



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware

An der Roßweid 3, D-76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG

**FACHGUTACHTEN LUFTHYGIENE
(LUFTSCHADSTOFFE/FEINSTAUB) ZUM
BEBAUUNGSPLAN NR. 5477/123
DER LANDESHAUPTSTADT DÜSSELDORF
- KÖ-BOGEN (1. BAUABSCHNITT)
VERKEHRSLÖSUNG GEM. RATS BESCHUSS
VOM 13.12.2007**

Auftraggeber: Bünger Bau- und Projektmanagement GmbH
(IDR AG)
Henkelstraße 164
40589 Düsseldorf

i.A. R. Böisinger

Dr.rer.nat. R. Böisinger

Dr.-Ing. W. Bächlin

Januar 2008
Projekt 60734-06-01
Berichtsumfang 65 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	7
3 VORGEHENSWEISE.....	11
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe.....	11
3.2 Berechnungsverfahren.....	12
3.2.1 Emissions- und Immissionsbestimmung.....	12
3.2.2 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	14
4 EINGANGSDATEN.....	16
4.1 Verkehrsdaten.....	16
4.2 Hintergrundbelastung.....	20
4.3 Meteorologische Daten	23
4.4 Bebauungsdaten.....	25
5 EMISSIONEN.....	28
5.1 Betrachtete Schadstoffe.....	28
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	28
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	28
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren.....	30
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	31
5.4 Berücksichtigung Umweltzone	37
6 ERGEBNISSE.....	39
6.1 Immissionen Nullfall und Planfall B-Plan Kö-Bogen.....	39
6.2 Fazit	46
6.3 Immissionen unter Berücksichtigung der Umweltzone.....	47
7 LITERATUR.....	51

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	56
A2 IMMISSIONEN PLANFALL B-PLAN KÖ-BOGEN IN 6.4 m HÖHE ÜBER GRUND.....	60
A3 AUSWIRKUNGEN EINER ZWISCHENLÖSUNG IN DER VERKEHRSFÜHRUNG	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.

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.

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 (z.B. Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes). 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 weitere Kurzzeitwerte in Form des Stundenmittelwertes der NO₂ Konzentrationen von 200 µg/m³, der in 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 hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten der Kfz ab, die sich in unterschiedlichen Betriebszuständen wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. befinden. Das typische Fahrverhalten der Kfz kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Diese wurden vom Umweltbundesamt definiert und es wurden dafür die Emissionen gegeben. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert.

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

Für das Genehmigungsverfahren des Bebauungsplanes Nr. 5477/123 - Kö-Bogen (1. Bauabschnitt) der Landeshauptstadt Düsseldorf sind Aussagen über die Auswirkungen der durch die Nutzungsänderungen beeinflussten Verkehrsmengen auf den umliegenden Straßen und der geplanten Bebauung auf die Luftschadstoffbelastung benachbarter Anwohner erforderlich. Das geplante Gebiet liegt zentral in der Landeshauptstadt Düsseldorf am nördlichen Ende der Königsallee. Bestandteil des B-Plans ist die Errichtung von Tunnelbauwerken, die zukünftig zu einem großen Teil den heutigen oberirdischen Straßenverkehr aufnehmen sollen. Im geplanten Bereich sind 7 Teilflächen als überbaubar vorgesehen, bezeichnet als MK 1 bis MK 7 (siehe **Abb. 2.2**). Davon sind die Flächen MK 1 und MK 4 bis MK 7 bereits bebaut. Die Flächen MK 2 und MK 3 sind mit einer maximalen Höhe von 26 m bebaubar geplant.

Das vorliegende lufthygienische Gutachten beschreibt die durch den Straßenverkehr und die nach B-Plan maximal mögliche Bebauung auf den Baufeldern MK 2 und MK 3 beeinflussten Schadstoffimmissionen für den Untersuchungsfall „B-Plan Kö-Bogen“ im Prognosejahr 2010. Zu untersuchen ist die Verkehrslösung gemäß Ratsbeschluss vom 13.12.2007. Zusätzlich wird der Nullfall im Prognosejahr 2010 betrachtet, um die Änderungen der lufthygienischen Situation aufzuzeigen. Im Anhang A3 werden die Auswirkungen einer Zwischenlösung für die Verkehrsführung (oberirdische Anbindung der Tiefgaragen) diskutiert.

Auf Grundlage der vom Auftraggeber bzw. der Stadtverwaltung Düsseldorf zur Verfügung gestellten Verkehrsdaten wurden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen ermittelt. Die Schadstoffemissionen wurden unter Verwendung des aktuellen vom Umweltbundesamt herausgegebenen „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ berechnet (UBA, 2004). Die PM10-Emissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung erfolgte auf der Grundlage aktueller Forschungsarbeiten (BASt, 2005, Düring und Lohmeyer, 2004).

Zur Berücksichtigung der durch die dichte städtische Bebauung geprägten Strömungs- und Ausbreitungsverhältnisse wurden das mikroskalige Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM und das Berechnungsverfahren PROKAS_V eingesetzt (<http://www.lohmeyer.de>), das die Immissionsbeiträge der umliegenden Straßen einbezieht. Unter Berücksichtigung der Emissionen auf den Straßen im Untersuchungsgebiet wurden für alle Windrichtungen in 10-Grad-Schritten die Immissionsbeiträge für jede Rasterzelle des Rechengebiets von MISKAM berechnet. Auf der Grundlage der Ausbreitungsklassenstatistik für die LUQS-Station Düsseldorf-Reisholz, der Emissionsganglinien und der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung wurden die statistischen Jahreskennwerte der Schadstoffimmissionen ermittelt.

Ergebnisse Prognose-Nullfall und Planfall B-Plan Kö-Bogen

Neben einer Einzelpunktbeurteilung (siehe **Tab. 6.1**) wurden die Luftschadstoffimmissionen flächendeckend ermittelt, um einen Überblick über die Schadstoffimmissionen zu erhalten. Die flächenhaften Darstellungen der ermittelten NO₂- und PM10-Immissionen sind in Kap. 6 zu finden.

Der Grenzwert nach 22. BImSchV für die NO₂-Kurzzeitbelastung wird im Untersuchungsgebiet deutlich unterschritten. Hinsichtlich der lufthygienischen Beurteilung ist die NO₂-Kurzzeitbelastung nicht bedeutsam.

Die ermittelten PM10-Immissionen unterschreiten in beiden Untersuchungsfällen an den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten den Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m³ deutlich. An den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten an Gebäuden bleiben die PM10-Jahresmittelwerte unterhalb von 29 µg/m³. Damit ist zu erwarten, dass im Untersuchungsgebiet die zulässige Anzahl von Tagen mit PM10-Konzentrationen von mehr als 50 µg/m³ nicht überschritten werden. Die Prognose der PM10-Emissionen ist mit Unsicherheiten behaftet, und für die Festlegung des Äquivalentwertes gibt es derzeit noch keine verbindlichen Vorgaben. Daher besitzen die bezüglich PM10 getroffenen Aussagen nicht die gleiche Güte wie diejenigen für die anderen Schadstoffe. Das angewandte Verfahren stellt jedoch den aktuellen Stand der Technik dar.

Die Jahresmittel der prognostizierten NO₂-Immissionen im Nullfall 2010 unterschreiten an den betrachteten Untersuchungspunkten deutlich den Grenzwert von 40 µg/m³. In der Berliner Allee werden im Nullfall 2010 mit bis zu 37 µg/m³ hohe NO₂-Jahresmittelwerte ermittelt.

Im Planfall B-Plan Kö-Bogen sind die NO₂-Immissionen in der Berliner Allee, in der Schadowstraße und weiten Teilen des B-Plangebietes geringer als im Nullfall 2010. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes werden für die Elberfelder Straße die höchsten NO₂-Immissionen ermittelt. Die NO₂-Jahresmittelwerte an den Gebäuden überschreiten dort deutlich 40 µg/m³. In diesem Bereich sind die Durchlüftungsverhältnisse durch die beidseitige hohe Straßenrandbebauung sehr ungünstig. Dort treten konzentriert die auf den Tunnelstrecken emittierten Schadstoffe aus dem Tunnelportal aus und mischen sich zu den wegen der Steigung der Rampe hohen Emissionen der KFZ.

Auch am Nordportal des Süd-Nord-Tunnels an der Hofgartenstraße werden hohe NO₂-Immissionen mit bis zu 40 µg/m³ im Jahresmittel an der straßennahen Hausfassade ermittelt. Der Grenzwert nach 22. BImSchV wird damit dort noch eingehalten.

Die von der Berliner Allee und von der Hofgartenstraße auf den Rampen in den Tunnel abwärts fahrenden Fahrzeuge emittieren deutlich weniger Schadstoffe als auf ebener Strecke und erheblich weniger als auf den aufwärts führenden Rampen in die Elberfelder Straße und in die Hofgartenstraße. Daher wird im Planfall außer dem Bereich der Überdeckung der Bereich am Knoten Berliner Allee / Schadowstraße deutlich entlastet. Für den Tunnelportalbereich bei der Ausfahrt in die Hofgartenstraße werden zwar höhere Immissionen als im Nullfall ermittelt, es werden jedoch wegen der geringeren Tunnellänge und den besseren Durchlüftungsverhältnissen (Lohmeyer, 2006) deutlich geringere Immissionen als in der Elberfelder Straße festgestellt. Im Bereich der Grünanlage Hofgarten werden durch die Planung deutliche Entlastungen der Schadstoffbelastung gegenüber der heutigen Situation erreicht.

Fazit

Die Feststellung von Grenzwert-Überschreitungen im Sinne der 22. BImSchV löst die Verfahren der Luftreinhalteplanung aus. Die Gewährleistung der Einhaltung von Grenzwerten ist dann Aufgabe eines Luftreinhalte- oder Aktionsplans. Dort können Maßnahmen mit dem Ziel „Minderung der Schadstoffbelastung“ festgesetzt werden. Dies betrifft insbesondere Maßnahmen im Bereich der Verkehrstechnik und der Verkehrslenkung, sowie der Baustellen- und Transportlogistik. Die Bebauungsplanung kann nur in begrenztem Umfang über einzelne textliche Festsetzungen Einfluss auf die Luftbelastung im und im Umfeld des Plangebietes nehmen.

Die Feststellung von Grenzwert-Überschreitungen ist an Kriterien gebunden, die in der 22. BImSchV und in Erläuterungen bzw. Rechtsgutachten zur 22. BImSchV zu finden sind. Bezüglich der durch die Modellrechnungen prognostizierten Immissionskonzentrationen oberhalb der Grenzwerte ist zu prüfen, inwieweit die Aufenthaltsdauer von Personen an den betroffenen Untersuchungspunkten die Standortkriterien der 22. BImSchV hinsichtlich der Dauer der Immissionseinwirkung erfüllt. Gefordert ist ein Zeitraum, ... „der der Mittelungszeit des Grenzwertes Rechnung trägt“. Nach Auffassung von Rehbinder (2004) bezieht sich der Schutzbereich der Grenzwerte nicht „... auf Personen auf Haltestellen, Bahnsteigen, Laufpublikum auf Bürgersteigen ...“.

Aufgrund der hohen Schadstoffimmissionen in der Elberfelder Straße wird zur Vermeidung gesundheitlicher Schäden empfohlen, die Frischluftzufuhr der Belüftungssysteme der angrenzenden Gebäude auf die wesentlich geringer belasteten Ostseiten der Gebäude und möglichst auf Überdachniveau zu legen. Auch am Gebäude an der Tunnelrampe Nord der Hofgartenstraße (Theatermuseum) sollte die Frischluft nicht von der Straßen zugeführt werden.

Ergänzende Untersuchung Planfall Umweltzone

Ergänzend wurde zusätzlich der o.g. Planfall B-Plan Kö-Bogen unter Annahme der Bedingungen einer Umweltzone im Sinne des gesamtstädtischen Luftreinhalteplans Düsseldorf betrachtet. Die geplanten Fahrbeschränkungen für die Umweltzone in der Stufe 2 ab 2010 („gelb-grüne Zone“) fordern, dass Kfz im Gebiet der Umweltzone mindestens die Schadstoffgruppe 3 nach KfzKennzVO erfüllen (Umweltamt Düsseldorf, 2006).

Der Vergleich mit den o.a. für den Planfall Kö-Bogen mit der Flotte 2010 nach HBEFA 2.1 (UBA, 2004) ermittelten Immissionen weist geringere Immissionen für den Planfall Umweltzone aus. Die Unterschiede bei PM10 sind sehr gering, da die dominanten PM10-Emissionen aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung nicht von der Minderungstechnik der Motoren beeinflusst werden und deshalb unabhängig von den Anteilen der Schadstoffgruppen in der Fahrzeugflotte sind.

Die Reduzierung der NO₂-Immissionen ist zwar deutlicher, aber die resultierenden NO₂-Jahresmittelwerte bleiben an den Gebäudefassaden in der Elberfelder Straße größer als 40 µg/m³. Die Wirkung der Minderungsmaßnahme Umweltzone des LRP erscheint allein als nicht ausreichend, um die Immissionen auf Werte unter den Grenzwerten der 22. BImSchV zu reduzieren. Aus dieser Sicht sind weitere Maßnahmen erforderlich, die z.B. im LRP enthalten sind und deren Wirkung jedoch heute noch nicht quantifiziert werden kann.

Die o.a. Aussagen im Fazit zur Luftschadstoffbelastung werden durch die ermittelten Auswirkungen der Umweltzone qualitativ nicht verändert.

Auswirkungen einer Zwischenlösung in der Verkehrsführung

Die im vorliegenden Gutachten untersuchte Verkehrslösung gemäß Ratsbeschluss vom 13.12.2007 bleibt erklärtes Ziel des in der Aufstellung befindlichen Bebauungsplans. Nachfolgend wird zusätzlich eine Zwischenlösung der Verkehrsführung in analoger Weise betrachtet. In dieser Zwischenlösung wird auf den unterirdischen Vollanschluss der Tiefgaragen auf dem Gustaf-Gründgens-Platz vorerst verzichtet und statt dessen eine oberirdische Anbindung der Tiefgaragen gewährleistet. Diese wird über die Goltsteinstraße, die Schadow- und Bleichstraße sowie von Norden über die Hofgartenstraße als Linksabbieger erfolgen.

Die Ergebnisse der Berechnungen weisen keine signifikanten Unterschiede in den Immissionen im Vergleich zu der oben diskutierten Verkehrsführung auf. Es gelten uneingeschränkt auch für diesen Fall die oben angesprochenen Aussagen zur Luftschadstoffbelastung.

2 AUFGABENSTELLUNG

Für das Genehmigungsverfahren des Bebauungsplanes Nr. 5477/123 - Kö-Bogen (1. Bauabschnitt) der Landeshauptstadt Düsseldorf sind Aussagen über die Auswirkungen der durch die Nutzungsänderungen beeinflussten Verkehrsmengen auf den umliegenden Straßen und der geplanten Bebauung auf die Luftschadstoffbelastung benachbarter Anwohner erforderlich. Das geplante Gebiet liegt zentral in der Landeshauptstadt Düsseldorf am nördlichen Ende der Königsallee. Es beginnt an der Heinrich-Heine-Allee im Westen, umfasst die Elbersfelder Straße und die dort nördlich angrenzende Fläche bis zur Ludwig-Zimmermannsstraße, den Corneliusplatz, den Schadowplatz sowie den Jan-Wellem-Platz und erstreckt sich bis zur Hofgartenstraße / Berliner Allee sowie auf Abschnitte der Schadowstraße (**Abb. 2.1** und **Abb. 2.2**) und entlang der Hofgartenstraße nach Norden bis zur Maximilian-Weyhe-Allee.

Im vorliegenden Gutachten wird die Verkehrslösung gemäß Ratsbeschluss vom 13.12.2007 untersucht.

Bestandteil des B-Plans ist die Errichtung von Tunnelbauwerken, die zukünftig zu einem großen Teil den heutigen oberirdischen Straßenverkehr aufnehmen sollen. Geplant ist ein Tunnel in Ost-West-Richtung unter der heutigen Elbersfelder Straße mit verkehrlichen Anbindungen an die Hofgartenstraße (Norden) und die Berliner Allee (Osten) (Y-Lösung). Außerdem soll zusätzlich die Berliner Allee von der Einmündung Schadowstraße etwa 340 m nach Norden tief gelegt werden (Tunnel Süd-Nord).

Die Tiefgaragen auf dem Gustaf-Gründgens-Platz sollen unterirdisch angeschlossen werden. In einer zusätzlich zu betrachtenden Zwischenlösung wird auf den unterirdischen Vollanschluss der Tiefgaragen auf dem Gustaf-Gründgens-Platz vorerst verzichtet und statt dessen eine oberirdische Anbindung der Tiefgaragen gewährleistet. Diese wird über die Goltsteinstraße, die Schadow- und Bleichstraße sowie von Norden über die Hofgartenstraße als Linksabbieger erfolgen. Die Ergebnisse der Untersuchung dieser Zwischenlösung sind im Anhang A3 angegeben.

Die Tunnelstrecken sollen ausschließlich im Richtungsverkehr von Norden bzw. Osten nach Westen und von Süden nach Norden befahren werden. Die Tunnellängen der einzelnen Abschnitte bleiben unter 400 m. Die Hochstraße ("Tausendfüßler") für den Verkehr von der Hofgartenstraße in Fahrtrichtung Süden zur Berliner Allee und Südosten zur Immermannstraße bleibt bestehen.

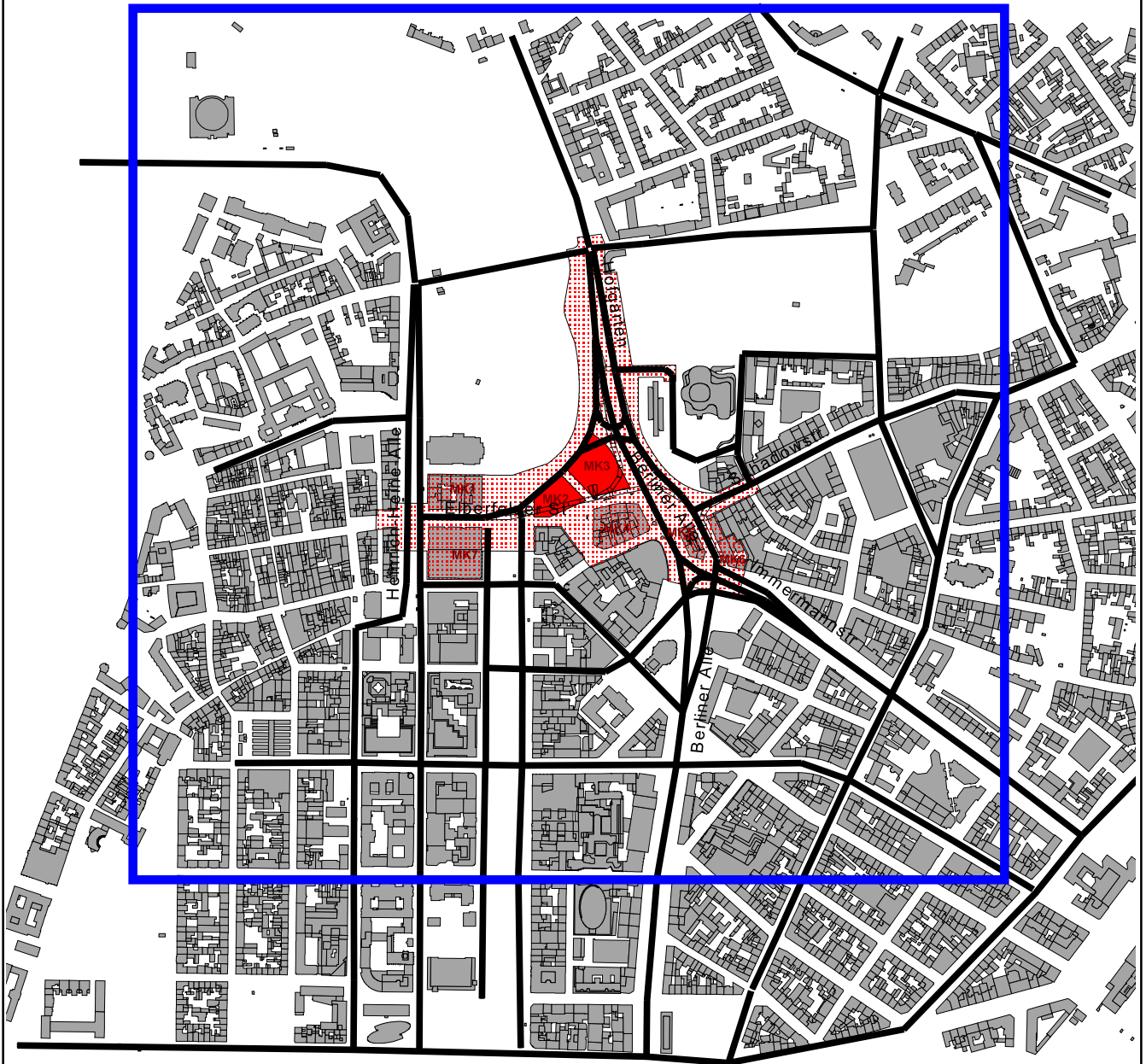
Im beplanten Bereich sind sieben Flächen als überbaubar vorgesehen, bezeichnet als MK 1 bis MK 7 (siehe **Abb. 2.2**). Davon sind die Flächen MK 1 und MK 4 bis MK 7 bereits bebaut. Die Flächen MK 2 und MK 3 sind mit einer maximalen Höhe von 26 m bebaubar geplant. Die

unter diesen Baufeldern geplante Tiefgarage soll über die Tunnelstrecken erschlossen werden. Für die geplante Tiefgarage ist eine Be- und Entlüftung über Schächte auf Überdachniveau vorgesehen. Die Lüftung der Tiefgarage wird vollständig entkoppelt von der Tunnelluft. Die in der Tiefgarage emittierten Schadstoffe (v.a. Benzol) werden demnach in über 26 m Höhe in die Außenluft gemischt. Aufgrund der dort herrschenden hohen Windgeschwindigkeiten werden die Schadstoffe rasch stark verdünnt, so dass die Zusatzbelastungen in der Umgebung der Freisetzung gering sind. Da zudem nur ein geringer Teil nach unten gemischt wird, sind die bodennahen Immissionen durch die Tiefgaragenabluft sehr gering, was bei verschiedenen Immissionsprognosen mit ähnlichen Quellbedingungen bestätigt wurde. Damit werden Betrachtungen der bodennahen Immissionen von Benzol als nicht bedeutsam erachtet.

