
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.

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 Dieselruß 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 $10 \mu\text{m}$), überwiegend sogar um Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ (Partikeldurchmesser kleiner als $2,5 \mu\text{m}$).

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 PM_{10} -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.

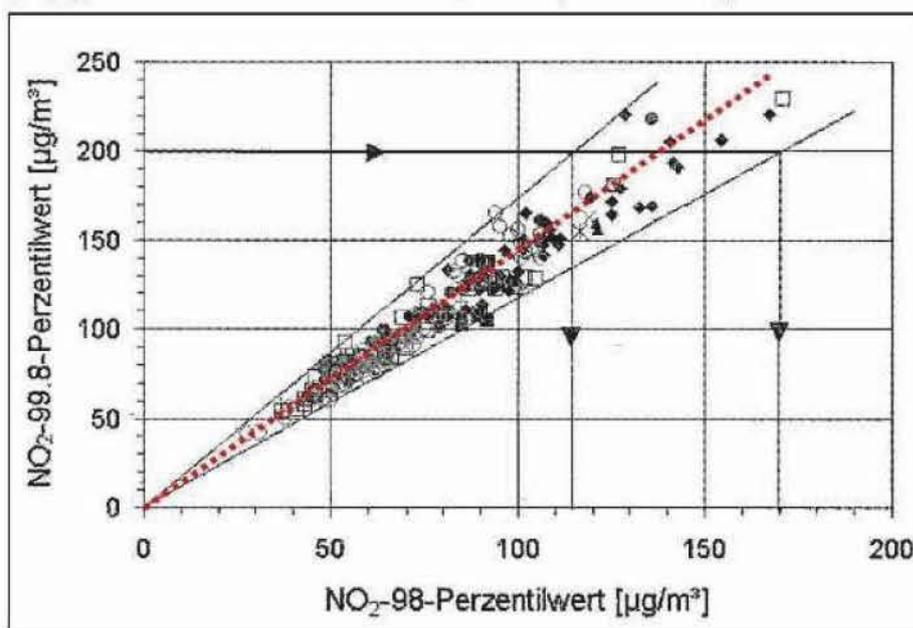
Bezüglich der Stickstoffdioxid-Immissionen wurde für den Jahresmittelwert in der Neufassung der 39. BImSchV und der TA Luft ein Grenzwert von 40 µg/m³ festgesetzt.

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/m ³] | 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:

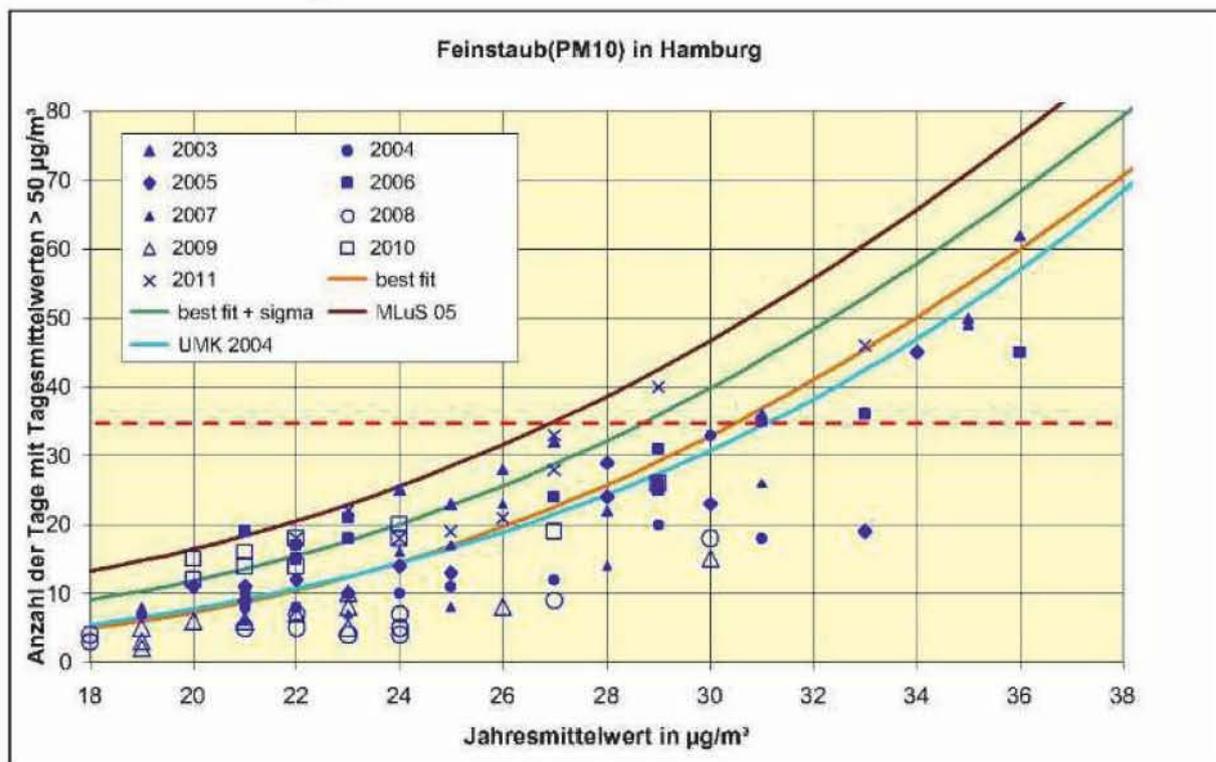
- „best fit“: Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, 2005 [28]) wurde aus zahlreichen Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM_{10} -Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem 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 Rauheitslänge 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 Umwandlungschemie 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 Umwandlungschemie 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.

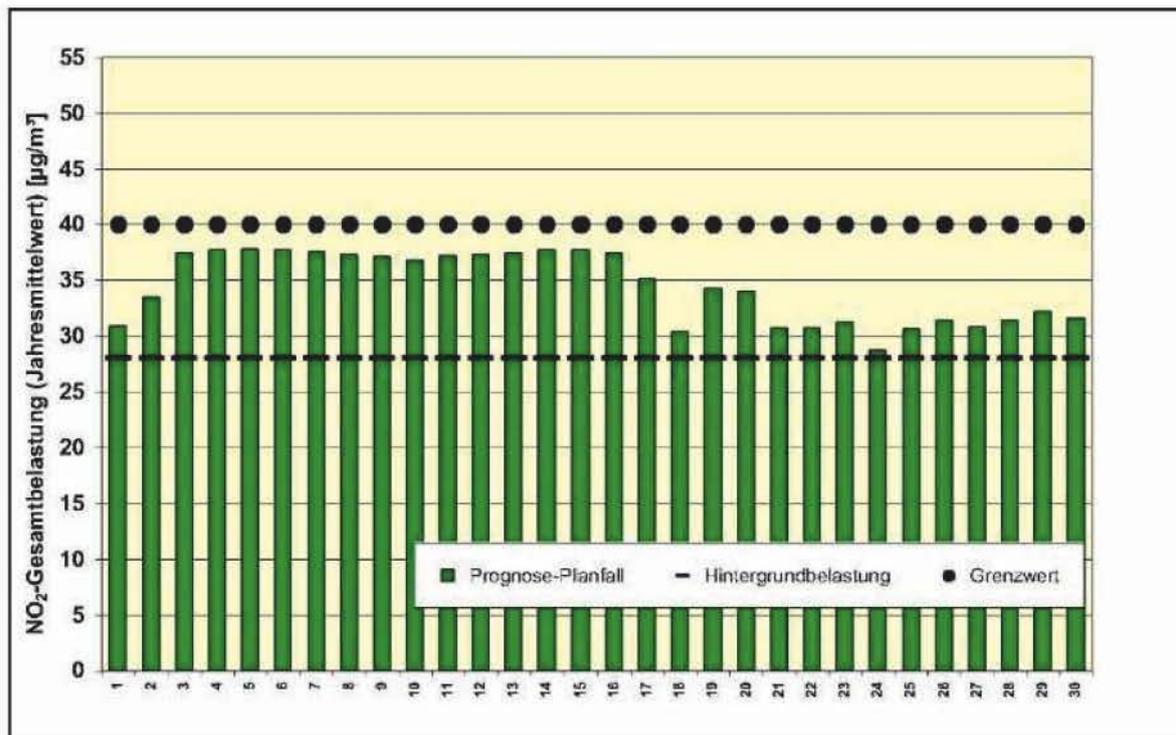
8.4.2. Stickstoffdioxid-Belastungen (NO₂, Jahresmittelwert)

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/m ³] | | | |
|---------------|---|-------------|-----------------|-----------------|
| | 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.

