
Luftschadstoffuntersuchung zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan Hohenfelde 10 der Freien und Hansestadt Hamburg

Projektnummer: 15201

10. November 2015

Im Auftrag von:
Gerhard von Raffay/Hans-Werner Maas
Immobilien-Entwicklungsgesellschaft mbH

[REDACTED]

[REDACTED]

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

LAIRM CONSULT GmbH , [REDACTED]

[REDACTED]
info@lairm.de

E-Mail:

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	8
6.	Verkehrsbelastungen.....	9
7.	Emissionen.....	9
7.1.	Emissionsfaktoren.....	9
7.1.1.	Kfz-Abgase	9
7.1.2.	Staubaufwirbelung durch den Kfz-Verkehr	10
7.2.	Ermittlung der Emissionen im Untersuchungsgebiet	11
7.2.1.	Öffentliches Straßennetz.....	11
7.2.2.	Parkplätze im Plangebiet	12
7.3.	Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet	12
8.	Immissionen	13
8.1.	Berechnungsverfahren.....	13
8.2.	NO-NO ₂ -Konversion.....	14
8.3.	Hintergrundbelastung.....	16
8.4.	Gesamtbelastungen.....	17
8.4.1.	Allgemeines	17
8.4.2.	Stickstoffdioxid-Belastungen (NO ₂ , Jahresmittelwert).....	17
8.4.3.	Stickstoffdioxid-Belastungen (NO ₂ , Spitzenbelastungen)	23
8.4.4.	Feinstaub(PM ₁₀)-Belastungen (Jahresmittelwert)	25
8.4.5.	Feinstaub(PM ₁₀)-Belastungen (Überschreitungstage)	27
8.4.6.	Feinstaub(PM _{2,5})-Belastungen	29
9.	Zusammenfassung und Beurteilung.....	31
10.	Quellenverzeichnis	33

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

1. Anlass und Aufgabenstellung

Im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Hohenfelde 10 der Freien und Hansestadt Hamburg ist auf dem Gelände einer ehemaligen Schule die Ausweisung eines Kerngebiets für neue Bebauung vorgesehen [39].

Im nördlichen Bereich ist ein zweigeschossiges Autohaus (Porsche-Zentrum) vorgesehen. Für den südlichen Teil ist ein Büro- und Geschäftshaus (Alster-Gate) mit zwölf Vollgeschossen geplant.

Die geplante Bebauung stellt für die Luftschadstoffausbreitung eine andere und eventuell ungünstigere Situation dar als die derzeit vorliegende.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist u. a. der Schutz der Nachbarschaft vor Luftschadstoffimmissionen sicherzustellen.

Die Beurteilung erfolgt auf Grundlage der aktuellen Grenz- und Richtwerte auf nationaler und europäischer Ebene (39. BImSchV, EU-Richtlinien). Der Hamburger Leitfaden „Luftreinhaltung in der Bauleitplanung 2011“ ist ebenfalls zu beachten. Als maßgebliche Schadstoffkomponenten für den Straßenverkehr sind Stickstoffdioxid und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) einzubeziehen. Benzol ist gemäß Anforderungsprofil der BSU derzeit nicht mehr relevant.

2. Örtliche Situation

Das Plangebiet wird begrenzt von der Lübecker Straße, der Wallstraße und dem Steinhauerdamm.

Im nördlichen Bereich ist ein zweigeschossiges Autohaus (Porsche-Zentrum) vorgesehen. Für den südlichen Teil ist ein Büro- und Geschäftshaus (Alster-Gate) mit zwölf Vollgeschossen geplant. Zwischen den beiden geplanten Gebäuden soll eine interne Erschließungsstraße angelegt werden. Über diese erfolgt die Zufahrt zu den beiden Tiefgaragen und der Stellplätze des Autohauses [41]. Eine detaillierte Darstellung der örtlichen Gegebenheiten kann den Lageplänen in der Anlage A 1 entnommen werden.

3. Untersuchungsrahmen

Die vorliegende Untersuchung umfasst den Prognose-Nullfall ohne Umsetzung des Planvorhabens und den Prognose-Planfall nach Realisierung der geplanten Maßnahmen. Dies umfasst den Abriss der alten Gebäude und die Errichtung der beiden Neubauten im Plangebiet.

Der Prognosehorizont der Verkehrsbelastungen bezieht sich auf die Jahre 2020/2025. 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 späteren Jahre 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 NO₂),
- Kohlenmonoxid (CO),
- Schwefeldioxid (SO₂),
- Kohlenwasserstoffe (HC, darunter Benzol (C₆H₆), Toluol (C₇H₈) und Xylole (C₈H₁₀)),
- 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 (NO₂) zusammen. Bei Dieselfahrzeugen mit Katalysatortechnik kann der Anteil an NO₂ 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 (O₃). 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 NO₂ durch Photolyse wieder in NO und O₃ 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. Verkehrsbedingte Überschreitungen des Grenzwerts sind seit Einführung benzolarmer Kraftstoffe erfahrungsgemäß nur noch in Nachbarschaft von größeren Parkhäusern und Tiefgaragen zu erwarten, so dass im Umfeld von Verkehrswegen in der Regel auf eine Beurteilung verzichtet werden kann.

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 PM₁₀ (Partikeldurchmesser kleiner als 10 µm), überwiegend sogar um Feinstaub PM_{2,5} (Partikeldurchmesser kleiner als 2,5 µm).

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

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

4.2. Weitere Emissionsquellen

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

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

5. Beurteilungsgrundlagen

5.1. Immissionsgrenzwerte

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

Die Umsetzung der Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/ [6] der Europäischen Union in nationales Recht wurde mit der Neuaufstellung der 39. BImSchV [4] vorgenommen.

Die erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft –TA Luft [5] ist im Rahmen von Genehmigungsverfahren von Anlagen sowie bei nachträglichen Anordnungen zu beachten. Für verkehrsbedingte Immissionen ist sie nicht anzuwenden.

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.

Die Beurteilung der kurzzeitig auftretenden Spitzenbelastungen der Stickstoffdioxid-Immissionen erfolgte bis 2010 anhand des 98-Perzentil-Wertes. 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. Die Berechnung der Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundenmittelwertes kann anhand einer Berechnungsfunktion gemäß RLUS 2012 [32] bestimmt werden. Hierzu wurden vom Ingenieurbüro Lohmeyer landesweite Messdaten der Jahre 2000 bis 2009 ausgewertet. Demnach ist eine Überschreitung der pro 18 erlaubten NO₂-Stundenmittelwerte erst ab einem NO₂-Jahresmittelwert von 57 µg/m³ eingetreten.

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

Luftschadstoff		Immissionswerte		
		Wert [µg/m³]	Quelle	Charakter
NO ₂	Jahresmittel	40	39. BImSchV	Grenzwert
		40	TA Luft	Immissionswert
	1 Stunde	200	39. BImSchV	Grenzwert, max. 18 Überschreitungen im Jahr
		200	TA Luft	Immissionswert, max. 18 Überschreitungen im Jahr
Feinstaub (PM ₁₀)	Jahresmittel	40	39. BImSchV	Grenzwert
		40	TA Luft	Immissionswert
	24 Stunden	50	39. BImSchV	Grenzwert, max. 35 Überschreitungen im Jahr
		50	TA Luft	Immissionswert, max. 35 Überschreitungen im Jahr
Feinstaub (PM _{2,5})	Jahresmittel	25	39. BImSchV	Grenzwert

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).

Im Rahmen der 39. BImSchV wurde für den Jahresmittelwert der PM₁₀-Feinstaubimmissionen 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.

Mathematisch entsprechen 35 Überschreitungen des Tagesmittelwerts der Bestimmung des 90,4-Perzentils der Tagesmittelwerte. Die Anzahl der Grenzwert-Überschreitungen kann rechnerisch durch Zeitreihenberechnungen prognostiziert werden.

In Abbildung 1 sind die Jahresmittelwerte gegenüber der Anzahl von Tagen mit Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dargestellt, wie sie in den Jahren 2004 bis 2014 an den Messstationen der Luftüberwachung Hamburg ermittelt wurden. Es zeigt sich, dass die zulässige Zahl von 35 Tagen im Jahr erst bei Jahresmittelwerten von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 [25]) 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.
- RLuS 2012 (bisher MLuS 05) : 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 [26]: 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 [27]: 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.

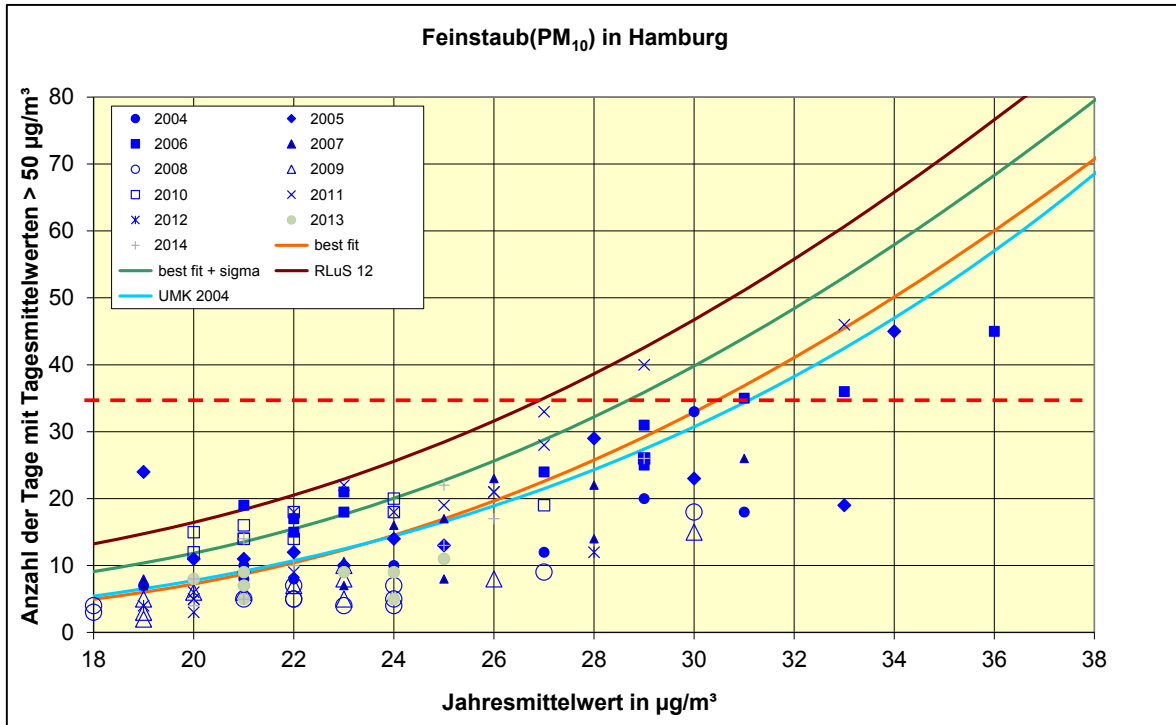
Aus dem Vergleich mit den Messwerten in Hamburg ergibt sich für die relevanten Häufigkeiten der Überschreitungstage die beste Übereinstimmung der Ansätze „best fit“ der BASt (2005) und UMK 2004.

Für den Jahresmittelwert der $\text{PM}_{2,5}$ -Feinstaubbelastungen ist in der 39. BImSchV 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.

Weitere Luftschadstoffkomponenten wie z.B. Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Blei sind für eine Bewertung der straßenverkehrsbedingten Immissionen im Freien nicht bzw. nicht mehr relevant.

Abbildung 1: 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 (SNF: Kfz mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht) benötigt.

Für die maßgeblichen Straßenabschnitte im Umfeld des Plangebiets werden die Daten der Verkehrsmengenkarte und letzten Verkehrszählungen [45] verwendet und auf die durchschnittlichen Verkehrsbelastungen hochgerechnet. Für den Prognosehorizont 2025 wurde von einer im Wesentlichen gleichbleibenden Verkehrsbelastung ausgegangen.

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“ [9] herangezogen. (Version 3.2, Juli 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).

Die Basisemissionsfaktoren aus dem „Handbuch Emissionsfaktoren“ finden sich in der Anlage A 2.4. 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 2.5 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 2.6.

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 [11] stand zwar ein entsprechender Berechnungsansatz zur Verfügung, der allerdings auf älteren Daten der U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 4. Auflage [13]) 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 [14]), das in den USA seit einigen Jahren als offizielles Berechnungsverfahren für Partikelemissionen verwendet wird. Hierzu wird neben Angaben zum mittleren Fahrzeuggewicht auch die Staubbelaugung der entsprechenden Straßenabschnitte benötigt. In den USA stehen zwar umfangreiche Messungen der Staubbelaugungen von Straßen zur Verfügung, die allerdings kaum auf deutsche Verhältnisse zu übertragen sind. Für Deutschland sind bisher nur Messergebnisse an wenigen Standorten bekannt [22], 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 [21]. 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 [23]. Dementsprechend hängt die Größe der Staubaufwirbelung von der Verkehrssituation und der Fahrzeugart ab (Unterscheidung PKW/LKW).

Diese Emissionsfaktoren wurden für die Verkehrssituationen gemäß Handbuch Emissionsfaktoren, Version 2.1 (HBEFA 2.1) abgeleitet. Durch die Veröffentlichung der Fassung des Handbuchs Emissionsfaktoren (Version HBEFA 3.1) wurde eine Anpassung der nicht motorbedingten Emissionen erforderlich [24], da die Methodik geändert worden ist. Im Folgenden wird der Ansatz gemäß HBEFA 3.1 verwendet, da die anderen Ansätze im Vergleich mit Naturmessdaten überwiegend zu unrealistischen Ergebnissen führen. Für das aktuelle Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA 3.2) liegt derzeit keine Anpassung der Emissionsfaktoren für Staubaufwirbelung vor.

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 [28] wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Eine aktuelle Anpassung der Emissionsfaktoren an die Verkehrssituationen des „Handbuchs Emissionsfaktoren“ wurde in 2011 durch das Büro Lohmeyer durchgeführt [24]. Im Folgenden werden diese Ansätze zugrunde gelegt.

Die Emissionsfaktoren sind in den Anlagen A 2.4.2 und A 2.4.3 zusammengestellt.

7.2. Ermittlung der Emissionen im Untersuchungsgebiet

7.2.1. Öffentliches Straßennetz

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 2.5 zusammengestellt. Die sich ergebenden Gesamtemissionen pro Jahr sind in der Anlage A 2.6 aufgeführt.

7.2.2. Parkplätze im Plangebiet

Zur Ermittlung der Emissionen durch Kfz-Fahrten auf den Stellplatzanlagen wird das „Handbuch Emissionsfaktoren“ des Umweltbundesamtes [8] herangezogen. Hierin sind zusätzlich (Kalt-)Startzuschläge.

Für die kurzen Fahrstrecken der Zu- und Abfahrten auf die PKW-Stellplätze sowie auf den Stellplätzen wird das Fahrmuster „Innerorts, Stop+Go“ angenommen. Dabei findet die Staufaufwirbelung Berücksichtigung.

Weiterhin werden Startzuschläge berücksichtigt. Dabei wurde für die PKW-Stellplätze von einer mittleren Standzeit pro PKW von zwei Stunden sowie einer (vom Programm vorgegebenen) Fahrtlängenverteilung ausgegangen. Zur sicheren Seite wurde für jeden PKW ein Kaltstartzuschlag vergeben.

Die Emissionen von den Parkplätzen und den beiden Tiefgaragen des Planvorhabens sind in der Anlage A 3 zu finden. Die jährlichen Gesamtemissionen sind in der Anlage A 3.3 zusammengestellt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die oben genannten Belastungen werktags auftreten.

7.3. Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet

Zur Abschätzung der Luftschadstoff-Emissionen durch Quellen innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden die Gesamtemissionen bilanziert. Bezüglich der Emissionen von den öffentlichen Straßen wurden alle in die Untersuchung einbezogenen Straßenabschnitte berücksichtigt. Im Prognose-Planfall kommen die Emissionen von den Stellplatzanlagen im Plangebiet dazu. Ergänzend wurden die einzelnen Quellbereiche zum Vergleich detailliert angegeben.

Die sich ergebenden jährlichen Gesamtemissionen sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

Der maßgebende Anteil der Gesamtemissionen wird durch das Straßenverkehrsnetz bestimmt, die zusätzlichen Emissionen im Prognose-Planfall von den Stellplatzanlagen sind demgegenüber vernachlässigbar gering.

Insgesamt ergeben sich durch den Verkehr auf den öffentlichen Straßen und etwa 17 t Stickoxide, etwa 1,9 t Feinstaub der Größenklasse PM₁₀ und etwa 0,9 t Feinstaub der Größenklasse PM_{2,5} sowie etwa 6.900 t Kohlendioxid.