Das vorliegende lufthygienische Gutachten beschreibt die durch den Straßenverkehr und eine maximal mögliche Bebauung auf den Baufeldern MK 2 und MK 3 (siehe **Abb. 2.2**) beeinflussten Schadstoffimmissionen im Prognosejahr 2010, im Folgenden Planfall B-Plan Kö-Bogen genannt. Zusätzlich wird der Nullfall im Prognosejahr 2010 betrachtet, um die Änderungen der lufthygienischen Situation aufzuzeigen. Es ist die zu erwartende Luftschadstoffbelastung im Plangebiet und an Wohnbebauung in dessen unmittelbarer Umgebung zu ermitteln und zu beurteilen.

Derzeit wird an der Aufstellung eines gesamtstädtischen Luftreinhalteplans (LRP) für Düsseldorf gearbeitet, gemäß Erlass des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen vom September 2006. Bestandteil des LRP wird u.a. die Minderungsmaßnahme „Umweltzone“ sein, die für die Innenstadt von Düsseldorf zweistufige Fahrbeschränkungen zum Einfahren in die Umweltzone gemäß Abstufungen der KfzKennzVO (2006) vorsieht.

Ergänzend ist zusätzlich der o.g. Planfall B-Plan Kö-Bogen unter Annahme der Bedingungen einer Umweltzone im Sinne des o.g. gesamtstädtischen Luftreinhalteplans Düsseldorf zu betrachten.



0 100 200 300 400 Meter



Abb. 2.1: Lageplan mit berücksichtigten Straßenabschnitten (schwarz), bestehender Bebauung (grau) und Planung B-Planbereich (rot), MISKAM-Rechengebiet ist blau abgegrenzt.

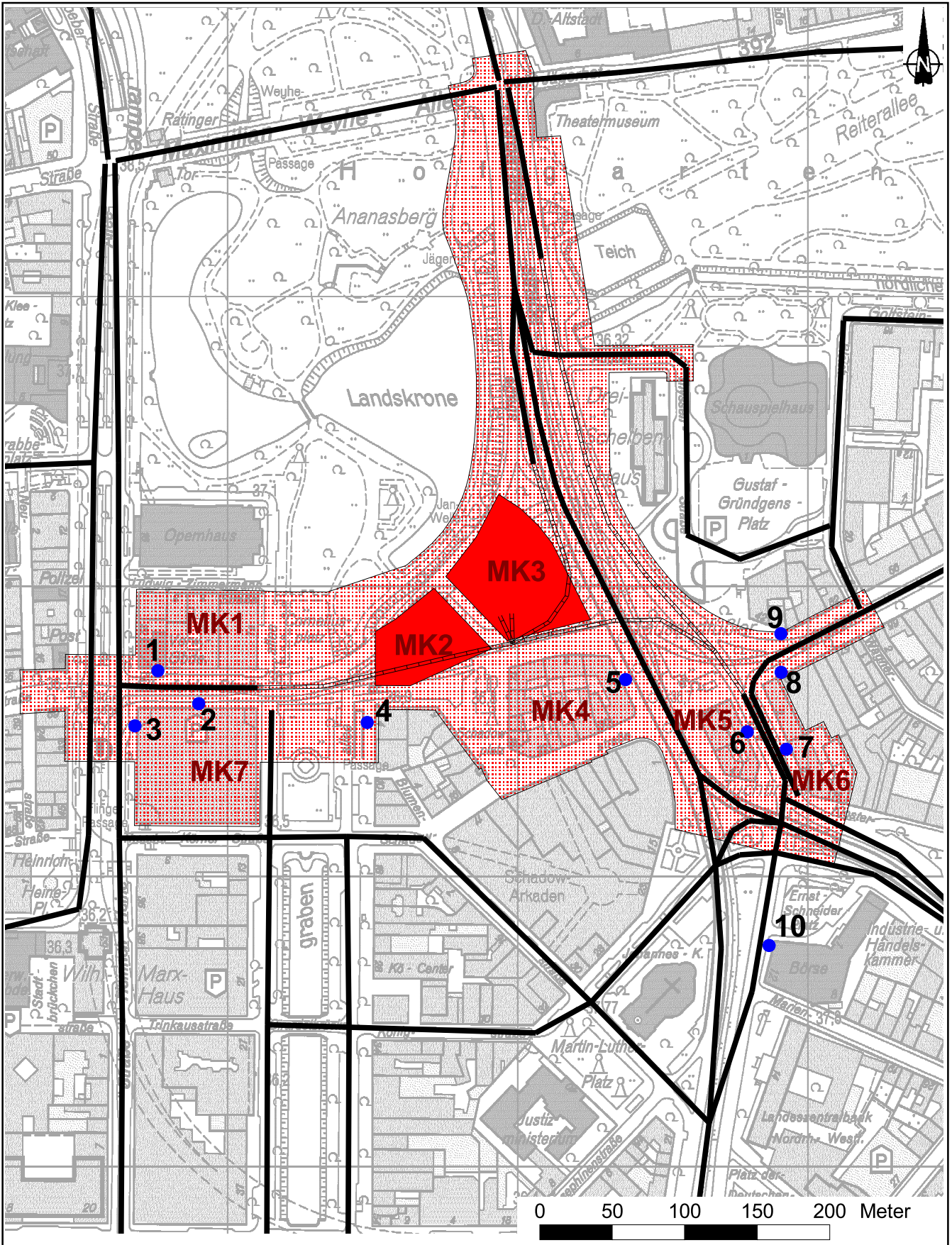


Abb. 2.2: Lageplan (innerer Ausschnitt) mit geplanten Straßen (schwarz), bestehender Bebauung (grau) und Planung B-Planbereich (rot), Ausgewählte Untersuchungspunkte sind blau markiert.

3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Luftschadstoffimmissionen unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Der Vergleich der Schadstoffimmissionen 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 vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide NO_x und Feinstaubpartikel PM_{10} . Unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Messwerte von Schadstoffimmissionen sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO_2 und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe

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 bis 2009	-	200 (98-Prozent-Wert)
NO_2	Grenzwert ab 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM_{10}	Grenzwert ab 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 22. BImSchV (2002)

Die Beurteilung der Luftschadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert. Weiter orientiert sich die Bewertung an der Einstufung von Schadstoffim-

missionen (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

3.2.1 Emissions- und Immissionsbestimmung

Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet werden zunächst auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen ermittelt. Mithilfe von Ausbreitungsrechnungen werden die durch diese Emissionen verursachten Schadstoffkonzentrationen im Untersuchungsgebiet ermittelt. Auf der Grundlage einer geeigneten Windstatistik (Kap. 4.3) und der Emissionsganglinien werden die statistischen Jahreskennwerte der verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen ermittelt. Der so berechneten Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die Hintergrundbelastung (Kap. 4.2) überlagert. Die für die Ausbreitungsrechnungen notwendigen Daten zur Meteorologie und Hintergrundbelastung werden durch Auswertung von Messdaten erstellt bzw. abgeleitet.

Die Emissionsberechnung erfolgt entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003). Mithilfe der Informationen über Verkehrsflusskenngrößen (z.B. Straßentyp, Verkehrsdichte, zulässige Höchstgeschwindigkeit, Längsneigung usw.) werden sogenannte Verkehrssituationen sowie Stauanteile für die einzelnen Straßenabschnitte festgelegt, die als Attribute der Straßenabschnitte digitalisiert werden. Die mittleren Emissionsfaktoren und Startzuschläge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank

„Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 2.1 (UBA, 2004) entnommen. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachteten Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Startzuschlägen, Stauanteilen und Längsneigungseinflüssen berechnet. Die Emissionen der Fahrzeuge aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im aktuellen HBEFA 2.1 nicht behandelt. Die PM10-Emissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung erfolgt auf der Grundlage von Auswertungen von PM10-Messdaten (BASt, 2005, Düring und Lohmeyer, 2004).

Die Situation im Untersuchungsgebiet erfordert u.a. die Berücksichtigung des Einflusses der Gebäude auf die Luftströmungen. Für diesen Anwendungsbereich wird das mikroskalige Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM in Kombination mit dem Modell PROKAS eingesetzt (www.lohmeyer.de/software). Das Modell MISKAM wurde anhand mehrerer Datensätze aus Windkanälen und Naturmessreihen überprüft und umfangreich validiert (Eichhorn et al., 1995, Eichhorn, 2003, Eichhorn, 2004, Schädler et al., 1996). Unser Büro hat sich mit dem Modell MISKAM an einem bundesweiten, von BWPLUS Forschungszentrum Karlsruhe veranstalteten „Vergleich von berechneten Immissionswerten innerhalb eines beidseitig bebauten Straßenquerschnitts“ erfolgreich beteiligt.

Das Modell MISKAM arbeitet auf einem nicht-äquidistanten Rechengitter. Bei den für die vorliegende Untersuchung durchgeführten Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen werden die Vorgaben der VDI-Richtlinie für prognostische Windfeldmodelle (VDI, 2005) hinsichtlich Auflösung und Größe des Rechengitters beachtet. Das hier angesetzte Rechengitter 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.

Für jeden Untersuchungsfall wurde ein nicht-äquidistantes Rechengitter mit einer Grundfläche von ca. 1350 x 1350 m² (siehe **Abb. 2.1**) und einer Höhe von ca. 500 m generiert, dessen horizontale Auflösung in sensitiven Bereichen 1 m und im übrigen Untersuchungsgebiet 2 m beträgt. Die vertikale Auflösung ist bodennah 0.6 m. Zum Rand des Rechengebietes hin wird die Auflösung entsprechend den Vorgaben des Modellentwicklers (Eichhorn, 2003) mit dem Faktor 1.2 schrittweise gespreizt. Die Gebäude innerhalb des Rechengebietes wurden entsprechend ihrer Lage und ihren Abmessungen (Höhe, Grundriss) auf dieses Rechengitter abgebildet. Die verkehrsbedingten Schadstoffemissionen der einzelnen Fahrstreifen wurden jeweils als Volumenquellen ebenfalls auf dieses Rechengitter abgebildet.

Die Berechnungen erfolgten mit dem PC-Programm WinMiskam Version 2.12 vom 31.05.2007 (www.lohmeyer.de/software) und dem Modell MISKAM Version 5.01 vom

24.01.2005. Zunächst wurde in 10-Gradschritten die Anströmrichtung (Windrichtung) variiert und die zugehörigen 3-dimensionalen Strömungsfelder (Windrichtung und Windgeschwindigkeit) mit dem mikroskaligen Strömungsmodell MISKAM berechnet. Unter Berücksichtigung der Emissionen der Straßen wurden anschließend mit dem Modell für alle betrachteten Windrichtungen die Schadstoffkonzentrationen für die betrachteten Schadstoffe ermittelt. Die Immissionsbeiträge der umliegenden Straßen außerhalb der MISKAM-Rechengebiete werden mit dem Modell PROKAS_V ermittelt (www.lohmeyer.de/software).

Für jeden Schadstoff wurden aus den erzeugten 36 Konzentrationsfeldern mit WinMISKAM unter Verwendung der Windstatistik, der Emissionsganglinien und der Schadstoffhintergrundbelastung die statistischen Immissionskenngrößen für jede Rasterzelle im Untersuchungsgebiet berechnet. Die Umsetzung des bei Verbrennungsprozessen emittierten NO in NO₂ wird über eine empirische Konversionsformel berücksichtigt (Romberg et al. 1996). Die für die Ausbreitungsrechnungen notwendigen Daten zur Meteorologie und Hintergrundbelastung werden durch Auswertung von Messdaten erstellt bzw. abgeleitet (siehe Kap. 4).

3.2.2 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

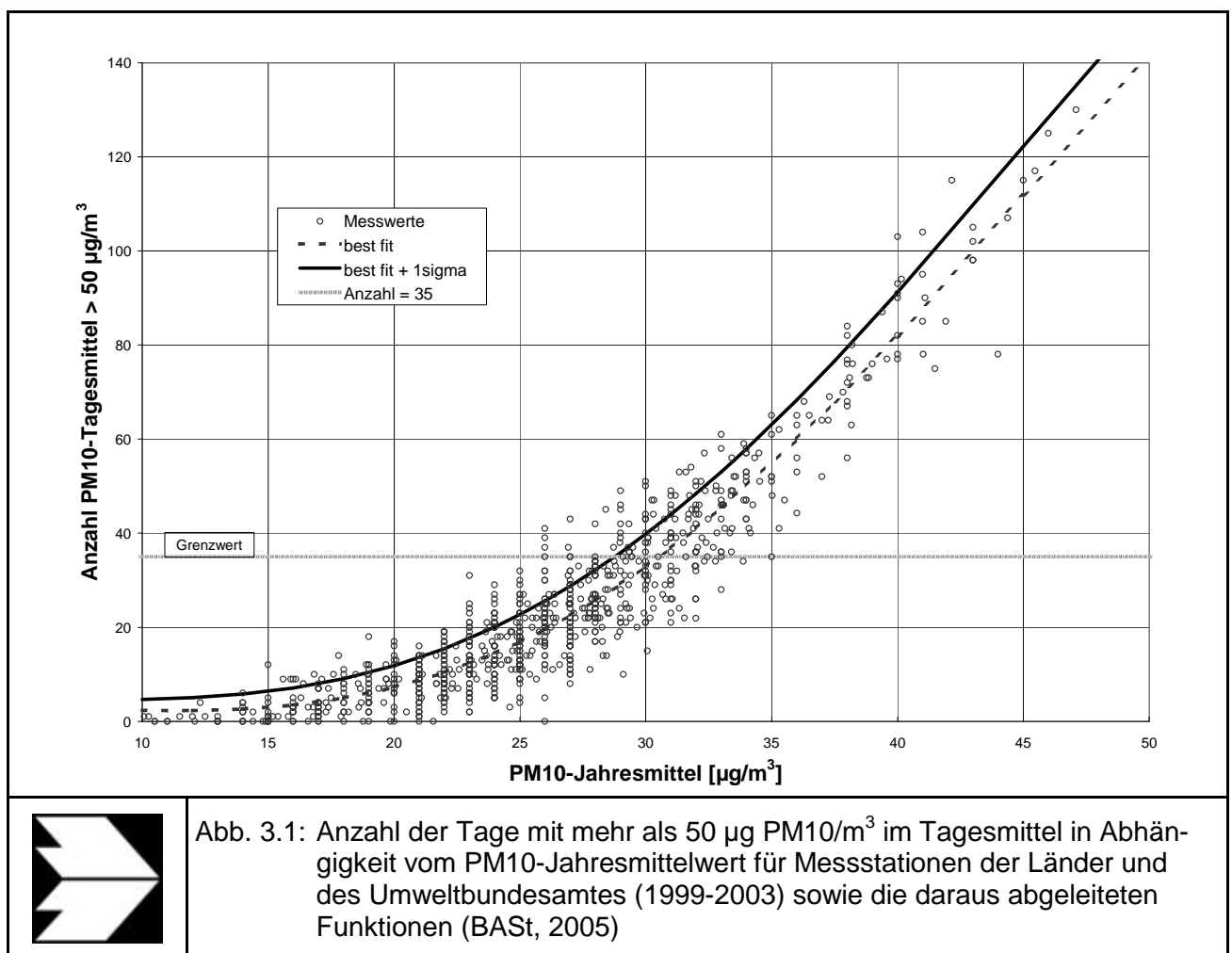
Die 22. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von 130 µg/m³ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 22. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von 50 µg/m³ 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 µg/m³ 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) 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 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. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).



4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage der Straßen, der Bebauung und der sonstigen Emissionsquellen im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet sowie verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Die Verkehrsdaten, die Lagepläne und die digitalen Daten des Bebauungskatasters wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung.

Grundlage der vorliegenden Untersuchung sind u.a. die nachfolgenden Unterlagen:

- Digitale Bebauungsdaten und Karten (Stadtverwaltung Düsseldorf, 2006)
- Verkehrsprognosen B-Plan Kö-Bogen (Schüßler-Plan, Stand Januar 2008)
- Verkehrsprognosen 2010 (Stadtverwaltung Düsseldorf, 2008)
- Diverse Verkehrszählungen aus Düsseldorf (Stadtverwaltung Düsseldorf, 2006)
- Digitaler Lageplan zum Bebauungsplan, Stand April 2007
- Luftbilder und diverse Fotos vom Untersuchungsgebiet
- Ortsbegehung am 14.08.2006
- Berichte über die Messergebnisse des Luftqualitätsüberwachungssystems LUQS in NRW, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, www.lua.nrw.de
- meteorologische Messdaten der Düsseldorfer LUQS-Station Reisholz

4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten für das Prognosejahr 2010 wurden für die zu berücksichtigenden Straßen in Form von Tagesverkehrsmengen von der Stadtverwaltung Düsseldorf, Amt für Verkehrsmanagement, Abteilung Verkehrsplanung 66/2.1, und vom Verkehrsgutachter (Schüßler-Plan, 2008) zur Verfügung gestellt. Die Daten bestehen aus Angaben in Kfz/16h für Werktagen - die nach Angaben der Stadtverwaltung der auf ein Jahr bezogenen durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV in Kfz/24h) entspricht - für alle Kfz und getrennt jeweils für die einzelnen Fahrzeugarten Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge und Busse. Die für die Untersuchung angesetzten Verkehrsdaten im Untersuchungsgebiet und den angrenzenden Bereichen sind in der **Abb. 4.1** und der **Abb. 4.2** dargestellt. Die Lkw-Anteile wurden entsprechend der Verkehrszählungen und Angaben des Amtes für Verkehrsmanagement in der Elberfelder Straße mit 3% und ansonsten im gesamten Netz mit 2% angesetzt. Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt. Diese Ganglinien wurden anhand von Straßenverkehrszählungen in der Innenstadt von Düsseldorf (**Abb. 4.3**) und Angaben der Stadt Düsseldorf ermittelt.