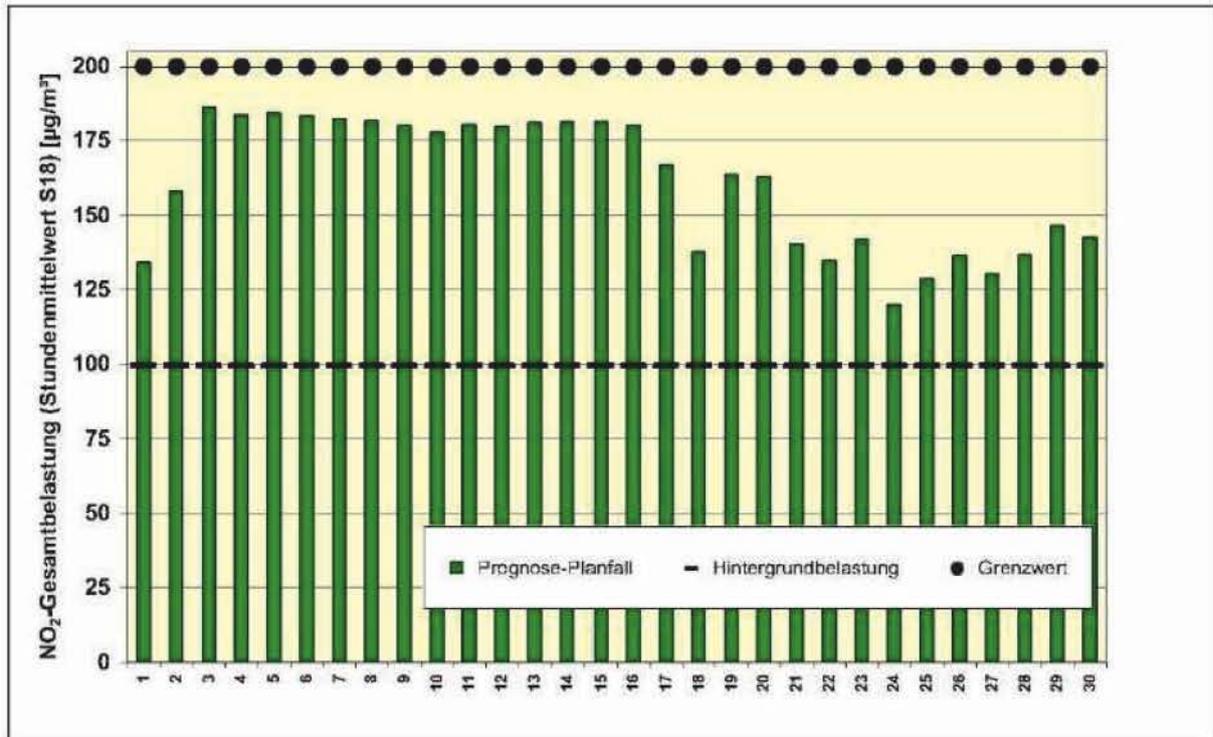
Zusammenfassend festzuhalten, dass sich im Erdgeschoss Stundenmittelwerte der NO₂-Belastung von bis zu etwa 186 µg/m³ (Immissionsort 3) ergeben. Der Grenzwert gemäß 39. BImSchV von 200 µg/m³ wird im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten.

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)

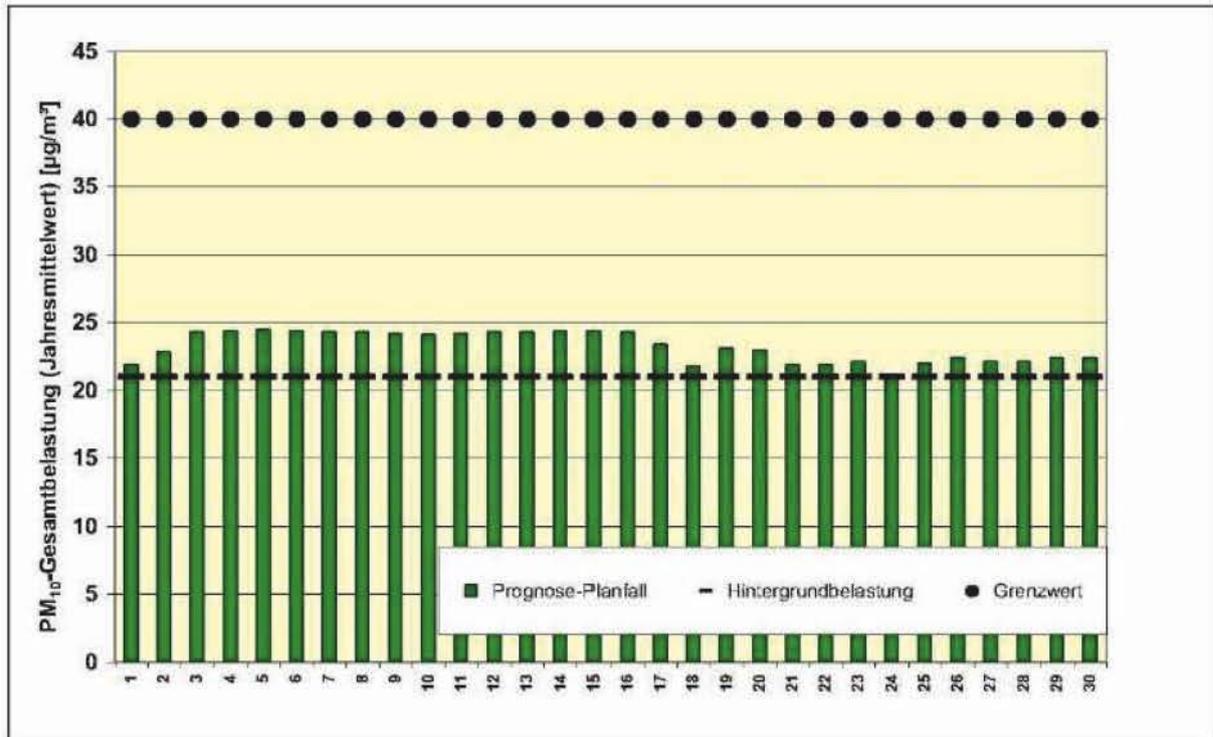
Die Jahresmittelwerte der Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen finden sich für die untersuchten Einzelpunkte in der Tabelle 4 und der Abbildung 5. Flächendeckende Darstellungen sind in der Anlage A 6.2 enthalten.

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) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | | | |
|-------------------------|--|------------------|----------------------|----------------------|
| | 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(PM₁₀)-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)



8.4.5. Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Überschreitungstage)

Neben dem Jahresmittelwert der Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen wurde zusätzlich die Anzahl der Tage abgeschätzt, an denen der Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ überschritten wird. Hierfür wurde die Näherungskurve „best fit“ (BAST, 2005) aufgrund der guten Übereinstimmung mit den Messwerten in Hamburg zugrunde gelegt.

