

**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](mailto:info.ka@lohmeyer.de)

URL: [www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)

**Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG**

---

**AUSWIRKUNGEN VON  
VERKEHRLICHEN MASSNAHMEN IM  
INNENSTADTBEREICH DER  
HANSESTADT BREMEN AUF DIE  
LUFTSCHADSTOFFBELASTUNGEN**

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

Dr.rer.nat. R. Bösing

Dr.-Ing. A. Lohmeyer

April 2007  
Projekt 60713-06-01  
Berichtsumfang 51 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>II</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE.....</b>	<b>6</b>
<b>4 EINGANGSDATEN.....</b>	<b>8</b>
4.1 Verkehrsdaten.....	8
4.2 Hintergrundbelastung.....	13
4.3 Meteorologische Daten .....	15
<b>5 EMISSIONEN.....</b>	<b>18</b>
5.1 Emissionsfaktoren .....	18
5.2 Emissionen auf den betrachteten Straßenabschnitten .....	21
5.3 Emissionsbilanzen .....	24
<b>6 IMMISSIONEN.....</b>	<b>26</b>
6.1 Ergebnisse .....	26
6.2 Vergleich der Planfälle Umweltzone mit Bezugsfall 2010 .....	36
6.3 Einfluss der Kfz-Kennzeichnungsverordnung.....	39
<b>7 LITERATUR.....</b>	<b>42</b>
<b>A1 ZUORDNUNG VON STRASSENAMEN ZU STRECKENKENNNUMMERN ...</b>	<b>45</b>
<b>A2 ABBILDUNGEN DER STICKSTOFFOXID-EMISSIONEN .....</b>	<b>48</b>

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AK LRP	Arbeitskreis Luftreinhalteplan Bremen
BSAG	Bremer Straßenbahn Auftraggeber
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [Kfz/24h]
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEV	Enhanced Environmentally Friendly Vehicle
HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HE	Hoch emittierende Kfz (Fahrt in Umweltzone nicht zulässig)
HEn	Hoch emittierende Fahrzeuge, die das Verbot nicht befolgen
Kfz	Kraftfahrzeug
LKW	Schwere Nutzfahrzeuge >3.5t zGG und Busse
INfz	Leichte Nutzfahrzeuge < 3.5t zGG
NE	Niedriger emittierende Kfz (Fahrt in Umweltzone zulässig)
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge > 3.5 t zGG
zGG	zulässiges Gesamtgewicht der Fahrzeuge

### 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 Dezimalkommata.

Kartengrundlage: Topographische Karte 1:20.000

Mit Erlaubnis des Herausgebers:

Kataster und Vermessung Bremen vom 27. November 1995, Az.:84071-31-5/31014

Kartengrundlage / Geobasisinformationen:

© GeoInformation Bremen, [www.geo.bremen.de](http://www.geo.bremen.de)

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des Luftreinhalteplans Bremen sind verkehrliche Sperrungsmaßnahmen für eine „Umweltzone“ im Innenstadtbereich, die in 3 verschiedenen Abgrenzungen definiert ist, jeweils hinsichtlich der Auswirkungen auf die dortigen PM10- und NO<sub>2</sub>-Immissionen zu ermitteln. Die räumlichen Abgrenzungen für die 3 Szenarien zeigt **Abb. 2.1**: Umweltzone 1 (Innenstadt, u.a. Altstadt, Ostertor, Osterdeich ausgenommen), Umweltzone 2 (Zone 1 erweitert um Neustadt, alle Straßenzüge eingeschlossen) und Umweltzone 2\* (wie Zone 2, jedoch Osterdeich, Friedrich-Ebert-Straße und Wester-/Osterstraße ausgenommen).

Zu betrachten sind die Sperrung der jeweiligen Umweltzone für Fahrzeuge, die Emissionswerte überschreiten, die in verschiedenen sog. EURO-Normen definiert sind: Pkw, die nicht EURO 3 erfüllen, Infz, die nicht EURO 4 erfüllen und Lkw >12 t zGG, die nicht EURO 5 erfüllen. Prognosehorizont im Hinblick auf die Flottenzusammensetzung ist das Jahr 2010. Im Jahr 2010 wird der Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Immissionen nach 22. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel gültig. Zur Einschätzung der Auswirkungen der jeweiligen Gestaltung der Umweltzone ist der Bezugsfall 2010 in gleicher Weise zu betrachten.

Abgesehen von den u.a. Daten entsprechen die Methodik, Eingangsdaten und Untersuchungsgebiet dem o.g. gesamtstädtischen Straßenscreening (Lohmeyer, 2005). Die Emissionsfaktoren für die Fahrzeuge mit verschiedenen Emissionsnormen werden auf der Basis des aktuellen HBEFA 2.1 (UBA, 2004) abgeleitet. Die Emissions- und Immissionsberechnungen erfolgen wie im o.a. Stadt-Screening beschrieben auf der Grundlage der von Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG (IVV, 2007) gelieferten Verkehrszahlen und den abgeleiteten Emissionsfaktoren mit dem Modell PROKAS.

Die Ergebnisse zeigen, dass im Bezugsfall 2010 an 28 der Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet der NO<sub>2</sub>-Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel überschritten wird. Die höchsten Immissionen werden im Bezugsfall 2010 für die Straßenabschnitte Eduard-Grunow-Straße, Bismarckstraße, Dobbenweg, Am Wall und Gastfeldstraße ermittelt. In diesen Bereichen und in der Nordstraße treten auch die höchsten PM10-Immissionen auf. Der PM10-Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel wird jedoch nicht erreicht. Für 10 Straßenabschnitte werden im Bezugsfall 2010 mehr als 35 PM10-Tagesmittel größer als 50 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Mit einem maximal berechneten 98-Perzentilwert von 114 µg NO<sub>2</sub> /m<sup>3</sup> ist davon auszugehen, dass der NO<sub>2</sub>-Kurzzeitbeurteilungswert eingehalten wird.

Im Untersuchungsfall Umweltzone 1 ist gegenüber dem Bezugsfall 2010 bei den  $\text{NO}_x$ -Emissionen eine deutliche Abnahme festzustellen. Dies betrifft nicht nur den Bereich der Umweltzone (Bereich 1), die Minderung wirkt sich auch auf die umgebenden Bereiche aus. Die Fahrten in der Umgebung der Umweltzone sind zum Teil Fahrten zur Umweltzone und werden daher mit dort zulässigen Fahrzeugen durchgeführt.

Die Minderungen der  $\text{PM}_{10}$ -Emissionen sind dagegen deutlich geringer, weil ein wesentlicher Teil der Emissionen (Abriebe und Aufwirbelung) unabhängig von den Abgasminderungskonzepten (Euro-Normen) auftritt.

Entsprechend den Emissionen ist bei den  $\text{NO}_2$ -Immissionen gegenüber dem Bezugsfall 2010 eine Abnahme in der gesamten Umweltzone 1 festzustellen. Die Werte im Bereich Eduard-Grunow-Straße, Bismarckstraße bleiben aber auch hier noch über dem Grenzwert. Insgesamt bleiben an 14 Straßenabschnitten im Untersuchungsgebiet die  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte über dem Grenzwert und an 7 Straßenabschnitten wird der  $\text{PM}_{10}$ -Kurzzeitgrenzwert überschritten.

Im Untersuchungsfall Umweltzone 2 erfolgt eine weitere Reduzierung der Immissionen in der Neustadt (Gastfeldstraße, Westerstraße und Pappelstraße). Es verbleiben noch 13 Überschreitungen des  $\text{NO}_2$ -Grenzwertes und 6 Überschreitungen des  $\text{PM}_{10}$ -Grenzwertes.

Im Fall Umweltzone 2\* (12 Überschreitungen des  $\text{NO}_2$ -Grenzwertes und 7 Überschreitungen des  $\text{PM}_{10}$ -Grenzwertes) sind auch in den dann nicht gesperrten Westerstraße / Osterstraße kaum Erhöhungen festzustellen. Offenbar wirkt sich auch in diesen Straßen die Flottenumstellung wegen der Sperrung aus.

Ein großer Sprung bei den Immissionsminderungen tritt bereits im Fall Umweltzone 1 auf. Die in der Fläche nur geringen weiteren Minderungen durch die Umweltzone 2 und 2\* wirken sich v.a. im Bereich der Neustadt (Gastfeldstraße, Westerstraße) aus. Die Auswirkungen der jeweiligen Umweltzone sind auch in den benachbarten Bereichen festzustellen. Die Schadstoffminderungen durch die Umweltzonen sind jedoch nicht ausreichend, um alle Grenzwertüberschreitungen zu vermeiden.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Das Bremer Luftüberwachungssystem (BLUES) erfasst seit 1987 an ortsfesten Messstationen in Bremen und Bremerhaven Daten zur Überwachung der Luftqualität. In Bremen werden Überschreitungen der Grenzwerte von PM10- und NO<sub>2</sub>-Immissionen nach 22. BImSchV festgestellt. Aufgrund dieser Überschreitungen ist die Stadt Bremen verpflichtet, einen Luftreinhalte- und Aktionsplans (LRP) aufzustellen, der die Minderung der PM10- und NO<sub>2</sub>-Immissionen zum Ziel hat. Die Entwicklung des Luftreinhalteplans wird von einem verwaltungsinternen fachübergreifenden Arbeitskreis (AK LRP) bearbeitet.

Zur Ursachenermittlung der hohen Schadstoffkonzentrationen und zur Prüfung geeigneter Minderungsmaßnahmen wurden Emissions- und Ausbreitungsrechnungen für den Bereich um die Messstation Verkehr 1 (Dobbenweg) und für das Hauptverkehrsstraßennetz der Stadt Bremen durchgeführt:

- Lohmeyer (2004), „Ausbreitungsrechnungen für den Bereich der Messstation Verkehr 1 in Bremen zur Ursachenermittlung der erhöhten NO<sub>2</sub>- und PM10-Immissionen - Erstellung eines Minderungs-/Maßnahmenplans“, Projekt 60023-03-01, Karlsruhe, Mai 2004
- Lohmeyer (2005), „Screening der Luftschadstoffbelastung in den Hauptverkehrsstraßen der Stadt Bremen“, Projekt 60141-04-01, Karlsruhe, Juli 2005
- Lohmeyer (2005a), „Luftschadstoffuntersuchung über Planvarianten des Umbaus der Eduard-Grunow-Straße in Bremen und über Szenarien von Schadstoff-Minderungsmaßnahmen“, Projekt 60230-04-01, Karlsruhe, August 2005

Dabei wurden Immissionsberechnungen für die Situation im Jahr 2001 und für Varianten der Verkehrsführung und Bebauung in der Prognose 2010 durchgeführt. U.a. wurden fiktive Minderungsszenarien untersucht, um entsprechende Potentiale aufzuzeigen.

Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist es, die vom o.g. AK LRP vorgeschlagenen verkehrlichen Sperrungsmaßnahmen für eine „Umweltzone“ im Innenstadtbereich, die in 3 verschiedenen Abgrenzungen definiert ist, jeweils hinsichtlich der Auswirkungen auf die dortigen PM10- und NO<sub>2</sub>-Immissionen zu ermitteln. Die räumliche Abgrenzungen für die 3 Szenarien zeigt die **Abb. 2.1**: Umweltzone 1 (Innenstadt, u.a. Altstadt, Ostertor, Osterdeich ausgenommen), Umweltzone 2 (Zone 1 erweitert um Neustadt, alle Straßenzüge eingeschlossen) und Umweltzone 2\* (wie Zone 2, jedoch Osterdeich, Friedrich-Ebert-Straße und Wester-/Osterstraße ausgenommen).

Zu betrachten sind nach der im AK LRP getroffenen Übereinkunft die Sperrung der jeweiligen Umweltzone für Fahrzeuge, die Emissionswerte überschreiten, die in verschiedenen sog. EURO-Normen definiert sind: Pkw, die nicht EURO 3 erfüllen, LNfz, die nicht EURO 4 erfüllen und Lkw >12 t zGG, die nicht EURO 5 erfüllen (**Tab. 2.1**).

Prognosehorizont im Hinblick auf die Flottenzusammensetzung ist das Jahr 2010. Im Jahr 2010 wird der Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Immissionen nach 22. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel gültig. Zur Einschätzung der Auswirkungen der jeweiligen Gestaltung der Umweltzone ist der Bezugsfall 2010 in gleicher Weise zu betrachten.

Emissionsnormen nach HBEFA 2.1 (UBA, 2004)				Emissionstyp / Fahrt in Umweltzone
Pkw	LNfz <3.5t	SNF 3.5-12t	SNF >12t	
Otto vor Euro 3	Otto vor Euro 4	--	--	HE / nicht zulässig
Diesel vor Euro 3	Diesel vor Euro 4	Diesel vor Euro 4	Diesel vor Euro 5	
Diesel ab Euro 3	Diesel Euro 4	Diesel ab Euro 4	Diesel Euro 5	NE / zulässig
Otto ab Euro 3	Otto ab Euro 4	--	--	

Tab. 2.1: Einteilung der in der Umweltzone zugelassenen Fahrzeuge (NE) und ausgesperrte Fahrzeuge (HE) entsprechend der Emissionsnormen

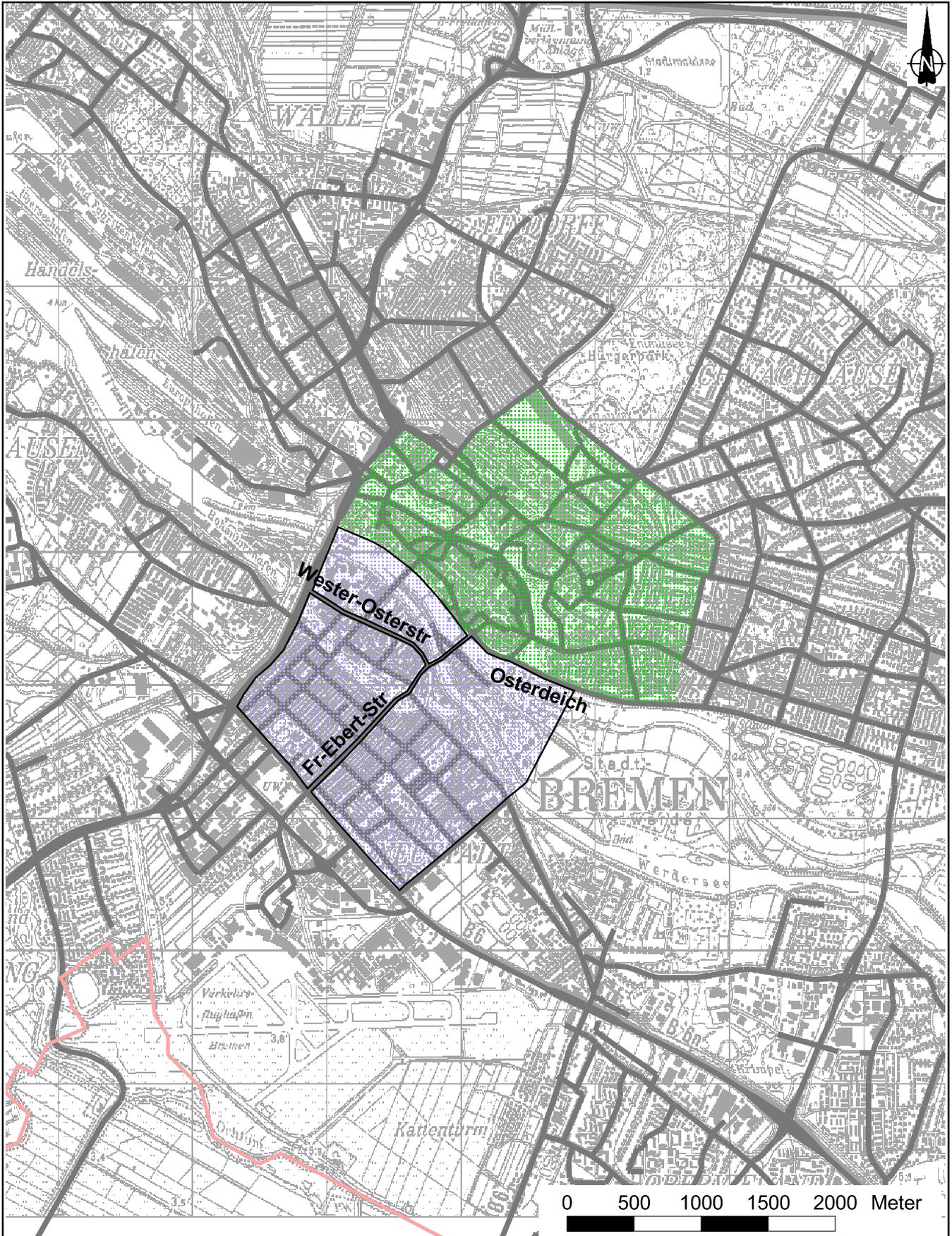


Abb. 2.1: Untersuchungsgebiet mit Abgrenzung Umweltzone 1 (grün) und erweiterte Umweltzone 2 (blau) sowie Ausschnitte des berücksichtigten Straßennetzes (grau)

### 3 VORGEHENSWEISE

Abgesehen von den in Kap. 4 angegebenen Daten entsprechen die Methodik, Eingangsdaten und Untersuchungsgebiet dem o.g. gesamtstädtischen Straßenscreening (Lohmeyer, 2005). Die Emissionsfaktoren für die Fahrzeuge mit verschiedenen Emissionsnormen werden auf der Basis des aktuellen HBEFA 2.1 (UBA, 2004) abgeleitet. Die Emissions- und Immissionsberechnungen erfolgen wie im o.a. Stadt-Screening beschrieben auf der Grundlage der von IVV gelieferten Verkehrszahlen und den abgeleiteten Emissionsfaktoren mit dem Modell PROKAS. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachteten Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Kaltstartzuschlägen, Stauanteilen und Längsneigungseinflüssen berechnet. Die PM<sub>10</sub>-Emissionen der Fahrzeuge aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden auf der Grundlage aktueller Forschungserkenntnisse ermittelt (BASt, 2005, Düring und Lohmeyer, 2004).

