C_8H_{10})),
- Partikel (PM , darunter Dieselfuß und Feinstaub) und
- Blei (Pb).

Die Stickoxide im Abgas setzen sich in der Regel zu mehr als 90 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und weniger als 10 % aus Stickstoffdioxid (NO_2) zusammen. Bei Dieselfahrzeugen mit Katalysatortechnik kann der Anteil an NO_2 auch deutlich höher liegen. Auf dem Ausbreitungsweg in der Atmosphäre wird das Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidiert, wobei eine Vielzahl von chemischen Reaktionen möglich ist (s. hierzu z.B. [1]). Der wichtigste Umwandlungsprozess von NO in der Atmosphäre ist die Oxidation durch Ozon (O_3). Die Reaktion läuft relativ schnell ab, so dass im straßennahen Bereich ein großer Teil des als natürliches Spurengas in der Luft vorhandenen Ozons aufgebraucht wird. Bei Sonnenlicht kann sich NO_2 durch Photolyse wieder in NO und O_3 umwandeln.

Für das Kohlenmonoxid liegen aufgrund zahlreicher Wirkungsuntersuchungen Immissionswerte als Grenz- und Vorsorgewerte vor. Sie liegen jedoch im Vergleich zu den Messwerten so hoch, dass CO im Freien keine kritische Komponente ist.

In den Kohlenwasserstoffen ist eine Vielzahl von Stoffen enthalten, die die unterschiedlichsten Wirkungsspektren aufweisen. Derzeit sind bis zu 200 organische Stoffe im Abgas bekannt. Darunter befinden sich auch das Benzol sowie die Gruppe der flüchtigen Kohlenwasserstoffverbindungen (VOC). Aufgrund der unterschiedlichen Wirkungsspektren ist die Summe der Kohlenwasserstoffe einer Bewertung nicht zugänglich. Stellvertretend erfolgt eine Beurteilung anhand des in den Kohlenwasserstoffen enthaltenen Benzols.

Die Schadstoffkomponenten Blei und Schwefeldioxid verlieren mit zunehmendem Einsatz bleifreier und schwefelarmer Kraftstoffe für den Kfz-Verkehr immer mehr an Bedeutung und können daher bei der Bewertung einer Immissionssituation vernachlässigt werden.

Eine weitere Komponente im Abgas von Verbrennungsmotoren stellen die Partikel dar (Staub). Bei den mit dem Abgas von Motoren emittierten Partikelemissionen handelt es sich vollständig um Feinstaub PM_{10} (Partikeldurchmesser kleiner als $10\text{ }\mu\text{m}$), überwiegend sogar um Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ (Partikeldurchmesser kleiner als $2,5\text{ }\mu\text{m}$).

Die Staubemissionen der Abgase beinhalten auch die Dieselrußemissionen. Aufgrund der Emissionsminderungen an modernen Dieselmotoren ist in den letzten Jahren zwar eine Abnahme der Emissionsfaktoren (angegeben als Gramm pro Kilometer) zu verzeichnen. Diese Abnahme wird jedoch teilweise durch eine stetige Zunahme der Fahrzeuge mit Dieselantrieb kompensiert. Hinsichtlich der Korngrößenverteilungen der Dieselrußpartikel ist anzumerken, dass einige Untersuchungen Hinweise auf einen nicht unerheblichen Teil an kleinen und sehr kleinen Teilchen auch bei modernen Abgaskonzepten ergeben haben. Hierzu sind jedoch weitere systematische Untersuchungen erforderlich, auch im Hinblick auf den Einsatz von Partikelfiltern.

Ein weiterer Bestandteil des Abgases ist das Kohlendioxid, das bei der Verbrennung fossiler Energieträger als Endprodukt entsteht. Da es bereits zum Teil in der Luft vorhanden ist, wird es nicht unmittelbar als „Luftschadstoff“ bezeichnet. Kohlendioxid wird jedoch als klimarelevantes Gas für den Treibhauseffekt mit verantwortlich gemacht.

4.2. Weitere Emissionsquellen

Durch die Aufwirbelung von Staub durch das Fahren von Fahrzeugen auf Straßen ist eine weitere maßgebliche Quelle für Feinstaubemissionen gegeben. Hierbei ist nach befestigten und unbefestigten Fahrwegen zu unterscheiden.

Des Weiteren können durch den Reifen-, Bremsbelag und Straßenabrieb Stäube emittiert werden. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um gröbere Partikel. Der PM₁₀-Anteil wird in der Literatur mit ca. 10 % abgeschätzt. Der Reifenabrieb ist in den Emissionsfaktoren der Staubaufwirbelung implizit enthalten, so dass weitergehende Untersuchungen – auch angesichts des geringen Feinstaubanteils – hier nicht erforderlich sind.

5. Beurteilungsgrundlagen

5.1. Immissionsgrenzwerte

Die Beurteilung von Luftverunreinigungen erfolgt anhand der Immissionswerte aus den geltenden Regelwerken (39. BImSchV, EU-Rahmenrichtlinien, TA Luft).

Die Umsetzung der Luftqualitätsrahmenrichtlinie [8] der Europäischen Union und deren Tochterrichtlinien [9]/[10] ist durch die 22. BImSchV [4] erfolgt. Mittlerweile wurden die obigen EU-Richtlinien durch die neue Gesamt-Richtlinie 2008/50/EG [11] ersetzt, die bisherigen Grenzwerte wurden weitgehend übernommen. Die Umsetzung in nationales Recht erfolgt mit der Neuaufstellung der 39. BImSchV [5], die 22. BImSchV wurde damit aufgehoben.

Die erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft –TA Luft [6] dient zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen. Diese Vorschriften sind im Rahmen von Genehmigungsverfahren von Anlagen sowie bei

nachträglichen Anordnungen zu beachten. Für verkehrsbedingte Immissionen ist sie nicht anzuwenden.

Mit der Umsetzung der EU-Grenzwerte in deutsches Recht erfolgte auch eine grundlegende Überarbeitung der TA Luft. Dabei wurden die aktuellen Grenzwerte der EU-Richtlinien übernommen. Die Neufassung der TA Luft [6] ist am 1. Oktober 2002 in Kraft getreten.

In der Tabelle 1 sind die aktuellen Grenz-, Leit-, und Vorsorgewerte zum Schutz des Menschen aufgeführt.

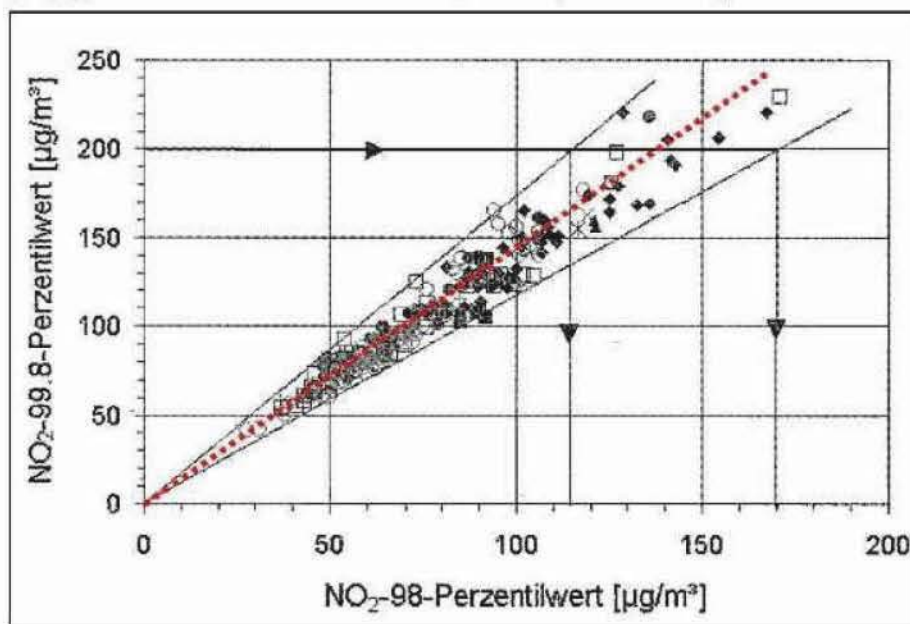
Bezüglich der Stickstoffdioxid-Immissionen wurde für den Jahresmittelwert in der Neufassung der 39. BImSchV und der TA Luft ein Grenzwert von 40 µg/m³ festgesetzt.

Zur Beurteilung der kurzzeitig auftretenden Spitzenbelastungen der Stickstoffdioxid-Immissionen sind in der EU-Richtlinie 85/203/EWG [7] Grenz- und Leitwerte für den 98-Perzentil eingeführt worden. Zusätzlich werden Leitwerte angegeben, die den Schutz der menschlichen Gesundheit verbessern und zum langfristigen Schutz der Umwelt beitragen sollen. Für den 98-Perzentil beträgt der Leitwert 135 µg/m³. Die Umsetzung des Grenzwertes in nationales Recht erfolgte in der 22. BImSchV. Gemäß 22. BImSchV galt der Grenzwert von 200 µg/m³ für den 98-Perzentil noch bis Ende 2009.

Tabelle 1: Beurteilungsrelevante Immissionswerte [µg/m³] zum Schutz des Menschen

Luftschadstoff		Immissionswerte		
		Wert [µg/m³]	Quelle	Charakter
NO ₂	Jahresmittel	40	39. BImSchV	Grenzwert (seit 2010)
		40	TA Luft	Immissionswert
	98-Perzentil	200	22. BImSchV	Grenzwert (bis Ende 2009)
		135	EG-Richtlinie 85/203/EWG	Leitwert (Vorsorge)
	1 Stunde	200	39. BImSchV	Grenzwert (seit 2010), max. 18 Überschreitungen im Jahr
		200	TA Luft	Immissionswert, max. 18 Überschreitungen im Jahr
Benzol	Jahresmittel	5	39. BImSchV	Grenzwert (seit 2010)
		5	TA Luft	Immissionswert
Feinstaub (PM ₁₀)	Jahresmittel	40	39. BImSchV	Grenzwert (seit 2005)
		40	TA Luft	Immissionswert
	24 Stunden	50	39. BImSchV	Grenzwert (seit 2005), max. 35 Überschreitungen im Jahr
		50	TA Luft	Immissionswert, max. 35 Überschreitungen im Jahr
Feinstaub (PM _{2,5})	Jahresmittel	25	39. BImSchV	Zielwert (seit 2010)
		25		Grenzwert (ab 2015)

Abbildung 1: Zusammenhang zwischen 98-Perzentil und 99,8-Perzentil der NO₂-Belastungen, basierend auf der Auswertung von Naturmessdaten, nach [19] (gilt nicht bei einzelnen Punktquellen (Schornstein))



Seit 2010 werden gemäß 39. BImSchV die Spitzenbelastungen der Stickstoffdioxid-Immissionen mit einem Kurzzeitbelastungswert von 200 µg/m³ beurteilt, der als Stundenmittel 18-mal pro Jahr überschritten werden darf. Dieser Immissionswert wurde auch in die Neufassung der TA Luft übernommen. Die rechnerische Bestimmung ist gleichbedeutend mit der Bestimmung eines 99,8-Perzentilwertes. Die Anzahl der Grenzwert-Überschreitungen kann messtechnisch leicht ermittelt werden, eine rechnerische Prognose ist jedoch nur durch aufwändige Zeitreihenberechnungen möglich. Alternativ kann der 99,8-Perzentilwert anhand von Naturmessdaten aus der Größe des 98-Perzentils geschätzt werden (s. Abbildung 1).

In Bezug auf Schwebstaubbelastungen haben neuere Untersuchungen ergeben, dass bereits bei Schwebstaubkonzentrationen wie sie üblicherweise in der Außenluft auftreten, gesundheitliche Schädigungen festgestellt werden können. Dabei sind Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm und kleiner als relevant anzusehen (Bezeichnung PM₁₀ – Particulate Matter 10 µm und PM_{2,5} – Particulate Matter 2,5 µm).

Diesen Erkenntnissen tragen auch die Beschlüsse auf europäischer Ebene zur weitergehenden Begrenzung von Feinstaubimmissionen Rechnung. Im Rahmen der EU-Richtlinie 1999/30/EG [9] wurden für den Jahresmittelwert der PM₁₀-Feinstaubimmissionen ab 2005 ein Grenzwert von 40 µg/m³ festgelegt. Der 24-Stunden-Mittelwert der PM₁₀-Immissionen darf zusätzlich einen Grenzwert von 50 µg/m³ nicht öfter als 35-mal überschreiten. Diese Grenzwerte wurden auch in der Richtlinie 2008/50/EG und in der 39. BImSchV übernommen.

In Abbildung 2 sind die Jahresmittelwerte gegenüber der Anzahl von Tagen mit Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m³ dargestellt, wie sie in den Jahren 2003 bis 2011 an den

Messstationen der Luftüberwachung Hamburg ermittelt wurden. Es zeigt sich, dass die zulässige Zahl von 35 Tagen im Jahr erst bei Jahresmittelwerten von $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und mehr überschritten wurde.

Zur Ermittlung der Überschreitungshäufigkeiten der Tagesmittelwerte aus den Jahresmittelwerten der PM_{10} -Gesamtbelastungen stehen verschiedenen Ansätze zur Verfügung:

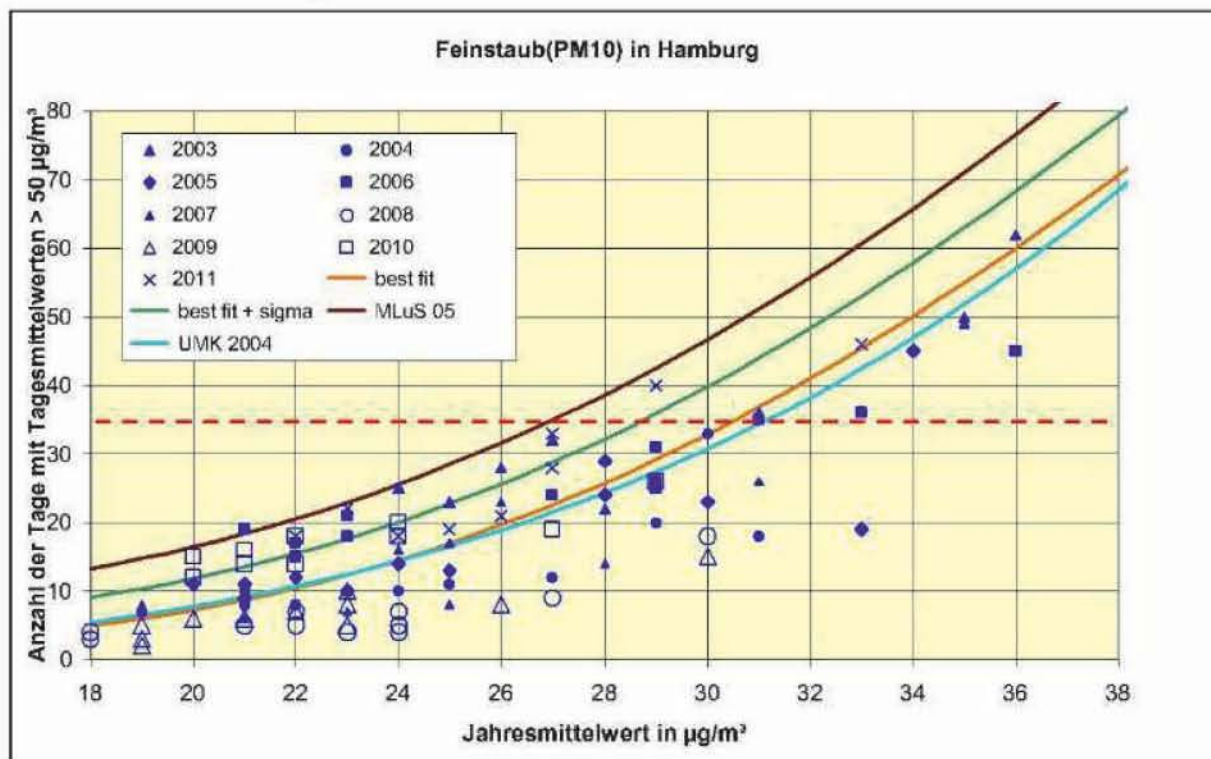
- „best fit“: Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, 2005 [28]) wurde aus zahlreichen Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM_{10} -Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM_{10} -Jahresmittelwert gefunden und eine Regressionskurven nach der Methode der kleinsten Quadrate ermittelt.
- „best fit + sigma“: Weiterhin ist die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion dargestellt.
- MLuS, geänderte Fassung 2005: Im Bericht „ PM_{10} -Emissionen an Außerortsstraßen“ von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, 2005) wird die Anwendung eines Sicherheitszuschlages von zwei Sigma (jahresmittelwertabhängig) für die Umrechnung von PM_{10} -Jahresmittelwerten auf Überschreitungshäufigkeiten vorgeschlagen.
- UMK 2004 [29]: Die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) stellte im Oktober 2004 aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor. Diese Funktion zeigt einen vergleichbaren Verlauf wie der o.g. „best fit“.
- IVU 2006 [30]: In einer Studie für das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie wird ein weiterer Ansatz zur Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit von der IVU Umwelt GmbH beschrieben. Der Verlauf dieser Funktion ist dem Kurvenverlauf „best fit“ ähnlich.

