

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware



Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG

VORHABEN BEZOGENER
BEBAUUNGSPLAN BERGEDORF 109 IN
HAMBURG-BERGEDORF -
LUFTHYGIENISCHE UND
WINDTECHNISCHE AUSARBEITUNGEN

Auftraggeber: Masuch + Olbrisch Ingenieurgesellschaft



März 2010


Berichtsumfang 66 Seiten



INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	7
3 VORGEHENSWEISE	8
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	8
3.2 Berechnungsverfahren	9
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	11
4 EINGANGSDATEN	14
4.1 Verkehrsdaten	14
4.2 Meteorologische Daten	18
4.3 Schadstoffhintergrundbelastung	18
5 EMISSIONEN	22
5.1 Betrachtete Schadstoffe	22
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	22
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	22
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	25
5.3 Emissionen des ruhenden Verkehrs	26
6 ERGEBNISSE DER WINDFELDBERECHNUNGEN	28
7 ERGEBNISSE DER IMMISSIONSBERECHNUNGEN	42
7.1 Stickstoffdioxidimmissionen	42
7.2 Feinstaubimmissionen (PM10)	46
8 LITERATUR	50
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	55

A2 FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG	60
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE	63

Hinweise:

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.



ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug oder anderen Emittenten ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z.B. Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

Jahresmittelwert / 98-Perzentilwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert, 98-Perzentilwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel

tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration. Der Gesetzgeber hat deshalb zusätzlich zum Jahresmittelwert z.B. den so genannten 98-Perzentilwert (oder 98-Prozent-Wert) der Konzentrationen eingeführt. Das ist derjenige Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird.

Die Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (22. BImSchV) fordert die Einhaltung weiterer Kurzzeitwerte in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der 98-Perzentil- bzw. Jahresmittelwerte. Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

Feinstaub / PM10

Mit Feinstaub bzw. PM10 werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Im Hamburger Stadtteil Bergedorf ist auf dem Eckgrundstück zwischen Bergedorfer Straße, Weidenbaumsweg und Stuhrohrstraße die Ansiedlung eines Kinos mit Gastronomie sowie eines weiteren Gebäudes mit den Nutzungen Post, Postbank Ärztezentrum, Büro, nicht zentrenrelevanter Einzelhandel, Apotheke, Sanitätshandel und eventuell in geringem Umfang Wohnen vorgesehen. Weiterhin sind dort Stellplatzanlagen vorgesehen.

Für diese Planungen werden windtechnische und lufthygienische Ausarbeitungen hinsichtlich der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen entsprechend den Anforderungen an die Bauleitplanung vorgelegt. Betrachtet wird der Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen und der Planzustand mit baulichen Änderungen für das Prognosejahr 2010, dem Zeitpunkt der frühesten Umsetzung der Planungen bzw. wesentlicher Teile davon.

Für detaillierte Aussagen der Auswirkungen der Planungen ist die Berücksichtigung der Gebäudeumströmungen erforderlich, die durch den Einsatz eines mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodells (MISKAM) erfolgt. Die Lage und Höhe der Gebäude wurde aus digitalen Lageplänen entnommen. Basierend auf den Lagedaten wird ein geeignetes Rechengitter abgebildet, das in relevanten Bereichen wie Straßenraum, Emissionsbereich etc. hoch aufgelöst ist. Die Daten zum prognostizierten Verkehrsaufkommen mit und ohne Baumaßnahme wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Aus den Verkehrsbelegungsdaten werden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsfaktoren und aktueller Fachliteratur die Emissionen für das Jahr 2010 auf allen Straßenabschnitten und für den Stellplatzbetrieb berechnet. Unter Berücksichtigung der lokal repräsentativen Windstatistik werden die durch die oben angegebenen Emissionen bedingten Jahreskennwerte der Schadstoffbelastung für jede Rasterzelle berechnet. Diese Zusatzbelastung wird der vorherrschenden Hintergrundbelastung überlagert. Betrachtet werden die Schadstoffe NO_2 und Feinstaub (PM_{10}). Die Beurteilung erfolgt im Vergleich mit geltenden Beurteilungswerten, das sind Grenzwerte der 22. BImSchV (2007).

Windfeldbetrachtungen

Entsprechend den Ergebnissen der Windfeldberechnungen ist festzuhalten, dass im derzeitigen Zustand über zusammenhängenden größeren, nicht bebauten Bereichen, wie den Gleisanlagen westlich des Plangebietes, mit dem Stadtrand vergleichbare Durchlüftungsverhältnisse vorherrschen. Innerhalb des Bebauungsplangebietes sind durch die bestehenden Gebäude etwas verringerte Durchlüftungsverhältnisse gegeben.

Im Planzustand sind innerhalb des Bebauungsplangebietes durch die zusätzlichen Strömungshindernisse geringe mittlere Windgeschwindigkeiten berechnet; das betrifft auch die direkt anschließenden Straßenraumbereiche der Bergedorfer Straße. Entlang der Bahnlinie, die weiterhin von zusätzlicher Bebauung freigehalten wird, zeichnen sich mit dem derzeitigen Zustand vergleichbare mittlere Windgeschwindigkeiten ab. Bis in einen Abstand von ca. 150 m von dem geplanten Gebäuden sind Verringerungen der mittleren Windgeschwindigkeit berechnet. Am Rand des Bebauungsplangebietes bzw. an Engstellen zwischen den geplanten Gebäuden zeichnen sich vereinzelt Bereiche mit höheren mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten ab; dort sind durch die zusätzlichen Gebäude Umlenkungen der Windanströmungen zu erwarten, die bei einzelnen Windrichtungen zu erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten führen. Im Bebauungsplangebiet und an der direkt benachbarten Bebauung sind mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten berechnet, die mit denen der umliegenden bebauten Bereiche vergleichbar sind.

Zusätzlich zu den mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten wurde der Windkomfort betrachtet und hinsichtlich bestehender Beurteilungswerte bewertet.

Für den derzeitigen Zustand werden über den Gleisanlagen, in der Bergedorfer Straße und an einigen Gebäudeecken bodennah Windgeschwindigkeiten berechnet, die aufgrund der angesetzten Windstatistik teilweise nicht ohne Windprobleme ausgewiesen sind. Dort sind erhöhte Böigkeiten abgeleitet, die Einschränkungen im Hinblick auf die Windkomfort-Kriterien aufweisen, sodass dort Bereiche mit Ausweisungen „kurzzeitiger Aufenthalt möglich“ dargestellt sind. Im überwiegenden Bereich des dargestellten Ausschnittes von Bergedorf sind jedoch aufgrund der bestehenden Bebauung keine Windprobleme ausgewiesen.

An der geplanten Bebauung sind im Kreuzungsbereich Weidenbaumsweg/Stuhlrohrstraße erhöhte Böigkeiten abgeleitet, die an der westlichen Seite des Gebäudes deutliche Einschränkungen im Hinblick auf die Windkomfort-Kriterien aufweisen, sodass dort Bereiche mit Ausweisungen „problemloses Laufen möglich“ dargestellt sind. Dort ist die Planung eines zentralen fußläufigen Zugangsbereich nicht anzuraten. Das trifft auch auf die südliche Gebäudeseite des geplanten Gebäudes mit Durchgang an der Stuhlrohrstraße zu. Weiterhin zeigt sich zwischen den geplanten Gebäuden eine leicht erhöhte Zugigkeit, die dort an der engsten Stelle kurzzeitige Aufenthalte, sonst überwiegend noch Warte- und Sitzbereiche erlauben kann; mit zunehmender Nähe zur Bergedorfer Straße sind dort geringere Zugigkeiten zu erwarten. Sollten in genannten Bereichen mit erhöhter Böigkeit Freiraumnutzungen vorgesehen sein wie Zugangswege, Sitzbereiche etc., können die erhöhten Windströmungsverhältnisse durch Hecken, Mauern oder teildurchlässige Schutzwände modifiziert werden.

Lufthygiene

Die Immissionsberechnungen zeigen, dass an der Bergedorfer Straße und am zentralen Omnibusbahnhof (ZOB) deutliche Luftschadstoffbelastungen vorliegen. Im Prognosenullfall sind an der Randbebauung der Bergedorfer Straße NO_2 -Immissionen bis $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der Bebauung, die nicht direkt am Straßenrand gelegen ist, werden überwiegend NO_2 -Belastungen unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Der ab dem Jahr 2010 geltende Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird an der bestehenden Randbebauung der Bergedorfer Straße und am ZOB in Teilbereichen überschritten, an der überwiegenden Bebauung im Plangebiet jedoch eingehalten. Die NO_2 -Konzentrationen (Jahresmittelwerte) sind im Plangebiet an der bestehenden Bebauung in Bezug auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als leicht erhöht bis hoch, in Teilbereichen der Bergedorfer Straße und am ZOB mit nahe gelegener Randbebauung als deutliche Überschreitungen (Tab. 3.2) zu bezeichnen. Die PM_{10} -Belastungen (Jahresmittelwerte) sind in Bezug auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und entsprechend Tab. 3.2 als leicht erhöht bis hoch zu bezeichnen. Der Schwellenwert zur Ableitung der PM_{10} -Kurzzeitbelastung wird an der bestehenden Randbebauung der Bergedorfer Straße erreicht, an der sonstigen Bebauung jedoch nicht erreicht und nicht überschritten.

Im Planfall sind an der bestehenden Bebauung der Bergedorfer Straße und am ZOB NO_2 -Immissionen bis $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit vergleichbare Immissionen wie beim Prognosenullfall prognostiziert. An der geplanten Bebauung sind auch an der Bergedorfer Straße NO_2 -Belastungen unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, am östlich gelegenen Fachmarktzentrum bis ca. $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Entlang der Stuhlröhrestraße sind mit NO_2 -Belastungen unter $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegenüber dem Prognosenullfall geringere NO_2 -Belastungen prognostiziert. An der Bebauung, die nicht direkt am Straßenrand gelegen ist, werden wie beim Prognosenullfall überwiegend NO_2 -Belastungen unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Dementsprechend ist die Belüftung der Gebäude über die Gebäudeseiten anzuraten, die nicht zur Bergedorfer Straße und stark frequentierten Straßenabschnitten, wie dem Weidenbaumweg, orientiert sind. Insgesamt ändern sich die deutlichen NO_2 -Belastungen an der bestehenden Randbebauung der Bergedorfer Straße in der Umgebung des Bebauungsplangebietes durch die Planungen gegenüber dem Prognosenullfall nicht wesentlich. Der ab dem Jahr 2010 geltende Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Planfall an der bestehenden Randbebauung der Bergedorfer Straße und am ZOB in Teilbereichen überschritten. An der überwiegenden Bebauung im Plangebiet wird der Grenzwert jedoch eingehalten. Die NO_2 -Konzentrationen (Jahresmittelwerte) sind im Plangebiet an der bestehenden Bebauung in Bezug auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und entsprechend Tab. 3.2 als leicht erhöht bis hoch, in Teilbereichen der Bergedorfer Straße

und am ZOB mit nahe gelegener Randbebauung als deutliche Überschreitungen (Tab. 3.2) zu bezeichnen. Die PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind im Planfall in Bezug auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und entsprechend Tab. 3.2 als leicht erhöht bis hoch zu bezeichnen. Der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird im Planfall an der bestehenden Randbebauung der Bergedorfer Straße erreicht, an der sonstigen Bebauung jedoch nicht erreicht und nicht überschritten.

Aus lufthygienischer Sicht sind durch die Planungen an der nächstgelegenen, bestehenden Bebauung keine wesentlichen Zunahmen der Immissionen zu erwarten. Die in Teilbereichen bestehenden hohen Immissionen an der Bergedorfer Straße sind im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen; dort sind Belüftungen der Räume über den Straßen zugewandte Fenster zu vermeiden.

2 AUFGABENSTELLUNG

Im Hamburger Stadtteil Bergedorf ist neben der Umgestaltung des Bahnhofsplatzes auf dem Eckgrundstück zwischen Bergedorfer Straße, Weidenbaumsweg und Stuhrohrstraße die Ansiedlung eines Kinos mit Gastronomie sowie eines weiteren Gebäudes mit den Nutzungen Post, Postbank, Ärztezentrum, Büro, nicht zentrenrelevanter Einzelhandel, Apotheke, Sanitätshandel und eventuell in geringem Umfang Wohnen vorgesehen. Weiterhin sind dort Stellplatzanlagen vorgesehen.

Für diese Planungen ist ein Luftschadstoffgutachten hinsichtlich der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen entsprechend den Anforderungen an die Bauleitplanung zu erstellen. Dementsprechend ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Luftkonzentrationen der Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen.

Zu betrachten sind der Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen und der Planzustand mit baulichen Änderungen für das Prognosejahr 2010, dem Zeitpunkt der frühesten Umsetzung der Planungen bzw. wesentlicher Teile davon. Zu betrachten sind die in der 22. BImSchV genannten verkehrsrelevanten Schadstoffe NO_2 und PM_{10} . Die Beurteilung soll im Vergleich mit geltenden Beurteilungswerten, das sind Grenzwerte der 22. BImSchV, und im relativen Vergleich zum Prognosenullfall erfolgen.

Weiterhin sind die Auswirkungen auf die bodennahen Windverhältnisse, insbesondere erhöhte bodennahe Windgeschwindigkeiten zu betrachten, da im Plangebiet u.a. auch Bereiche zwischen den Gebäuden für Aufenthaltsbereiche im Freien vorgesehen sind.

3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Der Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenz- oder Vorsorgewerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v.a. die 22. BImSchV.

Die Erarbeitung erfolgt aufgrund der Lage im städtischen Gebiet mit dichter Bebauung für die lufthygienischen und windtechnischen Ausarbeitungen durch den Einsatz eines mikroskalierten Strömungs- und Ausbreitungsmodells (MISKAM). Für die Durchführung der mikroskalierten Berechnungen wird die Bebauung nach Lage und Höhe digital erfasst, in ein Rechengitter überführt und der Strömungsrechnung zugeführt. Aus den Verkehrsbelegungsdaten der Straßen und Parkbauten werden die Emissionen berechnet, Ausbreitungsrechnungen durchgeführt und die berechneten Konzentrationen zu Jahreskennwerten der Luftschadstoffbelastungen zusammengefasst.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel PM₁₀. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Blei, Benzol, Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

In Tab. 3.1 werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Anhang A1 erläuterten Beurteilungswerte für die relevanten Autoabgaskomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert ab 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert ab 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 22. BImSchV (2007)

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

Weiter orientiert sich die Bewertung an der Einstufung von Schadstoffimmissionen (siehe Tab. 3.2) durch die Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg (LfU, 1993).

Immissionen in % der entsprechenden Grenzwerte	Bewertung
bis 10 %	sehr niedrige Konzentrationen
über 10 % bis 25 %	niedrige Konzentrationen
über 25 % bis 50 %	mittlere Konzentrationen
über 50 % bis 75 %	leicht erhöhte Konzentrationen
über 75 % bis 90 %	erhöhte Konzentrationen
über 90 % bis 100 %	hohe Konzentrationen
über 100 % bis 110 %	geringfügige Überschreitungen
über 110 % bis 150 %	deutliche Überschreitungen
über 150 %	hohe Überschreitungen

Tab. 3.2: Bewertung von Immissionen nach LfU (1993)

3.2 Berechnungsverfahren

In dem zu betrachtenden Gebiet werden die Strömungs- und Ausbreitungsverhältnisse durch die städtische Bebauung bzw. gewerbliche Nutzungen geprägt. Zudem werden die geplanten Gebäude zu Beeinflussungen der Strömungs- und Ausbreitungsbedingungen führen. Für diesen Bereich wird das mikroskalige Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM (Eichhorn, 1989 und 2003) eingesetzt. Das Modell MISKAM wurde anhand mehrerer

Datensätze aus Windkanälen und Naturmessreihen überprüft und umfangreich validiert (Eichhorn, 1995, Eichhorn, 2003, Eichhorn, 2004, Schädler et al., 1996).

Grundlage der Simulationsrechnungen ist die digitale Aufnahme der bestehenden und geplanten Bebauung nach Lage und Höhe. Die Lagedaten sind aktuellen Stadtkarten, Luftbildern und Planunterlagen entnommen, die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden.

Das Modell MISKAM arbeitet mit einem nicht-äquidistanten Rechengitter. Bei den für die vorliegende Untersuchung durchgeführten Strömungsrechnungen werden die Vorgaben der VDI-Richtlinie für prognostische Windfeldmodelle (VDI, 2005) hinsichtlich Auflösung und Größe des Rechengitters beachtet. Das hier angesetzte Rechengebiet ist sowohl horizontal als auch vertikal deutlich größer als das Untersuchungsgebiet, um Randeffekte zu vermeiden (Ketzler et al., 1999), und um die Kriterien der o.g. VDI-Richtlinie zu erfüllen.

Die digital erfassten Gebäudekataster werden für die Strömungsberechnungen in ein rechteckiges Rechengitter überführt. Das Rechengitter besteht aus 308 x 308 Boxen in horizontaler Richtung und umfasst eine Ausdehnung von ca. 1 200 m x 1 200 m. Es wird ein nicht äquidistantes Gitter verwendet, das in der Umgebung des Bebauungsplangebietes eine feine Auflösung von 2 m aufweist und nach außen gröber wird. In vertikaler Richtung reicht das Gitter mit 36 Ebenen bis in eine Höhe von 460 m über Grund, wobei in Bodennähe die Ebenen fein aufgelöst sind.