Tabelle 2: Gesamtemissionen im Untersuchungsfall (Tonnen pro Jahr)

Schadstoff / Quelle	Prognose-Nullfall	Prognose-Planfall
	Emission [t/a]	Emission [t/a]
Stickoxide (NOx)		
Gesamt	17,035	17,083
Straßennetz	17,035	17,035
Stellplätze	-	0,048
Feinstaub PM₁₀		
Gesamt	1,936	1,941
Straßennetz	1,936	1,936
Stellplätze	-	0,005
Feinstaub PM_{2,5}		
Gesamt	0,937	0,939
Straßennetz	0,937	0,937
Stellplätze	-	0,003
Kohlendioxid (CO₂)		
Gesamt	6.903,8	6.924,6
Straßennetz	6.903,8	6.903,8
Stellplätze	-	20,8

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. Bei der Berechnung der Luftschadstoffimmissionen wird daher die detaillierte Bebauungsstruktur berücksichtigt. Als Berechnungsverfahren wird den Anforderungen entsprechend das Modell MISKAM [34] 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 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 [38], s. Anlage A 5).

Im vorliegenden Fall wurde für die MISKAM-Simulationen ein Rechenmodell von 302 x 315 x 42 Gitterzellen gewählt (Länge 740 m x Breite 805 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 2 m gewählt wurden.

Zusätzlich wird ein (horizontales) Vorlaufgebiet am Rand des Berechnungsmodells von jeweils 5 Gitterzellen ohne explizit aufgelöste Bebauungsstruktur berücksichtigt, das die notwendige numerische Stabilität gewährleistet. Hinsichtlich der Berücksichtigung nicht detailliert aufgelöster weiterer Bebauung sowie des Bewuchses und weiterer Streukörper (z.B. parkende Kfz) wurde eine Rauigkeitslänge z_0 von 1 m in Ansatz gebracht.

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).

Die Quellenmodellierung erfolgte für die öffentlichen Straßen mit Hilfe von Linienquellen in x- bzw. y-Richtung. In den Fällen, wo der tatsächliche Straßenverlauf quer durch eine Gitterzelle verläuft und dadurch eine größere Wegstrecke zurückgelegt wird, wurden die Emissionen entsprechend korrigiert.

Die Gebäudehöhen wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt [41]-[43] bzw. im Rahmen einer Ortsbesichtigung [46] geschätzt.

Eine Zusammenstellung des MISKAM-Emissionsmodells findet sich in der Anlage A 4.

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 [17]. 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 [19].

Im aktuellen Handbuch Emissionsfaktoren 3.2 sind auch Angaben zu den NO₂-Emissionen im Abgas enthalten. Für das Bezugsjahr 2015 beträgt der Anteil der NO₂-Direktemission am gesamten NO_x-Emissionsfaktor für PKW etwa 28 % bis 30 %, für LNF etwa 26 % und für SNF etwa 8 % (s. Anlage A 2.4). Zumindest für PKW 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.

Die Abschätzung der Stickstoffdioxid-Immissionen im straßennahen Bereich wurde bisher überwiegend durch einen aus Naturmessdaten abgeleiteten statistischen Zusammenhang nach Romberg [16] durchgeführt. Die NO₂-Immissionen können gemäß Romberg aus folgenden Formeln ermittelt werden:

$$\text{Jahresmittelwert:} \quad [NO_2] = [NO_x] \cdot \left(\frac{103}{[NO_x] + 130} + 0,005 \right)$$

$$\text{98-Perzentil:} \quad [NO_2] = [NO_x] \cdot \left(\frac{111}{[NO_x] + 119} + 0,039 \right)$$

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 [18] 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 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erfolgte eine Anpassung der Parameter der Romberg-Formeln durch Bächlin [20]. Weiterhin wurde aktuell ein vereinfachtes chemisches Modell zur Anwendung in Straßenschluchten vorgeschlagen [30]/[31].

Im Folgenden wird der Ansatz gemäß Romberg weiterhin verwendet. Dies wird auch vom Hamburger Leitfaden Luftschadstoffe in der Bauleitplanung [7] empfohlen.

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 herangezogen [37]. Eine Zusammenstellung aktueller Messwerte findet sich in Anlage A 6.

Die Station Billstedt hat durch ihre Nähe zur Bundesstraße B5 (Bergedorfer Straße) eine Zusatzbelastung durch Verkehrsemissionen und überschätzt somit die örtliche Hintergrundbelastung. Ähnliches gilt für die im Hafengebiet nahe der Bundesautobahn 255 gelegene Station Veddel. Die Station am Altonaer Elbhaf ist stark den Immissionen aus dem Schiffsverkehr auf der Elbe ausgesetzt.

Daher werden für den städtischen Hintergrund insbesondere die Stationen Billbrook, Sternschanze und Wilhelmsburg herangezogen, für die teilweise auch Daten für $\text{PM}_{2,5}$ vorliegen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird von folgenden Hintergrundbelastungen ausgegangen:

- NO_2 (Jahresmittelwert): $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Feinstaub PM_{10} (Jahresmittelwert): $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ (Jahresmittelwert): $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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.

In der vorliegenden Untersuchung wird von dem konservativen Ansatz ausgegangen, dass die Hintergrundbelastung im Wesentlichen konstant bleibt. Tatsächlich ist jedoch zu erwarten, dass aufgrund emissionsmindernder Maßnahmen zur flächendeckenden Einhaltung

der Grenzwerte der 39. BImSchV in den kommenden Jahren eine Abnahme der großräumigen Hintergrundbelastungen zu erwarten ist. Diese Abnahme ist jedoch schwer quantifizierbar, so dass diese im Folgenden zur sicheren Seite nicht eingerechnet wird.

Weitere Luftschadstoffkomponenten wie z.B. Benzol, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Blei sind für eine Bewertung der straßenverkehrsbedingten Immissionen im Freien in der Regel nicht bzw. nicht mehr relevant.

8.4. Gesamtbelastungen

8.4.1. Allgemeines

Zur Bewertung der Luftschadstoffsituation wurden die Gesamtbelastungen für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall berechnet. Dabei wurden das angrenzende Straßenverkehrsnetz und im Prognose-Planfall zusätzlich die Stellplatzanlage im Plangebiet 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 weitere Parkplätze und Emissionen durch den Hausbrand (betriebliche und private Heizungsanlagen). Außerdem verlaufen südlich des Plangebiets die Bahnlinie Hamburg-Lübeck, die S-Bahnlinie S1 und die U-Bahnlinie U3, deren insgesamt sechs in Troglage verlaufenden Gleise von der Wallstraße überquert werden. Vom Schienenverkehr sind zusätzliche Feinstaubemissionen durch Abrieb (Rad, Schiene, Bremse, Fahrleitung) und Aufwirbelung zu erwarten. Indirekt sind die Immissionen der nicht explizit berücksichtigten Quellen in der Hintergrundbelastung enthalten, indem ein städtischer Hintergrund berücksichtigt wurde.

Die Luftschadstoffimmissionen wurden flächendeckend berechnet. Die entsprechenden flächendeckenden Rasterkarten für die bodennahe Auswertehöhe von 1,5 m sind in der Anlage A 7 dargestellt.

Ergänzend erfolgte eine Auswertung an einigen repräsentativen Immissionsorten für die Leitkomponenten des Straßenverkehrs Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), an denen sich die höchsten Belastungen ergeben. Die Lage der Immissionsorte kann den Plänen der Anlage A 1 entnommen werden. An der weiteren Bebauung ist mit geringeren Belastungen zu rechnen (vgl. Rasterkarten der Anlage A 7)

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

8.4.2. Stickstoffdioxid-Belastungen (NO₂, Jahresmittelwert)

Die Ermittlung der NO₂-Gesamtbelastung erfolgte gemäß Romberg. Die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastungen sind in der in der Abbildung 2 und der Tabelle 3 für das

Erdgeschoss dargestellt. Für die weiteren Obergeschosse sind die Stickstoffdioxid-Belastungen in den Tabellen 4 bis 6 wiedergegeben. Die flächendeckenden Ergebnisse für das Erdgeschoss sind in den Rasterkarten in Anlage A 7.1 zu finden.

Der NO₂-Grenzwert von 40 µg/m³ wird an der Bebauung im Untersuchungsgebiet überall eingehalten. Die höchsten NO₂-Gesamtbelastungen betragen im Prognose-Nullfall bis zu maximal 37,2 µg/m³ (Immissionsort IO 9) im Erdgeschoss der Straßenrandbebauung.

Im Prognose-Planfall treten östlich am Steinhauerdamm (Immissionsorte IO 1 und IO 2) um bis zu 0,6 µg/m³ höhere Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen auf, ansonsten sind im Bereich schutzbedürftiger Nutzungen nur geringfügig höhere oder niedrigere Gesamtbelastungen zu erwarten.

Maximal liegen Stickstoffdioxid-Belastungen von bis zu 37,1 µg/m³ im Erdgeschoss vor (Immissionsort IO 9). An der geplanten Bebauung sind NO₂-Gesamtbelastungen von bis zu 36,4 µg/m³ beim Porsche-Zentrum (Immissionsort IO 23) und 34,2 µg/m³ am Alster-Gate zu erwarten (Immissionsort IO 25).

In den darüber liegenden Geschossen nehmen die NO₂-Immissionen ab.

Abbildung 2: Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)

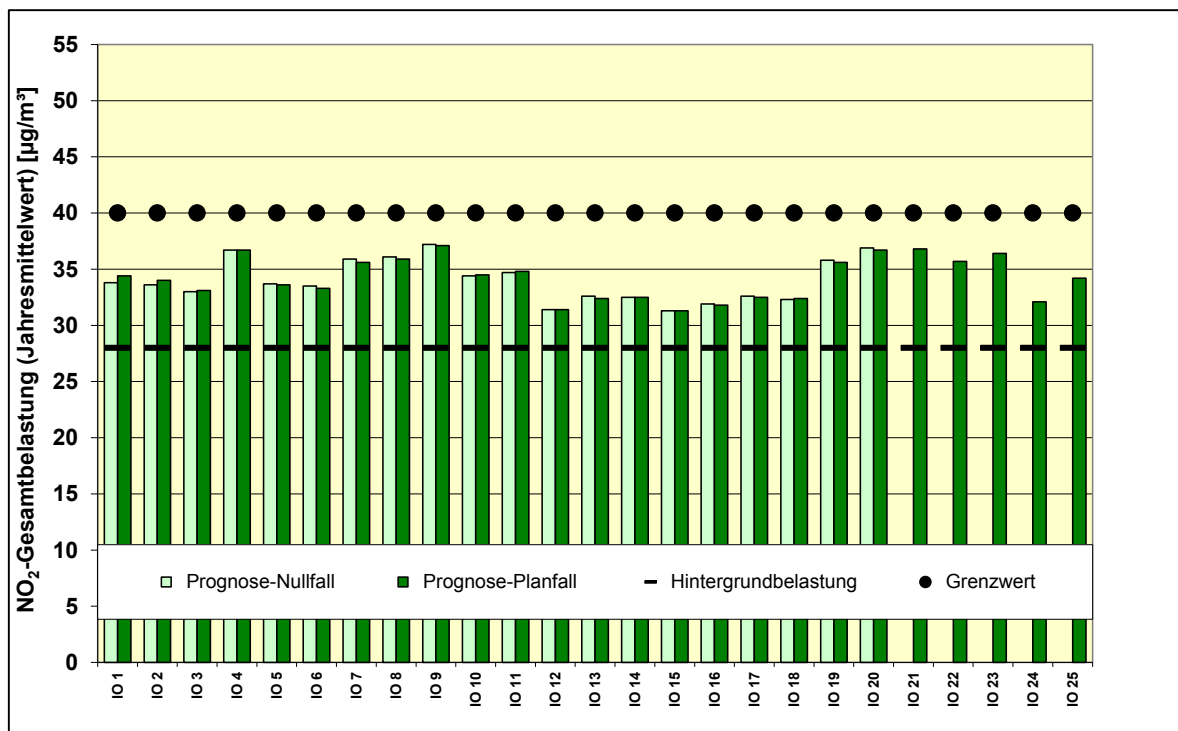


Tabelle 3: Stickstoffdioxid-Belastungen im Erdgeschoss (Jahresmittelwert)

Immis- sions- ort	NO ₂ -Immissionen (Jahresmittelwert), Erdgeschoss [µg/m³]				
	Hinter- grund- belas- tung	Prognose- Nullfall	Prognose- Planfall	Zunahme Nullfall- Planfall	
IO 1	28,0	33,8	34,4	0,6	1,8%
IO 2	28,0	33,6	34,0	0,4	1,2%
IO 3	28,0	33,0	33,1	0,1	0,3%
IO 4	28,0	36,7	36,7	0,0	0,0%
IO 5	28,0	33,7	33,6	-0,1	-0,3%
IO 6	28,0	33,5	33,3	-0,2	-0,6%
IO 7	28,0	35,9	35,6	-0,3	-0,8%
IO 8	28,0	36,1	35,9	-0,2	-0,6%
IO 9	28,0	37,2	37,1	-0,1	-0,3%
IO 10	28,0	34,4	34,5	0,1	0,3%
IO 11	28,0	34,7	34,8	0,1	0,3%
IO 12	28,0	31,4	31,4	0,0	0,0%
IO 13	28,0	32,6	32,4	-0,2	-0,6%
IO 14	28,0	32,5	32,5	0,0	0,0%
IO 15	28,0	31,3	31,3	0,0	0,0%
IO 16	28,0	31,9	31,8	-0,1	-0,3%
IO 17	28,0	32,6	32,5	-0,1	-0,3%
IO 18	28,0	32,3	32,4	0,1	0,3%
IO 19	28,0	35,8	35,6	-0,2	-0,6%
IO 20	28,0	36,9	36,7	-0,2	-0,5%
IO 21	28,0	-	36,8	-	-
IO 22	28,0	-	35,7	-	-
IO 23	28,0	-	36,4	-	-
IO 24	28,0	-	32,1	-	-
IO 25	28,0	-	34,2	-	-

Tabelle 4: Stickstoffdioxid-Belastungen im 1. Obergeschoss (Jahresmittelwert)

Immis- sions- ort	NO ₂ -Immissionen (Jahresmittelwert), 1. Obergeschoss [µg/m³]				
	Hinter- grund- belas- tung	Prognose- Nullfall	Prognose- Planfall	Zunahme Nullfall- Planfall	
IO 1	28,0	33,6	34,1	0,5	1,5%
IO 2	28,0	-	-	-	-
IO 3	28,0	32,8	32,9	0,1	0,3%
IO 4	28,0	36,0	36,0	0,0	0,0%
IO 5	28,0	-	-	-	-
IO 6	28,0	33,1	33,0	-0,1	-0,3%
IO 7	28,0	35,4	35,1	-0,3	-0,8%
IO 8	28,0	35,7	35,5	-0,2	-0,6%
IO 9	28,0	36,5	36,4	-0,1	-0,3%
IO 10	28,0	34,2	34,3	0,1	0,3%
IO 11	28,0	34,5	34,6	0,1	0,3%
IO 12	28,0	31,3	31,3	0,0	0,0%
IO 13	28,0	32,3	32,1	-0,2	-0,6%
IO 14	28,0	32,2	32,2	0,0	0,0%
IO 15	28,0	31,2	31,2	0,0	0,0%
IO 16	28,0	31,8	31,7	-0,1	-0,3%
IO 17	28,0	32,4	32,2	-0,2	-0,6%
IO 18	28,0	32,1	32,1	0,0	0,0%
IO 19	28,0	35,3	35,1	-0,2	-0,6%
IO 20	28,0	35,6	35,4	-0,2	-0,6%
IO 21	28,0	-	36,0	-	-
IO 22	28,0	-	35,0	-	-
IO 23	28,0	-	35,5	-	-
IO 24	28,0	-	32,0	-	-
IO 25	28,0	-	34,0	-	-

Tabelle 5: Stickstoffdioxid-Belastungen im 2. Obergeschoss (Jahresmittelwert)

Immis- sions- ort	NO ₂ -Immissionen (Jahresmittelwert), 2. Obergeschoss [µg/m³]				
	Hinter- grund- belas- tung	Prognose- Nullfall	Prognose- Planfall	Zunahme Nullfall- Planfall	
IO 1	28,0	-	-	-	-
IO 2	28,0	-	-	-	-
IO 3	28,0	32,1	32,2	0,1	0,3%
IO 4	28,0	34,7	34,8	0,1	0,3%
IO 5	28,0	-	-	-	-
IO 6	28,0	32,3	32,2	-0,1	-0,3%
IO 7	28,0	34,2	34,0	-0,2	-0,6%
IO 8	28,0	34,7	34,4	-0,3	-0,9%
IO 9	28,0	35,0	35,0	0,0	0,0%
IO 10	28,0	33,7	33,7	0,0	0,0%
IO 11	28,0	33,9	34,0	0,1	0,3%
IO 12	28,0	31,2	31,1	-0,1	-0,3%
IO 13	28,0	-	-	-	-
IO 14	28,0	31,6	31,6	0,0	0,0%
IO 15	28,0	31,0	31,0	0,0	0,0%
IO 16	28,0	31,6	31,4	-0,2	-0,6%
IO 17	28,0	31,7	31,5	-0,2	-0,6%
IO 18	28,0	31,6	31,6	0,0	0,0%
IO 19	28,0	34,2	34,1	-0,1	-0,3%
IO 20	28,0	33,4	33,3	-0,1	-0,3%
IO 21	28,0	-	-	-	-
IO 22	28,0	-	-	-	-
IO 23	28,0	-	-	-	-
IO 24	28,0	-	31,6	-	-
IO 25	28,0	-	33,5	-	-

Tabelle 6: Stickstoffdioxid-Belastungen im 3. Obergeschoss (Jahresmittelwert)

Immis- sions- ort	NO ₂ -Immissionen (Jahresmittelwert), 3. Obergeschoss [µg/m³]				
	Hinter- grund- belas- tung	Prognose- Nullfall	Prognose- Planfall	Zunahme Nullfall- Planfall	
IO 1	28,0	-	-	-	-
IO 2	28,0	-	-	-	-
IO 3	28,0	-	-	-	-
IO 4	28,0	33,9	33,9	0,0	0,0%
IO 5	28,0	-	-	-	-
IO 6	28,0	31,6	31,6	0,0	0,0%
IO 7	28,0	33,2	33,0	-0,2	-0,6%
IO 8	28,0	33,6	33,4	-0,2	-0,6%
IO 9	28,0	33,8	33,8	0,0	0,0%
IO 10	28,0	33,1	33,1	0,0	0,0%
IO 11	28,0	33,3	33,4	0,1	0,3%
IO 12	28,0	31,0	31,0	0,0	0,0%
IO 13	28,0	-	-	-	-
IO 14	28,0	31,2	31,2	0,0	0,0%
IO 15	28,0	30,8	30,8	0,0	0,0%
IO 16	28,0	31,3	31,1	-0,2	-0,6%
IO 17	28,0	31,1	30,9	-0,2	-0,6%
IO 18	28,0	-	-	-	-
IO 19	28,0	33,4	33,3	-0,1	-0,3%
IO 20	28,0	-	-	-	-
IO 21	28,0	-	-	-	-
IO 22	28,0	-	-	-	-
IO 23	28,0	-	-	-	-
IO 24	28,0	-	31,3	-	-
IO 25	28,0	-	33,0	-	-

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. Aus den mit WINMISK berechneten NO₂-Jahresmittelwerten wurde unter Berücksichtigung der aus Messdaten abgeleiteten Berechnungsfunktion gemäß RLUS 2012 die Anzahl der Überschreitungen des NO₂-Stundenmittelwertes bestimmt.