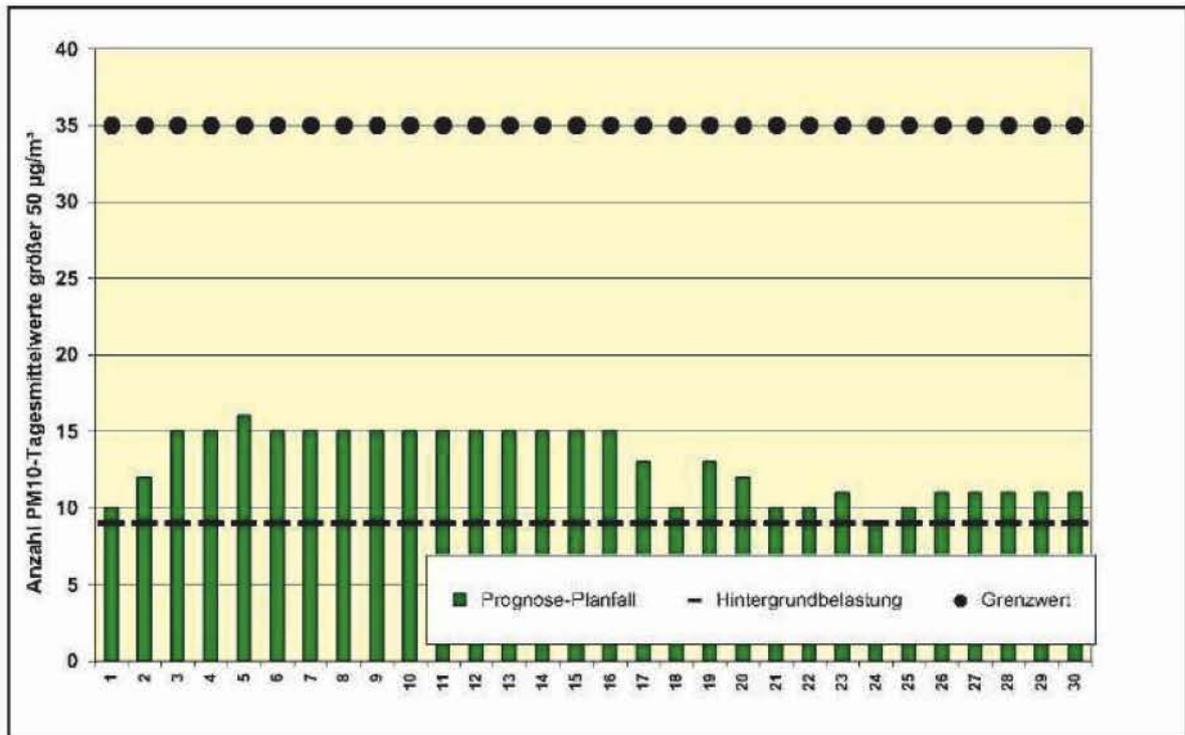
Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 und der Abbildung 6 zusammengefasst.

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/m ³) | | | |
|-------------------------|--|------------------|----------------------|----------------------|
| | 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 8 | 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.

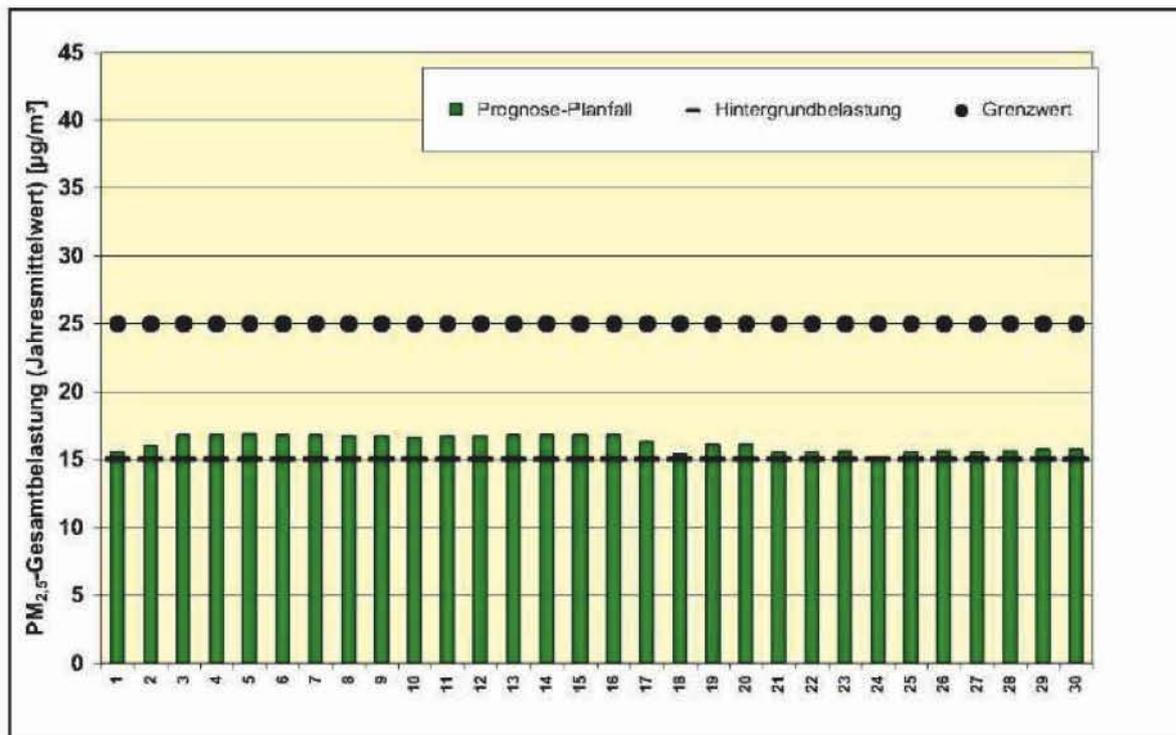
Es ergeben sich Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung von bis zu 16,9 µg/m³ (Immissionsort 5). Werte oberhalb von 16 µg/m³ treten entlang der Versmannstraße auf.

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/m ³] | | | |
|-------------------------|---|------------------|----------------------|----------------------|
| | 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 (PM₁₀ 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 (GMBI. 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. Bösinger, 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?“, Immissionschutz, 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;