Die 22. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO<sub>2</sub> einen Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, 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/m<sup>3</sup> (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

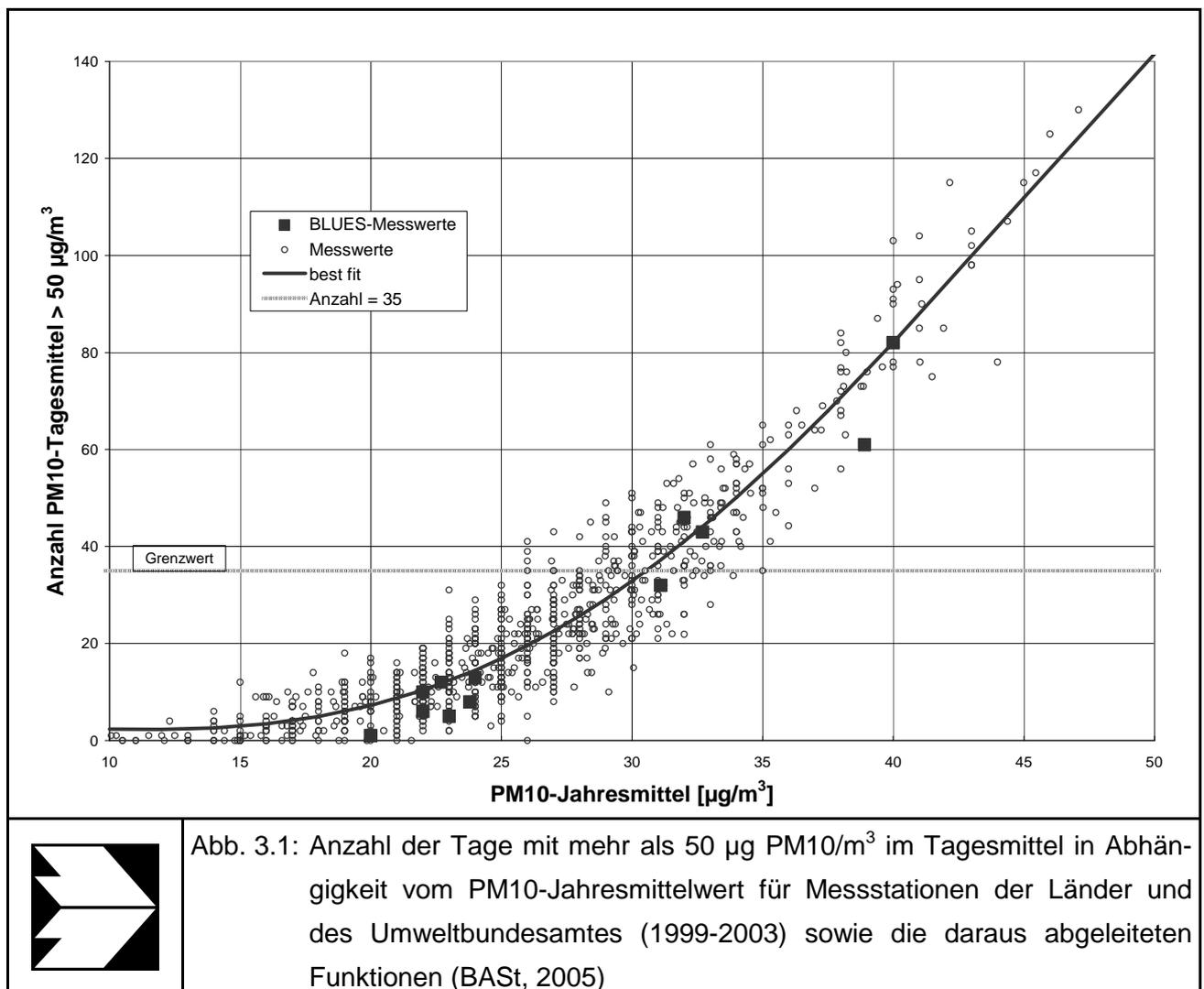
Zur Ermittlung der in der 22. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen von 50 µg/m<sup>3</sup> wird ein empirisch aus PM<sub>10</sub>-Messungen abgeleiteter Zusammenhang eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m<sup>3</sup> und dem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM<sub>10</sub>-Überschreitungshäufigkeit vom PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert abgeleitet (BASt, 2005).

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 µg/m<sup>3</sup> 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.

Dieser Ansatz stimmt mit dem Befund vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW, 2006) überein, dass bei PM10-Jahresmittelwerten zwischen  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten wird.

Die Auswertungen der PM10-Messungen in den Jahren 2005 und 2006 an den BLUES-Messstellen (BLUES, 2005 und 2006) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** eingetragen. Diese Werte liegen tendenziell unterhalb der o.g. „best fit“-Kurve. Das heißt, dass die wie o.a. ermittelte Anzahl der PM10-Überschreitungstage eher überschätzt wird.



## 4 EINGANGSDATEN

### 4.1 Verkehrsdaten

Grundlage der vorliegenden Untersuchung sind Verkehrsumlegungsdaten, die vom Verkehrsgutachter (IVV, 2007) geliefert wurden. Die Verkehrsmengen auf den Straßen in Bremen wurden dabei in folgender Differenzierung nach zulässigem Gesamtgewicht (zGG) vorgelegt:

- Pkw, Kombi etc. (zGG < 2.8 t)
- Leichte Nutzfahrzeuge INfz (zGG 2.8 t bis 3.5 t)
- Schwere Nutzfahrzeuge (zGG 3.5 t bis 7.5t)
- Schwere Nutzfahrzeuge (zGG 7.5 t bis 12 t)
- Schwere Nutzfahrzeuge (zGG > 12 t).

Die Anzahl der Busse, die sich auf Grund der Frequenz für den Tageszeitraum 6.00 bis 22.00 Uhr ergibt (Fahrplan 2006 mit Straßenbahn durch die Hafenvorstadt), wurden in einem separaten Liniennetz ebenfalls vom Verkehrsgutachter zur Verfügung gestellt.

Zur Abbildung der Auswirkungen der o.a. Sperrmaßnahmen wurden die Fahrzeuge für jede der obigen Kfz-Klassen in die von der Sperrung betroffenen hoch emittierenden Kfz (HE) und die in der Umweltzone zugelassenen niedriger emittierenden Kfz (NE) entsprechend der o.a. Definition der Sperrung nach EURO X-Normen eingeteilt. Die entsprechenden Häufigkeiten von HE und NE wurden für die obigen Kfz-Klassen aus den Daten des aktuellen HBEFA 2.1 (UBA, 2004) für das Jahr 2010 ermittelt und dem Verkehrsgutachter übergeben (**Tab. 4.1**).

Der Verkehrsgutachter erstellte darauf aufbauend die Verkehrsumlegungen für HE und NE in der o.g. Kfz-Differenzierung unter Berücksichtigung der Fahrbeschränkungen zum Einfahren in die jeweilige Umweltzone (**Abb. 2.1**). Die Verkehrsmengen basieren auf der Kurzfristprognose 2007 und wurden mit den Faktoren 1.049 bei Pkw und 1.095 bei den INfz und SNF auf das Jahr 2010 hochgerechnet. Neben der Aufteilung der 5 Fahrzeugklassen in die beiden Gruppen der niedrig emittierenden (NE) und der hoch emittierenden Fahrzeug (HE) wurde zudem eine weitere Gruppe berücksichtigt, die hoch emittierenden Fahrzeuge, die das Verbot nicht befolgen (HE<sub>n</sub>). Als Befolgungsrate der Sperrung durch die Verkehrsteilnehmer wurde vom Verkehrsgutachter entsprechend der Vorgabe des AK LRP 90% angenommen.

<b>Fahrzeug- kategorie</b>	<b>Fahrten in Umweltzone</b>	<b>Emissionstyp</b>	<b>Emissionsnorm</b>	<b>Häufigkeiten</b>
Pkw	Verboten	HE	vor Euro 3	8.7%
	Zulässig	NE	ab Euro 3	91.3%
				alle
LNfz (<3.5t)	Verboten	HE	vor Euro 4	39.6%
	Zulässig	NE	Euro 4	60.4%
				alle
SNF (3.5t-7.5t)	Verboten	HE	vor Euro 4	61.3%
	Zulässig	NE	ab Euro 4	38.7%
				alle
SNF (7.5t-12t)	Verboten	HE	vor Euro 4	56.4%
	Zulässig	NE	ab Euro 4	43.6%
				alle
SNF (>12t)	Verboten	HE	vor Euro 5	69.4%
	Zulässig	NE	Euro 5	30.6%
				alle

Tab. 4.1: Häufigkeiten der von Fahrverboten betroffenen und nicht betroffenen Fahrzeuge ermittelt aus den Fahrleistungsanteilen im Jahr 2010 nach HBEFA 2.1 (UBA, 2004)

<b>Emissionsnorm</b>	<b>Anteil an ÖPNV-Fahrleistung (Bus)</b>	
	<b>2006</b>	<b>2010</b>
80er_Jahre	12.9%	0.0%
Euro1	42.5%	37.0%
Euro2	27.5%	26.0%
Euro3	16.4%	15.0%
Euro4	0.0%	0.0%
Euro5	0.7%	22.0%
Alle	100.0%	100.0%

Tab. 4.2: Busbestand 2006 und Prognose der Fahrleistungsanteile nach Informationen der Bremer Straßenbahn AG (BSAG, 2007)

Der aktuelle Busbestand und die Fahrleistungen der Busse im Bremer Nahverkehr (Stand 2006) sowie Informationen über künftige Entwicklungen wurden von der Bremer Straßenbahn AG (BSAG, 2007) zur Verfügung gestellt (**Tab. 4.2**). Im Jahr 2007 wird die BSAG insgesamt 40 neue Busse für den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) in Bremen bestellen. Diese 40 neuen Busse im EEV-Standard (Enhanced Environmentally friendly Vehicle, entspricht EURO 5-Norm) werden nach Angaben der BSAG alte Fahrzeuge ersetzen. Nach Angaben des Auftraggebers soll durch eine Vereinbarung mit der BSAG gesichert werden, dass im Bereich der Umweltzone ausschließlich diese EEV-Busse eingesetzt werden. Dies wird bei den Szenarien Umweltzone 2010 berücksichtigt.

Die verwendeten Verkehrszahlen sind exemplarisch für die in **Abb. 4.1** definierten Straßenquerschnitte in der **Tab. 4.3** angegeben.

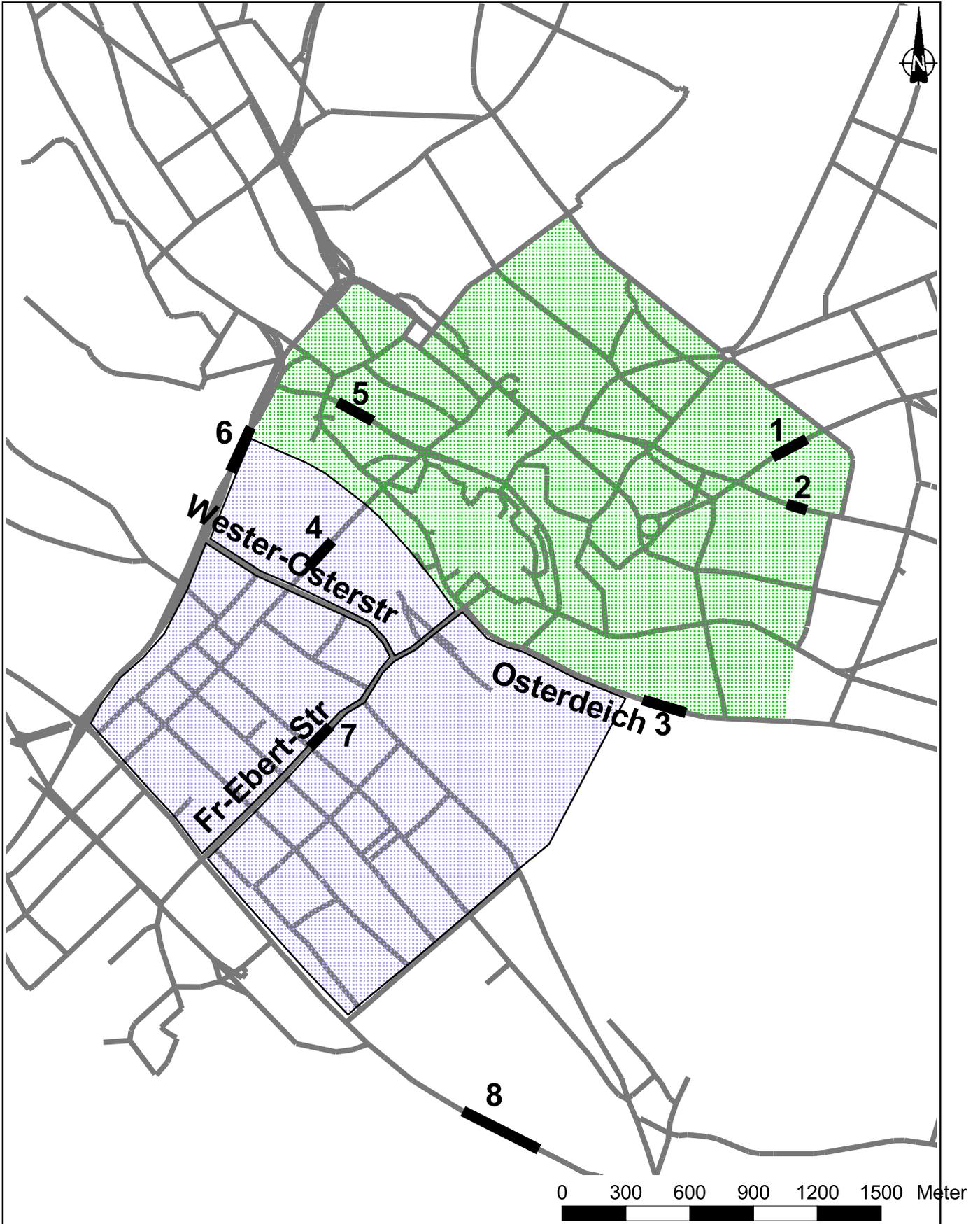


Abb. 4.1: Definition ausgewählter Straßenquerschnitte im Untersuchungsgebiet, Umweltzone 1 (grün) und erweiterte Umweltzone 2 (blau)

		<b>Bezugsfall 2010</b>			
<b>Nr.</b>	<b>Str-Abschnitt</b>	<b>DTV</b>	<b>LKW&gt;3.5t</b>	<b>NE-Kfz</b>	<b>HE-Kfz</b>
1	Schwachhauser Heerstr.	27320	2.7%	24470	2850
2	Bismarckstr.	20330	4.3%	17990	2340
3	Osterdeich	24570	5.1%	21640	2930
4	Bgm.-Smidt-Brücke	20070	2.0%	18060	2010
5	Wall	10020	3.6%	8920	1100
6	Stephanibrücke	98230	11.3%	82630	15600
7	Fr.-Ebert-Str.	18020	5.7%	15810	2210
8	Neuenlander Str.	47400	13.6%	39290	8110
		<b>Umweltzone 1</b>			
1	Schwachhauser Heerstr.	27160	2.0%	26860	300
2	Bismarckstr.	20020	3.0%	19780	240
3	Osterdeich	24740	5.2%	22750	1990
4	Bgm.-Smidt-Brücke	20090	1.6%	19880	210
5	Wall	10370	3.1%	10250	120
6	Stephanibrücke	98360	11.5%	83460	14900
7	Fr.-Ebert-Str.	19160	5.3%	17860	1300
8	Neuenlander Str.	47760	13.7%	39660	8100
		<b>Umweltzone 2</b>			
1	Schwachhauser Heerstr.	27190	2.1%	26900	290
2	Bismarckstr.	19920	3.0%	19680	240
3	Osterdeich	24570	4.5%	24270	300
4	Bgm.-Smidt-Brücke	20220	1.8%	20010	210
5	Wall	10220	3.3%	10100	120
6	Stephanibrücke	97770	11.4%	84680	13090
7	Fr.-Ebert-Str.	18210	5.1%	17980	230
8	Neuenlander Str.	47950	13.8%	40220	7730
		<b>Umweltzone 2*</b>			
1	Schwachhauser Heerstr.	27270	2.1%	26970	300
2	Bismarckstr.	20060	3.0%	19820	240
3	Osterdeich	24610	5.1%	23530	1080
4	Bgm.-Smidt-Brücke	20040	1.8%	19830	210
5	Wall	10300	3.2%	10180	120
6	Stephanibrücke	98450	11.4%	85330	13120
7	Fr.-Ebert-Str.	18000	5.6%	17290	710
8	Neuenlander Str.	47690	13.7%	40370	7320

Tab. 4.3: Verkehrsdaten der in **Abb. 4.1** definierten Straßenquerschnitte für die betrachteten Untersuchungsfälle

## 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 auf den explizit bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigten Quellen vorliegen würde.

Der Bremer Senat für Bau, Umwelt und Verkehr 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, 2000-2005). Die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen kontinuierlich betriebenen BLUES-Messstationen sind Bremen-Mitte und Bremen-Ost. Beide Stationen werden als städtische Hintergrundstationen typisiert.

Die vorliegenden Daten für o.a. Stationen sind in der **Tab. 4.4** aufgeführt. Die Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet wird auf dieser Grundlage abgeschätzt. Dabei wird berücksichtigt, dass auch die Stationen Bremen-Mitte und Bremen-Ost von Straßenverkehrsemissionen beaufschlagt werden. Mit Hilfe des Berechnungsverfahrens PROKAS wurden entsprechend der in Kap. 3 vorgestellten Vorgehensweise Ausbreitungsrechnungen für den Messstandort Bremen-Verkehr1 (Dobbenweg) durchgeführt. Mit dem Ansatz von **Tab. 4.5** für die Hintergrundbelastung und den Ergebnissen der Ausbreitungsrechnungen können die gemessenen Immissionskonzentrationen nachvollzogen werden.

Mit Hilfe 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 das zu betrachtende Prognosejahr zeigen Abschätzungen (MLuS 02, 2005) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen um bis zu 10%. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. In der vorliegenden Studie werden auf dieser Grundlage für die Immissionsprognosen die Werte der **Tab. 4.5** für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet angesetzt.