Die Stundenmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastungen sind in der in der Abbildung 3 und der Tabelle 7 für das Erdgeschoss dargestellt.

An allen Straßenabschnitten im Untersuchungsgebiet wird an den Bebauungen die zulässige Anzahl von 18 Überschreitungen des NO₂-Stundenmittelwertes von 200 µg/m³ sicher eingehalten. Im Prognose-Nullfall ist eine maximale Anzahl von 7 Überschreitungen (Immissionsorte IO 4, IO 9 und IO 20) im Erdgeschoss zu erwarten. Im Prognose-Planfall ist überwiegend mit der gleichen Anzahl Überschreitungstagen zu rechnen, an einem Immissionsort (IO 1) tritt ein zusätzlicher Überschreitungstag auf. An der geplanten Bebauung sind bis zu 7 Überschreitungen (Immissionsort IO 21) zu erwarten

In den darüber liegenden Geschossen und im weiteren Untersuchungsgebiet werden weniger Überschreitungen erreicht.

Abbildung 3: Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen (Stundenmittelwert S18), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)

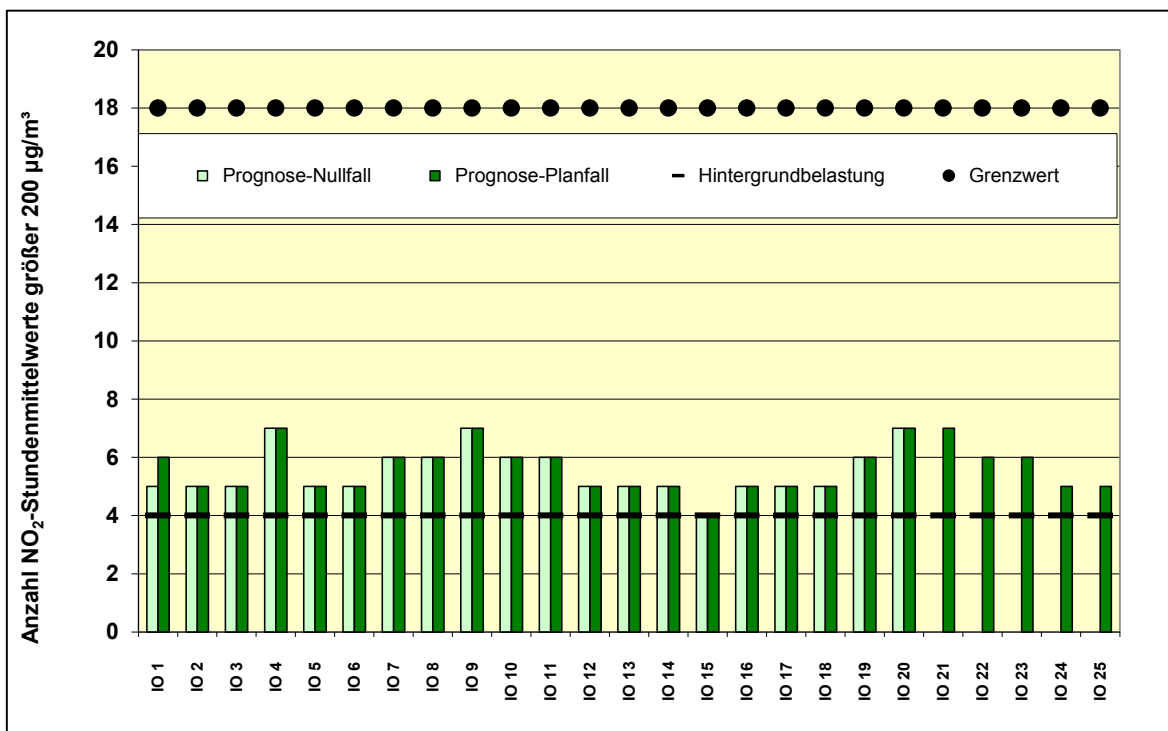


Tabelle 7: Stickstoffdioxid-Belastungen (Stundenmittelwert S18), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)

Immissionsort	NO ₂ -Immissionen (Anzahl der Stundenmittelwerte größer 200 µg/m ³)				
	Hintergrundbelastung	Prognose-Nullfall	Prognose-Planfall	Zunahme Nullfall-Planfall	
IO 1	4	5	6	1,0	20,0%
IO 2	4	5	5	0,0	0,0%
IO 3	4	5	5	0,0	0,0%
IO 4	4	7	7	0,0	0,0%
IO 5	4	5	5	0,0	0,0%
IO 6	4	5	5	0,0	0,0%
IO 7	4	6	6	0,0	0,0%
IO 8	4	6	6	0,0	0,0%
IO 9	4	7	7	0,0	0,0%
IO 10	4	6	6	0,0	0,0%
IO 11	4	6	6	0,0	0,0%
IO 12	4	5	5	0,0	0,0%
IO 13	4	5	5	0,0	0,0%
IO 14	4	5	5	0,0	0,0%
IO 15	4	4	4	0,0	0,0%
IO 16	4	5	5	0,0	0,0%
IO 17	4	5	5	0,0	0,0%
IO 18	4	5	5	0,0	0,0%
IO 19	4	6	6	0,0	0,0%
IO 20	4	7	7	0,0	0,0%
IO 21	4	-	7	-	-
IO 22	4	-	6	-	-
IO 23	4	-	6	-	-
IO 24	4	-	5	-	-
IO 25	4	-	5	-	-

8.4.4. Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Jahresmittelwert)

Die Jahresmittelwerte der Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen finden sich für die untersuchten Einzelpunkte in der der Abbildung 7 und der Tabelle 8. Flächendeckende Darstellungen sind in der A 7.2 enthalten.

Im gesamten Untersuchungsgebiet wird der Grenzwert für den PM₁₀-Jahresmittelwert von 40 µg/m³ an der Straßenrandbebauung deutlich unterschritten. Die maximale Gesamtbelastung liegt im Prognose-Nullfall bei 23,8 µg/m³ im Erdgeschoss (Immissionsort IO 9). Im Prognose-Planfall liegen die Feinstaub(PM₁₀)-Immissionen mit maximal 24,9 µg/m³ (Immissionsort IO 9) geringfügig ober- oder unterhalb der Immissionen im Prognose-Nullfall. An der geplanten Bebauung sind PM₁₀-Jahresmittelwerte von bis zu 23,4 µg/m³ (Immissionsort IO 21) zu erwarten.

In den oberen Geschossen und im weiteren Untersuchungsgebiet ist mit geringeren PM₁₀-Immissionen zu rechnen.

Abbildung 7: Feinstaub(PM₁₀)-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)

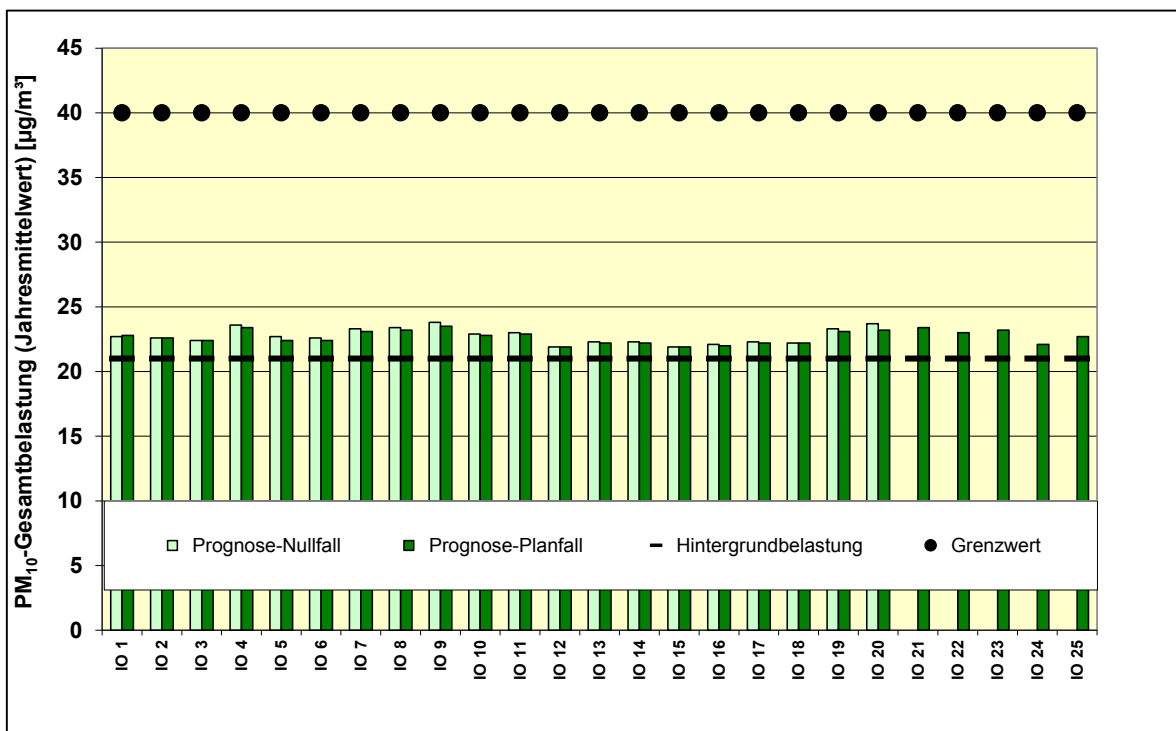


Tabelle 8: Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Jahresmittelwert), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)

Immis- sions- ort	Feinstaub (PM ₁₀)-Immissionen (Jahresmittelwert) [µg/m³]				
	Hinter- grund- belas- tung	Prognose- Nullfall	Prognose- Planfall	Zunahme Nullfall- Planfall	
IO 1	21,0	22,7	22,8	0,1	0,4%
IO 2	21,0	22,6	22,6	0,0	0,0%
IO 3	21,0	22,4	22,4	0,0	0,0%
IO 4	21,0	23,6	23,4	-0,2	-0,8%
IO 5	21,0	22,7	22,4	-0,3	-1,3%
IO 6	21,0	22,6	22,4	-0,2	-0,9%
IO 7	21,0	23,3	23,1	-0,2	-0,9%
IO 8	21,0	23,4	23,2	-0,2	-0,9%
IO 9	21,0	23,8	23,5	-0,3	-1,3%
IO 10	21,0	22,9	22,8	-0,1	-0,4%
IO 11	21,0	23,0	22,9	-0,1	-0,4%
IO 12	21,0	21,9	21,9	0,0	0,0%
IO 13	21,0	22,3	22,2	-0,1	-0,4%
IO 14	21,0	22,3	22,2	-0,1	-0,4%
IO 15	21,0	21,9	21,9	0,0	0,0%
IO 16	21,0	22,1	22,0	-0,1	-0,5%
IO 17	21,0	22,3	22,2	-0,1	-0,4%
IO 18	21,0	22,2	22,2	0,0	0,0%
IO 19	21,0	23,3	23,1	-0,2	-0,9%
IO 20	21,0	23,7	23,2	-0,5	-2,1%
IO 21	21,0	-	23,4	-	-
IO 22	21,0	-	23,0	-	-
IO 23	21,0	-	23,2	-	-
IO 24	21,0	-	22,1	-	-
IO 25	21,0	-	22,7	-	-

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. Dieser Ansatz trifft die PM₁₀-Jahresmittelwerte am besten, an denen 35 Überschreitungstage zu erwarten sind.

Die Ergebnisse sind in der Abbildung 8 und der Tabelle 9 zusammengefasst.

Es sind an der Straßenrandbebauung bis zu höchstens 14 Überschreitungstage festzustellen (Immissionsorte IO 4, IO 9 und IO 20). Im Prognose-Planfall ist gegenüber dem Prognose-Nullfall mit der gleichen Anzahl Überschreitungstage zu rechnen, teilweise ist auch ein Überschreitungstag weniger zu erwarten. Insgesamt treten im Prognose-Planfall an der Bestandsbebauung maximal bis zu 13 Überschreitungstage auf (Immissionsorte IO 4, IO 7 bis IO 9, IO 19 und IO 20). An der geplanten Bauung ist ebenfalls mit bis zu 13 Überschreitungstagen zu rechnen (Immissionsorte IO 21 und IO 23).

Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen im Jahr wird somit im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten.

Abbildung 8: Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Anzahl der Tagesmittelwerte größer 50 µg/m³), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)

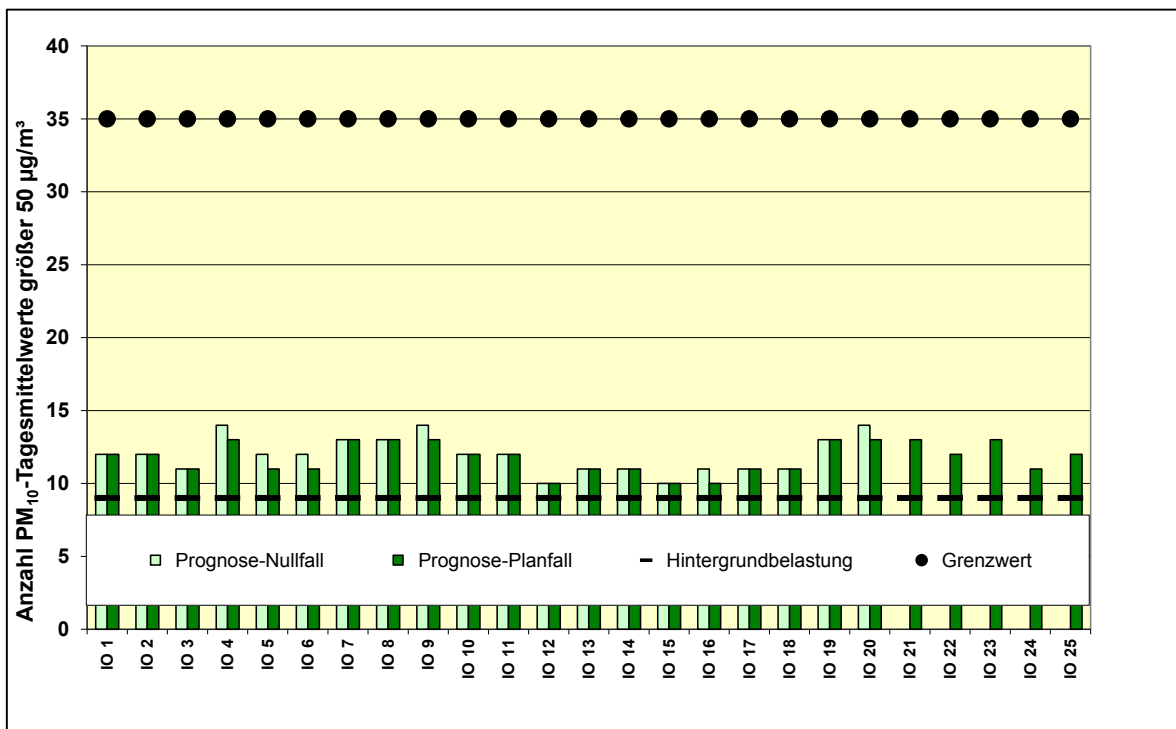


Tabelle 9: Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Anzahl der Tagesmittelwerte größer 50 µg/m³), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)

Immis- sions- ort	Feinstaub (PM10)-Immissionen (Anzahl der Tagesmittelwerte größer 50 µg/m³)				
	Hinter- grund- belas- tung	Prognose- Nullfall	Prognose- Planfall	Zunahme Nullfall- Planfall	
IO 1	9	12	12	0	0,0%
IO 2	9	12	12	0	0,0%
IO 3	9	11	11	0	0,0%
IO 4	9	14	13	-1	-7,1%
IO 5	9	12	11	-1	-8,3%
IO 6	9	12	11	-1	-8,3%
IO 7	9	13	13	0	0,0%
IO 8	9	13	13	0	0,0%
IO 9	9	14	13	-1	-7,1%
IO 10	9	12	12	0	0,0%
IO 11	9	12	12	0	0,0%
IO 12	9	10	10	0	0,0%
IO 13	9	11	11	0	0,0%
IO 14	9	11	11	0	0,0%
IO 15	9	10	10	0	0,0%
IO 16	9	11	10	-1	-9,1%
IO 17	9	11	11	0	0,0%
IO 18	9	11	11	0	0,0%
IO 19	9	13	13	0	0,0%
IO 20	9	14	13	-1	-7,1%
IO 21	9	-	13	-	-
IO 22	9	-	12	-	-
IO 23	9	-	13	-	-
IO 24	9	-	11	-	-
IO 25	9	-	12	-	-

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 flächendeckenden Darstellungen in der Anlage A 7.3 und für die untersuchten Einzelpunkte in der der Abbildung 9 und der Tabelle 10.