Aus dem Vergleich mit den Messwerten in Hamburg ergibt sich für die relevanten Häufigkeiten der Überschreitungstage die beste Übereinstimmung der Ansätze „best fit“ der BASt (2005) und UMK 2004.

Weiterhin wurde von der EU die Einführung eines Grenzwertes für Feinstäube mit einem aerodynamischen Durchmesser von $2,5 \mu\text{m}$ und kleiner ($\text{PM}_{2,5}$) beschlossen [11]. Für den Jahresmittelwert der $\text{PM}_{2,5}$ -Feinstaubbelastungen ist dementsprechend in der 39. BImSchV ab 2015 ein Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vorgesehen.

Für Dieselruß sind keine eigenen Grenzwerte in Kraft. Der gesundheitsrelevante Feinstaubanteil ist jedoch im Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) enthalten, so dass frühere Vorsorgewerte des LAI zurückgezogen wurden.

Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Jahresmittelwerten und Anzahl von Tagen mit Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Feinstaub(PM_{10})-Belastungen an Messstationen der Luftüberwachung in Hamburg und Vergleich mit Näherungsfunktionen



5.2. Anwendung der 39. BImSchV

Bei der Beurteilung und dem Vergleich mit den Grenzwerten der 39. BImSchV ist zu beachten, dass die Einhaltung der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nur in Gebieten erforderlich ist, die repräsentativ für einen hinreichend großen Untersuchungsraum sind.

Gemäß Nr. A.2 der Anlage 2 zur 39. BImSchV wird die Einhaltung der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Immissionsgrenzwerte an folgenden Orten nicht beurteilt:

- an Orten innerhalb von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt;
- nach Maßgabe von § 1 Nummer 20 der 39. BImSchV auf dem Gelände von Arbeitsstätten, für die alle relevanten Bestimmungen über Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten;
- auf den Fahrbahnen der Straßen und, sofern Fußgänger und Fußgängerinnen für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben, auf dem Mittelstreifen der Straßen.

Der aktuellen Auslegung der 39. BImSchV durch die Immissionsschutzbehörden entsprechend sind die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte nur an Orten einzuhalten, die dem ständigen Aufenthalt von Personen dienen. In Bereichen, wo sich Personen nur vorübergehend aufhalten (z.B. Gehwege und öffentliche Freiflächen), sind lediglich die Grenzwerte der entsprechenden Kurzzeitbelastungen zu beachten.

Die Größe der Beurteilungsgebiete ist in Nr. B.1.b) der Anlage 3 zur 39. BImSchV wie folgt definiert:

„Der Ort von Probenahmestellen ist im Allgemeinen so zu wählen, dass die Messung von Umweltzuständen, die einen sehr kleinen Raum in ihrer unmittelbaren Nähe betreffen, vermieden wird. Dies bedeutet, dass der Ort der Probenahmestelle so zu wählen ist, dass die Luftproben – soweit möglich – für die Luftqualität eines Straßenabschnitts von nicht weniger als 100 Meter Länge bei Probenahmestellen für den Verkehr und nicht weniger als 250 Meter x 250 Meter bei Probenahmestellen für Industriegebiete repräsentativ sind.“

Dieses Kriterium gilt gemäß Nummer A.1 der Anlage 3 zur 39. BImSchV auch für die Bestimmung der spezifischen Orte, wenn die Luftqualität durch orientierende Messungen oder Modellrechnungen beurteilt wird.

Dementsprechend sind kleinräumig auftretende Grenzwertüberschreitungen an Straßenabschnitten mit einer Ausdehnung von weniger als 100 Metern nicht beurteilungsrelevant.

6. Verkehrsbelastungen

Als Eingangsdaten werden die Verkehrsbelastungen (DTV - durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an allen Tagen des Jahres) sowie die Verteilung auf PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF: Kfz bis 3,5 t) und schwere Nutzfahrzeuge inkl. Bussen (SNF: Kfz mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht) benötigt.

Die Verkehrsbelastungen auf den maßgeblichen Straßenabschnitten im Umfeld des Plangebiets wurden einer Verkehrsuntersuchung für die HafenCity entnommen, welche die zu erwartenden Straßenverkehrsbelastungen (durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke, DTV₂₀₃₀ und maßgebender Lkw-Anteil > 2,8 t) im Umfeld des Untersuchungsgebietes prognostiziert [42].

Die Verteilung auf leichte und schwere Nutzfahrzeuge wird gemäß MOBILEV abgeschätzt. Dabei sind leichte Nutzfahrzeuge sowohl im PKW-Anteil als auch im LKW-Anteil enthalten. Für die vorliegende Innerortslage werden dementsprechend etwa 2% des PKW-Anteils und 13% des LKW-Anteils als leichte Nutzfahrzeuge eingestuft.

Das Fahrtenaufkommen (DTV) und die maßgeblichen LKW-Anteile sind in der Anlage A 2.2 zusammengestellt.

7. Emissionen

7.1. Emissionsfaktoren

7.1.1. Kfz-Abgase

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren der Kfz-Abgase wird die aktuelle Fassung des „Handbuchs Emissionsfaktoren“ [12] herangezogen. (Version 3.1, Januar 2010)

Die Emissionsfaktoren hängen u. a. von folgenden Parametern ab:

- Fahrzeugkategorien und -zusammensetzungen;
- Verkehrssituation (Fahrmuster, Straßentypen);
- Umgebungstemperatur, Längsneigung, Laufleistung, Anteil Klimaanlage etc;
- Bezugsjahr.

Das EDV-Programm „Handbuch Emissionsfaktoren“ berechnet die Emissionen für unterschiedliche Straßentypen und Verkehrssituationen. Darin sind je nach Bezugsjahr entsprechende Verteilungen der Fahrleistungsgewichte (Zusammensetzung der Fahrzeugflotte) sowie typische Temperaturganglinien und Kaltstarthäufigkeiten angegeben, die bei Fehlen exakter Zählzeiten verwendet werden können.

Die Emissionsfaktoren hängen zum Teil erheblich vom Bezugsjahr ab, das für die Berechnung zugrunde gelegt wird, da sich die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte nach Alter, Motorenkonzept und Abgas-Norm ändert. Das „Handbuch Emissionsfaktoren“ legt daher je nach Bezugsjahr eine entsprechende Prognoseverteilung der Fahrzeugflotte zugrunde. Zusätzlich werden absehbare bzw. bereits gesetzlich beschlossene Verbesserungen der Kraftstoffqualitäten berücksichtigt.

In der vorliegenden Untersuchung wird zur Ermittlung der Emissionsfaktoren das Bezugsjahr 2015 zugrunde gelegt (vgl. Abschnitt 3). Dabei wird der Anteil durch den Betrieb von Kfz-Klimaanlagen eingerechnet (Mittelwert gemäß Handbuch Emissionsfaktoren).

Bei den mit dem Abgas von Motoren emittierten Partikelemissionen handelt es sich dem derzeitigen Kenntnisstand entsprechend vollständig um Feinstaub PM_{10} bzw. $PM_{2,5}$. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gehen wir dementsprechend davon aus, dass die Partikelemissionen aus den Abgasen zu 100 % aus $PM_{2,5}$ bestehen (in PM_{10} enthalten).

Zur Einschätzung der Spitzenwerte (hier nur für NO_x erforderlich) werden geeignete Faktoren berücksichtigt („Sonntagsfaktoren“): Für die Verteilung des Verkehrs auf die Wochentage wurde von 1,1 x DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke) an Werktagen, 0,9 x DTV an Samstagen und 0,6 x DTV an Sonntagen ausgegangen. Der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge beträgt samstags 30 % und sonntags 10 % vom Werktagwert. Für die Tagesgänge wurden typische Verteilungen aus MOBILEV [13] zugrunde gelegt (vgl. Anlage A 2.4).

Die Basisemissionsfaktoren aus dem „Handbuch Emissionsfaktoren“ finden sich in der Anlage A 2.5. Die relevanten Verkehrssituationen für die Ermittlung der Emissionen sind in der Anlage A 2.3 zusammengestellt. Die Emissionen des berücksichtigten Straßennetzes sind in der Anlage A 2.6 aufgeführt. Die Emissionen sind als mittlere Emissionsfaktoren je Kfz und Kilometer für den entsprechenden Straßenabschnitt angegeben. Die Gesamtemissionen im Jahresmittel finden sich in Anlage A 2.7.

7.1.2. Staubaufwirbelung durch den Kfz-Verkehr

Eine weitere Staubquelle ist durch die Aufwirbelung durch das Fahren von Fahrzeugen auf Straßen gegeben. Während für die Partikelemissionen im Abgas von Kraftfahrzeugen detaillierte Emissionsfaktoren zur Verfügung stehen, ist die Prognose der Staubaufwirbelung auf Straßen weitaus schwieriger. In der alten Fassung der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 [15] stand zwar ein entsprechender Berechnungsansatz zur Verfügung, der allerdings auf älteren Daten der U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 4. Auflage [17]) basiert und die tatsächlich gemessenen Belastungen an deutschen Straßen erheblich überschätzt. In der Neufassung der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 stehen lediglich Ansätze für unbefestigte Straßen zur Verfügung. Für befestigte Straßen wird auf die Ansätze der EPA (5. Auflage) verwiesen.

Diese Methode besteht in der Anwendung des aktuellen Berechnungsverfahrens der EPA (5. Auflage [18]), das in den USA seit einigen Jahren als offizielles Berechnungsverfahren für Partikelemissionen verwendet wird. Hierzu wird neben Angaben zum mittleren Fahrzeuggewicht auch die Staubbeladung der entsprechenden Straßenabschnitte benötigt. In den USA stehen zwar umfangreiche Messungen der Staubbeladungen von Straßen zur Verfügung, die allerdings kaum auf deutsche Verhältnisse zu übertragen sind. Für Deutschland sind bisher nur Messergebnisse an wenigen Standorten bekannt [26], umfangreiche Messkampagnen haben jedoch begonnen.

Zur Übertragung auf deutsche Verhältnisse wurde vom Ingenieurbüro Lohmeyer im Rahmen eines Forschungsprojektes auf Basis der vorhandenen Literatur und aktueller Messergebnisse eine Anpassung der EPA-Formel vorgenommen und entsprechende Hinweise zur Anwendung gegeben [25]. Aktuelle Immissionsmessungen zeigen allerdings, dass auch der Ansatz von Lohmeyer die Staubemissionen überschätzt.

Daher wurde vom Ingenieurbüro Lohmeyer (2004) auf Grundlage aktueller Messergebnisse ein neues Modell auf Basis von Emissionsfaktoren für die Staubaufwirbelung auf Straßen vorgeschlagen [27]. Dementsprechend hängt die Größe der Staubaufwirbelung von der Verkehrssituation und der Fahrzeugart ab (Unterscheidung PKW/LKW).

Für den Anteil der $PM_{2,5}$ -Fraktion an der Staubaufwirbelung stehen verschiedene vorläufige Modellansätze zur Verfügung. Hier besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf. Im Rahmen einer Studie [31] wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Eine aktuelle Anpassung der Emissionsfaktoren an die Verkehrssituationen des „Handbuchs Emissionsfaktoren“ wurde in 2011 durch das Büro Lohmeyer durchgeführt [32]. Im Folgenden werden diese Ansätze zugrunde gelegt.

Die Emissionsfaktoren sind in den Anlagen A 2.5.2 und A 2.5.3 zusammengestellt.

7.2. Ermittlung der Emissionen im Untersuchungsgebiet

Im Rahmen dieser Untersuchung werden alle relevanten Straßenabschnitte als maßgebliche Quellen berücksichtigt, soweit sie innerhalb des Berechnungsgebietes liegen (s. Anlage A 1). Eine Zusammenstellung der Straßenabschnitte sowie der Verkehrssituationen zur Ermittlung der Emissionsfaktoren zeigen die Anlagen A 2.2 und A 2.3.

Die Emissionsfaktoren von den einzelnen Straßenabschnitten sind in der Anlage A 2.6 zusammengestellt. Die sich ergebenden Gesamtemissionen pro Jahr sind in der Anlage A 2.7 aufgeführt. Für die einzelnen Luftschadstoffe ergeben sich:

- Stickoxide: 18,5 t/a;
- Feinstaub PM₁₀ 2 t/a;
- Feinstaub PM_{2,5} 1,3 t/a.

8. Immissionen

8.1. Berechnungsverfahren

Das vorliegende Untersuchungsgebiet weist teilweise eine dichte Straßenrandbebauung auf, so dass der Einfluss der Baukörper auf die Luftschadstoffausbreitung nicht zu vernachlässigen ist. Darüber hinaus erfolgt mit der vorliegenden Planung eine Veränderung der Bebauungsstruktur, so dass neben einer Zunahme der Emissionen durch ein erhöhtes Verkehrsaufkommen auch eine Veränderung der Strömungs- und Durchlüftungssituation im Untersuchungsgebiet zu erwarten ist. Bei der Berechnung der Luftschadstoffimmissionen ist daher die detaillierte Bebauungsstruktur zu berücksichtigen. Als Berechnungsverfahren wird den Anforderungen entsprechend das Modell MISKAM [36] eingesetzt, das die Simulation der Strömungsverhältnisse in bebauten Gebieten erlaubt.

Die Berechnung erfolgt in mehreren Schritten:

1. Ermittlung der Emissionen für jede Teilquelle aus den Emissionsfaktoren, Belastungen etc. Die Spitzenemissionen zur Berechnung der Perzentile werden mit dem Emissionsmodul des Programms PROKAS [35] ermittelt. Die Emissionsdaten bilden die Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell MISKAM.
2. Festlegen des Rechengebiets und des Rechengitters. Das Programm MISKAM führt die Berechnungen auf einem vorher definierten Gitter durch, wobei sich im Modell die Bebauung mindestens über eine gesamte Zelle erstrecken muss. Bezüglich der Quellen können je Zelle Punktquellen, Linienquellen in x- und y-Richtung oder Flächenquellen vorgegeben werden. Da die Berechnungen recht zeitaufwändig sind, muss bei der Festlegung des Rechengebietes ein Kompromiss zwischen Auflösung und Rechenzeit gefunden werden. Handhabbare Modelle liegen in der Größenordnung von etwa 300 x 300 x 30 Zellen (Länge x Breite x Höhe). Insbesondere in Straßenschluchten ist darauf zu achten, dass eine hinreichend feine Auflösung erreicht wird.

3. Berechnung der Strömungs- und Turbulenzfelder (Windfelder) unter Berücksichtigung der Bebauung für die Anströmung aus allen Windrichtungen in 10°-Schritten.
4. Berechnung der Schadstoffausbreitung von der Quelle zum Immissionsort für einen festen Luftschadstoff und jeweils für alle Windrichtungen in 10°-Schritten.
5. Ermittlung der statistischen Kennwerte für einen festen Schadstoff (Jahresmittelwert, 98-Perzentil) mit dem Programm WINMISK unter Berücksichtigung der standortspezifischen Wetterdaten (Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes [39], s. Anlage A 4).

Im vorliegenden Fall wurde für die MISKAM-Simulationen ein Rechenmodell von 348 x 239 x 37 Gitterzellen gewählt (Länge 1.410 m x Breite 580 m x Höhe 1.500 m). Die horizontale Gittermaschenweite wurde auf maximal 5 m festgelegt. Im Bereich der engen Straßenschluchten ist eine feinere Auflösung erforderlich, so dass hier Maschenweiten bis zu minimal 1 m gewählt wurden.

Zusätzlich wird ein (horizontales) Vorlaufgebiet am Rand des Berechnungsmodells von jeweils 5 Gitterzellen ohne explizit aufgelöste Bebauungsstruktur berücksichtigt, das die notwendige numerische Stabilität gewährleistet. Hinsichtlich der Berücksichtigung nicht detailliert aufgelöster weiterer Bebauung sowie des Bewuchses und weiterer Streukörper (z.B. parkende Kfz) wurde eine Rauigkeitslänge z_0 von 0,1 m in Ansatz gebracht. Bei der Ermittlung der statistischen Kenngrößen wurde die verkehrsinduzierte Turbulenz, die im Straßenrandbereich eine weitere Verwirbelung und Verringerung der Schadstoffkonzentrationen bewirkt, berücksichtigt.

Zeitreihenberechnungen sind aufgrund des aufwändigen Rechenverfahrens mit MISKAM derzeit nicht möglich. Die erforderlichen Aussagen hinsichtlich der Überschreitungshäufigkeiten von 1-Stunden- bzw. 24-Stunden-Werten werden anhand von Korrelationen aus vorliegenden Naturmessdaten abgeleitet (vgl. Abbildungen 1 bis 2).