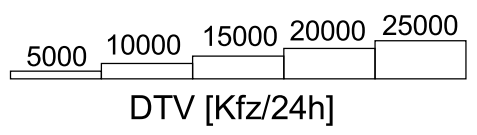
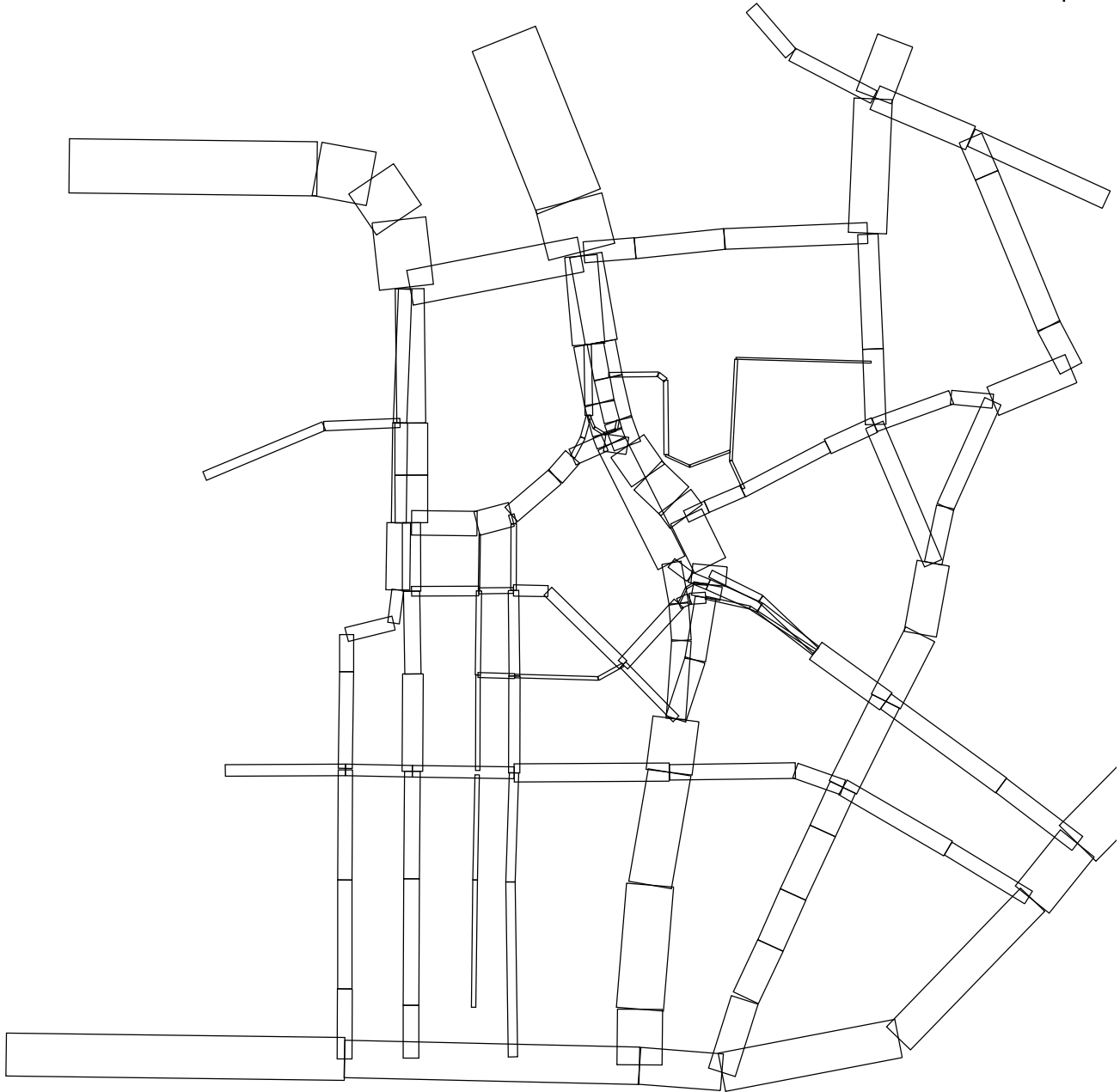


Abb. 4.1: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h]
Nullfall

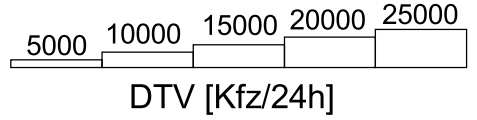
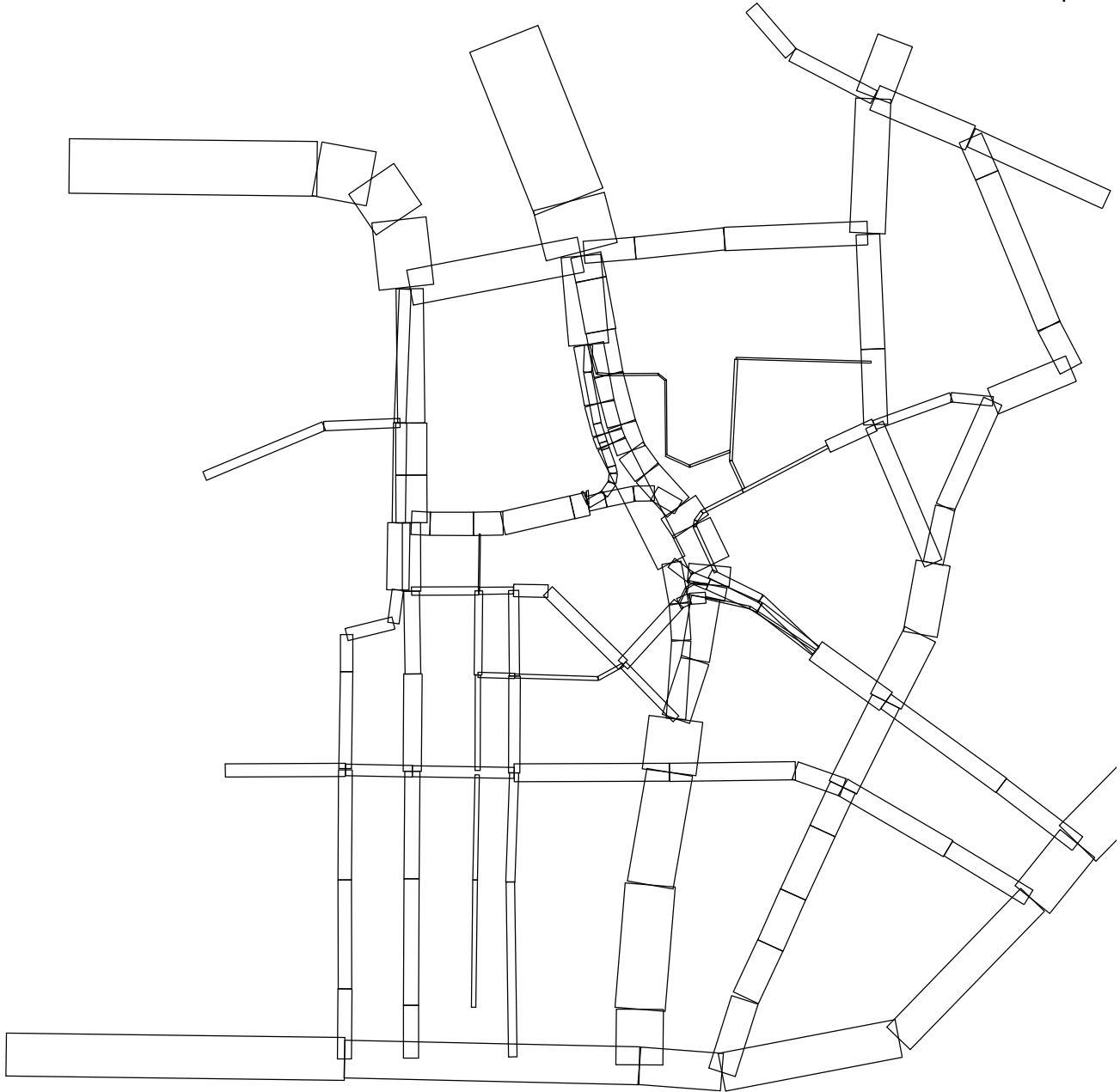
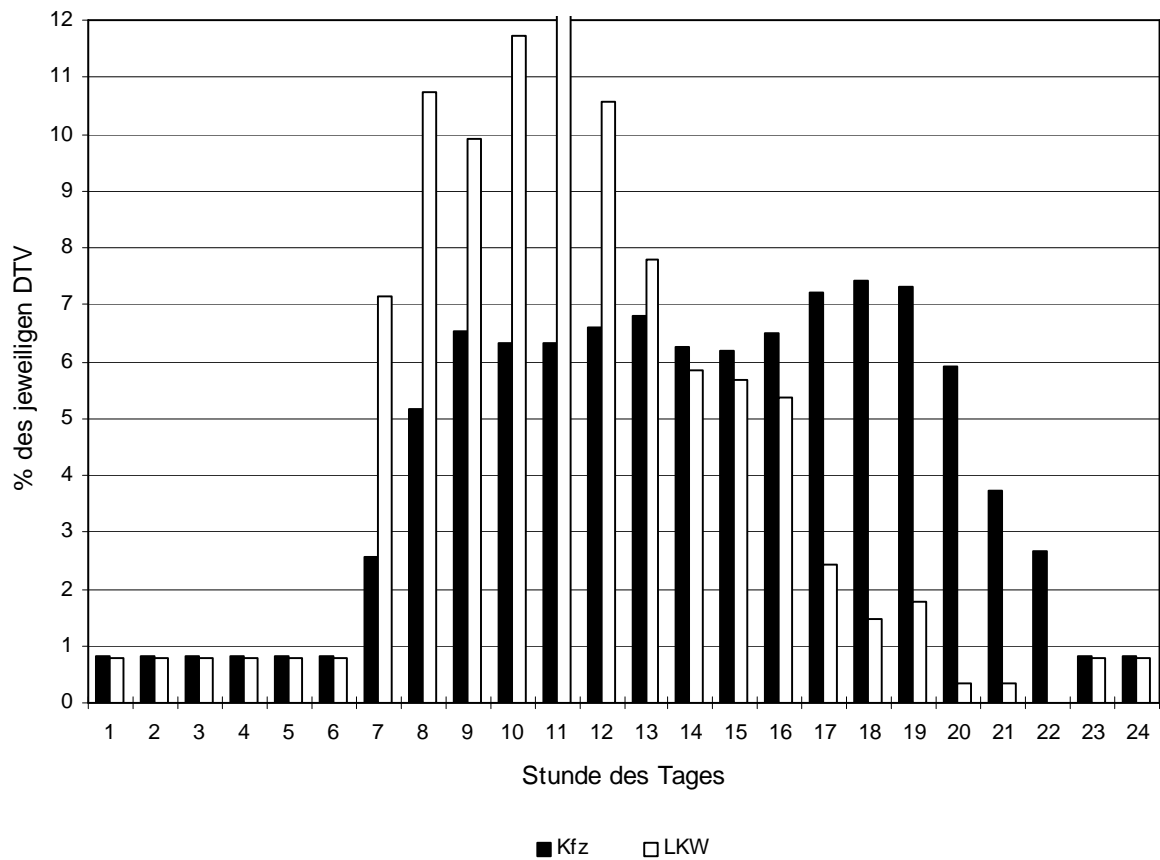
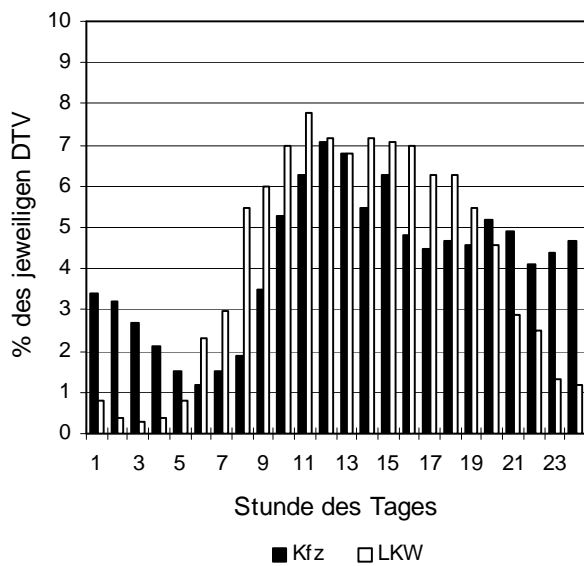


Abb. 4.2: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h]
Planfall B-Plan Kö-Bogen (Maximalszenario)

Verkehrstagesganglinie Montag - Freitag



Verkehrstagesganglinie Samstag



Verkehrstagesganglinie Sonntag

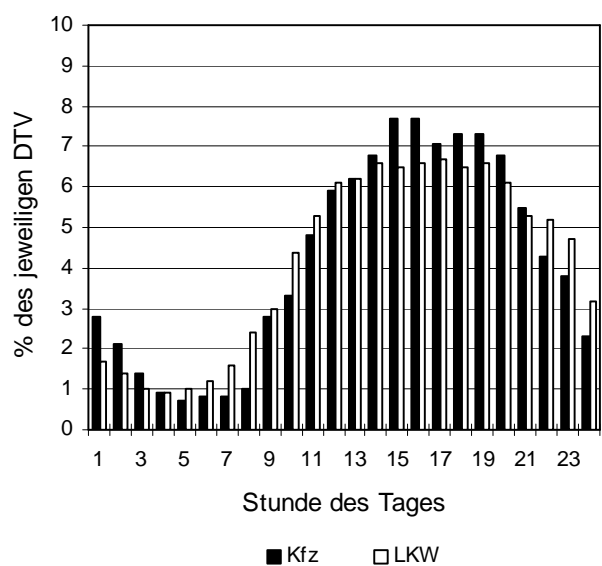


Abb. 4.3: Verkehrstagesganglinien abgeleitet aus Zähldaten ermittelt an Straßen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes in den Jahren 2003 und 2004 (Stadtverwaltung Düsseldorf, 2006)

4.2 Hintergrundbelastung

Die Immissionskonzentration eines Schadstoffes setzt sich zusammen aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung. Die Hintergrundbelastung resultiert aus Schadstoffemissionen der Industrie, von Hausbrand und außerhalb des Untersuchungsgebietes liegendem Verkehr sowie aus dem überregionalen Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigten Quellen vorläge. Die Hintergrundbelastung kann aus Messdaten abgeleitet werden.

Das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW) betreibt das Luftqualitätsüberwachungssystem in NRW (LUQS). In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden. Vorliegende Messwerte für die Schadstoffe NO₂ und Feinstaub (PM10) von Standorten in Düsseldorf und Umgebung sind in der **Tab. 4.1** aufgeführt (LUQS, 2002 bis 2005). Die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen kontinuierlich betriebenen LUQS-Messstationen sind Düsseldorf-Corneliusstraße (DDCS), ca. 1.5 km südlich, Düsseldorf-Mörsenbroich (VDDF), ca. 3 km nordöstlich, Düsseldorf-Lörick (LOER), ca. 4 km nordwestlich, Düsseldorf-Reisholz (REIS), ca. 7 km südöstlich, Ratingen-Tiefenbroich (RAT2), ca. 9 km nördlich und Krefeld-Linn (KREF), ca. 16 km nordwestlich.

Das LUA NRW unterscheidet verschiedene Stationstypen. So werden D-Lörick, D-Reisholz, Ratingen-Tiefenbroich und Krefeld-Linn als Stationen im vorstädtischen Gebiet mit dem Stationstyp „Hintergrund“ eingestuft, während D-Corneliusstraße und D-Mörsenbroich dem Stationstyp „Verkehr“ zugeordnet werden. Im betrachteten Untersuchungsgebiet prägt der Kfz-Verkehr die Luftschadstoffbelastung, andere mögliche Emittenten sind hier weniger bedeutend.

Aber auch die Messdaten der vorstädtischen Stationen sind mehr oder weniger stark von Verkehrseinflüssen geprägt, d.h. in den Messwerten sind die Auswirkungen der Emissionen des Straßenverkehrs enthalten. Die Werte der genannten Stationen können daher nicht direkt als Hintergrundbelastung angesetzt werden, weil sonst der Einfluss der dominierenden Quelle Straßenverkehr bei der Überlagerung von Zusatzbelastung und Hintergrundbelastung quasi „doppelt“ berücksichtigt würde. Bei der Ermittlung der Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet werden die vom Verkehr der in **Abb. 2.1** bzw. **Abb. 4.1** und **Abb. 4.2** dargestellten Straßenabschnitte in den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigt.

Jahr	LUQS – Station	Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Anzahl PM10-Tagesmittel > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [-]
		NO ₂ -I1	NO ₂ -I2	PM10-I1	
2002	D – Corneliusstraße	59	113	41	77
	D – Mörsenbroich	50	98	34	39
	D – Lörick	30	70	24	18
	D – Reisholz	37	81	26	18
	Krefeld – Linn	25	80	29	36
	Ratingen – Tiefenbroich	32	69	24	9
2003	D – Corneliusstraße	62	125	45	108
	D – Mörsenbroich	57	122	31	29
	D – Lörick	34	83	26	23
	D – Reisholz	44	110	30	31
	Krefeld – Linn	--	--	28	31
	Ratingen – Tiefenbroich	34	81	--	--
2004	D – Corneliusstraße	68	130	41	83
	D – Mörsenbroich	53	110	29	31
	D – Lörick	32	73	22	8
	D – Reisholz	39	98	26	21
	Krefeld – Linn	--	--	24	12
	Ratingen – Tiefenbroich	32	70	22	11
2005	D – Corneliusstraße	70	134	38	69
	D – Mörsenbroich	52	109	29	22
	D – Lörick	29	70	22	6
	D – Reisholz	38	92	26	22
	Krefeld – Linn	--	--	24	10
	Ratingen – Tiefenbroich	31	71	21	6
2006	D – Corneliusstraße	71	-	37	47
	D – Mörsenbroich	52	-	31	34
	D – Lörick	28	-	24	14
	D – Reisholz	--	-	--	--
	Krefeld – Linn	--	-	25	16
	Ratingen – Tiefenbroich	32	-	23	14

Tab. 4.1: Jahreskenngößen der gemessenen Luftschadstoffkonzentrationen in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] an LUQS-Stationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LUQS, 2001 bis 2005), I1 = Jahresmittelwert, I2 = 98-Perzentliwert

Auf Grundlage der Messdaten und den o.a. Einflüssen werden die in der **Tab. 4.2** angegebenen Werte für die aktuelle Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet angesetzt. Dies stimmt gut mit den für das Rhein-Ruhr-Gebiet als Mittel angegebenen Schadstoffbelastungen überein (LUQS, 2005).

Schadstoff	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98-Perzentliwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂	30	72
PM10	24	--

Tab. 4.2: Schadstoffhintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2005

Im Rahmen des Luftreinhalte- bzw. Aktionsplans (LRP) für die südliche Innenstadt von Düsseldorf, ausgelöst durch die hohen Messwerte an der LUQS-Station D-Corneliusstraße, wurden ebenfalls die Hintergrundbelastungen für die NO₂- und PM10-Immissionen für die Innenstadt von Düsseldorf abgeschätzt (BR Düsseldorf, 2004, 2005a und 2005b). Das Plangebiet des LRP liegt unmittelbar südlich des Untersuchungsgebietes. Der lokale Anteil des Straßenverkehrs an der Immissionssituation in der Corneliusstraße wurde mit MISKAM bestimmt. Die Modellierung entspricht also weitgehend der im vorliegenden Gutachten angewandten Vorgehensweise. Die in den o.g. LRP angegebenen Hintergrundbelastungen stimmen mit den hier angesetzten Werten der **Tab. 4.2** überein.

Aufgrund von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o.a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Für die zu erwartenden Reduktionen gibt es erste Abschätzungen, deren Ergebnisse im Herbst 2001 mit dem LAI-Unterausschuss „Verkehrsimmissionen“ abgestimmt wurden und in MLuS 02 (2005) veröffentlicht sind. Für das Prognosejahr 2010 zeigen diese Abschätzungen bezogen auf das Analysejahr 2005 Reduktionen für die Jahresmittelwerte der Immissionen von NO₂ und PM10 um ca. 6%.

Das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW) hat das Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln beauftragt, mithilfe des EURAD-Systems die regionalen Hintergrundbelastungen in einem Raster von 25 x 25 km² für verschiedene Bezugsjahre zu berechnen. Das EURAD-Modell (EURAD: Europäisches Ausbreitungs- und Depositionsmodell) beschreibt die physikalischen, chemischen und dynamischen Prozesse, die für die Emission, die chemische Produktion, den Transport und die Deposition atmosphärischer Spurenstoffe von Bedeutung sind. Als Ergebnis liefert das EURAD-System die Konzentrationen atmosphärischer Spurenstoffe in der Troposphäre über Europa. Die EURAD-Prognosen sind in den o.g. LRP für die südliche Innenstadt von Düsseldorf für Prognosen verwendet worden. Der Vergleich der EURAD-Berechnungen aus dem Jahr 2004 für den LRP Düsseldorf weist Minderungen um 22 % bei NO₂- und um 14 % bei PM10-Immissionen für das Jahr 2005 und das Jahr 2010 aus. Diese Minderungen werden als zu optimistisch eingeschätzt. Aktuellere EURAD-Berechnungen sind im Entwurf des LRP Köln vom 28.08.2006 zu finden. Demnach sinkt die regionale Hintergrundbelastung des NO₂-Jahresmittelwertes um 2 µg/m³ von 19 µg/m³ auf 17 µg/m³ und des PM10-Jahresmittelwertes ebenfalls um 2 µg/m³ von 21 µg/m³ auf 19 µg/m³.

Für die Prognose der Immissionen im Jahr 2010 werden im Sinne einer konservativen Vorgehensweise entsprechend den Abschätzungen nach MLuS 02 und den aktuellen EURAD-Berechnungen die Hintergrundbelastungswerte der **Tab. 4.3** angesetzt.

Schadstoff	Reduktionsfaktor [-]	Hintergrundbelastung im Prognosejahr [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂ Jahresmittel	0.94	28
NO ₂ 98-Perzentil	0.94	68
PM10 Jahresmittel	0.94	23

Tab. 4.3: Reduktionsfaktoren relativ zur o.a. Hintergrundbelastung sowie die damit abgeschätzten Hintergrundbelastungen für das Prognosejahr 2010

4.3 Meteorologische Daten

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

In Abstimmung mit dem Umweltamt Düsseldorf werden die Daten der LUQS-Station Düsseldorf-Reisholz verwendet, die vom Landesumwelt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW) betrieben wird. Die Winddaten der Station Düsseldorf-Reisholz werden als „für das Stadtgebiet repräsentativ“ betrachtet. Die Station steht im südlichen Vorort von Düsseldorf auf einem unbefestigten Parkplatz, umgeben von Wiesen. Das Gelände ist flach und eben, die Station frei anströmbar. Die Windmessdaten für den Zeitraum 01.01.1993 bis 31.12.2002 wurden vom LUA NRW besorgt und ausgewertet. Die ermittelte Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten für diesen Standort sind in der **Abb. 4.4** dargestellt. Die Hauptwindrichtungen sind Südost und Südwest. Bei den geringen Windgeschwindigkeiten dominieren südöstliche Richtungen. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3.1 m/s.