Im gesamten Untersuchungsgebiet wird der Immissionsgrenzwert von 25 µg/m³ für den PM_{2,5}-Jahresmittelwert überall eingehalten. Die höchsten PM_{2,5}-Gesamtbelastungen betragen an der Straßenrandbebauung bis zu 16,3 µg/m³ (Immissionsorte IO 4, IO 9 und IO 20). Im Prognose-Planfall treten demgegenüber nur geringfügig höhere bzw. niedrigere PM_{2,5}-Jahresmittelwerte bis zu maximal 16,2 µg/m³ (Immissionsorte IO 4 und IO 9) auf. An der geplanten Bebauung liegt die PM_{2,5}-Gesamtbelastung maximal bei 16,1 µg/m³ (Immissionsorte IO 21 und IO 23).

Abbildung 9: Feinstaub(PM_{2,5})-Belastungen (Jahresmittelwert), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)

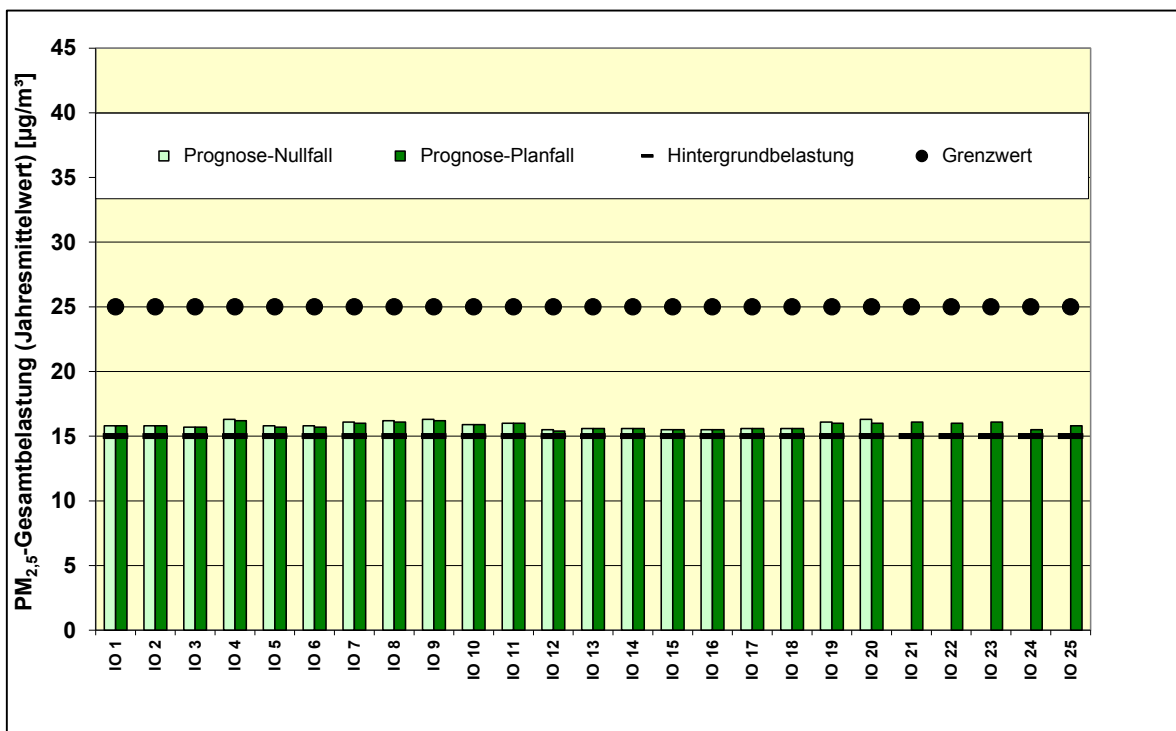


Tabelle 10: Feinstaub(PM_{2,5})-Belastungen (Jahresmittelwert), ungünstigstes Geschoss (Erdgeschoss)

Immis- sions- ort	Feinstaub (PM _{2,5})-Immissionen (Jahresmittelwert) [µg/m³]				
	Hinter- grund- belas- tung	Prognose- Nullfall	Prognose- Planfall	Zunahme Nullfall- Planfall	
IO 1	15,0	15,8	15,8	0,0	0,0%
IO 2	15,0	15,8	15,8	0,0	0,0%
IO 3	15,0	15,7	15,7	0,0	0,0%
IO 4	15,0	16,3	16,2	-0,1	-0,6%
IO 5	15,0	15,8	15,7	-0,1	-0,6%
IO 6	15,0	15,8	15,7	-0,1	-0,6%
IO 7	15,0	16,1	16,0	-0,1	-0,6%
IO 8	15,0	16,2	16,1	-0,1	-0,6%
IO 9	15,0	16,3	16,2	-0,1	-0,6%
IO 10	15,0	15,9	15,9	0,0	0,0%
IO 11	15,0	16,0	16,0	0,0	0,0%
IO 12	15,0	15,5	15,4	-0,1	-0,6%
IO 13	15,0	15,6	15,6	0,0	0,0%
IO 14	15,0	15,6	15,6	0,0	0,0%
IO 15	15,0	15,5	15,5	0,0	0,0%
IO 16	15,0	15,5	15,5	0,0	0,0%
IO 17	15,0	15,6	15,6	0,0	0,0%
IO 18	15,0	15,6	15,6	0,0	0,0%
IO 19	15,0	16,1	16,0	-0,1	-0,6%
IO 20	15,0	16,3	16,0	-0,3	-1,8%
IO 21	15,0	-	16,1	-	-
IO 22	15,0	-	16,0	-	-
IO 23	15,0	-	16,1	-	-
IO 24	15,0	-	15,5	-	-
IO 25	15,0	-	15,8	-	-

9. Zusammenfassung und Beurteilung

Im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplan Hohenfelde 10 der Freien und Hansestadt Hamburg ist auf dem Gelände einer ehemaligen Schule die Ausweisung eines Kerngebiets für neue Bebauung vorgesehen. Im nördlichen Bereich ist ein zweigeschossiges Autohaus vorgesehen. Für den südlichen Teil ist ein Büro- und Geschäftshaus (Alster-Gate) mit zwölf Vollgeschossen geplant.

Die geplante Bebauung stellt für die Luftschadstoffausbreitung eine andere und vermutlich ungünstigere Situation dar als die derzeit vorliegende.

Im Rahmen einer Luftschadstoffuntersuchung wurden die lufthygienischen Verhältnisse für das Plangebiet aufgezeigt und bewertet, bezogen auf das Prognosejahr 2025.

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}).

Die Berechnung der Abgasemissionen erfolgte mit der aktuellen Fassung des Handbuchs Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes. Dabei 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 späteren Jahre prognostiziert werden.

Zusammenfassend ist im Bereich der maßgeblichen schützenswerten Bebauung festzustellen, dass die geltenden Grenz- und Immissionswerte (EU-Richtlinien, 39. BImSchV, TA Luft) für die untersuchten Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid, Feinstaub(PM₁₀) und Feinstaub(PM_{2,5}) sowohl im Prognose-Nullfall als auch im Prognose-Planfall im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten werden. Dies ist auch für den Stundenmittelwert der Stickstoffdioxid-Immissionen und den Tagesmittelwert der Feinstaub(PM₁₀)-Immissionen der Fall.

Ergänzend ist anzumerken, dass in der vorliegenden Untersuchung für die großräumige Hintergrundbelastung von dem Bezugsjahr 2015 ausgegangen. Für die späteren Jahre ist jedoch zu erwarten, dass aufgrund emissionsmindernder Maßnahmen zur flächendeckenden Einhaltung der Grenzwerte der 39. BImSchV in den Jahren nach 2015 eine Abnahme der großräumigen Hintergrundbelastungen zu erwarten ist. Dies wird voraussichtlich auch zu einer Abnahme der Feinstaub- und Stickstoffdioxid-Hintergrundbelastungen führen, so dass die tatsächlichen Gesamtbelastungen geringer ausfallen werden als hier dargestellt.

Aus lufthygienischer Sicht ist das geplante Vorhaben den obigen Ergebnissen entsprechend mit dem Schutz der angrenzenden Nutzungen verträglich. Aufgrund der Einhaltung der Grenzwerte sind Maßnahmen zum Immissionsschutz nicht erforderlich.

Bargteheide, den 10. November 2015

erstellt durch:

geprüft durch:

[REDACTED]

Projektingenieur

[REDACTED]

Geschäftsführender Gesellschafter

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 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 76 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474, 1487);
- [4] 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);
- [5] 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);
- [6] 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);
- [7] Hamburger Leitfaden Luftschadstoffe in der Bauleitplanung 2011, 1. Auflage 2011, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Landes- und Landschaftsplanung, Stand: September 2011

Emissionsermittlung

- [8] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, Umweltbundesamt (UBA) Berlin, BUWAL Bern, UBA Wien, erstellt durch INFRAS AG Bern, 30. Januar 2010;
- [9] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2, Umweltbundesamt (UBA) Berlin, BUWAL Bern, UBA Wien, erstellt durch INFRAS AG Bern, 25. Juli 2014;
- [10] 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;

- [11] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, Mai 1999;
- [12] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3: Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, Januar 2010;
- [13] 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);
- [14] 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);
- [15] Lohmeyer aktuell, Ausgabe Nr. 3, Mai 2000, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe;
- [16] E. Romberg, R. Bösing, A. Lohmeyer, R. Ruhnke, E. Röth: NO-NO₂-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 56, 215/218, 1996;
- [17] 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;
- [18] Lohmeyer aktuell, NO-NO₂-Umwandlungsmodell, Überprüfung anhand neuerer Messwerte, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Ausgabe Nr. 14, Dezember 2005;
- [19] R. Gögen und U. Lamprecht, „Hohe Stickstoffdioxidbelastungen – Können die NO₂-Luftqualitätsgrenzwerte im Jahr 2010 eingehalten werden?“, Immissionsschutz, Heft 1, 2008;
- [20] 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;
- [21] Validierung von PM₁₀-Immissionsberechnungen im Nahbereich von Straßen und Quantifizierung der Feinstaubbildung von Straßen, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe, Juni 2001;
- [22] Quantifizierung der PM₁₀-Emissionen durch Staubaufwirbelung und Abrieb von Straßen auf Basis vorhandener Messdaten, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe, Februar 2003;
- [23] 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;

- [24] I. Düring, A. Lohmeyer, W. Schmidt: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH, Juni 2011, Karlsruhe;
- [25] 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;
- [26] Partikelemissionen des Straßenverkehrs, Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“, UMK (2004);
- [27] Ausbreitungsrechnung für den Ballungsraum Rhein-Main als Beitrag zur Ursachenanalyse für den Luftreinhalteplan Rhein-Main; IVU Umwelt GmbH, Freiburg, 19.November 2009;
- [28] D. Bretschneider, I. Düring: Verursacher, flächenhafte Belastung und Tendenzen für PM2,5 in Sachsen, Sachstandsbericht vom 30.10.2009, unter Mitarbeit der TU Dresden, Institut Verkehrsökologie und IFEU Heidelberg;
- [29] W. Schmidt, I. Düring, A. Lohmeyer: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, Juni 2011;
- [30] I. Düring, W. Bächlin, M. Ketzel, 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;
- [31] 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

- [32] Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung, RLuS 2012, Ausgabe 2012, PC-Berechnungsverfahren, Version 1.4, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe;
- [33] PROKAS, Ausbreitungsmodell für verkehrsbedingte Immissionen, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe;
- [34] MISKAM (Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell), Dr. J. Eichhorn, Arbeitsgruppe Stadtklima, Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz;
- [35] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gauß'sches Fahnmodell für Pläne zur Luftreinhaltung, Dezember 2001;

- [36] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 8: Ausbreitungsrechnung für Kfz-Emissionen, Entwurf, März 1998, aus formalen Gründen ersatzlos zurückgezogen;
- [37] Hamburger Luftmessnetz, Messberichte und aktuelle Messergebnisse im Internet-verfügbar (<http://www.hamburger-luft.de/>)
- [38] Ausbreitungsklassenstatistik für den Standort Hamburg Jahre 1991 bis 2005, Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Regionales Gutachterbüro Hamburg;

Sonstige projektbezogene Quellen und Unterlagen

- [39] Vorhabenbezogenen Bebauungsplan Hohenfelde 10 der Freien und Hansestadt Hamburg, Entwurf Stand Mai 2015;
- [40] Digitale Gebäudedaten, Digitale Grundkarte, Transparenzportal Hamburg, (<http://transparenz.hamburg.de/>);
- [41] Funktionsplan Neubau „Alster-Gate“, Porsche Autohaus und Bürogebäude, Habau Vertrieb Stahlhallen GmbH und gmp International GmbH, Stand: 19. Juni 2015;
- [42] Vorentwurf Neubau Porschezentrum Alster Gate, Grundrisse und Ansichtszeichnungen, Habau Vertrieb Stahlhallen GmbH, Stand 10. September, erhalten am 17. September 2015;
- [43] Grundrisse und Ansichtszeichnungen Neubau „Alster-Gate“, Anlagen Durchführungsvertrag, gmp International GmbH, Stand: 19. Juni 2015, erhalten am 17. September 2015;
- [44] Verkehrsmengenkarten Freie und Hansestadt Hamburg für die Jahre 2004 bis 2013;
- [45] Verkehrszahlen, Auskunft von Herrn Mielke, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, 16. September 2015;
- [46] Informationen gemäß Ortstermin mit Fotodokumentation, LAIRM CONSULT GmbH, 24. September 2015.