Die Quellenmodellierung erfolgte für die öffentlichen Straßen mit Hilfe von Flächenquellen.

Die Gebäudehöhen wurden im Rahmen einer Ortsbesichtigung [44] und anhand von Luftbildern geschätzt. Für das Planvorhaben wurden die Gebäudehöhen aus den Planunterlagen [41] entnommen.

Eine Zusammenstellung des MISKAM-Emissionsmodells findet sich in der Anlage A 3.

8.2. NO-NO₂-Konversion

Die bei der Verbrennung in Benzin- und Dieselmotoren entstehenden Stickstoffoxide NO_x bestehen zu mehr als 90 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und weniger als 10 % aus Stickstoffdioxid (NO₂). Üblicherweise wurde für Kfz-bedingte Emissionen bisher von einem Anteil von 5 % NO₂ an den NO_x-Emissionen ausgegangen. Die Umwandlung des NO in NO₂ erfolgt erst auf dem Ausbreitungsweg in Anwesenheit von Luft, im Wesentlichen durch eine Reaktion mit dem bodennahen Ozon (O₃). Durch Photolyse ist auch der umgekehrte Prozess möglich, so dass sich mit der Zeit ein Gleichgewicht zwischen NO und

NO₂ einstellen wird. Aufgrund dieser komplexen Umwandlungsschemie auf dem Ausbreitungsweg ist die Prognose der NO₂-Belastungen schwierig.

Aktuelle Messungen an innerstädtischen verkehrsexponierten Standorten zeigen teilweise deutliche Zunahmen der NO₂-Immissionen, was den bisher prognostizierten Abnahmen der NO_x-Emissionen durch verbesserte Abgasreinigungstechniken widerspricht. Als Erklärung für diese Messwerte werden u. a. erhöhte NO₂-Direktemissionen im Abgas, eine erhöhte Ozonverfügbarkeit zur Umwandlung durch höhere bodennahe Ozonkonzentrationen oder eine veränderte Ozonchemie diskutiert.

Aktuelle Messungen der Abgasemissionen von Fahrzeugen mit Dieselantrieb und Oxidationskatalysator zeigen ein deutlich anderes NO-NO₂-Verhältnis im primären Abgas als das bisherige von etwa 90:10 bis 95:5. So wurde der Anteil der NO₂-Emission für Diesel-PKW zwischen 22 % und 75 %, für LKW zwischen etwa 13 % und 66 % der NO_x-Emission bestimmt [21]. Mit vermehrtem Einsatz von Dieselfahrzeugen mit Oxidationskatalysatoren ist daher eine erhöhte Direktemission von NO₂ verbunden. In Straßenschluchten wurde der Anteil der NO₂-Immissionen durch den Direktemissionsanteil auf etwa 25 bis 30 % abgeschätzt. Trotz zurückgehender NO_x-Emissionen haben somit die fahrzeugspezifischen NO₂-Emissionen der Diesel-PKW zwischen Euro 1 und Euro 4 stetig zugenommen, erst mit Einführung der Grenzwertstufen Euro 5 und Euro 6 sind Abnahmen der NO₂-Emissionen zu erwarten [23].

Im aktuellen Handbuch Emissionsfaktoren 3.1 sind jetzt auch Angaben zu den NO₂-Emissionen im Abgas enthalten. Für das Bezugsjahr 2010 beträgt der Anteil der NO₂-Direktemission am gesamten NO_x-Emissionsfaktor für PKW etwa 28 % bis 30 %, für LNF etwa 26 %, für SNF etwa 8 % und für Busse etwa 20 % (s. Anlage A 2.5). Zumindest für PKW, Busse und LNF ist daher gegenüber früheren Ansätzen von einer erhöhten NO₂-Direktemission auszugehen. Dieser höhere Anteil muss jedoch immissionsseitig nicht unbedingt eine lineare Erhöhung in gleicher Größenordnung bewirken, da auch das direkt emittierte NO₂ bei der komplexen Umwandlungsschemie innerhalb der Straßenschlucht eine Rolle spielen dürfte.

Da die obigen Konversionsformeln im Jahr 1996 ermittelt wurden, sind die neueren Entwicklungen in dem obigen Ansatz nach Romberg nicht enthalten. Zur Überprüfung wurde vom Ingenieurbüro Lohmeyer in 2005 [22] eine erneute empirische Auswertung bundesweiter und europäischer Messdaten der Jahre 2000 bis 2003 durchgeführt. Es zeigte sich, dass zwar geringe Abweichungen von der bisherigen Regressionskurve auftreten, die Anwendung der bisherigen Konversion nach Romberg jedoch weiterhin empfohlen wird.

Für hohe Konzentrationen deutlich oberhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³ erfolgte eine Anpassung der Parameter der Romberg-Formeln durch Bächlin [24]. Weiterhin wurde aktuell ein vereinfachtes chemisches Modell zur Anwendung in Straßenschluchten vorgeschlagen [33]/[34].

Im Folgenden wird der Ansatz gemäß Romberg weiterhin verwendet, da die hohen NO_x-Konzentrationen, die eine Abweichung von den Romberg-Formeln nahelegen, nicht erreicht werden.

8.3. Hintergrundbelastung

Als Hintergrundbelastungen werden diejenigen Immissionen bezeichnet, die *ohne* den Emissionsbeitrag der im Modell berücksichtigten Quellen vorhanden sind.

Damit werden die nicht explizit einbezogenen Quellen (z.B. PKW-Stellplatzanlagen und öffentliche Parkplätze, gewerbliche und private Emissionen wie z.B. Hausbrand sowie das Straßenverkehrsnetz außerhalb des Untersuchungsgebietes) indirekt berücksichtigt.

Zur Einschätzung der Hintergrundbelastungen wurden aktuelle Messwerte der Luftüberwachung Hamburg für die Messstationen Sternschanze, Baakenhafen, Veddel, Wilhelmsburg, und Billbrook in der Umgebung des Plangebiets herangezogen. Diese wurden von der Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz zur Verfügung gestellt. Für die Prognose wurden die Werte vom Jahr 2010 mit Reduktionsfaktoren auf das Jahr 2015 extrapoliert [43].

Eine Zusammenstellung der zugrunde gelegten Messwerte 2010 und Reduktionsfaktoren auf 2015 findet sich in der Anlage A 5.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird von folgenden Hintergrundbelastungen ausgegangen:

- NO₂ (Jahresmittelwert): 28 µg/m³;
- NO₂ (98-Perzentil): 70 µg/m³;
- Feinstaub PM₁₀ (Jahresmittelwert): 21 µg/m³;
- Feinstaub PM_{2,5} (Jahresmittelwert): 15 µg/m³.

Die berechneten Schadstoff-Konzentrationen, die sich durch die im Modell berücksichtigten Straßenabschnitte ergeben, werden „Zusatzbelastungen“ genannt. Für den Fall, dass die Hintergrundbelastungen mit eingerechnet wurden, wird von „Gesamtbelastungen“ gesprochen.

8.4. Gesamtbelastungen

8.4.1. Allgemeines

Zur Bewertung der Luftschadstoffsituation wurden die Gesamtbelastungen für den Prognose-Planfall berechnet. Dabei wurde das angrenzende Straßenverkehrsnetz berücksichtigt.

Weitere Quellen im Untersuchungsgebiet tragen kaum zu den Gesamtemissionen bei oder sind hinreichend weit von den maßgeblichen Immissionsorten entfernt, so dass sie bei der Immissionsprognose vernachlässigt werden. Dies umfasst Parkplätze und Emissionen durch den Hausbrand (betriebliche und private Heizungsanlagen). Indirekt sind die Immissionen der nicht explizit berücksichtigten Quellen in der Hintergrundbelastung enthalten, indem ein städtischer Hintergrund berücksichtigt wurde.

Insgesamt wurden die Luftschadstoffimmissionen an einigen repräsentativen Immissionsorten für die Leitkomponenten des Straßenverkehrs Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub

(PM₁₀ und PM_{2,5}) berechnet. Die Lage der Immissionsorte kann dem Plan der Anlage A 1 entnommen werden.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Abschnitten für jede Schadstoffkomponente getrennt zusammengefasst. Die höchsten Belastungen ergeben sich jeweils im Erdgeschoss, in den Obergeschossen ist mit vergleichbaren oder geringeren Immissionen zu rechnen.

In der Anlage A 6 sind ergänzend flächendeckende Karten dargestellt.

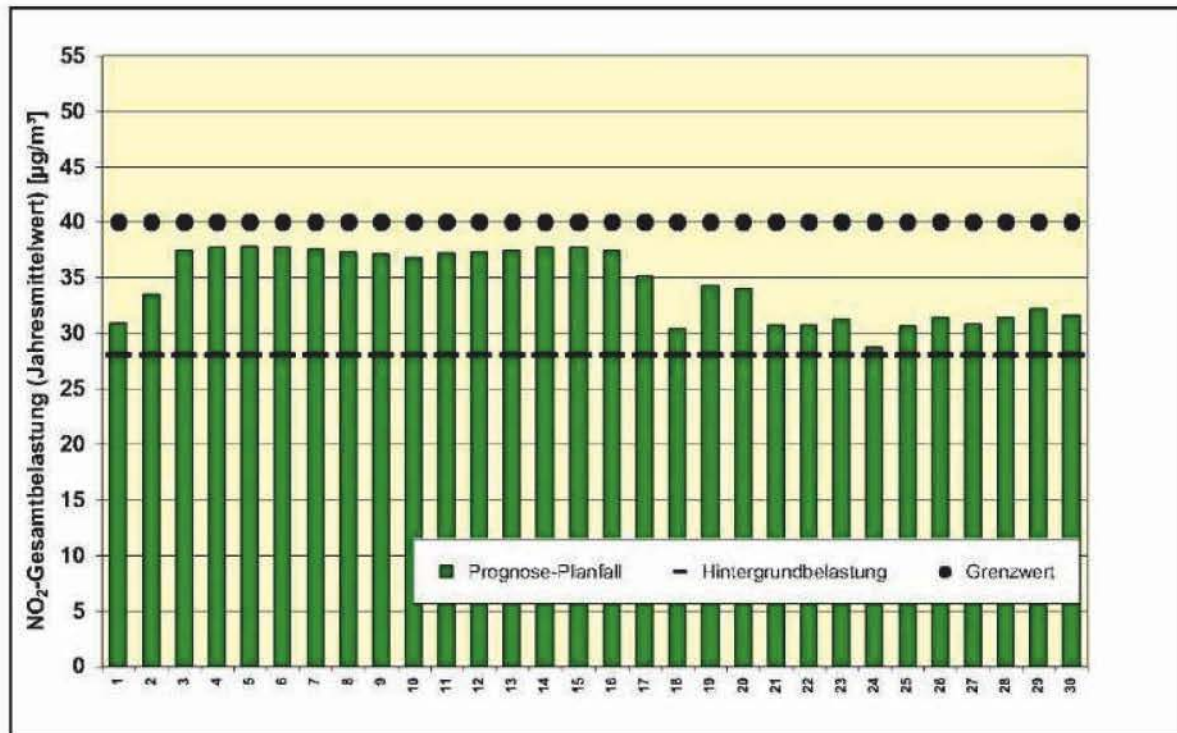
8.4.2. Stickstoffdioxid-Belastungen (NO₂, Jahresmittelwert)

Die Ermittlung der NO₂-Gesamtbelastung erfolgte gemäß Romberg. Die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastungen sind in der Tabelle 2 und für das Erdgeschoss in der Abbildung 3 dargestellt. Die flächendeckenden Ergebnisse sind in den Rasterkarten in Anlage A 6.1 zu finden.

Tabelle 2: Stickstoffdioxid-Belastungen (Jahresmittelwert)

Immissionsort	NO ₂ -Immissionen (Jahresmittelwert J00) [µg/m³]			
	Hintergrundbelastung	Erdgeschoss	1. Obergeschoss	2. Obergeschoss
IO 1	28,0	30,9	30,8	30,7
IO 2	28,0	33,5	33,1	32,6
IO 3	28,0	37,4	36,7	35,7
IO 4	28,0	37,7	36,9	35,9
IO 5	28,0	37,8	37,1	36,0
IO 6	28,0	37,7	37,0	36,0
IO 7	28,0	37,5	36,8	35,8
IO 8	28,0	37,3	36,7	35,7
IO 9	28,0	37,1	36,4	35,5
IO 10	28,0	36,8	36,2	35,3
IO 11	28,0	37,2	36,5	35,6
IO 12	28,0	37,3	36,6	35,7
IO 13	28,0	37,4	36,7	35,8
IO 14	28,0	37,7	37,1	36,1
IO 15	28,0	37,7	37,0	36,0
IO 16	28,0	37,4	36,7	35,8
IO 17	28,0	35,1	34,6	33,9
IO 18	28,0	30,4	30,2	29,9
IO 19	28,0	34,2	33,8	33,2
IO 20	28,0	34,0	33,6	33,1
IO 21	28,0	30,7	30,6	30,4
IO 22	28,0	30,7	30,6	30,4
IO 23	28,0	31,2	31,0	30,8
IO 24	28,0	28,7	28,7	28,6
IO 25	28,0	30,6	30,3	30,0
IO 26	28,0	31,4	31,1	30,8
IO 27	28,0	30,8	30,4	30,1
IO 28	28,0	31,4	31,2	31,0
IO 29	28,0	32,2	31,8	31,5
IO 30	28,0	31,6	31,3	31,0

Abbildung 3: Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss),



Hohe NO₂-Belastungen ergeben sich entlang der Versmannstraße, insbesondere dort, wo südlich hinter der in Ost-West-Richtung verlaufenden Straße in Hauptwindrichtung Bebauung vorhanden ist. Maximal werden im Erdgeschoss Werte von 37,8 µg/m³ (Immissionsort 5) erreicht. Der Grenzwert von 40 µg/m³ wird damit überall eingehalten. Im 1. Obergeschoss betragen die NO₂-Belastungen noch maximal 37,1 µg/m³, im 2. Obergeschoss werden noch 36,1 µg/m³ erreicht.

Abseits der Versmannstraße liegen die Belastungen für die Bebauung in der Baakenwerder Straße, Zweibrückenstraße, im Elbbrückenbügel und in der Kirchenpauerstraße mit bis 32,1 µg/m³ im Erdgeschoss (Immissionsort 29) niedriger.

8.4.3. Stickstoffdioxid-Belastungen (NO₂, Spitzenbelastungen)

In den aktuellen Fassungen der TA Luft und der 39. BImSchV wurde für Stickstoffdioxid zusätzlich ein Kurzzeitbelastungswert von 200 µg/m³ festgelegt, der als Stundenmittel bis zu 18-mal pro Jahr überschritten werden darf (im Folgenden als Kenngröße S18 bezeichnet). Die rechnerische Bestimmung ist gleichbedeutend mit der Bestimmung eines 99,8-Perzentilwertes. Anhand von Naturmessdaten kann der 99,8-Perzentilwert aus der Größe des 98-Perzentils geschätzt werden (vgl. Abbildung 1). Sofern die Kenngröße S18 unterhalb des Immissionsgrenzwertes von 200 µg/m³ liegt, ist davon auszugehen, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit von 18 Stunden im Jahr eingehalten wird.

Aus den mit WINMISK berechneten 98-Perzentilen wurden unter Berücksichtigung der mittleren Steigung aus Abbildung 1 die Stundenmittelwerte S18 der Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen berechnet. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 und der Abbildung 4 dargestellt.

