

**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

**LUFTSCHADSTOFFUNTERSUCHUNG
ÜBER PLANVARIANTEN DES UMBAUS
DER EDUARD-GRUNOW-STRASSE
IN BREMEN UND ÜBER
SZENARIEN VON SCHADSTOFF-
MINDERUNGSMASSNAHMEN**

Auftraggeber: Senator für Bau, Umwelt und Verkehr
Ansgaritorstraße 2
28195 Bremen

Dr.rer.nat. R. Bösing

Dr.-Ing. A. Lohmeyer

August 2005
Projekt 60141-04-01
Berichtsumfang 39 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	5
3 VORGEHENSWEISE.....	9
3.1 Beurteilungsmaßstäbe	9
3.2 Berechnungsverfahren	9
3.2.1 Emissions- und Immissionsbestimmung	9
3.2.2 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	10
3.3 Immissionsminderungen	12
4 EINGANGSDATEN.....	13
4.1 Verkehrsdaten	13
4.2 Hintergrundbelastung.....	16
4.3 Meteorologische Daten	17
4.4 Bebauungsdaten	17
5 EMISSIONEN.....	19
5.1 Bezugsfall Prognose 2010	19
5.2 Emissionsminderungskonzepte.....	24
6 ERGEBNISSE DER IMMISSIONSBERECHNUNGEN	30
6.1 Immissionen Prognose 2010.....	30
6.2 Immissionen bei den Minderungsszenarien	36
7 LITERATUR.....	38

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 (z.B. 22. BImSchV - 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 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.

PM10

Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Bereich um den Rembertiring, die Eduard-Grunow-Straße und den Dobbenweg in Bremen soll umgebaut werden. An der nahegelegenen BLUES-Messstation Verkehr 1 an der Straßenkreuzung Bismarckstraße / Schwachhauser Heerstraße werden Überschreitungen des Grenzwertes für das Jahresmittel der NO₂-Immissionen festgestellt. Zur Ursachenermittlung der hohen Schadstoffkonzentrationen an der Messstation und zur Prüfung geeigneter Minderungsmaßnahmen wurden Ausbreitungsrechnungen für den Bereich um die Messstation durchgeführt (Lohmeyer, 2004).

Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist es, eine überarbeitete Variante B mit geplanter Bebauung in der Eduard-Grunow-Straße und mit Bündelung des Verkehrs auf dem Dobbenweg in der Prognose für das Jahr 2010 zu untersuchen. Zum Vergleich wird die Betrachtung für den Nullfall im gleichen Prognosejahr (heutige Bebauung und Bündelung des Verkehrs auf dem Dobbenweg) durchgeführt, um Be- und Entlastungseffekte aufzuzeigen.

Die in der vorliegenden Untersuchung angewandte Vorgehensweise und die Eingangsdaten entsprechen den bei der o.g. Untersuchung (Lohmeyer, 2004) verwendeten. Die darüber hinaus verwendeten Methoden und Daten sind in Kap. 3 bis Kap. 5 beschrieben.

Die ermittelten Immissionen zeigen einen starken Gradienten zwischen dem Straßenraum und den Bereichen jenseits der Straßenrandbebauung. Auf der straßenabgewandten Seite der Bebauung liegen die Immissionen deutlich unter den Immissionen innerhalb der „Straßenschlucht“. Der Vergleich zwischen Nullfall und Planfall zeigt im Planfall erhöhte Immissionen im Bereich der geplanten neuen Bebauung in der Eduard-Grunow-Straße und am Rembertikreisel. Im Nullfall 2010 treten an der Straßenrandbebauung im Dobbenweg und in der Eduard-Grunow-Straße Grenzwertüberschreitungen auf. Im Planfall 2010 (Bezugsfall) weist die Prognose zwischen Dobbenweg und Rembertikreisel Grenzwertüberschreitungen an der Straßenrandbebauung auf. In den **Tab. 6.1** und **Tab. 6.2** sind exemplarisch die ermittelten Immissionen für die Untersuchungspunkte nach **Abb. 2.2** zahlenmäßig angegeben.

Darüber hinaus ist Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, verschiedene Szenarien zur Minderung der Immissionsbelastung zu betrachten. Ausgehend von den Immissionsprognosen für den Planfall (Bezugsfall) werden die möglichen Reduktionen der NO₂- und PM10-Immissionen bei folgenden Szenarien in der Prognose 2010 ermittelt werden:

M1 Ausschluss von Kfz schlechter als „EURO 3“

M2 Ausschluss von Kfz schlechter als „EURO 4“

M3 Aussperrung des Durchgangverkehrs schlechter als „EURO 3“

- M4 Aussperrung des Durchgangverkehrs schlechter als „EURO 4“
- M5 Ausschluss von SNF schlechter als „EURO 3“
- M6 Ausschluss von SNF schlechter als „EURO 4“
- M7 nur Busse mit Erdgasantrieb o.a. vergleichbaren Minderungskonzepten

Es wurden entsprechend der Aufgabenstellung jeweils die ausgesperrten Kfz nicht durch andere Kfz ersetzt, so dass sich die Verkehrsmengen entsprechend verringern. Die Szenarien sind daher als fiktiv (abgesehen vom letztgenannten mit emissionsgeminderten Bussen) anzusehen, da eine reale Umsetzung derartiger Maßnahmen u.a. Auswirkungen auf die Fahrzeugflotte haben wird (Ersatz durch Neufahrzeuge) und ggf. mit Ausnahmeregelungen verbunden ist. Die nachfolgenden Ergebnisse stellen die Spannweiten der möglichen Effekte hinsichtlich der Immissionsminderung dar.

In der **Tab. 6.3** sind die für den Dobbenweg (Untersuchungspunkt P2) und in der **Tab. 6.4** die für die Eduard-Grunow-Straße (Untersuchungspunkt P3) ermittelten Immissionen angegeben. Aufgrund der unterschiedlichen Verkehrszusammensetzungen ergeben sich verschiedene Minderungseffekte.

Den stärksten Minderungseffekt zeigt die Maßnahme M2 (nur EURO 4 und besser zulassen). Hier werden bis zu 25 % geringere Immissionen erreicht. Die durch den lokalen Straßenverkehr verursachte Zusatzbelastung an Schadstoffen wird bei dieser Maßnahme M2 um ca. 50 % reduziert. Da die Hintergrundbelastung (vg. Kap. 4) etwa die Hälfte der Immissionen (Gesamtbelastung) ausmacht, wird der Minderungseffekt gedämpft. Die für die Eduard-Grunow-Straße nach Lohmeyer (2004a) ermittelte Anzahl der PM10-Tagesmittel $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (siehe Kap. 3) wird bei dieser Maßnahme um ca. 40 % auf 38 sinken. Damit wäre der Grenzwert von 35 erlaubten Überschreitungen nahezu erreicht.

2 AUFGABENSTELLUNG

Der Bereich um den Rembertiring, die Eduard-Grunow-Straße und den Dobbenweg in Bremen soll umgebaut werden. An der nahegelegenen BLUES-Messstation Verkehr 1 an der Straßenkreuzung Bismarckstraße / Schwachhauser Heerstraße werden Überschreitungen des Grenzwertes für das Jahresmittel der NO₂-Immissionen festgestellt. Zur Ursachenermittlung der hohen Schadstoffkonzentrationen an der Messstation und zur Prüfung geeigneter Minderungsmaßnahmen wurden Ausbreitungsrechnungen für den Bereich um die Messstation durchgeführt: Lohmeyer (2004), „Ausbreitungsrechnungen für den Bereich der Messstation Verkehr 1 in Bremen zur Ursachenermittlung der erhöhten NO₂- und PM10-Immissionen - Erstellung eines Minderungs-/Maßnahmenplans“, Projekt 60023-03-01, Karlsruhe. Dabei wurden Immissionsprognosen für zwei Varianten der Verkehrsführung und Bebauung in der Prognose 2010 durchgeführt.

Das Modellgebiet für die o.g. Untersuchung berührt nur am Rande den Bereich Rembertiring / Eduard-Grunow-Straße. Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist es, durch die Erweiterung des Rechengebietes auch am Rembertiring verlässliche Aussagen zur Immissionssituation zu haben. Betrachtet wird eine überarbeitete Variante B mit geplanter Bebauung in der Eduard-Grunow-Straße und mit Bündelung des Verkehrs auf dem Dobbenweg in der Prognose für das Jahr 2010. Zum Vergleich wird die Betrachtung für den Nullfall im gleichen Prognosejahr (heutige Bebauung und Bündelung des Verkehrs auf dem Dobbenweg) durchgeführt, um Be- und Entlastungseffekte aufzuzeigen.

An der Messstation Bremen-Verkehr 1 an der Straßenkreuzung Bismarckstraße / Dobbenweg wurde im Jahr 2002 der Beurteilungswert (Grenzwert unter Einbeziehung der Toleranzmarge) von 56 µg/m³ NO₂ im Jahresmittel überschritten. Aufgrund dieser Überschreitung von Grenzwert inklusive Toleranzmarge ist ein Luftreinhalteplan entsprechend § 47 BImSchG zu entwickeln.

In diesem Zusammenhang sollen verschiedene fiktive Szenarien zur Minderung der Immissionsbelastung untersucht werden, um mögliche Minderungspotentiale aufzuzeigen. Für die Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet sollen ausgehend von den Immissionsprognosen für das Jahr 2010 die Spannweiten der möglichen Reduktionen der NO₂- und PM10-Immissionen bei folgenden Szenarien in der Prognose 2010 ermittelt werden:

M1 vollständiger Ausschluss von Kfz mit Emissionsminderungskonzepten schlechter als „EURO 3“

- M2 vollständiger Ausschluss von Kfz mit Emissionsminderungskonzepten schlechter als „EURO 4“
- M3 Aussperrung des Durchgangverkehrs für Kfz mit Emissionsminderungskonzepten schlechter als „EURO 3“
- M4 Aussperrung des Durchgangverkehrs für Kfz mit Emissionsminderungskonzepten schlechter als „EURO 4“
- M5 vollständiger Ausschluss von schweren Nutzfahrzeugen > 3.5 t zGG mit Emissionsminderungskonzepten schlechter als „EURO 3“
- M6 vollständiger Ausschluss von schweren Nutzfahrzeugen > 3.5 t zGG mit Emissionsminderungskonzepten schlechter als „EURO 4“
- M7 nur Busse mit Erdgasantrieb o.a. vergleichbaren Minderungskonzepten im Untersuchungsgebiet zulassen

Dabei sollen jeweils die ausgesperrten Kfz nicht durch andere Kfz ersetzt werden, so dass sich die Verkehrsmengen entsprechend verringern. Die Szenarien sind als fiktiv (abgesehen vom letztgenannten mit emissionsgeminderten Bussen) anzusehen, da eine reale Umsetzung derartiger Maßnahmen u.a. Auswirkungen auf die Fahrzeugflotte haben wird (verstärkter Neukauf von EURO 4-Fahrzeugen) und außerdem mit Ausnahmeregelungen verbunden ist. Die hier angebotene Betrachtung bietet eine Art Auslotung der möglichen Effekte hinsichtlich der Immissionsminderung.