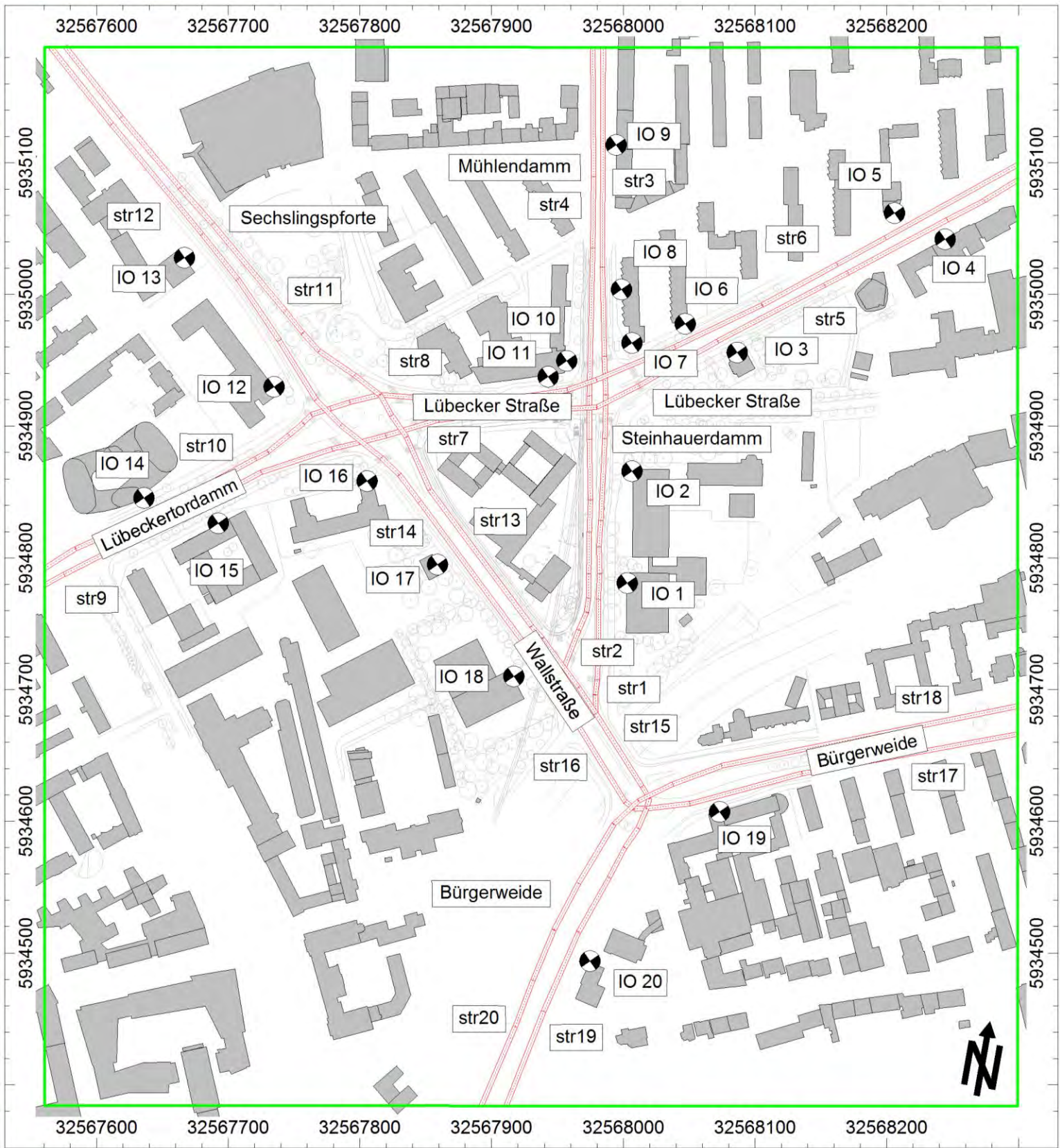
11. Anlagenverzeichnis

A 1	Lagepläne.....	III
A 1.1	Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000	III
A 1.2	Prognose-Planfall, Maßstab 1: 4.000	IV
A 1.3	Prognose-Planfall, Bauvorhaben, Maßstab 1: 1.500	V
A 2	Emissionen des Straßenverkehrs	VI
A 2.1	Allgemeines	VI
A 2.2	Verkehrsbelastungen	VI
A 2.3	Zusammenstellung der Verkehrssituationen	VII
A 2.4	Basis-Emissionsfaktoren.....	VIII
A 2.4.1	Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren 3.2), Bezugsjahr 2015	VIII
A 2.4.2	Feinstaub(PM ₁₀)-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen.....	VIII
A 2.4.3	Feinstaub(PM _{2,5})-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen.....	VIII
A 2.5	Emissionsfaktoren der Straßenabschnitte	IX
A 2.6	Gesamtemissionen der Straßenabschnitte.....	IX
A 3	Emissionen von den Betriebsgrundstücken	X
A 3.1	Basis-Emissionsfaktoren (Bezugsjahr 2015	X
A 3.2	Emissionen (EFA 2015)	X
A 3.3	Gesamtemissionen (Jahresmittel, EFA 2015)	XI
A 4	MISKAM-Rechenmodell.....	XII
A 4.1	Rechengitter	XII
A 4.2	Emissionen	XIII
A 4.2.1	Linienquellen, Straßen.....	XIII
A 4.2.2	Flächenquellen, Betriebsgrundstücke	XIV
A 4.2.3	Linienquellen, Betriebsgrundstücke	XIV
A 5	Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes (Hamburg-Fuhlsbüttel, 1991-2000).....	XV
A 5.1	Windrichtungsverteilung im Jahresmittel (Anteil an Gesamtjahresstunden).....	XV
A 5.2	Verteilung der Ausbreitungsklassen (Anteil an Gesamtjahresstunden)	XV

A 6	Hintergrundbelastung	XVI
A 7	Rasterkarten (Aufpunkthöhe Erdgeschoss).....	XVII
A 7.1	Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00)	XVII
A 7.1.1	Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000.....	XVII
A 7.1.2	Prognose-Planfall, Maßstab 1: 4.000.....	XVIII
A 7.1.3	Differenzkarte Prognose-Planfall - Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000	XIX
A 7.2	Feinstaub(PM ₁₀)-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00)	XX
A 7.2.1	Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000.....	XX
A 7.2.2	Prognose-Planfall, Maßstab 1: 4.000.....	XXI
A 7.2.3	Differenzkarte Prognose-Planfall - Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000	XXII
A 7.3	Feinstaub(PM _{2,5})-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00).....	XXIII
A 7.3.1	Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000.....	XXIII
A 7.3.2	Prognose-Planfall, Maßstab 1: 4.000.....	XXIV
A 7.3.3	Differenzkarte Prognose-Planfall - Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000	XXV

A 1 Lagepläne

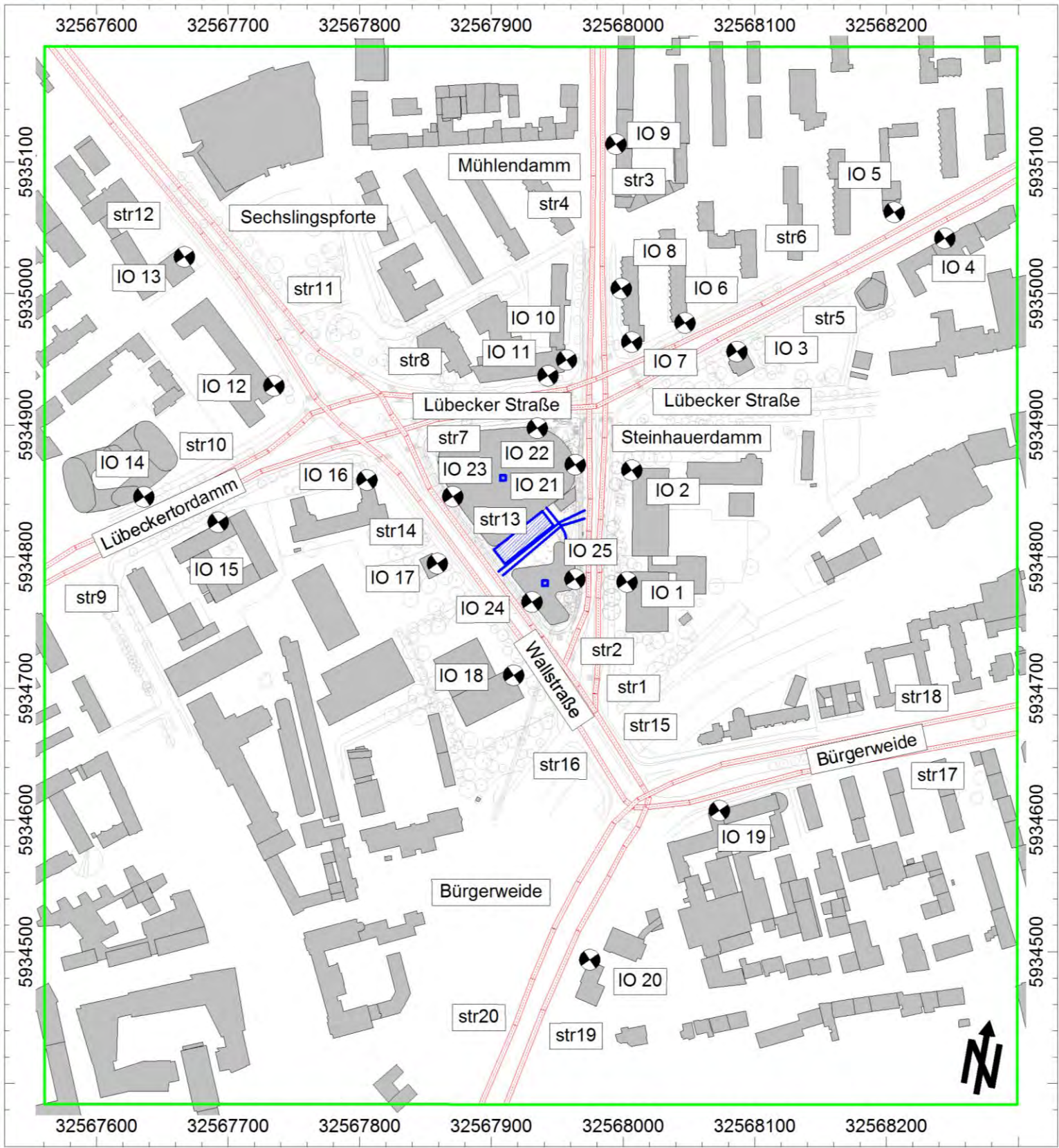
A 1.1 Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000



Immissionsorte:
Straßen:
MISKAM-Rechengebiet:

IO
rote Linien
grüne Linie

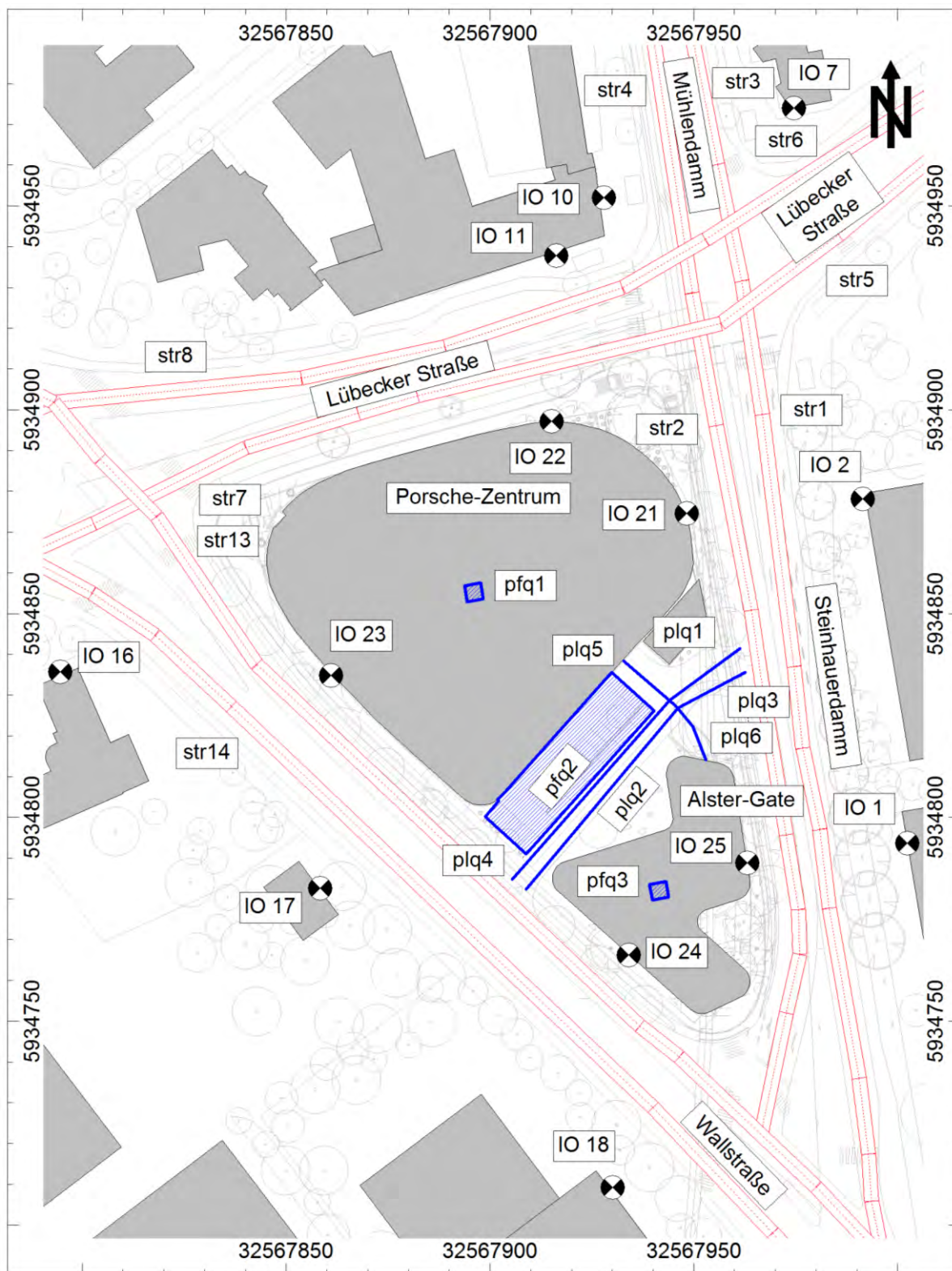
A 1.2 Prognose-Planfall, Maßstab 1: 4.000



Immissionsorte:
Straßen:
MISKAM-Rechengebiet:

IO
rote Linien
grüne Linie

A 1.3 Prognose-Planfall, Bauvorhaben, Maßstab 1: 1.500



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)

A 2.2 Verkehrsbelastungen

Sp	1	2	3	4	5	6	7
Ze	Kürzel	Straßenabschnitt	Verkehrsbelastungen				
			Prognose-Planfall 2020				
			DTV	SV	PKW	LNF	SNF
			Kfz/ 24h	%	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h
Steinhauer Damm							
1	str1	Richtung Norden	20.000	4,0	18.336	864	800
2	str2	Richtung Süden	20.000	4,0	18.336	864	800
Mühlendamm							
3	str3	Richtung Norden	15.000	4,0	13.752	648	600
4	str4	Richtung Süden	15.000	4,0	13.752	648	600
Lübecker Straße							
5	str5	östlich Steinhauerdamm, Richtung Osten	20.500	3,0	18.990	895	615
6	str6	östlich Steinhauerdamm, Richtung Westen	20.500	3,0	18.990	895	615
7	str7	westlich Steinhauerdamm, Richtung Osten	15.500	2,0	14.506	684	310
8	str8	westlich Stehauerdamm, Richtung Westen	15.500	2,0	14.506	684	310
Lübeckertordamm							
9	str9	Richtung Osten	17.000	2,0	15.910	750	340
10	str10	Richtung Westen	17.000	2,0	15.910	750	340
Sechslingspforte							
11	str11	Richtung Norden	20.500	4,0	18.794	886	820
12	str12	Richtung Süden	20.500	4,0	18.794	886	820
Wallstraße							
13	str13	nördlich Wallbrücke, Richtung Norden	13.500	4,0	12.377	583	540
14	str14	nördlich Wallbrücke, Richtung Süden	13.500	4,0	12.377	583	540
15	str15	Wallbrücke, Richtung Norden	33.500	4,0	30.713	1.447	1.340
16	str16	Wallbrücke, Richtung Süden	33.500	4,0	30.713	1.447	1.340
Bürgerweide							
17	str17	östlich Wallbrücke, Richtung Osten	14.500	4,0	13.294	626	580
18	str18	östlich Wallbrücke, Richtung Westen	14.500	4,0	13.294	626	580
19	str19	westlich Wallbrücke, Richtung Osten	31.000	4,0	28.421	1.339	1.240
20	str20	westlich Wallbrücke, Richtung Westen	31.000	4,0	28.421	1.339	1.240

A 2.3 Zusammenstellung der Verkehrssituationen

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8
Ze	Kürzel	Nr.	Gebiet	Straßentyp	Ge- schw. [km/h]	Verkehrszustand	Steigung/ Gefälle	Verkehrssituation
Steinhauer Damm								
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%
Mühlendamm								
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%
Lübecker Straße								
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	str8	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
Lübeckertordamm								
9	str9	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%
Sechslingspforte								
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%
Wallstraße								
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%
15	str15	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
16	str16	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
Bürgerweide								
17	str17	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
18	str18	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
19	str19	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%
20	str20	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	±0%	Agglo/HVS/50/dicht_±0%

A 2.4 Basis-Emissionsfaktoren

A 2.4.1 Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren 3.2), Bezugsjahr 2015

Verkehrssituation	PKW				
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]			
		CO2	NOx	NO2	PM
Agglo/HVS/50/dicht_±0%	37,1	168,7	0,324	0,105	0,006

Verkehrssituation	LNF				
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]			
		CO2	NOx	NO2	PM
Agglo/HVS/50/dicht_±0%	37,1	190,2	0,676	0,207	0,035

Verkehrssituation	SNF				
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]			
		CO2	NOx	NO2	PM
Agglo/HVS/50/dicht_±0%	30,2	698,4	3,851	0,373	0,051