Windverteilung Düsseldorf

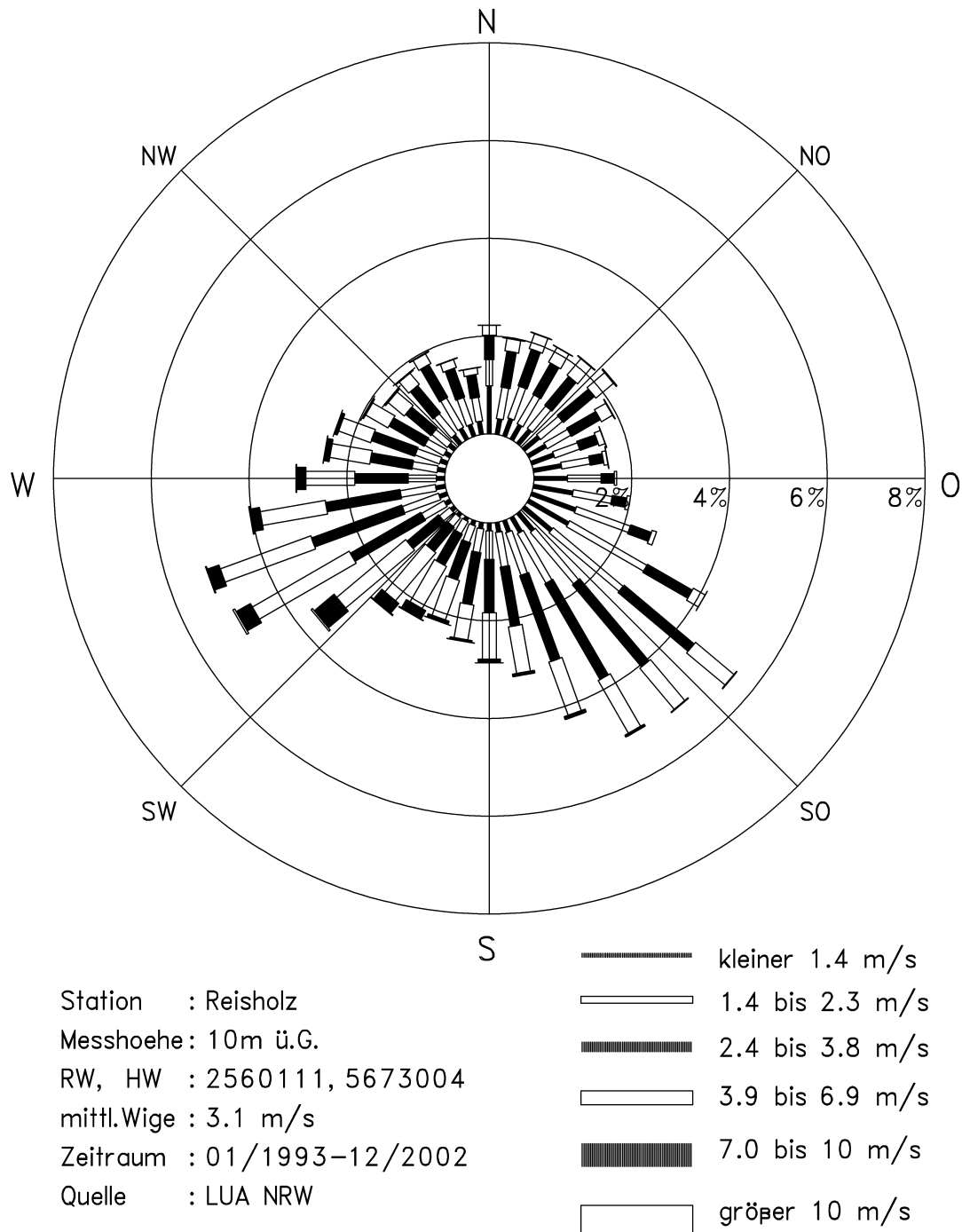


Abb. 4.4: Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der Station Düsseldorf-Reisholz (LUA NRW)

4.4 Bebauungsdaten

Die Bebauungssituation im Untersuchungsgebiet erfordert die detaillierte Berücksichtigung der Gebäudeeinflüsse auf die Luftströmungen. Als Grundlage für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen mit dem Modell MISKAM wird daher die 3-dimensionale Raumstruktur erfasst. Hierfür wurden vom Auftraggeber und von der Stadtverwaltung Düsseldorf in digitaler und analoger Form Umrisskoordinaten der bestehenden Gebäude (Katasterdaten) sowie Planunterlagen und Gebäudehöhen der Bebauung im Untersuchungsgebiet zur Verfügung gestellt. Die digitalisierten Gebäude sind in der **Abb. 4.5** dargestellt. Für den hier betrachteten Planfall „Kö-Bogen“ wurde auf den Flächen MK 2 und MK 3 jeweils das maximal mögliche Bauvolumen entsprechend B-Plan angenommen.

Basierend auf den Lagedaten wurde ein geeignetes Rechengitter (vgl. Kap. 3.2.1) definiert, das in relevanten Bereichen um die Untersuchungspunkte wie Straßenraum, Emissionsbereich etc. hoch aufgelöst ist. Das jeweilige Rechengebiet weist dabei eine horizontale Ausdehnung von ca. 1350 m mal 1350 m bei einer Gesamthöhe von ca. 500 m auf. Das Rechengitter setzt sich aus 263 x 191 x 32 Einzelzellen zusammen. Die horizontale Gitterauflösung variiert, in den interessierenden und strömungsmechanisch relevanten Bereichen beträgt sie 1 m. Die vertikale Auflösung beträgt in den unteren Schichten 0.6 m und nimmt mit der Höhe entsprechend den Vorgaben des Modellentwicklers zu (Eichhorn, 2003).

Die Gebäude und die Schadstoffquellen werden in dieses Rechengitter übertragen. Das für den jeweiligen Untersuchungsfall erzeugte Bebauungs- und Quellenmodell ist in **Abb. 4.6** dargestellt. Die Emissionen des Verkehrs werden entsprechend Kap. 5 ermittelt. Die Annäherung der Gebäude durch Quader ist durch die Anforderungen des Rechenmodells notwendig. Die Lage und die räumliche Ausdehnung der Schadstoffquellen sind jeweils schwarz markiert.



Abb. 4.5: Perspektivische Darstellung der digitalen Gebäudemodelle für den Nullfall (oben) und den Untersuchungsfall „B-Plan Kö-Bogen“ (unten), jeweils Blick aus Süden

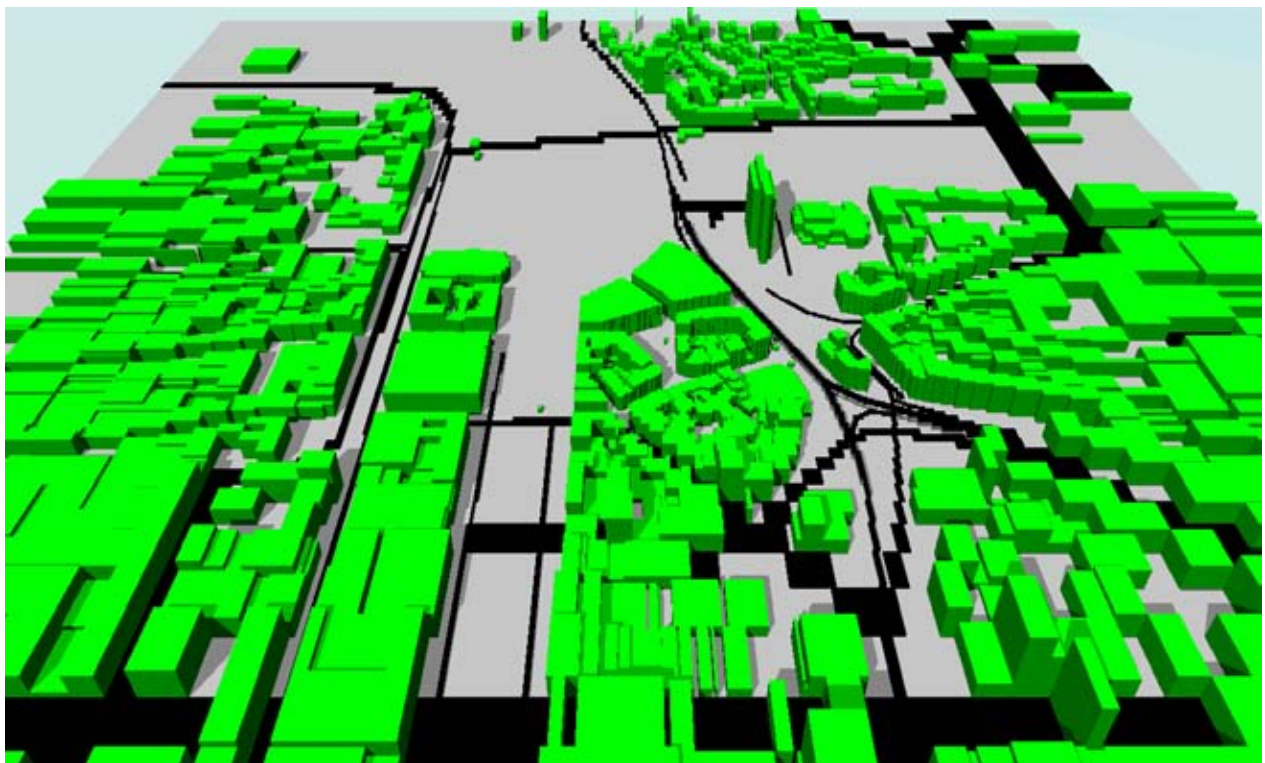
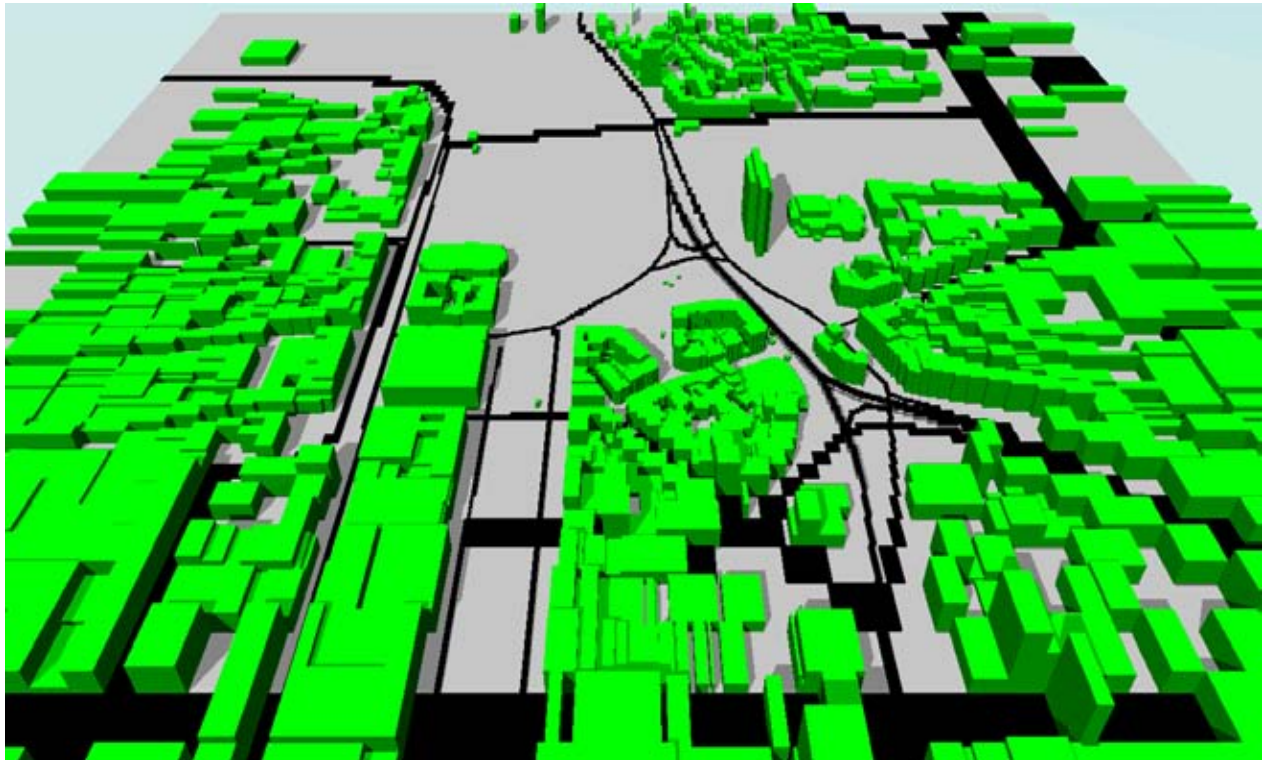


Abb. 4.6: Perspektivische Darstellung des Bebauungs- und Quellenmodells für die Berechnungen des Nullfalls (oben) und des Planfalls „B-Plan Kö-Bogen“ mit MISKAM, schwarz markiert sind Emissionsquellen (Blick aus Süden)

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren im 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, LKW und BUS unterschieden. Die Fahrzeugart PKW enthält dabei die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) und Motorräder, die Fahrzeugart LKW versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper usw., bei BUS sind es Linienbusse.

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 2.1 (UBA, 2004) 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 (siehe **Tab 5.1**).
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),

Verkehrssituation	Beschreibung
Autobahn	
AB>120	Autobahn ohne Tempolimit
AB_120	Autobahn Tempolimit 120
AB_100	Autobahn Tempolimit 100
AB_80	Autobahn Tempolimit 80
AB_60	Autobahn Tempolimit 60
AB_Bau1	Autobahn Baustelle zweistreifig
AB_Bau2	Autobahn Baustelle eng bzw. einstreifig
AB_StGo	Autobahn Stop and Go
Außerortsstraßen	
AO1	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, gerade
AO2	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, gleichmäßig kurvig
AO3	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, ungleichmäßig kurvig
Innerortsstraßen	
HVS1>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, geringe Störungen
HVS2>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, mittlere Störungen
HVS3>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, starke Störungen
HVS1	Ortsdurchfahrt, vorfahrberechtigt, ohne Störungen
HVS2	Hauptverkehrsstraße, vorfahrberechtigt, geringe Störungen
HVS3	Hauptverkehrsstraße, vorfahrberechtigt, mittlere Störungen
HVS4	Hauptverkehrsstraße, vorfahrberechtigt, starke Störungen
Kern	Innerortsstraße im Stadtkern
LSA1	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, geringe Störungen
LSA2	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, mittlere Störungen
LSA3	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, starke Störungen
NS_D	Nebenstraße, geschlossene Bebauung
NS_L	Nebenstraße, locker bebaut
StGo	Innerortsstraße bei Stop and Go

Tab. 5.1: Definition der Verkehrssituationen laut Handbuch für Emissionsfaktoren (UBA, 2004). Für einige Verkehrssituationen ist bei einer Verkehrsdichte > 1 400 oder 1 500 Kfz/h je Fahrspur zusätzlich eine Verkehrssituation „gebunden“ definiert.

- 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 Verkehrssituation StGo (innerorts Stop and Go) beschreibt regelmäßigen Verkehrsstau. StGo ist über ein Fahrmuster definiert, welches eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von 5 km/h und Standanteile von mehr als 50 % der Zeit aufweist.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2004) 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 der **Tab. 5.1** festgelegt.

5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelmissionen 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 eingetragenem Straßenstaub die in der **Tab. 5.2** aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, da dieser Prozess nur in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen relevant wird (Filliger et al., 1999).

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je KFZ [mg/km]					
Verkehrssituation (Kürzel)	Längs- neigung	NOx		PM10 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
HVS1	+/-0%	201	4420	8.9	93	22	200
HVS1-4	-4%	103	770	7.2	40	22	200
HVS1-6	-6%	70	900	6.4	47	22	200
HVS1+4	+4%	329	10070	15.0	170	22	200
HVS1+6	+6%	416	12620	21.8	195	22	200
d_io_m	+/-0%	242	6730	10.8	179	40	380
LSA1	+/-0%	202	5980	8.9	146	40	380
LSA1+4	+4%	354	11330	14.6	216	40	380
Tempo30	+/-0%	192	6500	4.7	98	50	450
HVS1_Tunnel	+/-0%	201	4420	8.9	93	10	200

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren in mg/km je Fahrzeug für die hier betrachteten Straßen im Bezugsjahr 2010 nach UBA (2004), BASt (2005) und Düring und Lohmeyer (2004)

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die im vorliegenden Fall angesetzten Verkehrssituationen der betrachteten Straßen sind den **Abb. 5.1** und **Abb. 5.2** zu entnehmen, klassifiziert wie im HBEFA (UBA, 2004). Relevante Längsneigungen liegen im Untersuchungsgebiet nicht vor. Die **Tab. 5.2** gibt einen Überblick über die zu diesen Verkehrssituationen gehörenden Emissionsfaktoren in den hier betrachteten Bezugsjahren.

Mithilfe des HBEFA ist bislang keine Prognose der Emissionsänderung infolge von Geschwindigkeitsbeschränkungen möglich. Für Tempo 30 können derzeit weder Emissionsfaktoren noch allgemein gültige Reduktionsfaktoren angegeben werden. Es gibt eine Reihe von Einflussfaktoren (Abstand der Knotenpunkte, Anbaustruktur, Ausbaugrad, Verkehrsbelegung etc.), deren Einfluss sich im Einzelfall stark voneinander unterscheidet, von denen aber das

Emissionsminderungspotential in Tempo 30-Zonen stark abhängt. Die Emissionsminderung bei Tempo 30 wird entsprechend den Untersuchungen des LfU Bayern (2003) angesetzt.

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x und PM_{10} werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. In den **Abb. 5.3** und **Abb. 5.4** sind beispielhaft die räumlichen Verteilungen der Emissionen für den Schadstoff NO_x dargestellt.

Die **Tab. 5.3** zeigt exemplarisch für die Elberfelder Straße im Nullfall Prognose 2010 die Verkehrskenndaten und berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten.