Komponente	Zeitraum	Bremen-Nord	Bremen-West	Bremen-Mitte	Bremen-Ost	Bremen-Verkehr1	Bremen-Verkehr2
NO <sub>2</sub> Jahresmittel [µg/m <sup>3</sup> ]	2000	27	29	21	22	56	41
	2001	26	33	27	22	63	55
	2002	22	30	26	23	59	55
	2003	24	27	27	25	55	60
	2004	21	24	24	28	60	52
	2005	22	25	25	24	57	56
NO <sub>2</sub> 98-Perzentil [µg/m <sup>3</sup> ]	2000	66	68	58	54	117	105
	2001	61	72	60	53	140	119
	2002	54	79	68	57	130	115
	2003	60	71	70	63	117	126
	2004	53	60	61	62	135	108
	2005	55	68	64	59	132	108
PM10 Jahresmittel [µg/m <sup>3</sup> ]	2000	--	--	22	--	28	31
	2001	--	--	24	17	32	31
	2002	24	--	24	22	33	33
	2003	27	28	27	24	35	39
	2004	21	22	22	21	35	39
	2005	22	24	23	20	32	40
Anzahl PM10- Tagesmittel > 50 µg/m <sup>3</sup> [-]	2001	--	--	17	3	22	20
	2002	11	--	14	12	33	33
	2003	23	25	20	22	44	65
	2004	3	2	1	0	35	46
	2005	10	13	5	1	46	82

Tab. 4.4: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte an den BLUES-Stationen

Schadstoff	Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	98-Perzentilwert [µg/m <sup>3</sup> ]
NO <sub>2</sub>	24	60
PM10	20	

Tab. 4.5: Angesetzte Hintergrundbelastungswerte im Untersuchungsgebiet

### 4.3 Meteorologische Daten

Die meteorologischen Daten für die statistische Auswertung der Ausbreitungsrechnungen stammen von der BLUES-Messstation Bremen-Mitte. Die Statistik (**Abb. 4.2**) 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 im innerstädtischen Bereich für das Jahr 2010 angesetzt.

Für die Auswertung des äußeren Bereichs des Untersuchungsgebietes wurde die Windmessstation Bremen-Flughafen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) angesetzt. Die DWD-Station befindet sich auf dem Flughafengelände, der Windgeber ist in 10 m über Grund installiert und frei anströmbar. Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten für die Station Bremen-Flughafen für den Zeitraum 1990 bis 1999 sind in der **Abb. 4.3** dargestellt. Die häufigsten Windrichtungen liegen um Südwest bis West und um Südost. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 4.3 m/s.

## Windverteilung Bremen

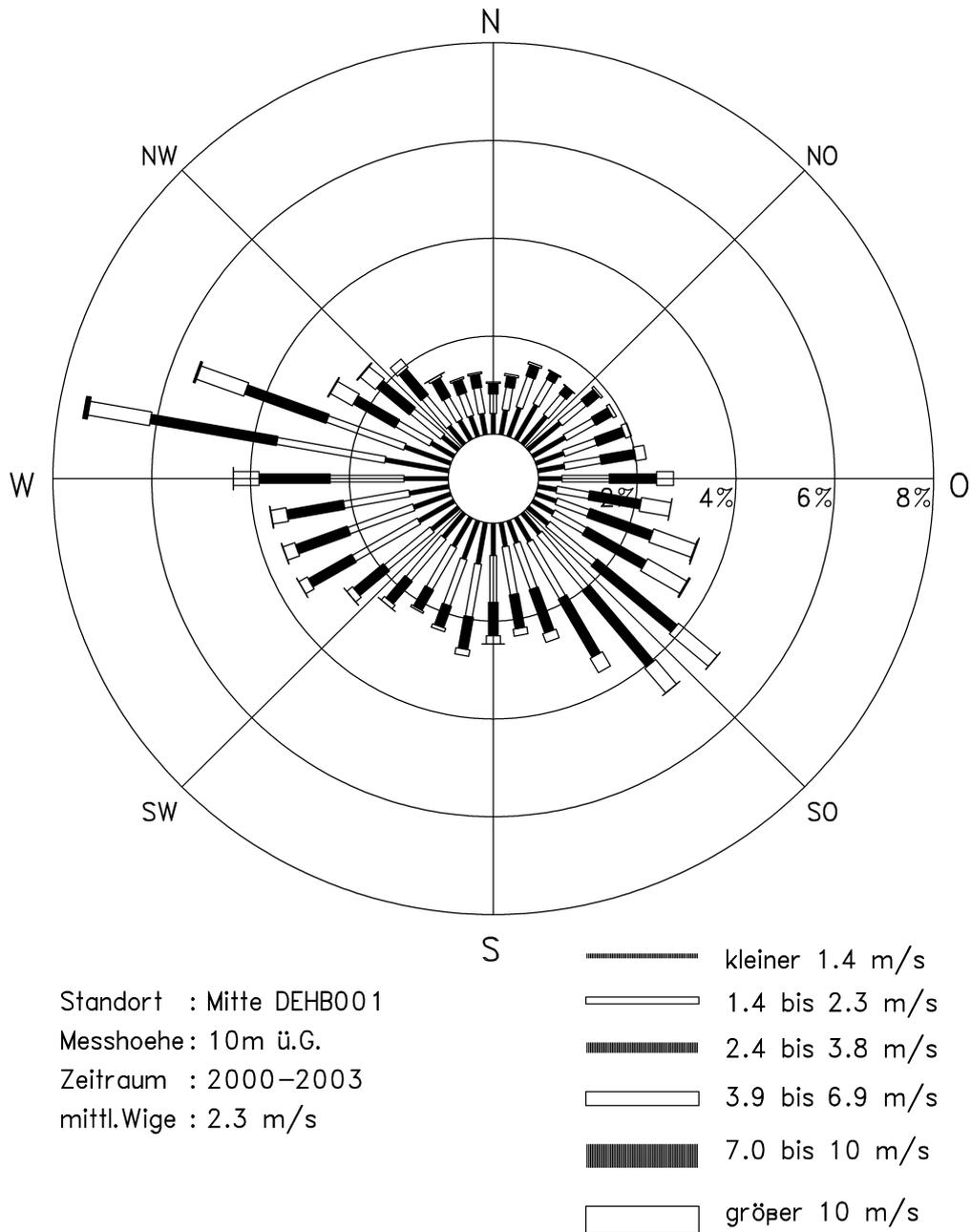


Abb. 4.2: Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der BLUES-Messstation Bremen-Mitte (Quelle: Bremer Luftüberwachungssystem)

## Windverteilung Bremen

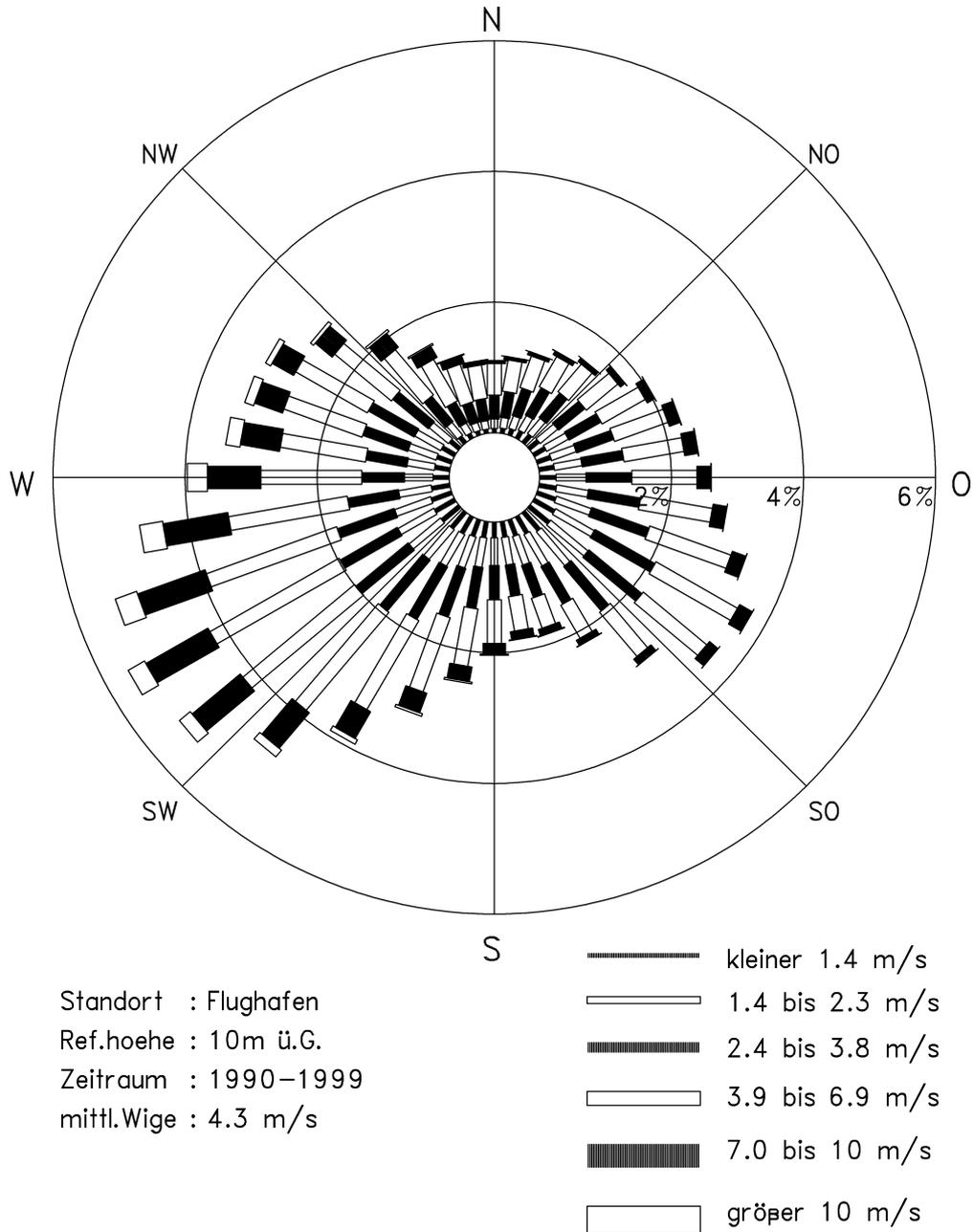


Abb. 4.3: Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der Messstation Bremen-Flughafen (Quelle: DWD)

## 5 EMISSIONEN

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen wurde 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 2010 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen ermittelt.

### 5.1 Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge mit verschiedenen Emissionsnormen wurden auf Basis der Daten 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, die unabhängig von der jeweiligen Emissionsnorm sind, wurden entsprechend der in BASt (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2004) beschriebenen Vorgehensweise berechnet. Die den Straßensegmenten zugeordneten Verkehrssituationen wurden dem Straßenscreening (Lohmeyer, 2005) entnommen. Die Ermittlung der Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

In der vorliegenden Untersuchung sind die Fahrbeschränkungen zum Einfahren in die jeweiligen Umweltzone (**Abb. 2.1**) für Fahrzeuge zu betrachten, die bestimmte Emissionswerte überschreiten, die in verschiedenen sog. EURO-Normen definiert sind (**Tab. 4.1**). Für die Berechnung der Emissionen wurden die in **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

Verkehrssituation	NO <sub>x</sub> -Emissionsfaktoren [mg/km] je Fahrzeug											
	Pkw		LNfz (<3.5t)		SNF (3.5-7.5t)		SNF (7.5t-12t)		SNF (>12t)		LBus	
	HE	NE	HE	NE	HE	NE	HE	NE	HE	NE	Alle	EEV
AB_120	0.69	0.21	0.92	0.47	3.2	1.0	4.2	1.3	5.3	1.8	5.9	2.2
AB_100	0.58	0.19	0.95	0.39	3.2	1.0	4.2	1.3	5.3	1.8	5.9	2.2
AB_80	0.46	0.16	0.93	0.43	3.1	1.0	4.2	1.3	5.4	1.9	5.9	2.2
AB_60	0.35	0.14	0.81	0.45	3.0	1.0	4.1	1.5	5.9	2.3	5.9	2.2
AOwieAB	0.69	0.21	0.92	0.27	3.2	1.0	4.2	1.3	5.2	1.7	6.1	2.3
AO1	0.40	0.14	0.56	0.12	2.9	1.1	4.1	1.5	5.9	2.4	6.1	2.3
AO2	0.39	0.14	0.54	0.13	2.8	1.2	4.0	1.7	6.5	2.8	6.1	2.3
AO3	0.42	0.16	0.55	0.15	2.8	1.2	4.1	1.7	7.1	3.2	6.1	2.3
HVS1>50	0.48	0.16	0.56	0.24	2.7	1.1	4.1	1.7	6.9	3.0	6.6	2.4
HVS1	0.48	0.16	0.56	0.24	2.7	1.1	4.1	1.7	6.9	3.0	6.6	2.4
HVS1_2	0.49	0.18	0.61	0.24	2.8	1.2	4.2	1.8	7.3	3.1	6.9	2.5
HVS1_4	0.53	0.17	0.63	0.23	3.0	1.2	4.9	2.0	8.9	3.6	7.9	2.9
HVS2	0.48	0.15	0.57	0.17	3.0	1.3	4.7	2.0	8.6	3.8	8.5	3.3
HVS3	0.50	0.16	0.60	0.20	3.2	1.4	5.1	2.2	9.4	4.2	9.4	3.8
HVS3_4	0.59	0.20	0.73	0.22	3.5	1.5	5.7	2.4	10.8	4.4	10.4	4.1
HVS3_6	0.60	0.20	0.75	0.22	3.9	1.7	6.6	2.8	12.7	5.0	11.7	4.5
HVS4	0.53	0.17	0.62	0.22	3.7	1.6	6.0	2.6	11.5	5.1	10.1	4.1
Kern	0.57	0.18	1.22	0.44	3.8	1.7	6.2	2.9	11.7	5.2	10.8	4.4
LSA1	0.50	0.16	0.60	0.20	3.2	1.4	5.1	2.2	9.4	4.2	9.4	3.8
LSA3	0.55	0.18	1.02	0.37	3.7	1.7	6.1	2.8	11.7	5.1	10.8	4.4
LSA3_2	0.52	0.17	1.01	0.34	3.8	1.8	6.3	2.9	12.1	5.3	11.0	4.4
NS_D	0.81	0.29	1.01	0.38	4.1	2.0	6.8	3.2	13.0	5.7	11.8	5.2
NS_L	0.62	0.19	0.69	0.35	3.7	1.6	6.0	2.6	11.5	5.1	10.1	4.1
StGo	1.14	0.58	1.18	0.24	5.9	3.4	9.8	5.6	18.0	7.9	16.5	9.3

Tab. 5.1: NO<sub>x</sub>- Emissionsfaktoren in mg/km je Kfz für das Prognosejahr 2010 differenziert nach HE (hoch emittierende Fahrzeuge) und NE (niedrig emittierende Fahrzeuge) entsprechend der o.a. Definition der Fahrverbote in der Bremer Umweltzone (EEV = Enhanced Environmentally friendly Vehicle, entspricht EURO 5-Norm)

Verkehrssituation	PM10-Emissionsfaktoren [mg/km] je Fahrzeug													
	Motorabgas												Abrieb+Aufwirbelung	
	Pkw		INfz (<3.5t)		SNF (3.5-7.5t)		SNF (7.5t-12t)		SNF (>12t)		LBus			
	HE	NE	HE	NE	HE	NE	HE	NE	HE	NE	Alle	EEV	Pkw	LKW
AB_120	21	6	88	25	62	8	76	13	101	27	134	3	22	200
AB_100	19	5	85	24	62	8	76	13	101	27	134	3	22	200
AB_80	14	5	73	21	66	9	82	14	105	28	134	3	22	200
AB_60	10	4	59	17	68	11	88	17	114	34	134	3	22	200
AowieAB	21	6	88	25	62	8	76	13	101	27	138	4	22	200
AO1	11	4	44	13	68	11	87	17	115	36	138	4	22	200
AO2	13	4	45	13	67	13	86	19	120	43	138	4	22	200
AO3	16	4	51	14	71	13	93	20	134	50	138	4	22	200
HVS1>50	18	5	48	14	73	14	96	21	136	48	150	4	22	200
HVS1	18	5	48	14	73	14	96	21	136	48	150	4	22	200
HVS1_2	20	5	52	15	73	13	98	21	142	49	154	4	22	200
HVS1_4	23	6	61	17	76	14	105	23	161	52	175	4	22	200
HVS2	16	5	44	13	91	17	124	27	186	64	218	5	30	300
HVS3	16	5	47	13	102	18	140	30	213	72	252	6	40	380
HVS3_4	21	7	62	18	102	18	142	30	224	71	270	6	40	380
HVS3_6	25	8	78	22	113	19	159	31	252	70	297	6	40	380
HVS4	16	5	49	14	134	23	184	39	289	94	286	7	50	450
Kern	17	5	94	27	162	25	219	42	328	97	320	7	90	800
LSA1	16	5	47	13	102	18	140	30	213	72	252	6	40	380
LSA3	17	5	79	23	156	24	212	41	320	96	320	7	90	800
LSA3_2	17	6	83	24	155	25	210	41	322	99	323	7	90	800
NS_D	26	10	64	19	176	27	240	46	371	107	385	9	90	800
NS_L	19	7	51	15	134	23	184	39	289	94	286	7	90	800
StGo	49	15	93	26	306	42	405	70	659	155	683	14	90	800

Tab. 5.2: PM10-Emissionsfaktoren in mg/km je Kfz für das Prognosejahr 2010 differenziert nach HE (hoch emittierende Fahrzeuge) und NE (niedrig emittierende Fahrzeuge) entsprechend der o.a. Definition der Fahrverbote in der Bremer Umweltzone (EEV = Enhanced Environmentally friendly Vehicle, entspricht EURO 5-Norm)

## 5.2 Emissionen auf den betrachteten Straßenabschnitten

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe  $\text{NO}_x$  und  $\text{PM}_{10}$  wurden für alle in **Abb. 2.1** dargestellten Straßenabschnitte wie oben beschrieben ermittelt. In **Tab. 5.3** und **Tab. 5.4** sind exemplarisch für die in **Abb. 4.1** definierten Straßenabschnitte die ermittelten streckenbezogenen Emissionsdichten aufgeschlüsselt nach Fahrzeugkategorien angegeben. Im Anhang A2 sind die  $\text{NO}_x$ -Emissionen auf allen berücksichtigten Straßen im Untersuchungsgebiet für den Verkehr gesamt und für die Busse grafisch dargestellt.