A 2.4.2 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

A 2.4.3 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

A 2.5 Emissionsfaktoren der Straßenabschnitte

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Abschnitt		Verkehrssituation	Länge	DTV	Emissionsfaktor				Emissionen/Jahr			
					CO2	NOx	PM10	PM2,5	CO2	NOx	PM10	PM2,5
			[m]	[Kfz/24h]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]
1	str1	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	242	20.000	190,847	0,48068	0,05447	0,02598	337,151	849,2	96,2	45,9
2	str2	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	210	20.000	190,847	0,48068	0,05447	0,02598	292,569	736,9	83,5	39,8
3	str3	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	264	15.000	190,847	0,48068	0,05447	0,02598	275,851	694,8	78,7	37,5
4	str4	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	264	15.000	190,847	0,48068	0,05447	0,02598	275,851	694,8	78,7	37,5
5	str5	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	363	20.500	185,561	0,44558	0,05086	0,02507	504,010	1.210,3	138,2	68,1
6	str6	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	359	20.500	185,561	0,44558	0,05086	0,02507	498,456	1.196,9	136,6	67,3
7	str7	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	162	15.500	180,274	0,41048	0,04725	0,02416	165,224	376,2	43,3	22,1
8	str8	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	190	15.500	180,274	0,41048	0,04725	0,02416	193,781	441,2	50,8	26,0
9	str9	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	284	17.000	180,274	0,41047	0,04725	0,02416	317,682	723,3	83,3	42,6
10	str10	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	265	17.000	180,274	0,41047	0,04725	0,02416	296,429	675,0	77,7	39,7
11	str11	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	376	20.500	190,848	0,48069	0,05447	0,02598	536,935	1.352,4	153,3	73,1
12	str12	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	362	20.500	190,848	0,48069	0,05447	0,02598	516,943	1.302,0	147,5	70,4
13	str13	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	251	13.500	190,847	0,48068	0,05447	0,02597	236,040	594,5	67,4	32,1
14	str14	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	269	13.500	190,847	0,48068	0,05447	0,02597	252,967	637,1	72,2	34,4
15	str15	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	108	33.500	190,847	0,48068	0,05447	0,02597	252,027	634,8	71,9	34,3
16	str16	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	109	33.500	190,847	0,48068	0,05447	0,02597	254,361	640,6	72,6	34,6
17	str17	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	288	14.500	190,847	0,48067	0,05447	0,02597	290,896	732,7	83,0	39,6
18	str18	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	298	14.500	190,847	0,48067	0,05447	0,02597	300,997	758,1	85,9	41,0
19	str19	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	250	31.000	190,847	0,48068	0,05447	0,02597	539,859	1.359,7	154,1	73,5
20	str20	Agglo/HVS/50/dicht_±0%	262	31.000	190,847	0,48068	0,05447	0,02597	565,772	1.425,0	161,5	77,0
Summe									6.903.804	17.035	1.936	937

A 2.6 Gesamtemissionen der Straßenabschnitte

Straßenabschnitt	Länge [m]	Gesamtemissionen pro Jahr			
		CO ₂ [t/a]	NOx [t/a]	PM ₁₀ [t/a]	PM _{2,5} [t/a]
Steinhauer Damm	str1	242	337,2	0,85	0,10
	str2	210	292,6	0,74	0,08
Mühlendamm	str3	264	275,9	0,69	0,08
	str4	264	275,9	0,69	0,08
Lübecker Straße	str5	363	504,0	1,21	0,14
	str6	359	498,5	1,20	0,14
	str7	162	165,2	0,38	0,04
	str8	190	193,8	0,44	0,05
Lübeckertordamm	str9	284	317,7	0,72	0,08
	str10	265	296,4	0,67	0,08
Sechslingspforte	str11	376	536,9	1,35	0,15
	str12	362	516,9	1,30	0,15
Wallstraße	str13	251	236,0	0,59	0,07
	str14	269	253,0	0,64	0,07
	str15	108	252,0	0,63	0,07
	str16	109	254,4	0,64	0,07
Bürgerweide	str17	288	290,9	0,73	0,08
	str18	298	301,0	0,76	0,09
	str19	250	539,9	1,36	0,15
	str20	262	565,8	1,42	0,16
Summe		6.903,8	17,04	1,94	0,94

A 3 Emissionen von den Betriebsgrundstücken

A 3.1 Basis-Emissionsfaktoren (Bezugsjahr 2015)

Fahrzeugschicht	PKW				LNF				SNF ¹⁾			
	CO ₂	NOx	PM10	PM2,5	CO ₂	NOx	PM10	PM2,5	CO ₂	NOx	PM10	PM2,5
Stoff												
Fall												
Emissionsfaktor [g/km]												
stop+go_±0%	326,0	0,572	0,011	0,011	304,0	0,929	0,064	0,064	1235,3	8,439	0,099	0,099
stop+go_±6%	337,0	0,631	0,011	0,011	328,7	1,102	0,068	0,068	1547,0	6,920	0,104	0,104
Staubaufwirbelung	—	—	0,045	0,015	—	—	0,045	0,022	—	—	1,200	0,062
Startzuschlag [g/Start]	—	0,072	0,007	0,007	—	—	0,074	0,074	—	—	0,114	0,114
Heißabstellen [g/Stop]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tankatmung [g/Tag u. Fz]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁾ Startzuschläge in Handbuch Emissionsfaktoren nicht verfügbar,
Werte anhand der Verhältnisse der Startzuschläge zu den Emissionen im
Fahrmodus IO_Stop+Go für LNF hochgerechnet

A 3.2 Emissionen (EFA 2015)

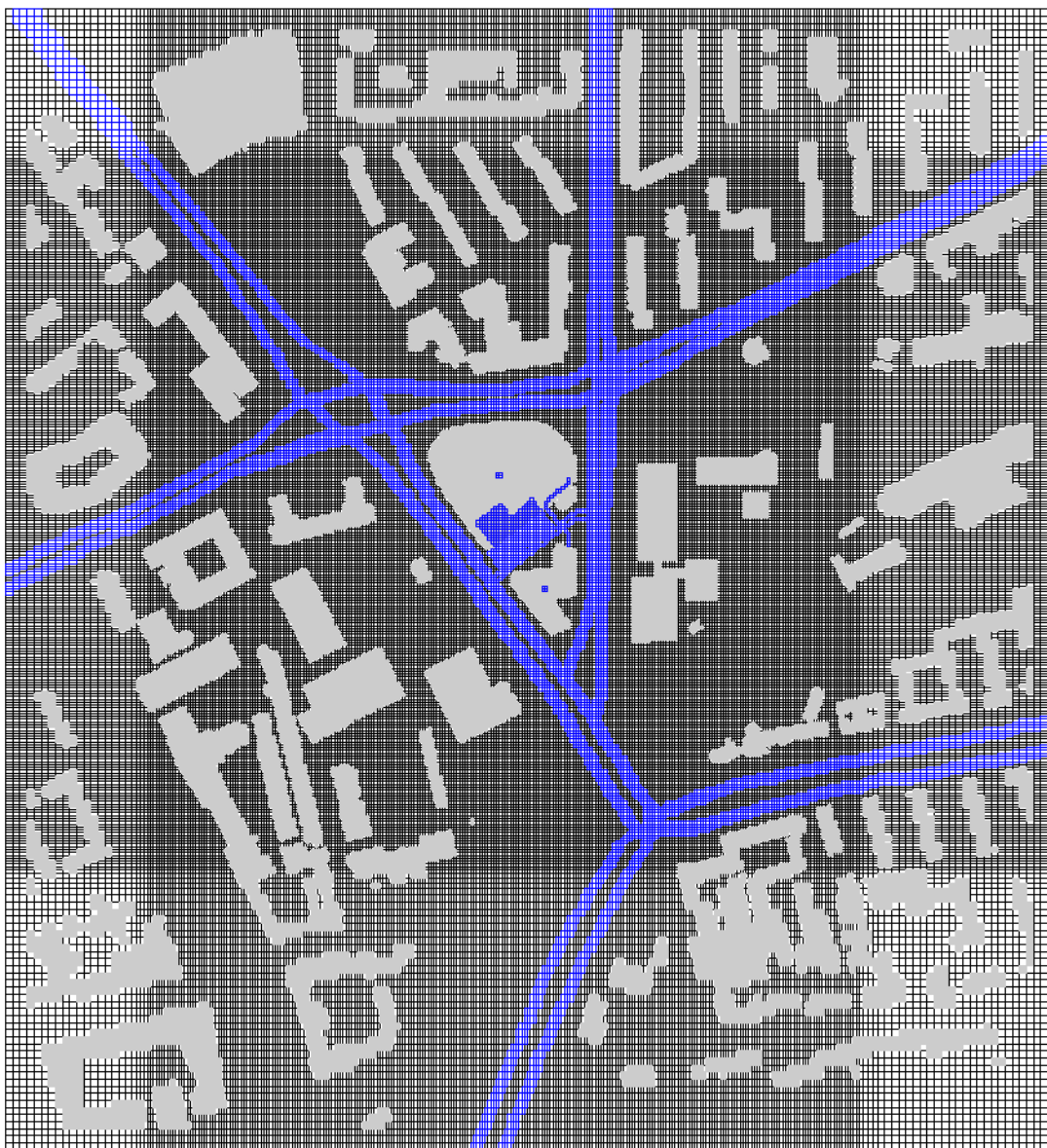
Abschnitt	Anzahl Fahrten			Weg- länge	Gesamt- fahrweg	CO ₂		NOx		PM10			PM2,5		
	Kürzel	Anteil	[Kfz/24h]			Fahrt	Start- zuschlag	Fahrt	Start- zuschlag	Fahrt	Staub- aufw.	Start- zuschlag	Fahrt	Staub- aufw.	Start- zuschlag
Zu- und Abfahrten Porsche-Zentrum/ Alster-Gate gesamt															
1 Zufahrt Nord															
Zufahrten PKW Porschezentrum TG	pk1zu	50 %	64	25,0	1,6	518	—	0,908	—	0,017	0,071	—	0,017	0,024	—
Zufahrten PKW Porschezentrum EG	pk2zu	50 %	102	25,0	2,6	831	—	1,458	—	0,027	0,115	—	0,027	0,038	—
Zufahrten PKW Alster-Gate TG	pk3zu	50 %	91	25,0	2,3	742	—	1,301	—	0,024	0,102	—	0,024	0,034	—
Gesamtemissionen						2.091		3.667		0,357			0,165		
2 Zufahrt Süd															
Zufahrten PKW Porschezentrum TG	pk1zu	50 %	64	62,0	3,9	1.283	—	2,252	—	0,042	0,177	—	0,042	0,059	—
Zufahrten PKW Porschezentrum EG	pk2zu	50 %	102	62,0	6,3	2.062	—	3,617	—	0,068	0,285	—	0,068	0,095	—
Zufahrten PKW Alster-Gate TG	pk3zu	50 %	91	62,0	5,6	1.839	—	3,227	—	0,061	0,254	—	0,061	0,085	—
Gesamtemissionen						5.184		9,095		0,886			0,409		
3 Abfahrt Nord															
Zufahrten PKW Porschezentrum TG	pk1zu	50 %	64	22,0	1,4	455	—	0,799	—	0,015	0,063	—	0,015	0,021	—
Zufahrten PKW Porschezentrum EG	pk2zu	50 %	102	22,0	2,2	732	—	1,283	—	0,024	0,101	—	0,024	0,034	—
Zufahrten PKW Alster-Gate TG	pk3zu	50 %	91	22,0	2,0	653	—	1,145	—	0,021	0,090	—	0,021	0,030	—
Gesamtemissionen						1.840		3,227		0,315			0,145		
4 Abfahrt Süd															
Zufahrten PKW Porschezentrum TG	pk1zu	50 %	64	62,0	3,9	1.283	—	2,252	—	0,042	0,177	—	0,042	0,059	—
Zufahrten PKW Porschezentrum EG	pk2zu	50 %	102	62,0	6,3	2.062	—	3,617	—	0,068	0,285	—	0,068	0,095	—
Zufahrten PKW Alster-Gate TG	pk3zu	50 %	91	62,0	5,6	1.839	—	3,227	—	0,061	0,254	—	0,061	0,085	—
Gesamtemissionen						5.184		9,095		0,886			0,409		
Tiefgarage Porsche-Zentrum															
5 Stellplätze UG															
Zufahrten PKW UG	pk1zu	100 %	127	250,0	31,8	10.351	—	18,159	—	0,341	1,429	—	0,341	0,476	—
Abfahrten PKW UG	pk1ab	100 %	127	250,0	31,8	10.351	—	18,159	—	0,341	1,429	—	0,341	0,476	—
Starts/ Stopps PKW UG	pk1zu	100 %	127	—	—	—	—	9,095	—	—	0,846	—	—	—	0,846
Gesamtemissionen						20.701		45,413		4,385			2,480		
6 Zu- und Abfahrt															
Zufahrten PKW UG	pk1zu	100 %	127	50,0	6,4	2.070	—	3,632	—	0,068	0,286	—	0,068	0,095	—
Abfahrten PKW UG	pk1ab	100 %	127	50,0	6,4	2.070	—	3,632	—	0,068	0,286	—	0,068	0,095	—
Zufahrten PKW UG	pk1zu	100 %	127	50,0	6,4	2.070	—	3,632	—	0,068	0,286	—	0,068	0,095	—
Gesamtemissionen						6.210		10,895		1,062			0,490		
Stellplätze EG Porsche-Zentrum															
7 Stellplätze UG															
Zufahrten PKW EG	pk2zu	100 %	204	75,0	15,3	4.988	—	8,750	—	0,164	0,689	—	0,164	0,230	—
Abfahrten PKW EG	pk2ab	100 %	204	75,0	15,3	4.988	—	8,750	—	0,164	0,689	—	0,164	0,230	—
Starts/ Stopps PKW EG	pk2zu	100 %	204	—	—	—	—	14,610	—	—	1,359	—	—	—	1,359
Gesamtemissionen						9.976		32,111		3,065			2,147		
Tiefgarage Alster-Gate															
8 Stellplätze 1.UG															
Zufahrten PKW 1. UG	pk31zu	48 %	88	70,0	6,2	2.008	—	3,523	—	0,066	0,277	—	0,066	0,092	—
Zufahrten PKW 2. UG	pk32zu	52 %	94	70,0	6,6	2.145	—	3,763	—	0,071	0,296	—	0,071	0,099	—
Abfahrten PKW 1. UG	pk31ab	48 %	88	70,0	6,2	2.008	—	3,523	—	0,066	0,277	—	0,066	0,092	—
Abfahrten PKW 2. UG	pk32ab	52 %	94	70,0	6,6	2.145	—	3,763	—	0,071	0,296	—	0,071	0,099	—
Auf-/Abfahrt PKW 2.UG	pk32zu	52 %	94	18,0	1,7	570	—	1,068	—	0,019	0,076	—	0,019	0,025	—
Starts/ Stopps PKW 1. UG	pk31zu	48 %	89	—	—	—	—	6,387	—	—	0,594	—	—	—	0,594
Gesamtemissionen						8.877		22,027		2,110			1,295		
9 Stellplätze 2.UG															
Zufahrten PKW 2. UG	pk32zu	52 %	94	70,0	6,6	2.145	—	3,763	—	0,071	0,296	—	0,071	0,099	—
Abfahrten PKW 2. UG	pk32ab	52 %	94	70,0	6,6	2.145	—	3,763	—	0,071	0,296	—	0,071	0,099	—
Starts/ Stopps PKW 2. UG	pk32zu	52 %	94	—	—	—	—	6,732	—	—	0,626	—	—	—	0,626
Gesamtemissionen						4.290		14,259		1,360			0,965		
10 Zu- und Abfahrt															
Zufahrten PKW 1. UG	pk31zu	48 %	88	17,0	1,5	488	—	0,856	—	0,016	0,067	—	0,016	0,022	—
Zufahrten PKW 2. UG	pk32zu	52 %	94	17,0	1,6	521	—	0,914	—	0,017	0,072	—	0,017	0,024	—
Abfahrten PKW 1. UG	pk31ab	48 %	88	17,0	1,5	488	—	0,856	—	0,016	0,067	—	0,016	0,022	—
Abfahrten PKW 2. UG	pk32ab	52 %	94	17,0	1,6	521	—	0,914	—	0,017	0,072	—	0,017	0,024	—
Gesamtemissionen						2.017		3,539		0,345			0,159		

A 3.3 Gesamtemissionen (Jahresmittel, EFA 2015)

Quellenabschnitt		Gesamtemissionen pro Jahr			
		CO ₂ [t/a]	NO _x [t/a]	PM ₁₀ [t/a]	PM _{2,5} [t/a]
Porsche-Zentrum/ Alster-Gate					
Tiefgarage Porsche-Zentrum	pfq1	6,48	0,0142	0,0014	0,0008
Stellplätze EG Porsche-Zentrum	pfq2	3,12	0,0100	0,0010	0,0007
Tiefgarage Alster-Gate	pfq3	4,12	0,0114	0,0011	0,0007
Zufahrt Nord gesamt	plq1	0,65	0,0011	0,0001	0,0001
Zufahrt Süd gesamt	plq2	1,62	0,0028	0,0003	0,0001
Abfahrt Nord gesamt	plq3	0,58	0,0010	0,0001	0,0000
Abfahrt Süd gesamt	plq4	1,62	0,0028	0,0003	0,0001
Zu-und Abfahrt Tiefgarage Porsche-Zentrum	plq5	1,94	0,0034	0,0003	0,0002
Zu-und Abfahrt Tiefgarage Alster-Gate	plq6	0,63	0,0011	0,0001	0,0000
Gesamt		20,76	0,0480	0,0046	0,0027

A 4 MISKAM-Rechenmodell

A 4.1 Rechengitter



MISKAM-Rechengebiet:

Horizontal:

- x-Richtung: 302 Zellen (740 m), y-Richtung: 315 Zellen (805 m);
- Vorlaufgebiet zusätzlich jeweils 5 Gitterzellen links/rechts;
- Maschenweiten 2,0 bis 5,0 m, Änderung zwischen benachbarten Zellen kleiner als 20 %;

Vertikal:

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

Quellen (blaue Zellen): Straßenfahrbahnen, Gebäudeabluft.