DTV [Kfz/24h]	LKW-Anteil [%]	Verkehrssituation	mittlere Emissionsdichte [mg/(m*s)]	
			NO_x	PM_{10}
18 800	3	LSA1	0.084	0.014

Tab. 5.3: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die Elberfelder Straße im Nullfall Prognose 2010

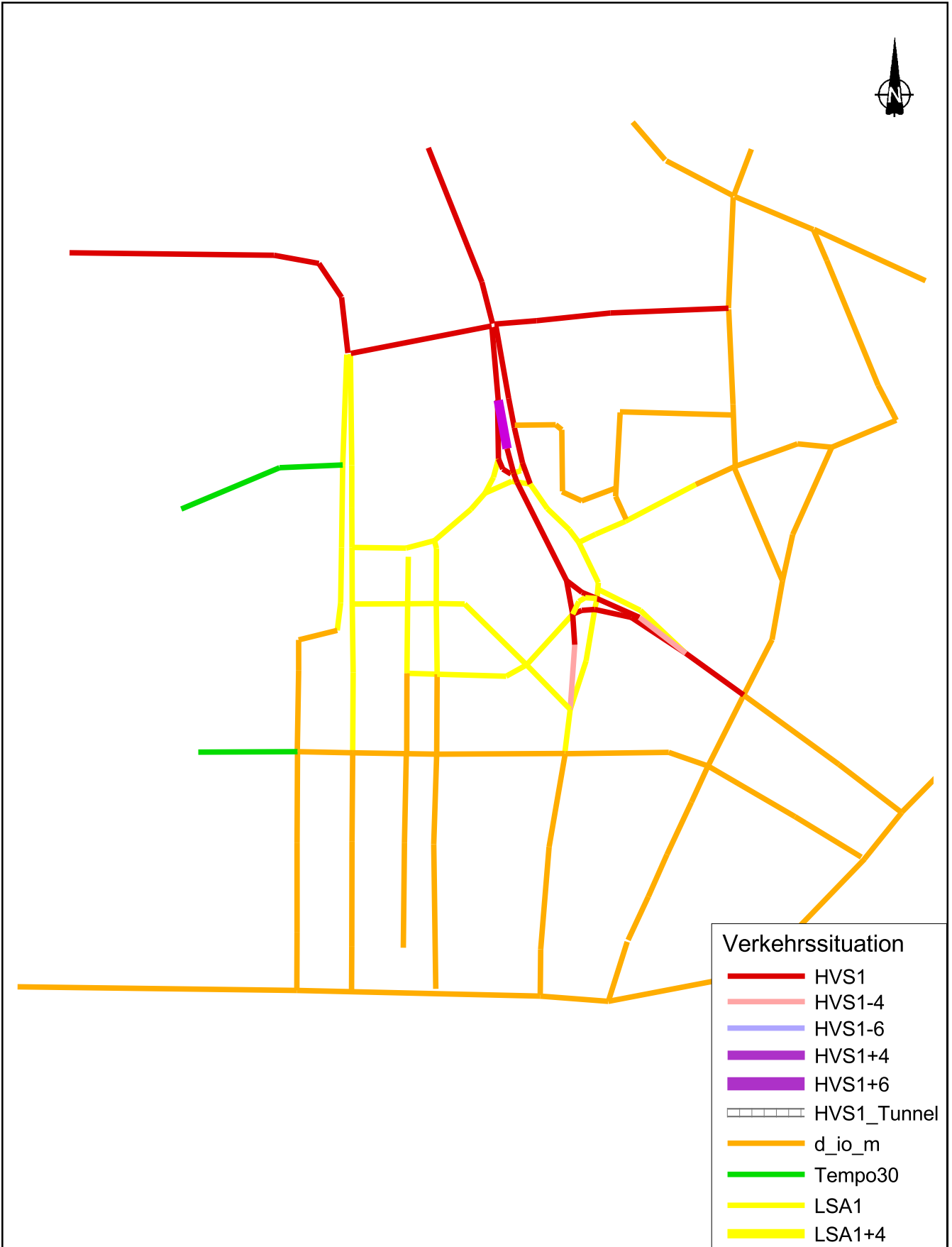


Abb. 5.1: Verkehrssituationen
Nullfall

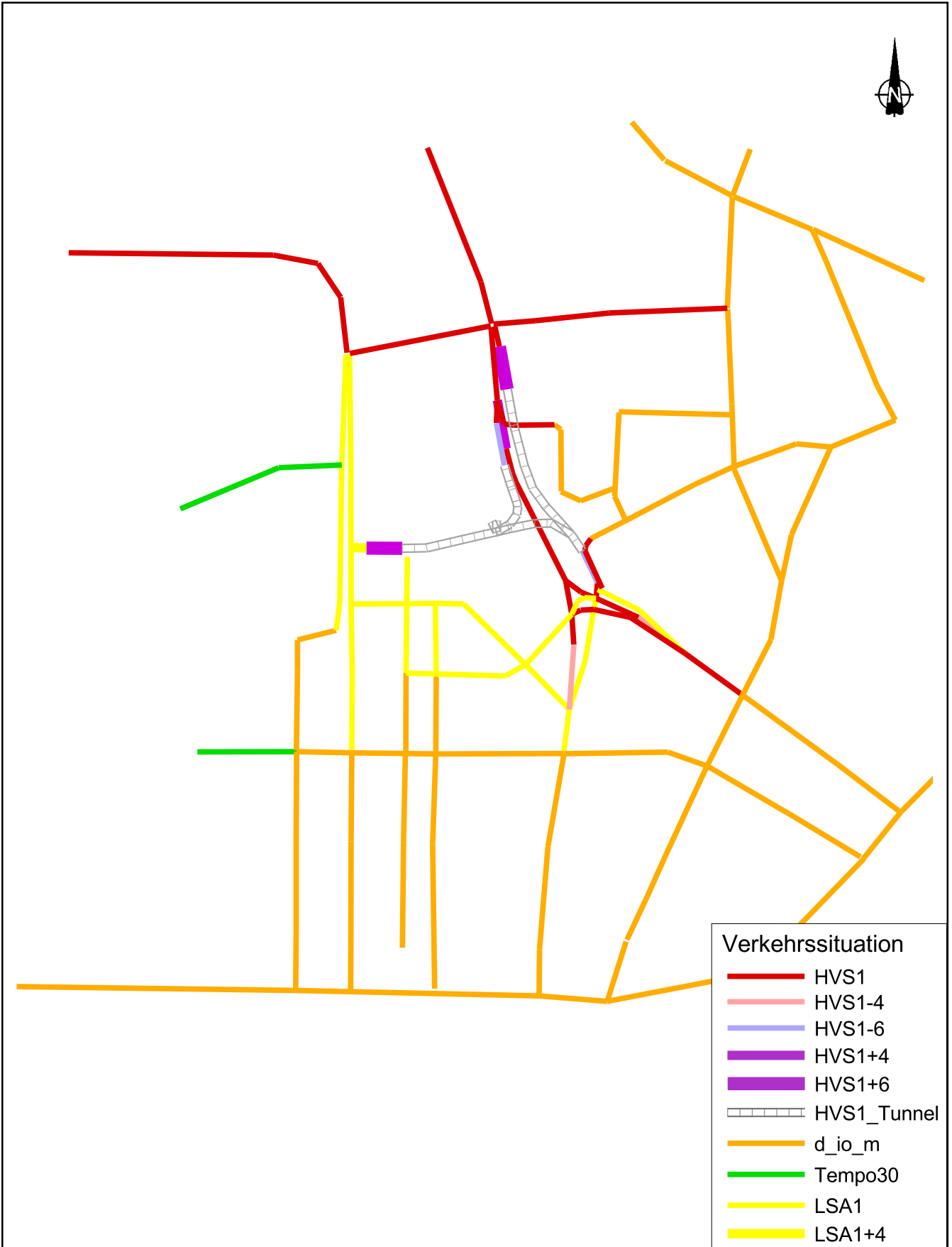


Abb. 5.2: Verkehrssituationen
Planfall B-Plan Kö-Bogen

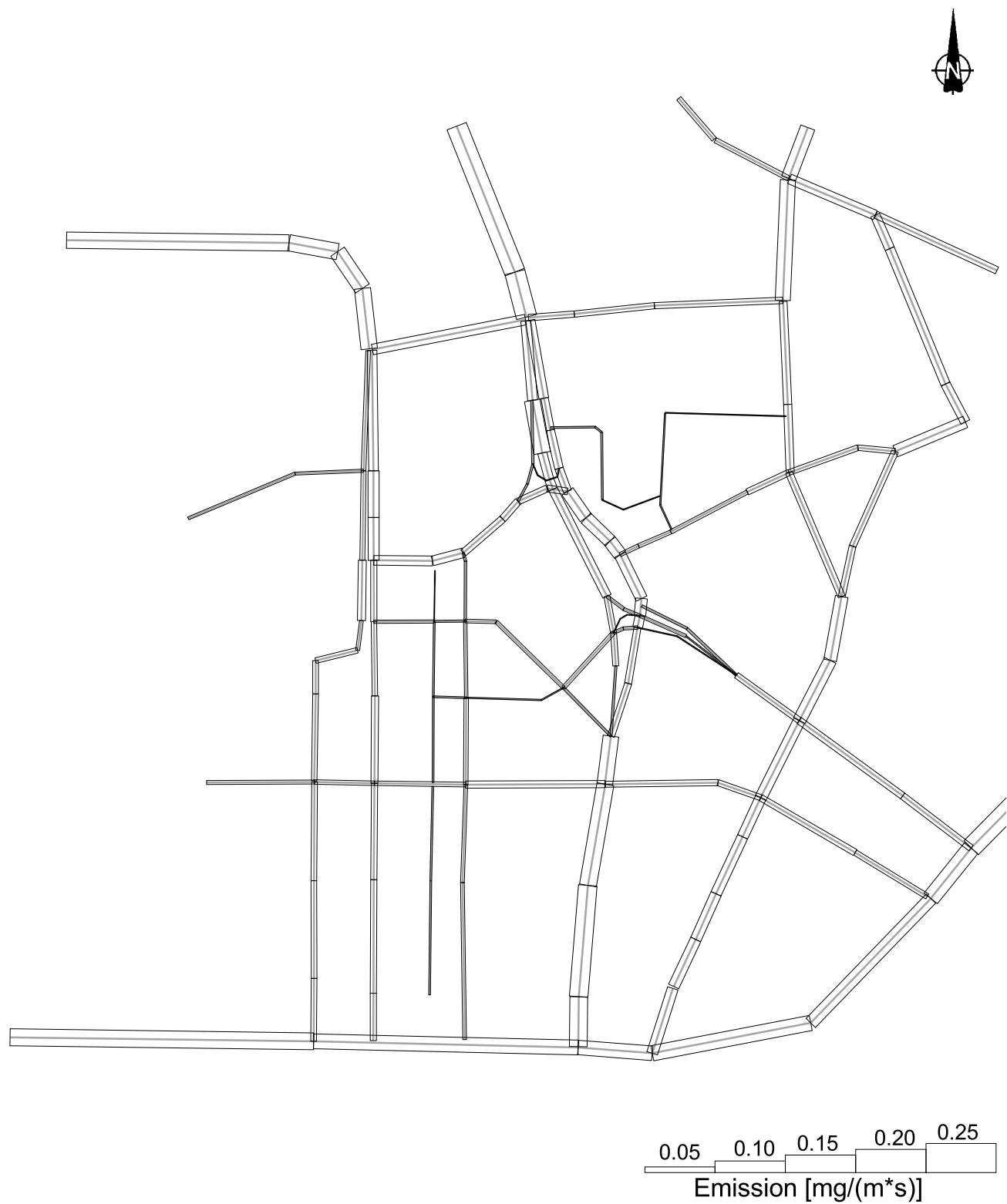


Abb. 5.3: Jahresmittlere NOx-Emissionsdichten in [mg/(m*s)]
Nullfall Prognose 2010

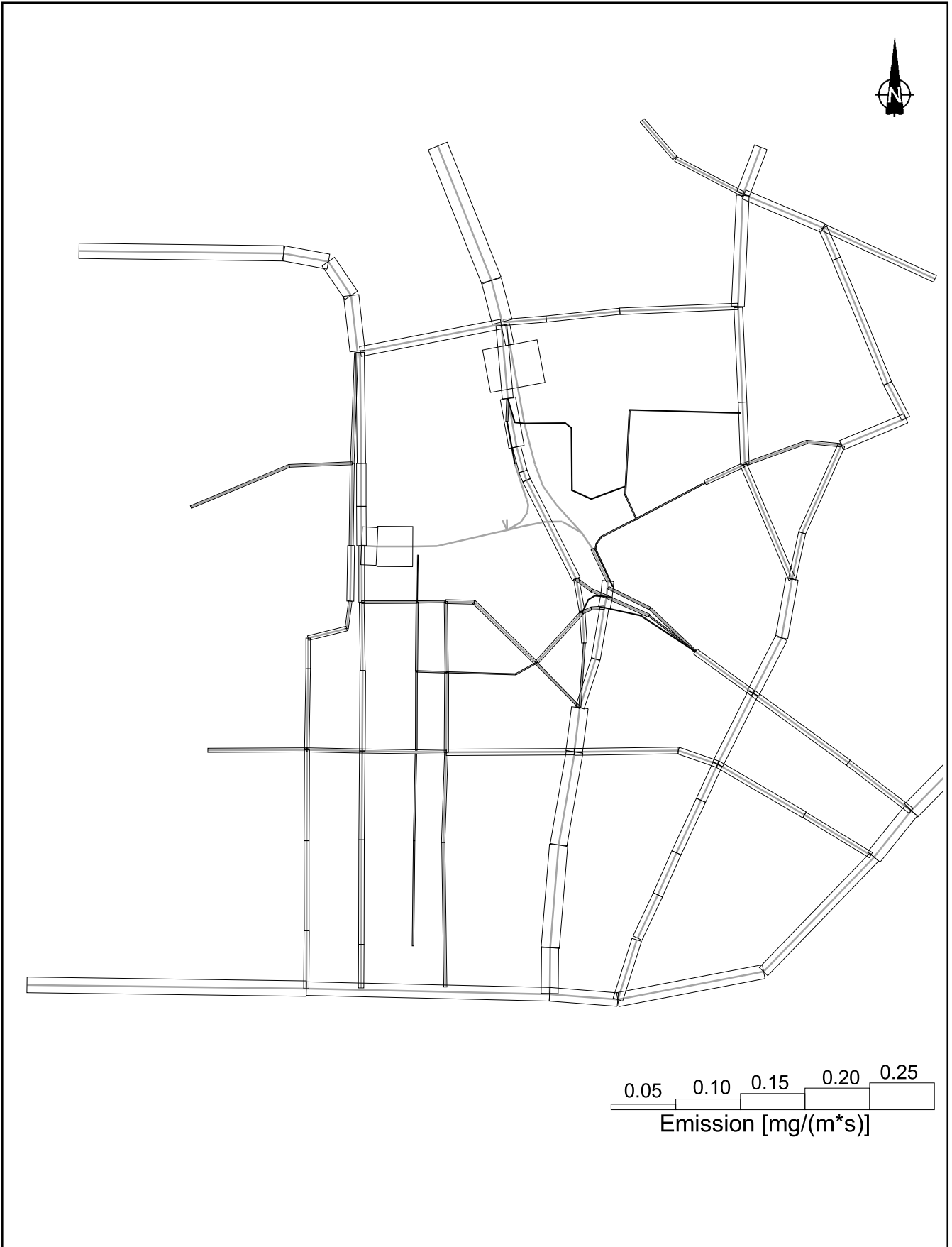


Abb. 5.4: Jahresmittlere NO_x-Emissionsdichten in [mg/(m*s)]
Planfall B-Plan Kö-Bogen

5.4 Berücksichtigung Umweltzone

Derzeit wird an der Aufstellung eines gesamtstädtischen Luftreinhalteplans (LRP) für Düsseldorf gearbeitet, gemäß Erlass des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen vom September 2006. Bestandteil des LRP wird u.a. die Minderungsmaßnahme „Umweltzone“ sein, die für die Innenstadt von Düsseldorf zweistufige Fahrbeschränkungen zum Einfahren in die Umweltzone gemäß Abstufungen der KfzKennzVO (2006) vorsieht. Nach Angaben der Stadt Düsseldorf (Umweltamt) gelten nachfolgende Straßen als Grenzen der Umweltzone: Völklingerstraße, Südring, Auf'm Hennekamp, Kruppstraße, Werdener Straße, Kettwiger Straße, Dorotheenstraße, Lindemannstraße, Brehmstraße, Grashofstraße, Heinrich-Ehrhardt-Straße, Johannstraße, Kennedydamm, Homberger Straße, Cecilienallee, Beuys-Ufer und Rheinufertunnel. Die begrenzenden Straßen sind nicht Bestandteil der Umweltzone.

Die Schadstoffbelastungsprognose 2010 für den Planfall B-Plan Kö-Bogen wird zusätzlich für die Bedingungen der Umweltzone bei Einführung der Stufe 2 durchgeführt. Die geplanten Fahrbeschränkungen für die Umweltzone in der Stufe 2 ab 2010 („gelb-grüne Zone“) fordern, dass Kfz im Gebiet der Umweltzone mindestens die Schadstoffgruppe 3 nach KfzKennzVO erfüllen (**Abb. 5.5**).

- Schadstoffgruppen der KennzeichnungsVO - Quelle: LUA NRW -

KennzeichnungsVO, Beschluss des Bundesrates vom 7.4.2006		SG 1 ³⁾ ohne Plakette	SG 2 ³⁾ rot mit Ziffer 2	SG 3 ³⁾ gelb mit Ziffer 3	SG 4 ³⁾ grün mit Ziffer 4
Pkw /INfz	sNfz				
Diesel Euro 1 und davor	Diesel Euro I und davor				
Diesel Euro 2 ¹⁾	Diesel Euro II ¹⁾				
Diesel Euro 3 ¹⁾	Diesel Euro III ¹⁾				
Diesel Euro 4	Diesel Euro IV, V, EEV ²⁾				
Otto vor Euro 1					
Otto ab Euro 1, Elektro-, Brennstoffzellenfzg.					

¹⁾ Dieselfahrzeuge werden auf Antrag einer höheren Schadstoffgruppe zugeordnet, wenn sie durch die Ausrüstung mit einer Technik zur Reduzierung der Partikelemissionen den Partikelgrenzwert dieser Schadstoffgruppe erreichen.
²⁾ EEV = Enhanced Environmentally Friendly Vehicle
³⁾ Schadstoffgruppe

Abb. 5.5: Zuordnung der Fahrzeuge in Schadstoffgruppen nach Kennzeichenverordnung (KfzKennzVO nach LUA, 2006)

Die Entwicklung der Fahrzeugflotte gemäß ihrer Anteile entsprechend der Euro-Norm bzw. der Gliederung in Schadstoffgruppen wird in Absprache mit dem Umweltamt der Stadt Düsseldorf...

seldorf wie vom Landesumweltamt NRW für den LRP Düsseldorf angesetzt. Die für die Aufstellung des o.g. LRP Düsseldorf angesetzte Prognose 2010 der Fahrzeugflotte für Düsseldorf wird übernommen. Diese sogenannte „dynamische Fahrzeugflotte“ bildet den fahrleistungsgewichteten Bestand der Pkw innerorts ab. Der statische Bestand der Fahrzeuge im Jahr 2005, wie er beim Kraftfahrtbundesamt gemeldet ist, ist davon verschieden.

Die Berechnungen der Emissionen unter Berücksichtigung der Umweltzone Stufe 2 wurden in Absprache mit dem Umweltamt unter folgenden Annahmen durchgeführt:

- Ausnahmetatbestände für Anwohner, Taxen, Rettungsdienste, ÖPNV sind nicht zu berücksichtigen - da ihr Anteil derzeit nicht abzuschätzen ist und zudem überlagert wird durch Pendler aus anderen Städten.
- Autofahrer, die ein künftig "auszuschließendes Fahrzeug" besitzen, werden auf das Autofahren nicht verzichten, d.h. die Gesamtverkehrsmenge wird nicht reduziert.
- Der Anteil der auszuschließenden Fahrzeuge wird gleichermaßen anteilig auf alle zugelassenen Schadstoffgruppen aufgeteilt.

Die letztgenannte Annahme stellt ein konservatives Szenario dar (Ersatzfahrzeuge werden aus bestehender Flotte besorgt), realistisch wird vermutlich ein Ersatz vorwiegend durch Neufahrzeuge mit EURO 5 und besser erfolgen. In der nachfolgenden **Tab. 5.4** werden exemplarisch die unter Berücksichtigung der o.g. Annahmen für die Tunnelstrecken Ost-West und Nord-West ermittelten Emissionen aufgeführt, die am Tunnelportal in der Elberfelder Straße freigesetzt werden, sowie zum Vergleich die entsprechenden mit der herkömmlichen Flotte nach HBEFA 2.1 ermittelten Emissionen. Die aktuelle Änderung der KfzKenn-VO, nach der auch Otto-Pkw mit GKat (vor Euro 1) eine grüne Plakette erhalten sollen, ist hier nicht berücksichtigt. Die Minderung der Emissionen sind daher geringfügig geringer als hier ermittelt.

NO_x-Emissionen Tunnel [mg/s]		PM10-Emissionen Tunnel [mg/s]	
Flotte HBEFA 2.1 2010	Flotte Umweltzone 2010	Flotte HBEFA 2.1 2010	Flotte Umweltzone 2010
19.8	17.2	1.68	1.53

Tab. 5.4: Einfluss der Flotte „Umweltzone Düsseldorf 2010“ auf die jahresmittleren Emissionen für die Tunnelstrecken Ost-West und Nord-West (freigesetzt in der Elberfelder Straße)

6 ERGEBNISSE

Für die hier betrachteten Untersuchungsfälle wurden die Luftschadstoffimmissionen in Bodennähe (1.5 m über Grund) bestimmt. Für den Planfall B-Plan Kö-Bogen wurden die Immissionen zusätzlich auch in der Höhe von 6.4 m über Grund ermittelt. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Da sich die Grenzwerte immer auf die Gesamtbelastung beziehen, wird im Folgenden jeweils nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt.

Neben der Betrachtung einzelner Untersuchungspunkte wurden die Luftschadstoffkonzentrationen flächendeckend ermittelt, um einen Überblick über die Schadstoffimmissionen zu erhalten. In den nachfolgenden Abbildungen ist jeweils der innere Ausschnitt des Rechengebietes (Untersuchungsgebiet) dargestellt, für den die Immissionen ermittelt wurden. Die grafische Umsetzung der ermittelten Immissionen in den Abbildungen erfolgt in Form von farbigen Symbolen, 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 (hellblau) entsprechend der Hintergrundbelastung festgelegt.

Für die Beurteilung ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an relevanten Untersuchungspunkten führen. In der 22. BImSchV sind Standortkriterien für Probenahmestellen definiert, an denen zum Schutz der menschlichen Gesundheit die Immissionen ermittelt werden sollen. Danach soll in beurteilungsrelevanten Bereichen die Aufenthaltsdauer von Personen „der Mittelungszeit des Grenzwertes Rechnung“ tragen. Auf dieser Basis lassen sich die Immissionen wie folgt beurteilen.