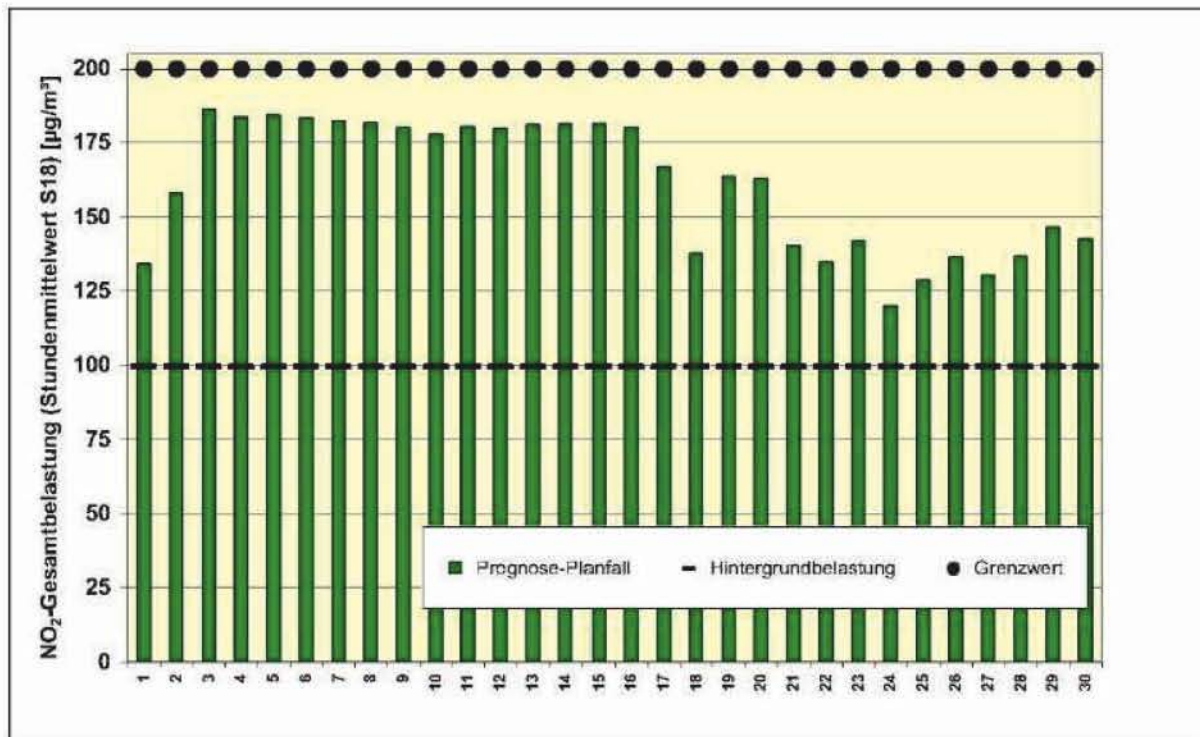
Zusammenfassend festzuhalten, dass sich im Erdgeschoss Stundenmittelwerte der NO₂-Belastung von bis zu etwa 186 µg/m³ (Immissionsort 3) ergeben. Der Grenzwert gemäß 39. BImSchV von 200 µg/m³ wird im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Messdaten der hamburgischen Verkehrsmessstationen. Es zeigt sich, dass die Anzahl der Überschreitungen des Stundenmittelwertes mehr von der Lage der Messstation als vom Jahresmittelwert abhängt. Allerdings ist zu beobachten, dass Überschreitungen erst bei Jahresmittelwerten von größer 60 µg/m³ gemessen werden. Eine solche Größenordnung wurde für die Versmannstraße nicht prognostiziert (vgl. Kap. 8.5.2).

Tabelle 3: Stickstoffdioxid-Belastungen (Stundenmittelwert S18)

Immissionsort	NO ₂ -Immissionen (Stundenmittelwert S18) [µg/m ³]			
	Hintergrundbelastung	Erdgeschoss	1. Obergeschoss	2. Obergeschoss
IO 1	99	134	134	133
IO 2	99	158	155	151
IO 3	99	186	182	176
IO 4	99	184	180	173
IO 5	99	184	179	173
IO 6	99	183	179	172
IO 7	99	182	178	171
IO 8	99	182	178	171
IO 9	99	180	176	170
IO 10	99	178	174	168
IO 11	99	180	177	172
IO 12	99	180	177	171
IO 13	99	181	178	173
IO 14	99	181	178	173
IO 15	99	181	178	172
IO 16	99	180	176	171
IO 17	99	167	164	159
IO 18	99	138	135	132
IO 19	99	164	160	155
IO 20	99	163	159	155
IO 21	99	140	139	138
IO 22	99	135	134	133
IO 23	99	142	140	138
IO 24	99	120	118	116
IO 25	99	129	126	123
IO 26	99	136	133	130
IO 27	99	130	127	124
IO 28	99	137	135	133
IO 29	99	147	143	139
IO 30	99	142	140	137

Abbildung 4: Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen (Stundenmittelwert S18), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)



8.4.4. Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Jahresmittelwert)

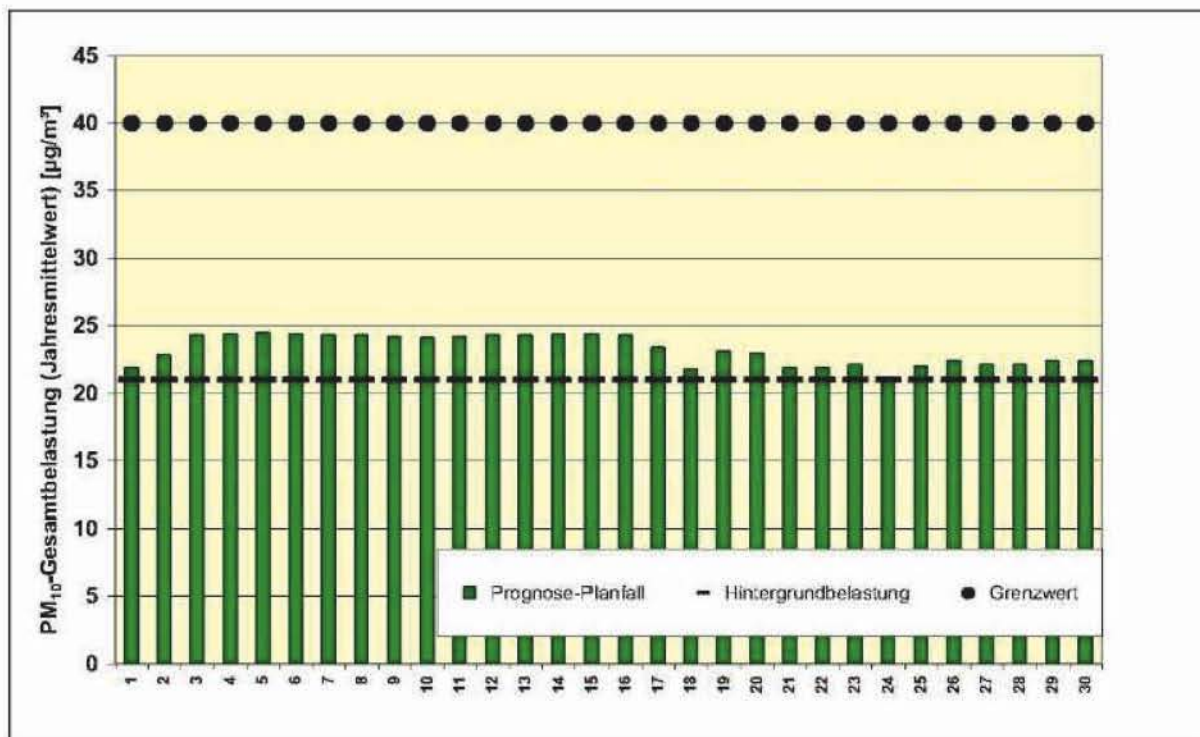
Die Jahresmittelwerte der Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen finden sich für die untersuchten Einzelpunkte in der Tabelle 4 und der Abbildung 5. Flächendeckende Darstellungen sind in der Anlage A 6.2 enthalten.

An den maßgeblichen Einzelpunkten ergeben sich Jahresmittelwerte der Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen von bis zu 24,5 µg/m³ im Erdgeschoss (Immissionsort 5). Der Grenzwert gemäß 39. BImSchV von 40 µg/m³ wird überall eingehalten.

Tabelle 4: Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Jahresmittelwert)

Immis- sions- ort	Feinstaub (PM ₁₀)-Immissionen (Jahresmittelwert J00) [µg/m³]			
	Hinter- grund- belas- tung	Erd- geschoss	1. Ober- geschoss	2. Ober- geschoss
IO 1	21,0	21,9	21,9	21,9
IO 2	21,0	22,8	22,7	22,5
IO 3	21,0	24,3	24,0	23,6
IO 4	21,0	24,4	24,1	23,7
IO 5	21,0	24,5	24,2	23,8
IO 6	21,0	24,4	24,1	23,7
IO 7	21,0	24,3	24,1	23,7
IO 8	21,0	24,3	24,0	23,6
IO 9	21,0	24,2	23,9	23,6
IO 10	21,0	24,1	23,8	23,5
IO 11	21,0	24,2	24,0	23,6
IO 12	21,0	24,3	24,0	23,7
IO 13	21,0	24,3	24,0	23,7
IO 14	21,0	24,4	24,2	23,8
IO 15	21,0	24,4	24,1	23,8
IO 16	21,0	24,3	24,0	23,7
IO 17	21,0	23,4	23,2	23,0
IO 18	21,0	21,8	21,7	21,6
IO 19	21,0	23,1	22,9	22,7
IO 20	21,0	23,0	22,9	22,7
IO 21	21,0	21,9	21,8	21,8
IO 22	21,0	21,9	21,8	21,8
IO 23	21,0	22,1	22,0	21,9
IO 24	21,0	21,2	21,2	21,2
IO 25	21,0	22,0	21,9	21,8
IO 26	21,0	22,4	22,2	22,1
IO 27	21,0	22,1	22,0	21,8
IO 28	21,0	22,1	22,1	22,0
IO 29	21,0	22,4	22,3	22,2
IO 30	21,0	22,4	22,3	22,2

Abbildung 5: Feinstaub(PM_{10})-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)



8.4.5. Feinstaub(PM_{10})-Belastungen (Überschreitungstage)

Neben dem Jahresmittelwert der Feinstaub(PM_{10})-Belastungen wurde zusätzlich die Anzahl der Tage abgeschätzt, an denen der Tagesgrenzwert von $50 \mu g/m^3$ überschritten wird. Hierfür wurde die Näherungskurve „best fit“ (BAST, 2005) aufgrund der guten Übereinstimmung mit den Messwerten in Hamburg zugrunde gelegt.

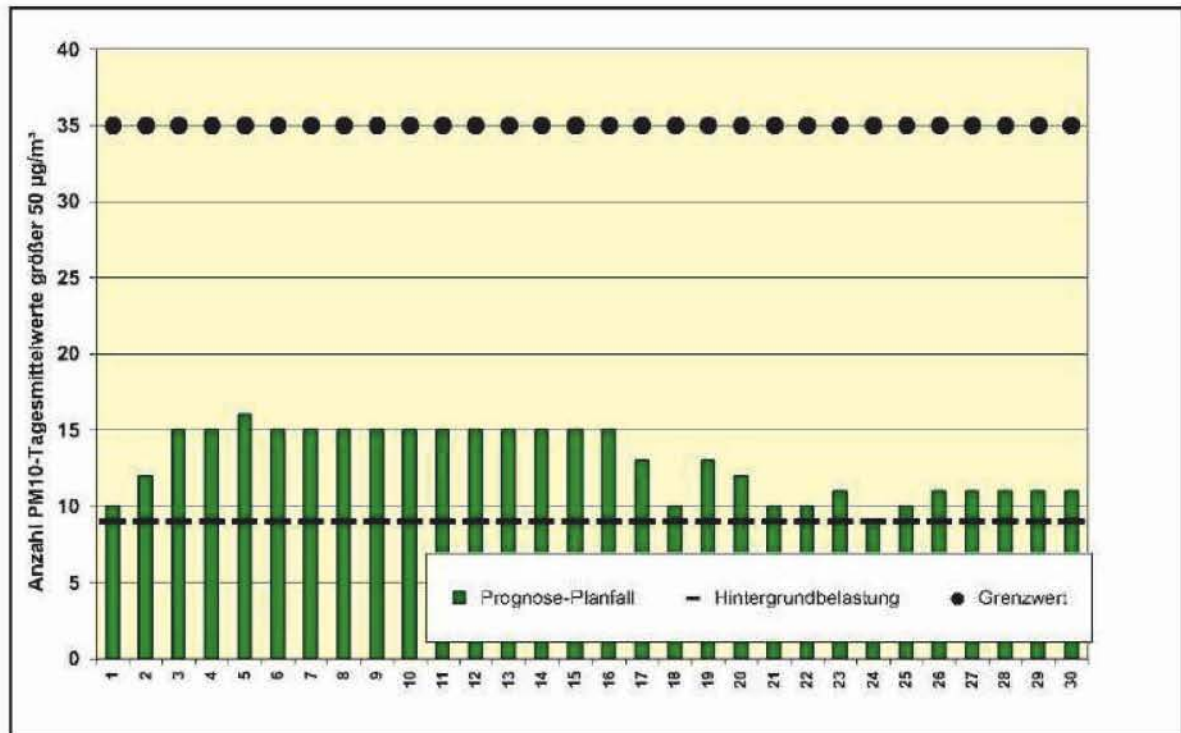
Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 und der Abbildung 6 zusammengefasst.

Es sind bis zu höchstens 16 Überschreitungstage festzustellen (Immissionsort 5). Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen im Jahr wird somit im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten. Abseits der Versmannstraße werden bis zu 11 Überschreitungstage festgestellt.

Tabelle 5: Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Anzahl der Tagesmittelwerte größer 50 µg/m³)

Immis- sions- ort	Feinstaub (PM10)-Immissionen (Anzahl der Tagesmittelwerte größer 50 µg/m³)			
	Hinter- grund- belas- tung	Erd- geschoss	1. Ober- geschoss	2. Ober- geschoss
IO 1	9	10	10	10
IO 2	9	12	12	11
IO 3	9	15	15	14
IO 4	9	15	15	14
IO 5	9	16	15	14
IO 6	9	15	15	14
IO 7	9	15	15	14
IO 8	9	15	15	14
IO 9	9	15	14	14
IO 10	9	15	14	13
IO 11	9	15	15	14
IO 12	9	15	15	14
IO 13	9	15	15	14
IO 14	9	15	15	14
IO 15	9	15	15	14
IO 16	9	15	15	14
IO 17	9	13	13	12
IO 18	9	10	10	10
IO 19	9	13	12	12
IO 20	9	12	12	12
IO 21	9	10	10	10
IO 22	9	10	10	10
IO 23	9	11	10	10
IO 24	9	9	9	9
IO 25	9	10	10	10
IO 26	9	11	11	11
IO 27	9	11	10	10
IO 28	9	11	11	10
IO 29	9	11	11	11
IO 30	9	11	11	11

Abbildung 6: Feinstaub(PM₁₀)-Gesamtbelastungen (Anzahl der Tagesmittelwerte größer 50 µg/m³), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)



8.4.6. Feinstaub(PM_{2,5})-Belastungen

Weiterhin wurden zusätzlich zu den PM₁₀-Belastungen die PM_{2,5}-Jahresmittelwerte betrachtet. Die Feinstaub(PM_{2,5})-Belastungen finden sich als flächendeckende Darstellungen in der Anlage A 6.3 und für die untersuchten Einzelpunkte in der Tabelle 6 und der Abbildung 7.

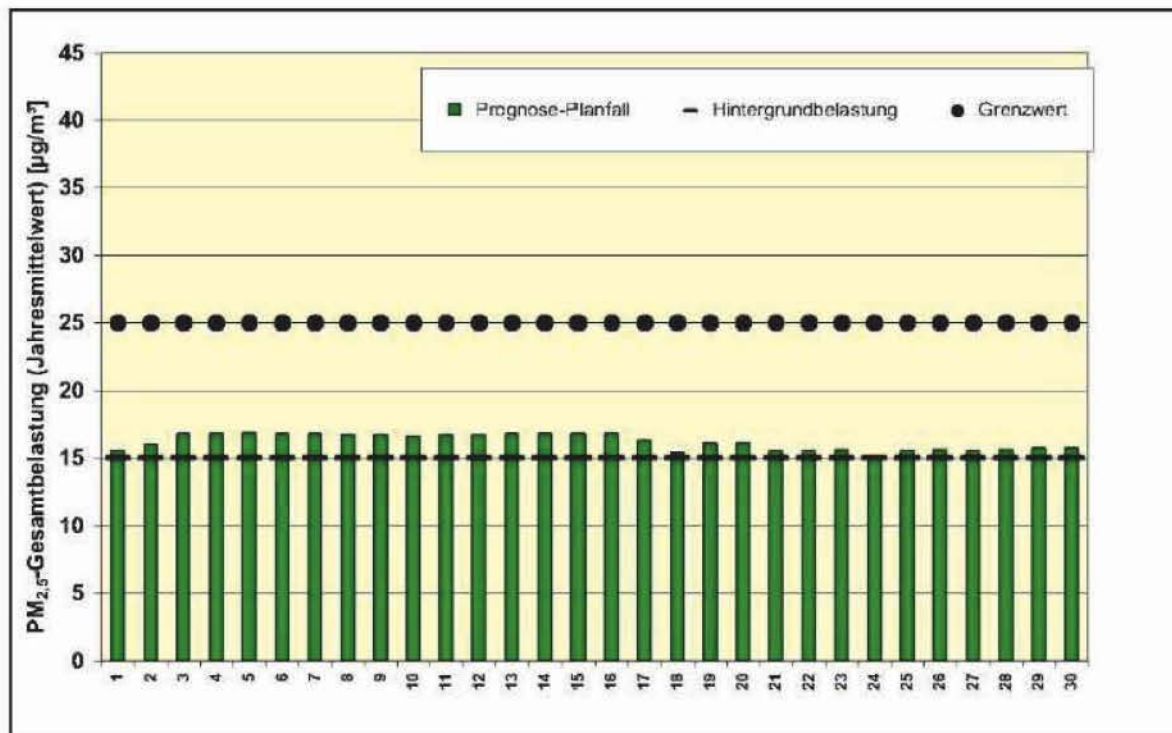
Es ergeben sich Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung von bis zu 16,9 µg/m³ (Immissionsort 5). Werte oberhalb von 16 µg/m³ treten entlang der Versmannstraße auf.