		<b>Bezugsfall 2010</b>				
<b>Nr.</b>	<b>Str-Abschnitt</b>	<b>alle Kfz</b>	<b>Pkw</b>	<b>LNfz</b>	<b>SNF</b>	<b>Bus</b>
1	Schwachhauser Heerstr.	92.8	59.0	1.1	32.7	0.0
2	Bismarckstr.	138.0	57.4	1.3	47.8	31.5
3	Osterdeich	145.0	68.9	1.5	74.7	0.0
4	Bgm.-Smidt-Brücke	90.4	43.3	0.6	13.3	33.2
5	Wall	34.5	21.2	0.5	12.8	0.0
6	Stephanibrücke	723.0	216.0	13.5	493.0	0.0
7	Fr.-Ebert-Str.	90.7	37.4	1.2	52.1	0.0
8	Neuenlander Str.	452.0	118.0	6.7	323.0	5.0
		<b>Umweltzone 1</b>				
1	Schwachhauser Heerstr.	66.2	51.0	0.6	14.6	0.0
2	Bismarckstr.	85.3	51.0	0.6	19.9	13.8
3	Osterdeich	127.0	67.1	1.2	58.5	0.0
4	Bgm.-Smidt-Brücke	57.3	38.1	0.4	6.6	12.3
5	Wall	26.5	19.2	0.3	7.0	0.0
6	Stephanibrücke	712.0	215.0	13.3	483.0	0.0
7	Fr.-Ebert-Str.	78.8	37.4	0.9	40.5	0.0
8	Neuenlander Str.	455.0	118.0	6.7	325.0	5.0
		<b>Umweltzone 2</b>				
1	Schwachhauser Heerstr.	66.9	51.0	0.6	15.3	0.0
2	Bismarckstr.	85.2	50.7	0.6	20.0	13.8
3	Osterdeich	101.0	61.6	0.8	39.0	0.0
4	Bgm.-Smidt-Brücke	58.3	38.1	0.4	7.5	12.3
5	Wall	26.4	18.9	0.3	7.1	0.0
6	Stephanibrücke	689.0	209.0	12.9	467.0	0.0
7	Fr.-Ebert-Str.	61.4	32.9	0.7	27.9	0.0
8	Neuenlander Str.	450.0	118.0	6.6	321.0	5.0
		<b>Umweltzone 2*</b>				
1	Schwachhauser Heerstr.	67.1	51.1	0.6	15.4	0.0
2	Bismarckstr.	85.6	51.1	0.6	20.1	13.8
3	Osterdeich	115.0	63.8	0.9	50.7	0.0
4	Bgm.-Smidt-Brücke	57.7	37.8	0.4	7.2	12.3
5	Wall	26.5	19.1	0.3	7.1	0.0
6	Stephanibrücke	692.0	211.0	12.9	469.0	0.0
7	Fr.-Ebert-Str.	68.1	33.8	0.8	33.6	0.0
8	Neuenlander Str.	444.0	116.0	6.5	317.0	5.0

Tab. 5.3: Berechnete streckenbezogene NO<sub>x</sub>-Emissionen in [mg/(m\*s)] für die in **Abb. 4.1** definierten Straßenabschnitte bei den verschiedenen Untersuchungsfällen

		<b>Bezugsfall 2010</b>				
<b>Nr.</b>	<b>Str-Abschnitt</b>	<b>alle Kfz</b>	<b>Pkw</b>	<b>LNfz</b>	<b>SNF</b>	<b>Bus</b>
1	Schwachhauser Heerstr.	18.3	14.1	0.2	4.0	0.0
2	Bismarckstr.	17.2	10.6	0.2	5.2	1.2
3	Osterdeich	20.6	12.7	0.3	7.6	0.0
4	Bgm.-Smidt-Brücke	8.7	6.4	0.1	1.2	1.0
5	Wall	4.3	3.1	0.1	1.1	0.0
6	Stephanibrücke	67.2	28.3	1.8	37.2	0.0
7	Fr.-Ebert-Str.	14.9	8.9	0.2	5.8	0.0
8	Neuenlander Str.	37.9	13.7	0.9	23.1	0.3
		<b>Umweltzone 1</b>				
1	Schwachhauser Heerstr.	16.6	13.8	0.1	2.6	0.0
2	Bismarckstr.	14.7	10.4	0.2	3.0	1.2
3	Osterdeich	20.0	12.7	0.2	7.0	0.0
4	Bgm.-Smidt-Brücke	8.1	6.2	0.1	0.9	1.0
5	Wall	4.0	3.1	0.1	0.9	0.0
6	Stephanibrücke	67.1	28.2	1.8	37.1	0.0
7	Fr.-Ebert-Str.	15.0	9.5	0.2	5.3	0.0
8	Neuenlander Str.	38.2	13.8	0.9	23.3	0.3
		<b>Umweltzone 2</b>				
1	Schwachhauser Heerstr.	16.8	13.8	0.1	2.8	0.0
2	Bismarckstr.	14.7	10.3	0.2	3.0	1.2
3	Osterdeich	18.3	12.6	0.2	5.5	0.0
4	Bgm.-Smidt-Brücke	8.3	6.2	0.1	1.0	1.0
5	Wall	4.0	3.1	0.1	0.9	0.0
6	Stephanibrücke	65.9	27.8	1.7	36.3	0.0
7	Fr.-Ebert-Str.	13.6	8.9	0.2	4.6	0.0
8	Neuenlander Str.	38.2	13.8	0.9	23.3	0.3
		<b>Umweltzone 2*</b>				
1	Schwachhauser Heerstr.	16.8	13.9	0.2	2.8	0.0
2	Bismarckstr.	14.8	10.4	0.2	3.1	1.2
3	Osterdeich	19.4	12.6	0.2	6.6	0.0
4	Bgm.-Smidt-Brücke	8.2	6.1	0.1	0.9	1.0
5	Wall	4.0	3.1	0.0	0.9	0.0
6	Stephanibrücke	66.2	28.0	1.7	36.5	0.0
7	Fr.-Ebert-Str.	14.1	8.8	0.2	5.1	0.0
8	Neuenlander Str.	37.8	13.7	0.9	23.0	0.3

Tab. 5.4: Berechnete streckenbezogene PM10-Emissionen in [mg/(m\*s)] für die in **Abb. 4.1** definierten Straßenabschnitte bei den verschiedenen Untersuchungsfällen

### 5.3 Emissionsbilanzen

Als Grundlage für die weiteren Abwägungen wurden die Emissionen der Strecken innerhalb der abgegrenzten Bereiche der jeweiligen Definition einer Umweltzone und zum Vergleich innerhalb der Stadtgrenzen Bremens für jeden Untersuchungsfall aufsummiert. Die so ermittelten Gesamtemissionen der jeweiligen Streckennetze sind in der **Tab. 5.5** angegeben. Die abgegrenzten Bereiche sind wie folgt festgelegt:

		Str-km
Bereich 1	Altstadt exklusive Osterdeich, Tiefer	26.1
Bereich 2	Neustadt inklusive Osterdeich, Tiefer, Wester-/Osterstr, FrEbert-Str	19.3
Bereich 2*	Neustadt exklusive Wester-/Osterstr, FrEbert-Str	14.7
Bereich 1+2	Altstadt + Neustadt	45.3
Rest	Stadtgebiet ohne Bereiche 1+2	573.2
Stadtgebiet	Bereich innerhalb der Stadtgrenze Bremen	618.6

Gegenüber dem Bezugsfall 2010 ist bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen eine deutliche Abnahme im Untersuchungsfall Umweltzone 1 festzustellen. Dies betrifft nicht nur den Bereich der Umweltzone (Bereich 1), die Minderung wirkt sich auch auf die umgebenden Bereiche aus. Die Fahrten in der Umgebung der Umweltzone sind zum Teil Fahrten zur Umweltzone und werden daher mit dort zulässigen Fahrzeugen durchgeführt. Die Minderungen der PM10-Emissionen sind dagegen deutlich geringer, weil ein wesentlicher Part der Emissionen (Abriebe und Aufwirbelung) unabhängig von den Abgasminderungskonzepten (Euro-Normen) auftritt.

<b>NO<sub>x</sub>-Emissionen Straßenverkehr [t/a]</b>						
Untersuchungsfall	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 2*	Bereich 1+2	Rest	Stadtgebiet
Bezugfall 2010	47.2	32.0	14.0	79.2	1829	1908
Umweltzone 1	30.9	26.7	10.9	57.6	1807	1864
Umweltzone 2	31.1	21.4	9.0	52.5	1796	1848
Umweltzone 2*	31.2	23.0	9.1	54.2	1793	1847
<b>PM10-Emissionen Straßenverkehr [t/a]</b>						
Untersuchungsfall	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 2*	Bereich 1+2	Rest	Stadtgebiet
Bezug 2010	8.8	5.4	2.5	14.2	234	248
Umweltzone 1	8.0	5.3	2.5	13.4	233	247
Umweltzone 2	8.1	4.9	2.4	13.1	233	246
Umweltzone 2*	8.1	5.1	2.4	13.2	233	246
<b>NO<sub>x</sub>-Emissionen Straßenverkehr relativ zu Bezugsfall</b>						
Untersuchungsfall	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 2*	Bereich 1+2	Rest	Stadtgebiet
Bezug 2010	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Umweltzone 1	65.4%	83.3%	77.9%	72.7%	98.8%	97.7%
Umweltzone 2	65.9%	66.7%	64.3%	66.2%	98.2%	96.8%
Umweltzone 2*	66.0%	71.9%	64.9%	68.4%	98.0%	96.8%
<b>PM10-Emissionen Straßenverkehr relativ zu Bezugsfall</b>						
Untersuchungsfall	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 2*	Bereich 1+2	Rest	Stadtgebiet
Bezug 2010	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Umweltzone 1	91.5%	98.8%	98.7	94.3	99.8%	99.5%
Umweltzone 2	92.2%	92.0%	93.9	92.1	99.7%	99.3%
Umweltzone 2*	92.4%	95.2%	95.1	93.5	99.6%	99.3%

Tab. 5.5: Emissionsinventare (Gesamtemissionen des jeweiligen Straßennetzes in [t/a]) bei den betrachteten Untersuchungsfällen für die Umweltzone und das Stadtgebiet Bremen und deren Relationen zum Bezugsfall 2010

## 6 IMMISSIONEN

### 6.1 Ergebnisse

Es wurden für die im Untersuchungsgebiet (**Abb. 2.1**) liegenden bereits im Straßenscreening (Lohmeyer, 2005) betrachteten Straßenabschnitte die Luftschadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen 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.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind in den nachfolgenden Abbildungen farbig aufgezeigt. Die grafische Umsetzung der Immissionen ist dort in Form von farbigen Symbolen erfolgt, deren Farben bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet sind. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert (hellgrün) entsprechend der Hintergrundbelastung festgelegt. Es sind jeweils die Gesamtbelastungen als Jahresmittelwert angegeben.

Die Prognosen für das Jahr 2010 der NO<sub>2</sub>-und der PM10-Immissionen für den Bezugsfall sind in den **Abb. 6.1** und **Abb. 6.2** dargestellt. Ab dem Jahr 2010 gelten die Grenzwerte nach 22. BImSchV von 40 µg NO<sub>2</sub> /m<sup>3</sup> im Jahresmittel und 200 µg NO<sub>2</sub> /m<sup>3</sup> für die Kurzzeitbelastung. Die PM10-Grenzwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel und maximal 35 Tagesmittel größer als 50 µg/m<sup>3</sup> (Kurzzeitwert) gelten bereits seit 2005. Messungen belegen, dass bei PM10-Jahresmittelwerten von 31 µg/m<sup>3</sup> (Äquivalentwert, siehe Kap. 3) eine Überschreitung des Kurzzeitwertes (zulässige Anzahl von Überschreitungstagen = 35) möglich ist.

Für die Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet, deren für den Bezugsfall 2010 berechnete NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte über bzw. gleich 40 µg/m<sup>3</sup> liegen oder für die mehr als 35 PM10-Tagesmittel größer 50 µg/m<sup>3</sup> ermittelt wurden, sind in der **Tab. 6.1** die Immissionen aufgelistet. Die räumliche Zuordnung der Streckenkennnummern (KENN) ist in der **Abb. A1.1** in Anhang A1 dargestellt.

Die für die betrachteten Untersuchungsfälle mit Umweltzone ermittelten NO<sub>2</sub>-Jahresmittel sind in den **Abb. 6.3** bis **Abb. 6.5** und die PM10-Jahresmittel in den **Abb. 6.6** bis **Abb. 6.8** dargestellt.

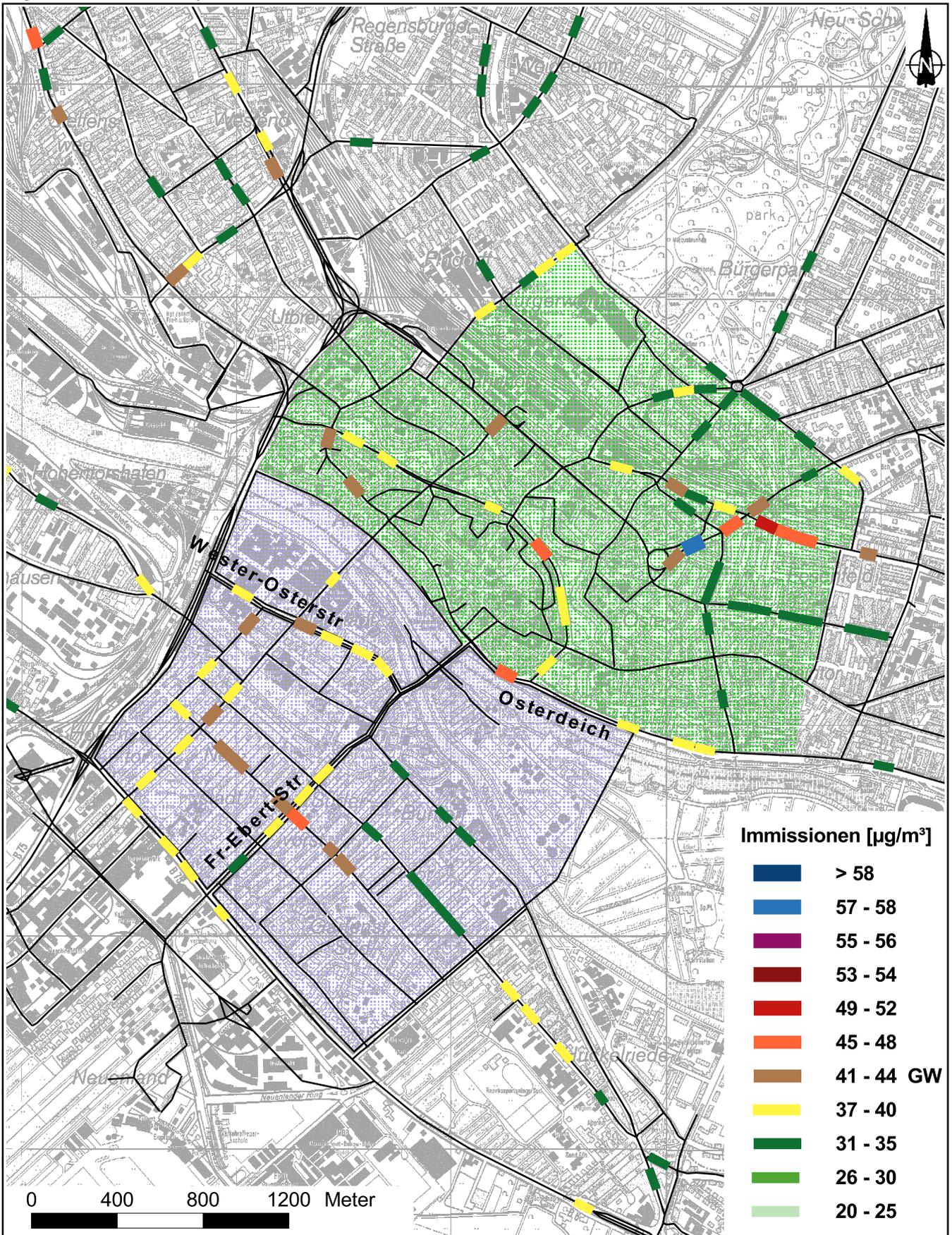


Abb. 6.1: Bezugsfall 2010 -  
 NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittel) für typisierte Straßenabschnitte  
 und berücksichtigtes Straßennetz (schwarz)  
 GW = Immissionen größer als Grenzwert