Die Berechnungen erfolgten mit dem PC-Programm WinMISKAM Version 2010.2.9.1 vom 28.01.2010 (www.lohmeyer.de/software) und dem Modell MISKAM Version 5.02 vom 07.03.2007. Mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM werden Strömungsrechnungen für alle Windrichtungen in 10 Grad-Schritten entsprechend der vorliegenden Windstatistik für Hamburg durchgeführt. Unter Verwendung der gemessenen Häufigkeiten der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen werden Jahreswerte der mittleren Windgeschwindigkeit für jede Box im Rechengitter berechnet. Die Ausgabe erfolgt für ausgewählte Höhen über Grund. Dafür bieten sich die Höhen von ca. 1.5 m über Grund, repräsentativ für den Aufenthaltsbereich des Menschen im Freien und ca. 10 m über Grund in Anlehnung an die Messhöhen verfügbarer Windmessdaten an. Damit ist ein Vergleich der berechneten Windverhältnisse mit bestehenden Messdaten in Hamburg gegeben. In größeren Höhen über Grund weisen die Planungen keine Aufenthaltsbereiche

für Aktivitäten im Freien auf, sodass dort keine Angaben für Windkomfort erforderlich sind. Weiterhin werden basierend auf den berechneten Windfeldern und der Windstatistik Böigkeiten abgeschätzt und in bewerteten Stufen des Windkomforts aufgezeigt.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden für das Prognosejahr 2010 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) für das Jahr 2010 bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden auch im neuen HBEFA 3.1 nicht behandelt. Die Berechnung dieser Emissionen erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von Forschungsarbeiten (BASt, 2005; Düring und Lohmeyer, 2004). Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem aktuellen Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (VDI, 2003).

Unter Einbeziehung der in Kap. 4 beschriebenen Eingangsdaten, d.h. der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 22. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-

Perzentilwert $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird. Für den o.g. Übergangsbeurteilungswert ergibt die analoge Betrachtung einen Äquivalentwert von $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zur Ermittlung der in der 22. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK, 2004) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einen nahezu identischen Verlauf wie der o.g. „best fit“ nach BAST (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BAST (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet.

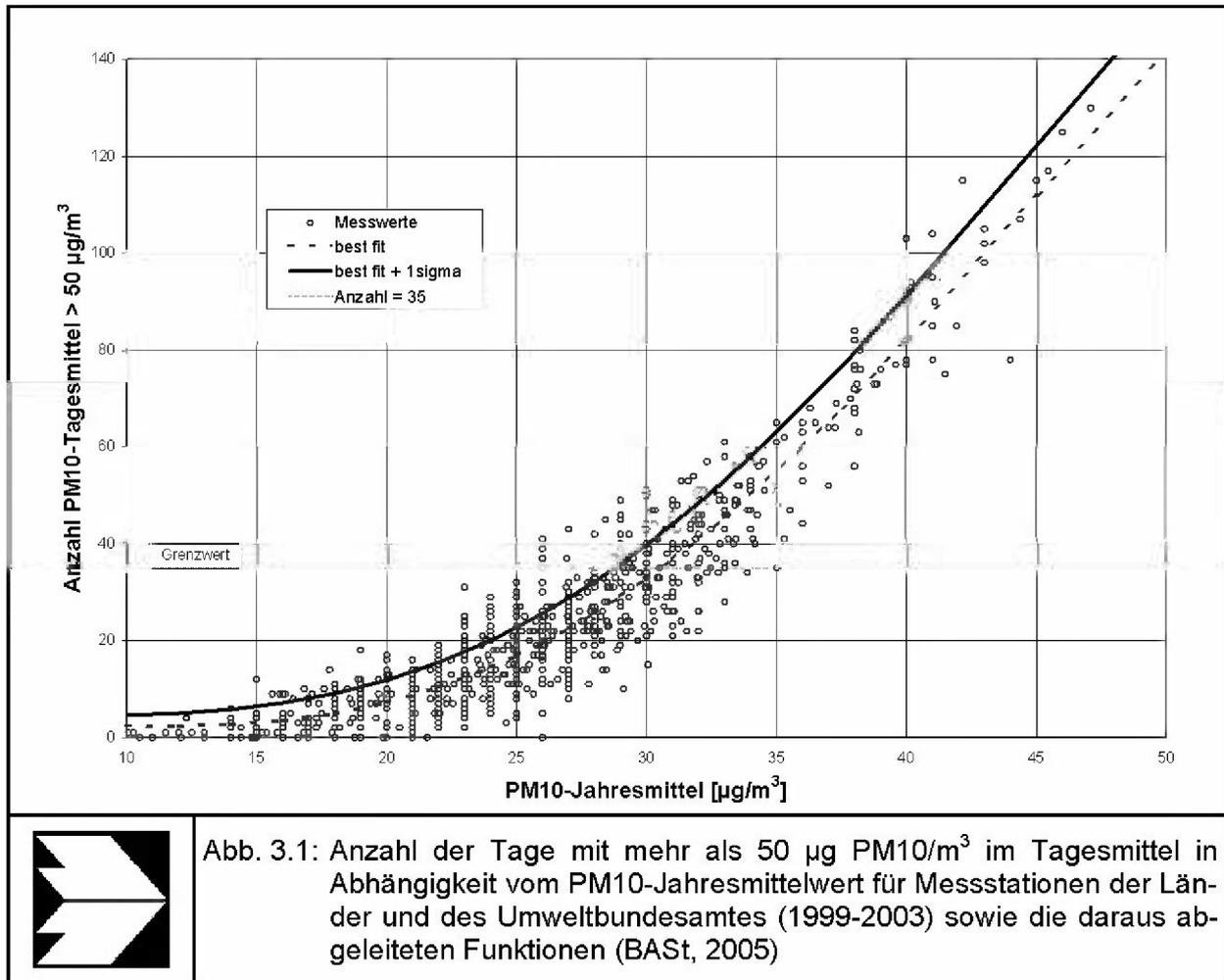


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit mehr als 50 µg PM10/m³ im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BASt, 2005)

4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage- und Höhe der Gebäude, die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Für das Untersuchungsgebiet wurden die Lage- und Höhendaten der bestehenden und geplanten Gebäude und die Lagedaten der Straßen digital sowie die Verkehrsdaten für den Prognosenullfall und den Planzustand durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. **Abb. 4.1** zeigt den Lageplan des Untersuchungsgebietes mit Angabe der Lage der geplanten Bebauung.

Das Plangebiet liegt im Zentrum des Siedlungsbereichs des Stadtteils Hamburg-Bergedorf und damit am östlichen Rand des Stadtgebietes von Hamburg. Es ist auf dem Eckgrundstück zwischen Bergedorfer Straße, Weidenbaumsweg und Stuhrohrstraße vorgesehen und beinhaltet die Ansiedlung eines Kinos mit Gastronomie sowie eines weiteren Gebäudes mit den Nutzungen Post, Postbank Ärztezentrum, Büro, nicht zentrenrelevanter Einzelhandel, Apotheke, Sanitätshandel und eventuell in geringem Umfang Wohnen vorgesehen. Weiterhin sind dort im Untergeschoss Stellplatzanlagen mit ca. 190 Stellplätzen vorgesehen.

Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die SchadstoffHintergrundbelastung.

4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber in Form eines Auszugs aus einem Verkehrsgutachten zur Verfügung gestellt. Das sind für das Plangebiet mit direkter Umgebung Angaben der Lage der Straßen und Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) und des LKW-Anteils für das Prognosejahr 2025. Diese Verkehrsbelegungsdaten werden hier als Prognose mit und ohne geplante Bebauung auf das Bezugsjahr 2010 angewendet. Die Verkehrsbelegungsdaten sind in **Abb. 4.2** für den Prognosenullfall und in **Abb. 4.3** für den Planzustand aufgezeigt. Für den ZOB werden die Fahrten zum und im Gebäude sowie durch den Parkdeckbetrieb berücksichtigt.

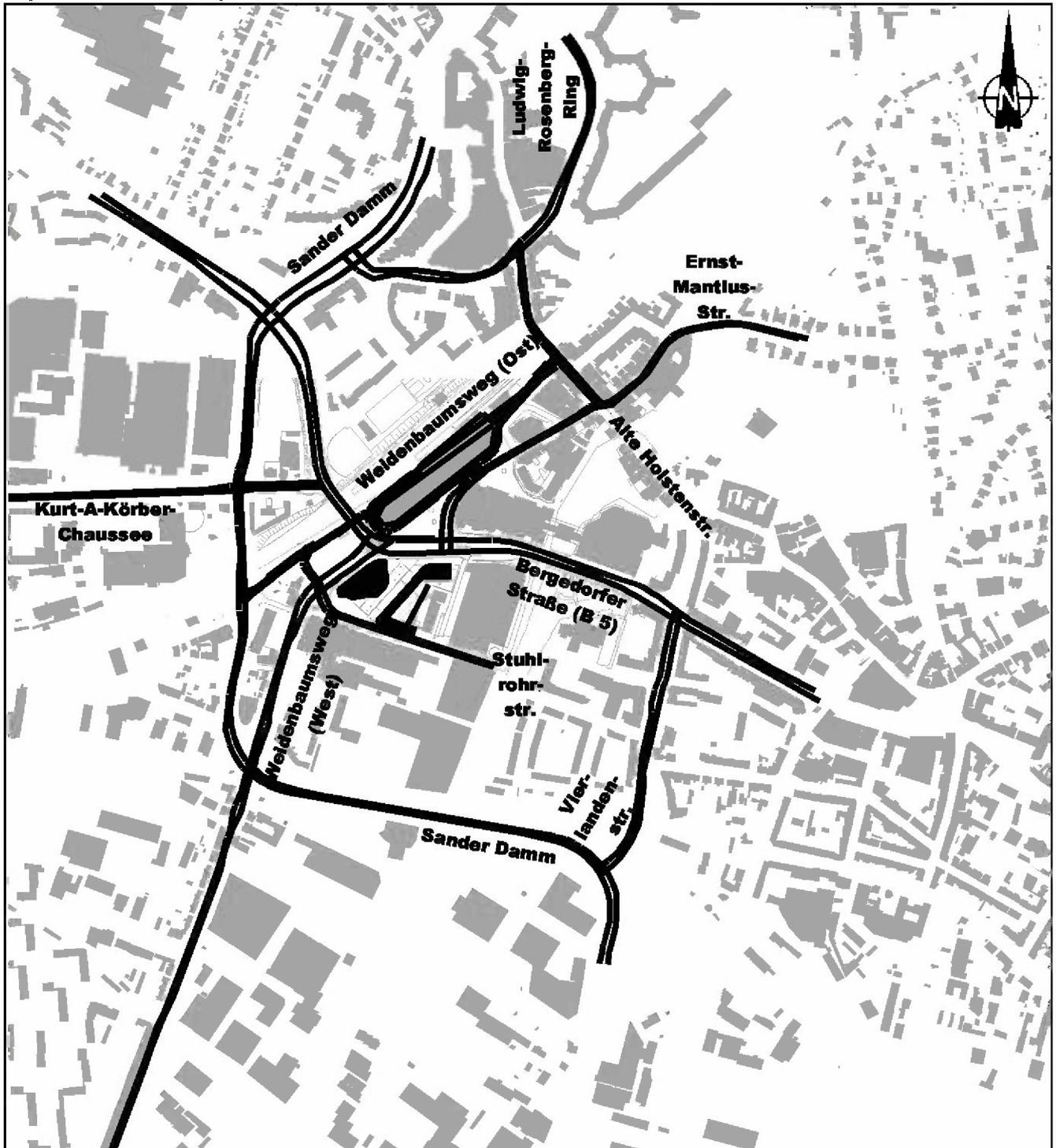


Abb. 4.1: Lageplan des Untersuchungsgebietes.
Straßen sind als schwarze Linien, bestehende Gebäude als graue und geplante Gebäude als schwarze Flächen dargestellt

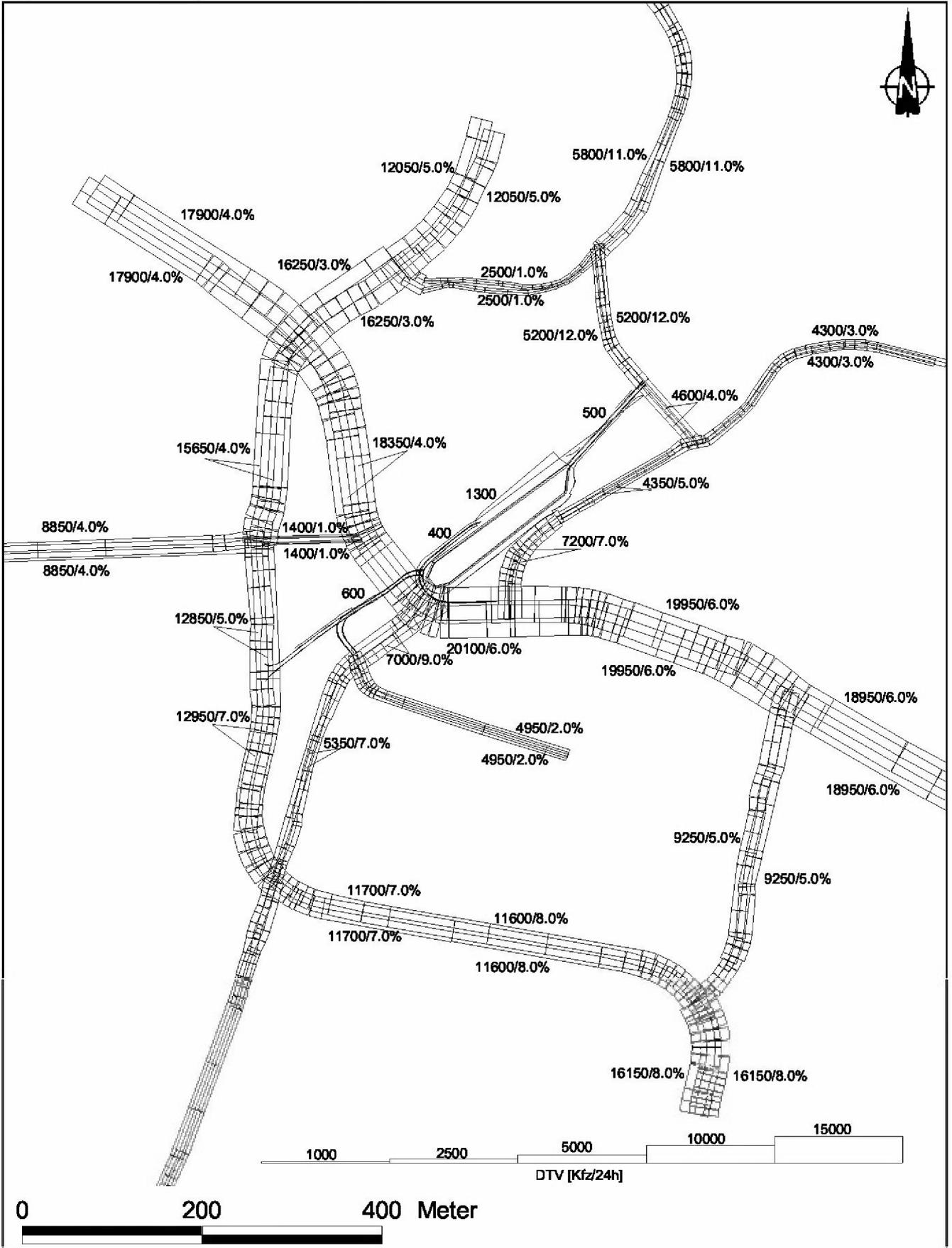


Abb. 4.2: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

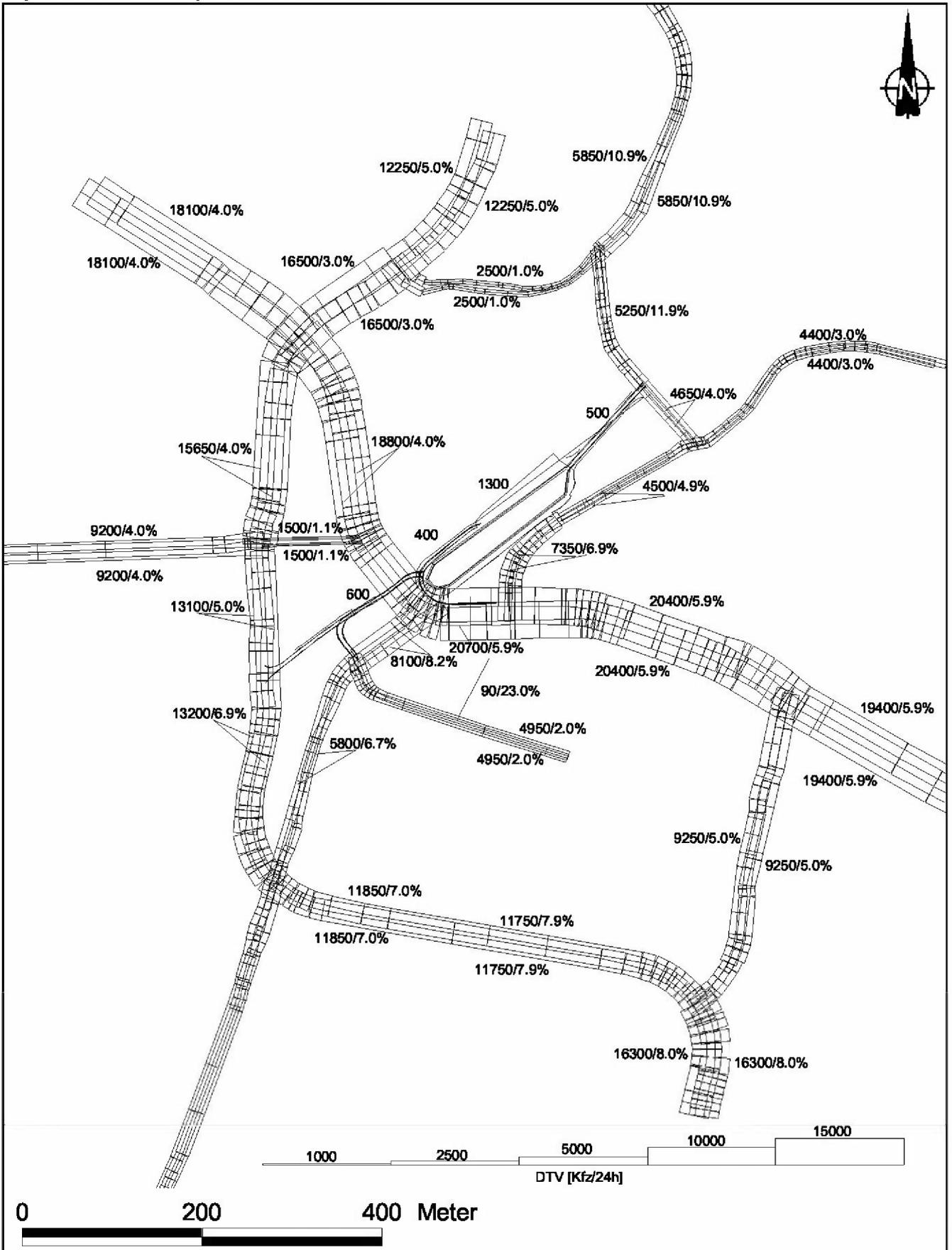


Abb. 4.3: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planzustand

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen. Diese sind als typische Verkehrstagesganglinien aus der Fachliteratur (BAST, 1997 bzw. Schmidt, 1996) entnommen.