Bei den Emissionsberechnungen für die Prognose 2010 ist die Aufteilung des Fahrzeugkollektivs zu berücksichtigen, die im Jahr 2001 für den Verkehrsknoten Dobbenweg / Bismarckstraße / Schwachhauser Heerstraße ermittelt wurde. Dies soll gewährleisten, dass die Szenarienbetrachtungen möglichst wirklichkeitsnahe Abschätzungen liefern.

Das Untersuchungsgebiet und die betroffenen Straßenzüge sind in der **Abb. 2.1** dargestellt. Die **Abb. 2.2** zeigt davon einen Ausschnitt, dort sind ausgewählte Untersuchungspunkte (darunter Messpunkt Verkehr 1) markiert. Für die Untersuchungspunkte P2 und P3 werden exemplarisch die Auswirkungen der o.a. Maßnahmen beschrieben. Die Untersuchung und die Ergebnisse werden hier in Form eines Ergänzungsberichtes zur o.g. Untersuchung (Lohmeyer, 2004) dokumentiert.

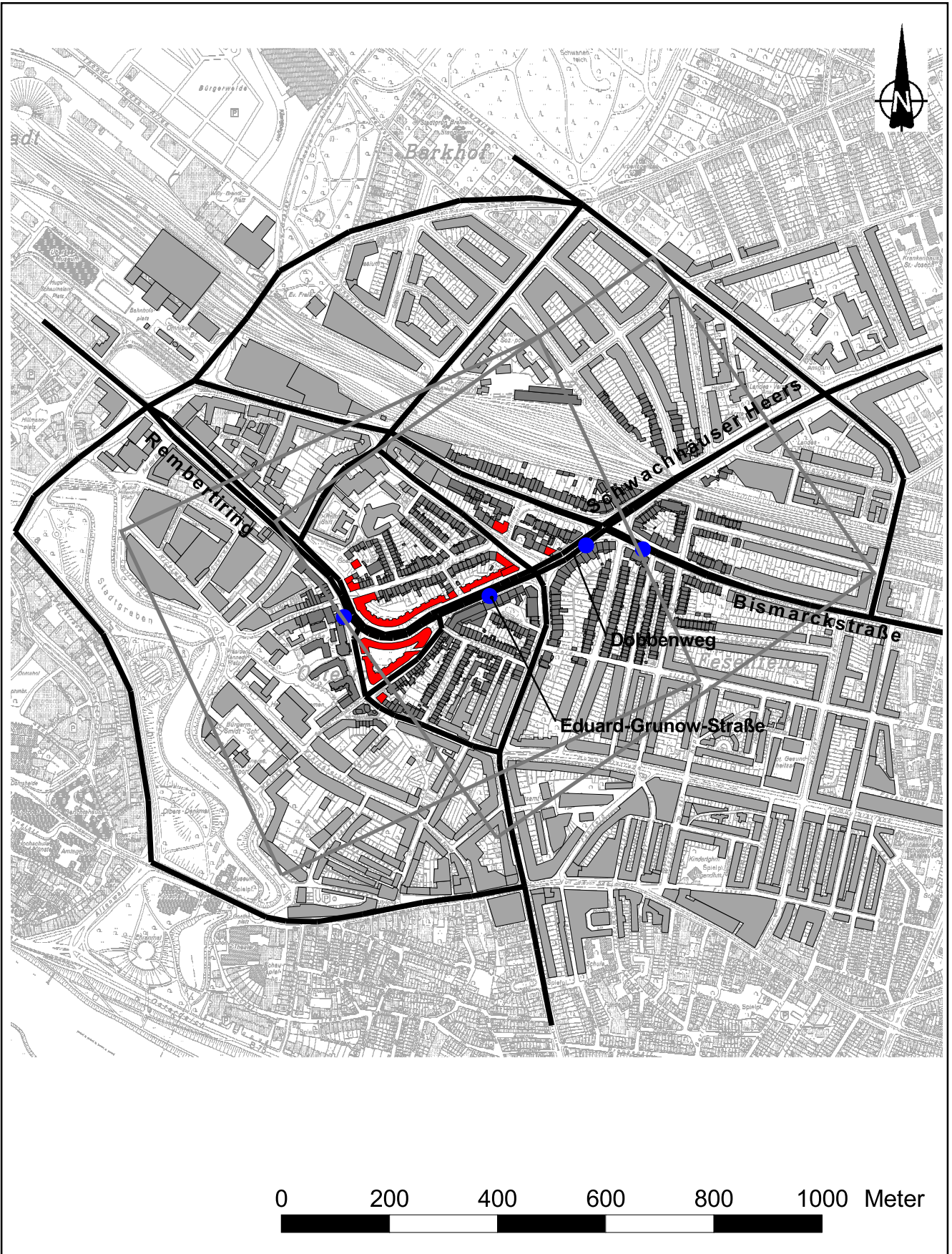


Abb. 2.1: Untersuchungsgebiet mit berücksichtigtem Straßennetz (schwarz)
Bebauung Bestand (grau, dunkelgrau), geplante Bebauung (rot)
und Untersuchungspunkten (blau)
Miskam-Rechengebiete sind grau eingerahmt

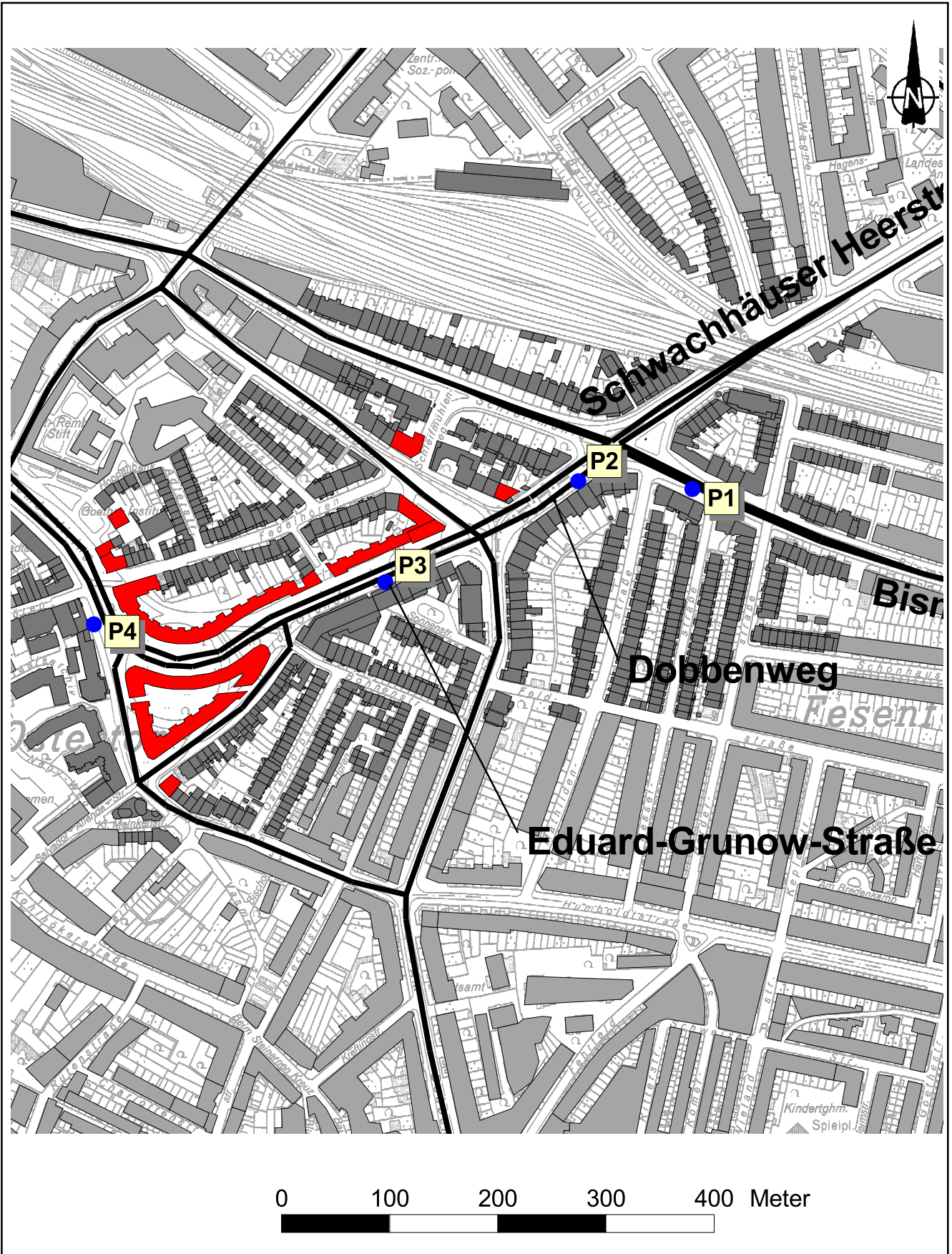


Abb. 2.2: Ausschnitt des Untersuchungsgebietes mit berücksichtigtem Straßennetz (schwarz), Bebauung Bestand (grau, dunkelgrau), geplante Bebauung (rot) und Untersuchungspunkten (blau)

3 VORGEHENSWEISE

Bezüglich der Beschreibung von Methodik und verwendeten Daten wird weitgehend auf den Bericht „Ausbreitungsrechnungen für den Bereich der Messstation Verkehr 1 in Bremen zur Ursachenermittlung der erhöhten NO₂- und PM10-Immissionen - Erstellung eines Minderungs-/Maßnahmenplans“ (Lohmeyer, 2004) verwiesen. Die in der vorliegenden Untersuchung angewandte Vorgehensweise und die Eingangsdaten entsprechen den bei der o.g. Untersuchung (Lohmeyer, 2004) verwendeten. Insbesondere wurden die anzusetzenden Verkehrssituationen und die Staubereiche, sowie die Prognose der örtlichen Hintergrundbelastung aus der genannten Untersuchung übernommen. Die darüber hinaus verwendeten Methoden und Daten werden nachfolgend beschrieben.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der gemessenen Konzentrationsniveaus auf die Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel PM10.

3.1 Beurteilungsmaßstäbe

In **Tab. 3.1** sind die in der vorliegenden Studie relevanten Grenzwerte der 22. BImSchV angegeben. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m ³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert ab 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert ab 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)

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

3.2 Berechnungsverfahren

3.2.1 Emissions- und Immissionsbestimmung

Im Untersuchungsgebiet werden die Strömungs- und Ausbreitungsverhältnisse insbesondere durch die Bebauung geprägt. Für diesen Anwendungsbereich wird das mikroskalige Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM (Eichhorn, 1989, Eichhorn et al., 1995) eingesetzt. Die Bebauungsdaten für die Erweiterung des Rechengebietes (Bereich Rembertstraße)

wurden auf Grundlage der vorliegenden Unterlagen (digitale Luftbilder und Karten) digitalisiert.

Die Ermittlung der Emissionen und Immissionen erfolgte wie in Lohmeyer (2004) beschrieben. Zur Emissionsbestimmung der Fahrzeuge mit bestimmten Emissionskonzepten (wie z.B. EURO 3) wurden deren Emissionsfaktoren und Fahrleistungsanteile aus dem aktuellen „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA Version 2.1 / Feb. 2004“ (UBA, 2004) entnommen.