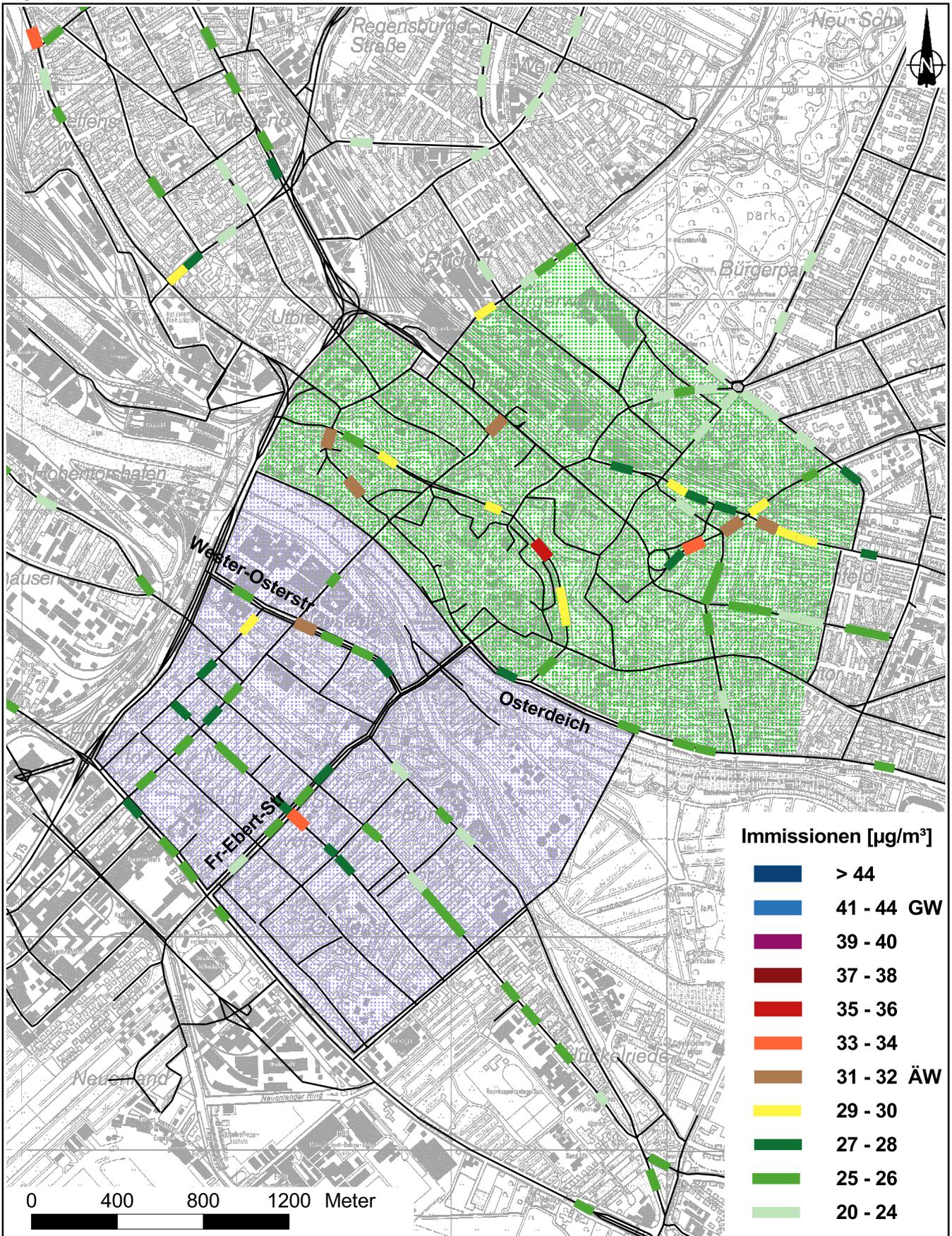


Abb. 6.2: Bezugsfall 2010 -  
 PM10-Immissionen (Jahresmittel) für typisierte Straßenabschnitte  
 und berücksichtigtes Straßennetz (schwarz)  
 GW, ÄW = Immission größer als Grenzwert bzw. Äquivalentwert

Nr.	Kenn	Straßenname	Abschnitt	Immissionen [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			PM10-TM >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
				NO <sub>2</sub> -I1	NO <sub>2</sub> -I2	PM10-I1	
1	496	Am Wall	Bischofsnadel – Herdentor	<b>48</b>	95	36	<b>61</b>
2	1844	Am Wall	Bischofsnadel – Hurrelberg	40	84	30	31
3	845	A. d. Schleifmühle	Schleifmühlenw. - Dobbenweg	40	84	28	26
4	1877	A. d. Schleifmühle	Rembertistr – Schleifmühlenw.	<b>41</b>	84	30	31
5	2129	Bismarckstraße	Dobbenweg - Herderstraße	<b>49</b>	95	32	<b>40</b>
6	2132	Bismarckstraße	Herderstraße – Fesenfeld	<b>47</b>	92	30	31
7	5595	Bismarckstraße	St.-Jürgen-Str - Friedrich-Karl-Str	40	81	27	23
8	5972	Bismarckstraße	Straßburger Str-Graf-Moltke-Str	<b>43</b>	87	28	27
9	5291	Burger Heerstr	Buschm.weg-Lesumbr. Landstr	<b>41</b>	85	25	17
10	455	Bgm-Smidt-Str.	Breitenweg – Falkenstraße	<b>43</b>	88	32	<b>41</b>
11	843	Dobbenweg	Am Dobben - Bismarckstr.	<b>46</b>	95	31	<b>37</b>
12	2516	Doventorstraße	Neuenstr. - Am Wall	<b>44</b>	93	32	<b>41</b>
13	3482	Eduard-Grunow-Str	Auf den Häfen – Bohnenstraße	<b>44</b>	90	27	24
14	5147	Eduard-Grunow-Str	Bohnenstr - Am Dobben	<b>58</b>	114	34	<b>51</b>
15	1805	Faulenstraße	Töpferbohmstr – Ölmühlenstr	<b>43</b>	90	31	<b>38</b>
16	1646	Findorffstraße	Admiralstr. – Plantage	40	83	29	29
17	4048	Gastfeldstraße	Meyerstr. - Sedanstr.	<b>42</b>	85	27	22
18	4065	Gastfeldstraße	Hermannstraße – Meyerstraße	<b>44</b>	87	27	24
19	4066	Gastfeldstraße	Friedrich-Ebert-Str – Kantstr	<b>46</b>	90	33	<b>44</b>
20	393	Hansestraße	Bgm-Deichmann-Str – Nordstr	<b>41</b>	88	30	31
21	6257	Hohentorstraße	Westerstraße – Neustadtswall	<b>43</b>	91	29	28
22	5919	Kattentumer Heerstr	Kattenescher Weg – Soester Str.	40	85	26	19
23	5416	Langemarckstr	Lahnstr. – Pappelstr	<b>41</b>	88	27	21
24	5414	Langemarckstraße	Neust.contrescarpe - Lahnstr.	40	86	26	20
25	5374	Nordstraße	Bremerhavener Str. - Waller Ring	<b>45</b>	91	33	<b>45</b>
26	5856	Nordstraße	Columbusstr. - Elisabethstr.	<b>44</b>	88	26	20
27	530	Osterstraße	Rolandstraße - Brautstraße	40	83	27	22
28	4071	Pappelstraße	Langemarckstr. - Rheinstr.	<b>42</b>	84	26	19
29	4072	Pappelstraße	Isarstr. - Delmestr.	<b>42</b>	85	26	19
30	5984	Pappelstraße	Friedr-Ebert-Str-Wiesbad. Str	<b>44</b>	87	28	24
31	5153	Schwachh. Heerstr	Bismarckstr. - Am Barkhof	<b>42</b>	88	30	34
32	1849	Tiefer	Altenwall – Stavendamm	<b>45</b>	92	28	24
33	5390	Utbremer Straße	Wittenberger Str. – Hansestr.	<b>42</b>	91	28	25
34	5956	Westerstraße	Langemarck-Str–Kl. Johannisstr	<b>43</b>	87	32	<b>39</b>
35	2071	Woltmershauser Str	Wildeshauser Str - Ahlhorner Str	40	83	27	21

Tab. 6.1: Immissionen Bezugsfall 2010 für Straßenabschnitte mit NO<sub>2</sub>-Jahresmittel (NO<sub>2</sub>-I1)  $\geq 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oder 35 und mehr PM10-Tagesmittel  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Grenzwertüberschreitungen sind hervorgehoben

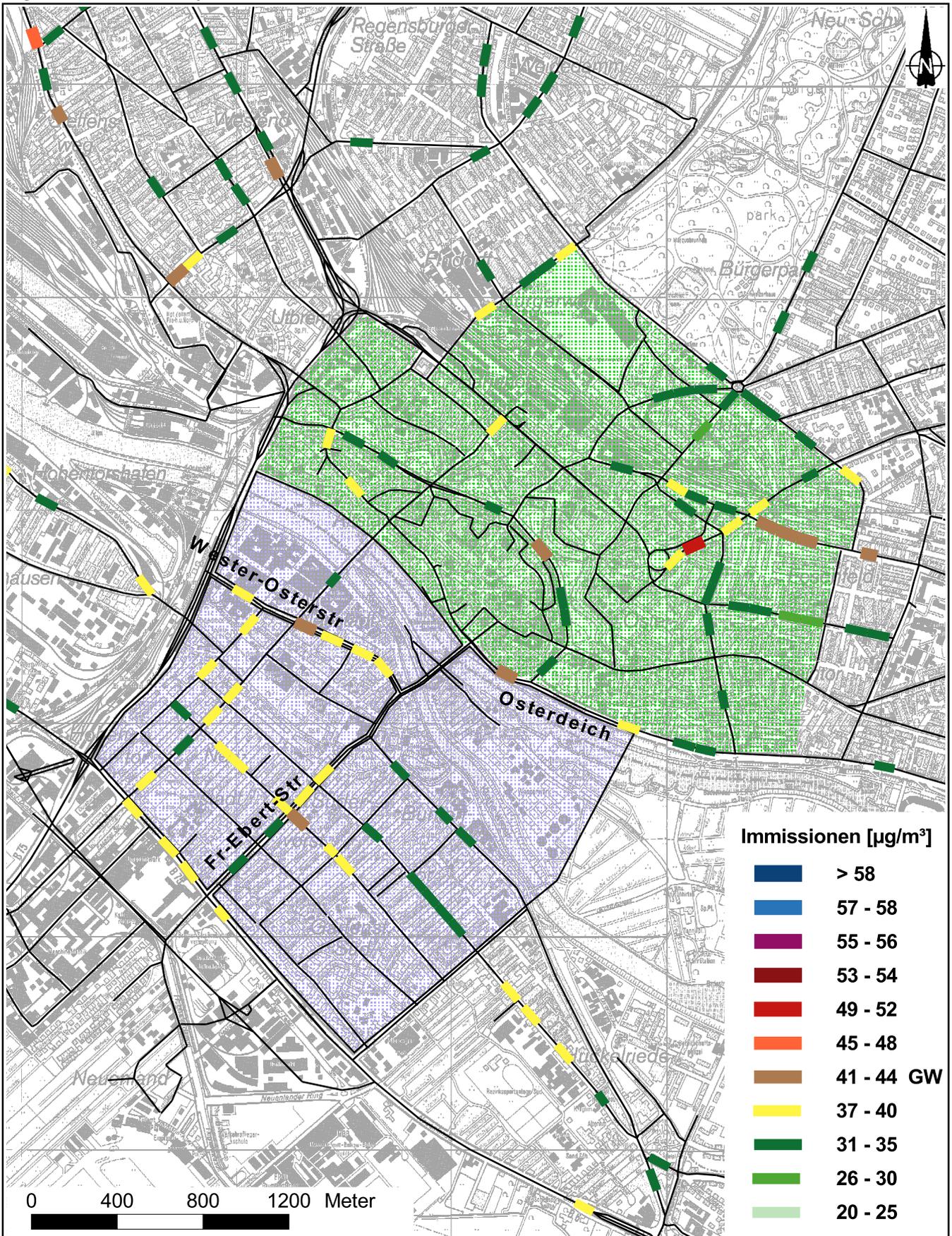


Abb. 6.3: Planfall Umweltzone 1 - Prognose 2010  
 NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittel) für typisierte Straßenabschnitte  
 und berücksichtigtes Straßennetz (schwarz)  
 GW = Immissionen größer als Grenzwert

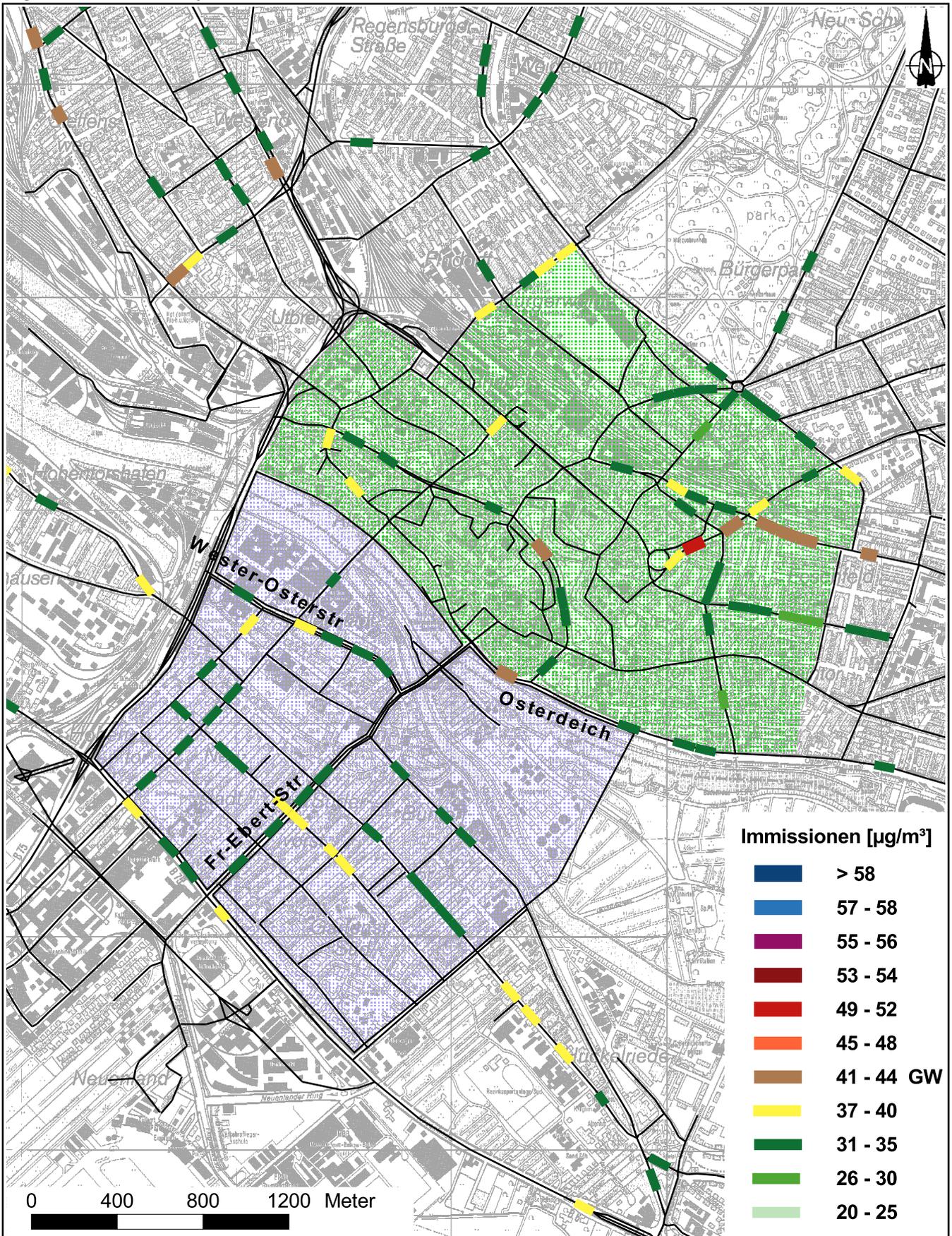


Abb. 6.4: Planfall Umweltzone 2 - Prognose 2010  
 NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittel) für typisierte Straßenabschnitte  
 und berücksichtigtes Straßennetz (schwarz)  
 GW = Immissionen größer als Grenzwert

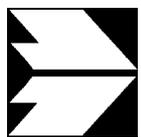
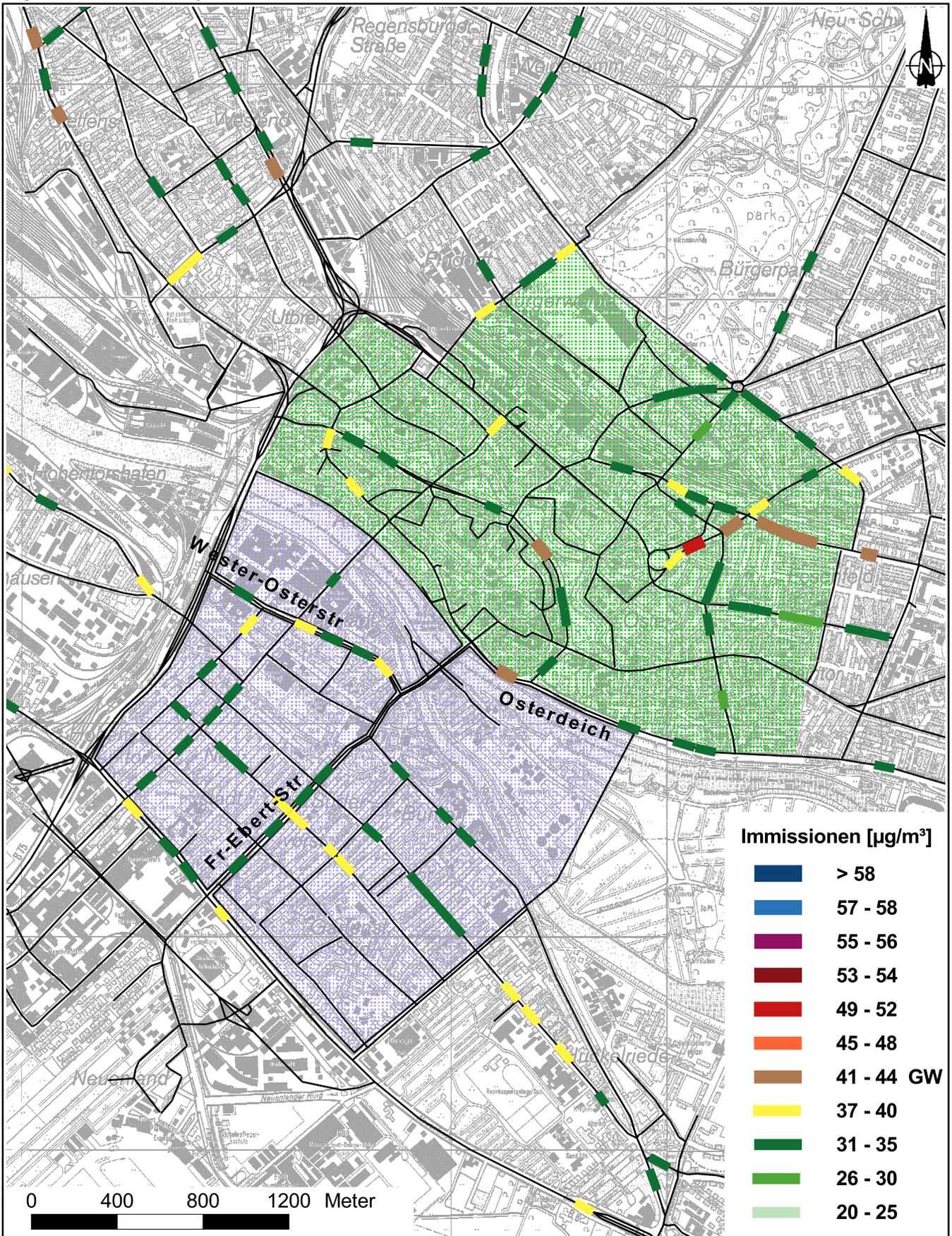