Für das benachbarte Parkhaus im Fachmarktzentrum werden 6 100 Fahrten pro Tag angegeben. Für die geplante Tiefgarage werden ca. 1 510 Nutzungen pro Tag angegeben. Für die bestehenden und geplanten Parkhäuser wird angesetzt, dass die Be- und Entlüftung entsprechend natürlicher Belüftung über Öffnungen der Gebäudefassaden der jeweiligen Parketagen erfolgt.

4.2 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden so genannte Ausbreitungsklassenstatistiken benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Für Hamburg liegen Windmessdaten der Station Hamburg-Fuhlsbüttel vor. Die Station liegt nördlich des Stadtgebietes von Hamburg an einem Flughafengelände.

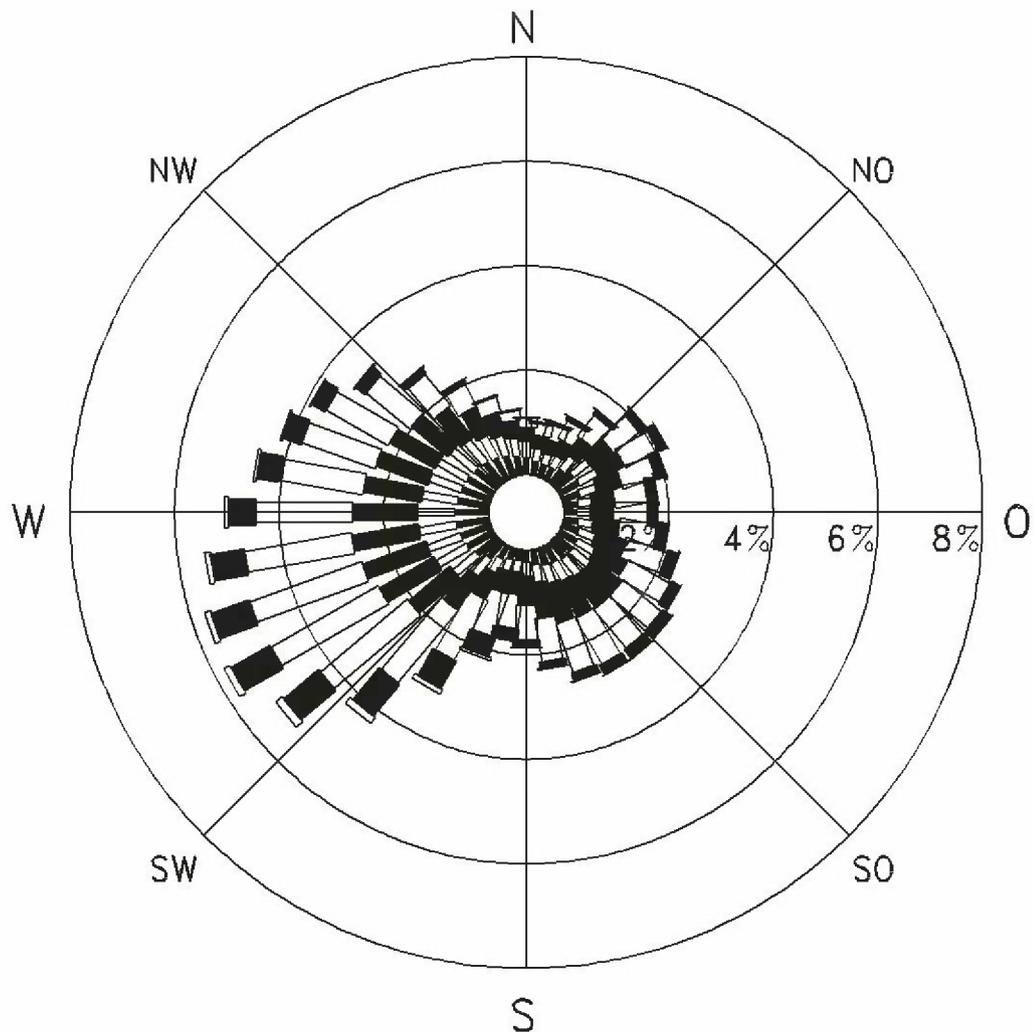
In **Abb. 4.4** ist die Stärkewindrose der Station Hamburg-Fuhlsbüttel aufgezeigt. Die Hauptwindrichtungen werden durch Winde aus südwestlicher bis westlicher Richtung geprägt und Winde aus östlichen Richtungen (nordöstlich bis südöstlich) bilden ein Nebenmaximum. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt ca. 3.9 m/s.

Für das Untersuchungsgebiet werden die an der Station Hamburg-Fuhlsbüttel erfassten Winddaten unter Berücksichtigung der Rauigkeiten in der Umgebung des Plangebietes herangezogen.

4.3 Schadstoffhintergrundbelastung

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus

Hamburg-Fuhlsbüttel



Station : Hambg
Höhe : 10 m
Messzeit : 1981– 1990
mitt. Wg : 3.9 m/s

- kleiner 1.4 m/s
- 1.4 bis 2.3 m/s
- ▨ 2.4 bis 3.8 m/s
- 3.9 bis 6.9 m/s
- ▨ 7.0 bis 10 m/s
- größer 10 m/s

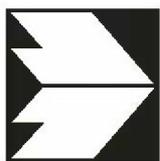


Abb. 4.4: Gemessene Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Messstation Hamburg-Fuhlsbüttel (DWD)

Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

In der Umgebung des Plangebietes liegen Messdaten des Hamburger Luftmessnetzes und des Messnetzes der Lufthygienischen Überwachung Schleswig Holstein vor. Die dem Plangebiet nächstgelegenen Messstationen des Hamburger und des Schleswig-Holsteiner Luftmessnetzes sind die Station HH-Bergedorf, ca. 1 km nördlich des Plangebietes, HH-Tatemberg, ca. 8 km westlich, Barsbüttel, ca. 9.5 km nördlich und HH-Billbrook, ca. 9.5 km nordwestlich sowie als Beispiel für eine Straßenmessstation die Station Stresemannstraße, ca. 19 km nordwestlich des Plangebietes. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (Hamburger Luftmessnetz 2004-2010, Staatliches Umweltamt Itzehoe, 2004-2010). **Tab. 4.1** zeigt die Messwerte an den Stationen für die Jahre 2003 bis 2010, für die PM10-Überschreitungstage (Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) für die Jahre 2005 bis 2009. In den Jahresberichten werden ab dem Jahr 2004 keine NO_2 -98-Perzentilwerte angegeben; aus den früheren Jahren ist für HH-Bergedorf ein 98-Perzentilwert von $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben.

Im Vergleich zu den Grenzwerten sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid von untergeordneter Bedeutung. Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden im vorliegenden Gutachten die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaubpartikel (PM10) betrachtet.

Aus den verfügbaren Messdaten im Untersuchungsgebiet bzw. den nächstgelegenen Stationen, insbesondere aus den Daten der Station HH-Bergedorf, werden die in **Tab. 4.2** aufgeführten Hintergrundbelastungswerte für die betrachteten Schadstoffe abgeleitet.

Schadstoffkomponente		Bergedorf	Billbrook	Tatenberg	Stresemannstr	Barsbüttel
NO ₂ - Jahresmittel [µg/m ³]	2003	25	30	21	63	24
	2004	23	29	19	56	23
	2005	23	29	19	59	21
	2006	23	32	20	67	-
	2007	-	31	18	65	-
	2008	-	30	18	65	-
	2009	-	28	16	63	-
PM10- Jahresmittel [µg/m ³]	2003	26	28	24	35	-
	2004	21	24	19	29	-
	2005	21	24	20	30	-
	2006	22	23	21	31	-
	2007	-	25	19	28	-
	2008	-	23	-	23	-
	2009	-	21	-	23	-
PM10 Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³)	2005	11	14	11	23	-
	2006	15	21	19	35	-
	2007	-	8	7	22	-
	2008	-	4	-	5	-
	2009	-	6	-	8	-

Tab. 4.1: Messwerte an den Stationen in der Umgebung des Plangebietes (Luftmessnetz Hamburg, Schleswig-Holstein). - = keine Angabe.

Schadstoff	Jahresmittelwert [µg/m ³]	98-Perzentilwert [µg/m ³]
NO ₂	23	70
PM10	21	--

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2010

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM10 erreicht, deshalb werden diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO₂, CO, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer, deshalb werden sie hier nicht betrachtet.

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten PKW und LKW unterschieden. Die Fahrzeugart PKW enthält dabei die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) und Motorräder, die Fahrzeugart LKW versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Emissionsfaktoren setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) berechnet. Sie hängen für die Fahrzeugarten PKW und LKW im Wesentlichen ab von

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),

- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z.B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2010) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt, der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW wird entsprechend HBEFA angesetzt, der Kaltstarteinfluss für LKW wird aus UBA (1995) entnommen. Die Verkehrssituationen im Untersuchungsgebiet werden entsprechend den Gegebenheiten auf den einzelnen Streckenabschnitten und den Auswahlmöglichkeiten des HBEFA festgelegt. Die im vorliegenden Fall angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch für die Planvariante in **Abb. 5.1** dargestellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

IOS-HVS50d: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

IOS-HVS50s: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr

IOS-HVS60d: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr

IOS-NS30d: Innerstädtische Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h

IOS-Sam50d: Innerstädtische Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

BusF: Busspur im Straßennetz, Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

Ergänzend werden auf dem Gelände des Busbahnhofs und Verkehrssituationen für Busse angesetzt.

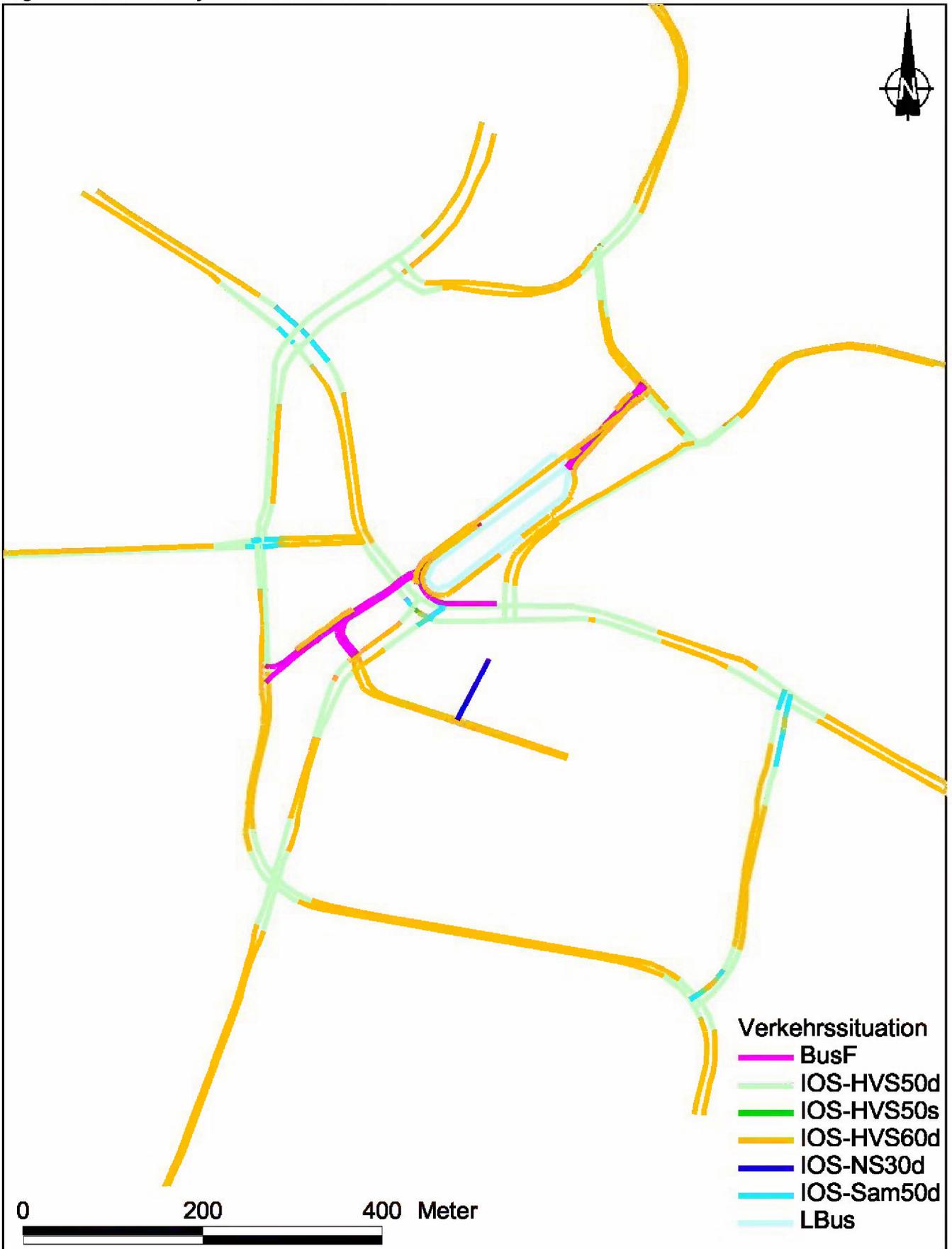


Abb. 5.1: Verkehrssituationen auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planzustand

5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen-, Kupplungs- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA nicht enthalten, sie sind auch derzeit nicht mit zufriedenstellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM₁₀-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Kupplung und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub entsprechend der in BAST (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2004) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Es werden zur Berechnung der Emissionen für die Summe aus Reifen-, Brems-, Kupplungs- und Straßenabrieb sowie Wiederaufwirbelung von eingetragendem Straßenstaub die in der Tab. 5.1 aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, soweit dieser Prozess in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen relevant wird. Für die kleineren Entfernungen sind die sekundären Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten, nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x und PM₁₀ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. In Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x und PM₁₀ dargestellt. Emissionen innerhalb von Gebäuden werden gesondert ermittelt und entsprechend den Lüftungskonzepten in den Ausbreitungsberechnungen berücksichtigt.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2010					
Verkehrssituation (Kürzel)	Geschwindigkeit	NO _x		Partikel PM10 (nur Abgas)		Partikel PM10 (nur Abrieb und Aufwirb.)	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
IOS-HVS50d	37.1	0.421	5.562	0.0166	0.1108	0.05	0.45
IOS-HVS50s	12.7	0.644	11.029	0.0258	0.2107	0.09	0.8
IOS-HVS60d	43.1	0.341	4.633	0.0142	0.0756	0.04	0.38
IOS-NS30d	27.1	0.417	7.376	0.0175	0.1391	0.05	0.45
IOS-Sam50d	35.9	0.424	5.653	0.0167	0.1113	0.06	0.6

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2010

Tab. 5.2 zeigt exemplarisch für die Bergedorfer Straße in Hamburg-Bergedorf östlich des Weidenbaumswegs die Verkehrskenndaten und berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten.