6.1 Immissionen Nullfall und Planfall B-Plan Kö-Bogen

In der **Abb. 2.2** sind die Untersuchungspunkte definiert, die gesondert betrachtet werden. Für diese Untersuchungspunkte sind die berechneten Immissionen für den Nullfall Prognose 2010 und für den Planfall „Kö-Bogen“ Prognose 2010 in der **Tab. 6.1** aufgeführt. Für den Planfall „Kö-Bogen“ sind zusätzlich die Immissionen in 6.4 m Höhe über Grund angegeben. Das entspricht etwa der Höhe der Hochstraße „Tausendfüßler“ im Bereich Berliner Allee und Shadowstraße. Deshalb sind dort die Immissionen gleich wie die bodennahen, ansonsten sind die Immissionen in 6.4 m Höhe durchgängig geringer als die bodennah ermittelten (vgl. auch Anhang A2).

Untersuchungspunkt		Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
ID	Straße	NO ₂ -I1	NO ₂ -I2	PM10-I1	Anzahl PM10-Tagesmittel > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Nullfall 2010 (in z = 1.5 m ü.G.)					
1	Elberfelder Straße	35	73	26	26
2	Elberfelder Straße	34	72	26	26
3	Heinrich-Heine-Allee	35	73	26	26
4	Königsallee	31	70	24	20
5	Berliner Allee	31	70	24	20
6	Berliner Allee	37	75	27	29
7	Berliner Allee	37	76	27	29
8	Schadowstraße	33	71	25	23
9	Schadowstraße	32	70	25	23
10	Berliner Allee	37	76	27	29
Planfall „Kö-Bogen“ 2010 (bodennah in z = 1.5 m ü.G.)					
1	Elberfelder Straße	45	88	28	32
2	Elberfelder Straße	47	90	28	32
3	Heinrich-Heine-Allee	38	79	27	29
4	Königsallee	30	69	24	20
5	Berliner Allee	32	70	24	20
6	Berliner Allee	33	71	26	26
7	Berliner Allee	34	72	26	26
8	Schadowstraße	30	69	24	20
9	Schadowstraße	30	69	24	20
10	Berliner Allee	39	79	28	32
Planfall „Kö-Bogen“ 2010 (in z = 6.4 m ü.G.)					
1	Elberfelder Straße	43	85	27	29
2	Elberfelder Straße	45	87	27	29
3	Heinrich-Heine-Allee	37	78	26	26
4	Königsallee	30	69	24	20
5	Berliner Allee	31	70	24	20
6	Berliner Allee	32	71	26	26
7	Berliner Allee	34	72	26	26
8	Schadowstraße	30	69	24	20
9	Schadowstraße	30	69	24	20
10	Berliner Allee	37	76	27	29
Grenzwert		40	--	40	35
Äquivalentwert		--	130	28	--

Tab. 6.1: Immissionen (bodennah für beide Untersuchungsfälle und für den Planfall zusätzlich in 6.4 m über Grund) an den ausgewählten Untersuchungspunkten nach **Abb. 6.1** (I1=Jahresmittel, I2=98-Perzentil), zum Vergleich sind die entsprechenden Immissionsgrenzwerte bzw. Äquivalentwerte mit angegeben

Die für das Untersuchungsgebiet prognostizierten 98-Perzentilwerte der NO₂-Immissionen bleiben an den Gebäudefassaden deutlich unter 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. An keinem Untersuchungspunkt treten Überschreitungen des Äquivalentwertes von 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bei den 98-Perzentilwerten

auf. Der Grenzwert nach 22. BImSchV für die NO₂-Kurzzeitbelastung wird somit eingehalten. Hinsichtlich der lufthygienischen Beurteilung ist die NO₂-Kurzzeitbelastung nicht bedeutsam. Auf die grafische Darstellung der 98-Perzentilwerte wird deshalb verzichtet.

Die ermittelten PM₁₀-Immissionen unterschreiten in beiden Untersuchungsfällen an den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten den Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m³ deutlich. An den ausgewählten Untersuchungspunkten (**Tab. 6.1**) wird mit 24 µg/m³ bis 28 µg/m³ im Jahresmittel der Äquivalentwert nicht überschritten. Damit sind an den betrachteten Untersuchungspunkten keine Überschreitungen der maximal zulässigen Anzahl von PM₁₀-Tagesmittel größer als 50 µg/m³ zu erwarten.

Die flächenhaften Darstellungen der ermittelten PM₁₀-Immissionen (Jahresmittel) im Nullfall 2010 (**Abb. 6.1**) und im Planfall B-Plan Kö-Bogen 2010 (**Abb. 6.2**) zeigen im Vergleich erhöhte Immissionen nur im Tunnelportalbereich in der Elberfelder Straße und ansonsten Minderungen der Immissionen in der Berliner Allee, Schadowstraße sowie im übrigen Teil des B-Plangebietes. An den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten an Gebäudefassaden bleiben die PM₁₀-Jahresmittelwerte unterhalb von 29 µg/m³. Damit ist zu erwarten, dass im Untersuchungsgebiet die zulässige Anzahl von Tagen mit PM₁₀-Konzentrationen von mehr als 50 µg/m³ nicht überschritten wird.

Die Prognose der PM₁₀-Emissionen ist mit Unsicherheiten behaftet, und für die Festlegung des Äquivalentwertes gibt es derzeit noch keine verbindlichen Vorgaben. Daher besitzen die bezüglich PM₁₀ getroffenen Aussagen nicht die gleiche Güte wie diejenigen für die anderen Schadstoffe. Das Verfahren stellt jedoch den aktuellen Stand der Technik dar.

Die Jahresmittel der prognostizierten NO₂-Immissionen unterschreiten im Nullfall 2010 an den betrachteten Untersuchungspunkten den Grenzwert von 40 µg/m³ (vgl. **Tab. 6.1**). In der Berliner Allee werden im Nullfall 2010 mit bis zu 37 µg/m³ hohe NO₂-Jahresmittelwerte ermittelt. Die räumliche Verteilung der NO₂-Jahresmittel ist in der **Abb. 6.3** für den Nullfall 2010 und in der **Abb. 6.4** für den Planfall B-Plan Kö-Bogen 2010 dargestellt.

Im Planfall B-Plan Kö-Bogen sind die NO₂-Immissionen im Bebauungsplangebiet in der Berliner Allee, in der Schadowstraße und weiten Teilen des B-Plangebietes geringer als im Nullfall 2010. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes werden für die Elberfelder Straße die höchsten NO₂-Immissionen ermittelt. Die NO₂-Jahresmittelwerte an den Gebäuden überschreiten dort deutlich 40 µg/m³. In diesem Bereich sind die Durchlüftungsverhältnisse durch die beidseitige hohe Straßenrandbebauung sehr ungünstig.

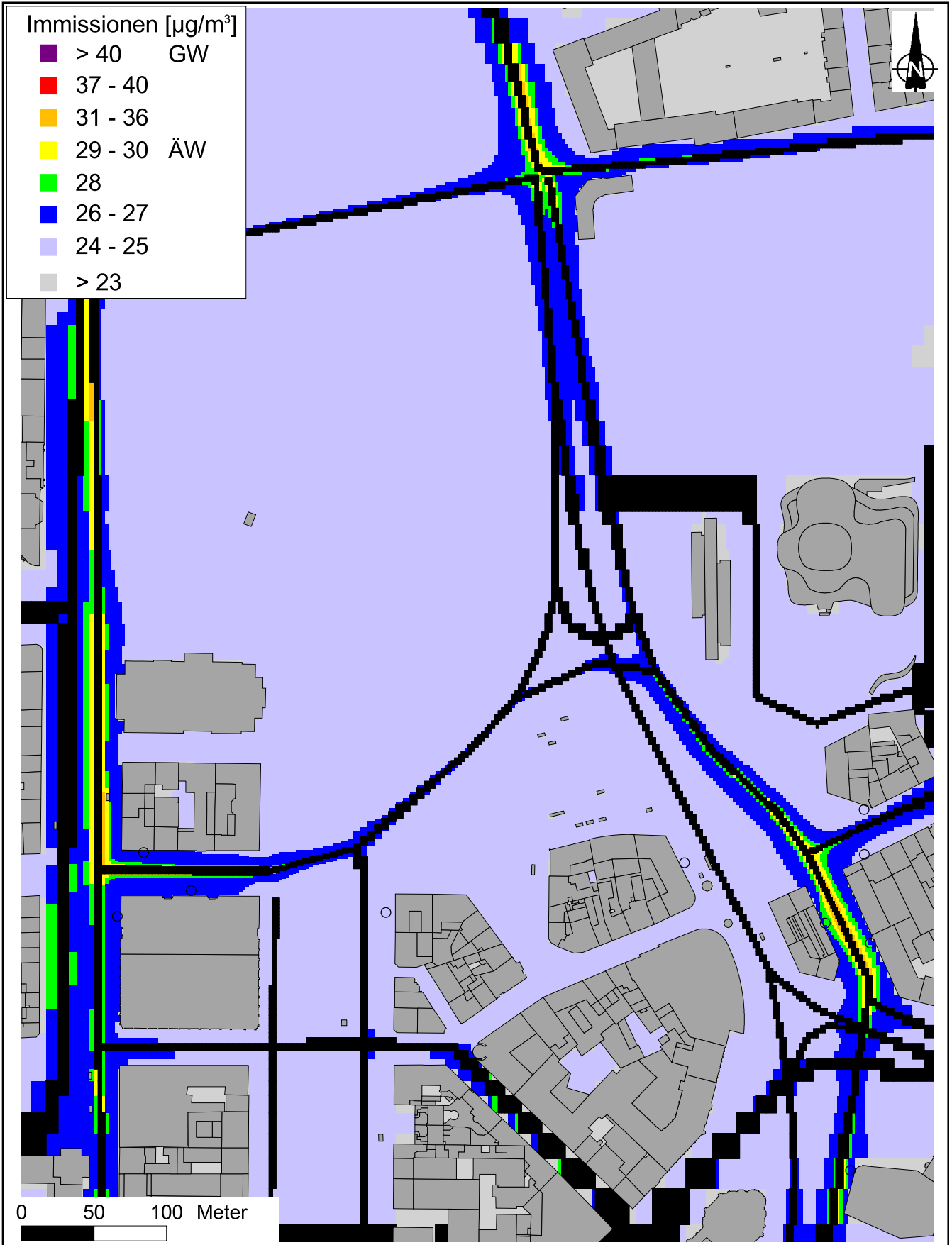


Abb. 6.1: PM10-Immissionen (Jahresmittel) im Nullfall Prognose 2010

GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel

ÄW = Immission größer als Äquivalentwert (zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten)

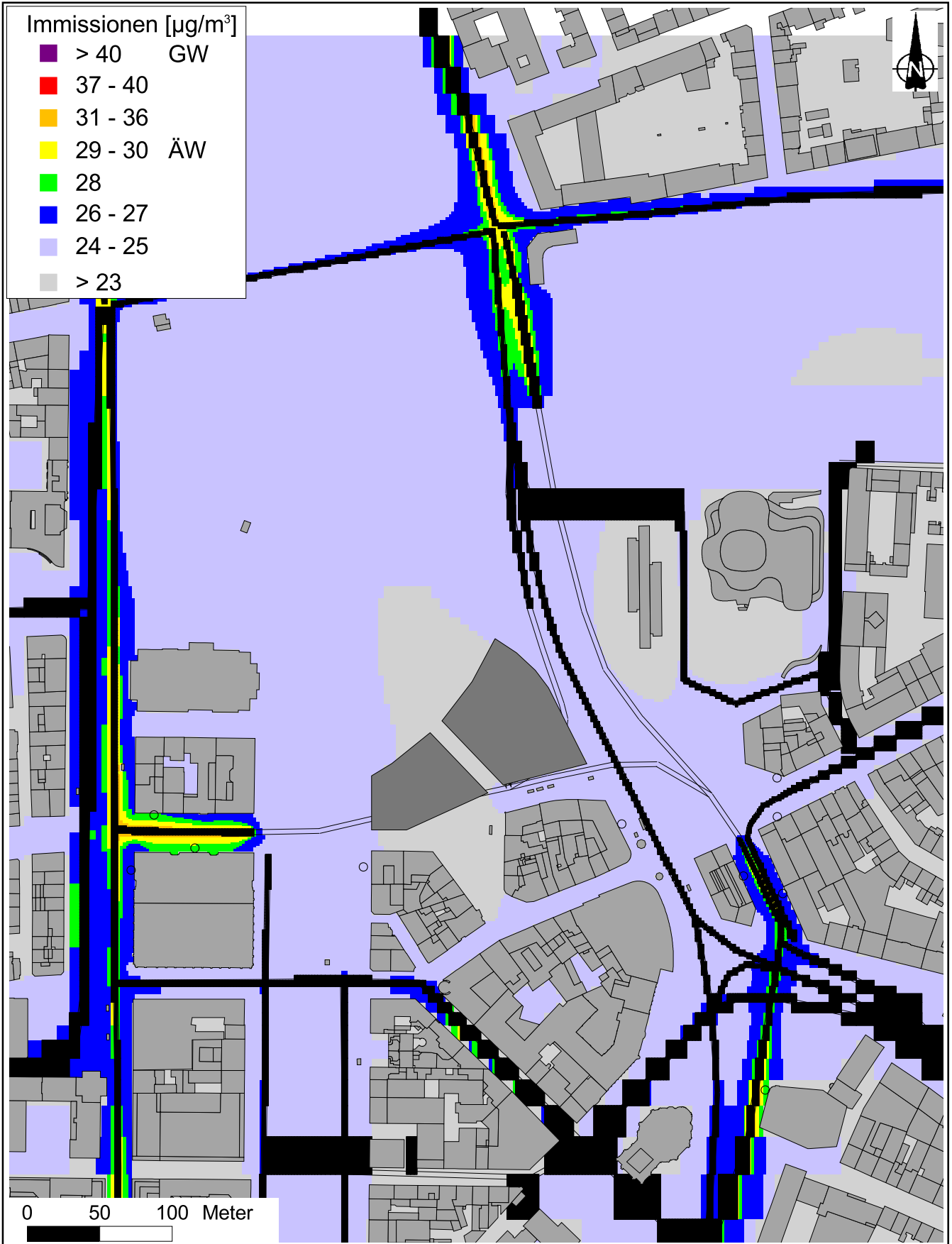


Abb. 6.2: PM10-Immissionen (Jahresmittel) B-Plan Kö-Bogen Prognose 2010

GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel

ÄW = Immission größer als Äquivalentwert (zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten)

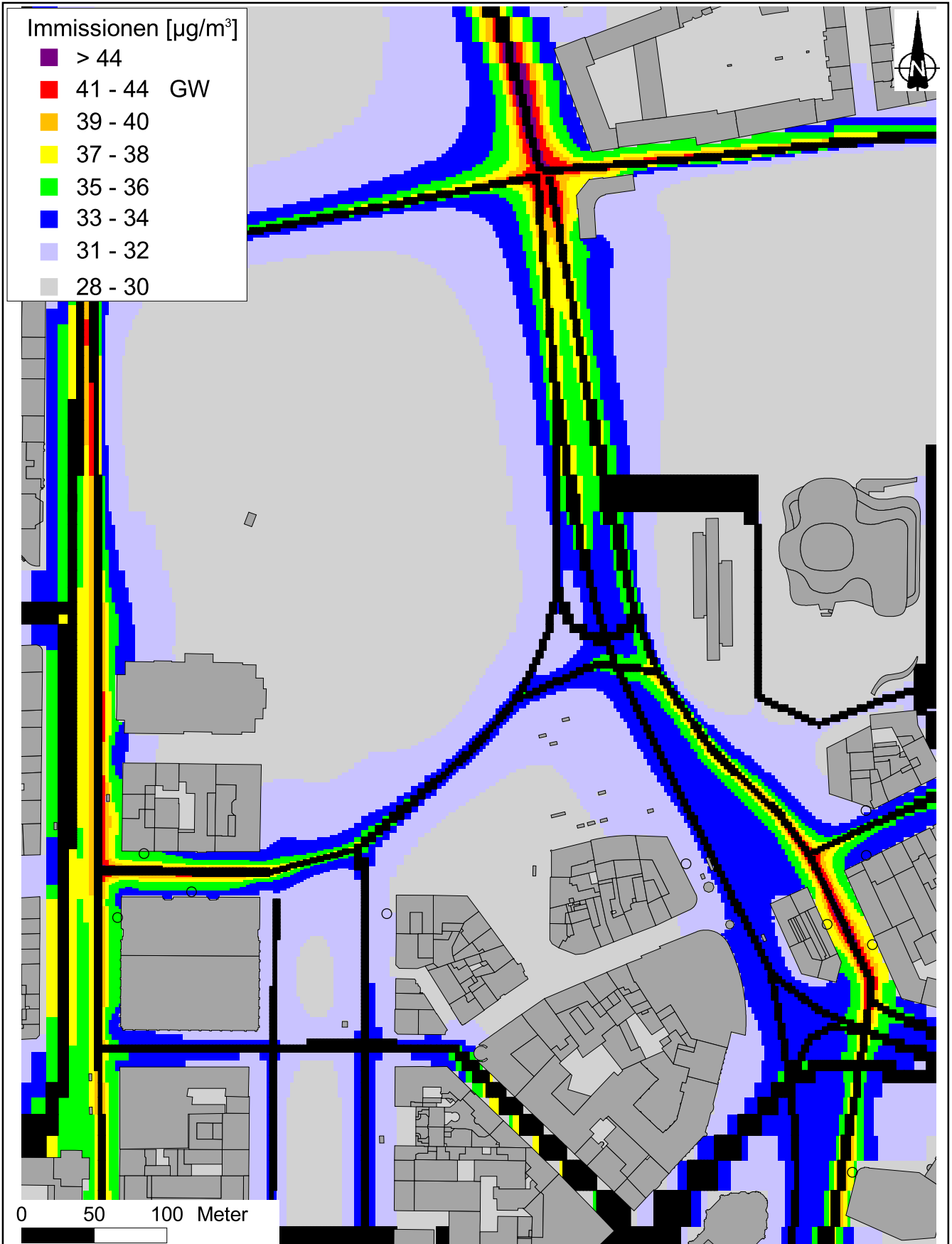


Abb. 6.3: NO₂-Immissionen (Jahresmittel) im Nullfall Prognose 2010

GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel



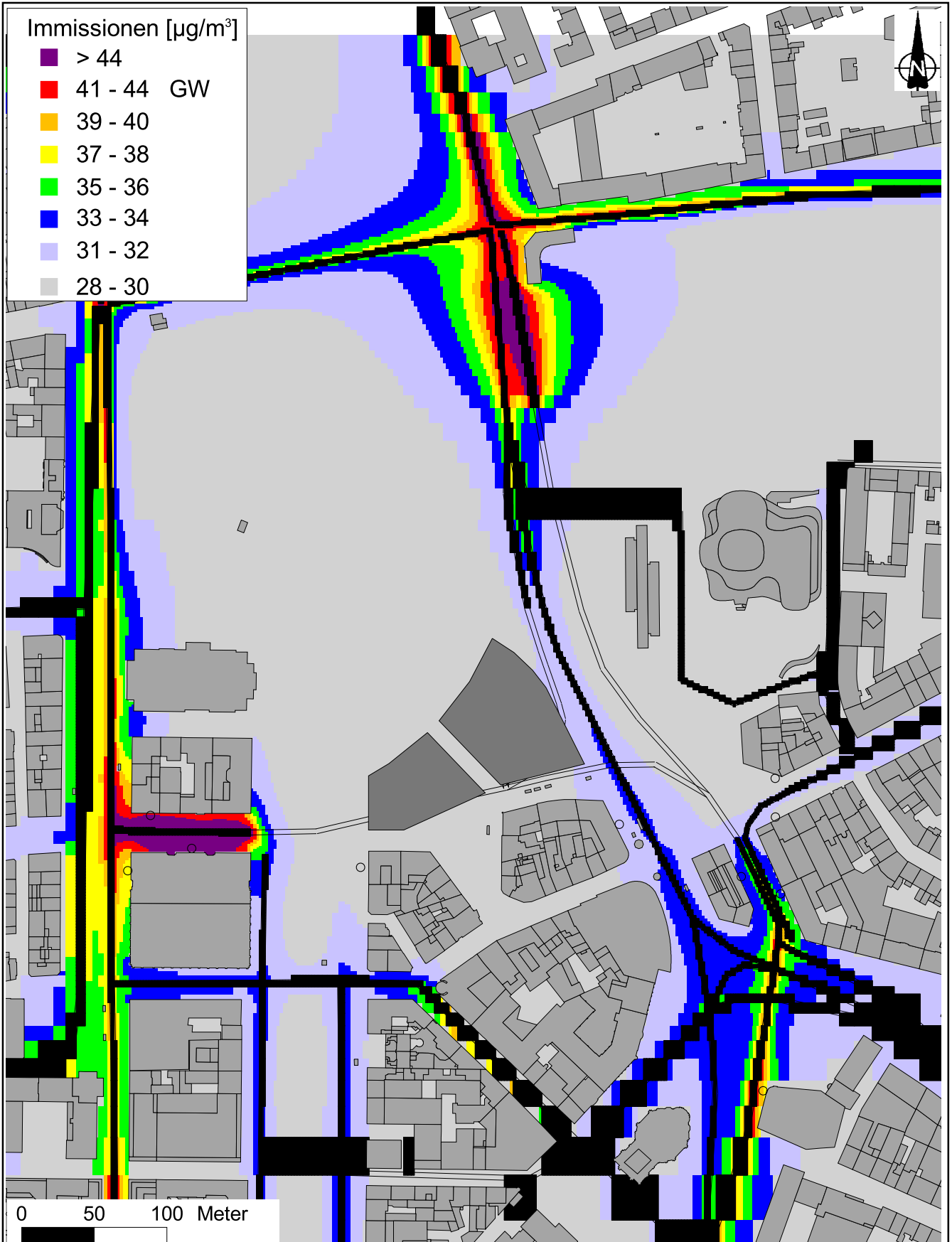


Abb. 6.4: NO₂-Immissionen (Jahresmittel) B-Plan Kö-Bogen Prognose 2010
GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel



Wie im Lüftungsgutachten Tunnel Kö-Bogen (Lohmeyer, 2008) beschrieben, strömt durch die Kolbenwirkung der Fahrzeugbewegungen die Luft im Tunnel in Fahrtrichtung zu den Ausfahrtsportalen. In der Elberfelder Straße und bei der Ausfahrt in die Hofgartenstraße treten konzentriert die auf den Tunnelstrecken emittierten Schadstoffe aus dem jeweiligen Tunnelportal aus und mischen sich zu den wegen der Steigung der Rampe hohen Emissionen der KFZ. In der Elberfelder Straße zeigen zudem die Windfeldbetrachtungen durch die betrachtete maximale Bebauung auf MK 2 und MK 3 verminderte mittlere Windgeschwindigkeiten, die höhere Schadstoffkonzentrationen zur Folge haben (Lohmeyer, 2006).