3.2.2 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

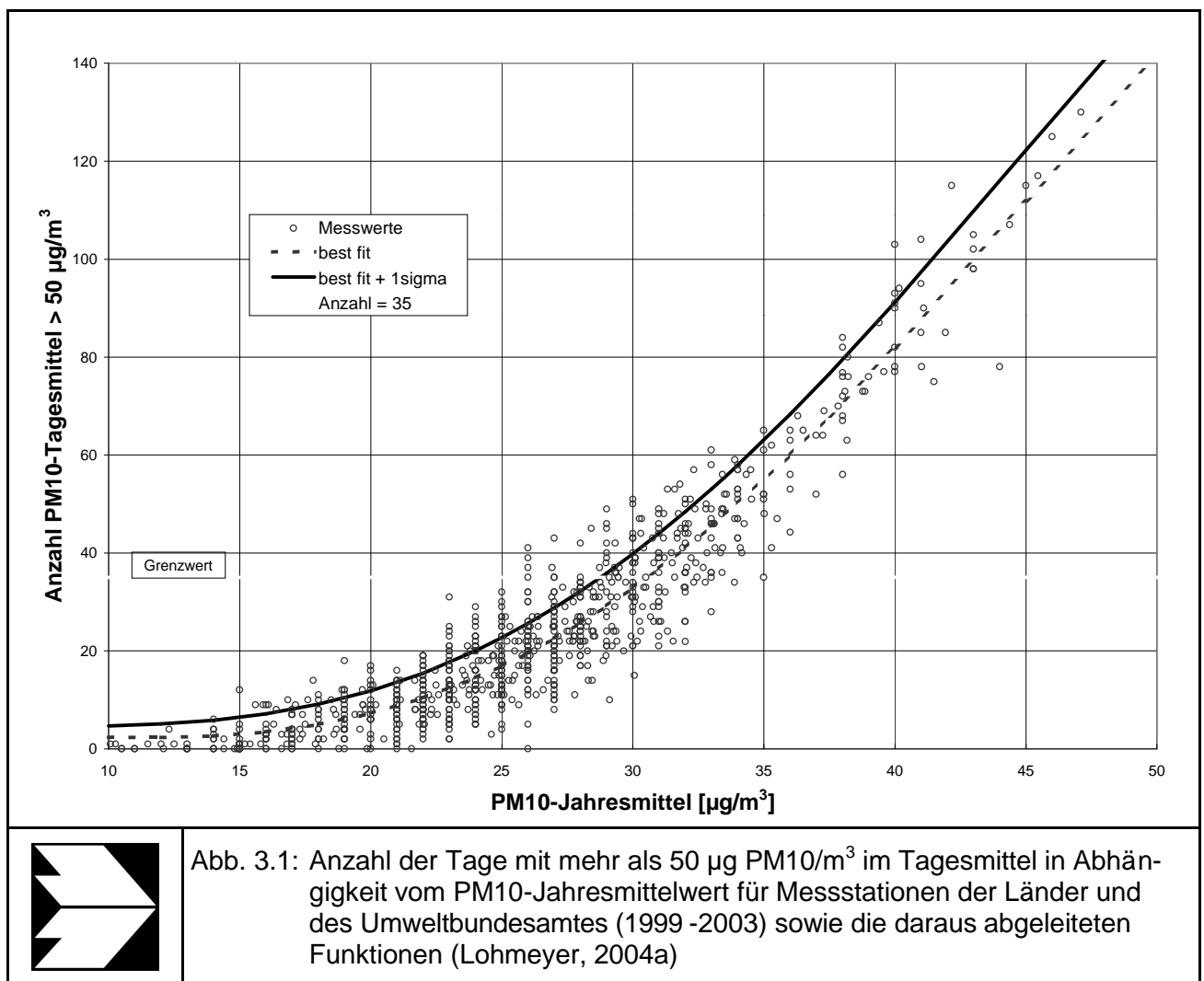
Die 22. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO_2 einen Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird. Für den o.g. Übergangsbeurteilungswert ergibt die analoge Betrachtung einen Äquivalentwert von $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zur Ermittlung der in der 22. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM_{10} -Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM_{10} -Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM_{10} -Überschreitungshäufigkeit vom PM_{10} -Jahresmittelwert abgeleitet (Lohmeyer, 2004a). 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 Lohmeyer (2004a). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen

die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in Lohmeyer (2004a) 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.



3.3 Immissionsminderungen

Aufbauend auf den Emissions- und Immissionsberechnungen für den Bezugsfall Prognose 2010 wird das nachstehend beschriebene Konzept angewandt, um die Minderungseffekte zu ermitteln.

Aus dem Vergleich der Emissionsdichten und der gemessenen Immissionen kann unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung eine Transmissionsfunktion der Zusatzbelastung für den betrachteten Straßenabschnitt und Schadstoff ermittelt werden. Es gilt für jeden Schadstoff folgende Beziehung zwischen Bezugsfall (*Bezug*) und Minderungsszenario (*Minderung*):

$$\frac{I_{\text{Bezug}} - H}{E_{\text{Bezug}}} = \frac{I_{\text{Minderung}} - H}{E_{\text{Minderung}}} = \text{konstant}$$

mit H = Immissionshintergrundbelastung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
I = Immissionskonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
E = Emissionsdichte [$\text{mg}/(\text{m} \cdot \text{s})$]

Liegen diese Transmissionsfunktionen der Zusatzbelastungen vor und wird die Annahme getroffen, dass die Emissionsminderung der betrachteten Schadstoffe auf allen betrachteten Straßenabschnitten gleich ist, so können durch Rückrechnung aus den ermittelten Emissionsdichten und Immissionen für den Bezugsfall und den Emissionsdichten für die jeweiligen Minderungsszenarien die zugehörigen geminderten Immissionen bestimmt werden.

4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage der Gebäude und Straßen und der sonstigen Emissionsquellen im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und 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 Raumkoordinaten und Bebauungsdaten, GeoInformation Bremen
- Variantenuntersuchung Dobbenweg – Vorplanung - Lageplan (Variante B), BPR Beraten Planen Realisieren, Bremen, März 2001
- Verkehrsmengen im Bereich Dobbenweg – Prognose-Fall 5a (2010) = Variante B, Senator für Bau, Umwelt und Verkehr, Bremen
- Zählraten der verschiedenen Fahrzeugkategorien (z.B. Pkw, Linienbusse, Lastzüge etc.) aus Jahr 2001 für den Knoten Dobbenweg / Bismarckstraße / Schwachhauser Heerstraße, Senator für Bau, Umwelt und Verkehr, Bremen
- Erhebung des Anteils des Durchgangsverkehrs durch die Innenstadtzone auf der Basis von Routenverfolgungen, Stand 24.03.2005, Senator für Bau, Umwelt und Verkehr, Bremen
- Berichte über die Messergebnisse des Bremer Luftüberwachungssystems BLUES, Hrsg.: Freie Hansestadt Bremen, Senator für Bau, Umwelt und Verkehr
- meteorologische Messdaten der BLUES-Station Bremen-Mitte
- Luftbilder und diverse Fotos vom Untersuchungsgebiet
- Ortsbegehung

4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten für den Bezugsfall „Prognose 2010 mit geplanter Bebauung in der Eduard-Grunow-Straße und mit Bündelung des Verkehrs auf dem Dobbenweg“ und den Nullfall Prognose 2010 (**Abb. 4.1**) wurden für aus der o.g. Untersuchung Lohmeyer (2004) übernommen. Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsbelegungsdaten für

das Prognosejahr 2010 auf den Straßenabschnitten im Untersuchungsgebiet bestehen aus Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV in Kfz/24h) und des LKW-Anteils (> 2.8 t zulässiges Gesamtgewicht). Ausgehend davon wurden die Verkehrsmengen für Personenkraftwagen (Pkw), leichte Nutzfahrzeuge (INfz), schwere Nutzfahrzeuge > 3.5 t zGG (SNF), Linienbusse (LBus) und Reisebusse (RBus) jeweils entsprechend den in Kapitel 2 für die verschiedenen Minderungsszenarien vorgegebenen Bedingungen geändert. Die Anteile der Fahrzeuge mit bestimmten Emissionskonzepten in der Fahrzeugflotte wurden dem HBEFA 2.1 entnommen. Die Umrechnung der LKW > 2.8 t zGG in die Anteile SNF > 3.5 t zGG erfolgte entsprechend BMV (1996) bzw. LSV-RP (2002) mit dem Faktor 1/1.2.

Vom Auftraggeber wurden darüber hinaus mengenmäßige Angaben zum Durchgangsverkehr geliefert. Auf der Grundlage von Routenverfolgungen wurde festgestellt, dass 60 % der die Eduard-Grunow-Straße befahrenden täglichen Verkehrsmenge (DTV) auch Durchgangsverkehr durch die Innenstadtzone darstellen. Bei den LKW ab 2.8 t beläuft sich dieser Anteil auf 80 %.

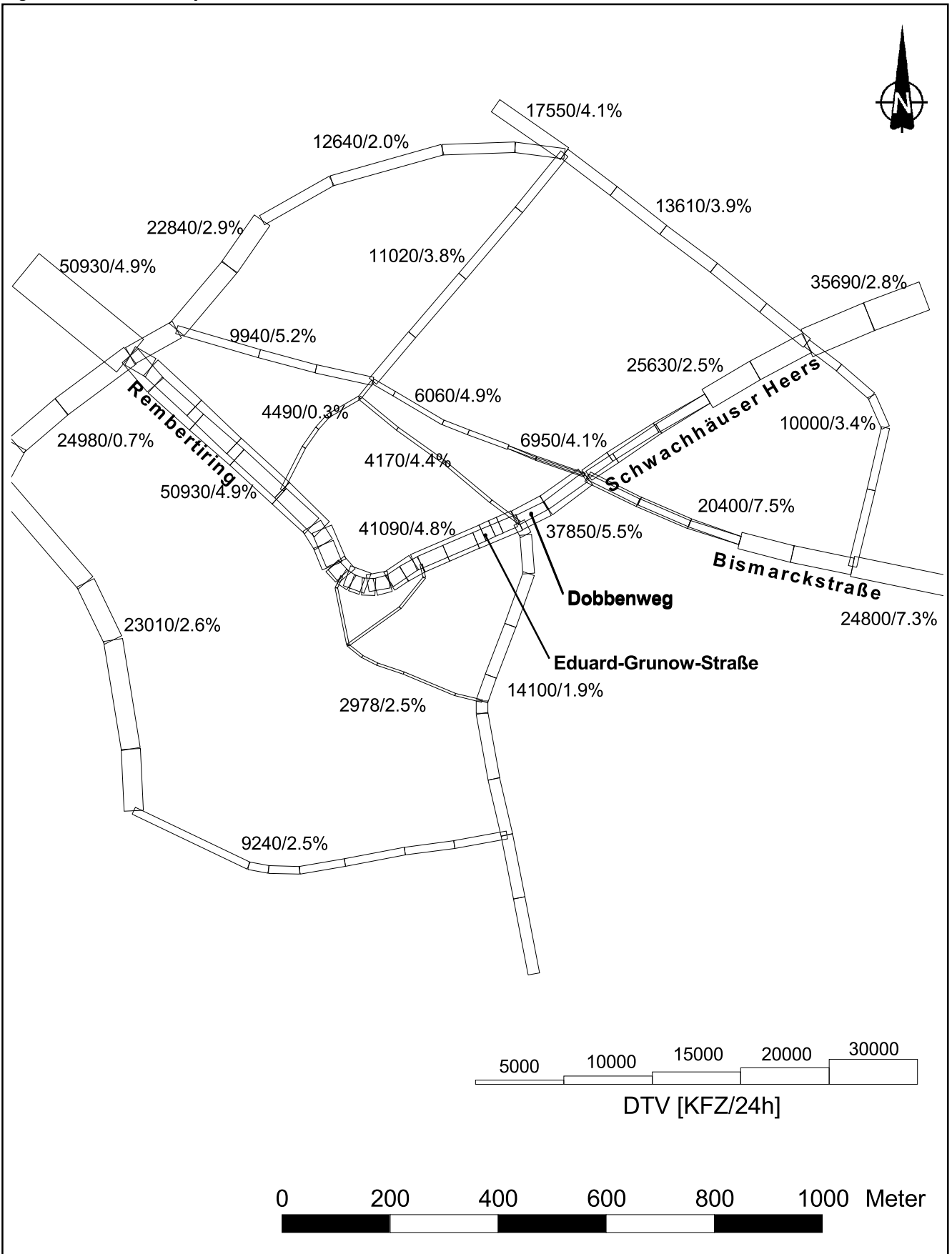


Abb. 4.1: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [KFZ/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem berücksichtigten Straßennetz Prognose 2010

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. Zur Bestimmung der Gesamtbelastung muss die Hintergrundbelastung aus Messdaten abgeleitet werden.