Variante	DTV [Kfz/24h]	LKW-Anteil [%]	Verkehrssituation	mittlere Emissionsdichte	
				NO _x [mg/(m*s)]	PM10 [mg/(m*s)]
Nullfall	40 200	6.0	IOS-HVS50d	0.351	0.0459
Planfall	41 400	5.9	IOS-HVS50d	0.359	0.0470

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die Bergedorfer Straße in Hamburg-Bergedorf östlich des Weidenbaumswegs für den Nullfall und den Planfall

5.3 Emissionen des ruhenden Verkehrs

Mit den Emissionsfaktoren für das Jahr 2010 werden für die Stellplatzanlagen die Emissionen pro Tag für Stellplätze in den Parkhäusern ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeuge pro Tag wird entsprechend den Angaben in Kap. 4.1 angesetzt. Die in den Parkbauten zurückgelegten mittleren Fahrwegelängen wurden anhand der Lagepläne abgeschätzt und mit entsprechenden Angaben in der Literatur (Richter et al., 1997) verglichen.

Innerhalb der Parkanlagen wird ein stockender Verkehrsfluss angenommen.

Tab. 5.3 zeigt eine Aufstellung der mit der Nutzung der Parkhäuser verbundenen mittleren täglichen Gesamtemissionen.

	NO_x [g/Tag]	Partikel [g/Tag]
Parkhaus im Fachmarktzentrum	1 178.2	87.5
Geplante Tiefgarage	29.4	2.2

Tab. 5.3: Mittlere Gesamtemissionen durch den Betrieb der bestehenden und geplanten Stellplatzanlagen in [g/Tag]

6 ERGEBNISSE DER WINDFELDBERECHNUNGEN

Mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM werden Strömungsrechnungen für alle Windrichtungen in 10 Grad-Schritten durchgeführt. Unter Verwendung der für Hamburg repräsentativen gemessenen Häufigkeiten der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen werden Jahreswerte der mittleren Windgeschwindigkeit für jede Box im Rechengitter berechnet. Die Ausgabe erfolgt für zwei ausgewählte Höhen über Grund. Dafür bieten sich die Höhen von ca. 1.5 m über Grund, repräsentativ für den Aufenthaltsbereich des Menschen im Freien, und ca. 10 m über Grund in Anlehnung an die in Deutschland üblichen Messhöhen verfügbarer und repräsentativer Windmessdaten an. Damit ist ein Vergleich der berechneten Windverhältnisse mit bestehenden Messdaten in Hamburg und Umgebung gegeben.

Abb. 6.1 zeigt die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit für die Höhenschicht 10 m über Grund im derzeitigen Zustand; die berechneten Angaben (in m/s) sind einer Farbskala zugeordnet. Die Farbskala wurde so gewählt, dass sowohl die maximal als auch die minimal berechneten mittleren Windgeschwindigkeiten einer Höhenschicht enthalten sind.

Die Farbgebung richtet sich nach den für das Stadtgebiet von Hamburg typischen Windgeschwindigkeiten. Mit der Farbe Rot wird die für den Stadtrandbereich von Hamburg anzusetzende mittlere Windgeschwindigkeit dargestellt. Niedrige Windgeschwindigkeiten werden durch Grün- und Blautöne symbolisiert. Die geringsten Windgeschwindigkeiten sind in der Farbskala mit weißer Farbe belegt. Die bestehende Bebauung ist in den Abbildungen in hellgrauer Farbe, die geplante Bebauung in schwarzer Farbe zu erkennen.

Die in **Abb. 6.1** dargestellten Ergebnisse in ca. 10 m über Grund zeigen die Beeinflussungen der Windgeschwindigkeiten durch die bestehenden Gebäude im derzeitigen Zustand. Über zusammenhängenden größeren, nicht bebauten Bereichen, wie den Gleisanlagen westlich des Plangebietes, werden mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten über 3 m/s berechnet. Innerhalb des beplanten Gebietes sind mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 2 m/s und 3 m/s berechnet; gegenüber den Windgeschwindigkeiten am Stadtrand sind dort etwas verringerte Durchlüftungsverhältnisse gegeben.

In **Abb. 6.2** sind die berechneten mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten in ca. 10 m über Grund für den Planzustand mit den geplanten Gebäuden im Bebauungsplangebiet aufgezeigt. Innerhalb des Bebauungsplangebietes sind durch die zusätzlichen Strömungshindernisse geringere mittlere Windgeschwindigkeiten berechnet; das betrifft auch die direkt anschließenden Straßenraumbereiche der Bergedorfer Straße und der Stuhrohrstraße.

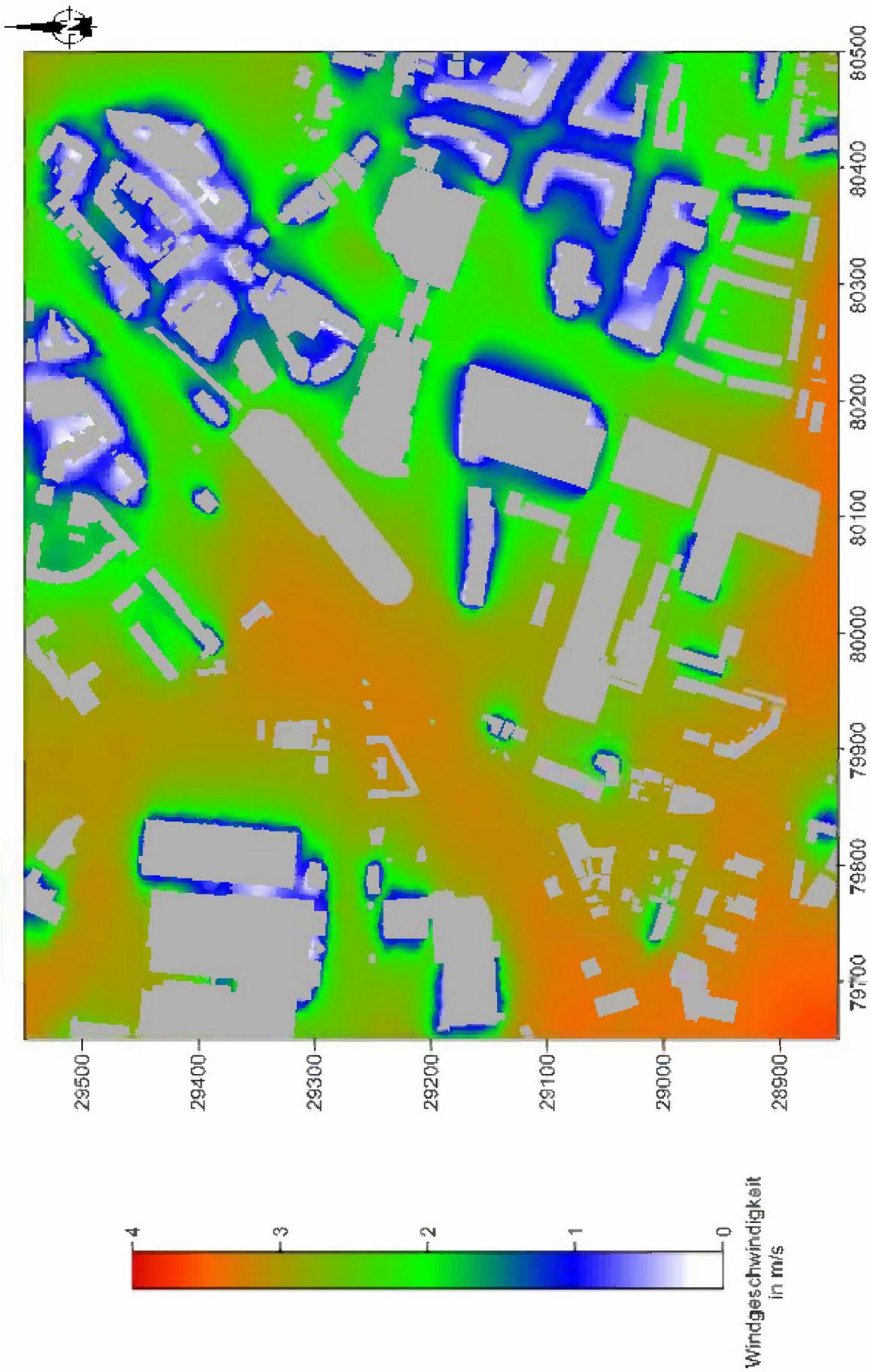


Abb. 6.1: Mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten [m/s] in ca. 10 m über Grund für den derzeitigen Zustand. Bestehende Gebäude sind hellgrau eingezeichnet



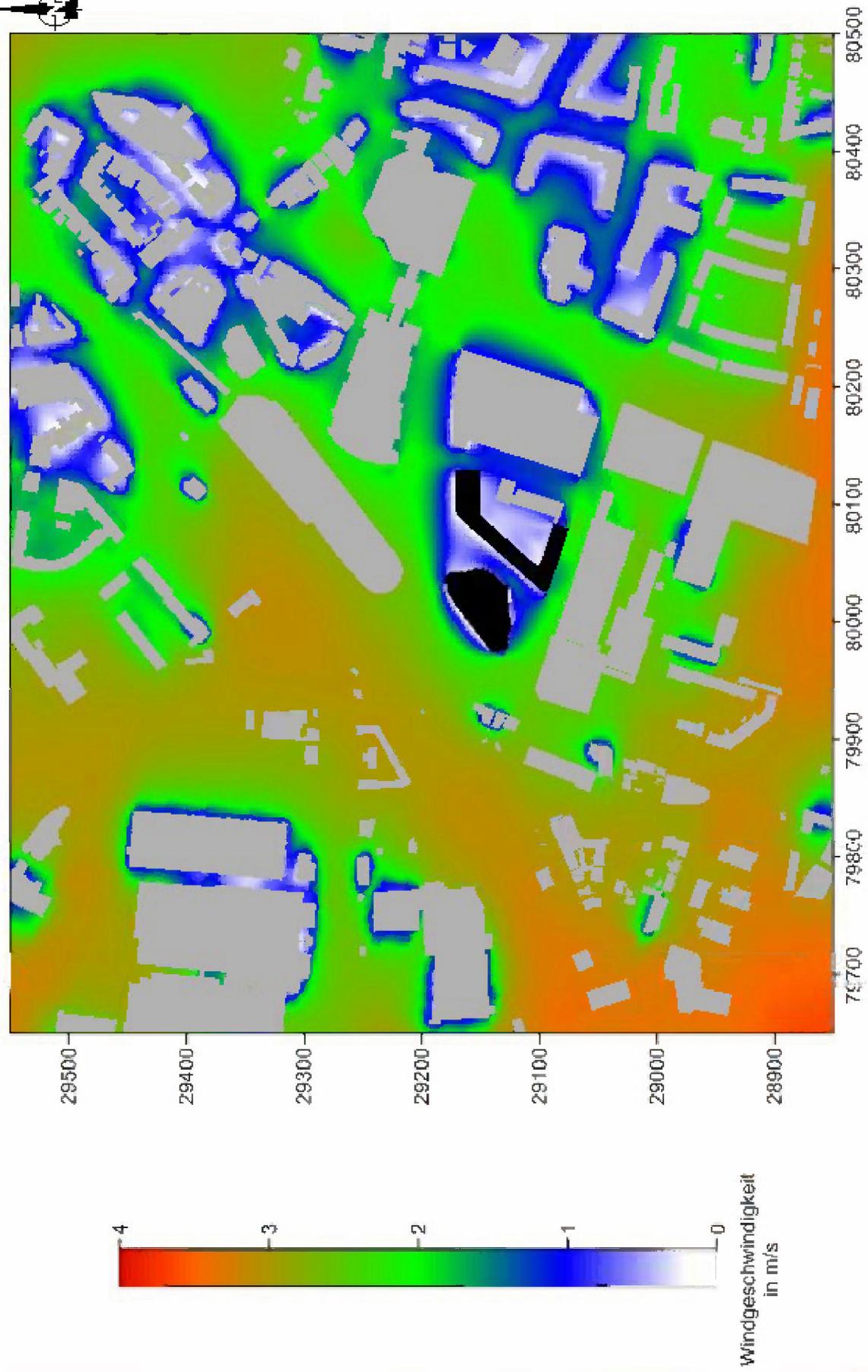


Abb. 6.2: Mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten [m/s] in ca. 10 m über Grund für den Planfall. Bestehende Gebäude sind hellgrau, geplante Bebauung ist schwarz eingezeichnet



Entlang der Bahnlinie, die weiterhin von zusätzlicher Bebauung freigehalten wird, zeichnen sich mit dem derzeitigen Zustand vergleichbare mittlere Windgeschwindigkeiten ab. Im Bebauungsplangebiet und an der direkt benachbarten Bebauung sind mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten berechnet, die mit denen der umliegenden bebauten Bereiche vergleichbar sind.

In **Abb. 6.3** sind die relativen Änderungen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten im Planzustand gegenüber dem derzeitigen Zustand für den Höhenbereich von ca. 10 m über Grund aufgetragen. Dafür wird die Differenz der Windgeschwindigkeiten zwischen dem Planzustand und dem Bestand bezogen auf den Istzustand berechnet und als prozentuale Änderung angegeben. Die Farbskala reicht von blauen über weiße bis zu roten Farbtönen. Bereiche mit Windgeschwindigkeitsreduktionen gegenüber dem Istzustand werden entsprechend der prozentualen Abweichung unterschiedlich intensiv blau dargestellt. Gleichbleibende Windgeschwindigkeiten sind mit weißer Farbe gekennzeichnet und Bereiche mit Windgeschwindigkeitserhöhungen werden in unterschiedlichen Rottönen angegeben. Bei der Interpretation dieser Abbildung ist zu berücksichtigen, dass schon im derzeitigen Zustand keine einheitlichen bodennahen Windgeschwindigkeiten vorherrschen. In Gebieten mit geringen Windgeschwindigkeiten wirken sich deshalb schon geringe Änderungen deutlich auf das prozentuale Verhältnis aus und erhalten folglich eine intensivere Einfärbung. Bei hohen Ausgangs-Windgeschwindigkeiten muss dagegen die absolute Windgeschwindigkeitsänderung im Planzustand wesentlich höher ausfallen, um mit der gleichen Farbintensität dargestellt zu werden. Dies bedeutet, dass bei der Interpretation der Differenzdarstellungen auch immer die strömungsdynamische Ausgangssituation zu berücksichtigen ist.

Danach sind verbunden mit der Planung innerhalb des Bebauungsplangebietes deutliche Auswirkungen auf die mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten in dieser Höhe zu erwarten. Das betrifft insbesondere Verringerungen der mittleren Windgeschwindigkeiten, die in den gebildeten Hofbereichen bzw. bei geringen Gebäudeabständen am deutlichsten ausfallen. Bis in einen Abstand von ca. 150 m von den geplanten Gebäude sind Verringerungen der mittleren Windgeschwindigkeit in dieser Höhe berechnet. Am Rand des Bebauungsplangebietes bzw. an Engstellen zwischen den geplanten Gebäuden zeichnen sich vereinzelt Bereiche mit höheren mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten ab; dort sind durch die zusätzlichen Gebäude Umlenkungen der Windanströmungen zu erwarten, die bei einzelnen Windrichtungen zu erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten führen.