Auch am Nordportal des Süd-Nord-Tunnels an der Hofgartenstraße werden hohe NO₂-Immissionen mit bis zu 40 µg/m³ im Jahresmittel an der straßennahen Hausfassade ermittelt. Der Grenzwert nach 22. BImSchV wird damit dort noch eingehalten.

Die von der Berliner Allee und von der Hofgartenstraße auf den Rampen in den Tunnel abwärts fahrenden Fahrzeuge emittieren deutlich weniger Schadstoffe als auf ebener Strecke und erheblich weniger als auf den aufwärts führenden Rampen in die Elberfelder Straße und in die Hofgartenstraße. Daher wird im Planfall außer dem Bereich der Tieferlegung der Bereich am Knoten Berliner Allee / Schadowstraße deutlich entlastet. Für den Tunnelportalbereich bei der Ausfahrt in die Hofgartenstraße werden zwar höhere Immissionen als im Nullfall ermittelt, es werden jedoch wegen der geringeren Tunnellänge und den besseren Durchlüftungsverhältnissen (Lohmeyer, 2006) deutlich geringere Immissionen als in der Elberfelder Straße festgestellt. Im Bereich der Grünanlage Hofgarten werden durch die Planung deutliche Entlastungen der Schadstoffbelastung gegenüber der heutigen Situation erreicht.

6.2 Fazit

Die Feststellung von Grenzwert-Überschreitungen im Sinne der 22. BImSchV löst die Verfahren der Luftreinhalteplanung aus. Die Gewährleistung der Einhaltung von Grenzwerten ist dann Aufgabe eines Luftreinhalte- oder Aktionsplans. Dort können Maßnahmen mit dem Ziel „Minderung der Schadstoffbelastung“ festgesetzt werden. Dies betrifft insbesondere Maßnahmen im Bereich der Verkehrstechnik und der Verkehrslenkung, sowie der Baustellen- und Transportlogistik. Die Bebauungsplanung kann nur in begrenztem Umfang über einzelne textliche Festsetzungen Einfluss auf die Luftbelastung im und im Umfeld des Plangebietes nehmen.

Die Feststellung von Grenzwert-Überschreitungen ist an Kriterien gebunden, die in der 22. BImSchV und in Erläuterungen bzw. Rechtsgutachten zur 22. BImSchV zu finden sind. Bezüglich der durch die Modellrechnungen prognostizierten Immissionskonzentrationen

oberhalb der Grenzwerte ist zu prüfen, inwieweit die Aufenthaltsdauer von Personen an den betroffenen Untersuchungspunkten die Standortkriterien der 22. BImSchV hinsichtlich der Dauer der Immissionseinwirkung erfüllt. Gefordert ist ein Zeitraum, ... „der der Mittelungszeit des Grenzwertes Rechnung trägt“. Nach Auffassung von Rehbinder (2004) bezieht sich der Schutzbereich der Grenzwerte nicht „... auf Personen auf Haltestellen, Bahnsteigen, Laufpublikum auf Bürgersteigen ...“.

Aufgrund der hohen Schadstoffimmissionen in der Elberfelder Straße wird zur Vermeidung gesundheitlicher Schäden empfohlen, die Frischluftzufuhr der Belüftungssysteme der angrenzenden Gebäude auf die wesentlich geringer belasteten Ostseiten der Gebäude und möglichst auf Überdachniveau zu legen. Auch am Gebäude an der Tunnelrampe Nord der Hofgartenstraße sollte die Frischluft nicht von der Straßen zugeführt werden.

6.3 Immissionen unter Berücksichtigung der Umweltzone

Ergänzend wurde zusätzlich der o.g. Planfall B-Plan Kö-Bogen unter Annahme der Bedingungen einer Umweltzone im Sinne des LRP Düsseldorf betrachtet. Wie in Abschnitt 5.4 beschrieben, wurde mit den Angaben von der Stadtverwaltung Düsseldorf über die vorgesehene Maßnahme „Sperrung unter den Bedingungen der Umweltzone / Einführung der 2.Stufe“ die Emissionen für das Untersuchungsgebiet berechnet. Auf dieser Grundlage wurde eine Immissionsprognose für die Bedingungen der Umweltzone bei Einführung der Stufe 2 im Jahr 2010 durchgeführt. In den **Abb. 6.5** und **Abb. 6.6** sowie der **Tab. 6.2** sind die mit den oben erläuterten Ansätzen ermittelten Immissionen aufgeführt.

Der Vergleich mit den o.a. für den Planfall Kö-Bogen mit der Flotte 2010 nach HBEFA 2.1 (UBA, 2004) ermittelten Immissionen weist geringere Immissionen für den Planfall Umweltzone aus. Die Unterschiede bei PM10 sind sehr gering, da die dominanten PM10-Emissionen aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung nicht von der Minderungstechnik der Motoren beeinflusst werden und deshalb unabhängig von den Anteilen der Schadstoffgruppen in der Fahrzeugflotte sind.

Die Reduzierung der NO₂-Immissionen ist zwar deutlicher, aber die resultierenden NO₂-Jahresmittelwerte bleiben an den Gebäudefassaden in der Elberfelder Straße größer als 40 µg/m³. Die Wirkung der Minderungsmaßnahme Umweltzone des LRP erscheint allein als nicht ausreichend, um die Immissionen auf Werte unter den Grenzwerten der 22. BImSchV zu reduzieren. Aus dieser Sicht sind weitere Maßnahmen erforderlich, die z.B. im LRP enthalten sind und deren Wirkung jedoch heute noch nicht quantifiziert werden kann.

Die o.a. Aussagen im Fazit zur Luftschadstoffbelastung werden durch die ermittelten Auswirkungen der Umweltzone qualitativ nicht verändert.

Die aktuell in der politischen Diskussion stehende Einbeziehung von Pkw mit geregelter Katalysator (G-Kat), die vor der EURO 1-Norm zugelassen wurden, in die Schadstoffgruppe 4 (grüne Plakette), ist in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt. Sollten diese Fahrzeuge auch eine Plakette erhalten und somit in der Umweltzone zugelassen sein, wären geringere Minderungen der Schadstoffbelastungen als hier prognostiziert die Folge.

Untersuchungspunkt		Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
ID	Straße	NO ₂ -I1	NO ₂ -I2	PM10-I1	Anzahl PM10-Tagesmittel > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Planfall Umweltzone 2010 (bodennah in z = 1.5 m ü.G.)					
1	Elberfelder Straße	43	85	27	29
2	Elberfelder Straße	45	87	28	32
3	Heinrich-Heine-Allee	37	78	26	26
4	Königsallee	30	69	24	20
5	Berliner Allee	31	70	24	20
6	Berliner Allee	32	71	26	26
7	Berliner Allee	33	72	26	26
8	Schadowstraße	30	69	24	20
9	Schadowstraße	30	69	24	20
10	Berliner Allee	38	77	28	32
Planfall Umweltzone 2010 (in z = 6.4 m ü.G.)					
1	Elberfelder Straße	42	83	27	29
2	Elberfelder Straße	43	84	27	29
3	Heinrich-Heine-Allee	36	76	26	26
4	Königsallee	30	69	24	20
5	Berliner Allee	31	70	24	20
6	Berliner Allee	32	70	25	23
7	Berliner Allee	33	71	26	26
8	Schadowstraße	30	69	24	20
9	Schadowstraße	29	69	24	20
10	Berliner Allee	36	74	27	29
Grenzwert		40	--	40	35
Äquivalentwert		--	130	28	--

Tab. 6.2: Immissionsprognose Planfall Umweltzone (= B-Plan Kö-Bogen unter Berücksichtigung der Bedingungen der Umweltzone / Stufe 2) für ausgewählte Untersuchungspunkte nach **Abb. 2.2**, zum Vergleich sind die Grenzwerte bzw. Äquivalentwerte mit angegeben

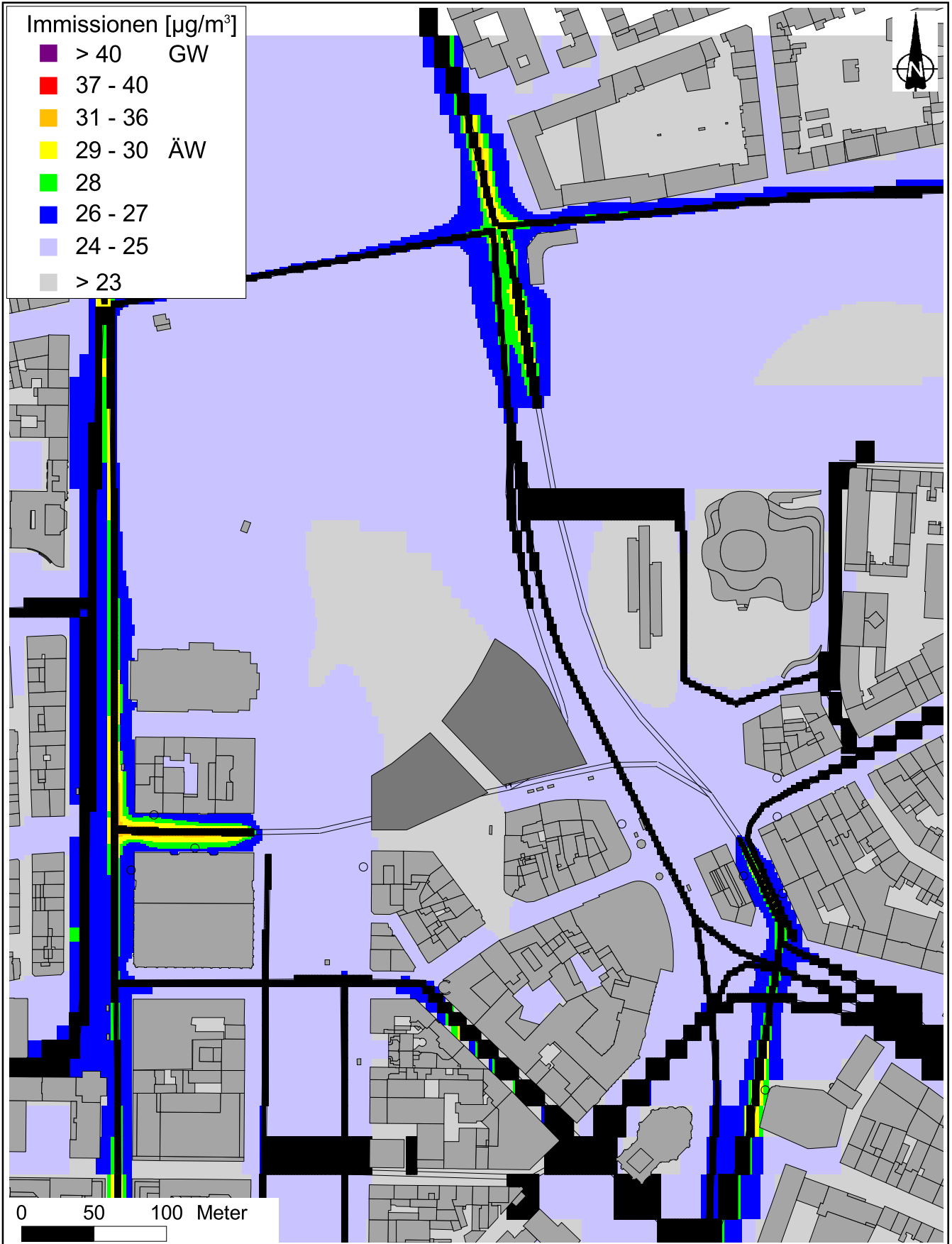


Abb. 6.5: PM10-Jahresmittel im Planfall Umweltzone Prognose 2010
(= B-Plan Kö-Bogen bei Umsetzung Umweltzone/Stufe 2 des LRP)
GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel
ÄW = Immission größer als Äquivalentwert

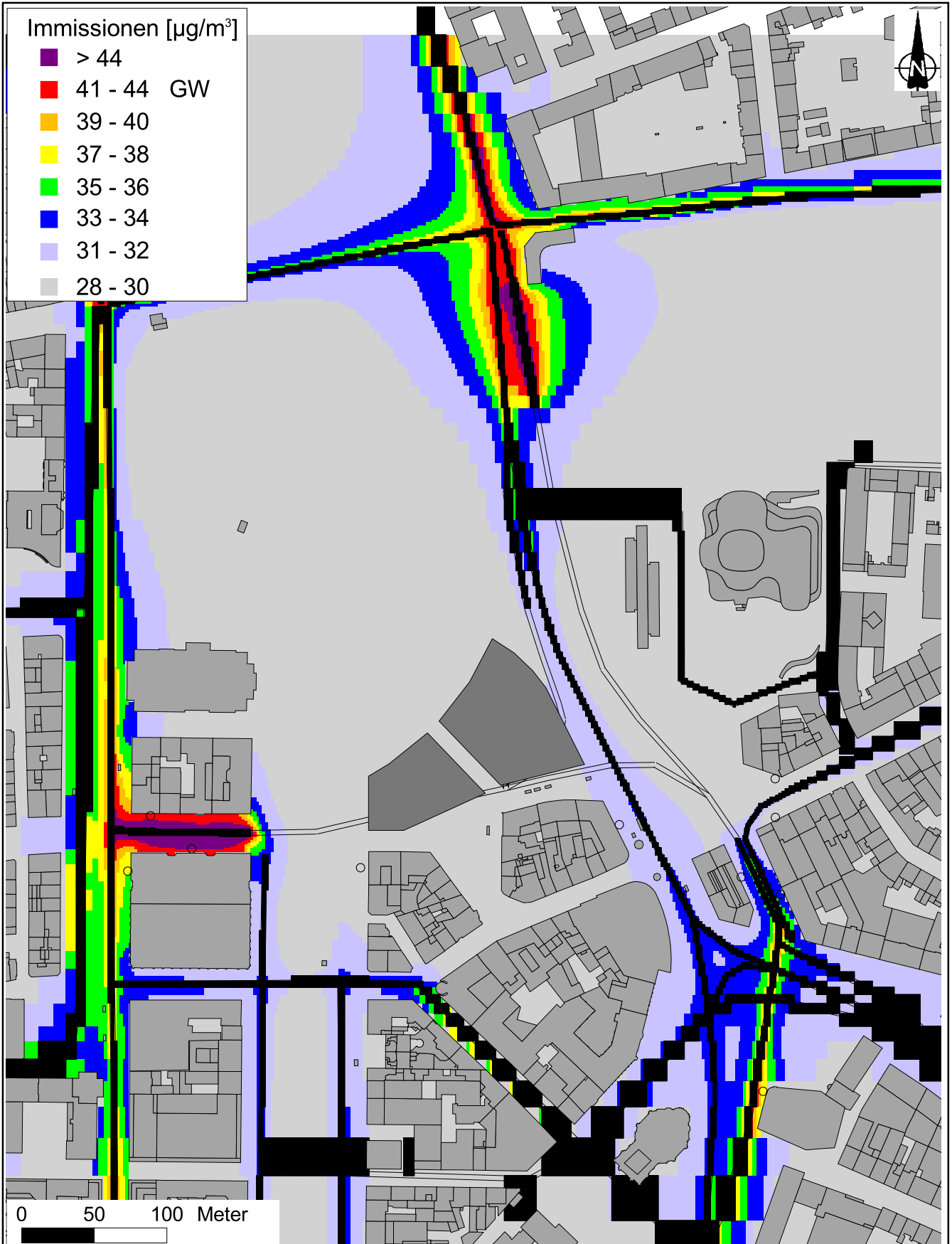


Abb. 6.6: NO₂-Jahresmittel im Planfall Umweltzone Prognose 2010
(= B-Plan Kö-Bogen bei Umsetzung Umweltzone/Stufe 2 des LRP)
GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel



7 LITERATUR

22. BImSchV (2002): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV). In: BGBl I Nr. 66 vom 17.09.2002, S. 3626.
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 im Juli 2004 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 (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.
- BR Düsseldorf (2004): Luftreinhalteplan Düsseldorf – Südliche Innenstadt. Hrsg.: Bezirksregierung Düsseldorf, 11.10.2004.
- BR Düsseldorf (2005a): Aktionsplan Düsseldorf – Südliche Innenstadt. Hrsg.: Bezirksregierung Düsseldorf, 21.06.2005.
- BR Düsseldorf (2005b): Fortschreibung des Luftreinhalteplanes Düsseldorf – Südliche Innenstadt. Hrsg.: Bezirksregierung Düsseldorf, 21.10.2005.
- 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 29.06.1996, 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.
- Eichhorn, J. (1989): Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Stadtklima-Modells. Dissertation, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz.
- Eichhorn, J., Ries, R., Beltz, N. (1995): Naturmessungen verkehrsbedingter Immissionen als Grundlage zur Validierung des mikroskaligen Ausbreitungsmodells MISKAM. VDI-Bericht Nr. 1228, S. 473-494.
- Eichhorn, J. (2003): Validierung von MISKAM 4.22. Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz.
- Eichhorn, J. (2004): Application of a new evaluation guideline for microscale flow models. Presented at „9th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes“, 1.-4. Juni 2004, Garmisch-Partenkirchen.
- Filliger, P., Puybonnieux-Textier, V., Schneider, J. (1999): PM10 Population Exposure - Technical Report on Air Pollution, Prepared for the WHO Ministerial Conference for Environment and Health, London, June 1999, Published by Federal Department of Environment, Transport, Energy and Communications Bureau for Transport Studies, Berne, Switzerland.
- KfzKennzVO (2006): Verordnung zum Erlass und zur Änderung von Vorschriften über die Kennzeichnung emissionsarmer Kraftfahrzeuge vom 10. Oktober 2006. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I Nr. 46, ausgegeben zu Bonn am 16. Oktober 2006.
- Ketzel, M., Berkowicz, R. and A. Lohmeyer (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. Contribution to Second International

- Conference on Urban Air Quality - Measurement, Modelling and Management, 3.-5. March 1999, Madrid.
- 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. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- LfU Bayern (2003): Erkenntnisse des Projektes WIME – Wirksamkeit von verkehrsbezogenen Maßnahmen auf die Emissionen von Partikeln, Benzol und Stickstoffdioxid, Luftreinhaltepläne in Bayern (Vollzug §47 BImSchG). Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Juli 2003.
- Lohmeyer (2006): Fachgutachten Windbetrachtungen / Durchlüftung und Besonnung / Beleuchtung zum Bebauungsplan Nr. 5477/123 - Kö-Bogen (1. Bauabschnitt) der Landeshauptstadt Düsseldorf. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & CO. KG, Karlsruhe, Projekt 60736-06-02, Oktober 2006.
- Lohmeyer (2008): Lüftungsgutachten mit Risikoanalyse und Brandfallkonzept nach RABT 2006 für die Tunnel Kö-Bogen in Düsseldorf. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & CO. KG, Karlsruhe, Projekt 70313-06-17, Januar 2008.
- 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, siehe <http://www.lohmeyer.de/literatur.htm>.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, www.lua.nrw.de
- LUQS (2002-2005): Berichte über die Luftqualität in Nordrhein-Westfalen (LUQS) - Jahreskenngrößen und Jahresberichte der Messungen von Konzentrationen verschiedener Schadstoffe in der Luft. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, www.lua.nrw.de
- MLuS 02 (2005): Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung - MLuS 02 geänderte Fassung 2005. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Bergisch Gladbach, April 2005.
- Rehbinder (2004): Rechtsgutachten über die Umsetzung der 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, erstattet von Prof. Dr. Eckard Rehbinder, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Juli 2004.