Der Bremer Senat für Bau und Umwelt betreibt das Bremer Luftüberwachungssystem (BLUES) zur kontinuierlichen Immissionsüberwachung. In den Jahres- und Monatsberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (BLUES, 2000-2003). Die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen kontinuierlich betriebenen BLUES-Messstationen sind Bremen-Mitte und Bremen-Ost. Beide Stationen werden als städtische Hintergrundstationen typisiert.

Die für die Immissionsprognosen angesetzten Hintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet (**Tab. 4.1**) wurden auf der Grundlage der o.a. Messdaten und in Abstimmung mit der Bremer Umweltbehörde abgeleitet.

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 und in MLuS 02 (2002) veröffentlicht wurden. Bei diesen Reduktionsfaktoren handelt es sich um mittlere Werte bezogen auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall können diese Reduktionen je nach regionaler Emissionsentwicklung auch geringer oder höher ausfallen oder in Zunahmen umschwenken. Insbesondere sind die Änderungen der NO_x-Emissionsfaktoren nach HBEFA 2.1 nicht berücksichtigt. Angesichts der Unsicherheiten der o.a. Abschätzungen werden in der vorliegenden Studie die in **Tab. 4.1** genannten Hintergrundbelastungswerte auch für das Prognosejahr 2010 angesetzt.

Schadstoff	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98-Perzentilwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂	25	60
PM10	22	--

Tab. 4.1: Schadstoffhintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2002

4.3 Meteorologische Daten

Die meteorologischen Daten für die statistische Auswertung der Ausbreitungsrechnungen stammen von der BLUES-Messstation Bremen-Mitte. Die Statistik zeigt einen hohen prozentualen Anteil von Windströmungen aus westlichen und südöstlichen Richtungen. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2.3 m/s und liegt im erwarteten Bereich für innerstädtische Bereiche. Diese Windstatistik wurde für die Immissionsprognosen für das Jahr 2010 angesetzt.

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. Hierzu werden die einzelnen Gebäude mit ihren Abmessungen (Höhe, Grundriss) und Positionen im Gelände abgebildet. Das Untersuchungsgebiet ist gegenüber der o.g. Voruntersuchung Lohmeyer (2004) erweitert worden. Hierfür wurden vom Auftraggeber und von GeoInformation Bremen in digitaler und analoger Form Umrisskoordinaten und Höhen der Gebäude (Katasterdaten) zur Verfügung gestellt. Das erzeugte digitale Gebäudemodell ist in der **Abb. 4.2** dargestellt.

Basierend auf diesem dreidimensionalen Gebäudemodell wurden zwei geeignete Rechengitter von jeweils ca. 850 x 700 m² und einer Höhe von 540 m definiert (vgl. **Abb. 2.1**), die in relevanten Bereichen um die betrachteten Untersuchungspunkte wie Straßenraum, Emissionsbereich etc. hoch aufgelöst sind. Die Rechengitter setzen sich aus 186 x 134 x 30 Einzelzellen zusammen. Die Definition der Gitterpunkte berücksichtigt den Entwurf der Richtlinie VDI 3781 Blatt 9 (Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle). Die Auflösung im sensitiven Bereich (bodennah um die Messstelle) beträgt 1 m horizontal und 0.6 m vertikal. Die Gebäude und die Emissionsdaten (fahrstreifenfein) werden in dieses Rechengitter übertragen.



Abb. 4.2: 3D-Gebäudekataster für das Untersuchungsgebiet (Blick aus Südwest)

5 EMISSIONEN

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen wird das Berechnungsverfahren PROKAS verwendet. Auf Grundlage der Verkehrsmengen und der mittleren spezifischen Emissionen (Emissionsfaktoren) der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden für das zu betrachtende Bezugsjahr die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen ermittelt.

Die Emissionsfaktoren setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) wurden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 2.1 (UBA, 2004) berechnet. Die nicht motorbedingten PM10-Emissionen aus Abrieben und infolge der Wiederaufwirbelung von Straßenstaub wurden entsprechend der von Lohmeyer (2005) beschriebenen Vorgehensweise berechnet. Die den Straßensegmenten zugeordneten Verkehrssituationen (**Abb. 5.1** und **Tab. 5.1**) wurden Lohmeyer (2004) entnommen.

5.1 Bezugsfall Prognose 2010

Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren entsprechend HBEFA für die Fahrzeugkategorien Pkw (Personenkraftwagen), INfz (leichte Nutzfahrzeuge), SNF (schwere Nutzfahrzeuge), LBus (Linienbusse) und RBus (Reisebusse) unterschieden. Die Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie wurde aus den Erkenntnissen der Verkehrszählungen am Knoten Dobbenweg, Bismarckstraße abgeleitet. Für diese „Bremer Fahrzeugflotte“ wurden Emissionsfaktoren für die o.a. Fahrzeugkategorien ermittelt und bei den Emissionsprognosen für das Jahr 2010 angesetzt.

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x und PM10 werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. In den **Abb. 5.2** und **Abb. 5.3** sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x und PM10 für den Bezugsfall Prognose 2010 dargestellt.

Verkehrssituation (Kürzel)	Beschreibung
HVS1	Ortsdurchfahrt, vorfahrtsberechtigt, ohne Störungen
HVS3	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, mittlere Störungen
Kern	Innerortsstraße im Stadtkern
LSA3	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, starke Störungen
NS_D	Nebenstraße, geschlossene Bebauung
xxxx_S	jeweilige Innerorts-Verkehrssituation mit "Stop and Go"-Anteilen

Tab. 5.1: Definition der Verkehrssituationen (Fahrverhaltensmuster) laut Handbuch für Emissionsfaktoren HBEFA (nach UBA, 2004).

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km]					
Verkehrssituation (Kürzel)	Längsneigung	NO _x		PM10 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirb.)	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
HVS1	+/-0%	0.20	4.2	0.009	0.09	0.022	0.20
HVS3	+/-0%	0.20	5.7	0.009	0.14	0.040	0.38
LSA3	+/-0%	0.23	7.0	0.010	0.21	0.090	0.80
Kern	+/-0%	0.24	7.0	0.010	0.22	0.090	0.80
NS_D	+/-0%	0.34	7.8	0.016	0.24	0.090	0.80
HVS1_S	+/-0%	0.27	5.3	0.011	0.14	0.022	0.20
HVS3_S	+/-0%	0.27	6.6	0.011	0.18	0.040	0.38
LSA3_S	+/-0%	0.30	7.7	0.012	0.24	0.090	0.80
Kern_S	+/-0%	0.30	7.7	0.012	0.25	0.090	0.80

Tab. 5.2: Spezifische Emissionsfaktoren für die Fahrzeugflotte „Bremen“ nach HBEFA 2.1 (UBA, 2004)