Abb. 6.5: Planfall Umweltzone 2\* - Prognose 2010  
 NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittel) für typisierte Straßenabschnitte  
 und berücksichtigtes Straßennetz (schwarz)  
 GW = Immissionen größer als Grenzwert

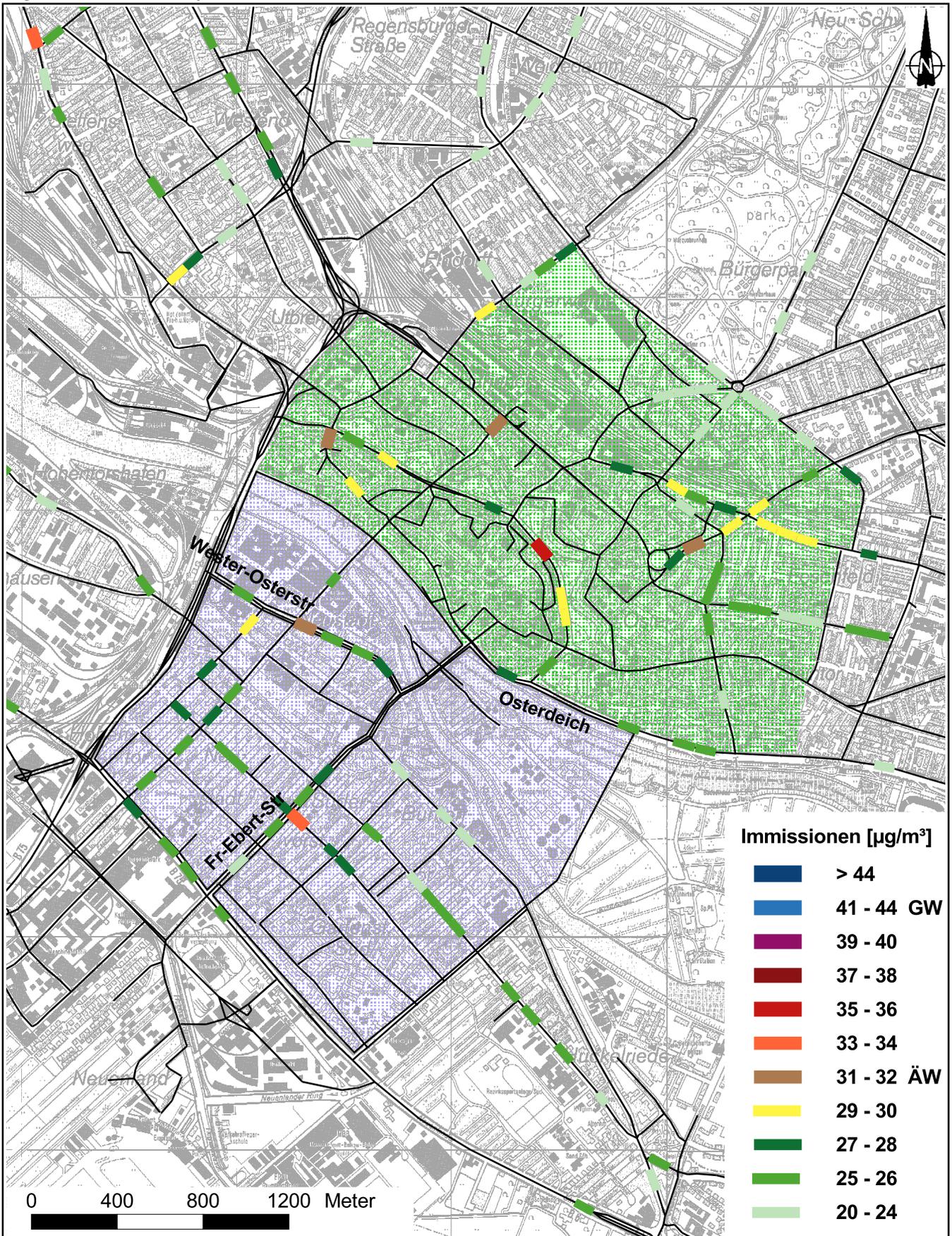


Abb. 6.6: Planfall Umweltzone 1 - Prognose 2010  
 PM10-Immissionen (Jahresmittel) für typisierte Straßenabschnitte  
 und berücksichtigtes Straßennetz (schwarz)  
 GW, ÄW = Immission größer als Grenzwert bzw. Äquivalentwert

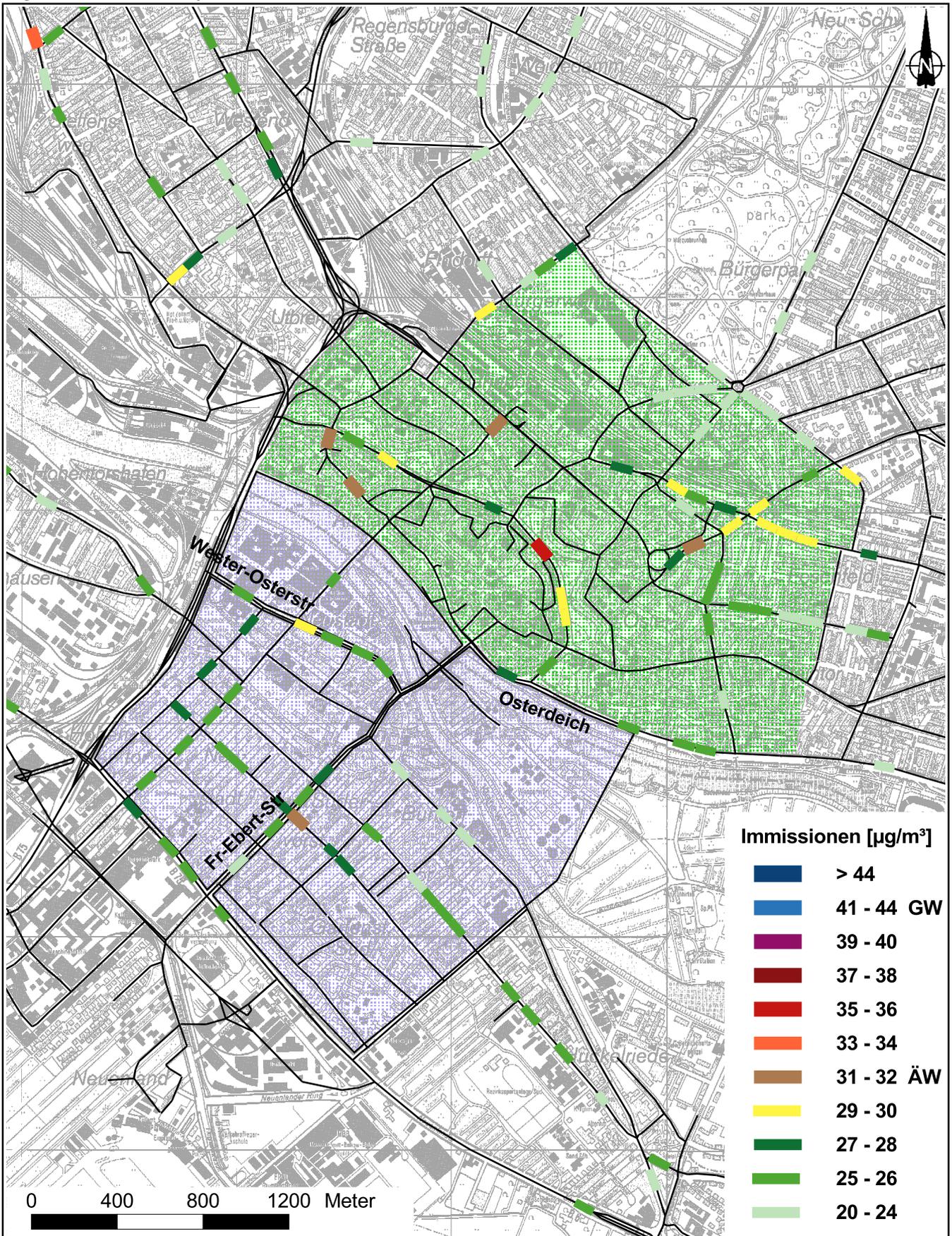


Abb. 6.7: Planfall Umweltzone 2 - Prognose 2010  
 PM10-Immissionen (Jahresmittel) für typisierte Straßenabschnitte  
 und berücksichtigtes Straßennetz (schwarz)  
 GW, ÄW = Immission größer als Grenzwert bzw. Äquivalentwert

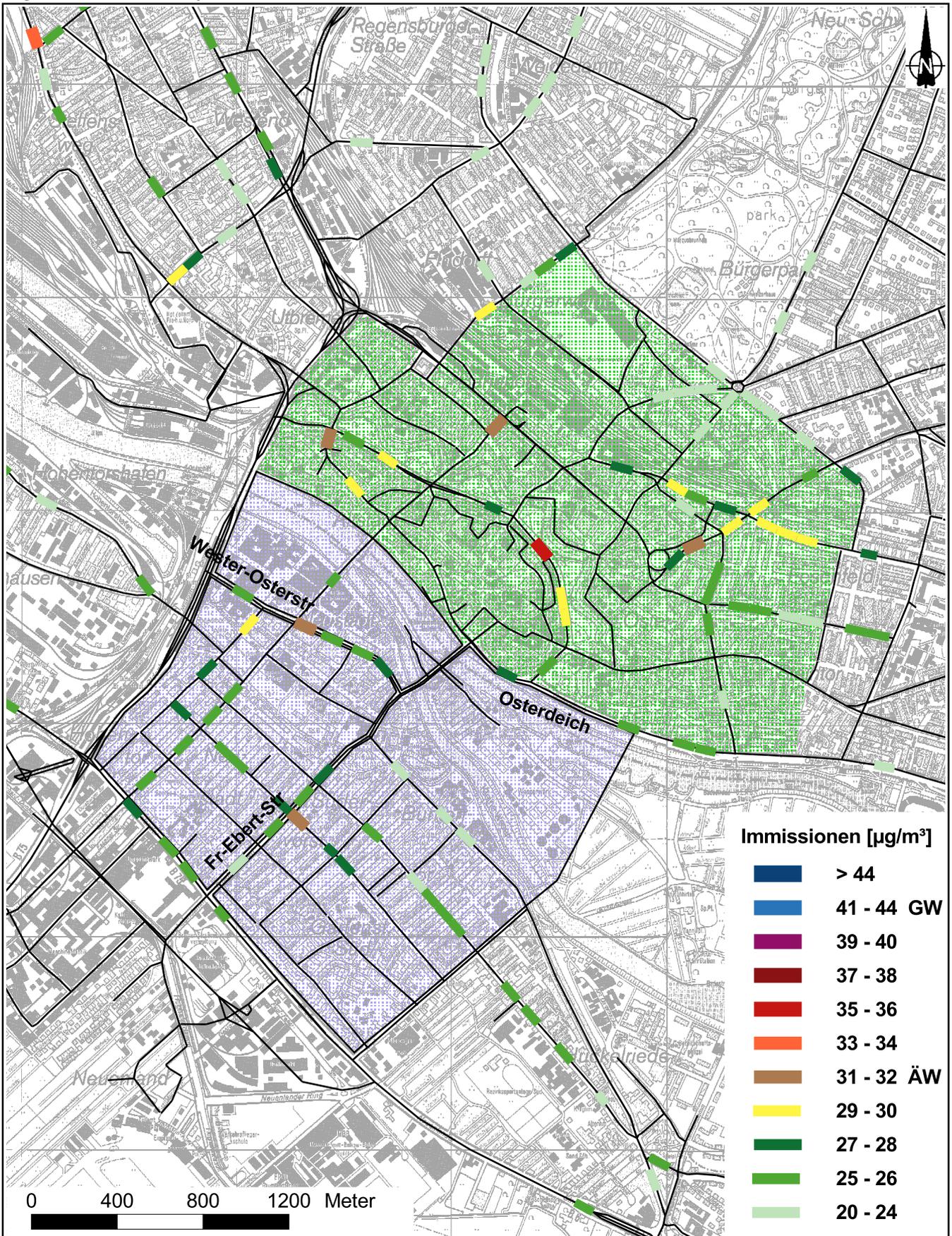


Abb. 6.8: Planfall Umweltzone 2\* - Prognose 2010  
 PM10-Immissionen (Jahresmittel) für typisierte Straßenabschnitte  
 und berücksichtigtes Straßennetz (schwarz)  
 GW, ÄW = Immission größer als Grenzwert bzw. Äquivalentwert

Die **Tab. 6.1** zeigt, dass im Bezugsfall 2010 an 27 der Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet der  $\text{NO}_2$ -Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel überschritten wird. Die höchsten Immissionen werden im Bezugsfall 2010 für die Straßenabschnitte Eduard-Grunow-Straße, Bismarckstraße, Dobbenweg, Am Wall und Gastfeldstraße ermittelt. Mit einem maximal berechneten 98-Perzentilwert von  $114 \mu\text{g NO}_2 / \text{m}^3$  ist davon auszugehen, dass der  $\text{NO}_2$ -Kurzzeitbeurteilungswert eingehalten wird. In diesen Bereichen treten auch die höchsten  $\text{PM}_{10}$ -Immissionen auf. Der  $\text{PM}_{10}$ -Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel wird jedoch nicht erreicht. Für 10 der Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet werden im Bezugsfall 2010 mehr als 35 Überschreitungen des  $\text{PM}_{10}$ -Tagesmittelwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Kurzzeitgrenzwert) prognostiziert.

## 6.2 Vergleich der Planfälle Umweltzone mit Bezugsfall 2010

In **Tab. 6.2** und **Tab. 6.3** sind für die in **Tab. 6.1** ausgewiesenen Straßenabschnitte die ermittelten  $\text{NO}_2$ -Immissionen und  $\text{PM}_{10}$ -Belastungen für die betrachteten Untersuchungsfälle vergleichend gegenübergestellt. Gegenüber dem Bezugsfall 2010 ist bei den  $\text{NO}_2$ -Immissionen eine Abnahme in der gesamten Umweltzone 1 festzustellen (**Abb. 6.3** und **Tab. 6.2**). Die Werte im Bereich Eduard-Grunow-Straße, Bismarckstraße bleiben aber auch hier noch über dem Grenzwert. Insgesamt bleiben an 13 Straßenabschnitten im Untersuchungsgebiet die  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte über dem Grenzwert nach 22. BImSchV. Auch die  $\text{PM}_{10}$ -Immissionen sind im Planfall Umweltzone 1 verringert (**Abb. 6.6** und **Tab. 6.3**). Es verbleiben noch an 7 Straßenabschnitten mit Überschreitungen des  $\text{PM}_{10}$ -Kurzzeitgrenzwertes.

Im Untersuchungsfall Umweltzone 2 (**Abb. 6.4** und **Abb. 6.7**) erfolgt eine weitere Reduzierung der Immissionen in der Neustadt (Gastfeldstraße, Westerstraße und Pappelstraße). Es verbleiben noch 12 Überschreitungen des  $\text{NO}_2$ -Grenzwertes und 6 Überschreitungen des  $\text{PM}_{10}$ -Grenzwertes. Im Fall Umweltzone 2\* (**Abb. 6.5** und **Abb. 6.8**) resultieren 11 Überschreitungen des  $\text{NO}_2$ -Grenzwertes und 7 Überschreitungen des  $\text{PM}_{10}$ -Grenzwertes. Es sind auch in den dann nicht gesperrten Westerstraße / Osterstraße kaum Erhöhungen festzustellen. Auch in diesen Straßen wirkt sich die Flottenumstellung wegen der Sperrung aus.

Ein großer Sprung bei den Immissionsminderungen tritt bereits im Fall Umweltzone 1 auf. Die weiteren Minderungen durch die Umweltzone 2 und 2\* wirken sich im Bereich der Neustadt (v.a. Gastfeldstraße, Westerstraße) aus. Die Auswirkungen der jeweiligen Umweltzone sind auch in den benachbarten Bereichen festzustellen. Die Schadstoffminderungen durch die Umweltzonen sind jedoch nicht ausreichend, um alle Grenzwertüberschreitungen zu vermeiden.