- 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., Böisinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996a): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138). <http://bwplus.fzk.de>
- Schüßler-Plan (2008): Verkehrsuntersuchung KÖ-Bogen in Düsseldorf – Daten Stand Januar 2008. Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Köln.
- Stadt Düsseldorf (2006): Verkehrsdaten aus Zählungen und Verkehrsumlegemodellierungen. Landeshauptstadt Düsseldorf, Amt für Verkehrsmanagement, Abteilung Verkehrsplanung 66/2.1, September 2006.
- 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 (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1/April 2004. 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.
- Umweltamt Düsseldorf (2006): Prognose Kö-Bogen unter den Bedingungen "Umweltzone". Landeshauptstadt Düsseldorf, Umweltamt - Umweltplanung und -vorsorge / 19.3, September 2006.
- 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 (2002) benannt, dort als Immissionswert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 , Benzol und PM_{10} von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe 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 Grenzwert 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.

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 µg/m ³	ab 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 22. BImSchV (2002) 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 Zukünftige Tendenzen bei der Bewertung von Schadstoffimmissionen

Die Europäische Union ist derzeit dabei, die Beurteilungsmaßstäbe von Luftschadstoffimmissionen in einer zweiten Generation von Richtlinien neu zu definieren. Dazu gehört die (Rahmen-) Richtlinie über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (96/62/EG vom 27.09.1996) mit ihren Tochterrichtlinien. Während die Rahmenrichtlinie selbst keine Detailregelungen für einzelne Luftverunreinigungen, wie Grenzwerte oder Mess- und Überwachungsverfahren enthält, werden diese in Tochterrichtlinien festgelegt.

Die Erste dieser Tochtrichtlinien, die EG-Richtlinie 99/30/EG für die Schadstoffe SO₂, NO₂, NO_x, Partikel (PM10) und Blei, wurde am 28.06.1999 im Amtsblatt der EG veröffentlicht. Die zweite Tochtrichtlinie, die EG-Richtlinie 2000/69/EG für die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid, wurde am 13.12.2000 veröffentlicht, die dritte für den Ozongehalt in der Luft (2002/3/EG) am 12.02.2002. Die Inhalte dieser drei Tochtrichtlinien sind weitgehend mit der Novellierung der 22. BImSchV vom 11.09.2002 in nationales Recht überführt. Eine 4. Tochtrichtlinie (2004/107/EG) über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft wurde am 15.12.2004 von der EU verabschiedet. Derzeit wird durch die Bundesregierung an einer „Ersten Verordnung zur Änderung der Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft“ gearbeitet, welche die o. g. neue EU-Richtlinie in deutsches Recht umsetzen soll.

Eine Abweichung zwischen den EG-Richtlinien und der 22. BImSchV zeigt sich beispielsweise bei PM10. Die in der EG-Richtlinie 99/30/EG genannten PM10-Werte der 2. Stufe für das Jahr 2010 mit einem Jahresmittelwert von 20 µg/m³ und pro Jahr 7 Überschreitungen eines Tagesmittels von 50 µg/m³ sind nicht in die 22. BImSchV übernommen. Neuere Diskussionen auf EU-Ebene lassen eine Aufhebung der o.g. Stufe 2 für die PM10-Grenzwerte sowie dafür die Einführung eines PM2.5-Grenzwertes wahrscheinlich erscheinen.

A N H A N G A 2

IMMISSIONEN PLANFALL B-PLAN KÖ-BOGEN IN 6.4 m HÖHE ÜBER GRUND

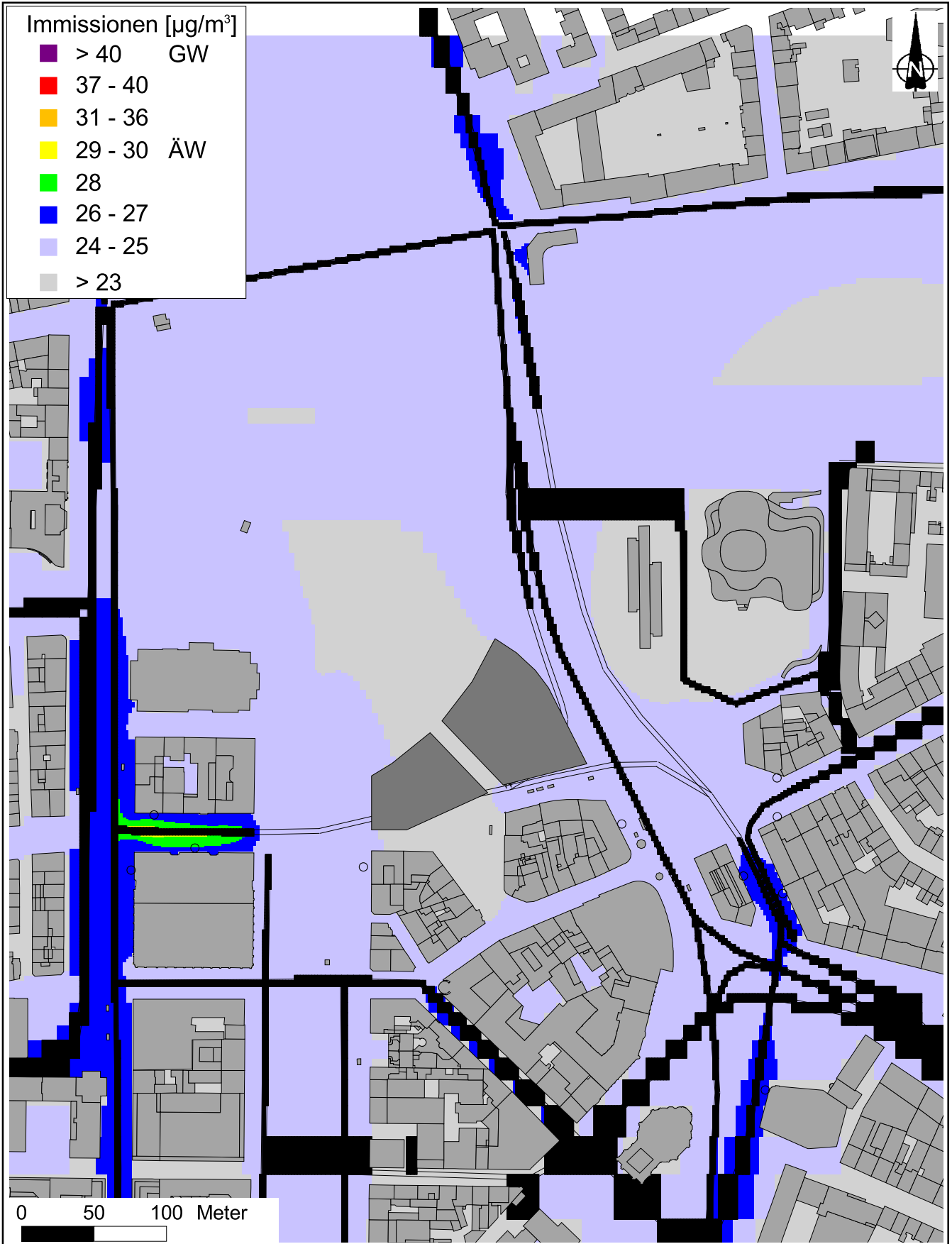


Abb. A2.1: PM10-Immissionen (Jahresmittel) im Planfall B-Plan Kö-Bogen
Prognose 2010 in 6.4 m Höhe über Grund

GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel
ÄW = Immission größer als Äquivalentwert

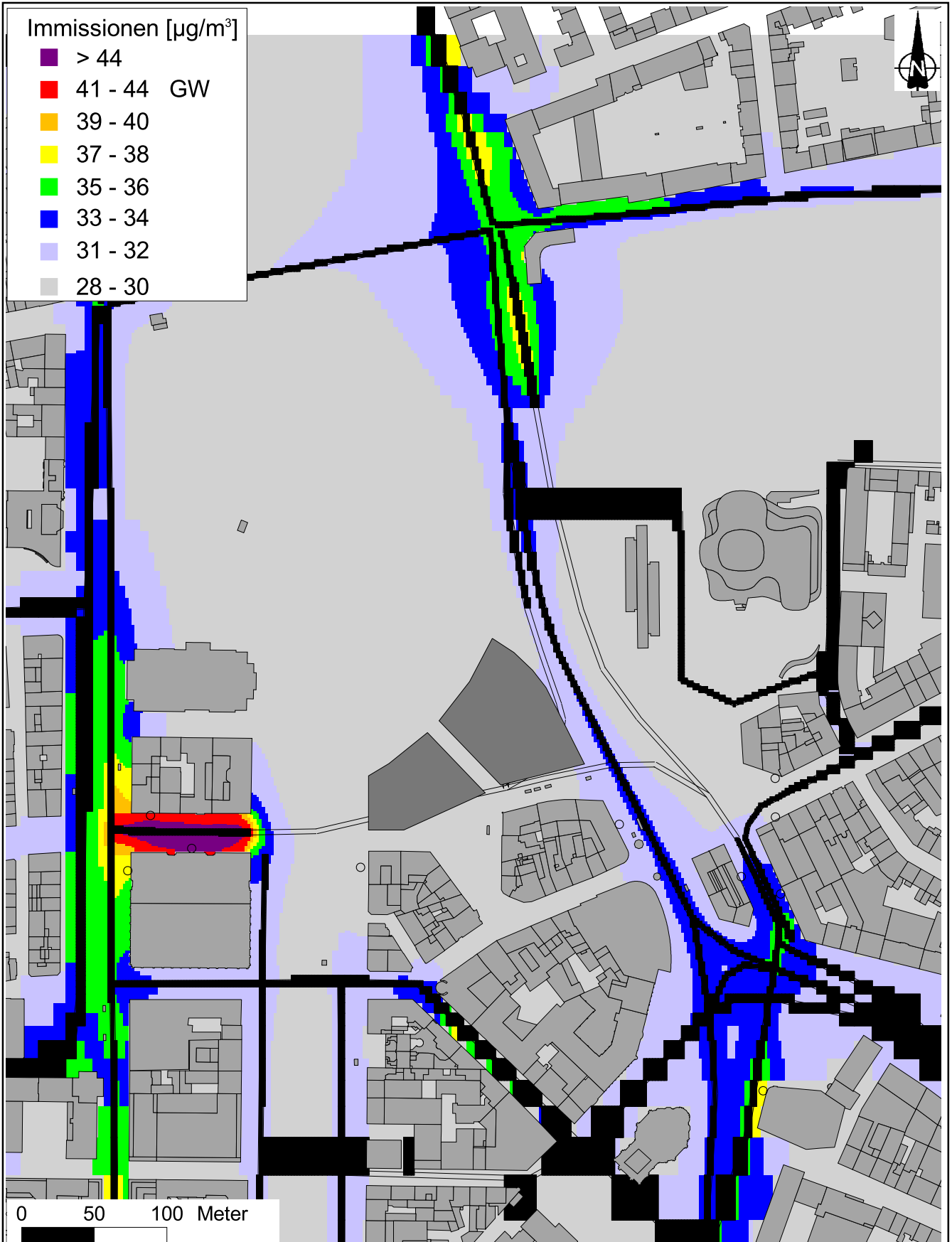


Abb. A2.2: NO₂-Immissionen (Jahresmittel) im Planfall B-Plan Kö-Bogen
Prognose 2010 in 6.4 m Höhe über Grund
GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel



A N H A N G A 3
AUSWIRKUNGEN EINER ZWISCHENLÖSUNG IN DER VERKEHRSFÜHRUNG

A3 AUSWIRKUNGEN EINER ZWISCHENLÖSUNG IN DER VERKEHRSFÜHRUNG

Die im vorliegenden Gutachten untersuchte Verkehrslösung gemäß Ratsbeschluss vom 13.12.2007 bleibt erklärtes Ziel des in der Aufstellung befindlichen Bebauungsplans. Nachfolgend wird zusätzlich eine Zwischenlösung der Verkehrsführung betrachtet. Die Untersuchung der Zwischenlösung wurde in analoger Vorgehensweise durchgeführt. In dieser Zwischenlösung wird auf den unterirdischen Vollanschluss der Tiefgaragen auf dem Gustaf-Gründgens-Platz vorerst verzichtet und statt dessen eine oberirdische Anbindung der Tiefgaragen gewährleistet. Diese wird über die Goltsteinstraße, die Shadow- und Bleichstraße sowie von Norden über die Hofgartenstraße als Linksabbieger erfolgen. Die zugehörigen Verkehrsbelastungen wurden vom Verkehrsgutachter zur Verfügung gestellt (Schüßler-Plan, 2008).

Die Ergebnisse der Berechnungen sind grafisch in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Die Auswertung der Immissionen an den einzelnen Untersuchungspunkten zeigt, dass die Unterschiede in den Immissionen im Vergleich zu der oben diskutierten Verkehrsführung nicht signifikant sind. Es gelten uneingeschränkt auch für diesen Fall die oben angesprochenen Aussagen zur Luftschadstoffbelastung.

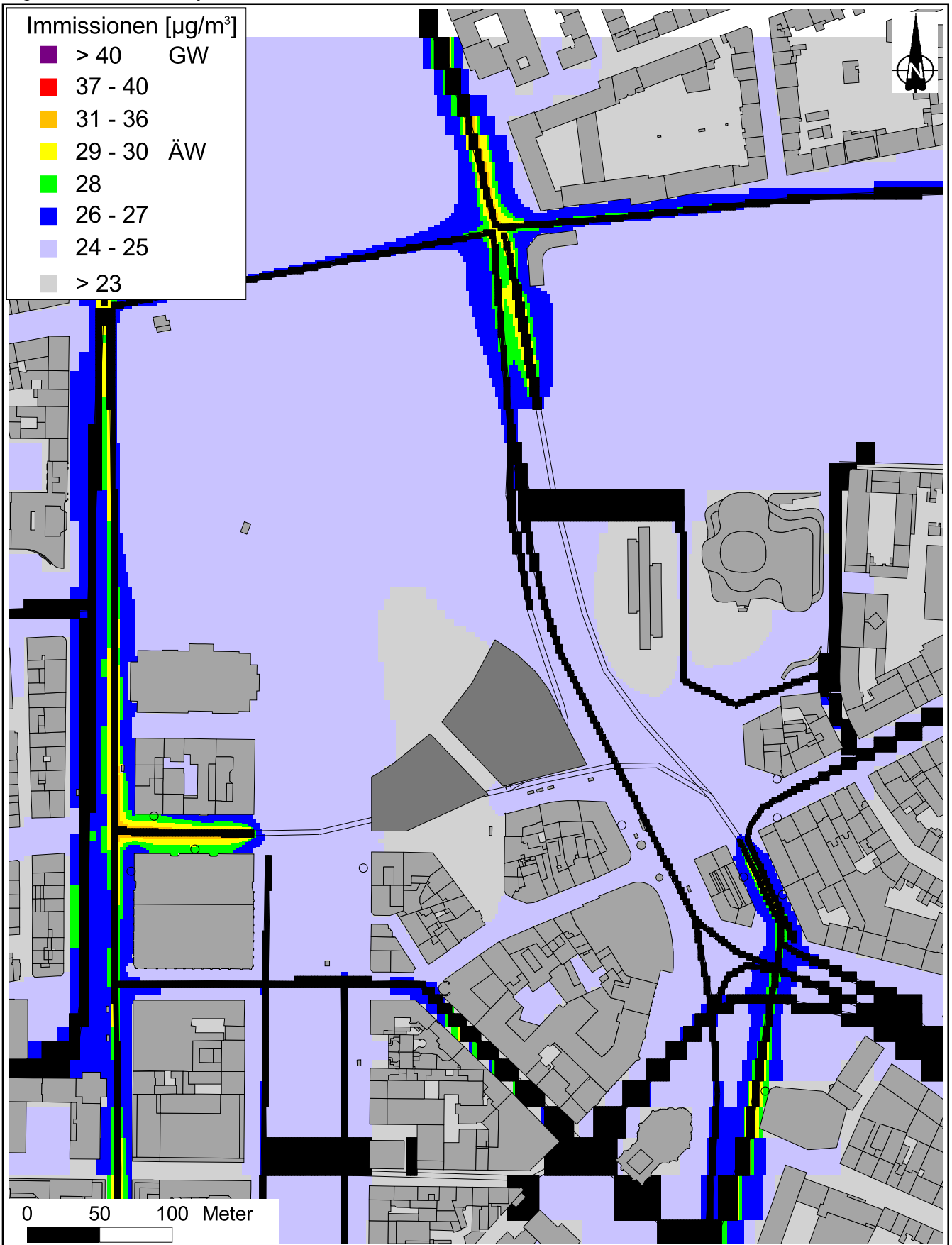


Abb. A3.1: PM10-Immissionen (Jahresmittel) Zwischenlösung Prognose 2010

GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel

ÄW = Immission größer als Äquivalentwert (zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten)

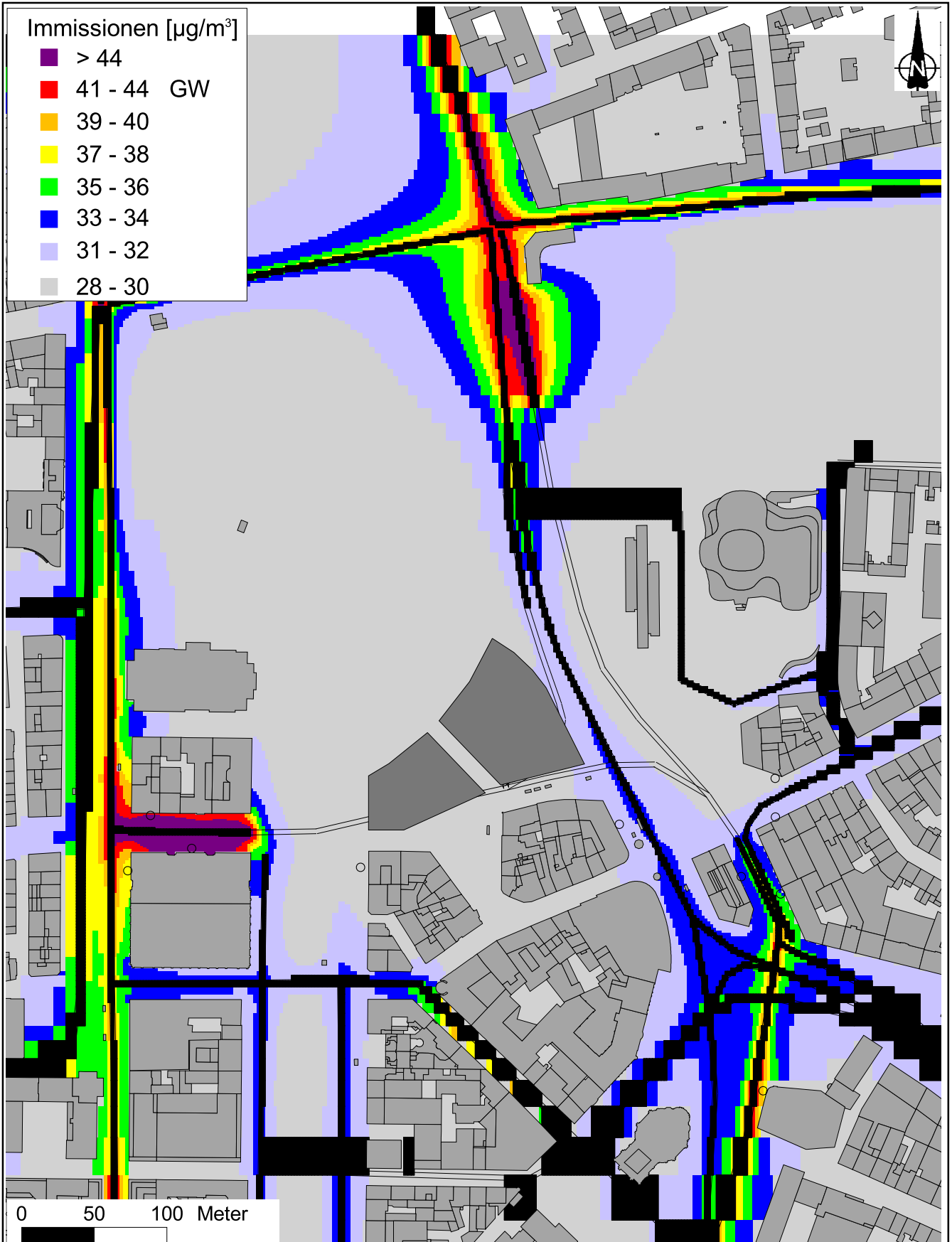


Abb. A3.2: NO₂-Immissionen (Jahresmittel) Zwischenlösung Prognose 2010
GW = Immission größer als Grenzwert für Jahresmittel