Der ab 2015 geltende Immissionsgrenzwert von 25 µg/m³ wird überall eingehalten.

Tabelle 6: Feinstaub(PM_{2,5})-Belastungen (Jahresmittelwert)

Immis- sions- ort	Feinstaub (PM _{2,5})-Immissionen (Jahresmittelwert J00) [µg/m³]			
	Hinter- grund- belas- tung	Erd- geschoss	1. Ober- geschoss	2. Ober- geschoss
IO 1	15,0	15,5	15,5	15,5
IO 2	15,0	16,0	15,9	15,8
IO 3	15,0	16,8	16,6	16,4
IO 4	15,0	16,8	16,7	16,4
IO 5	15,0	16,9	16,7	16,5
IO 6	15,0	16,8	16,7	16,5
IO 7	15,0	16,8	16,6	16,4
IO 8	15,0	16,7	16,6	16,4
IO 9	15,0	16,7	16,6	16,4
IO 10	15,0	16,6	16,5	16,3
IO 11	15,0	16,7	16,6	16,4
IO 12	15,0	16,7	16,6	16,4
IO 13	15,0	16,8	16,6	16,4
IO 14	15,0	16,8	16,7	16,5
IO 15	15,0	16,8	16,7	16,5
IO 16	15,0	16,8	16,6	16,4
IO 17	15,0	16,3	16,2	16,1
IO 18	15,0	15,4	15,4	15,3
IO 19	15,0	16,1	16,0	15,9
IO 20	15,0	16,1	16,0	15,9
IO 21	15,0	15,5	15,5	15,4
IO 22	15,0	15,5	15,5	15,4
IO 23	15,0	15,6	15,5	15,5
IO 24	15,0	15,1	15,1	15,1
IO 25	15,0	15,5	15,5	15,4
IO 26	15,0	15,6	15,6	15,5
IO 27	15,0	15,5	15,4	15,4
IO 28	15,0	15,6	15,6	15,5
IO 29	15,0	15,7	15,7	15,6
IO 30	15,0	15,7	15,6	15,6

Abbildung 7: Feinstaub($PM_{2.5}$)-Belastungen (Jahresmittelwert), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)



9. Textvorschlag für Begründung, Umweltbericht und Festsetzungen

9.1. Begründung/Umweltbericht

Mit der Aufstellung des Bebauungsplans HafenCity 11 (Baakenhafen) sollen die planungsrechtlichen Voraussetzungen für neue Wohn-/Gewerbe- und Wohnbebauung geschaffen werden.

Im Rahmen einer Luftschadstoffuntersuchung wurden die Auswirkungen des geplanten Vorhabens aufgezeigt und bewertet, bezogen auf das Prognosejahr 2030.

Für die Beurteilung der Luftschadstoffbelastungen wurden die aktuellen Grenz- und Immissionswerte herangezogen (EU-Richtlinien, 39. BImSchV, TA Luft). Die Beurteilung erfolgte anhand der für den Straßenverkehr maßgeblichen Leitkomponenten Stickstoffdioxid und Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2.5}$).

Für die Berechnung der Abgasemissionen wurde das Bezugsjahr 2015 zugrunde gelegt. Damit ist sichergestellt, dass die verwendeten Emissionen auf der sicheren Seite liegen, auch wenn die Abnahmen der Emissionsfaktoren aufgrund einer Verbesserung der Fahrzeugtechnik und der Kraftstoffe nicht in dem Umfang eintreten sollten, wie sie für die Jahre bis 2030 prognostiziert werden.

Zusammenfassend ist im Bereich der maßgeblichen schützenswerten Bebauung festzustellen, dass für die untersuchten Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid, Fein-

staub(PM_{10}) und Feinstaub($PM_{2,5}$) die derzeit bzw. ab 2015 geltenden Grenz- und Immissionswerte (EU-Richtlinien, 39. BImSchV, TA Luft) im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten werden. Dies ist auch für den Stundenmittelwert der Stickstoffdioxid-Immissionen der Fall.

Für den Jahresmittelwert der Stickstoffdioxid-Gesamtbelastung zeigt sich dabei, dass der Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit $37,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten wird. Die Belastungen der übrigen untersuchten Schadstoffkomponenten liegen deutlich unter den jeweiligen Grenzwerten. Die höchsten Belastungswerte für schützenswerte Nutzungen ergeben sich dabei jeweils an der Straßenrandbebauung in der Versmannstraße.

Aus lufthygienischer Sicht ist das geplante Vorhaben den obigen Ergebnissen entsprechend mit dem Schutz der angrenzenden Nutzungen verträglich.

9.2. Festsetzungen

Festsetzungen zum Schutz vor Luftschadstoffemissionen oder -immissionen sind nicht erforderlich.

Hammoor, den 20. Juli 2012

(Dipl.-Phys. Dr. Olaf Peschel)

(Dipl.-Phys. Dr. Bernd Burandt)

10. Quellenverzeichnis

Basis der vorliegenden Untersuchung sind folgende Daten, Informationen und Normschriften:

Allgemeines

- [1] Baumbach, G.: Luftreinhaltung, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1990;
- [2] Gesundheitsgefahren durch Feinstaubemissionen, Reiner Remus, UB Media-Fachdatenbank Immissionsschutz, 1999;

Gesetze, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien

- [3] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I Nr. 71 vom 04.10.2002 S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts am 24. Februar 2012 (BGBl. I Nr. 10 vom 29.02.2012, S. 212, 246);
- [4] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV), vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), in der Fassung vom 4. Juni 2007 (BGBl. I Nr. 25 vom 12.06.2007 S. 1006), mittlerweile aufgehoben;
- [5] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV), vom 2. August 2010 (BGBl. I Nr. 40 vom 05.08.2010 S. 1065);
- [6] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBl. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511);
- [7] Richtlinie 85/203/EWG: Richtlinie des Rates vom 7. März 1985 über Luftqualitätsnormen für Stickstoffdioxid, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 87/1;
- [8] Richtlinie 96/62/EG des Rates über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität vom 27. September 1996 (ABl. EG vom 21.11.1996 Nr. L 296 S. 55) („Rahmenrichtlinie Luftqualität“);
- [9] Richtlinie 1999/30/EG des Rates über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (1999/30/EG) vom 22. April 1999 (ABl. EG vom 29.06.1999 Nr. L 163 S. 41) („1. Tochterrichtlinie“);
- [10] Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft vom 11. November 2000 (ABl. EG vom 13.12.2000 Nr. L 313 S. 12) zuletzt geändert am 20. April 2001 durch

Berichtigung der Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 112. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (ABl. EG vom 20.04.2001 Nr. L 111 S. 31) („2. Tochterrichtlinie“);

- [11] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa vom 21. Mai 2008 (ABl. EG vom 11.06.2008 Nr. L 152 S. 1);

Emissionsermittlung

- [12] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, Umweltbundesamt (UBA) Berlin, BUWAL Bern, UBA Wien, erstellt durch INFRAS AG Bern, 30. Januar 2010;
- [13] MOBILEV (Maßnahmenorientiertes Berechnungsinstrumentarium für die lokalen Schadstoff-Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs), Software, Version 2.4, TÜV Automotive GmbH, Ingenieurzentrum Herzogenrath (vormals FIGE), im Auftrag des Umweltbundesamtes, August 1999;
- [14] H. Steven: Maßnahmenorientiertes Berechnungsinstrumentarium für die lokalen Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs, Proceedings, 438. Seminar „Handbuch Emissionsfaktoren, Immissionsberechnung nach § 40.2 Abs. 2 BImSchG“, Block II am 19./20.09.1996, TU Berlin;
- [15] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, Mai 1999;
- [16] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, Januar 2010;
- [17] Compilation of air pollutant emission factors, Vol. 1: Stationary point and area sources, 4th edition, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Mobile Sources, (1985);
- [18] Compilation of air pollutant emission factors, Vol. 1: Stationary point and area sources, 5th edition, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning & Standards (1995);
- [19] Lohmeyer aktuell, Ausgabe Nr. 3, Mai 2000, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe;
- [20] E. Romberg, R. Bösing, A. Lohmeyer, R. Ruhnke, E. Röth: NO-NO₂-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 56, 215/218, 1996;
- [21] Screening aktueller Kfz-Abgasmessungen in Hinblick auf den Anteil von NO₂ an den NO_x-Emissionen, ifeu - Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH, im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg, Heidelberg, Dezember 2004;

- [22] Lohmeyer aktuell, NO-NO₂-Umwandlungsmodell, Überprüfung anhand neuerer Messwerte, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Ausgabe Nr. 14, Dezember 2005;
- [23] R. Gögen und U. Lamprecht, „Hohe Stickstoffdioxidbelastungen – Können die NO₂-Luftqualitätsgrenzwerte im Jahr 2010 eingehalten werden?“, Immissionsschutz, Heft 1, 2008;
- [24] W. Bächlin et al.: „Untersuchungen zu Stickstoffdioxid-Konzentrationen, Los 1 Überprüfung der Romberg-Formel“, im Auftrag vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Dezember 2007;
- [25] Validierung von PM₁₀-Immissionsberechnungen im Nahbereich von Straßen und Quantifizierung der Feinstaubbildung von Straßen, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe, Juni 2001;
- [26] Quantifizierung der PM₁₀-Emissionen durch Staubaufwirbelung und Abrieb von Straßen auf Basis vorhandener Messdaten, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe, Februar 2003;
- [27] I. Düring, A.Lohmeyer: Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen, Kommission zur Reinhaltung der Luft, Expertenforum Staub und Staubinhaltsstoffe, 10./11. November 2004, VDI, Düsseldorf;
- [28] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), I. Düring, R. Bösing, A. Lohmeyer: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A1 Hamburg und Ausbreitungsberechnungen, Verkehrstechnik Heft V 125, 2005;
- [29] Partikelemissionen des Straßenverkehrs, Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“, UMK (2004);
- [30] Ausbreitungsrechnung für den Ballungsraum Rhein-Main als Beitrag zur Ursachenanalyse für den Luftreinhalteplan Rhein-Main; IVU Umwelt GmbH, Freiburg, 19.November 2009;
- [31] D. Bretschneider, I. Düring: Verursacher, flächenhafte Belastung und Tendenzen für PM_{2,5} in Sachsen, Sachstandsbericht vom 30.10.2009, unter Mitarbeit der TU Dresden, Institut Verkehrsökologie und IFEU Heidelberg;
- [32] W. Schmidt, I. Düring, A. Lohmeyer: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung des Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, Juni 2011;
- [33] I. Düring, W. Bächlin, M. Ketzler, A. Baum und S. Wurzler: Update of the Romberg-Approach and Simplified NO/NO₂ Conversion Model under Consideration of Direct NO₂-Emissions, 13th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Paris, 2010;

- [34] I. Düring, W. Bächlin, F. Dünnebeil, H. Ellner, U. Friedrich, L. Schäfer und T. Schönefeld: „Tendenzen der NO₂-Belastung im Land Brandenburg von 1997 bis 2020“, Immissionsschutz, Heft 3, 2010;

Immissionsberechnung

- [35] PROKAS, Ausbreitungsmodell für verkehrsbedingte Immissionen, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe;
- [36] MISKAM (Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell), Dr. J. Eichhorn, Arbeitsgruppe Stadtklima, Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz;
- [37] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gauß'sches Fahnenmodell für Pläne zur Luftreinhaltung, Dezember 2001;
- [38] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 8: Ausbreitungsrechnung für Kfz-Emissionen, Entwurf, März 1998, aus formalen Gründen ersatzlos zurückgezogen;
- [39] Ausbreitungsklassenstatistik für den Standort Hamburg Jahre 1991 bis 2005, Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Regionales Gutachterbüro Hamburg;

Sonstige projektbezogene Quellen und Unterlagen

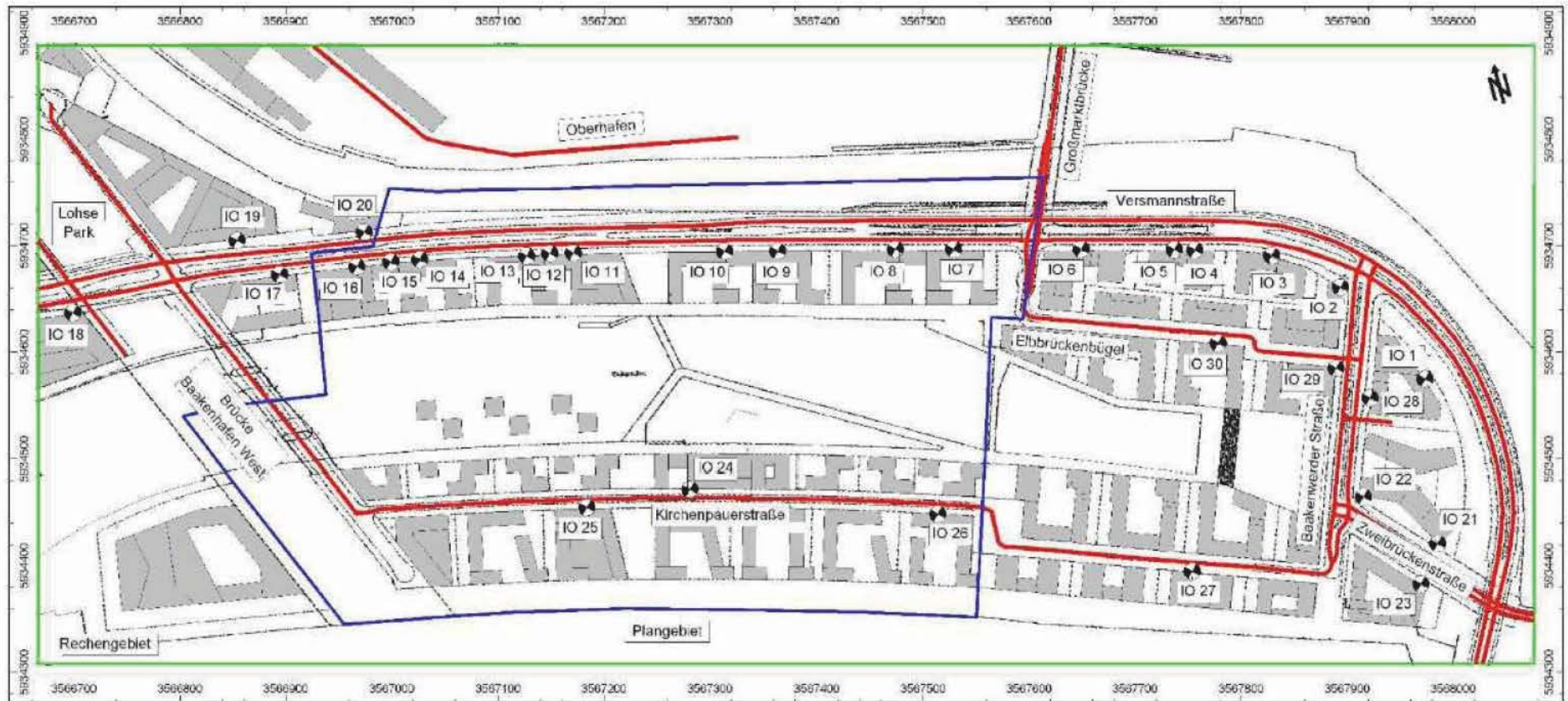
- [40] Funktionsplan HafenCity 11 (Baakenhafen), CD-ROM, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, erhalten am 29.05.2012;
- [41] Gebäudehöhen am Baakenhafen, Vorläufiger Funktionsplan Baakenhafen Hafencity, übermittelt per E-Mail am 06.06.2012, weitere Gebäudehöhen auf Grundlage des Masterplans, übermittelt per E-Mail am 13.06.2012, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Landes- und Landschaftsplanung / Projektgruppe HafenCity;
- [42] Verkehrsuntersuchung HafenCity Szenario 2030, prognostiziert durch Argus Stadt- und Verkehrsplanung, übermittelt per E-Mail am 24.05.2012 von der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt;
- [43] Hintergrundbelastung im Plangebiet HafenCity 11, Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz, Abschätzung von Dr. Thomas Reich, Leiter Abteilung Luftuntersuchungen, Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt, übermittelt per E-Mail am 24.05.2012;
- [44] Informationen gemäß Ortstermin mit Fotodokumentation, LAIRM CONSULT GmbH, 06.06.2012.