KENN	Straßenname	NO <sub>2</sub> -Jahresmittel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]				Differenz zu Bezugsfall		
		Bezug	Uzone 1	Uzone 2	Uzone 2*	Uzone 1	Uzone 2	Uzone 2*
496	Am Wall	<b>48</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	-11%	-11%	-11%
1844	Am Wall	40	36	36	36	-9%	-9%	-9%
845	A. d. Schleifmühle	40	36	36	36	-10%	-10%	-10%
1877	A. d. Schleifmühle	<b>41</b>	38	37	37	-9%	-9%	-9%
2129	Bismarckstraße	<b>49</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	-14%	-14%	-14%
2132	Bismarckstraße	<b>47</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	-13%	-13%	-13%
5595	Bismarckstraße	40	38	38	38	-4%	-4%	-4%
5972	Bismarckstraße	<b>43</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	-4%	-4%	-5%
5291	Burger Heerstr	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	0%	0%	0%
455	Bgm-Smidt-Str.	<b>43</b>	38	38	38	-12%	-12%	-12%
843	Dobbenweg	<b>46</b>	40	<b>41</b>	<b>41</b>	-12%	-11%	-11%
2516	Doventorstraße	<b>44</b>	40	40	40	-11%	-11%	-11%
3482	Eduard-Grunow-Str	<b>44</b>	40	40	40	-9%	-9%	-9%
5147	Eduard-Grunow-Str	<b>58</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	-10%	-10%	-10%
1805	Faulenstraße	<b>43</b>	38	38	38	-13%	-13%	-13%
1646	Findorffstraße	40	39	39	39	-2%	-2%	-2%
4048	Gastfeldstraße	<b>42</b>	38	37	37	-9%	-13%	-13%
4065	Gastfeldstraße	<b>44</b>	39	38	38	-10%	-14%	-14%
4066	Gastfeldstraße	<b>46</b>	<b>42</b>	39	40	-9%	-14%	-14%
393	Hansestraße	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	40	-1%	-2%	-2%
6257	Hohentorstraße	<b>43</b>	40	39	39	-8%	-11%	-10%
5919	Kattentumer Heerstr	40	40	39	39	-1%	-1%	-1%
5414	Langemarckstr	40	37	36	36	-7%	-10%	-10%
5416	Langemarckstr	<b>41</b>	38	36	36	-7%	-11%	-11%
5374	Nordstraße	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	-1%	-2%	-2%
5856	Nordstraße	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	-2%	-2%	-2%
530	Osterstraße	40	39	36	37	-4%	-11%	-8%
4071	Pappelstraße	<b>42</b>	38	36	36	-9%	-13%	-13%
4072	Pappelstraße	<b>42</b>	38	36	36	-9%	-14%	-14%
5984	Pappelstraße	<b>44</b>	40	38	38	-9%	-14%	-14%
5153	Schwachh. Heerstr	<b>42</b>	38	38	38	-10%	-10%	-10%
1849	Tiefer	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	-6%	-10%	-7%
5390	Utbremer Straße	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	-2%	-2%	-2%
5956	Westerstraße	<b>43</b>	<b>41</b>	38	39	-5%	-12%	-9%
2071	Woltmershauser Str	40	39	39	39	-1%	-1%	-1%

Tab. 6.2: NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittel) bei den betrachteten Untersuchungsfällen und Vergleich relativ zum Bezugsfall 2010, Grenzwertüberschreitungen (>40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sind hervorgehoben

KENN	Straßenname	Anzahl PM10-Tagesmittel > 50 µg/m <sup>3</sup>				Differenz zu Bezugsfall		
		Bezug	Uzone 1	Uzone 2	Uzone 2*	Uzone 1	Uzone 2	Uzone 2*
496	Am Wall	<b>61</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	-11%	-10%	-8%
1844	Am Wall	31	29	29	29	-6%	-6%	-6%
845	A. d. Schleifmühle	26	24	24	24	-8%	-8%	-8%
1877	A. d. Schleifmühle	31	31	31	30	0%	0%	-3%
2129	Bismarckstraße	<b>40</b>	34	34	34	-15%	-15%	-15%
2132	Bismarckstraße	31	27	27	27	-13%	-13%	-13%
5595	Bismarckstraße	23	22	22	22	-4%	-4%	-4%
5972	Bismarckstraße	27	26	26	26	-4%	-4%	-4%
5291	Burger Heerstr	17	17	17	17	0%	0%	0%
455	Bgm-Smidt-Str.	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	-5%	-5%	-2%
843	Dobbenweg	<b>37</b>	33	33	33	-11%	-11%	-11%
2516	Doventorstraße	<b>41</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	-10%	-5%	-7%
3482	Eduard-Grunow-Str	24	21	21	21	-13%	-13%	-13%
5147	Eduard-Grunow-Str	<b>51</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	-16%	-16%	-16%
1805	Faulenstraße	<b>38</b>	33	35	34	-13%	-8%	-11%
1646	Findorffstraße	29	29	30	29	0%	3%	0%
4048	Gastfeldstraße	22	22	21	21	0%	-5%	-5%
4065	Gastfeldstraße	24	24	23	23	0%	-4%	-4%
4066	Gastfeldstraße	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	0%	-5%	-2%
393	Hansestraße	31	31	31	31	0%	0%	0%
6257	Hohentorstraße	28	29	27	28	4%	-4%	0%
5919	Kattentumer Heerstr	19	19	19	19	0%	0%	0%
5414	Langemarckstr	20	20	20	20	0%	0%	0%
5416	Langemarckstr	21	21	20	20	0%	-5%	-5%
5374	Nordstraße	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	-2%	-2%	-2%
5856	Nordstraße	20	20	20	20	0%	0%	0%
530	Osterstraße	22	23	21	22	5%	-5%	0%
4071	Pappelstraße	19	19	18	18	0%	-5%	-5%
4072	Pappelstraße	19	19	18	18	0%	-5%	-5%
5984	Pappelstraße	24	24	23	23	0%	-4%	-4%
5153	Schwachh. Heerstr	34	31	31	31	-9%	-9%	-9%
1849	Tiefer	24	23	22	23	-4%	-8%	-4%
5390	Utbremer Straße	25	25	25	25	0%	0%	0%
5956	Westerstraße	<b>39</b>	<b>40</b>	34	<b>38</b>	3%	-13%	-3%
2071	Woltmershauser Str	21	21	21	21	0%	0%	0%

Tab. 6.3: Ermittelte Anzahl der PM10-Tagesmittelwerte < 50 µg/m<sup>3</sup> bei den betrachteten Untersuchungsfällen und Vergleich relativ zum Bezugsfall 2010, Grenzwertüberschreitungen (mehr als 35 Tage) sind hervorgehoben

### 6.3 Einfluss der Kfz-Kennzeichnungsverordnung

Die am 01.03.2007 in Kraft getretene Kennzeichnungsverordnung (KfzKennzVO, 2006) ist gegenüber dem zum Zeitpunkt der Festlegung der hier betrachteten Sperrungen diskutierten Entwurf modifiziert. Die aktuelle Verordnung weist eine gegenüber der vorliegenden Untersuchung unterschiedliche Abgrenzung der Schadstoffgruppen (SG) auf (**Tab. 6.4**). Die Bundesregelung ist z.T. deutlich hinter dem bisher für Bremen angenommenen Ansatz zurück geblieben. Die Umsetzung der KfzKennzVO (2006) bedeutet, dass die Zufahrt in die Umweltzone nur Fahrzeugen mit bestimmter Plakette erlaubt wird. Um dem bisherigen Ansatz nahe zu kommen, wird im Folgenden angesetzt, dass nur Fahrzeuge mit grüner Plakette bzw. SG 4 in die Umweltzone fahren dürfen. Für Fahrzeuge ohne oder mit roten und gelben Plaketten wären Fahrten in der Umweltzone nicht zulässig.

Dieser Ansatz versetzt eine große Anzahl von Kfz mit Ottomotoren in die Gruppe der in der Umweltzone zugelassenen niedriger emittierenden Kfz (NE). Davon betroffen sind die Fahrzeugkategorien Pkw und INfz (<3.5t). In der **Tab. 6.5** sind dafür die resultierenden Fahrleistungsanteile der von der Sperrung betroffenen hoch emittierenden Kfz (HE) und die in der Umweltzone zugelassenen niedriger emittierenden Kfz (NE) entsprechend der o.g. Einstufung nach KfzKennzVO (2006) aufgeführt. Die Anteile HE und NE für die SNF werden bei diesem Ansatz nicht verändert, sie bleiben wie in der **Tab. 4.1** angegeben. Derzeit wird über die Änderung der Abstufungen der KfzKennzVO (2006) diskutiert. Es sollen die Pkw mit geregelten Katalysatoren, die vor der Euro 1-Norm zugelassen wurden, auch in die SG 4 (grüne Plakette) eingestuft werden. Dies hätte eine weitere Verringerung der HE-Anteile zur Folge.

Die Verschiebung der Anteile an HE- und NE-Fahrzeugen hat Änderungen der NO<sub>x</sub>-Emissionen zur Folge. Die PM<sub>10</sub>-Emissionen werden davon praktisch nicht beeinflusst, da die betroffenen Kfz mit Ottomotoren nach HBEFA 2.1 (UBA, 2004) keine PM<sub>10</sub>-Abgasemissionen aufweisen und die PM<sub>10</sub>-Emissionen aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung unabhängig von der Emissionsnorm sind.

Eine grobe Abschätzung der Auswirkungen einer Umweltzone entsprechend KfzKennzVO (2006) ist in der **Tab. 6.6** für 2 ausgewählte Straßenabschnitte im Fall Umweltzone 1 angegeben. Die geänderten NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren wurden entsprechend den Häufigkeiten in **Tab. 6.5** ermittelt und damit die NO<sub>x</sub>-Emissionen für die zwei Straßenabschnitte berechnet. Hierbei wurden vereinfachend unveränderte Mengen an HE- und NE-Fahrzeugen angenommen. Die verkehrlichen räumlichen Belastungsverschiebungen für die HE- und NE-Fahrzeuge sind darin nicht berücksichtigt.

Die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Pkw insgesamt (HE und NE) auf den 2 betrachteten Straßen erhöhen sich unter den o.g. Annahmen im Fall Umweltzone 1 unter Berücksichtigung der KfzKennzVO (2006) um ca. 8%, diejenigen der leichten Nutzfahrzeuge erhöhen sich um ca. 6%. Diese Emissionserhöhung hat entsprechend höher NO<sub>x</sub>-Zusatzbelastungen zur Folge. Unter Beachtung der NO-NO<sub>2</sub>-Konversion resultieren daraus die in **Tab. 6.6** angegebenen Immissionen.

**- Schadstoffgruppen der KennzeichnungsVO - Quelle: LUA NRW -**

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

<sup>1)</sup> 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.  
<sup>2)</sup> EEV = Enhanced Environmentally Friendly Vehicle  
<sup>3)</sup> Schadstoffgruppe

Tab. 6.4: Zuordnung der Fahrzeuge in Schadstoffgruppen (SG) nach Kennzeichenverordnung (KfzKennzVO nach LUA, 2006), in Kraft getreten am 01.03.2007

Fahrzeug-kategorie	Fahrten in Umweltzone	Emission-styp	KfzKennzVO		Häufigkeiten
			SG	Plakette	
Pkw	Verboten	HE	1, 2, 3	ohne, rot, gelb	2.8%
	Zulässig	NE	4	grün	97.2%
			alle		100.0%
LNfz (<3.5t)	Verboten	HE	1, 2, 3	ohne, rot, gelb	37.2%
	Zulässig	NE	4	grün	62.8%
			alle		100.0%

Tab. 6.5: Häufigkeiten der von Fahrverboten betroffenen und nicht betroffenen Fahrzeuge ermittelt aus den Fahrleistungsanteilen im Jahr 2010 nach HBEFA 2.1 (UBA, 2004) unter Berücksichtigung der KfzKennzVO (2006)

KENN	Straßenname	NO <sub>2</sub> -Jahresmittel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		Änderung
		Uzone 1	Uzone 1 nach KfzKennzVO	
496	Am Wall	42	43	+1%
5147	Eduard-Grunow-Str	52	53	+2%

Tab. 6.6: Vereinfachte grobe Abschätzung des Einfluss der KfzKennzVO (2006) auf die NO<sub>2</sub>-Immissionen für 2 Straßenabschnitte im Fall Umweltzone 1

## 7 LITERATUR

- 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.
- BLUES (2000-2005): BLUES – Das Bremer Luftüberwachungssystem, Jahresberichte 2000 bis 2005. Hrsg.: Freie Hansestadt Bremen, Der Senator für Bau, Umwelt und Verkehr; [www.umwelt.bremen.de](http://www.umwelt.bremen.de).
- BLUES (2006): BLUES – Das Bremer Luftüberwachungssystem, Messprogramm Verkehrsstation Westerstraße in Bremen, Messzeitraum 01.01.2006 – 14.12.2006. Der Senator für Bau, Umwelt und Verkehr; [www.umwelt.bremen.de](http://www.umwelt.bremen.de).
- BSAG (2007): Busbestand und die Fahrleistungen der Busse im Bremer Nahverkehr (Stand 2006) sowie Informationen über künftige Beschaffungen. Bremer Straßenbahn AG, persönliche Mitteilung, Februar 2007.
- 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.
- IVV (2007): Ermittlung der verkehrlichen Wirkung zum Luftreinhalteplan Bremen. Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG, Aachen.
- 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.
- Lohmeyer (2005), „Screening der Luftschadstoffbelastung in den Hauptverkehrsstraßen der Stadt Bremen“, Projekt 60141-04-01, Karlsruhe, Juli 2005
- 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.

- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de)
- MLuS 02 (2005): Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen. Teil: Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. MLuS 02, geänderte Fassung 2005. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln.
- UBA (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1/April 2004. Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg: Umweltbundesamt Berlin. Herunterladbar unter <http://www.hbefa.net/>.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen, VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI, Düsseldorf, November 2003.

**A N H A N G A 1**  
**ZUORDNUNG VON STRASSENAMEN ZU STRECKENNUMMERN**

**A1 ZUORDNUNG VON STRASSENAMEN ZU STRECKENKENNNUMMERN**

<b>Nr.</b>	<b>KENN</b>	<b>Straßenname</b>	<b>Abschnitt</b>
1	496	Am Wall	Bischofsnadel - Herdentor
2	1844	Am Wall	Bischofsnadel - Hurrelberg
3	845	Außer der Schleifmühle	Schleifmühlenweg - Dobbenweg
4	1877	Außer der Schleifmühle	Rembertistraße - Schleifmühlenweg
5	2129	Bismarckstraße	Dobbenweg - Herderstraße
6	2132	Bismarckstraße	Herderstraße - Fesenfeld
7	2133	Bismarckstraße	Herderstraße - Fesenfeld
8	5595	Bismarckstraße	St.-Jürgen-Straße - Friedrich-Karl-Straße
9	5972	Bismarckstraße	Straßburger Straße - Graf-Moltke-Straße
10	5291	Burger Heerstraße	Buschmannsweg - Lesumbroker Landstraße
11	455	Bürgermeister-Smidt-Straße	Breitenweg - Falkenstraße
12	843	Dobbenweg	Am Dobben - Bismarckstraße
13	2516	Doventorstraße	Neuenstraße - Am Wall
14	3482	Eduard-Grunow-Straße	Auf den Häfen - Bohnenstraße
15	5147	Eduard-Grunow-Straße	Bohnenstraße - Am Dobben
16	1805	Faulenstraße	Töpferbohmstraße - Ölmühlenstraße
17	1646	Findorffstraße	Admiralstraße - Plantage
18	4048	Gastfeldstraße	Meyerstraße - Sedanstraße
19	4065	Gastfeldstraße	Hermannstraße - Meyerstraße
20	4066	Gastfeldstraße	Friedrich-Ebert-Straße - Kantstraße
21	393	Hansestraße	Bürgermeister-Deichmann-Straße - Nordstraße
22	6257	Hohentorstraße	Westerstraße - Neustadtswall
23	5919	Kattentumer Heerstraße	Kattenescher Weg – Soester Straße
24	5414	Langemarckstraße	Neustadtscontrescarpe - Lahnstraße
25	5416	Langemarckstraße	Lahnstraße - Pappelstraße
26	5374	Nordstraße	Bremerhavener Straße - Waller Ring
27	5856	Nordstraße	Columbusstraße - Elisabethstraße
28	530	Osterstraße	Rolandstraße - Brautstraße
29	4071	Pappelstraße	Langemarckstraße - Rheinstraße
30	4072	Pappelstraße	Isarstraße - Delmestraße
31	5984	Pappelstraße	Friedrich-Ebert-Straße - Wiesbadener Straße
32	5153	Schwachhauser Heerstraße	Bismarckstraße - Am Barkhof
33	1849	Tiefer	Altenwall - Stavendamm
34	5390	Utbremer Straße	Wittenberger Straße - Hansestraße
35	5956	Westerstraße	Langemarck-Straße - Kleine Johannisstraße
36	2071	Woltmershauser Straße	Wildeshauser Straße - Ahlhorner Straße

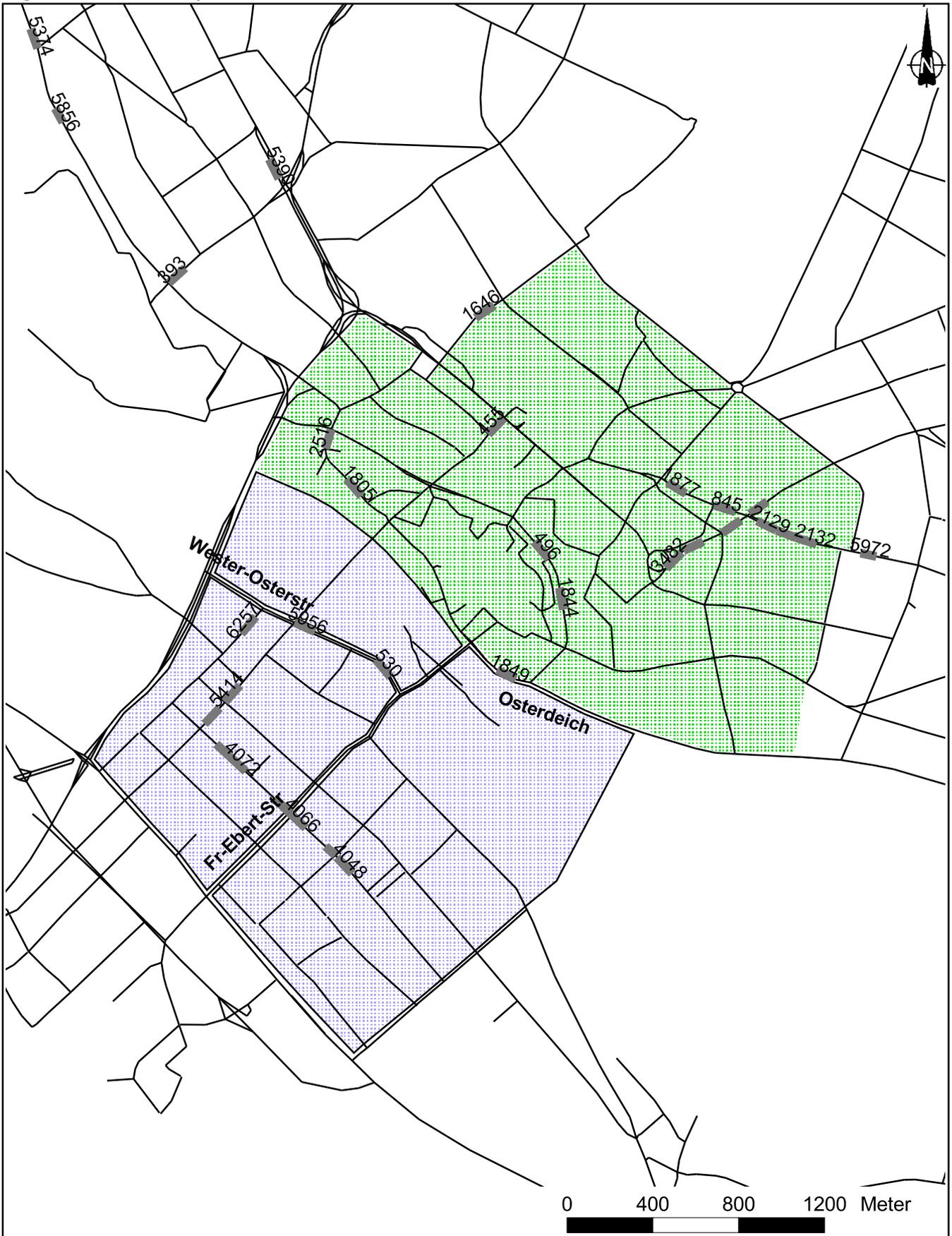


Abb. A1.1: Zuordnung von Streckenkennnummern mit Abgrenzung Umweltzone I (grün) und erweiterte Umweltzone II (blau) sowie Ausschnitte des berücksichtigten Straßennetzes (schwarz)