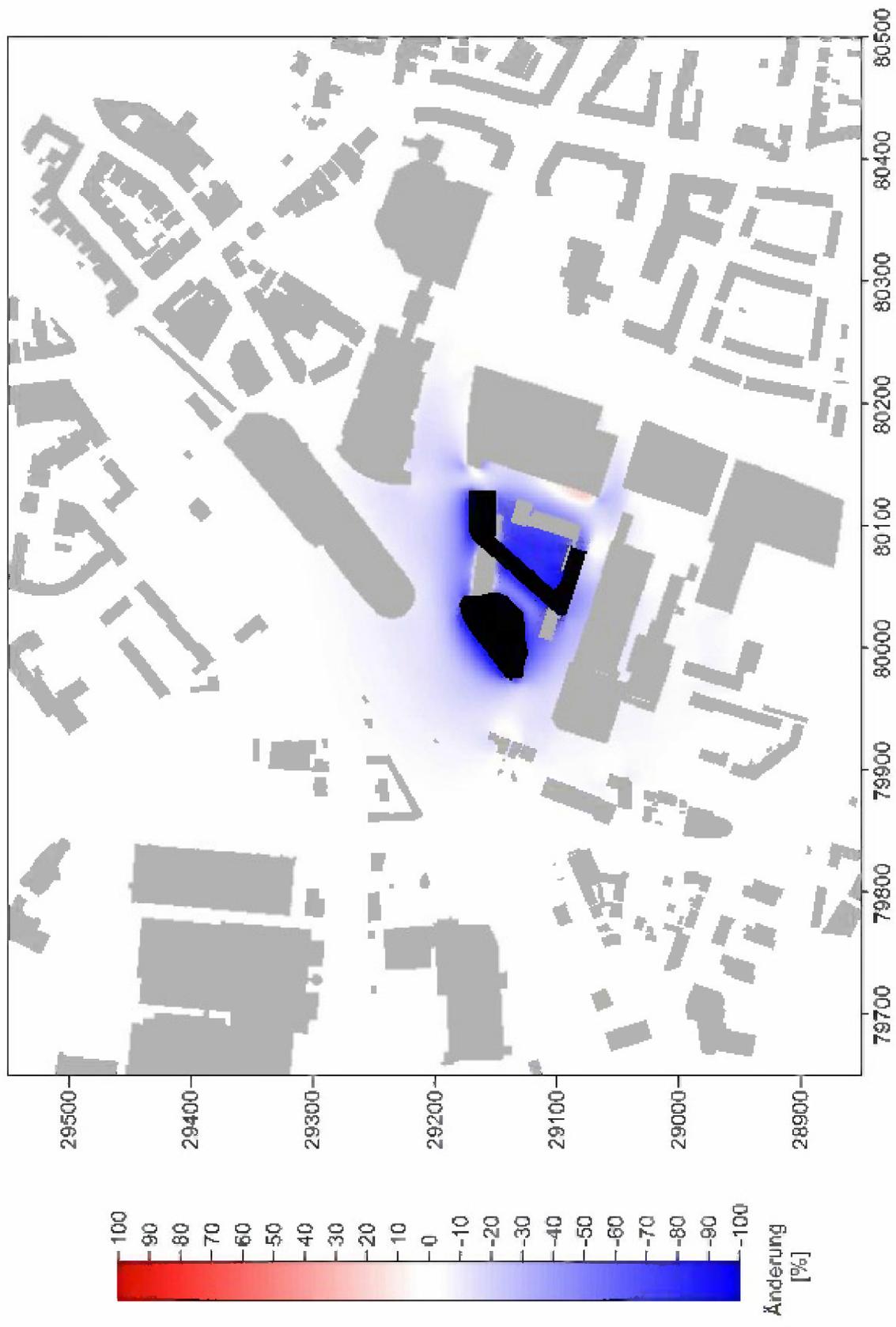


Abb. 6.3: Änderung der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit bei dem Planfall gegenüber dem Istzustand in ca. 10 m über Grund. Bestehende Gebäude sind hellgrau, geplante Bebauung ist schwarz eingezeichnet



Die oben aufgeführten Auswertungen wurden auch entsprechend dem Aufenthaltsbereich der Menschen im Freien in Bodennähe, d.h. für die Höhe von ca. 1.5 m über Grund, durchgeführt. Bei der Legende ist zu beachten, dass für das bodennahe Niveau eine andere Zuordnung zwischen Farbe und Windgeschwindigkeit gegenüber den Darstellungen in 10 m über Grund gewählt wurde. Dabei ist anhand der **Abb. 6.4** für den derzeitigen Zustand zu erkennen, dass das Geschwindigkeitsniveau gegenüber 10 m über Grund deutlich niedriger ist. Insbesondere in bebauten Bereichen sind in Gebäudenähe geringe mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten mit teilweise unter 0.5 m/s berechnet. Im dargestellten Ausschnitt werden über größeren unbebauten Flächen, wie den Gleisanlagen, der Bergedorfer Straße und dem Sandner Damm mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten bis 2 m/s, innerhalb des Bebauungsplangebietes überwiegend bis 1.5 m/s, mit zunehmender Nähe zur bestehenden Bebauung auch unter 1 m/s ermittelt. An Engstellen zwischen Gebäuden und an Gebäudeecken sind durch die Gebäudeumströmungen teilweise gegenüber der Umgebung erhöhte mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten bis 2 m/s berechnet.

Im Planzustand mit der geplanten Bebauung sind im Bebauungsplangebiet überwiegend geringere mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten berechnet (**Abb. 6.5**). Das betrifft insbesondere den zentralen Bereich des Bebauungsplangebietes zwischen den geplanten Baukörpern. An der Durchfahrt von der Stuhrohrstraße in das Plangebiet sind etwas höhere mittlere Windgeschwindigkeiten berechnet, die auch auf den Straßenraum der Stuhrohrstraße wirken.

In **Abb. 6.6** sind die relativen Änderungen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten im Planzustand gegenüber dem derzeitigen Zustand in Bodennähe aufgetragen. Die Bereiche mit Geschwindigkeitsreduktionen erstrecken sich bis in einen Abstand von ca. 150 m von der geplanten Bebauung in die angrenzenden Freiräume, d.h. in die Straßenräume angrenzender und querender Straßen sowie in die Gleisanlagen. In dem Straßenraum der Bergedorfer Straße sind leichte Verringerungen der bodennahen Windgeschwindigkeiten, im Straßenraum der Stuhrohrstraße erhöhte Windgeschwindigkeiten zu erwarten. Die Verringerungen der mittleren jährlichen Geschwindigkeiten innerhalb des Bebauungsplangebietes und dessen Randbereich führen dazu, dass dort für den bebauten Bereich der Umgebung übliche Durchlüftungsverhältnisse zu erwarten sind, die gegenüber den bisherigen Nutzungen verringert sind.

Ergänzend zu den Betrachtungen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten wird im Folgenden der Windkomfort betrachtet.

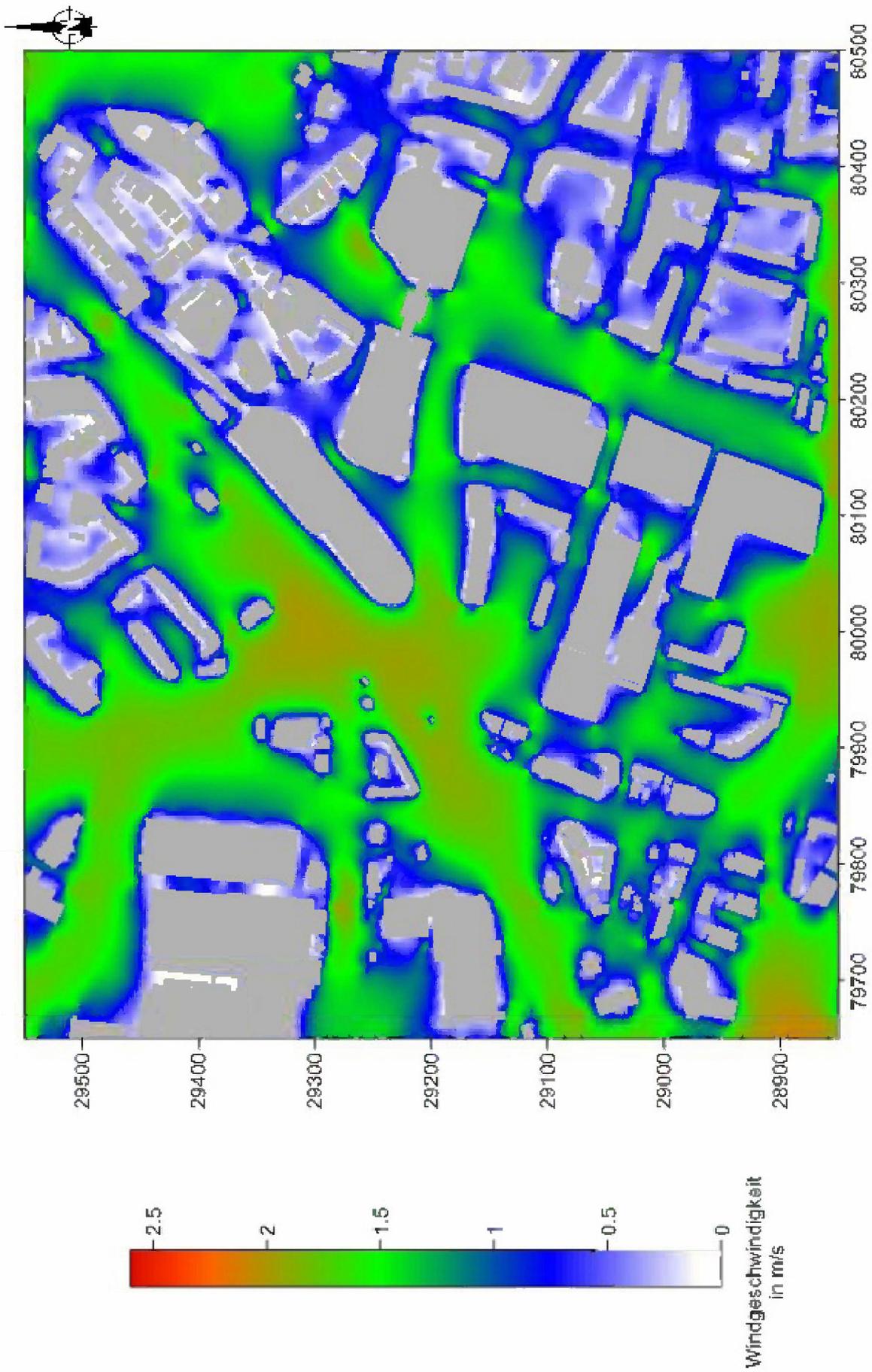


Abb. 6.4: Mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten [m/s] in Bodennähe für den derzeitigen Zustand. Bestehende Gebäude sind hellgrau eingezeichnet



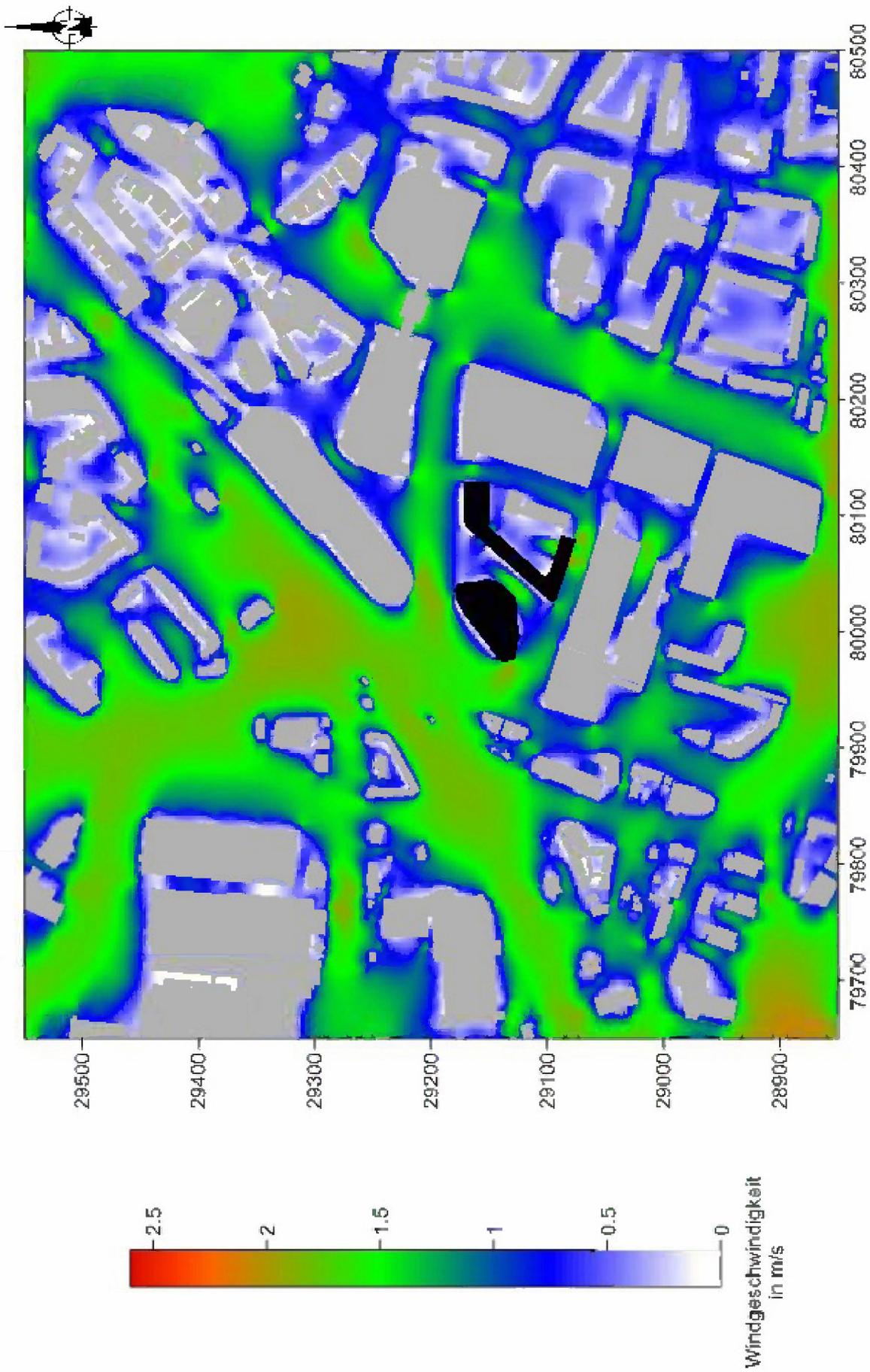


Abb. 6.5: Mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten [m/s] in Bodennähe für den Planfall. Bestehende Gebäude sind hellgrau, geplante Bebauung ist schwarz eingezeichnet



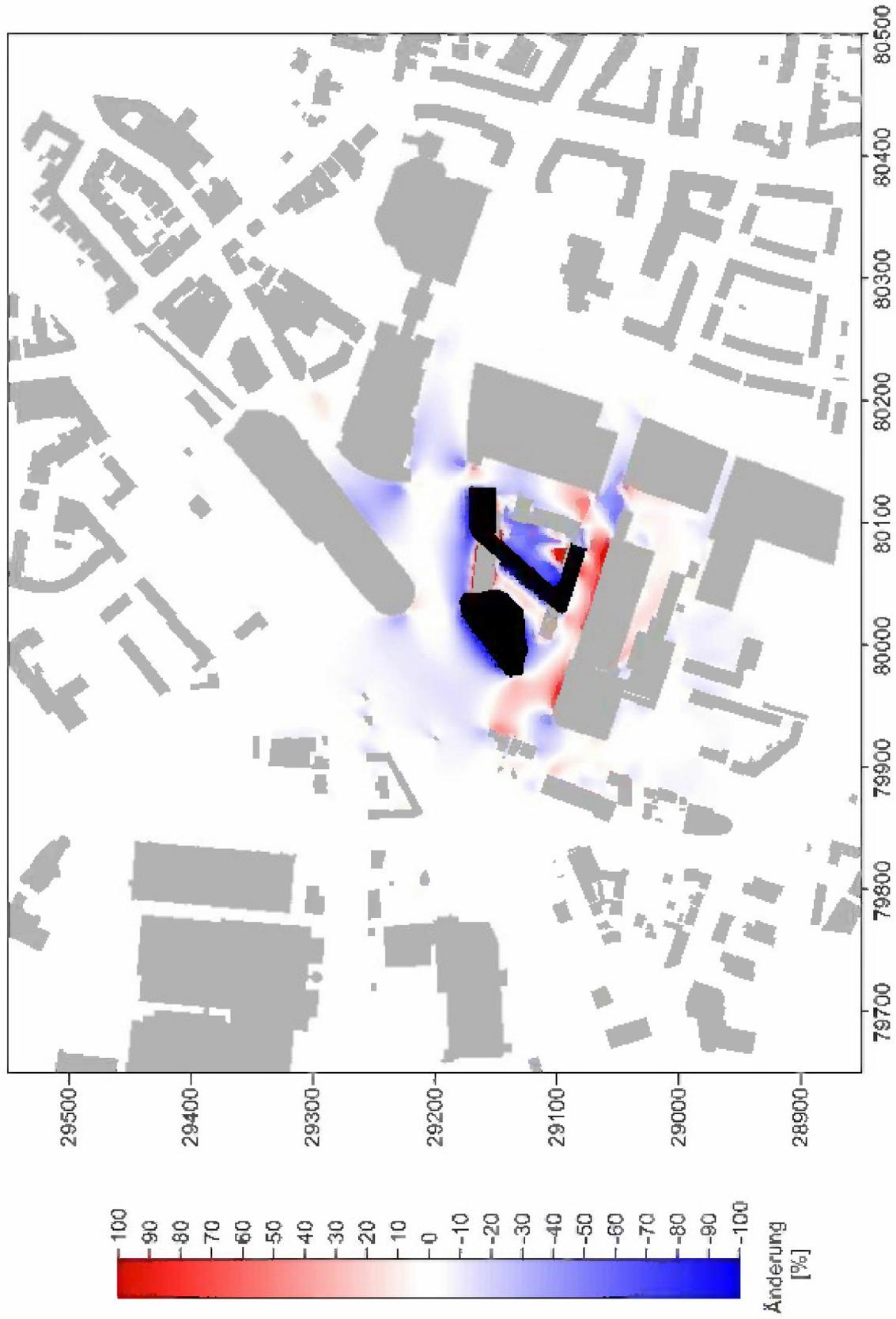


Abb. 6.6: Änderung der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit bei dem Planfall gegenüber dem Istzustand in Bodennähe. Bestehende Gebäude sind hellgrau, geplante Bebauung ist schwarz eingezeichnet



Zur Veranschaulichung der Wirkung von verschiedenen Windgeschwindigkeiten, ist in der Tab. 6.1 der Zusammenhang zwischen der Windgeschwindigkeit und der Windwirkung anhand einiger Beispiele aufgezeigt. Wie man aus der Tab. 6.1 entnimmt, sind zum Teil schon beeinträchtigende Windwirkungen ab einer Geschwindigkeit von ca. 6 m/s vorhanden.