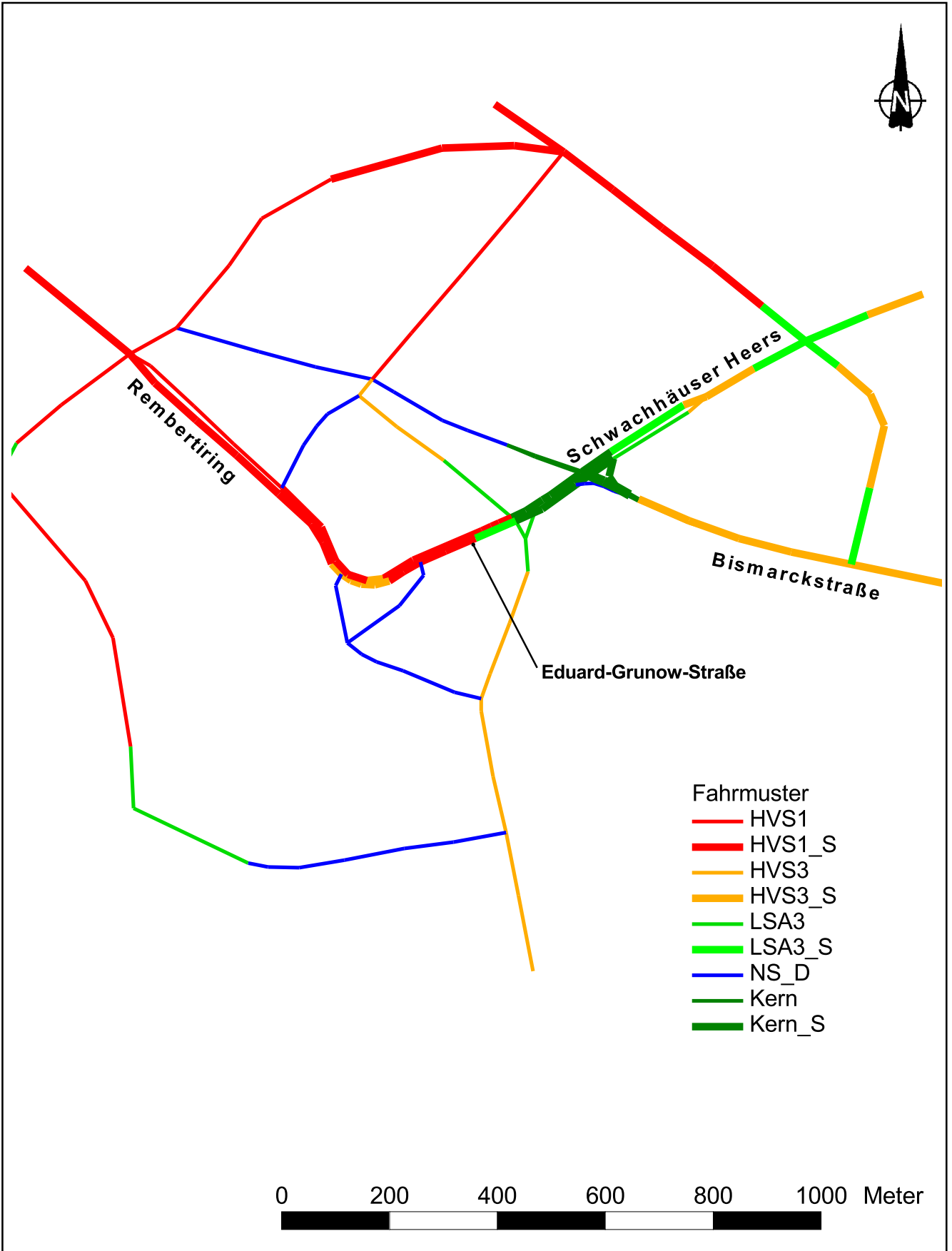
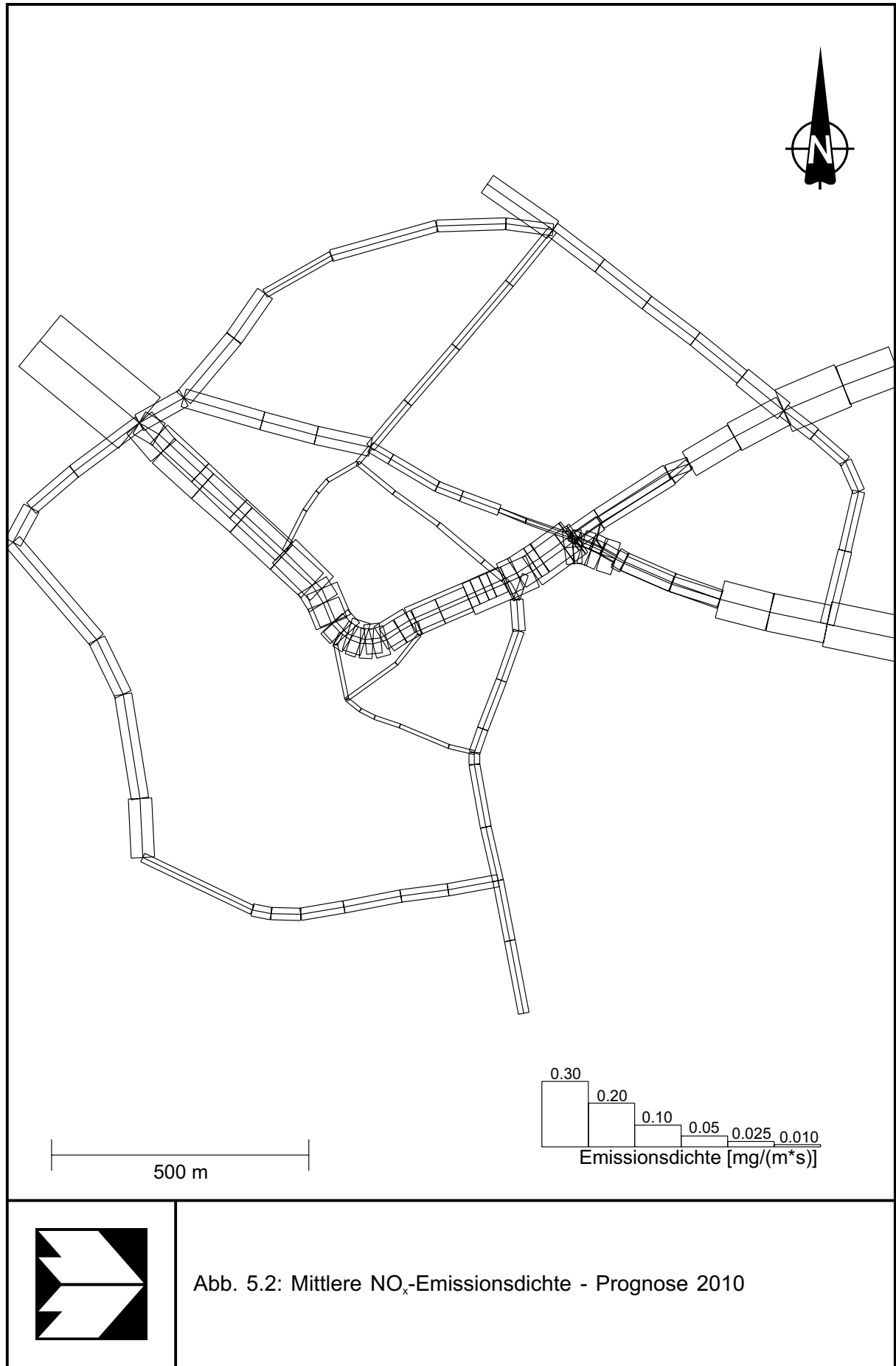


Abb. 5.1: Fahruster bzw. Verkehrssituationen auf dem berücksichtigten Straßennetz



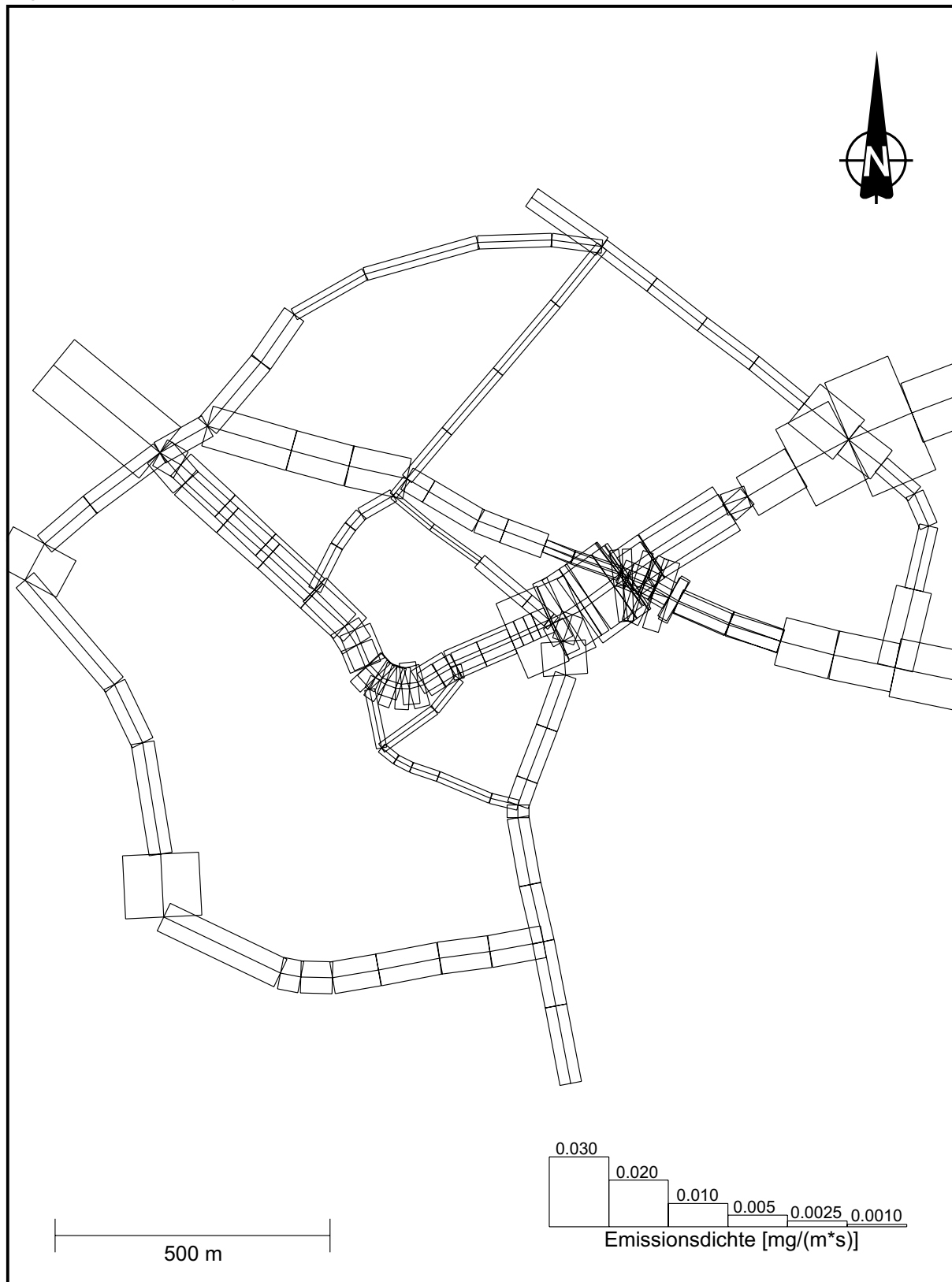


Abb. 5.3: Mittlere PM10-Emissionsdichte - Prognose 2010

5.2 Emissionsminderungskonzepte

Die Auswirkungen der Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, EURO 3, usw.) sind im HBEFA als sogenannte Emissionskonzepte berücksichtigt. Die Häufigkeiten bzw. Fahrleistungsanteile der verschiedenen Emissionskonzepten wurden für das zu betrachtende Bezugsjahr 2010 dem HBEFA entnommen, sie sind für innerörtliche Verkehrssituationen in **Tab. 5.3** aufgeführt.

Die **Tab. 5.4** gibt einen Überblick über die bei hier relevanten innerörtlichen Verkehrssituationen angesetzten NO_x -Emissionsfaktoren für verschiedene Motorkonzepte im betrachteten Prognosejahr 2010. Die entsprechenden motorbedingten und nicht motorbedingten Partikelemissionen sind in der **Tab. 5.5** angegeben.

Pkw		INfz			SNF	LBus	RBus
Konzept	Anteil	Konzept	Anteil	Konzept	Anteil		
PKW/B/Konv	0.1%	LNF/B/Konv	0.0%	SMW/80er_Jahre	3.1%	2.4%	2.6%
PKW/B/GKat<91	0.3%	LNF/B/GKat<91	1.0%	SMW/Euro1	3.2%	3.9%	4.2%
PKW/B/Euro1/FAV1	2.2%			SMW/Euro2	16.1%	15.7%	17.2%
PKW/B/Euro2	3.8%	LNF/B/Euro2	0.8%	SMW/Euro3	33.2%	23.2%	23.0%
PKW/B/Euro3	9.6%	LNF/B/Euro3	1.6%	SMW/Euro4	17.2%	24.7%	24.5%
PKW/B/Euro4	49.0%	LNF/B/Euro4	9.0%	SMW/Euro5	27.2%	30.0%	28.5%
		LNF/D/konv	2.1%				
PKW/D/XXIII/FAV1	0.7%	LNF/D/Euro1/FAV1	5.0%				
PKW/D/Euro2	1.7%	LNF/D/Euro2	10.6%				
PKW/D/Euro3	8.1%	LNF/D/Euro3	18.5%				
PKW/D/Euro4	24.6%	LNF/D/Euro4	51.4%				
alle	100.0%		100.0%		100.0%	100.0%	100.0%

Tab. 5.3: Aufschlüsselung der Häufigkeiten bzw. Fahrleistungsanteile innerorts nach Emissionskonzepten für die einzelnen Fahrzeugkategorien (aus HBEFA 2.1, UBA, 2004)

Die **Abb. 5.4** und **Abb. 5.5** zeigen grafisch die Emissionsfaktoren für verschiedene Emissionskonzepte, die **Tab. 5.6** und **Tab. 5.7** die Emissionsdichten und deren Minderung für die betrachteten Minderungsszenarien.