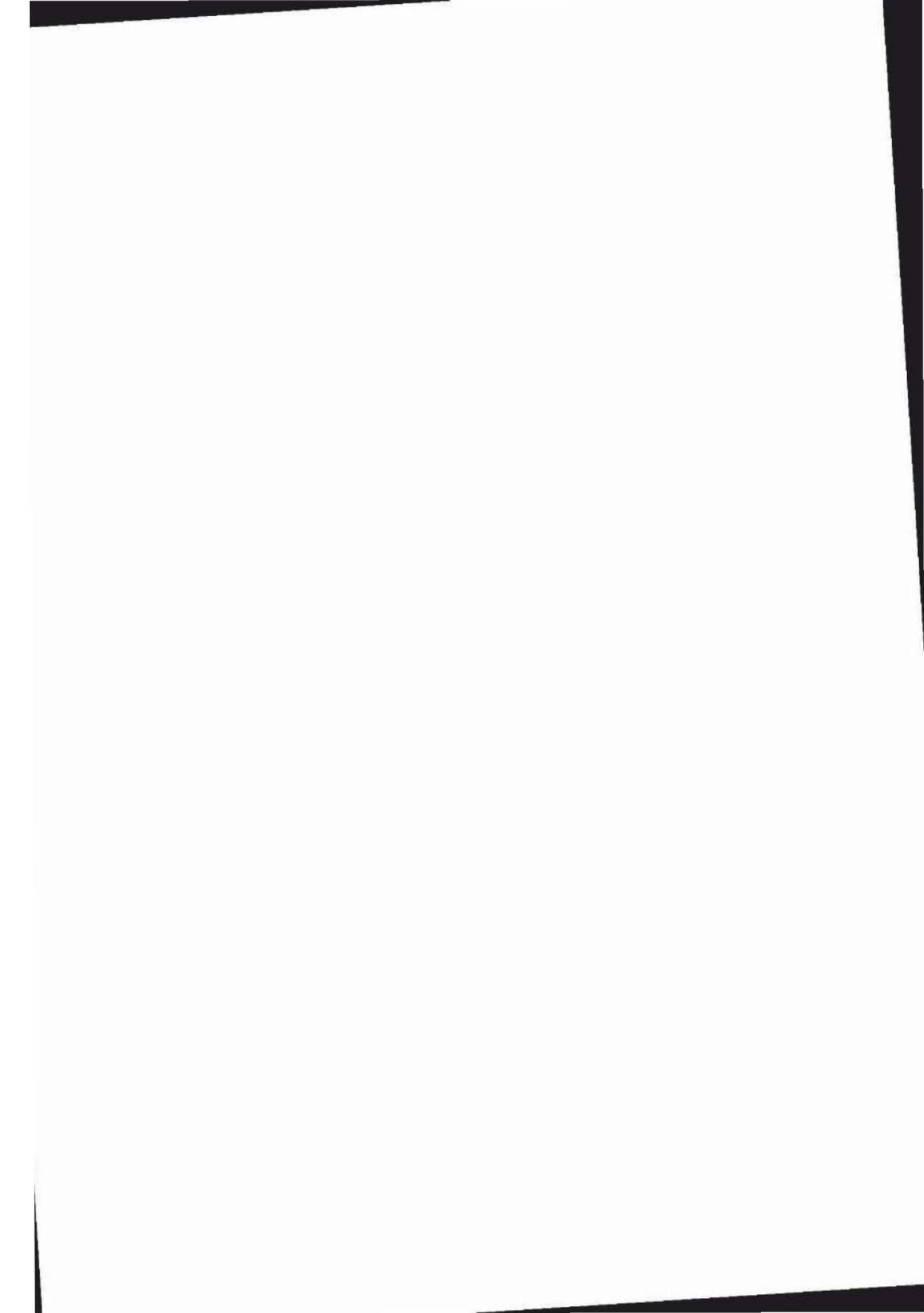
- [34] I. Düring, W. Bächlin, F. Dünnebeil, H. Ellner, U. Friedrich, L. Schäfer und T. Schönefeld: „Tendenzen der NO₂-Belastung im Land Brandenburg von 1997 bis 2020“, Immissionsschutz, Heft 3, 2010;

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.

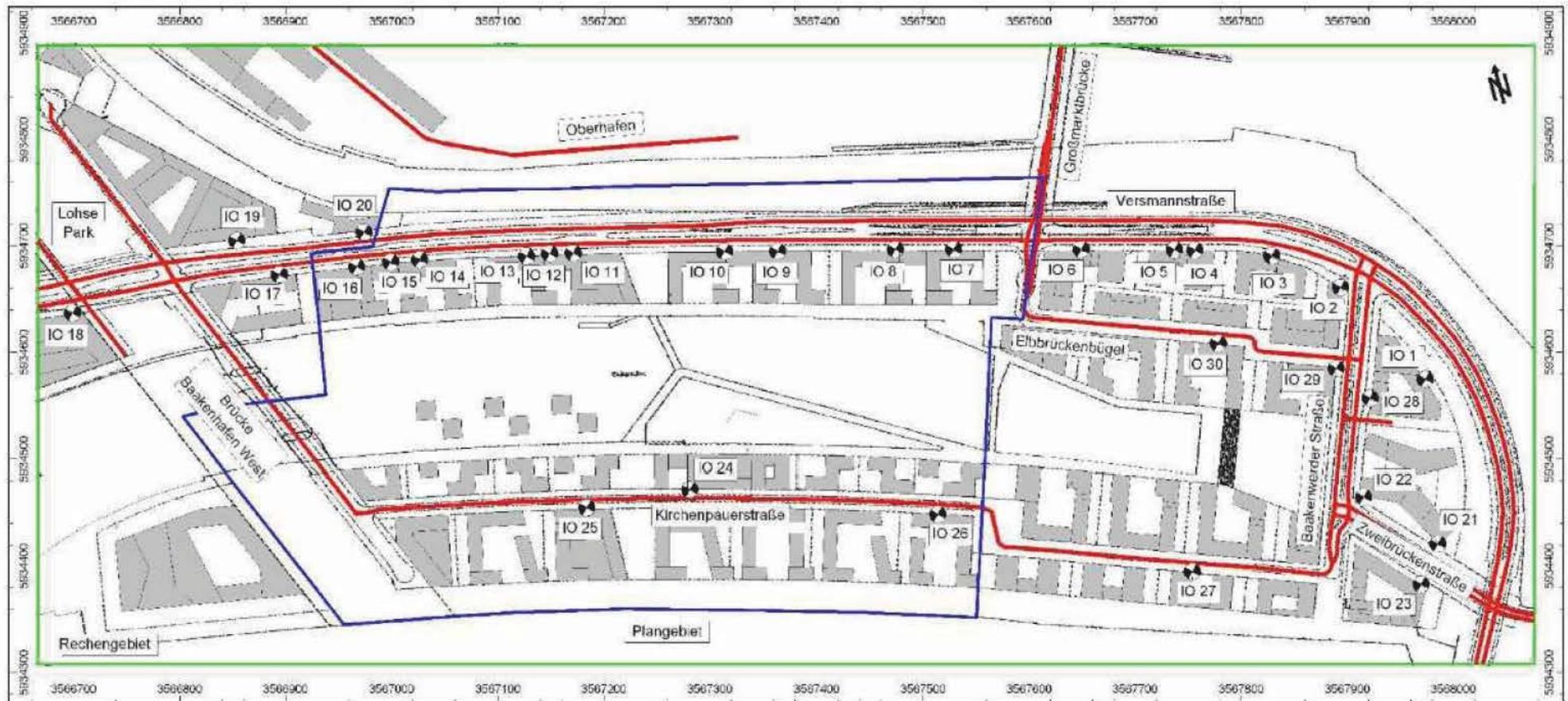


11. Anlagenverzeichnis

| | | |
|---------|---|-------|
| 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-Rechengebiet:

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

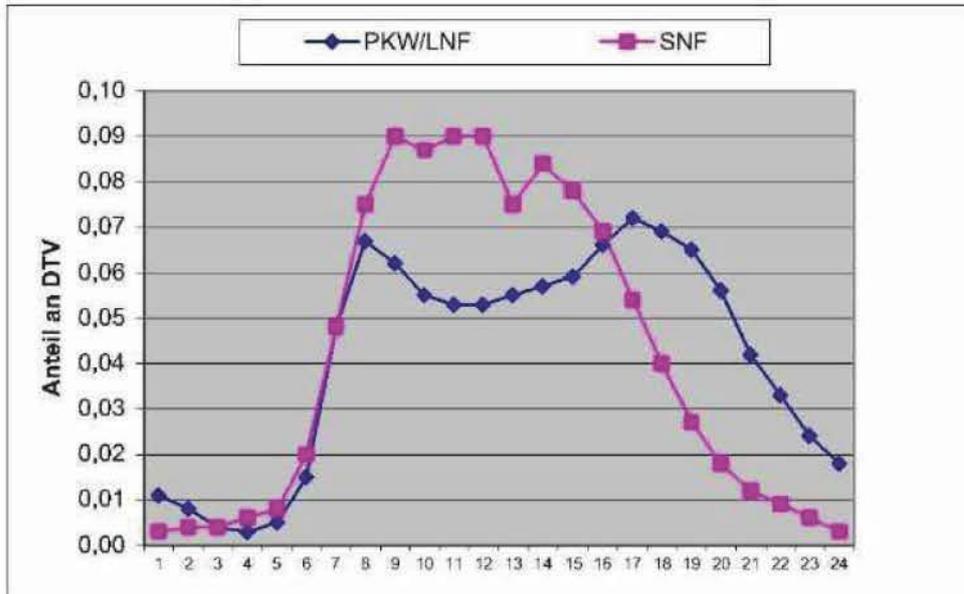
| Sp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------------------|--------|--|---------------------------|-----|----------|----------|----------|
| Ze | Kürzel | Straßenabschnitt | Verkehrsbelastungen | | | | |
| | | | Prognose-Nullfall 2020/25 | | | | |
| | | | DTV | p | PKW | LNF | SNF |
| | | | 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 | 18.400 | 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 Elbbrückenbügel Richtung N | 8.800 | 6,3 | 8.064 | 237 | 479 |
| 25 | str25 | Baakenwerder Straße südlich Elbbrückenbügel Richtung S | 8.400 | 6,0 | 7.742 | 223 | 435 |
| 26 | str26 | Baakenwerder Straße nördlich Elbbrückenbügel Richtung N | 8.700 | 5,7 | 8.036 | 229 | 435 |
| 27 | str27 | Baakenwerder Straße nördlich Elbbrückenbügel 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 |
| Elbbrückenbügel | | | | | | | |
| 29 | str29 | Elbbrückenbügel östlich Baakenwerder Straße | 5.900 | 5,1 | 5.488 | 151 | 261 |
| 30 | str30 | Elbbrückenbügel Mitte | 3.300 | 1,5 | 3.184 | 72 | 44 |
| 31 | str31 | Elbbrückenbügel südlich Versmannstraße Richtung Norden | 1.600 | 3,1 | 1.518 | 38 | 44 |
| 32 | str32 | Elbbrückenbügel 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