Die in der Literatur angegebenen Windkomfortkriterien unterscheiden sich dahingehend, dass sie sich entweder auf den Stundenmittelwert der Windgeschwindigkeit \bar{u} oder auf die Böenwindgeschwindigkeit \hat{u} beziehen. Es sind Komfortkriterien beschrieben, die bei Überschreitung bestimmter Windgeschwindigkeiten Einschränkungen für bestimmte Nutzungen angeben.

Windgeschwindigkeit [m/s]	Windstärke	Effekt
bis ca. 1.5	1	Ruhe, keine merkliche Luftströmung
ca. 1.6 - ca. 3.3	2	im Gesicht fühlbare Luftströmung
ca. 3.4 - ca. 5.4	3	Wind bewegt leichte Fahnen und lange Haare
ca. 5.5 - ca. 7.9	4	Papier fliegt auf, Frisur wird zerstört
ca. 8.0 - ca. 10.7	5	Windkraft am Körper fühlbar
ca. 10.8 - ca. 13.8	6	Regenschirme nur mit Mühe zu benutzen
ca. 13.9 - ca. 17.1	7	Schwierigkeiten beim Gehen
ca. 17.1 - ca. 20.7	8	große Schwierigkeiten, das Gleichgewicht zu halten
ca. 20.8 - ca. 24.4	9	Menschen werden vom Wind weggeblasen

Tab. 6.1: Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Wirkung des Windes nach Stierner (1977)

Tab. 6.2 zeigt die der vorliegenden Studie zugrunde gelegten Windkomfort-Kriterien im zusammenfassenden Überblick. Als Bezugsgeschwindigkeit wurde die im Folgenden definierte Böengeschwindigkeit herangezogen. Teilweise existieren mehrere Kriterien zur Beurteilung des Windkomforts. In diesen Fällen genügt bereits das Nichterfüllen einer Bedingung, um die Beurteilungsfläche der nächst höheren, also kritischeren Nutzungskategorie zuzuordnen.

Bei der Beurteilung der Windsituation sind windrichtungsbezogen die Häufigkeit von Starkwinden und die ermittelten Verstärkungsfaktoren zu verknüpfen. Für die Beurteilung des Windkomforts werden für das Betrachtungsgebiet basierend auf den Windfeldberechnungen

Böenwindgeschwindigkeit	Überschreitungshäufigkeit	Einschränkungen der Nutzungsmöglichkeit	Nutzungskategorie
6 m/s	max. 1 %	keine Einschränkung, Windkomfort gut	1
6 m/s 8 m/s	max. 5 % max. 1 %	zulässig in Warte- und Sitzbereichen (z.B. Spielplätze, Straßencafés...)	2
6 m/s 10 m/s 15 m/s	max. 20 % max. 1 % max. 0.05 %	zulässig auf Flächen für kurzzeitigen Aufenthalt	3
13 m/s	max. 1 %	zulässig für problemloses Laufen (z.B. an Gebäudeecken)	4
18 m/s 20 m/s	max. 1 % max. 0.05 %	problematisches Laufen, Windschutz empfehlenswert	5
18 m/s	> 1 %	Gefahr für Fußgänger, Windschutz erforderlich	6

Tab. 6.2: Kriterien zur Beurteilung der Windverhältnisse

und den berechneten Turbulenzfeldern die jährlichen Überschreitungshäufigkeiten vorgegebener Grenzgeschwindigkeiten ermittelt.

In Anlehnung an die Vorgehensweise bei Messergebnissen von Windkanalexperimenten wird die so genannte Böengeschwindigkeit ermittelt, die sich zusammensetzt aus

$$\hat{u} = \bar{u} + 3 \cdot \sigma_u$$

mit

$$\hat{u} = \text{Böenwindgeschwindigkeit}$$

$$\bar{u} = \text{mittlere Windgeschwindigkeit}$$

$$\sigma_u = \text{Standardabweichung der Windgeschwindigkeit.}$$

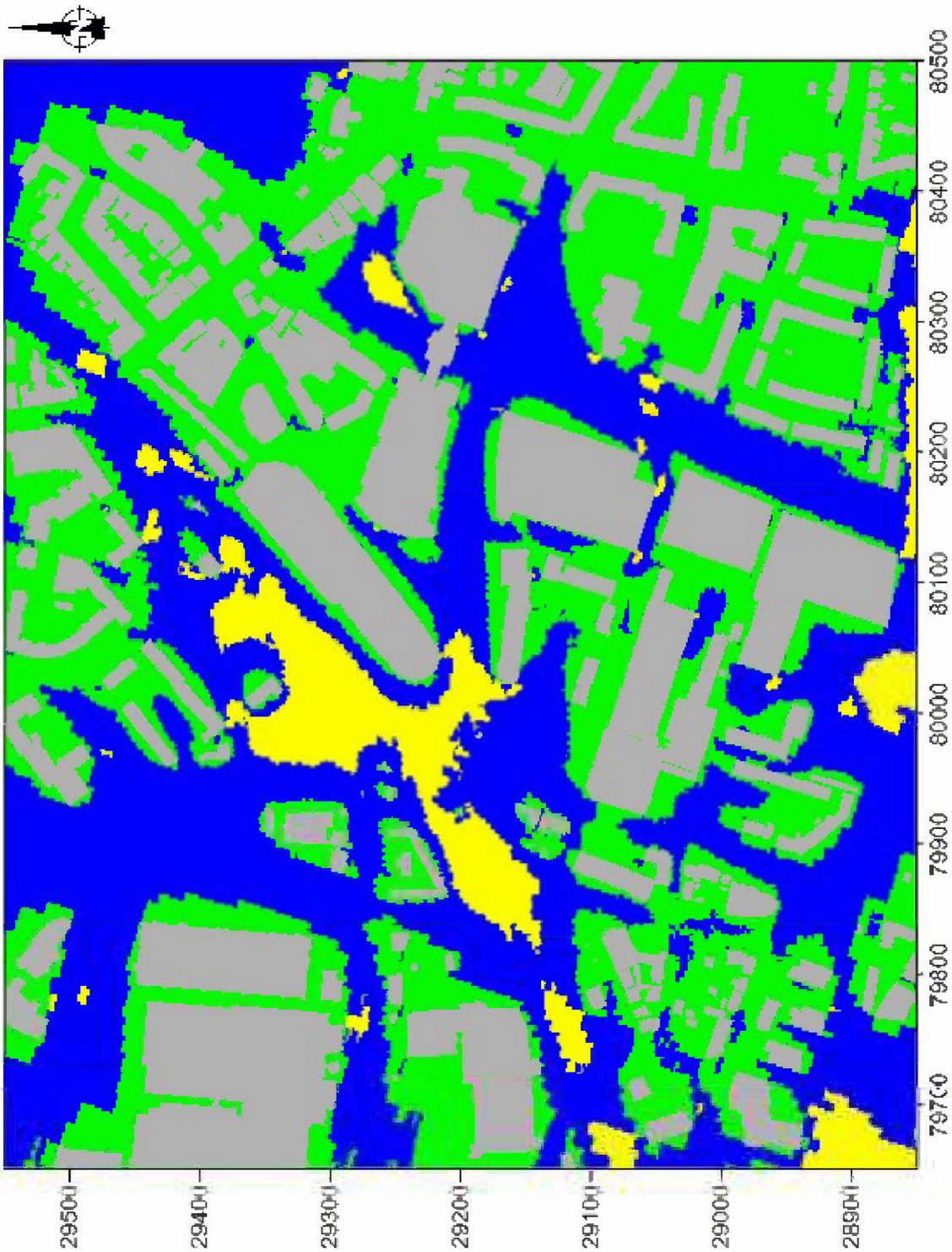
Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt mit den mit MISKAM berechneten Windfeldern vor; die Standardabweichung der Windgeschwindigkeit wird aus den mit MISKAM berechneten Turbulenzfeldern parametrisiert unter Berücksichtigung von Vergleichen für Situationen, in denen sowohl Messungen aus dem Windkanal als auch Rechnungen mit MISKAM vorliegen. Unter Berücksichtigung der örtlichen Windstatistik werden so die jährlichen Überschreitungshäufigkeiten bestimmter Schwellenwerte der Windgeschwindigkeit bestimmt. Für Aussagen im Rahmen der Bebauungsplanung sind diese orientierenden Berechnungen ausreichend, wobei der Schwerpunkt auf dem Vergleich der Verhältnisse im derzeitigen Zustand zum

Planfall liegen. Die Ergebnisse dieser Betrachtung mit den entsprechenden Einschränkungen der Nutzungsmöglichkeiten sind in **Abb. 6.7** und **Abb. 6.8** für den derzeitigen Zustand und den Planzustand grafisch dargestellt.

Für den derzeitigen Zustand (**Abb. 6.7**) werden im Bebauungsplangebiet über den Gleisanlagen, in der Bergedorfer Straße und an einigen Gebäudeecken bodennah Windgeschwindigkeiten berechnet, die aufgrund der angesetzten Windstatistik teilweise nicht ohne Windprobleme ausgewiesen sind. Dort sind erhöhte Böigkeiten abgeleitet, die Einschränkungen im Hinblick auf die Windkomfort-Kriterien aufweisen, sodass dort Bereiche mit Ausweisungen „kurzzeitiger Aufenthalt möglich“ dargestellt sind. Im überwiegenden Bereich des dargestellten Ausschnittes von Bergedorf sind jedoch aufgrund der bestehenden Bebauung keine Windprobleme ausgewiesen.

In **Abb. 6.8** sind die aus den Windfeldberechnungen abgeleiteten Beurteilungen hinsichtlich der Windkomfort-Kriterien für den Planzustand dargestellt. An der geplanten Bebauung sind im Kreuzungsbereich Weidenbaumsweg/Stuhrohrstraße erhöhte Böigkeiten abgeleitet, die dort an der westlichen Seite des Gebäudes deutliche Einschränkungen im Hinblick auf die Windkomfort-Kriterien aufweisen, sodass dort Bereiche mit Ausweisungen „problemloses Laufen möglich“ dargestellt sind. Dort ist die Anlage eines zentralen fußläufigen Zugangsbereiches nicht anzuraten. Das trifft auch auf die südliche Gebäudeseite des geplanten Gebäudes mit Durchgang an der Stuhrohrstraße zu. Weiterhin zeigt sich zwischen den geplanten Gebäuden eine leicht erhöhte Zugigkeit, die dort an der engsten Stelle kurzzeitige Aufenthalte, sonst überwiegend noch Warte- und Sitzbereiche erlauben kann. Mit zunehmender Nähe zur Bergedorfer Straße sind in diesem Bereich geringere Zugigkeiten zu erwarten. Sollten in genannten Bereichen mit erhöhter Böigkeit Freiraumnutzungen vorgesehen sein wie Zugangswege, Sitzbereiche etc. können die erhöhten Windströmungsverhältnisse durch Hecken, Mauern oder teildurchlässige Schutzwände modifiziert werden.

Insgesamt ist im Bebauungsplangebiet und an der angrenzenden Bergedorfer Straße die bodennahe Durchlüftung gegenüber dem derzeitigen Zustand etwas verringert, wobei weiterhin für diesen Stadtbereich übliche Durchlüftungsverhältnisse zu erwarten sind. Bei Windanströmungen mit hohen Windgeschwindigkeiten bewirken die geplanten Gebäude, dass in den angrenzenden Straßenräumen teilweise bodennah erhöhte Böigkeiten auftreten. Eine erhöhte Gefährdung ist dort entsprechend der Kombination aus den langjährigen Windmessdaten und den Gebäudeumströmungen nicht zu folgern; gewisse Nutzungseinschränkungen aufgrund der erhöhten Böigkeit sind jedoch für Freiraumnutzungen zu erwarten.



-  Gefahr
-  problematisches Laufen
-  problemloses Laufen möglich
-  kurzzeitiger Aufenthalt möglich
-  Warte-, Sitzbereiche
-  keine Windprobleme

Abb. 6.7: Darstellung der Bereiche mit Nutzungseinschränkungen hinsichtlich der Windkomfort-Kriterien für den derzeitigen Zustand.
Bestehende Gebäude sind hellgrau eingezeichnet



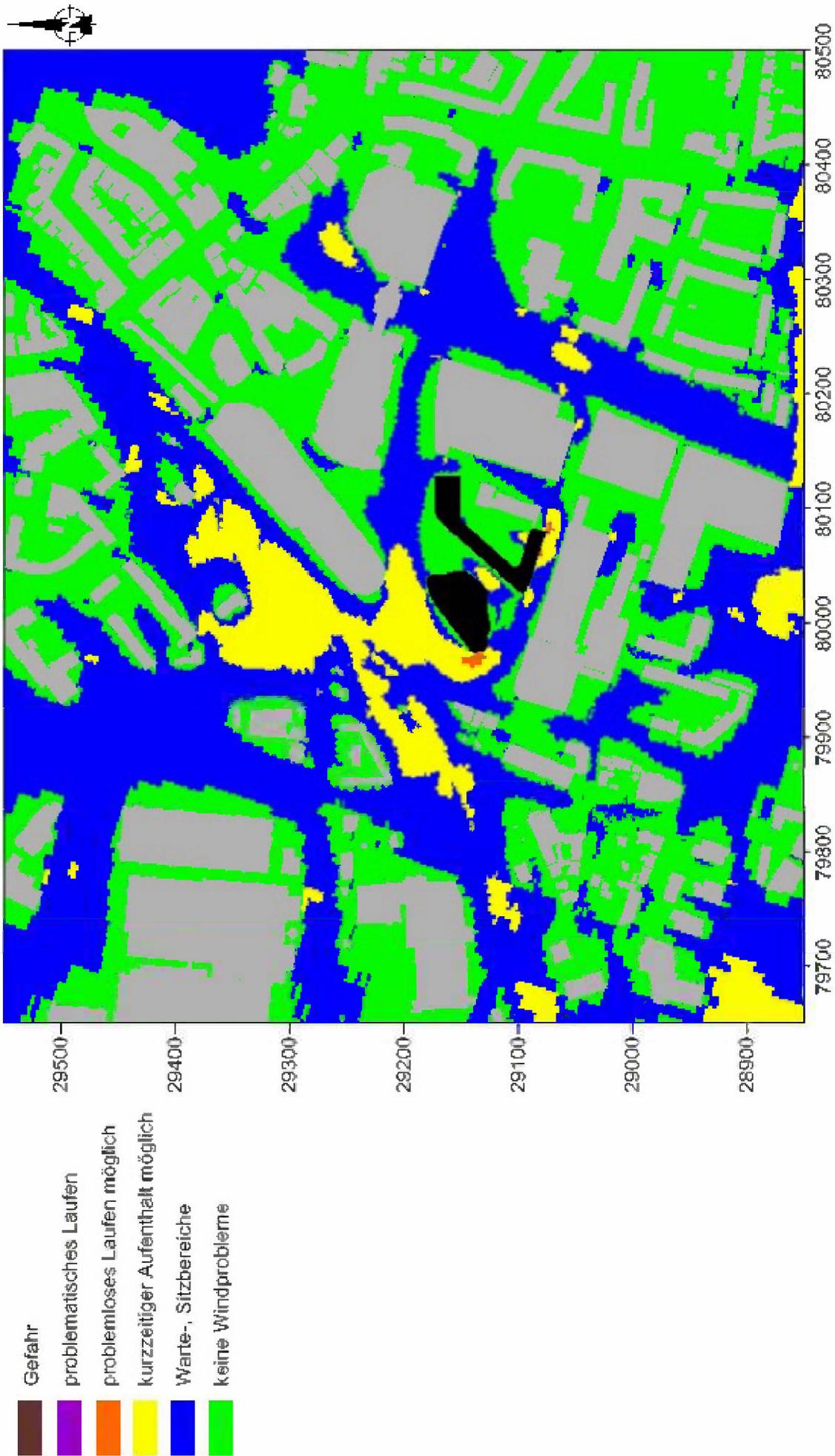


Abb. 6.8: Darstellung der Bereiche mit Nutzungseinschränkungen hinsichtlich der Windkomfort-Kriterien für den Planfall. Bestehende Gebäude sind hellgrau, geplante Bebauung ist schwarz eingezeichnet



7 ERGEBNISSE DER IMMISSIONSBERECHNUNGEN

Mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM werden Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen für alle Windrichtungen in 10 Grad-Schritten durchgeführt. Unter Verwendung der für Hamburg repräsentativen gemessenen Häufigkeiten der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen werden Jahreswerte der verkehrsbedingten Zusatzimmissionen für jede Box im Rechengitter berechnet. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen, bestehend aus der Überlagerung der Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes, werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Beurteilungsrelevanten Kenngrößen sind einheitliche Farben zugeordnet. Damit werden folgende Beurteilungswerte gekennzeichnet: für NO_2 -Jahresmittelwerte mit gelber Farbe, für PM_{10} -Jahres mit roter Farbe und der Schwellenwert zur Ableitung der PM_{10} -Kurzzeitbelastung mit dunkelblauer Farbe.