		NO_x-Emissionsfaktoren [g/km] je Fahrzeug				
Konzept	Verkehrssituation	Pkw	INfz	SNF	LBUS	RBus
alle	Kern_S	0.28	0.81	6.7	10.5	14.9
	HVS1_S	0.26	0.45	4.7	7.1	8.8
EURO 3	Kern_S	0.40	0.96	9.0	13.1	19.0
	HVS1_S	0.37	0.53	6.3	8.8	11.3
EURO 4	Kern_S	0.20	0.54	7.6	10.1	15.2
	HVS1_S	0.19	0.30	5.0	6.6	8.6
EURO 5	Kern_S	-	-	4.1	5.2	7.9
	HVS1_S	-	-	2.8	3.5	4.6
Busse mit Erdgas- o.ä. Antrieb					2	

Tab. 5.4: NO_x-Emissionsfaktoren Prognose 2010 für diverse Emissionskonzepte bei hier relevanten innerörtlichen Verkehrssituationen, Straßenlängsneigung 0 % und Startvorgänge berücksichtigt (aus HBEFA 2.1, UBA 2004), Erdgas-Busse nach LfU-BW (2000) und Pucher et al. (2003)

		PM10-Emissionsfaktoren [g/km] je Fahrzeug				
		Motorbedingte Abgase				
Konzept	Verkehrssituation	Pkw	INfz	SNF	LBUS	RBus
alle	Kern_S	0.011	0.053	0.23	0.27	0.37
	HVS1_S	0.011	0.031	0.13	0.16	0.20
EURO 3	Kern_S	0.024	0.042	0.39	0.40	0.62
	HVS1_S	0.023	0.025	0.21	0.25	0.33
EURO 4	Kern_S	0.010	0.027	0.08	0.10	0.14
	HVS1_S	0.010	0.016	0.05	0.06	0.08
EURO 5	Kern_S	-	-	0.09	0.10	0.14
	HVS1_S	-	-	0.05	0.06	0.08
Busse mit Erdgas- o.ä. Antrieb					0.05	
		Abrieb/Aufwirbelung				
alle	Kern_S	0.09	0.09	0.8	0.8	0.8
	HVS1_S	0.022	0.022	0.2	0.2	0.2

Tab. 5.5: PM10-Emissionsfaktoren Prognose 2010 für die diversen Emissionskonzepte bei hier relevanten innerörtlichen Verkehrssituationen, Straßenlängsneigung 0 % und Startvorgänge berücksichtigt (aus HBEFA 2.1, UBA 2004), Erdgas-Busse nach LfU-BW (2000) und Pucher et al. (2003)

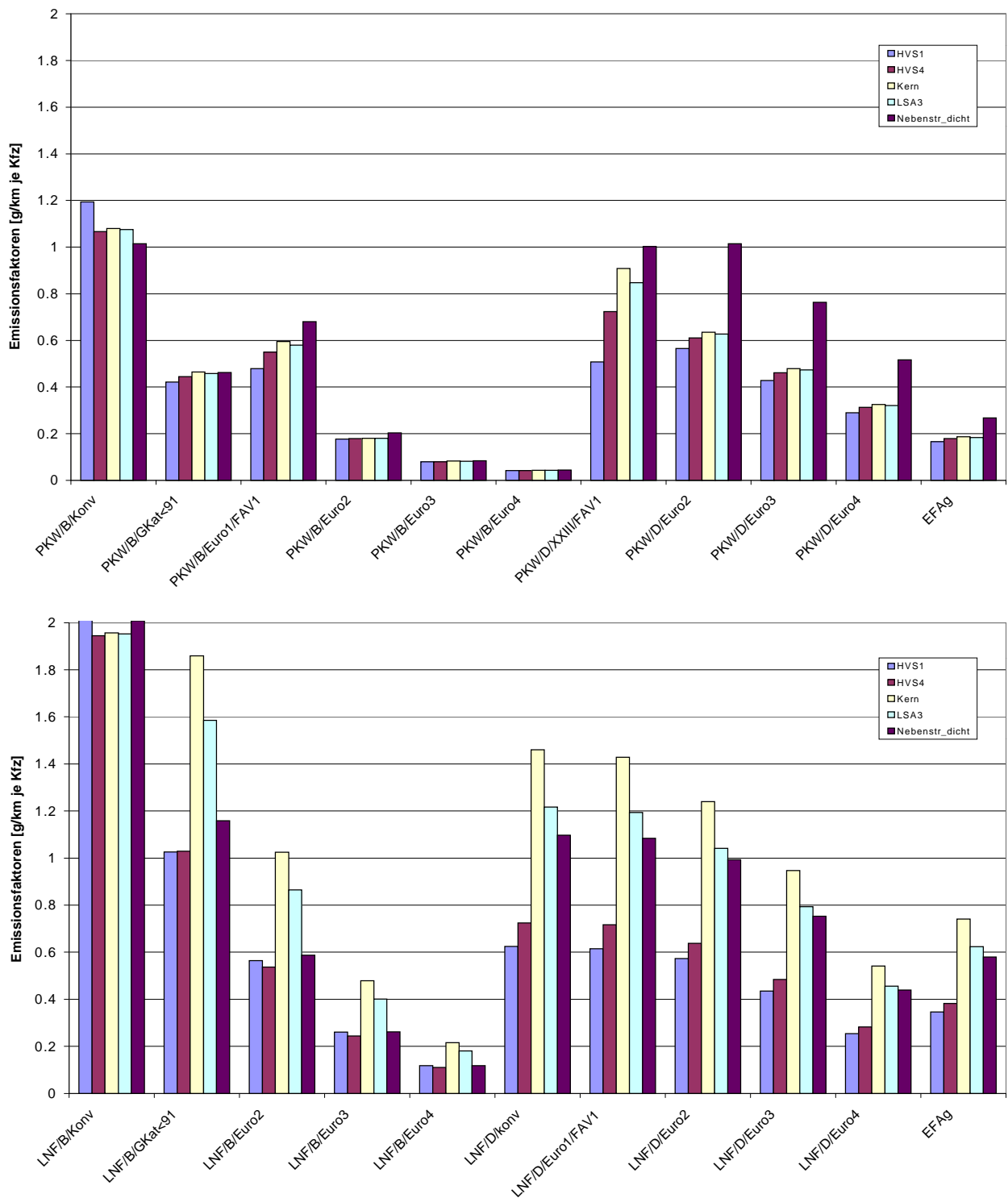


Abb. 5.4: NO_x-Emissionsfaktoren (Pkw oben, Infr unten) Prognose 2010 für die Emissionskonzepte nach HBEFA mit betriebswarmem Motor bei innerörtlichen Verkehrssituationen, Straßenlängsneigung 0 % (aus HBEFA 2.1, UBA 2004)

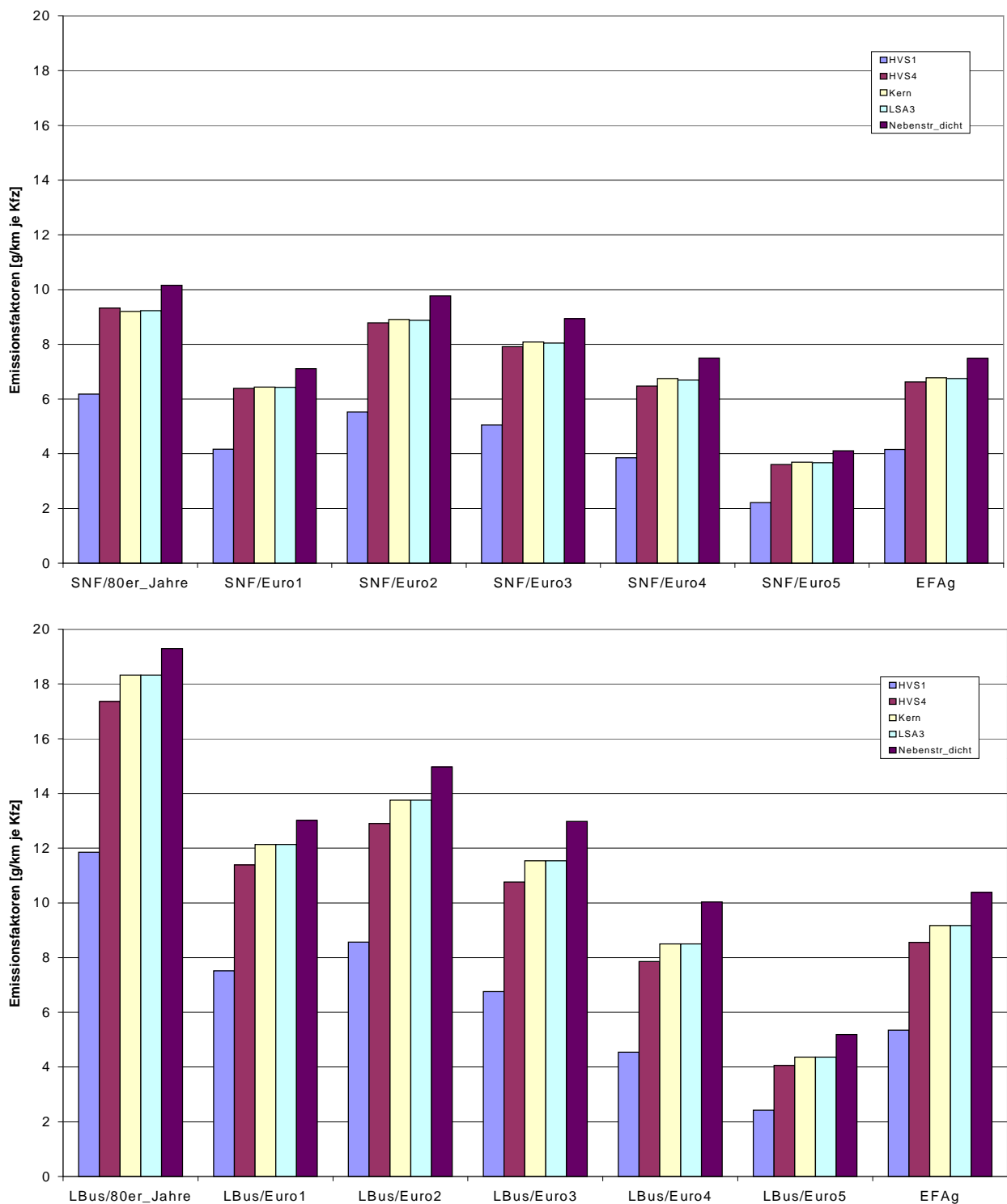


Abb. 5.5: NO_x-Emissionsfaktoren (SNF oben, LBus unten) Prognose 2010 für die Emissionskonzepte nach HBEFA mit betriebswarmem Motor bei innerörtlichen Verkehrssituationen, Straßenlängsneigung 0 % (aus HBEFA 2.1, UBA 2004)