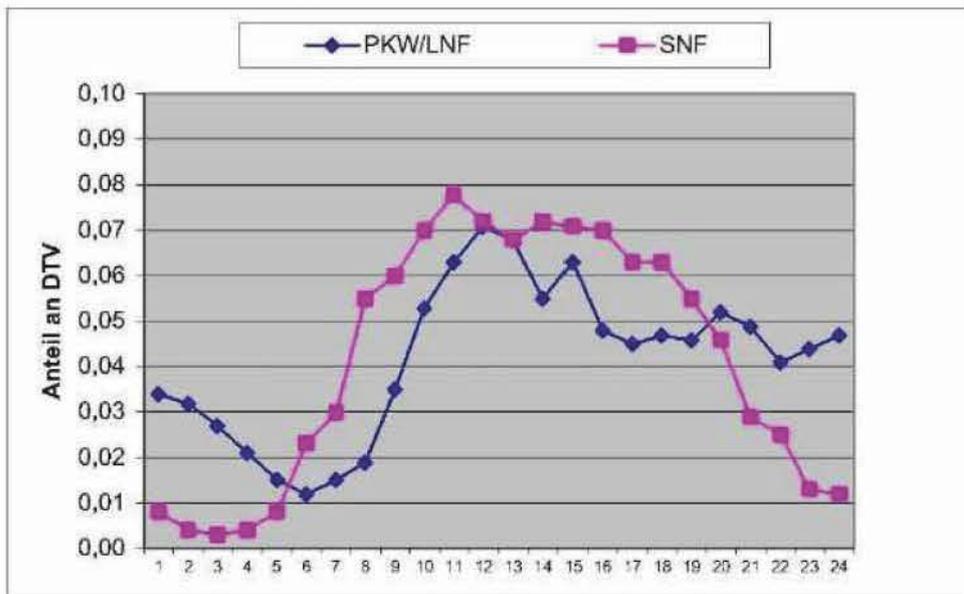
| Sp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------------------|--------|-----|---------------|---------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|
| Ze | Kürzel | Nr. | Gebiet | Straßentyp | Geschw. [km/h] | Verkehrszustand | Steigung/Gefälle | 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% |
| Eibrückenbügel | | | | | | | | |
| 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