A 4.2 Emissionen

A 4.2.1 Linienquellen, Straßen

Straßenabschnitt	Länge	Quellen- länge	Gesamtemissionen pro Längeneinheit und Zeit			
			NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	
	[m]	[m]	[mg/(m² s)]	[mg/(m² s)]	[mg/(m² s)]	
Steinhauer Damm	str1	242	936	0,02877	0,00326	0,00155
	str2	210	768	0,03043	0,00345	0,00164
Mühlendamm	str3	264	988	0,02230	0,00253	0,00120
	str4	264	1.004	0,02194	0,00249	0,00119
Lübecker Straße	str5	363	1.697	0,02261	0,00258	0,00127
	str6	359	1.630	0,02328	0,00266	0,00131
	str7	162	680	0,01754	0,00202	0,00103
	str8	190	850	0,01646	0,00189	0,00097
Lübeckertordamm	str9	284	1.108	0,02070	0,00238	0,00122
	str10	265	870	0,02460	0,00283	0,00145
Sechslingspforte	str11	376	914	0,04693	0,00532	0,00254
	str12	362	924	0,04468	0,00506	0,00241
Wallstraße	str13	251	972	0,01939	0,00220	0,00105
	str14	269	950	0,02127	0,00241	0,00115
	str15	108	428	0,04703	0,00533	0,00254
	str16	109	460	0,04416	0,00500	0,00239
Bürgerweide	str17	288	1.244	0,01868	0,00212	0,00101
	str18	298	1.190	0,02020	0,00229	0,00109
	str19	250	880	0,04900	0,00555	0,00265
	str20	262	894	0,05054	0,00573	0,00273

A 4.2.2 Flächenquellen, Betriebsgrundstücke

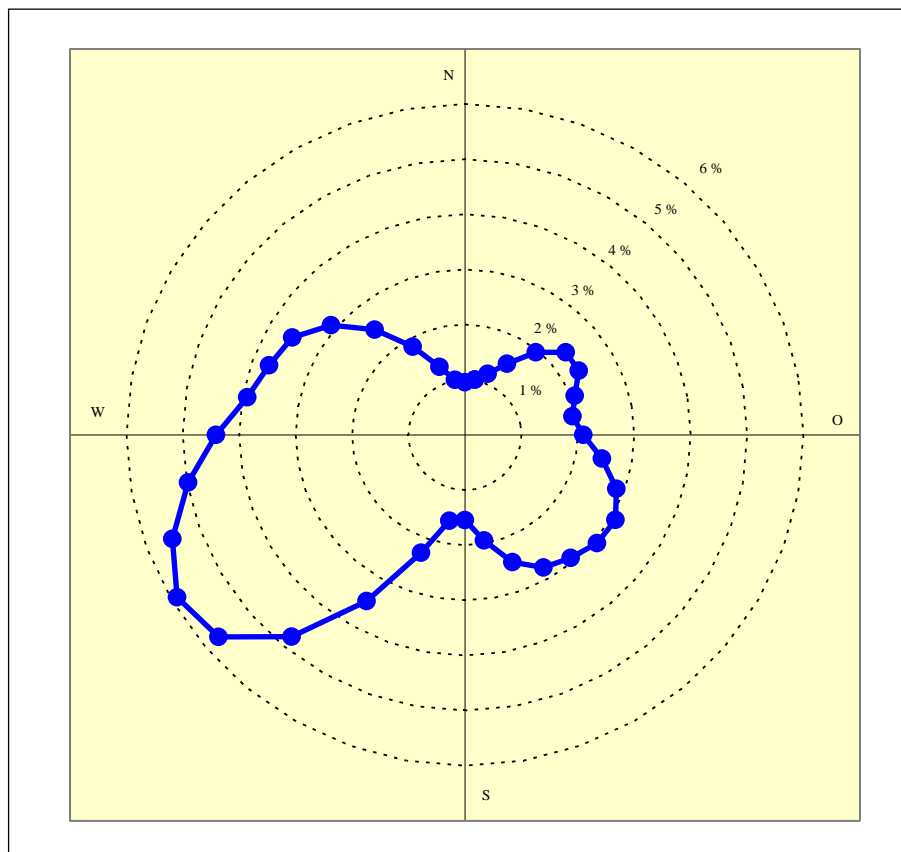
Quellenabschnitt		Quellen- fläche [m²]	Gesamtemissionen pro Flächeneinheit und Zeit		
			NOx [mg/(m² s)]	PM ₁₀ [mg/(m² s)]	PM _{2,5} [mg/(m² s)]
Tiefgarage Porsche-Zentrum	pfq1	16	0,028158	0,002719	0,001538
Stellplätze EG Porsche-Zentrum	pfq2	1.356	0,000235	0,000022	0,000016
Tiefgarage Alster-Gate	pfq3	16	0,022499	0,002151	0,001401
Gesamt		1388	0,050891	0,004893	0,002955

A 4.2.3 Linienquellen, Betriebsgrundstücke

Quellenabschnitt		Quellen- länge [m]	Gesamtemissionen pro		
			NOx [mg/(m s)]	PM ₁₀ [mg/(m s)]	PM _{2,5} [mg/(m s)]
Zufahrt Nord gesamt	plq1	22	0,001654	0,000161	0,000074
Zufahrt Süd gesamt	plq2	46	0,001962	0,000191	0,000088
Abfahrt Nord gesamt	plq3	16	0,002001	0,000195	0,000090
Abfahrt Süd gesamt	plq4	46	0,001962	0,000191	0,000088
Zu-und Abfahrt Tiefgarage Porsche-Zentrum	plq5	34	0,003179	0,000310	0,000143
Zu-und Abfahrt Tiefgarage Alster-Gate	plq6	12	0,002926	0,000285	0,000132
Gesamt		176	0,013683	0,001333	0,000616

A 5 Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes (Hamburg-Fuhlsbüttel, 1991-2000)

A 5.1 Windrichtungsverteilung im Jahresmittel (Anteil an Gesamtjahresstunden)



A 5.2 Verteilung der Ausbreitungsklassen (Anteil an Gesamtjahresstunden)

Windgeschwindigkeit [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 6 Hintergrundbelastung

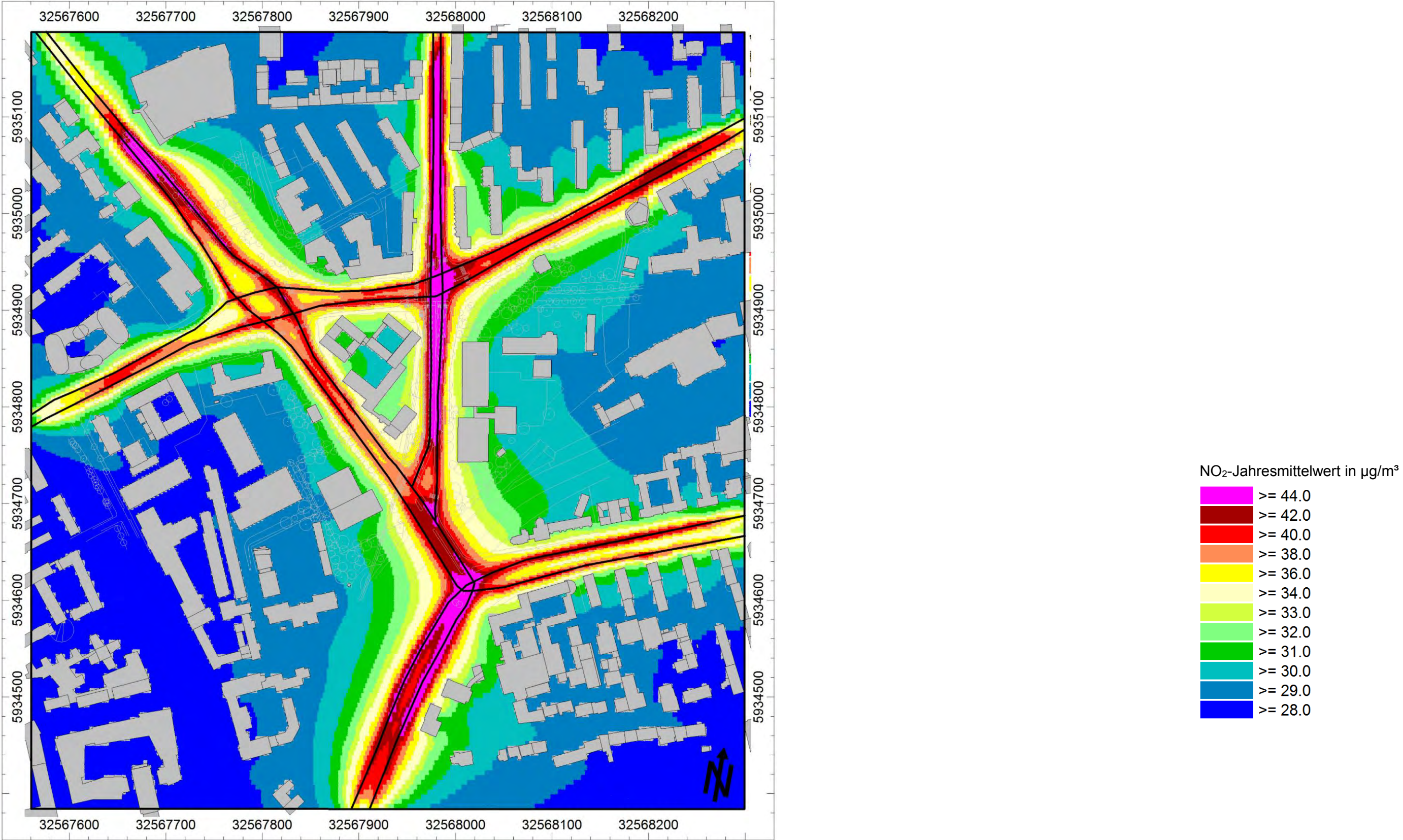
Standort	Zeitraum	NO ₂	PM ₁₀		PM _{2,5}
		Jahres- mittel- wert [µg/m ³]	Jahres- mittel- wert [µg/m ³]	Anzahl Tage > 50 µg/m ³	Jahres- mittel- wert [µg/m ³]
Gebietsbezogene Standorte in Hamburg					
Billstedt	2010	32	20	15	-
	2011	33	24	18	-
	2012	34	21	6	-
	2013	32	21	9	-
	2014	30	20	8	-
Billbrook	2010	26	21	16	-
	2011	25	26	21	-
	2012	25	20	3	-
	2013	26	20	7	-
	2014	24	19	7	-
Veddel	2010	38	22	18	16
	2011	36	25	19	16
	2012	36	20	5	12
	2013	27	20	9	14
	2014	35	26	17	15
Wilhelmsburg	2010	30	22	14	15
	2011	28	26	21	17
	2012	28	20	5	13
	2013	27	20	8	13
	2014	26	22	10	14
Elbhang	2012	33	17	4	-
	2013	31	16	4	-
	2014	32	20	8	-
Sternschanze	2010	29	24	18	16
	2011	30	29	40	17
	2012	30	21	8	13
	2013	28	20	5	13
	2014	27	24	14	15
Ansatz für Hintergrundbelastung:		28	21	9 ¹⁾	15

¹⁾ Berechnung aus Jahresmittelwert, Ansatz: "best fit"

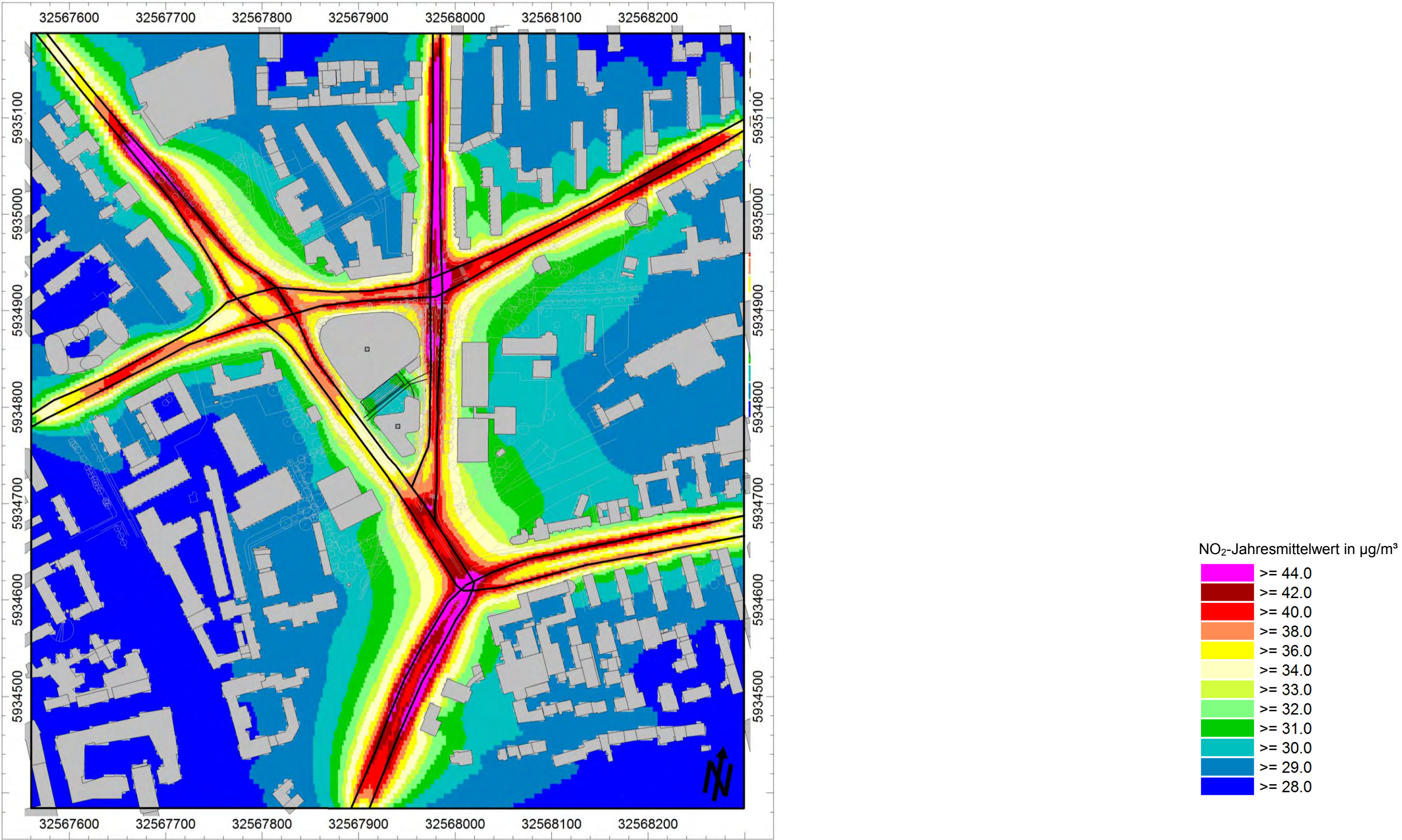
A 7 Rasterkarten (Aufpunkthöhe Erdgeschoss)

A 7.1 Stickstoffdioxid-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00)

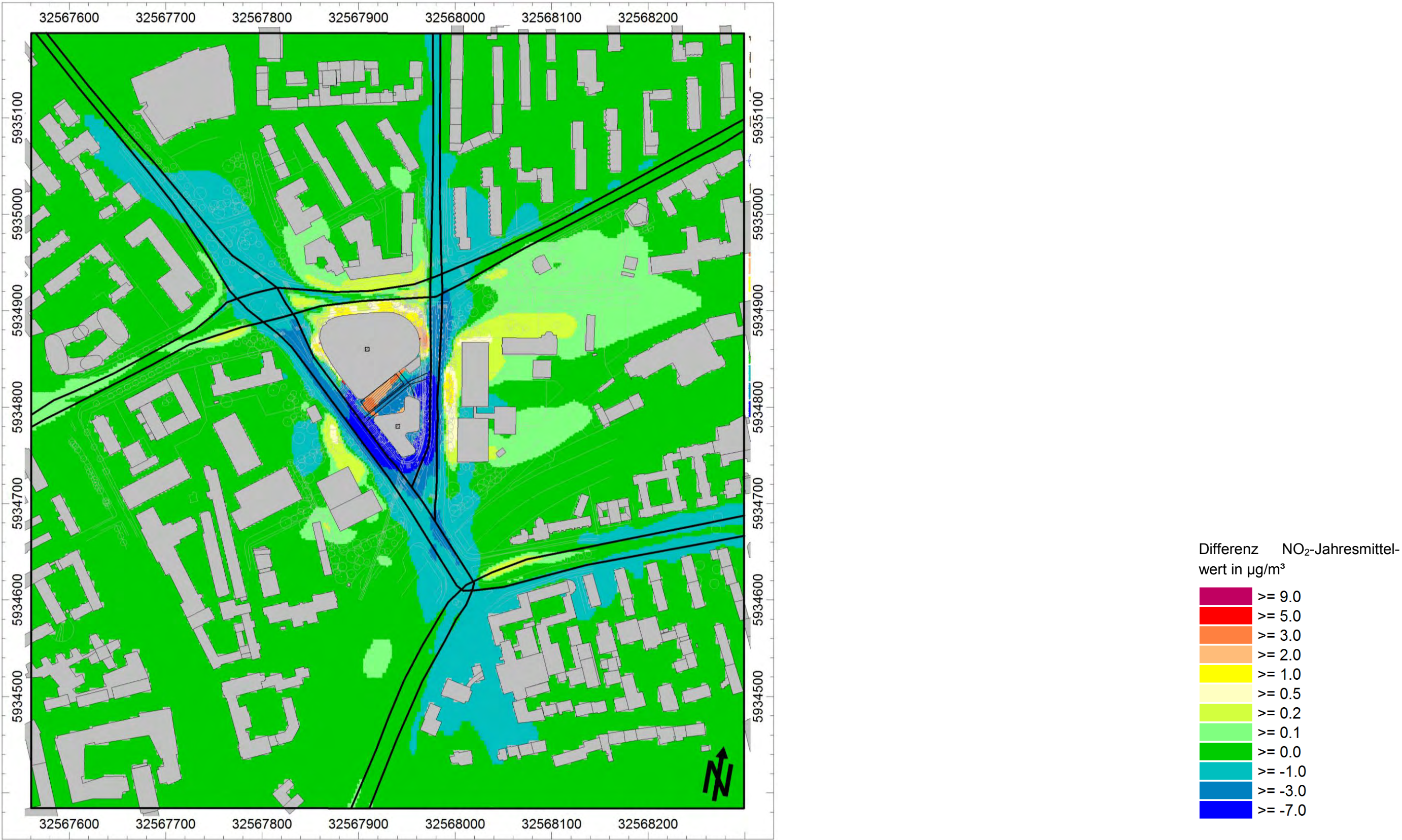
A 7.1.1 Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000