	Pkw	INfz	SNF	LBus	RBus	Summe	relativ
Bezugsfall Prognose 2010							
Fahrzeuganzahl	34671	1445	1353	295	87	37851	100%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.1136	0.0136	0.1046	0.0357	0.0150	0.282	100%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0404	0.0024	0.0162	0.0036	0.0012	0.0638	100%
Minderungsszenario 1 = Ausschluss Kfz schlechter als EURO 3							
Fahrzeuganzahl	31655	1162	1049	230	66	34162	90%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0876	0.0087	0.0850	0.0242	0.0104	0.216	76%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0377	0.0016	0.0123	0.0026	0.0008	0.0551	86%
Minderungsszenario 2 = Ausschluss Kfz schlechter als EURO 4							
Fahrzeuganzahl	25483	873	601	161	46	27164	72%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0596	0.0055	0.0383	0.0138	0.0060	0.123	44%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0296	0.0012	0.0062	0.0017	0.0005	0.0391	61%
Minderungsszenario 3 = Sperrung Durchgangsverkehr für Kfz schlechter als EURO 3							
Fahrzeuganzahl	32896	1278	1116	295	71	35656	94%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0910	0.0095	0.0904	0.0311	0.0112	0.233	83%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0392	0.0018	0.0131	0.0034	0.0009	0.0583	92%
Minderungsszenario 4 = Sperrung Durchgangsverkehr für Kfz schlechter als EURO 4							
Fahrzeuganzahl	29263	1108	767	295	55	31488	83%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0684	0.0069	0.0488	0.0253	0.0072	0.157	55%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0340	0.0015	0.0079	0.0031	0.0006	0.0470	74%
Minderungsszenario 5 = Ausschluss SNF schlechter als EURO 3							
Fahrzeuganzahl	34671	1445	1049	295	87	37547	99%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0959	0.0108	0.0850	0.0311	0.0137	0.236	84%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0413	0.0020	0.0123	0.0034	0.0011	0.0601	94%
Minderungsszenario 6 = Ausschluss SNF schlechter als EURO 4							
Fahrzeuganzahl	34671	1445	601	295	87	37099	98%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0811	0.0090	0.0383	0.0253	0.0114	0.165	58%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0403	0.0020	0.0062	0.0031	0.0009	0.0524	82%
Minderungsszenario 7 = nur Busse mit Erdgasantrieb o.ä. Minderungskonzepten							
Fahrzeuganzahl	34671	1445	1353	295	87	37851	100%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.1136	0.0136	0.1046	0.0068	0.0150	0.254	90%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0404	0.0024	0.0162	0.0029	0.0012	0.0630	99%

Tab. 5.6: Verkehrsmengen und Schadstoff-Emissionsdichten Dobbenweg für die betrachteten Untersuchungsfälle

	Pkw	INfz	SNF	LBus	RBus	Summe	relativ
Bezugsfall Prognose 2010							
Fahrzeuganzahl	37869	1578	1381	197	66	41091	100%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.1157	0.0082	0.0746	0.0161	0.0067	0.221	100%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0142	0.0010	0.0053	0.0008	0.0003	0.0216	100%
Minderungsszenario 1 = Ausschluss Kfz schlechter als EURO 3							
Fahrzeuganzahl	34574	1269	1070	153	50	37116	90%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0904	0.0053	0.0594	0.0108	0.0046	0.171	77%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0139	0.0006	0.0040	0.0006	0.0002	0.0192	89%
Minderungsszenario 2 = Ausschluss Kfz schlechter als EURO 4							
Fahrzeuganzahl	27834	953	613	108	35	29543	72%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0615	0.0033	0.0263	0.0061	0.0026	0.100	45%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0104	0.0004	0.0018	0.0003	0.0001	0.0130	60%
Minderungsszenario 3 = Sperrung Durchgangsverkehr für Kfz schlechter als EURO 3							
Fahrzeuganzahl	35930	1396	1139	197	54	38716	94%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0940	0.0058	0.0633	0.0139	0.0049	0.182	82%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0144	0.0006	0.0042	0.0007	0.0002	0.0202	94%
Minderungsszenario 4 = Sperrung Durchgangsverkehr für Kfz schlechter als EURO 4							
Fahrzeuganzahl	31962	1210	782	197	42	34193	83%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0707	0.0042	0.0335	0.0112	0.0031	0.123	55%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0119	0.0005	0.0023	0.0006	0.0001	0.0154	71%
Minderungsszenario 5 = Ausschluss SNF schlechter als EURO 3							
Fahrzeuganzahl	37869	1578	1070	197	66	40780	99%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0991	0.0065	0.0594	0.0139	0.0060	0.185	84%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0152	0.0007	0.0040	0.0007	0.0003	0.0209	97%
Minderungsszenario 6 = Ausschluss SNF schlechter als EURO 4							
Fahrzeuganzahl	37869	1578	613	197	66	40323	98%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.0837	0.0055	0.0263	0.0112	0.0049	0.132	59%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0141	0.0007	0.0018	0.0006	0.0002	0.0174	80%
Minderungsszenario 7 = nur Busse mit Erdgasantrieb o.ä. Minderungskonzepten							
Fahrzeuganzahl	37869	1578	1381	197	66	41091	100%
NOx-Emission [mg/(m*s)]	0.1157	0.0082	0.0746	0.0046	0.0067	0.210	95%
PM10-Emission [mg/(m*s)]	0.0142	0.0010	0.0053	0.0006	0.0003	0.0213	99%

Tab. 5.7: Verkehrsmengen und Schadstoff-Emissionsdichten Eduard-Grunow-Straße für die betrachteten Untersuchungsfälle

6 ERGEBNISSE DER IMMISSIONSBERECHNUNGEN

6.1 Immissionen Prognose 2010

Im Untersuchungsgebiet wurden jeweils in der Prognose 2010 für den Nullfall mit Bündelung des Verkehrs und für den Planfall mit neuer Bebauung in der Eduard-Grunow-Straße (Bezugsfall) die Luftschadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet, die mit Hilfe des Strömungs- und Ausbreitungsmodells MISKAM (Eichhorn, 1989) berechnet wurde. Da sich die Grenzwerte immer auf die Gesamtbelastung beziehen, wird im Folgenden jeweils nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche aus der Überlagerung von Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) ermittelt wurde.

Die grafische Umsetzung der Immissionen in nachfolgenden 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. In den **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.4** sind die Konzentrationsfelder flächenhaft farbig dargestellt. Die jeweils für den inneren Ausschnitt der Rechengebiete ermittelten Ergebnisse werden gemeinsam abgebildet.

Die Immissionen zeigen einen starken Gradienten zwischen dem Straßenraum und den Bereichen jenseits der Straßenrandbebauung. Auf der straßenabgewandten Seite der Bebauung liegen die Immissionen deutlich unter den Immissionen innerhalb der „Straßenschlucht“. Der Vergleich zwischen Nullfall und Planfall zeigt im Planfall eine Erhöhung der Immissionen im Bereich der geplanten neuen Bebauung in der Eduard-Grunow-Straße und am Rembertikreisel. Es treten Grenzwertüberschreitungen auf. In **Tab. 6.1** und **Tab. 6.2** sind exemplarisch die ermittelten Immissionen für die Untersuchungspunkte nach **Abb. 2.2** zahlenmäßig angegeben. Die o.g. Grenzwertüberschreitungen sind hier nachzuvollziehen.

Untersuchungspunkt	NO ₂ -Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		NO ₂ - 98-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	Nullfall 2010	Planfall 2010	Nullfall 2010	Planfall 2010
P1 Bismarckstraße	52	51	99	97
P2 Dobbenweg	58	58	103	103
P3 Eduard-Grunow-Straße	50	53	94	99
P4 Rembertikreisel	43	45	92	90
	Grenzwert = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Äquivalentwert = 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Tab. 6.1: Ermittelte NO₂-Immissionen Prognose 2010 an den ausgewerteten Untersuchungspunkten (**Abb. 2.2**)

Untersuchungspunkt	PM10-Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Anzahl PM10-Tagesmittel > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Nullfall 2010	Planfall 2010	Nullfall 2010	Planfall 2010
P1 Bismarckstraße	40	39	91	85
P2 Dobbenweg	47	47	>100	>100
P3 Eduard-Grunow-Straße	32	35	49	62
P4 Rembertikreisel	27	28	30	32
	Grenzwert ab 2005 = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Grenzwert ab 2005 = 35	

Tab. 6.2: Ermittelte PM10-Immissionen Prognose 2010 an den ausgewerteten Untersuchungspunkten (**Abb. 2.2**)

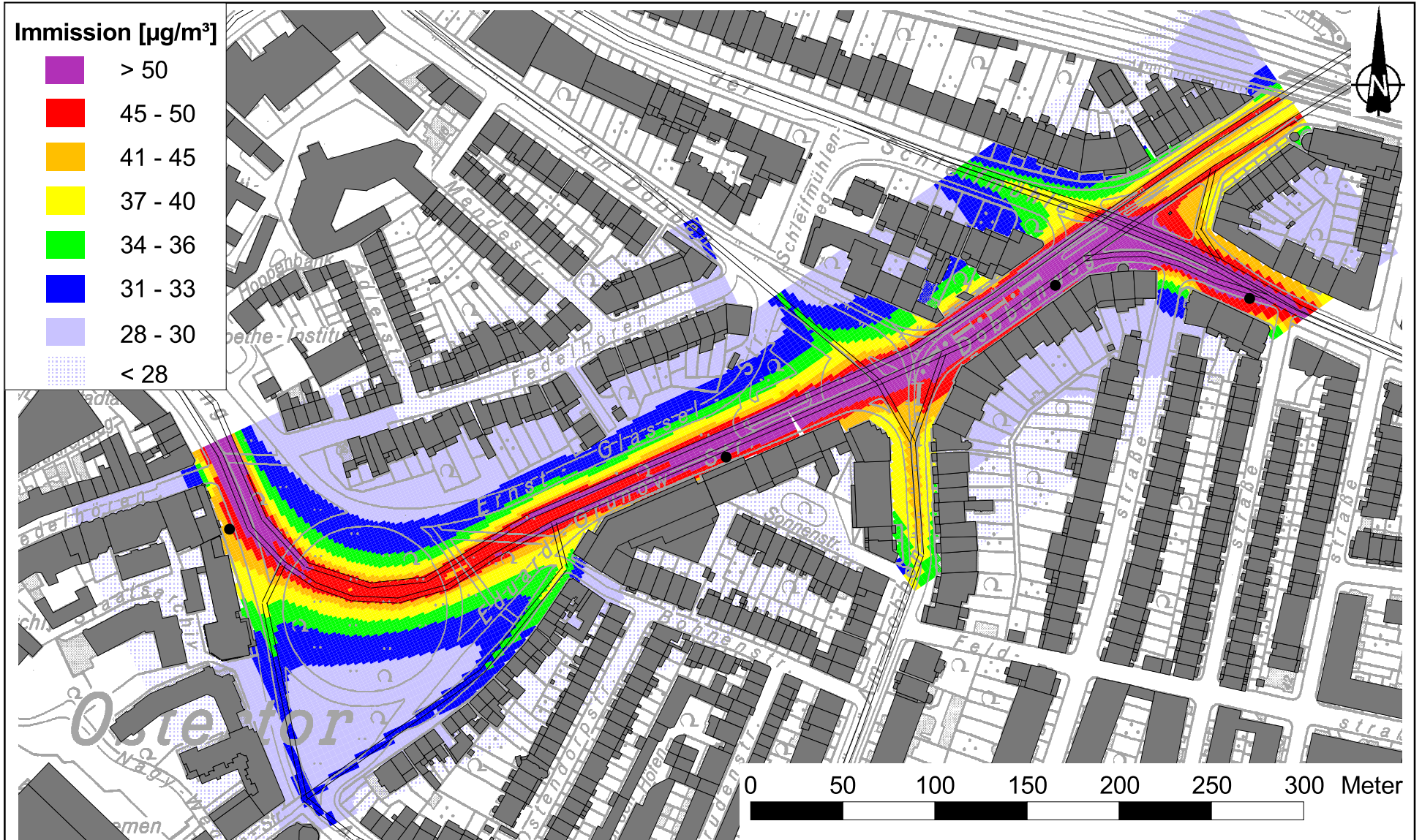


Abb. 6.1: NO₂-Immissionen (Jahresmittel) - Grenzwert = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Nullfall mit Bündelung des Verkehrs
Prognose 2010