**A N H A N G A 2**  
**ABBILDUNGEN DER STICKSTOFFOXID-EMISSIONEN**

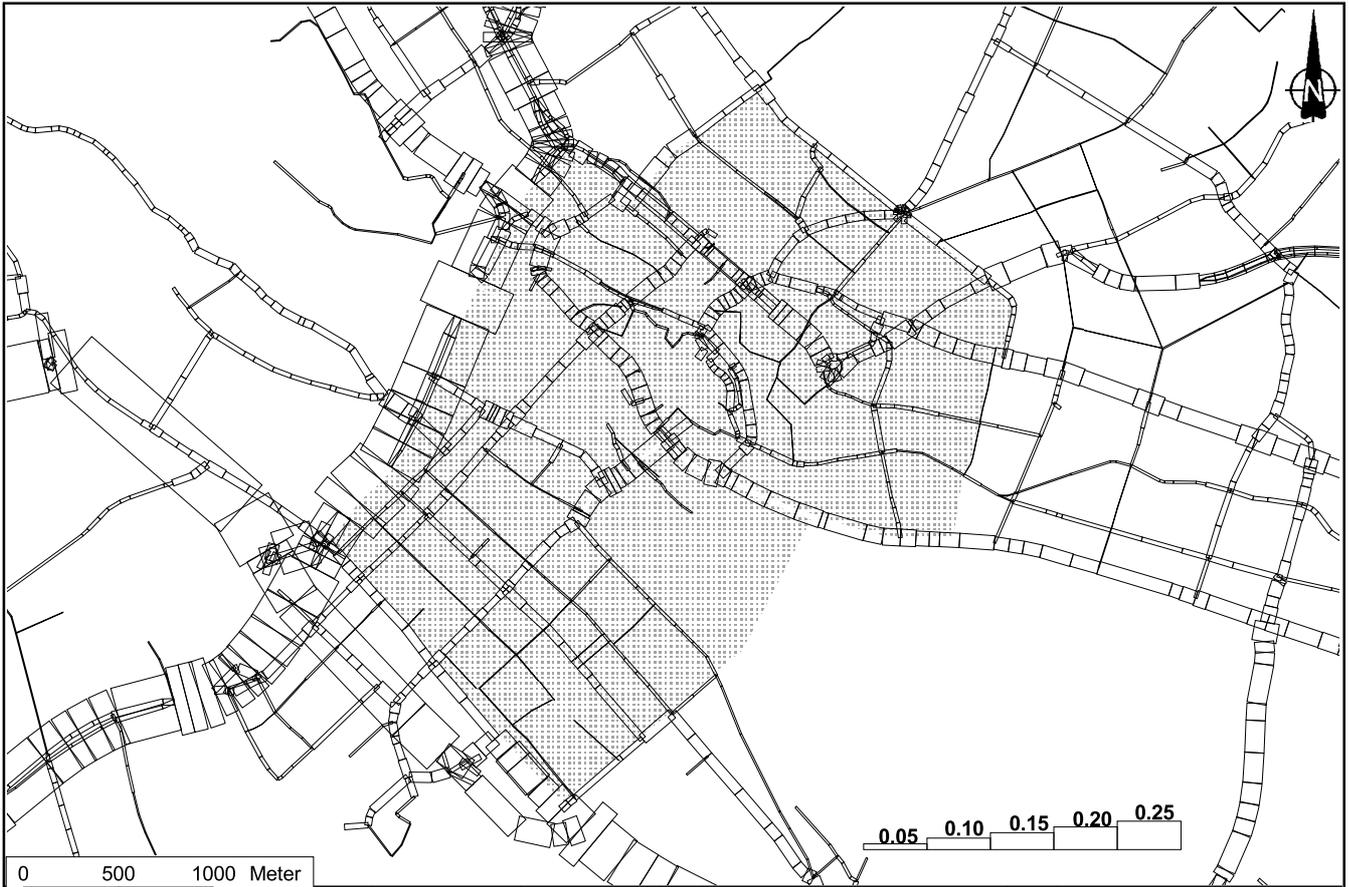


Abb. A2.1: NO<sub>x</sub>-Emissionsdichten in [mg/(m\*s)] im Bezugsfall 2010 durch Straßenverkehr gesamt (oben) und Linienbusse (unten) Umweltzone grau hinterlegt

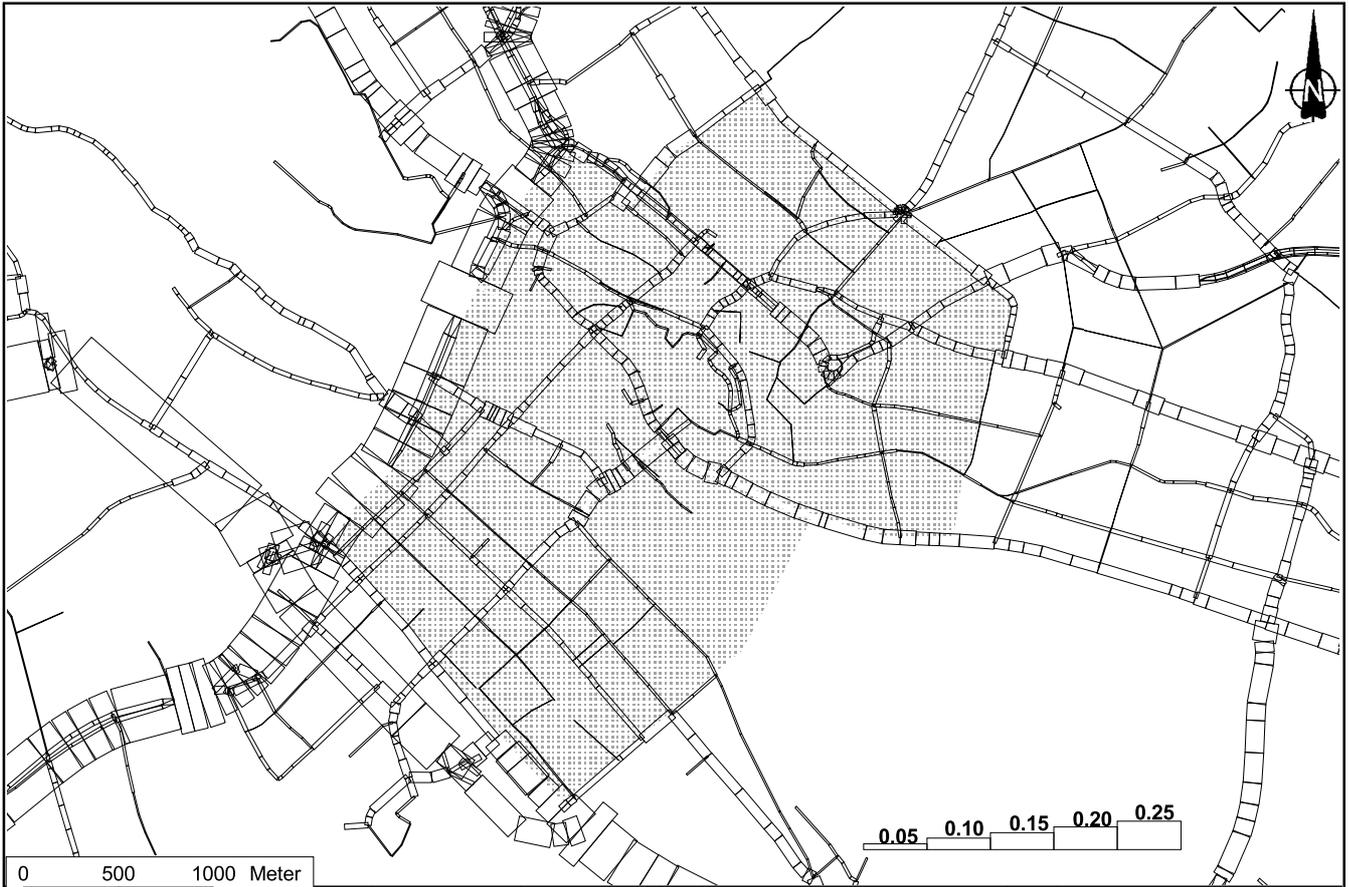


Abb. A2.2: NO<sub>x</sub>-Emissionsdichten in [mg/(m\*s)] im Planfall Umweltzone 1 durch Straßenverkehr gesamt (oben) und Linienbusse (unten) Umweltzone grau hinterlegt

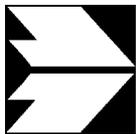
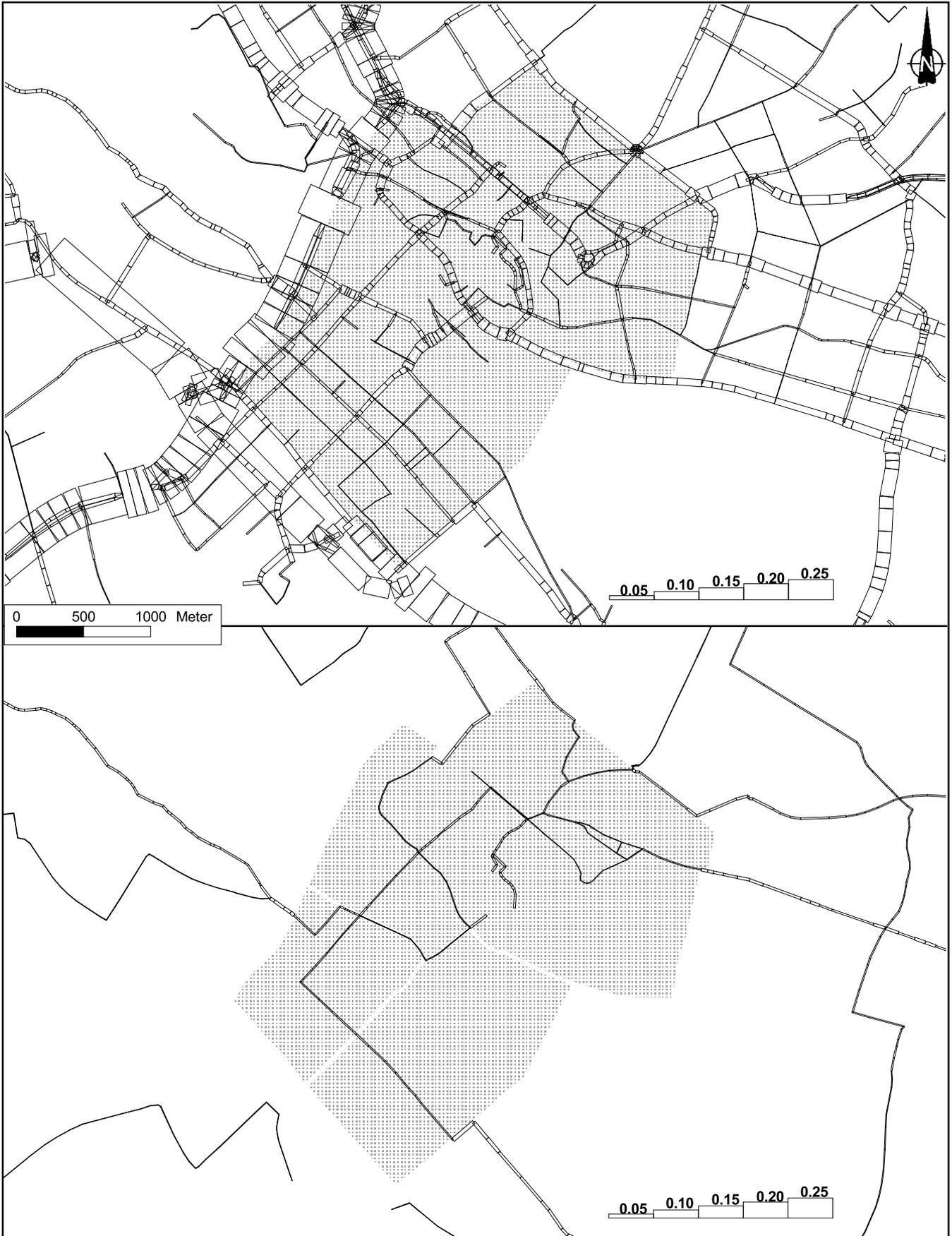


Abb. A2.3: NO<sub>x</sub>-Emissionsdichten in [mg/(m\*s)] im Planfall Umweltzone 2 durch Straßenverkehr gesamt (oben) und Linienbusse (unten) Umweltzone grau hinterlegt

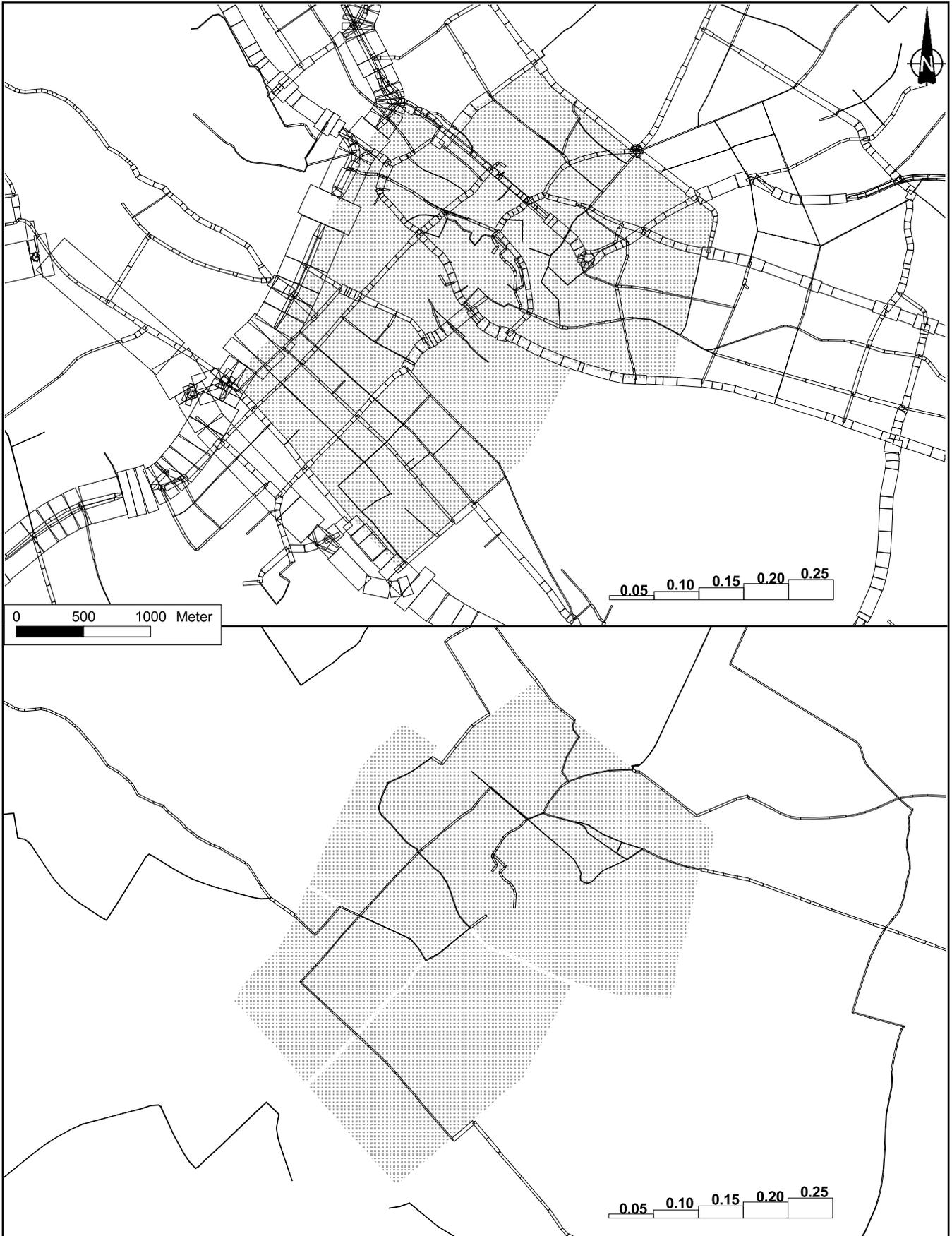


Abb. A2.4: NO<sub>x</sub>-Emissionsdichten in [mg/(m\*s)] im Planfall Umweltzone 2\* durch Straßenverkehr gesamt (oben) und Linienbusse (unten) Umweltzone grau hinterlegt