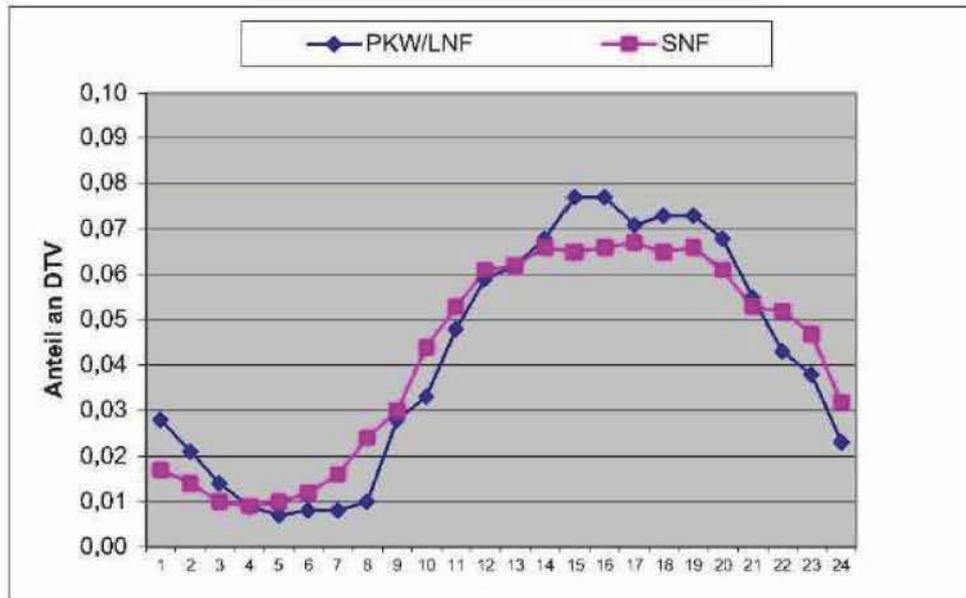
A 2.4.1 Tagesgang Werktag gemäß MOBILEV



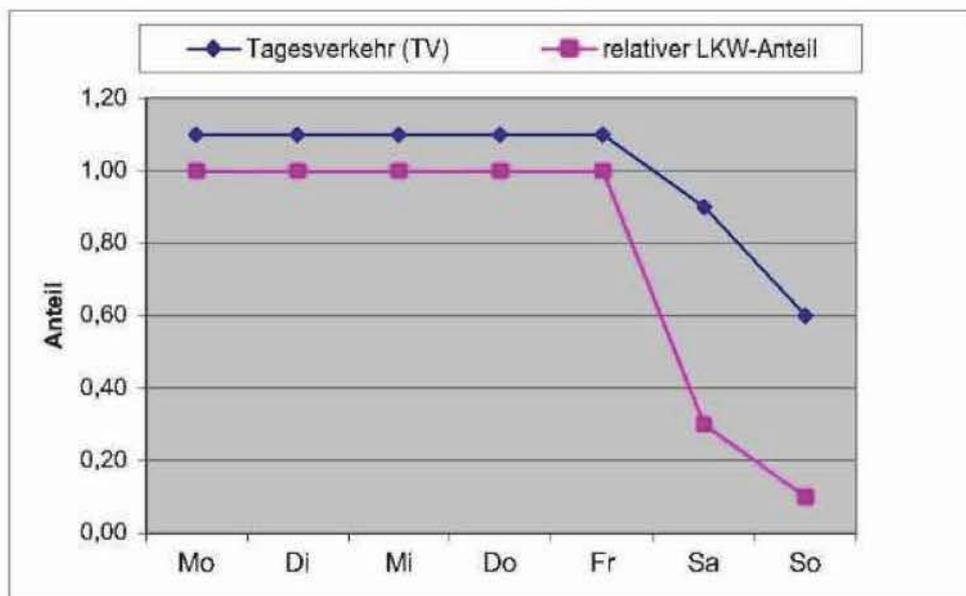
A 2.4.2 Tagesgang Samstag gemäß MOBILEV



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

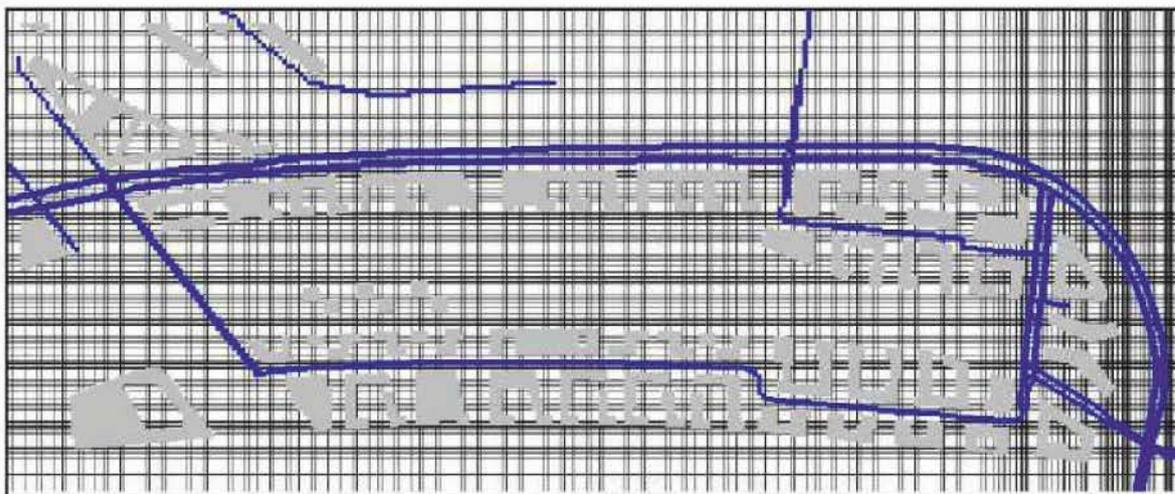
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------|-------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|---------|
| Abschnitt | Verkehrssituation | Länge [m] | DTV [Kfz/24h] | Emissionsfaktor | | | |
| | | | | NOx [g/km] | PM10 [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);

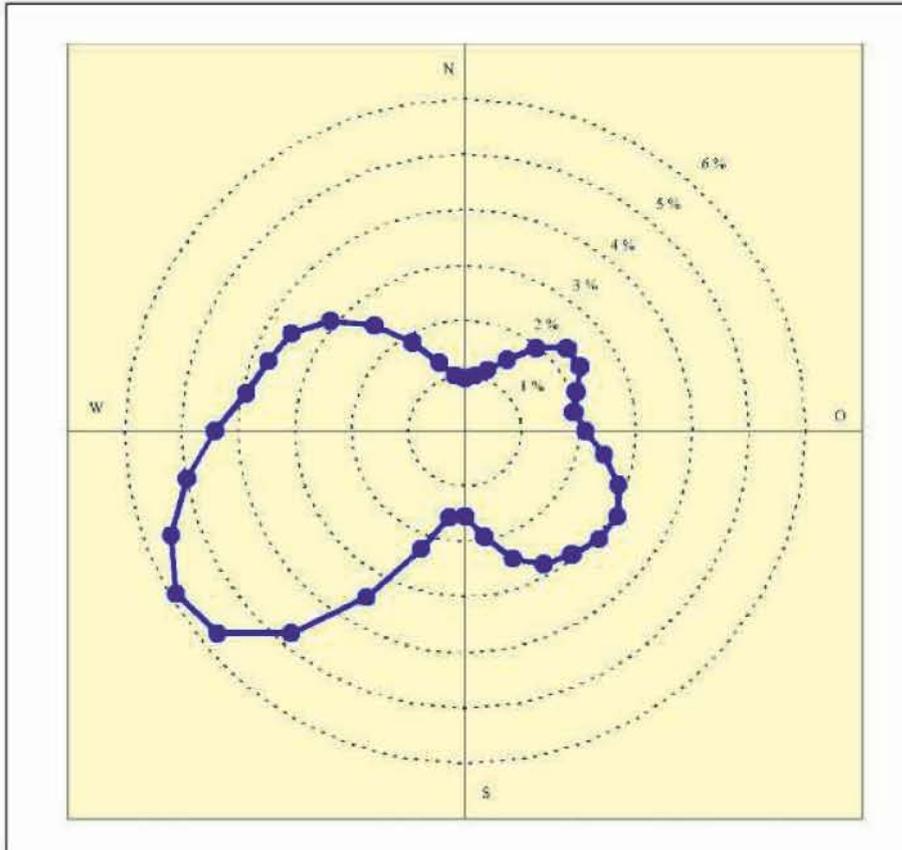
Quellen (blaue Zellen): Straßenfahrbahnen

A 3.2 Emissionen

| Straßenabschnitt | Länge [m] | Fläche [m ²] | Gesamtemissionen pro Flächeneinheit und Zeit | | |
|--------------------------|--------------|-----------------------------|---|---|--|
| | | | NOx [mg/(m ² s)] | PM ₁₀ [mg/(m ² s)] | PM _{2,5} [mg/(m ² 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/m ³] | 98-Per- zentil [µg/m ³] | Jahres- mittel- wert [µg/m ³] | Jahres- mittel- wert [µg/m ³] |
| 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

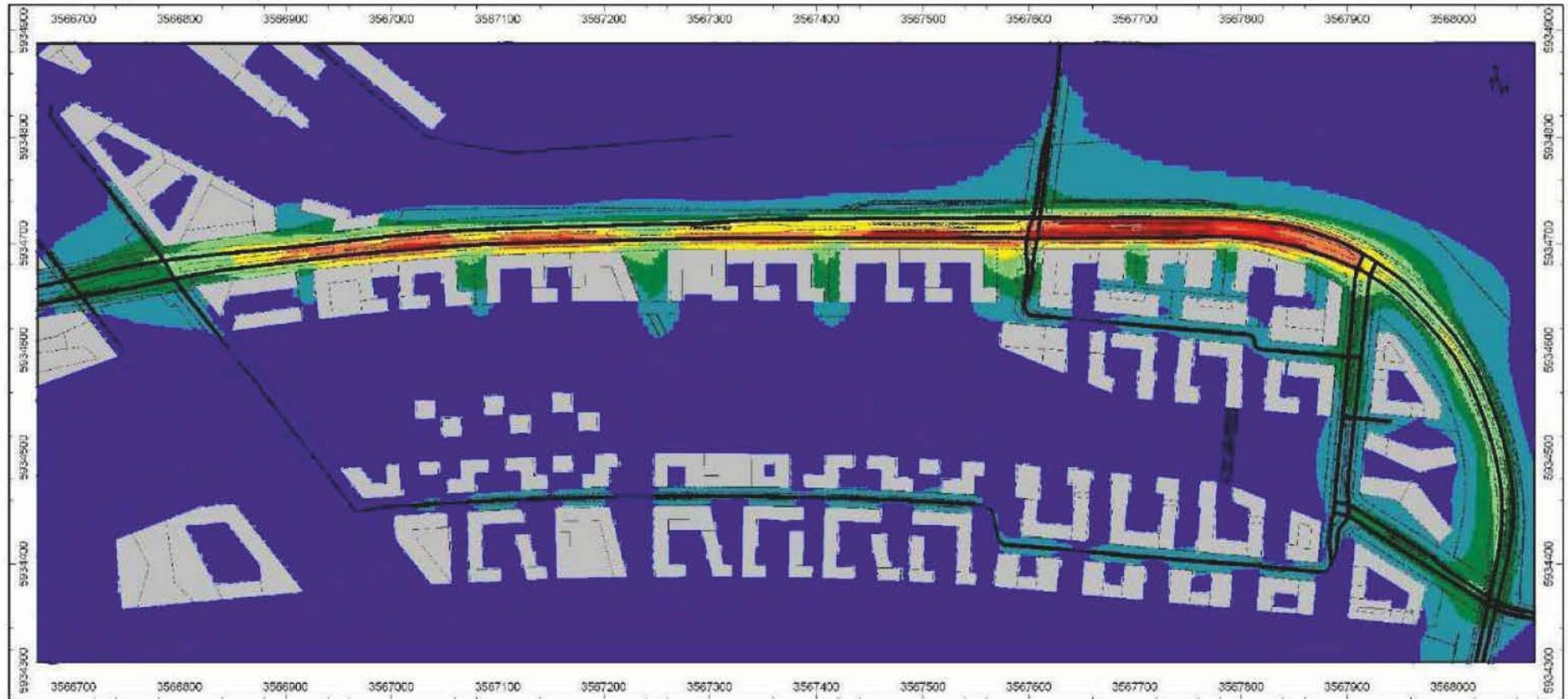
²⁾ Vorschlag von Lohmeyer zur Aktualisierung von MLuS 02; für PM_{2,5} Wert für PM₁₀