Abb. 6.2: NO₂-Immissionen (Jahresmittel) - Grenzwert = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Planfall mit Bündelung des Verkehrs
Prognose 2010

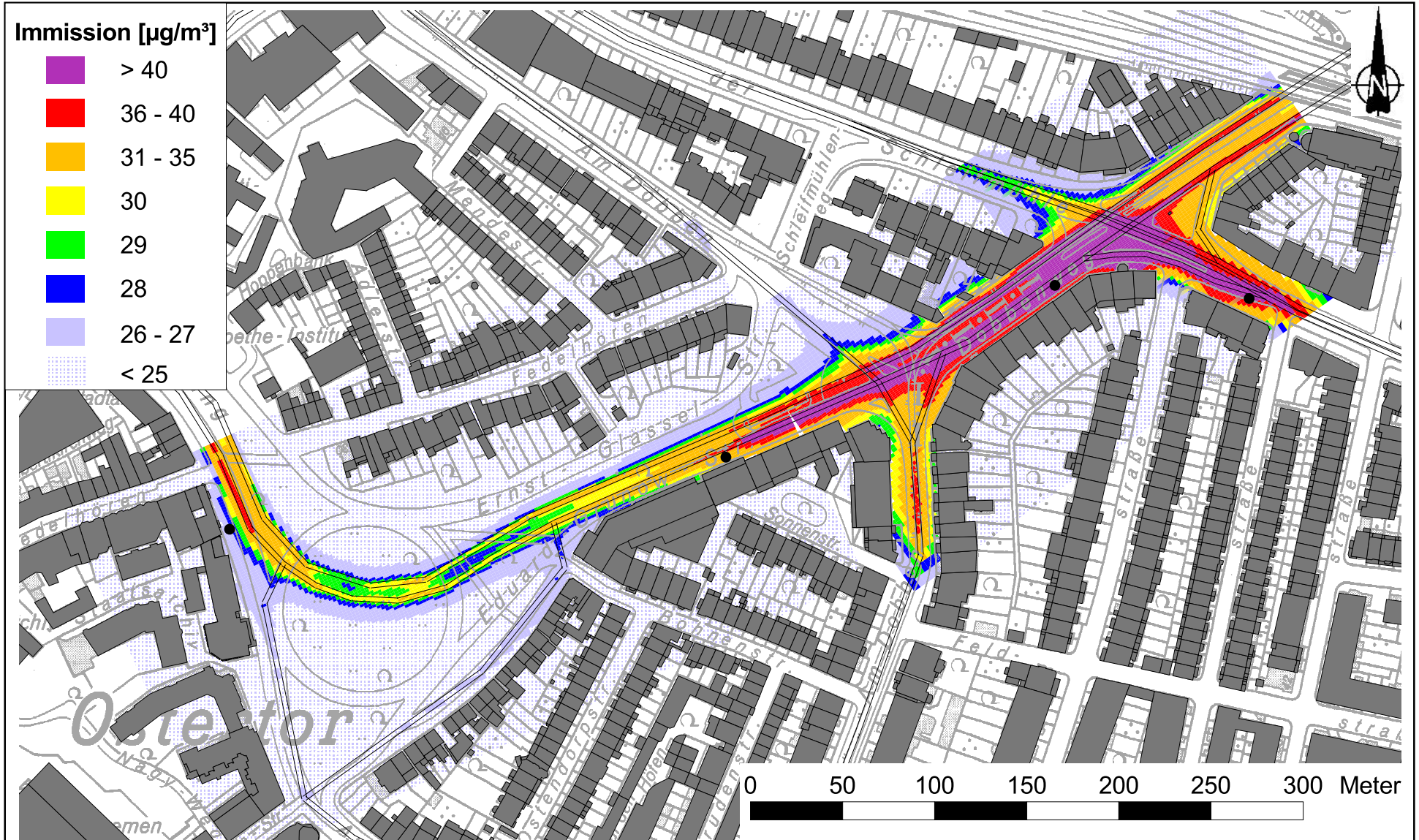


Abb. 6.3: PM10-Immissionen (Jahresmittel) - Grenzwert = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und Äquivalentwert = $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Nullfall mit Bündelung des Verkehrs
Prognose 2010



Abb. 6.4: PM10-Immissionen (Jahresmittel) - Grenzwert = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und Äquivalentwert = $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Planfall mit Bündelung des Verkehrs
Prognose 2010

6.2 Immissionen bei den Minderungsszenarien

Die ermittelten o.a. Immissionen für den Planfall Prognose 2010 werden für die Darstellung der Auswirkungen der Minderungsmaßnahmen als Ausgangssituation bzw. Bezugsfall angesetzt. Ausgehend davon und mit den in Kap. 5 gegebenen Emissionen werden nach dem in Abschnitt 3.3 angegebenen Verfahren die bei den Szenarien zu erwartenden Immissionen ermittelt.

Für die Straßenabschnitte Dobbenweg und Eduard-Grunow-Straße werden nachfolgend die möglichen Reduktionen der NO₂- und PM10-Immissionen bei folgenden Szenarien in der Prognose 2010 angegeben:

- M1 Ausschluss von Kfz schlechter als „EURO 3“
- M2 Ausschluss von Kfz schlechter als „EURO 4“
- M3 Aussperrung des Durchgangverkehrs schlechter als „EURO 3“
- M4 Aussperrung des Durchgangverkehrs schlechter als „EURO 4“
- M5 Ausschluss von SNF schlechter als „EURO 3“
- M6 Ausschluss von SNF schlechter als „EURO 4“
- M7 nur Busse mit Erdgasantrieb o.a. vergleichbaren Minderungskonzepten

Es wurden entsprechend der Aufgabenstellung jeweils die ausgesperrten Kfz nicht durch andere Kfz ersetzt, so dass sich die Verkehrsmengen entsprechend verringern. Die Szenarien sind daher als fiktiv (abgesehen vom letztgenannten mit emissionsgeminderten Bussen) anzusehen, da eine reale Umsetzung derartiger Maßnahmen u.a. Auswirkungen auf die Fahrzeugflotte haben wird (Ersatz durch Neufahrzeuge) und ggf. mit Ausnahmeregelungen verbunden ist. Die nachfolgenden Ergebnisse stellen die Spannweiten der möglichen Effekte hinsichtlich der Immissionsminderung dar.

In der **Tab. 6.3** sind die für den Dobbenweg (Untersuchungspunkt P2) und in der **Tab. 6.4** die für die Eduard-Grunow-Straße (Untersuchungspunkt P3) ermittelten Immissionen angegeben. Aufgrund der unterschiedlichen Verkehrszusammensetzungen ergeben sich verschiedene Minderungseffekte.

Den stärksten Minderungseffekt zeigt die Maßnahme M2 (nur EURO 4 und besser zulassen). Hier werden bis zu 25 % geringere Immissionen erreicht. Die durch den lokalen Straßenverkehr verursachte Zusatzbelastung an Schadstoffen wird bei dieser Maßnahme M2 um ca. 50 % reduziert. Da die Hintergrundbelastung (vg. Kap. 4) etwa die Hälfte der Immissionen (Gesamtbelastung) ausmacht, wird der Minderungseffekt gedämpft. Die für die Eduard-

Grunow-Straße nach Lohmeyer (2004a) ermittelte Anzahl der PM10-Tagesmittel $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (siehe Kap. 3) wird bei dieser Maßnahme um ca. 40 % auf 38 sinken. Damit wäre der Grenzwert von 35 erlaubten Überschreitungen nahezu erreicht.

Für den Dobbenweg können wegen der hohen ermittelten PM10-Jahresmittel keine quantitativen Angaben gemacht werden, da der Ansatz nach Lohmeyer (2004a) dort keine verlässlichen Werte liefert. Die für den Dobbenweg ermittelten PM10-Jahresmittel werden tendenziell überschätzt, wie der Vergleich zu Messwerten in der Analyse zeigt (Lohmeyer, 2004). Ursache dafür sind vermutlich zu hohe PM10-Emissionsfaktoren für die Verkehrssituationen „LSA“ und „Kern“.

Szenario	NO ₂ -Jahresmittel		PM10-Jahresmittel		Anzahl PM10-Tagesmittel $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	relativ	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	relativ	Anzahl	relativ
Bezugsfall	58	100%	47	100%	>100	--
M1	52	91%	44	93%	>100	--
M2	43	75%	37	79%	76	--
M3	54	94%	45	95%	>100	--
M4	47	82%	41	86%	94	--
M5	54	94%	46	97%	>100	--
M6	48	83%	43	91%	>100	--
M7	55	96%	47	99%	>100	--

Tab. 6.3: Ermittelte Immissionen (Prognose 2010) bei den betrachteten Minderungsszenarien und dem Bezugsfall für den Dobbenweg

Szenario	NO ₂ -Jahresmittel		PM10-Jahresmittel		Anzahl PM10-Tagesmittel $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	relativ	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	relativ	Anzahl	relativ
Bezugsfall	53	100%	35	100%	62	100%
M1	48	91%	33	96%	55	89%
M2	40	77%	30	85%	38	61%
M3	49	93%	34	98%	58	94%
M4	43	82%	31	90%	44	71%
M5	50	94%	34	99%	59	95%
M6	44	84%	32	93%	50	81%
M7	52	98%	35	100%	61	98%

Tab. 6.4: Ermittelte Immissionen (Prognose 2010) bei den betrachteten Minderungsszenarien und dem Bezugsfall für die Eduard-Grunow-Straße

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.
- BMV (1996): Straßenverkehrszählungen auf den Bundesfernstraßen; - Anhebung der Grenze zwischen leichten und schweren Lkw von 2,8 t auf 3,5 t - Umrechnungsfaktoren. Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 18.07.1996.
- 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.
- LfU-BW (2000): Möglichkeiten der Minderung von Schadstoffen bei Bussen. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, November 2000.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten, Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt, kommunale ökologische Briefe Nr. 01/05.01.2000, Raabe-Verlag, Berlin.
- Lohmeyer (2004): „Ausbreitungsrechnungen für den Bereich der Messstation Verkehr 1 in Bremen zur Ursachenermittlung der erhöhten NO₂- und PM10-Immissionen - Erstellung eines Minderungs-/Maßnahmenplans“, Projekt 60023-03-01, Karlsruhe.
- LSV-RP (2002): BVZ 2000, Umrechnungsfaktoren für die maßgeblichen stündlichen Verkehrsstärken und der maßgebenden LKW-Anteile für Lärmberechnungen. Landesbetrieb Straßen und Verkehr Rheinland-Pfalz, Koblenz, 29.04.2002.
- MLuS 02 (2002): Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen. Teil: Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln.
- Pucher E., Bauer H., Guérin R., Müller J., Jernej H., Zach Ch. (2003): Umweltfreundliche urbane Bus- und Güterverkehrssysteme - Saubere Kraftstoffe und Zero Emission in Kerngebieten. Technische Universität Wien, Dezember 2003.

UBA (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 2.1 / Feb. 2004.
Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.

UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.