11. Anlagenverzeichnis

A 1	Lageplan, Maßstab 1: 4.000	III
A 2	Emissionen des Straßenverkehrs	V
A 2.1	Allgemeines	V
A 2.2	Verkehrsbelastungen	VI
A 2.3	Zusammenstellung der Verkehrssituationen	VII
A 2.4	Zusammenstellung der Ganglinien.....	VIII
A 2.4.1	Tagesgang Werktag gemäß MOBILEV.....	VIII
A 2.4.2	Tagesgang Samstag gemäß MOBILEV	VIII
A 2.4.3	Tagesgang Sonntag gemäß MOBILEV.....	IX
A 2.4.4	Modell-Wochengang.....	IX
A 2.5	Basis-Emissionsfaktoren.....	X
A 2.5.1	Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren 3.1), Bezugsjahr 2015X	
A 2.5.2	Feinstaub(PM ₁₀)-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen.....	X
A 2.5.3	Feinstaub(PM _{2,5})-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen.....	X
A 2.6	Emissionsfaktoren der Straßenabschnitte	XI
A 2.7	Gesamtemissionen der Straßenabschnitte (Jahresmittel)	XII
A 3	MISKAM-Rechenmodell.....	XIII
A 3.1	Rechengitter	XIII
A 3.2	Emissionen	XIV
A 4	Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes (Hamburg-Fuhlsbüttel, 1991-2000)	XV
A 4.1	Windrichtungsverteilung im Jahresmittel (Anteil an Gesamtjahresstunden)XV	
A 4.2	Verteilung der Ausbreitungsklassen (Anteil an Gesamtjahresstunden) ...	XV
A 5	Hintergrundbelastung	XVI
A 6	Rasterkarten (Aufpunkthöhe Erdgeschoss).....	XVII
A 6.1	Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00)	XVII
A 6.1.1	Aufpunkthöhe Erdgeschoss.....	XVII
A 6.1.2	Aufpunkthöhe erstes Obergeschoss.....	XVIII
A 6.1.3	Aufpunkthöhe zweites Obergeschoss.....	XIX

A 6.2	Feinstaub(PM ₁₀)-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00), Aufpunkthöhe Erdgeschoss	XX
A 6.3	Feinstaub(PM _{2,5})-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00), Aufpunkthöhe Erdgeschoss	XXI

A 1 Lageplan, Maßstab 1: 4.000



Immissionsorte:

IO

Straßennetz:

rote Linien

Plangeltungsbereich:

blau

MISKAM-Rechteckgebiet:

grüne Linie

A 2 Emissionen des Straßenverkehrs

A 2.1 Allgemeines

Im Folgenden sind die Verkehrsbelastungen des untersuchten Straßennetzes zusammengestellt.

Folgende Abkürzungen werden verwendet:

- DTV: durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
- p: LKW-Anteil (Kfz > 2,8 t)
- PKW: Personenkraftwagen
- LNF: leichte Nutzfahrzeuge ($\leq 3,5$ t)
- SNF: schwere Nutzfahrzeuge ($> 3,5$ t)

Für den LNF- Anteil werden folgende Ansätze verwendet (Mittelwerte aus Daten gemäß MOBILEV [13], hier nur innerorts berücksichtigt):

LNF-Anteil gemäß MOBILEV	innerorts	außerorts	Autobahn
Anteil LNF an PKW	2,0%	2,5%	3,0%
Anteil LNF an LKW > 2,8 t	13,0%	12,0%	7,0%

A 2.2 Verkehrsbelastungen

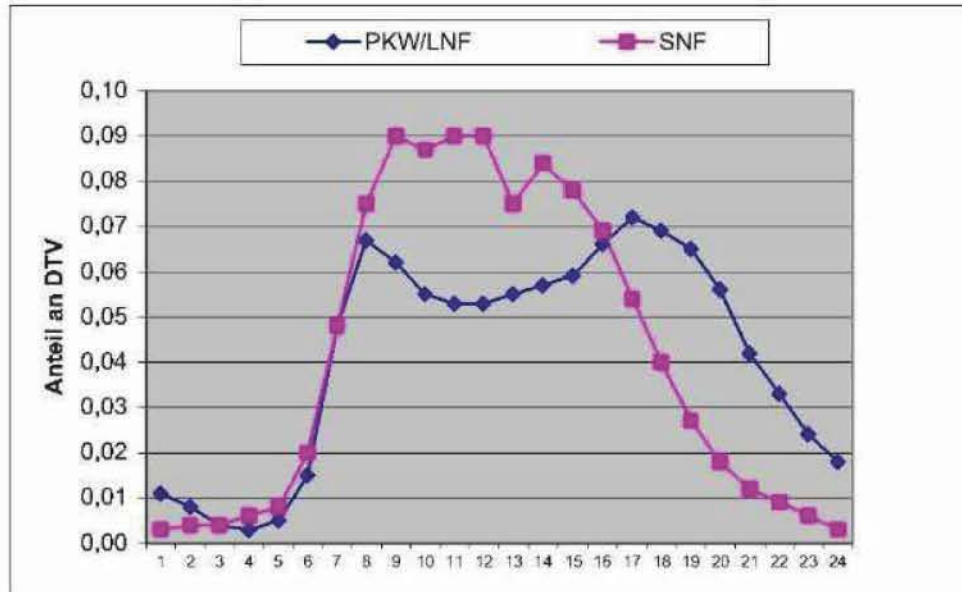
Sp	1	2	3	4	5	6	7
Ze	Kürzel	Straßenabschnitt	Verkehrsbelastungen				
			Prognose-Nullfall 2020/25				
			DTV	p	PKW	LNF	SNF
			Kfz/ 24h	%	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h
Versmannstraße							
1	str1	Versmannstraße östlich Baakenwerder Straße Richtung Westen	19.100	9,4	16.954	580	1.566
2	str2	Versmannstraße östlich Baakenwerder Straße Richtung Osten	19.400	7,2	17.640	542	1.218
3	str3	Versmannstraße westlich Baakenwerder Straße Richtung W	26.500	8,3	23.814	772	1.914
4	str4	Versmannstraße westlich Baakenwerder Straße Richtung O	26.400	6,4	24.206	715	1.478
5	str5	Versmannstraße westlich Großmarktbrücke Richtung Westen	18.200	7,1	16.562	507	1.131
6	str6	Versmannstraße westlich Großmarktbrücke Richtung Osten	18.100	6,9	16.512	500	1.088
7	str7	Versmannstraße Mitte Baakenhafen Richtung Westen	18.000	7,2	16.366	503	1.131
8	str7	Versmannstraße Mitte Baakenhafen Richtung Osten	17.900	6,7	16.366	490	1.044
9	str8	Versmannstraße östlich Brücke Baakenhafen West Richtung W	17.800	7,0	16.218	494	1.088
10	str10	Versmannstraße östlich Brücke Baakenhafen West Richtung O	17.600	6,8	16.072	484	1.044
11	str11	Versmannstraße westlich Brücke Baakenhafen West Richtung W	21.700	6,0	19.992	577	1.131
12	str12	Versmannstraße westlich Brücke Baakenhafen West Richtung O	21.500	5,8	19.844	568	1.088
13	str13	Versmannstraße westlich Lohse Park Richtung Westen	20.000	6,0	18.424	532	1.044
14	str14	Versmannstraße westlich Lohse Park Richtung Osten	21.500	5,8	19.844	568	1.088
Kirchenpauerstraße							
15	str15	Kirchenpauerstraße südlich Zweibrückenstraße Richtung W	5.000	5,0	4.654	128	218
16	str16	Kirchenpauerstraße südlich Zweibrückenstraße Richtung O	5.000	5,0	4.654	128	218
17	str17	Kirchenpauerstraße östlicher Baakenhafen	8.600	5,8	7.938	227	435
18	str18	Kirchenpauerstraße Mitte Baakenhafen	6.000	5,0	5.586	153	261
19	str19	Kirchenpauerstraße westlicher Baakenhafen	6.600	2,3	6.320	149	131
Zweibrückenstraße							
20	str20	Zweibrückenstraße östlich Kirchenpauerstraße Richtung W	12.100	6,2	11.122	325	653
21	str21	Zweibrückenstraße östlich Kirchenpauerstraße Richtung O	11.700	6,0	10.780	311	609
Baakenwerder Straße							
22	str22	Baakenwerder Straße nördlich Zweibrückenstraße Richtung N	8.400	7,1	7.644	234	522
23	str23	Baakenwerder Straße nördlich Zweibrückenstraße Richtung S	8.100	6,2	7.448	217	435
24	str24	Baakenwerder Straße südlich Elbbrückenbühl Richtung N	8.800	6,3	8.084	237	479
25	str25	Baakenwerder Straße südlich Elbbrückenbühl Richtung S	8.400	6,0	7.742	223	435
26	str26	Baakenwerder Straße nördlich Elbbrückenbühl Richtung N	8.700	5,7	8.038	229	435
27	str27	Baakenwerder Straße nördlich Elbbrückenbühl Richtung S	8.300	5,4	7.692	216	392
Abzweig Baakenwerder Straße							
28	str28	Stichstraße östlich Baakenwerder Straße	4.400	4,5	4.116	110	174
Elbbrückenbühl							
29	str29	Elbbrückenbühl östlich Baakenwerder Straße	5.900	5,1	5.488	151	261
30	str30	Elbbrückenbühl Mitte	3.300	1,5	3.184	72	44
31	str31	Elbbrückenbühl südlich Versmannstraße Richtung Norden	1.600	3,1	1.518	38	44
32	str32	Elbbrückenbühl südlich Versmannstraße Richtung Süden	1.700	2,9	1.616	40	44
Großmarktbrücke							
33	str33	Großmarktbrücke nördlich Versmannstraße Richtung Norden	12.700	8,3	11.416	370	914
34	str34	Großmarktbrücke nördlich Versmannstraße Richtung Süden	12.800	4,7	11.956	322	522
35	str35	Großmarktbrücke nördlich	25.500	6,5	23.372	692	1.436
Brücke Baakenhafen West							
36	str36	Brücke Baakenhafen West	9.800	3,1	9.310	229	261
Lohse Park							
37	str37	Lohse Park östlich	1.200	8,3	1.078	35	87
38	str38	Lohse Park nordwestlich	1.790	8,4	1.607	52	131
39	str39	Lohse Park südlich	1.600	6,3	1.470	43	87
Oberhafen							
40	str40	Oberhafen	200	0,0	196	4	0

A 2.3 Zusammenstellung der Verkehrssituationen

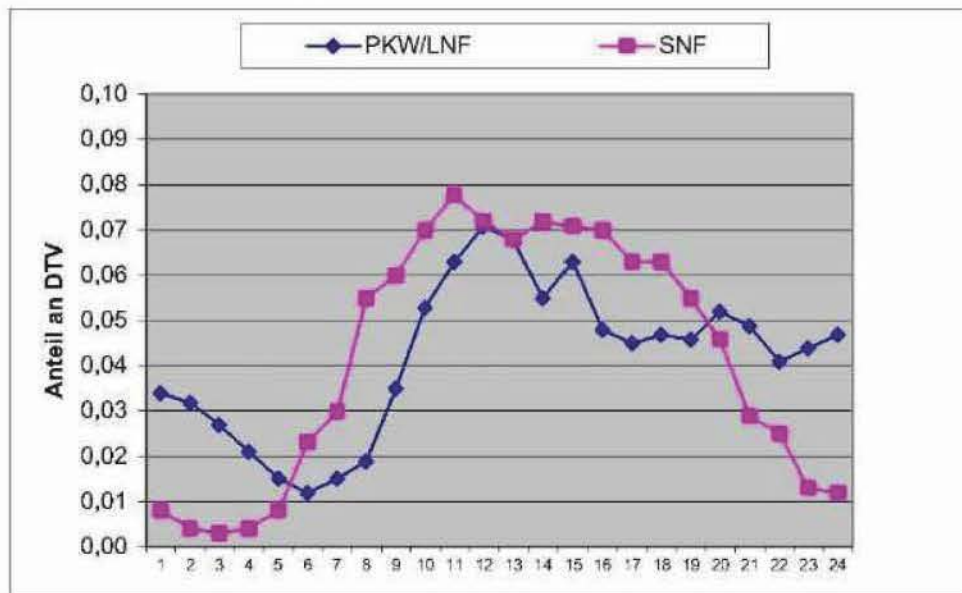
Sp	1	2	3	4	5	6	7	8
Ze	Kürzel	Nr.	Gebiet	Straßentyp	Ge- schw. [km/h]	Verkehrs- zustand	Stel- gung/ Gefälle	Verkehrssituation
Versmannstraße								
1	str1	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
2	str2	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
3	str3	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
4	str4	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
5	str5	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
6	str6	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
7	str7	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
8	str7	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
9	str8	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
10	str10	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
11	str11	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
12	str12	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
13	str13	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
14	str14	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
Kirchenpauerstraße								
15	str15	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
16	str16	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
17	str17	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
18	str18	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
19	str19	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
Zweibrückenstraße								
20	str20	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	+2%	Agglo/HVS/50/dicht_+2%
21	str21	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	-2%	Agglo/HVS/50/dicht_-2%
Baakenwerder Straße								
22	str22	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/Erschließung/50/dicht_±0%
23	str23	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/Erschließung/50/dicht_±0%
24	str24	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/Erschließung/50/dicht_±0%
25	str25	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/Erschließung/50/dicht_±0%
26	str26	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/Erschließung/50/dicht_±0%
27	str27	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/Erschließung/50/dicht_±0%
Abzweig Baakenwerder Straße								
28	str28	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
Ebbbrückenbühl								
29	str29	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
30	str30	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
31	str31	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
32	str32	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
Großmarktbrücke								
33	str33	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
34	str34	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
35	str35	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
Brücke Baakenhafen West								
36	str36	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
Lohse Park								
37	str37	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
38	str38	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
39	str39	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%
Oberhafen								
40	str40	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	±0%	Agglo/Erschließung/50/flüssig_±0%

A 2.4 Zusammenstellung der Ganglinien

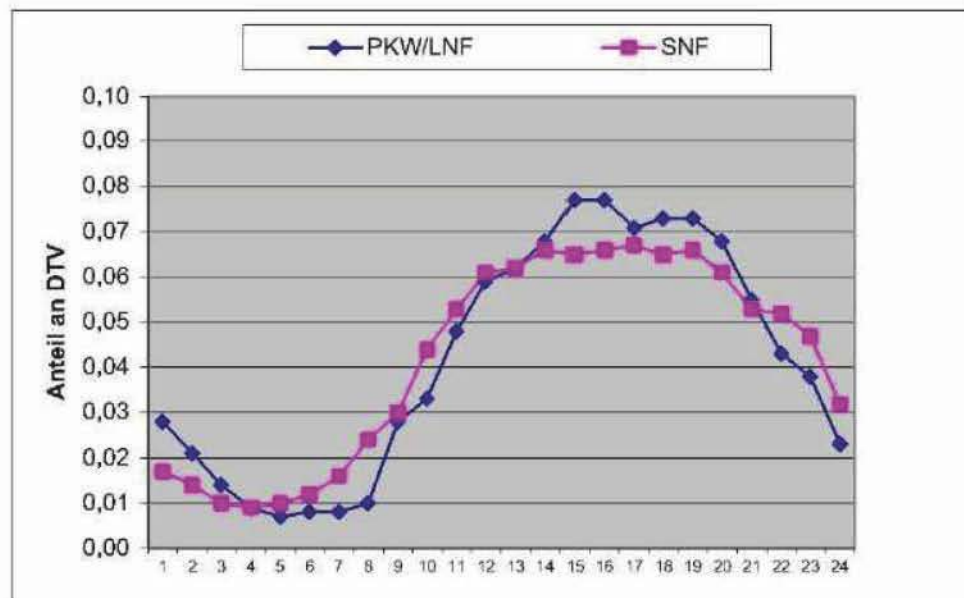
A 2.4.1 Tagesgang Werktag gemäß MOBILEV



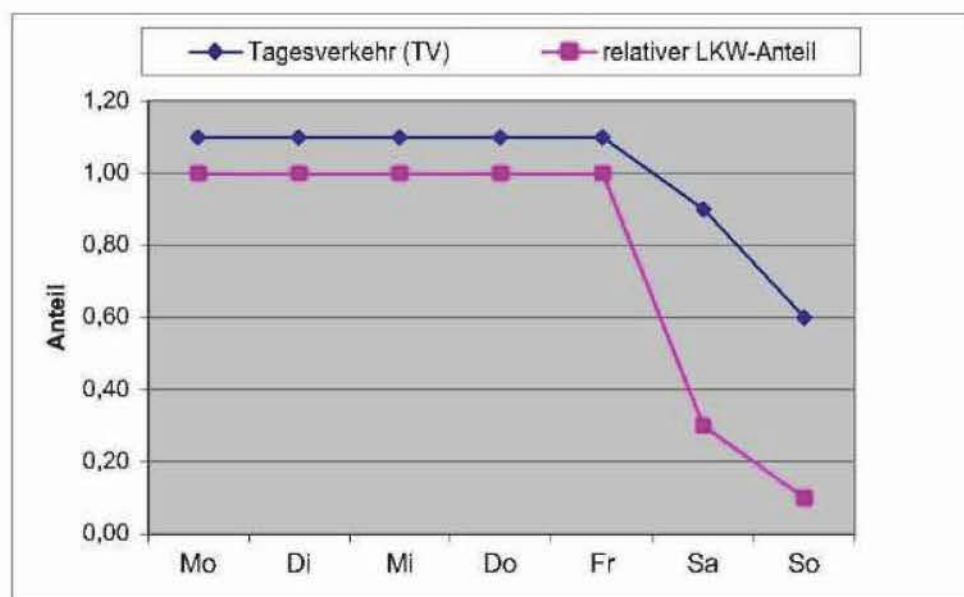
A 2.4.2 Tagesgang Samstag gemäß MOBILEV



A 2.4.3 Tagesgang Sonntag gemäß MOBILEV



A 2.4.4 Modell-Wochengang



A 2.5 Basis-Emissionsfaktoren

A 2.5.1 Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren 3.1), Bezugsjahr 2015