A 7.1.2 Prognose-Planfall, Maßstab 1: 4.000

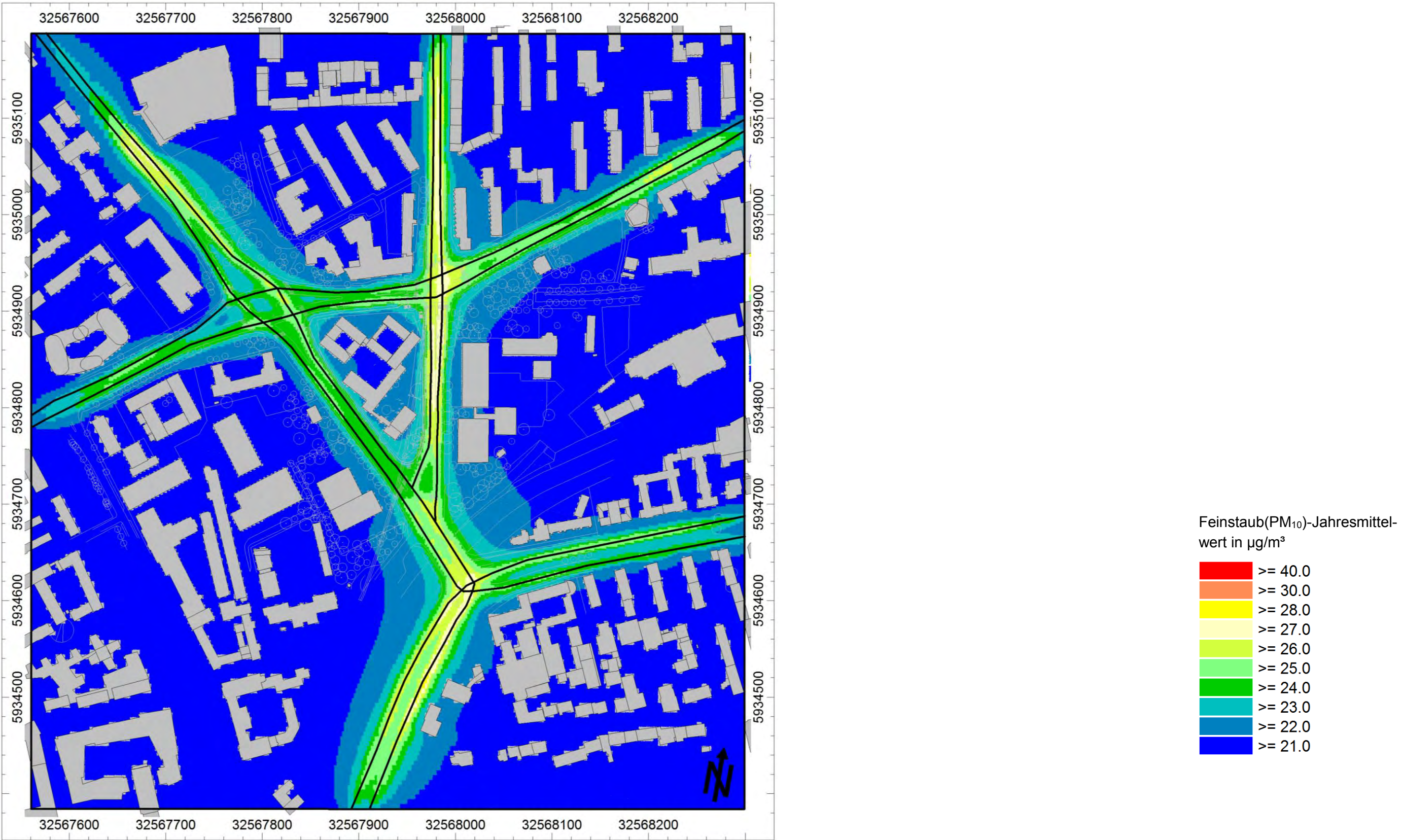


A 7.1.3 Differenzkarte Prognose-Planfall - Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000

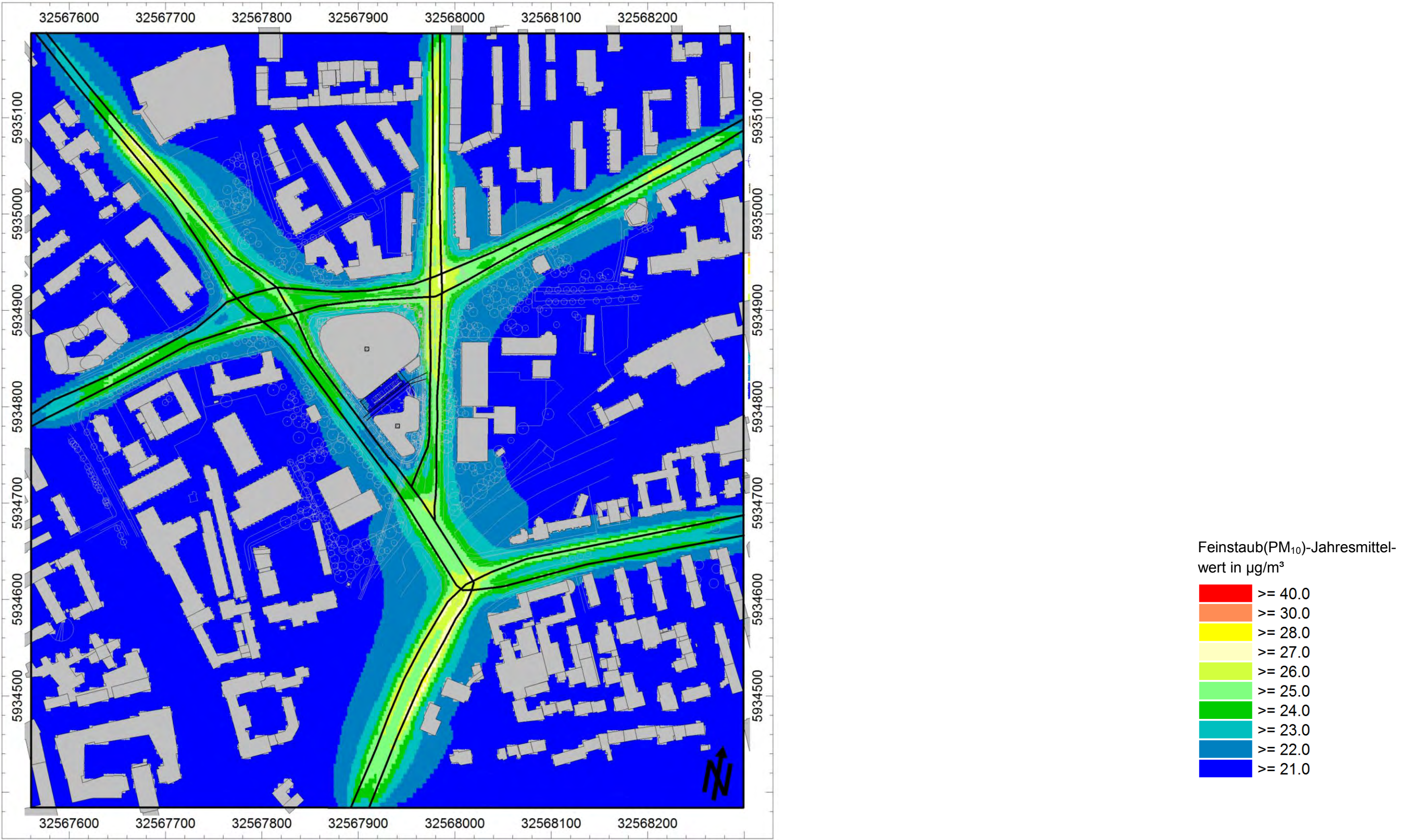


A 7.2 Feinstaub(PM₁₀)-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00)

A 7.2.1 Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000



A 7.2.2 Prognose-Planfall, Maßstab 1: 4.000

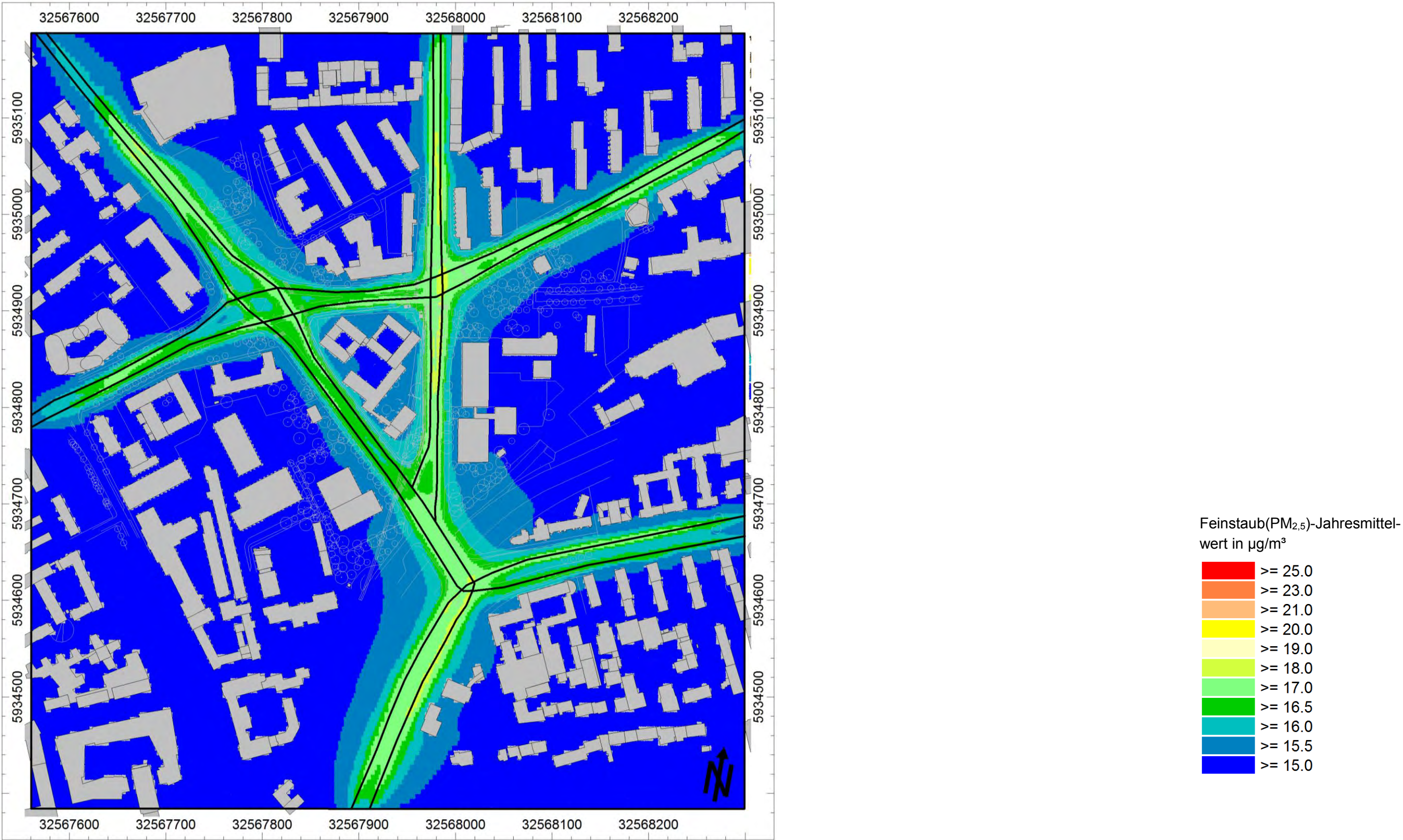


A 7.2.3 Differenzkarte Prognose-Planfall - Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000

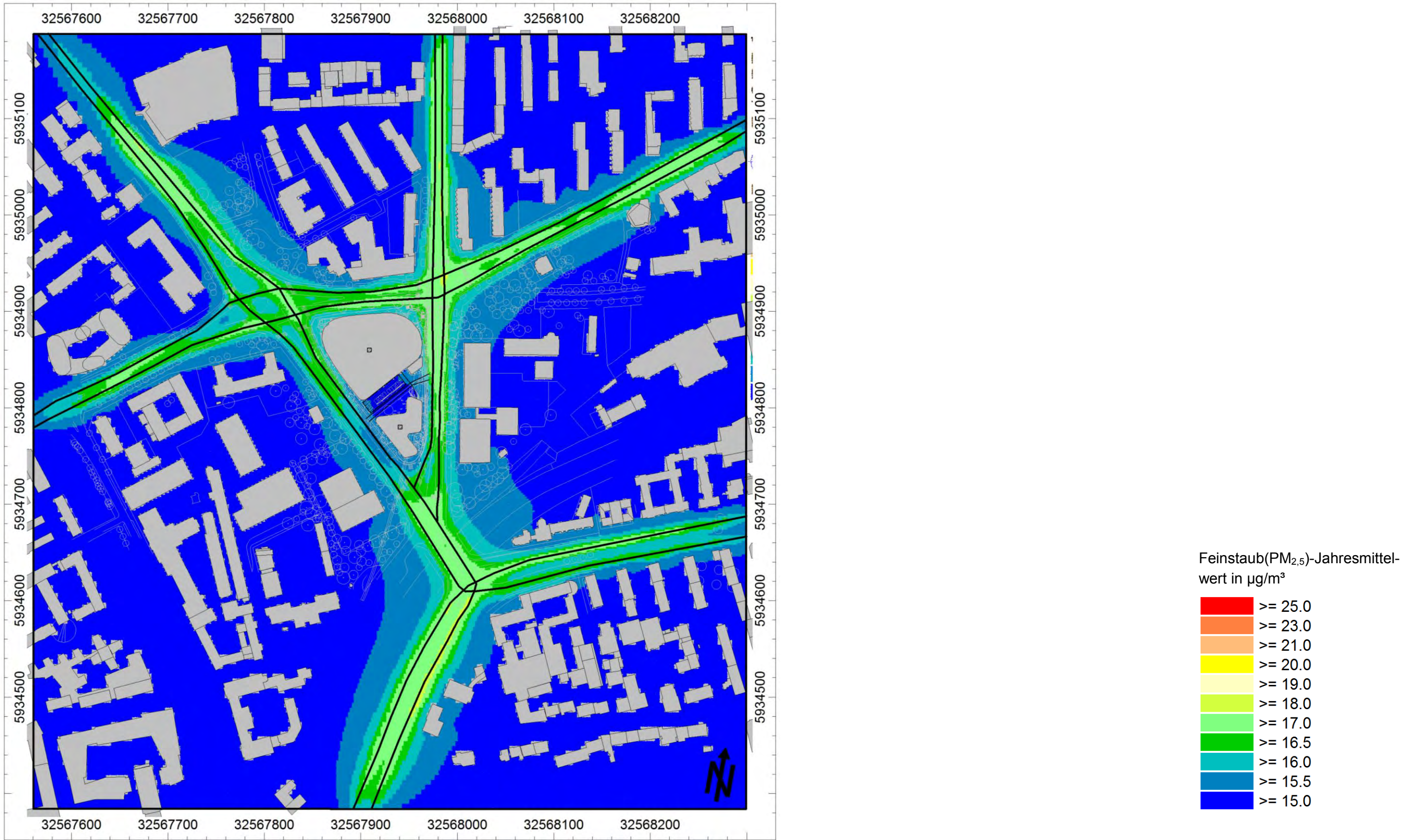


A 7.3 Feinstaub(PM_{2,5})-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwert J00)

A 7.3.1 Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000



A 7.3.2 Prognose-Planfall, Maßstab 1: 4.000



A 7.3.3 Differenzkarte Prognose-Planfall - Prognose-Nullfall, Maßstab 1: 4.000