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

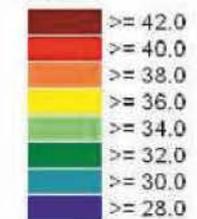
A 6 Rasterkarten (Aufpunkthöhe Erdgeschoss)

A 6.1 Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00)

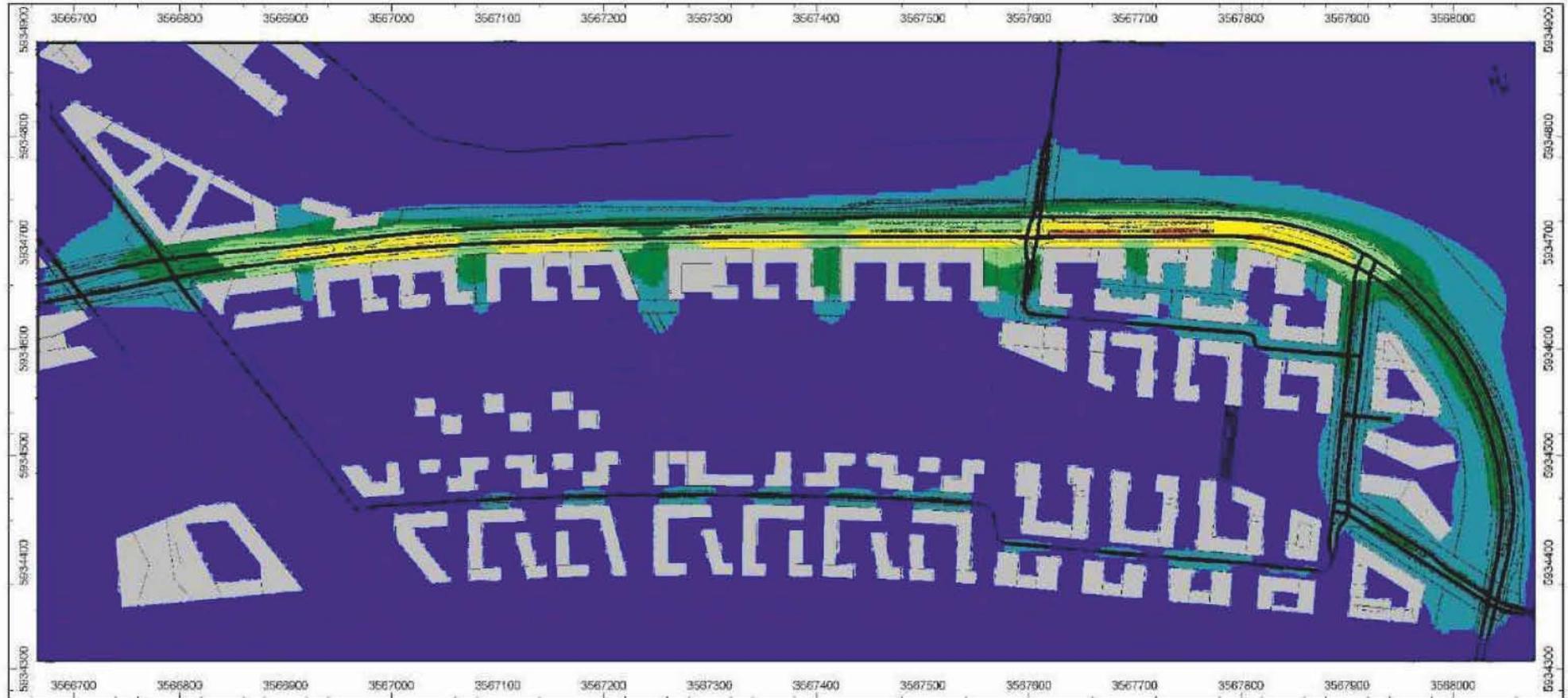
A 6.1.1 Aufpunkthöhe Erdgeschoss



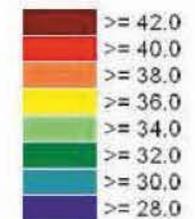
NO₂-Jahresmittelwert
in µg/m³



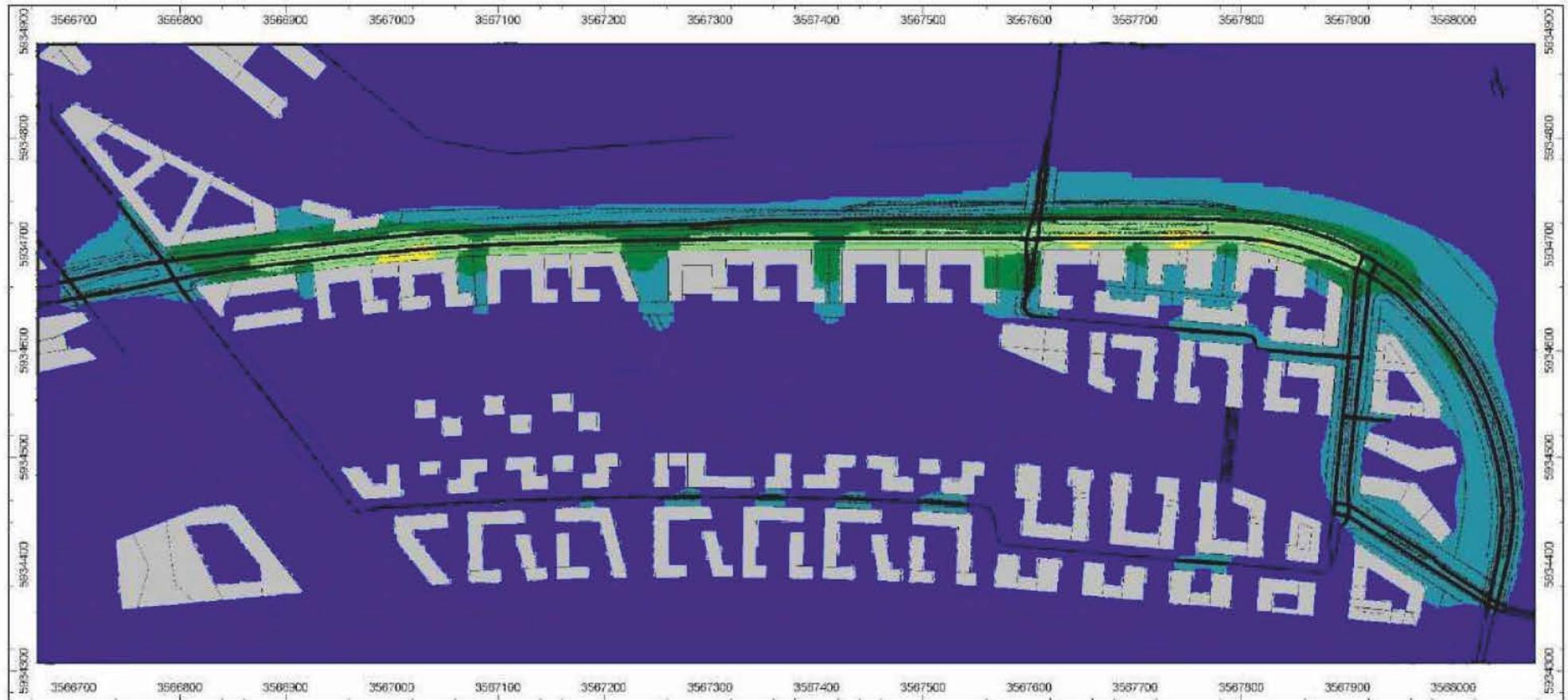
A 6.1.2 Aufpunkthöhe erstes Obergeschoss