Verkehrssituation	PKW			
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]		
		NOx	NO2	PM
Agglo/HVS/50/dicht_±0%	37,1	0,346	0,110	0,013
Agglo/HVS/50/dicht_-2%	37,1	0,263	0,083	0,010
Agglo/HVS/50/dicht_+2%	37,1	0,450	0,144	0,017
Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	34,6	0,331	0,104	0,013
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	45,8	0,281	0,090	0,012

Verkehrssituation	LNF			
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]		
		NOx	NO2	PM
Agglo/HVS/50/dicht_±0%	37,1	0,080	0,244	0,080
Agglo/HVS/50/dicht_-2%	37,1	0,065	0,175	0,065
Agglo/HVS/50/dicht_+2%	37,1	0,095	0,332	0,095
Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	34,5	0,079	0,247	0,079
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	45,9	0,068	0,191	0,068

Verkehrssituation	SNF			
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]		
		NOx	NO2	PM
Agglo/HVS/50/dicht_±0%	30,2	3,932	0,376	0,111
Agglo/HVS/50/dicht_-2%	30,2	2,693	0,281	0,083
Agglo/HVS/50/dicht_+2%	30,2	3,887	0,391	0,140
Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	29,5	3,979	0,378	0,109
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	31,0	3,859	0,369	0,110

A 2.5.2 Feinstaub(PM₁₀)-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen

Verkehrssituation	Staubaufwirbelung PM ₁₀			
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]		
		PKW	LNF	SNF
Agglo/HVS/50/dicht_±0%	37,1	0,033	0,033	0,350
Agglo/HVS/50/dicht_-2%	37,1	0,033	0,033	0,350
Agglo/HVS/50/dicht_+2%	37,1	0,033	0,033	0,350
Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	34,6	0,035	0,035	0,500
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	45,8	0,033	0,033	0,350

A 2.5.3 Feinstaub(PM_{2,5})-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen

Verkehrssituation	Staubaufwirbelung PM _{2,5}			
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]		
		PKW	LNF	SNF
Agglo/HVS/50/dicht_±0%	37,1	0,015	0,022	0,062
Agglo/HVS/50/dicht_-2%	37,1	0,015	0,022	0,062
Agglo/HVS/50/dicht_+2%	37,1	0,015	0,022	0,062
Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	34,6	0,015	0,022	0,062
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	45,8	0,014	0,020	0,062

A 2.6 Emissionsfaktoren der Straßenabschnitte

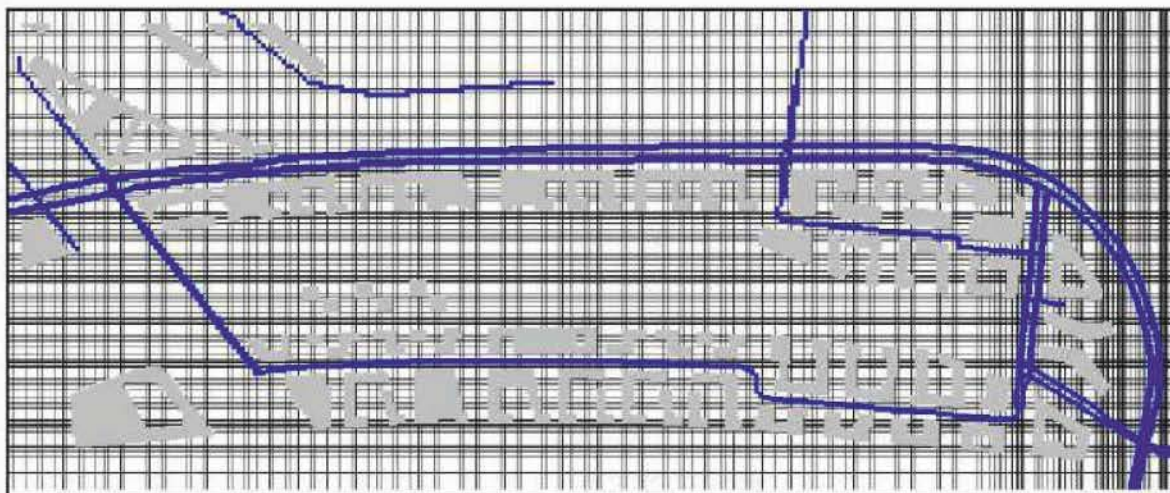
1	2	3	4	5	6	7	8
Abschnitt	Verkehrssituation	Länge [m]	DTV [Kfz/24h]	Emissionsfaktor			
				NOx [g/km]	PM10 [g/km]	PM2,5 [g/km]	
1	str1	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	430	19.100	0,63165	0,08231	0,04238
2	str2	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	416	19.400	0,56340	0,07418	0,03943
3	str3	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	320	26.500	0,59696	0,07818	0,04088
4	str4	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	315	26.400	0,53938	0,07133	0,03839
5	str5	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	280	18.200	0,56113	0,07391	0,03933
6	str6	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	277	18.100	0,55390	0,07306	0,03902
7	str7	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	287	18.000	0,56358	0,07421	0,03944
8	str8	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	286	17.900	0,54756	0,07230	0,03874
9	str9	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	256	17.800	0,55750	0,07348	0,03918
10	str10	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	248	17.600	0,55109	0,07272	0,03890
11	str11	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	92	21.700	0,52551	0,06967	0,03779
12	str12	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	88	21.500	0,52012	0,06904	0,03756
13	str13	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	29	20.000	0,52580	0,06971	0,03780
14	str14	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	43	21.500	0,52012	0,06904	0,03756
15	str15	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	51	5.000	0,43132	0,06412	0,03355
16	str16	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	52	5.000	0,43132	0,06412	0,03355
17	str17	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	170	8.600	0,45613	0,06707	0,03462
18	str18	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	522	6.000	0,43098	0,06408	0,03353
19	str19	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	262	6.600	0,34697	0,05408	0,02988
20	str20	Agglo/HVS/50/dicht_+2%	218	12.100	0,62631	0,07575	0,04337
21	str21	Agglo/HVS/50/dicht_-2%	216	11.700	0,38437	0,06517	0,03330
22	str22	Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	87	8.400	0,55102	0,08450	0,03872
23	str23	Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	85	8.100	0,52050	0,07969	0,03743
24	str24	Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	56	8.800	0,52312	0,08011	0,03755
25	str25	Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	56	8.400	0,51357	0,07860	0,03714
26	str26	Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	91	8.700	0,50711	0,07758	0,03687
27	str27	Agglo/Erschliessung/50/dicht_±0%	98	8.300	0,49708	0,07601	0,03645
28	str28	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	47	4.400	0,41694	0,06240	0,03292
29	str29	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	191	5.900	0,43360	0,06439	0,03364
30	str30	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	141	3.300	0,32381	0,05133	0,02887
31	str31	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	66	1.600	0,37410	0,05733	0,03107
32	str32	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	55	1.700	0,36835	0,05664	0,03082
33	str33	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	110	12.700	0,59603	0,07807	0,04084
34	str34	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	112	12.800	0,48522	0,06488	0,03604
35	str35	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	75	25.500	0,54041	0,07145	0,03843
36	str36	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	296	9.800	0,37107	0,05695	0,03092
37	str37	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	187	1.200	0,53398	0,07634	0,03801
38	str38	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	69	1.790	0,53645	0,07662	0,03810
39	str39	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	68	1.600	0,46961	0,06867	0,03521
40	str40	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0%	434	200	0,27648	0,04569	0,02681

A 2.7 Gesamtemissionen der Straßenabschnitte (Jahresmittel)

Straßenabschnitt	Länge [m]	Gesamtemissionen pro Jahr		
		NOx [t/a]	PM ₁₀ [t/a]	PM _{2,5} [t/a]
Versmannstraße				
str1	430	1,89	0,25	0,13
str2	416	1,66	0,22	0,12
str3	320	1,85	0,24	0,13
str4	315	1,64	0,22	0,12
str5	280	1,04	0,14	0,07
str6	277	1,01	0,13	0,07
str7	287	1,06	0,14	0,07
str8	286	1,02	0,14	0,07
str9	256	0,93	0,12	0,07
str10	248	0,88	0,12	0,06
str11	92	0,38	0,05	0,03
str12	88	0,36	0,05	0,03
str13	29	0,11	0,01	0,01
str14	43	0,18	0,02	0,01
Kirchenpauerstraße				
str15	51	0,04	0,01	0,00
str16	52	0,04	0,01	0,00
str17	170	0,24	0,04	0,02
str18	522	0,49	0,07	0,04
str19	262	0,22	0,03	0,02
Zweibrückenstraße				
str20	218	0,60	0,07	0,04
str21	216	0,35	0,06	0,03
Baakenwerder Straße				
str22	87	0,15	0,02	0,01
str23	85	0,13	0,02	0,01
str24	56	0,09	0,01	0,01
str25	56	0,09	0,01	0,01
str26	91	0,15	0,02	0,01
str27	98	0,15	0,02	0,01
Abzweig Baakenwerder Str				
str28	47	0,03	0,00	0,00
Elbbrückenhügel				
str29	191	0,18	0,03	0,01
str30	141	0,05	0,01	0,00
str31	66	0,01	0,00	0,00
str32	55	0,01	0,00	0,00
Großmarktbrücke				
str33	110	0,30	0,04	0,02
str34	112	0,25	0,03	0,02
str35	75	0,38	0,05	0,03
Brücken Baakenhafen West				
str36	296	0,39	0,06	0,03
Lohse Park				
str37	187	0,04	0,01	0,00
str38	69	0,02	0,00	0,00
str39	68	0,02	0,00	0,00
Oberhafen				
str40	434	0,01	0,00	0,00
Summe		18,48	2,49	1,32

A 3 MISKAM-Rechenmodell

A 3.1 Rechengitter



MISKAM-Rechengebiet:

Horizontal:

- x-Richtung: 348 Zellen (1.410 m), y-Richtung: 239 Zellen (580 m);
- Vorlaufgebiet zusätzlich jeweils 5 Gitterzellen links/rechts;
- Maschenweiten 2,0 bis 5,0 m, Änderung zwischen benachbarten Zellen kleiner als 20 %;

Vertikal:

- 37 Zellen (1.500 m), Maschenweiten von 0,5 m (bodennah) bis 300 m (letzte Zelle);

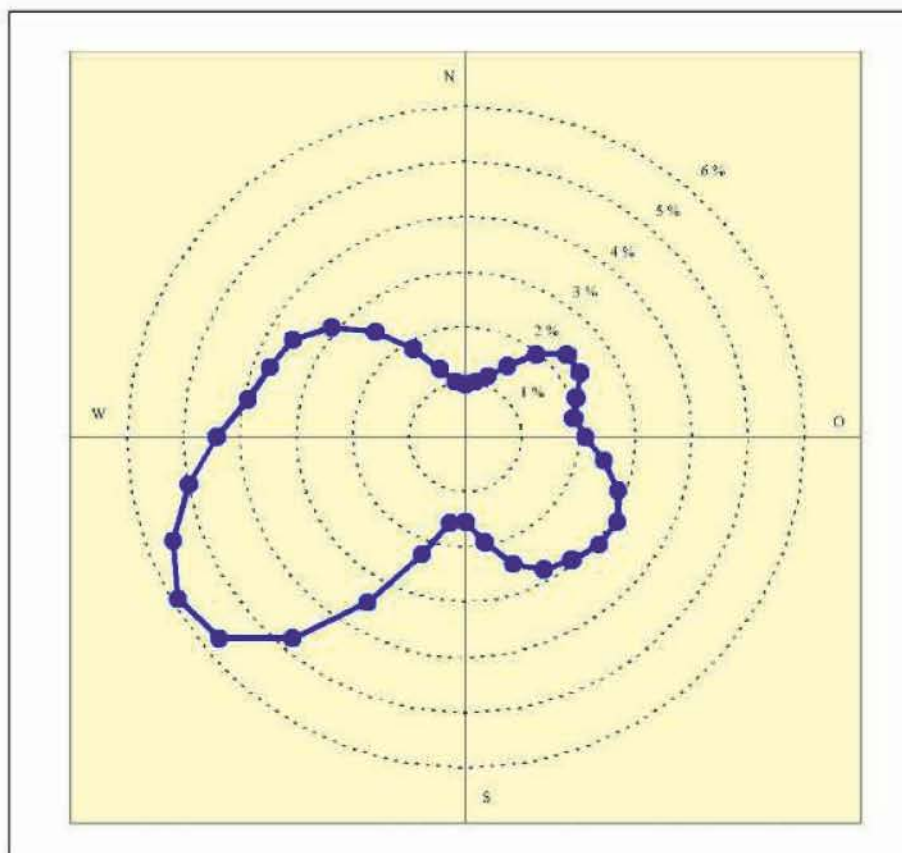
Quellen (blaue Zellen): Straßenfahrbahnen

A 3.2 Emissionen

Straßenabschnitt	Länge [m]	Fläche [m²]	Gesamtemissionen pro Flächeneinheit und Zeit		
			NOx [mg/(m² s)]	PM ₁₀ [mg/(m² s)]	PM _{2,5} [mg/(m² s)]
Versmannstraße					
str1	430	3.100	0,01937	0,00252	0,00130
str2	416	3.024	0,01740	0,00229	0,00122
str3	320	2.520	0,02325	0,00304	0,00159
str4	315	2.504	0,02073	0,00274	0,00148
str5	280	2.240	0,01478	0,00195	0,00104
str6	277	2.210	0,01454	0,00192	0,00102
str7	287	2.320	0,01452	0,00191	0,00102
str8	286	2.320	0,01398	0,00185	0,00099
str9	256	2.000	0,01470	0,00194	0,00103
str10	248	1.960	0,01420	0,00187	0,00100
str11	92	710	0,01710	0,00227	0,00123
str12	88	680	0,01675	0,00222	0,00121
str13	29	240	0,01471	0,00195	0,00106
str14	43	320	0,01739	0,00231	0,00126
Kirchenpauerstraße					
str15	51	280	0,00455	0,00068	0,00035
str16	52	268	0,00484	0,00072	0,00038
str17	170	1.008	0,00766	0,00113	0,00058
str18	522	3.080	0,00507	0,00075	0,00039
str19	262	1.560	0,00445	0,00069	0,00038
Zweibrückenstraße					
str20	218	968	0,01975	0,00239	0,00137
str21	216	1.008	0,01115	0,00189	0,00097
Baakenwerder Straße					
str22	87	704	0,00662	0,00102	0,00047
str23	85	416	0,00997	0,00153	0,00072
str24	56	452	0,00660	0,00101	0,00047
str25	56	448	0,00624	0,00096	0,00045
str26	91	576	0,00807	0,00123	0,00059
str27	98	632	0,00740	0,00113	0,00054
Abzweig Baakenwerder Str					
str28	47	200	0,00499	0,00075	0,00039
Elbbrückenhügel					
str29	191	1.080	0,00524	0,00078	0,00041
str30	141	900	0,00194	0,00031	0,00017
str31	66	260	0,00176	0,00027	0,00015
str32	55	210	0,00190	0,00029	0,00016
Großmarktbrücke					
str33	110	450	0,02142	0,00281	0,00147
str34	112	425	0,01894	0,00253	0,00141
str35	75	375	0,03190	0,00422	0,00227
Brücken Baakenhafen West					
str36	296	2.590	0,00481	0,00074	0,00040
Lohse Park					
str37	187	875	0,00158	0,00023	0,00011
str38	69	270	0,00284	0,00041	0,00020
str39	68	320	0,00185	0,00027	0,00014
Oberhafen					
str40	434	2.225	0,00012	0,00002	0,00001

A 4 Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes (Hamburg-Fuhlsbüttel, 1991-2000)

A 4.1 Windrichtungsverteilung im Jahresmittel (Anteil an Gesamtjahresstunden)



A 4.2 Verteilung der Ausbreitungsklassen (Anteil an Gesamtjahresstunden)