In den Grafiken wird der innere Bereich des Rechengebietes dargestellt, der das Gebiet des Bebauungsplans beinhaltet. Entsprechend der Aufgabenstellung sind die Auswirkungen der Planungen auf die Immissionen aufzuzeigen; dementsprechend wurden die Bereiche mit geplanten baulichen Änderungen fein aufgelöst und zu den Randbereichen gröber aufgelöst. Die Randbereiche dienen zur Ansteuerung der Berechnungen bezüglich der bodennahen Windanströmungen und Emissionen in angrenzenden Gebieten und sind gröber aufgelöst. In den Berechnungen und Ergebnisdarstellungen sind die Randbereiche weniger detailliert berücksichtigt. Die **Abb. 7.1** bis **Abb. 7.4** zeigen die ermittelten Immissionskenngrößen für den Prognosenullfall und den Planfall. Es wird jeweils die Gesamtbelastung von NO_2 und Feinstaub (PM_{10}) dargestellt und diskutiert.

7.1 Stickstoffdioxidimmissionen

Die **Abb. 7.1** und **Abb. 7.2** zeigen die berechneten NO_2 -Immissionen. Im Prognosenullfall werden die NO_2 -Gesamtbelastungen (Jahresmittelwerte) insbesondere durch den Verkehr auf den Hauptverkehrsstraßen geprägt. Unter Berücksichtigung der aus den Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung werden an der bestehenden Bebauung der Bergedorfer

Straße und am ZOB NO₂-Immissionen bis 48 µg/m³ berechnet (**Abb. 7.1**). Im Kreuzungsbe-
reich Weidenbaumsweg/Bergedorfer Straße werden NO₂-Belastungen bis 45 µg/m³ berech-
net. An der Bebauung, die nicht direkt am Straßenrand gelegen ist, werden überwiegend
NO₂-Belastungen unter 40 µg/m³ prognostiziert. Der ab dem Jahr 2010 geltende Grenzwert
von 40 µg/m³ wird an der bestehenden Randbebauung der Bergedorfer Straße und am ZOB
in Teilbereichen überschritten, an der überwiegenden Bebauung im Plangebiet jedoch
eingehalten. Die NO₂-Konzentrationen (Jahresmittelwerte) sind im Plangebiet an der
bestehenden Bebauung in Bezug auf den Grenzwert von 40 µg/m³ als leicht erhöht bis hoch,
in Teilbereichen der Bergedorfer Straße und am ZOB mit nahe gelegener Randbebauung als
deutliche Überschreitungen (**Tab. 3.2**) zu bezeichnen.

In **Abb. 7.2** sind die berechneten NO₂-Immissionen für den Planzustand dargestellt. Wie
beim Prognosenullfall sind entlang den Hauptverkehrsstraßen intensive NO₂-Belastungen
(Jahresmittelwerte) prognostiziert. An der bestehenden Bebauung der Bergedorfer Straße
und am ZOB sind NO₂-Immissionen bis 48 µg/m³ und damit vergleichbare Immissionen wie
beim Prognosenullfall prognostiziert. An der geplanten Bebauung sind auch an der Berge-
dorfer Straße NO₂-Belastungen unter 40 µg/m³, am östlich gelegenen Fachmarktzentrum bis
ca. 42 µg/m³ berechnet. Entlang der Stuhrohrstraße sind aufgrund der strömungsbedingt
erhöhten bodennahen Windgeschwindigkeit gegenüber dem Prognosenullfall geringere NO₂-
Belastungen prognostiziert. An der Stuhrohrstraße, der Zufahrt zum Fachmarktzentrum und
der geplanten Tiefgarage, sind NO₂-Belastungen unter 37 µg/m³ berechnet. An der Bebau-
ung, die nicht direkt am Straßenrand gelegen ist, werden wie beim Prognosenullfall überwie-
gend NO₂-Belastungen unter 40 µg/m³ prognostiziert. Dementsprechend ist die Belüftung der
Gebäude über die Gebäudeseiten anzuraten, die nicht zur Bergedorfer Straße und stark
frequentierte Straßenabschnitten, wie dem Weidenbaumsweg, orientiert sind. Insgesamt
ändern sich die deutlichen NO₂-Belastungen an der Randbebauung der Bergedorfer Straße
durch die Planungen gegenüber dem Prognosenullfall nicht wesentlich. Der ab dem Jahr
2010 geltende Grenzwert von 40 µg/m³ wird im Planfall an der bestehenden Randbebauung
der Bergedorfer Straße und am ZOB in Teilbereichen überschritten. An der überwiegenden
Bebauung im Plangebiet wird der Grenzwert jedoch eingehalten. Die NO₂-Konzentrationen
(Jahresmittelwerte) sind im Plangebiet an der bestehenden Bebauung in Bezug auf den
Grenzwert von 40 µg/m³ und entsprechend **Tab. 3.2** als leicht erhöht bis hoch, in Teilberei-
chen der Bergedorfer Straße und am ZOB mit nahe gelegener Randbebauung als deutliche
Überschreitungen (**Tab. 3.2**) zu bezeichnen.



Abb. 7.1: NO2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwert) im Untersuchungsgebiet für den Prognoseullfall





Abb. 7.2: NO2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwert) im Untersuchungsgebiet für den Planzustand



Die berechneten NO₂-Kurzzeitbelastungen (98-Perzentilwerte) bleiben im Betrachtungsgebiet für den Prognosenullfall und den Planfall an der bestehenden und geplanten Bebauung mit Konzentrationen bis 105 µg/m³ unter 130 µg/m³. Die 22. BImSchV (2002) sieht eine Bestimmung der Kurzzeitbelastung in Form von Überschreitungen des NO₂-Stundenmittelwertes vor (siehe Kap. 3.3). Entsprechend den Ableitungen aus Messdaten kann geschlossen werden, dass bei einer Einhaltung von 130 µg/m³ (98-Perzentilwert) auch dieser Grenzwert eingehalten wird. Dementsprechend ist zu erwarten, dass im Prognosenullfall und im Planfall an der bestehenden Randbebauung im Plangebiet auch der Grenzwert nicht überschritten wird. Deshalb wird auf eine graphische Darstellung verzichtet.

7.2 Feinstaubimmissionen (PM10)

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg PM10/m³ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitgrenzwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3 gibt es für den Kurzzeitgrenzwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von 29 µg/m³ der Kurzzeitwert überschritten wird. Im folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von 29 µg/m³ und 40 µg/m³ diskutiert.

Die Ergebnisse der Berechnungen der PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind für den Prognosenullfall in **Abb. 7.3** aufgeführt. Unter Berücksichtigung der aus den Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung (21 µg/m³) werden an der bestehenden Bebauung der Bergedorfer Straße nördlich vom Fachmarktzentrum und am ZOB PM10-Immissionen bis 28 µg/m³ berechnet. An der Bebauung, die nicht direkt am Straßenrand gelegen ist, werden PM10-Belastungen unter 28 µg/m³ prognostiziert. Der geltende Grenzwert von 40 µg/m³ wird an der bestehenden Bebauung im Betrachtungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. Die PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind in Bezug auf den Grenzwert von 40 µg/m³ und entsprechend **Tab. 3.2** als leicht erhöht bis hoch zu bezeichnen. Der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird an der bestehenden Randbebauung der Bergedorfer Straße nördlich des Fachmarktzentrums erreicht, an der sonstigen Bebauung jedoch nicht erreicht und nicht überschritten.



Abb. 7.3: PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwert) im Untersuchungsgebiet für den Prognoseunfall



In **Abb. 7.4** sind die berechneten PM10-Immissionen für den Planzustand dargestellt. Entlang den Hauptverkehrsstraßen sind mit dem Nullfall vergleichbare Beiträge des Kfz-Verkehrs an den PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) prognostiziert. An der bestehenden Bebauung der Bergedorfer Straße und am ZOB sind PM10-Immissionen bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit vergleichbare Immissionen wie beim Prognosenullfall prognostiziert. An der geplanten Bebauung sind PM10-Belastungen unter $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der Bebauung, die nicht direkt am Straßenrand gelegen ist, werden wie beim Prognosenullfall PM10-Belastungen unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Insgesamt ändern sich die PM10-Belastungen an der Randbebauung der Bergedorfer Straße in der Umgebung des Bebauungsplangebietes durch die Planungen gegenüber dem Prognosenullfall nicht wesentlich. Der geltende Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Planzustand an der Bebauung im Betrachtungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. Die PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind in Bezug auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und entsprechend **Tab. 3.2** als leicht erhöht bis hoch zu bezeichnen. Der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird im Planfall an der bestehenden Randbebauung der Bergedorfer Straße erreicht, an der sonstigen Bebauung jedoch nicht erreicht und nicht überschritten.



Abb. 7.4: PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwert) im Untersuchungsgebiet für den Planfall



8 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 22. BImSchV, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241).
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen - 33. BImSchV). BGBl. I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (1997): Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen, Ergebnisse der Jahresauswertung 1995. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- Düring, I., Lohmeyer, A. (2004): Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen. KRdL-Experten-Forum „Staub und Staubinhaltsstoffe“, 10./11. November 2004, Düsseldorf. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, KRdL-Schriftenreihe Band 33.
- EG-Richtlinie 96/62/EG (1996): Richtlinie des Rates der Europäischen Union vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 27.11.1996, Nr. L 296/55.
- EG-Richtlinie 99/30/EG (1999): Richtlinie des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 29.6.1996, Nr. L 163/41.

- EG-Richtlinie 2000/69/EG (2000): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 13.12.2000, Nr. L 313/12 ff.
- EG-Richtlinie 2002/3/EG (2002): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 09.03.2002, Nr. L 67/14.
- EG-Richtlinie 2004/107/EG (2005): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15.12.2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 26.01.2005, Nr. L23/3.
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.
- Eichhorn, J. (1989): Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Stadtklima-Modells. Dissertation, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz.
- Eichhorn, J. (1995): MISKAM-Handbuch zu Version 2 und 3, Universität Mainz, Institut für Physik der Atmosphäre.
- Eichhorn, J. (2003): MISKAM Handbuch zu Version 4.22. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim.
- Eichhorn, J. (2004): Application of a new evaluation guideline for microscale flow models (PPT-Präsentation, 389 kB). Vortrag auf der "9th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes", 1. – 4. Juni 2004, Garmisch-Partenkirchen. Verfügbar unter: <http://www.lohmeyer.de/software> WinMISKAM.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Hamburger Luftmessnetz (2004-2010): Hamburger Luftmessnetz, Jahresberichte 2003-2009 im Internet.
- Ketzel, M., Berkowicz, R., Lohmeyer, A. (1999): Dispersion of traffic emissions in street canyons: Comparison of European numerical models with each other as well as with results from wind tunnel and field measurements. In: 2nd Int. Conf. On Urban Air Qual-

- ity, Madrid, Spain, organised by Institut of Physics, Conference Department, 76 Portland Place, London, W1N 3DH, UK.
- Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- Kühlwein, Jörg (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- LAI (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe. Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), September 2004.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Hg.: Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten, Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt, kommunale ökologische Briefe Nr. 01/05.01.2000, Raabe-Verlag, Berlin.
- Richter, F., Becker, U., Arndt, R., Schmidt, W. (1997): Bestimmung der verkehrlichen Emissionen aus baulichen PKW-Abstellanlagen in der Dresdner Innenstadt. Studie im Auftrag des Amtes für Umweltschutz der Stadt Dresden. Hrsg.: Technische Universität Dresden, Inst. für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.

- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- Schmidt, G., Thomas, B. (1996): Hochrechnungsfaktoren für manuelle und automatische Kurzzeitmessungen im Innerortsbereich. Bericht der Fa. Heusch Boesefeldt GmbH, Aachen an das Bundesministerium für Verkehr, Bonn.
- Staatliches Umweltamt Itzehoe (2004-2010): Jahresübersichten aus dem Messnetz der Lufthygienischen Überwachung Schleswig-Holstein, Berichte für die Jahre 2003 bis 2009 im Internet.
- Stiemer, S.F. (1977): Windumströmung von Gebäuden und Gebäudeklima. In: E. Franke et al. (Editor): Stadtklima. Stuttgart: Krämer, S. 97-111.
- UBA (1995) (Hassel, D., Jost, P., Weber, F.J., Dursbeck, F.): Abgas-Emissionsfaktoren von Nutzfahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland für das Bezugsjahr 1990. Abschlussbericht. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - Luftreinhaltung. UBA-FB 95-049. UBA-Berichte 5/1995.
- UBA (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1/Februar 2010. Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. <http://www.hbefa.net/>.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.
- VDI (2005): Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. Richtlinie VDI 3783, Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2005.

A N H A N G A 1
**BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-
STRASSEN**



A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z. B. Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 22. BImSchV (2007) benannt, dort als Immissionswert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 und PM_{10} von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol, Blei und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von PM_{10} und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 22. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

Ergänzend zu diesen Grenzwerten nennt die 22. BImSchV Toleranzmargen; das sind in jährlichen Stufen abnehmende Werte, um die der jeweilige Grenzwert innerhalb festgesetzter Fristen überschritten werden darf, ohne in Deutschland die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Diese Werte werden als Übergangsbeurteilungswerte bezeichnet, sofern sie aufgrund der zeitlichen Zusammenhänge in den Betrachtungen der Planungen Berücksichtigung finden.

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 22. BImSchV (2007) werden auch Zielwerte für Arsen, Kadmium, Nickel und Ben-

zo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	98-Prozent-Wert des Stundenmittelwertes	200 µg/m ³	bis 2009
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr	ab 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	ab 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	ab 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	ab 2005
Blei	Jahresmittelwert	0.5 µg/m ³	ab 2005
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	ab 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m ³	ab 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 22. BImSchV (2007) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

A1.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu den Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität. Im Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz „Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind“ (LAI, 2004) werden Orientierungswerte für Sonderfallprüfungen, Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung und

Beurteilungswerte Krebs erzeugender Luftschadstoffe (z.B. Benzol) angegeben. Für Benzol wird dort der Immissionswert der 22. BImSchV übernommen.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Schadstoffimmissionen

Die Europäische Union hat Beurteilungsmaßstäbe von Luftschadstoffimmissionen in mehreren Richtlinien definiert. Dazu gehört die (Rahmen-) Richtlinie über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (96/62/EG vom 27.09.1996) mit ihren Tochterrichtlinien (99/30/EG, 2000/69/EG, 2002/3/EG und 2004/107/EG). Während die Rahmenrichtlinie selbst keine Detailregelungen für einzelne Luftverunreinigungen, wie Grenzwerte oder Mess- und Überwachungsverfahren enthält, wurden diese in den Tochterrichtlinien festgelegt.

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG, die die Rahmenrichtlinie und die verschiedenen Tochterrichtlinien zusammenfassen und ersetzen wird, wurde am 14. April 2008 durch den EU-Ministerrat angenommen. Die Luftqualitätsrichtlinie ist mit ihrer Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union am 11. Juni 2008 in Kraft getreten. Die EU-Mitgliedstaaten müssen die Richtlinie innerhalb von zwei Jahren nach ihrem Inkrafttreten, d.h. bis zum 11. Juni 2010 in nationales Recht umsetzen. Die Richtlinie und weitere Informationen dazu sind auf der Internetseite des Bundesumweltministeriums zu finden (www.bmu.de/luftreinhaltung).

Wesentliches neues Element der EU-Richtlinie sind Beurteilungswerte für die Feinstaubfraktion PM_{2.5} (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser bis zu 2.5 µm). Die bisherigen Grenzwerte, die bereits in nationales Recht (22. BImSchV) umgesetzt sind, sollen unverändert beibehalten werden. Neu ist auch die Möglichkeit zur Beantragung einer Fristverlängerung für die Einhaltung der Grenzwerte von PM₁₀, NO₂ und Benzol unter bestimmten Randbedingungen, die Ausweitung der Möglichkeit der Berücksichtigung von Emissionsbeiträgen aus natürlichen Quellen bei Grenzwertüberschreitungen sowie die Klarstellung, an welchen Orten eine Beurteilung der Einhaltung der Grenzwerte nicht vorgenommen werden muss.

Für PM_{2.5} werden u.a. zwei Beurteilungswerte festgelegt:

- ein Grenzwert von 25 µg/m³ im Jahresmittel, der ab 2015 einzuhalten ist (Stufe 1) und

- ein Richtgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel ab dem Jahr 2020 (Stufe 2) , der von der Kommission im Jahr 2013 anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten zu überprüfen ist.

Weiterhin verpflichten sich die Mitgliedsstaaten, bis zum Jahr 2015 im städtischen und regionalen Hintergrund einen PM2.5-Jahresmittelwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuhalten.

A N H A N G A 2
FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG

A2 FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG

Immissionsprognosen als Folge der Emissionen des KFZ-Verkehrs sind ebenso wie Messungen der Schadstoffkonzentrationen fehlerbehaftet. Bei der Frage nach der Zuverlässigkeit der Berechnungen und der Güte der Ergebnisse stehen meistens die Ausbreitungsmodelle im Vordergrund. Die berechneten Immissionen sind aber nicht nur abhängig von den Ausbreitungsmodellen, sondern auch von einer Reihe von Eingangsinformationen, wobei jede Einzelne dieser Größen einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die prognostizierten Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

Es ist nicht möglich, auf Basis der Fehlerbandbreiten aller Eingangsdaten und Rechenschritte eine klassische Fehlerberechnung durchzuführen, da die Fehlerbandbreite der einzelnen Parameter bzw. Teilschritte nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt sind. Es können jedoch für die einzelnen Modelle Vergleiche zwischen Naturmessungen und Rechnungen gezeigt werden, anhand derer der Anwender einen Eindruck über die Güte der Rechenergebnisse erlangen kann.