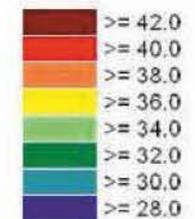
NO₂-Jahresmittelwert
in µg/m³



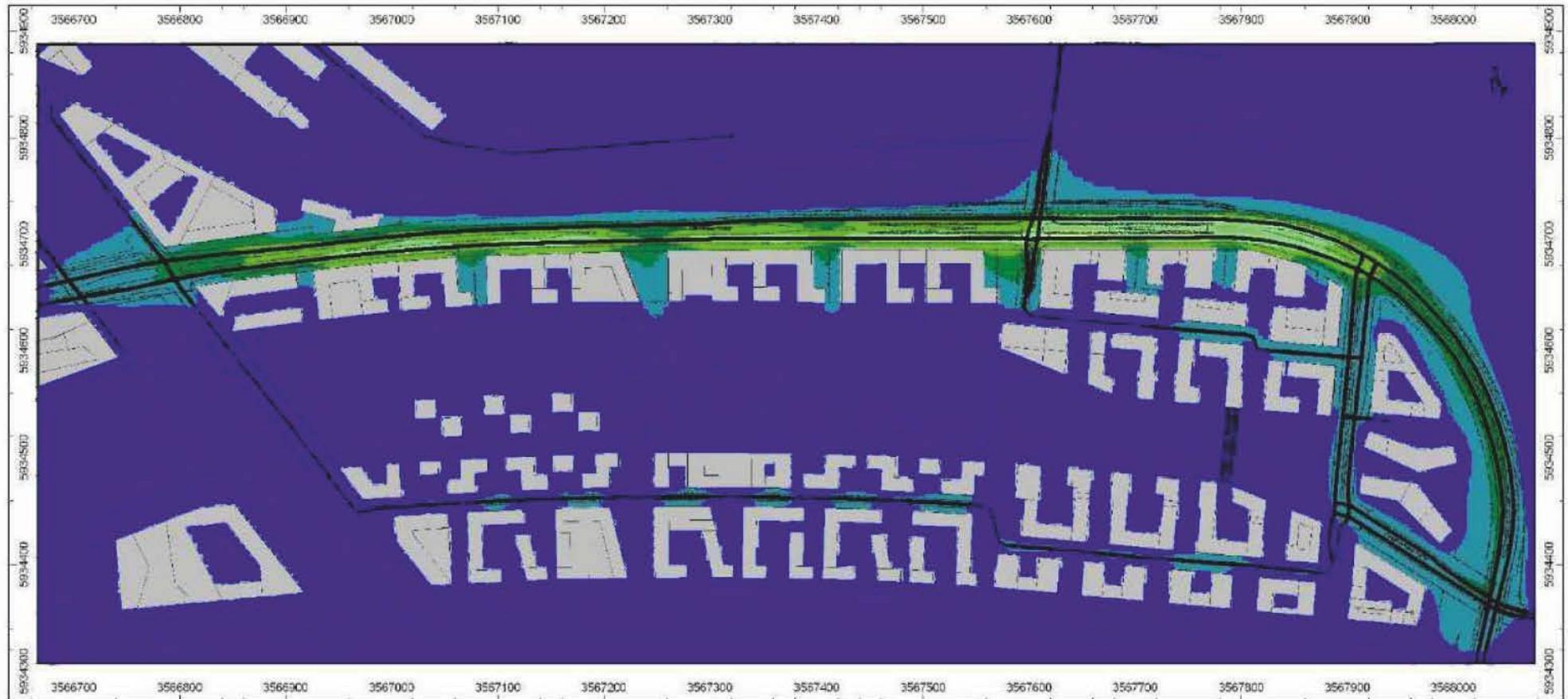
A 6.1.3 Aufpunkthöhe zweites Obergeschoss



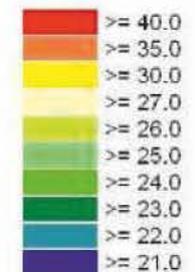
NO₂-Jahresmittelwert
in µg/m³



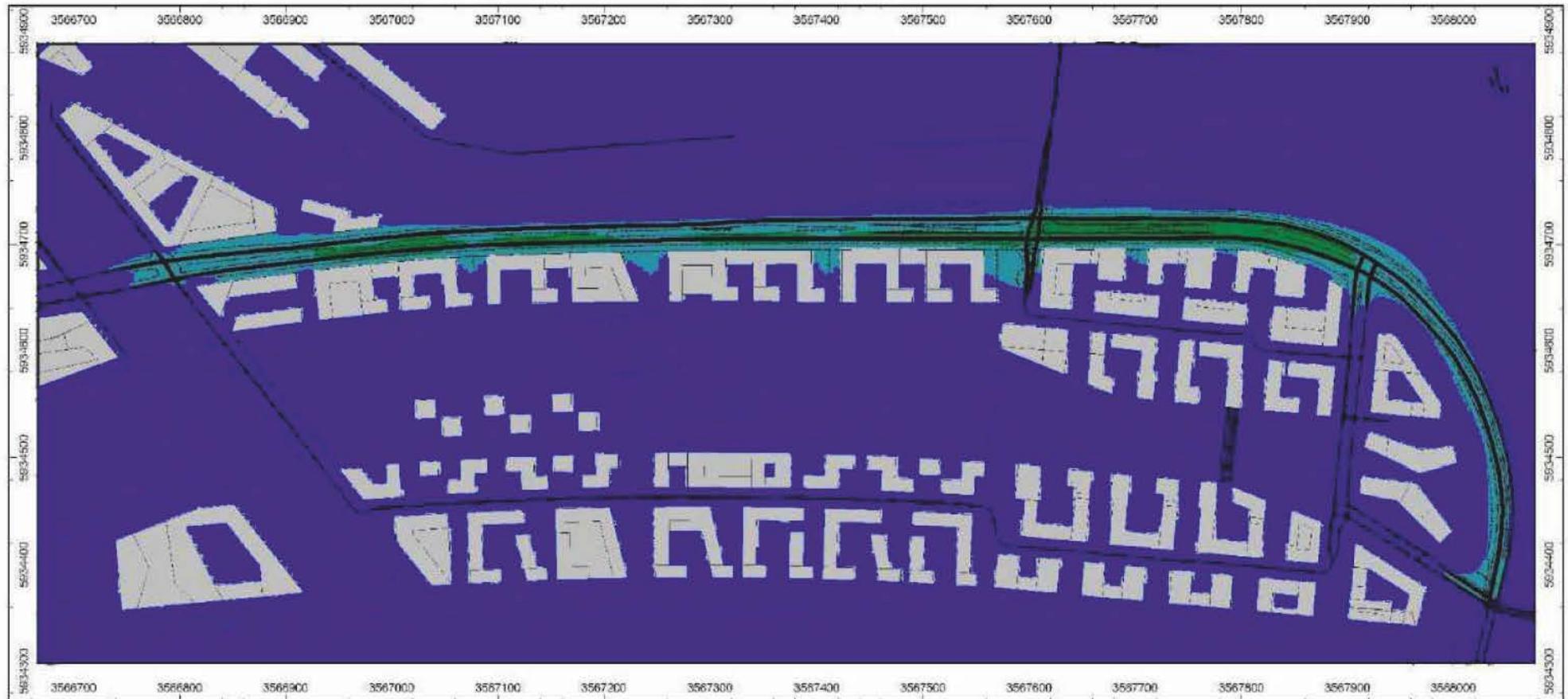
A 6.2 Feinstaub(PM₁₀)-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00), Aufpunkthöhe Erdgeschoss



PM₁₀-Jahresmittelwert
in µg/m³



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



PM_{2,5}-Jahresmittelwert
in µg/m³