Windschwindigkeit [m/s]	Ausbreitungsklasse					
	I sehr stabil	II stabil	III/1 indifferent leicht stabil	III/2 indifferent leicht labil	IV labil	V sehr labil
0-1	6,93 %	3,81 %	0,52 %	0,49 %	0,74 %	0,36 %
1,5	2,85 %	2,61 %	0,77 %	0,72 %	0,55 %	0,29 %
2	2,88 %	2,93 %	1,56 %	1,17 %	0,64 %	0,35 %
3	0,00 %	5,79 %	10,61 %	5,88 %	1,96 %	1,11 %
4-5	0,00 %	0,00 %	15,94 %	4,10 %	1,07 %	0,46 %
6	0,00 %	0,00 %	11,81 %	1,43 %	0,46 %	0,12 %
7-8	0,00 %	0,00 %	5,21 %	0,61 %	0,17 %	0,03 %
9	0,00 %	0,00 %	2,01 %	0,21 %	0,04 %	0,00 %
>10	0,00 %	0,00 %	0,77 %	0,04 %	0,00 %	0,00 %
Summe	12,66 %	15,14 %	49,20 %	14,65 %	5,64 %	2,71 %

A 5 Hintergrundbelastung

Standort	Zeitraum	NO ₂		PM ₁₀	PM _{2,5}
		Jahres- mittel- wert [µg/m³]	98-Per- zentil [µg/m³]	Jahres- mittel- wert [µg/m³]	Jahres- mittel- wert [µg/m³]
Luftmessstationen in Hamburg in der Umgebung					
Sternschanze	2010	29	—	—	—
Baakenhafen	2010	— ¹⁾	—	—	—
Veddel	2010	—	—	21	16
Wilhelmsburg	2010	—	—	21	15
Billbrook	2010	—	—	22	—
Ansatz für Hintergrundbelastung	2010	32	—	22	16
Reduktionsfaktor zur Aktualisierung ²⁾		0,88	—	0,95	0,95
Ansatz für Hintergrundbelastung	2015	28	70³⁾	21	15

¹⁾ Messungen ca. 2 bis 3 µg/m³ höher als Sternschanze

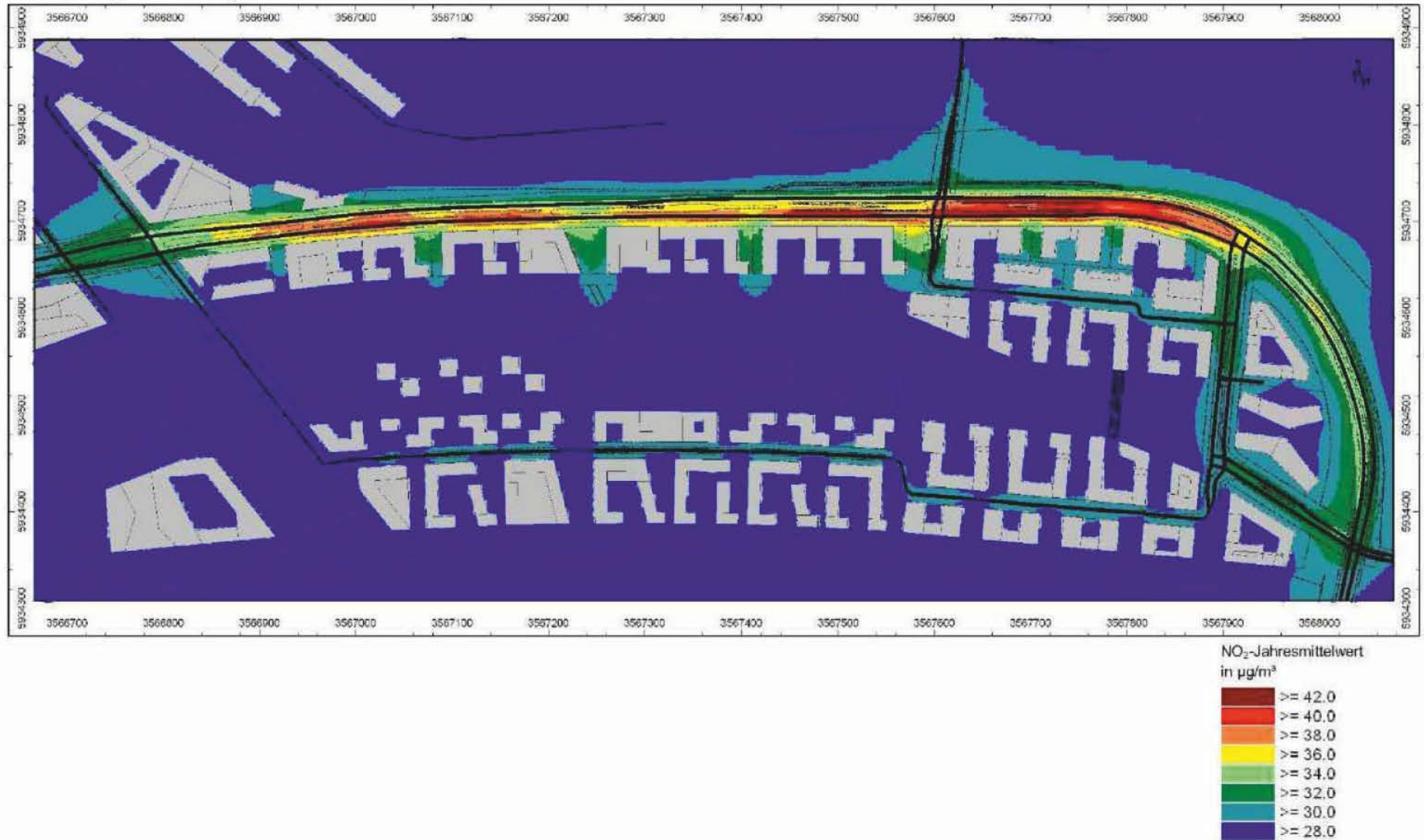
²⁾ Vorschlag von Lohmeyer zur Aktualisierung von MLuS 02; für PM_{2,5} Wert für PM₁₀

³⁾ 98-Perzentil-Wert in Wilhelmsburg 2001 64 µg/m³, Flughafen Nord 2004 75 µg/m³

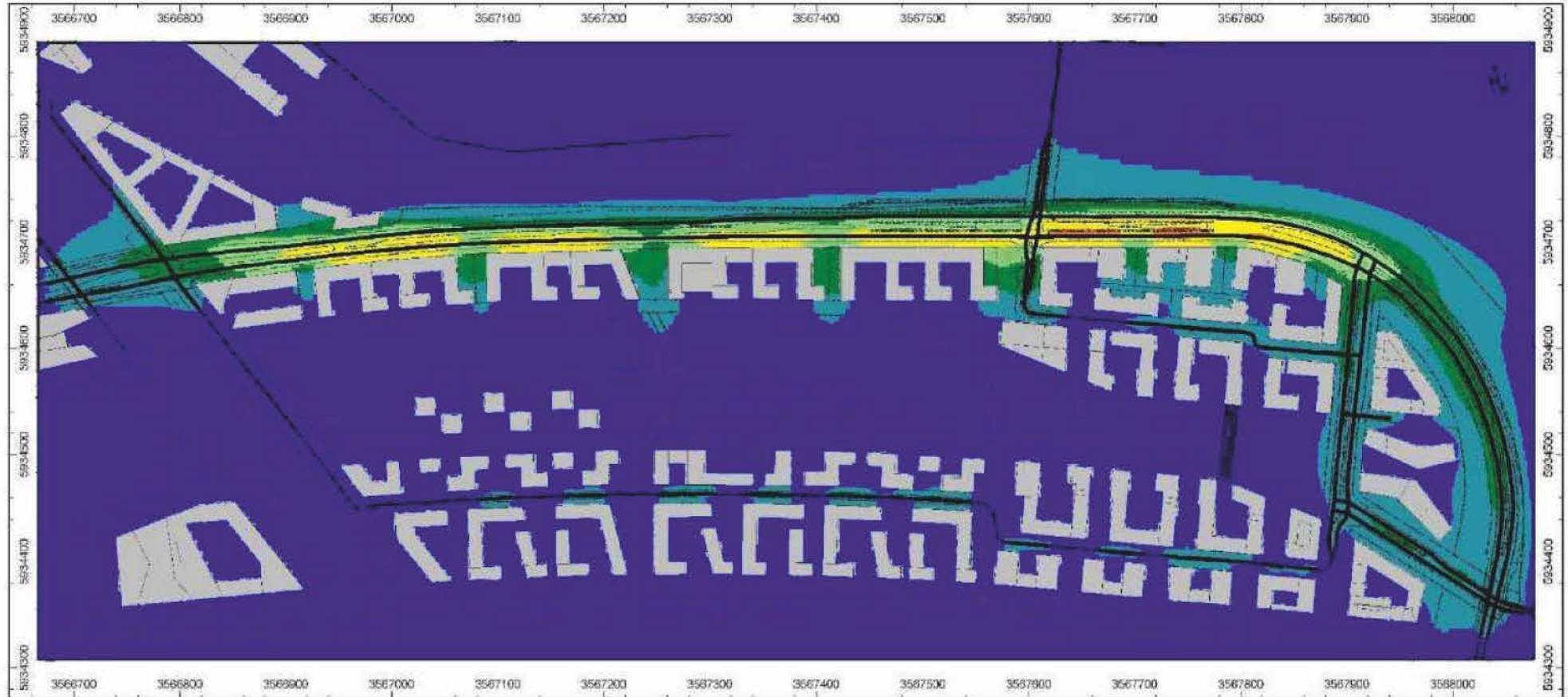
A 6 Rasterkarten (Aufpunkthöhe Erdgeschoss)

A 6.1 Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00)

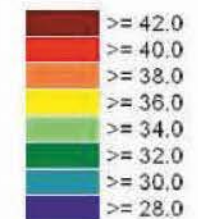
A 6.1.1 Aufpunkthöhe Erdgeschoss



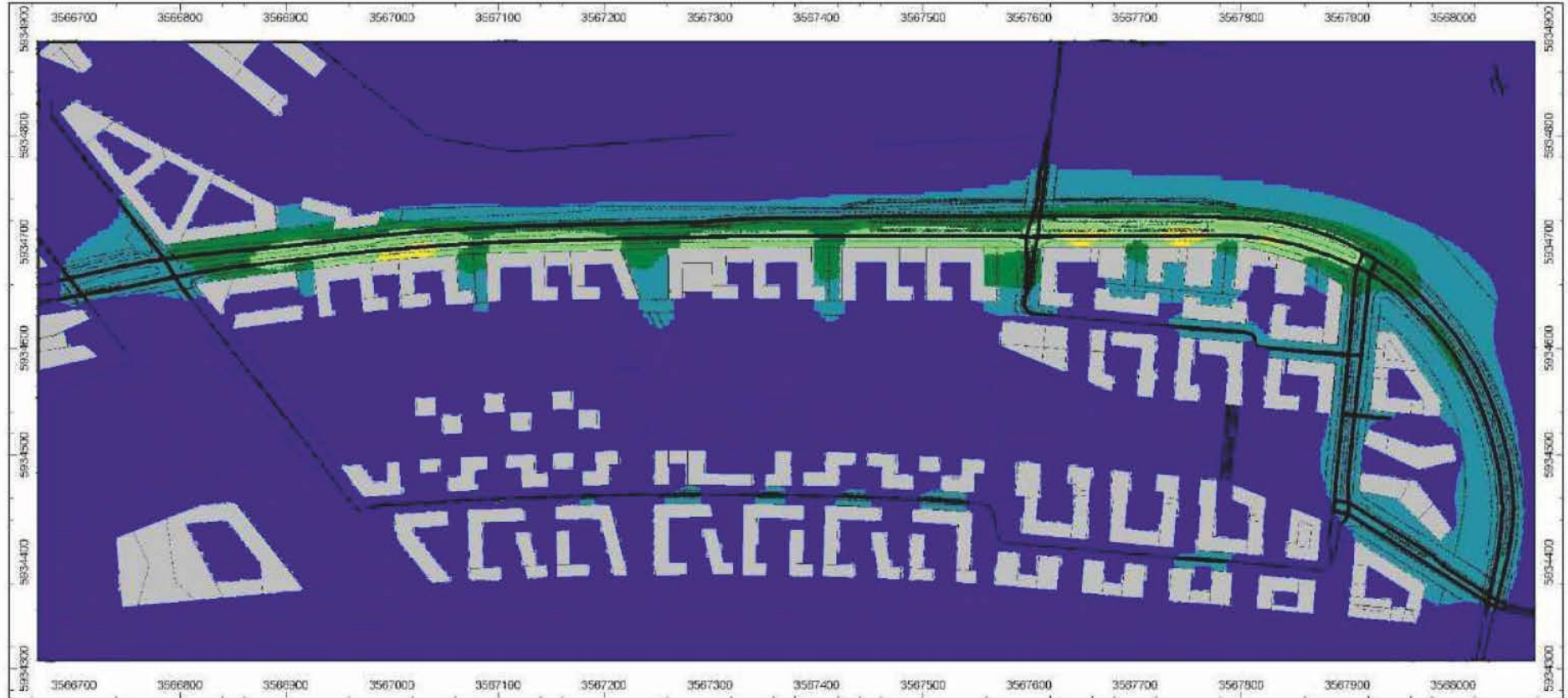
A 6.1.2 Aufpunkthöhe erstes Obergeschoss



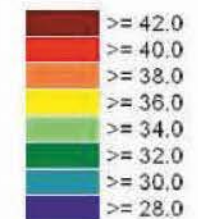
NO₂-Jahresmittelwert
in µg/m³



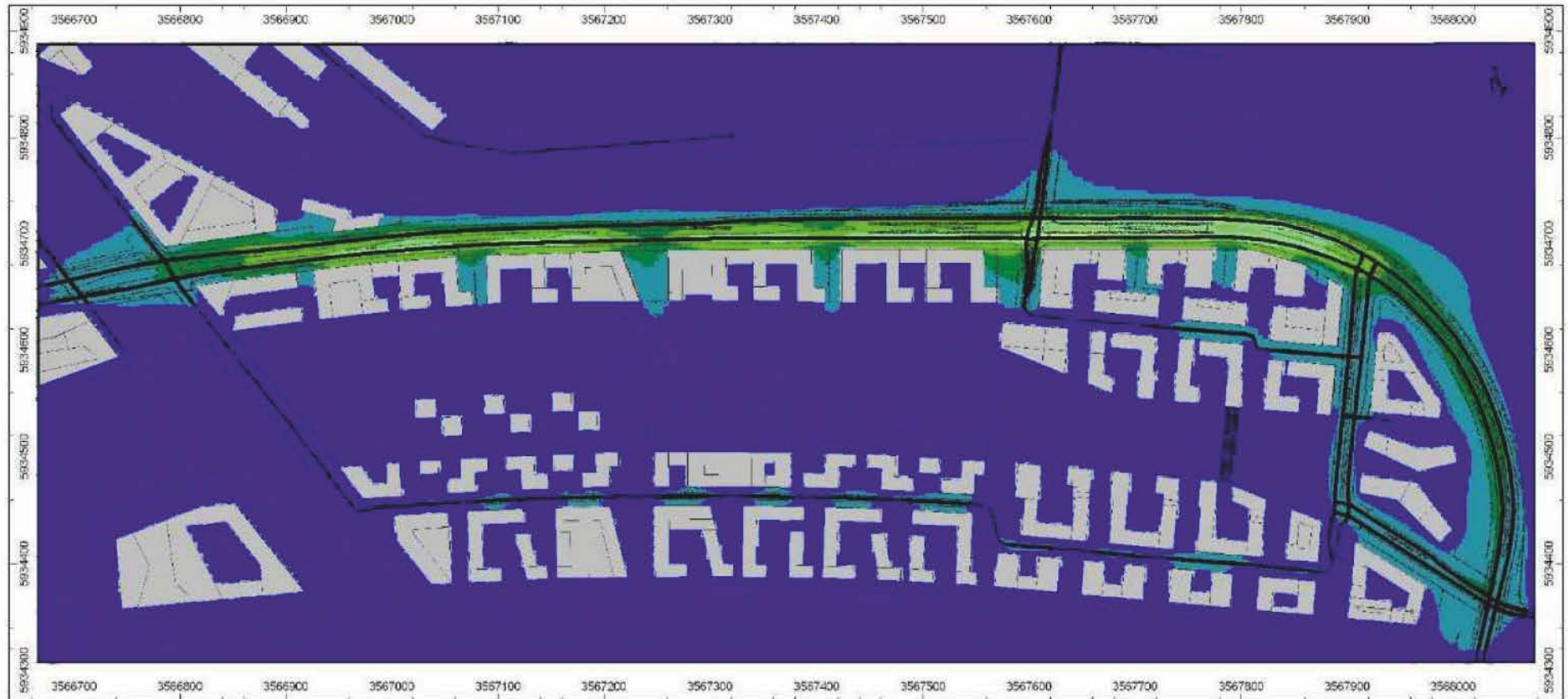
A 6.1.3 Aufpunkthöhe zweites Obergeschoss



NO₂-Jahresmittelwert
in µg/m³



A 6.2 Feinstaub(PM₁₀)-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00), Aufpunkthöhe Erdgeschoss



A 6.3 Feinstaub(PM_{2,5})-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00), Aufpunkthöhe Erdgeschoss