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung - PEF" (Flassak et al., 1996) wird der Einfluss von Unschärfen der Eingangsgrößen betrachtet. Einen großen Einfluss auf die Immissionskenngrößen zeigen demnach die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen sowie die Bebauungsdichte, die lichten Abstände zwischen der Straßenrandbebauung und die Windrichtungsverteilung.

Hinsichtlich der Fehlerabschätzung für die KFZ-Emissionen ist anzufügen, dass die Emissionen im Straßenverkehr bislang nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen ermittelt werden. Die Genauigkeit der Emissionen ist unmittelbar abhängig von den Fehlerbandbreiten der Basisdaten (d.h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

Nach BAST (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zählwerten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10 %.

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO_x -Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10 % bis 20 % für Autobahnen bzw. Innerorts-

straßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

Für Emissionsfaktoren liegen derzeit noch keine statistischen Erhebungen über Fehlerbandbreiten vor. Deshalb wird vorläufig ein mittlerer Schätzwert von ca. 20 % angenommen.

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20 % aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechenergebnissen durch. Die Abweichungen zwischen Mess- und Rechenergebnissen lagen im Bereich von 10 %, wobei die Eingangsdaten im Fall der Göttinger Straße sehr genau bekannt waren. Bei größeren Unsicherheiten in den Eingangsdaten sind höhere Rechenunsicherheiten zu erwarten. Dieser Vergleich zwischen Mess- und Rechenergebnissen dient der Validierung des Modells, wobei anzumerken ist, dass sowohl Messung als auch Rechnung fehlerbehaftet sind.

Hinzuzufügen ist, dass der Fehler der Emissionen sich direkt auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Hintergrundbelastung, d.h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtmissionsbelastung geringer sind.

A N H A N G A 3
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

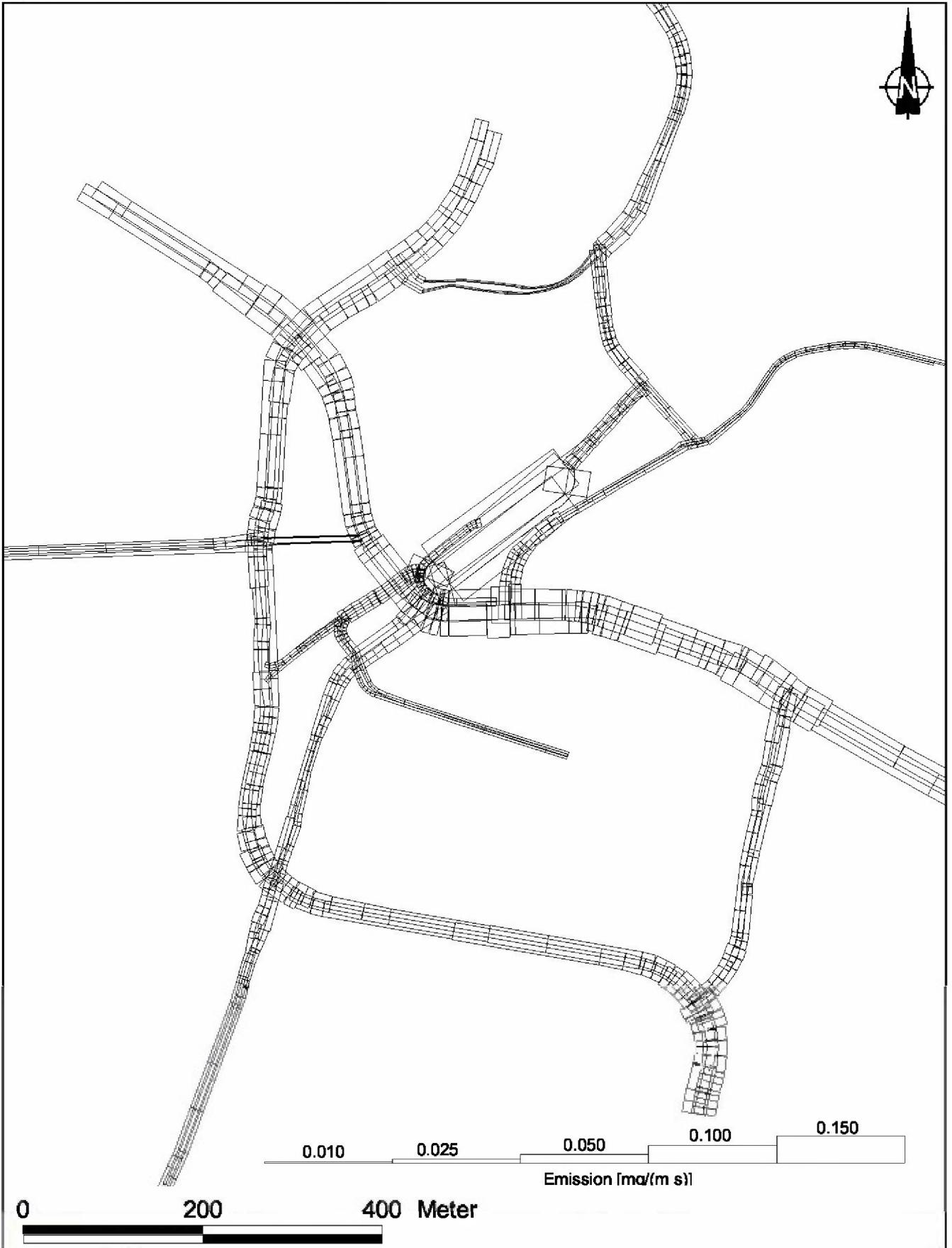


Abb. A3.1: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

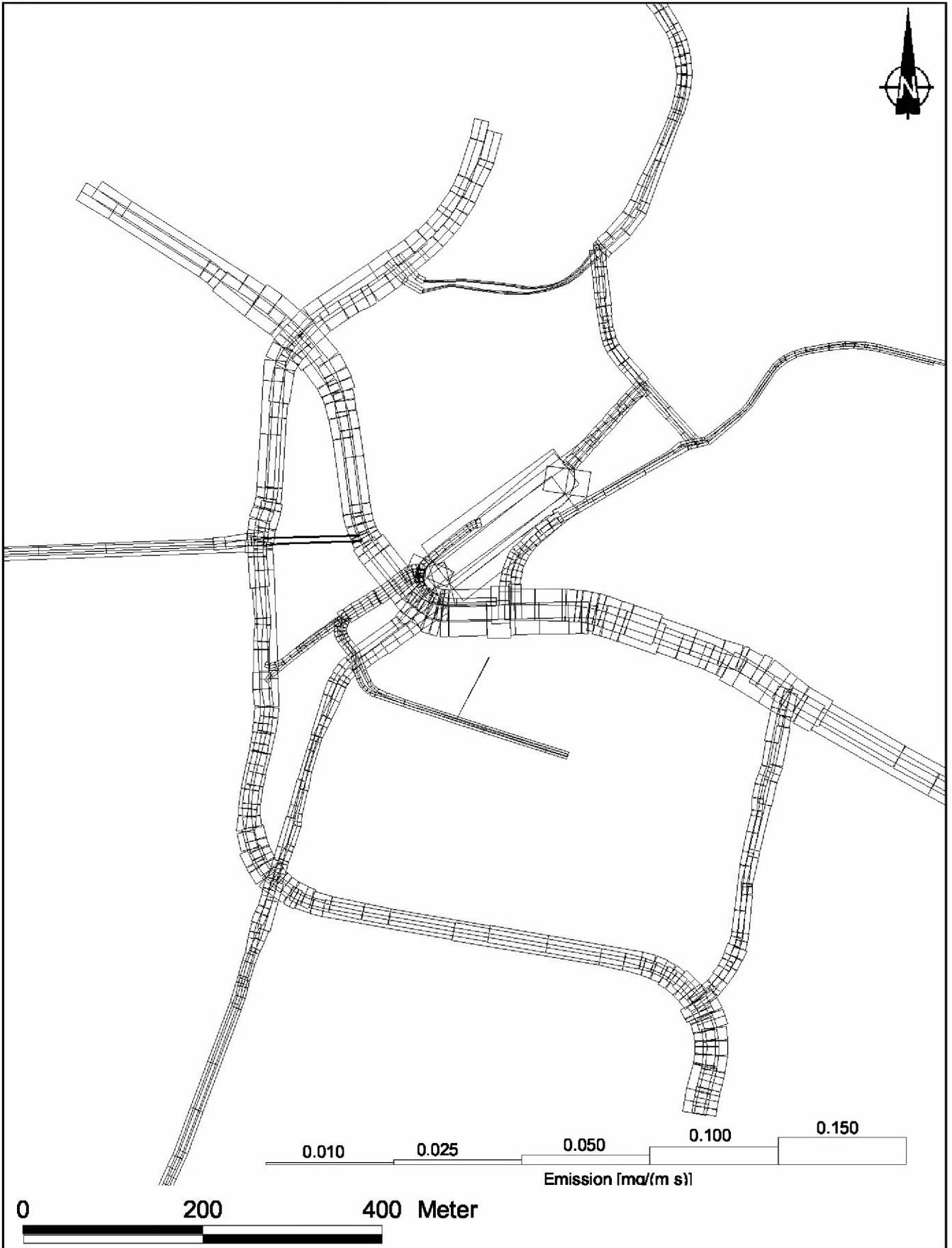


Abb. A3.2: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

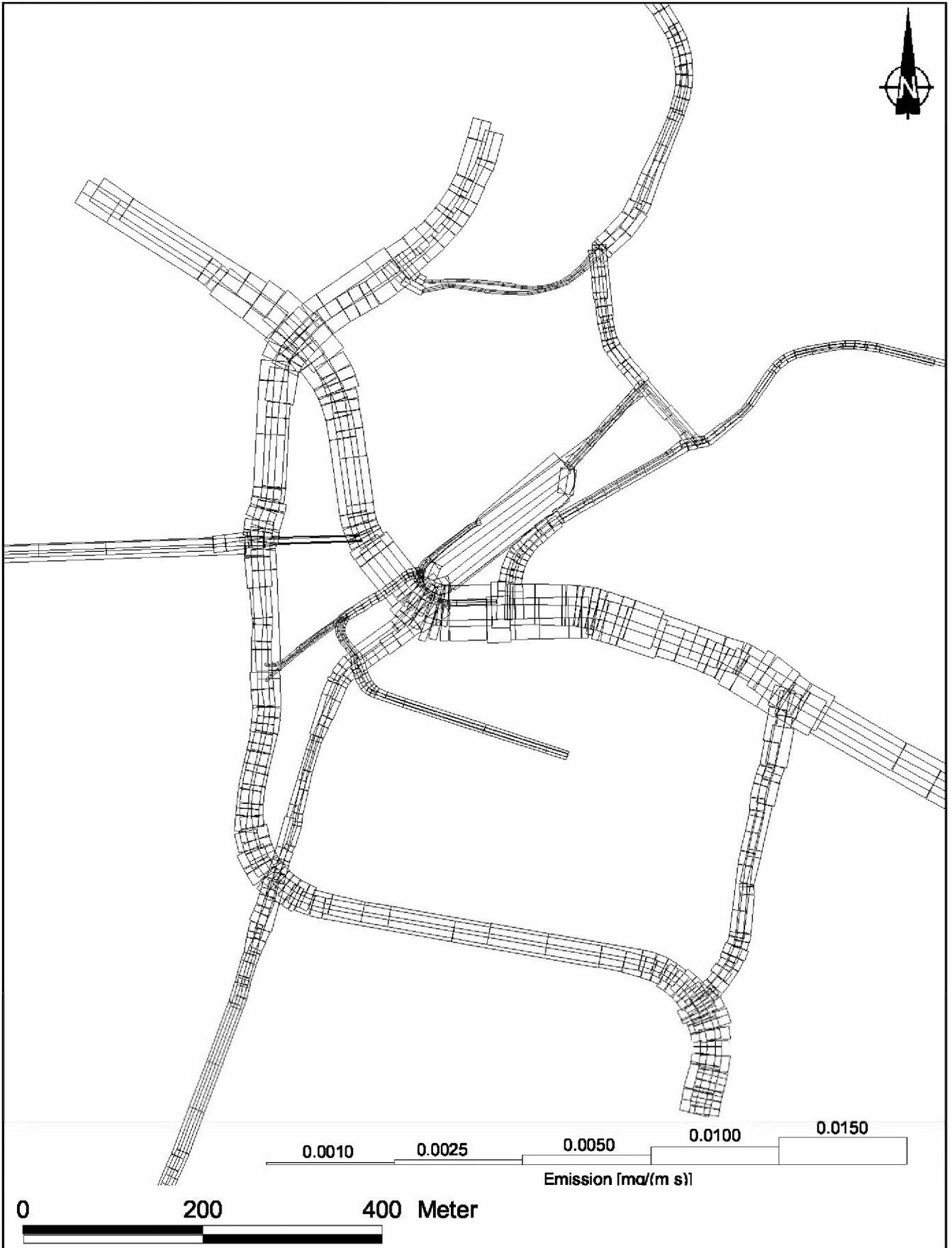


Abb. A3.3: Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

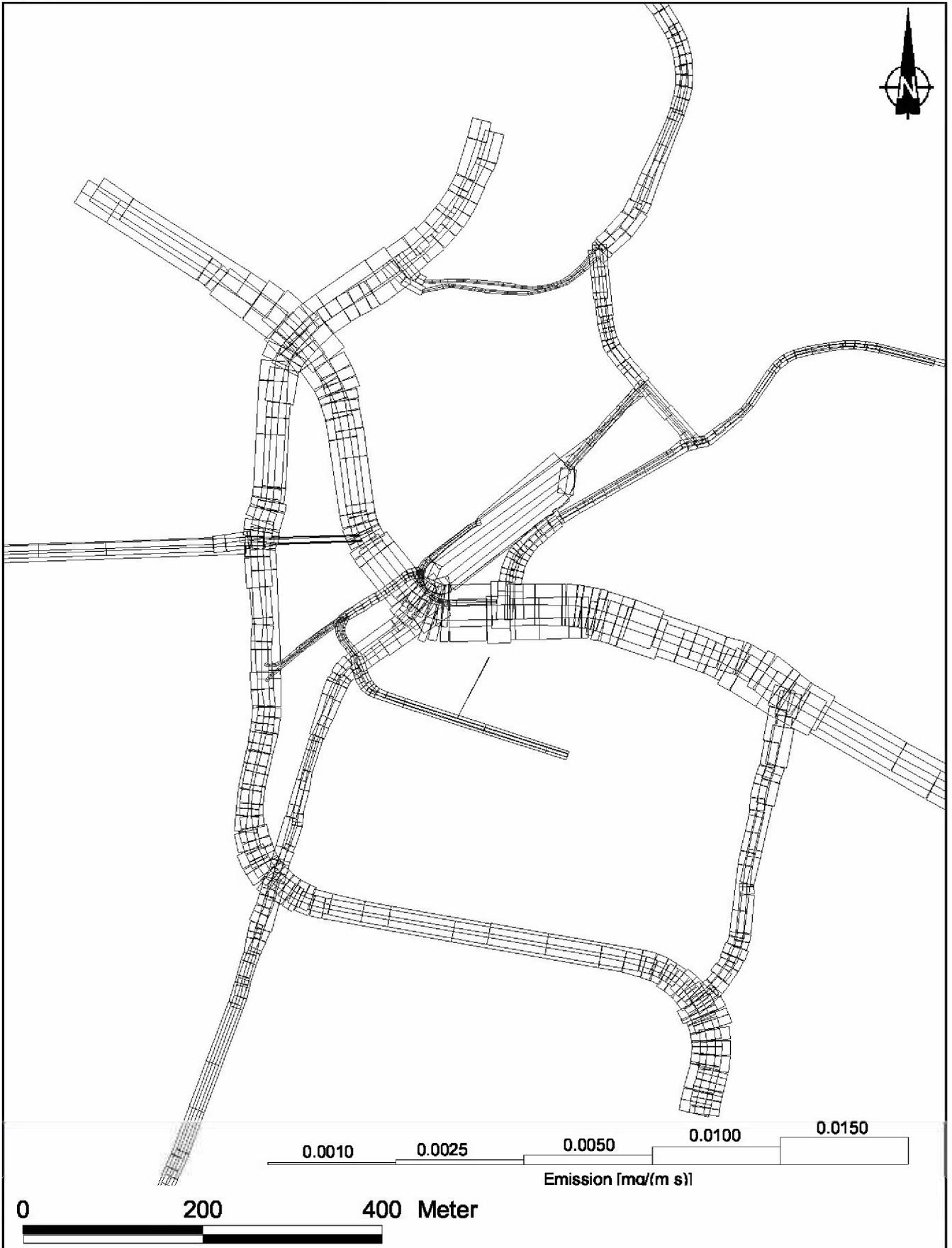


Abb. A3.4: Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall