



**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**

## **MASSNAHMEN DER LANDESHAUPT- STADT STUTTGART ZUR MÖGLICHEN EINHALTUNG DER LUFTSCHADSTOFF- GRENZWERTE**

Auftraggeber: Landeshauptstadt Stuttgart  
Amt für Umweltschutz  
Gaisburgstraße 4  
70182 Stuttgart

Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. W. Bächlin

April 2006  
Projekt 60577-06-01  
Berichtsumfang 33 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>8</b>
<b>4 UMSETZUNGEN UND AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN.....</b>	<b>14</b>
4.1 Maßnahme I,    ganzjähriges Fahrverbot für Diesel schlechter EURO 3.....	14
4.2 Maßnahme II,  ganzjähriges Fahrverbot für Diesel schlechter EURO 4.....	19
4.3 Maßnahme III, ganzjähriges Fahrverbot für alle Kfz schlechter EURO 4.....	22
4.4 Maßnahme IV,  immissionsabhängiges Fahrverbot für alle Kfz .....	25
4.5 Maßnahme V,   immissionsabhängiges Fahrverbot für Fahrzeuggruppen ...	27
4.6 Maßnahme VI,  Reduzierung von Fahrbahnen .....	28
4.7 Maßnahme VII, Geschwindigkeitsbeschränkungen .....	28
4.8 Maßnahme VIII, bauliche Änderungen .....	31
<b>5 LITERATUR .....</b>	<b>32</b>

Hinweise:

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

## **ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN**

### **Emission / Immission**

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

### **Vorbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung**

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

### **Grenzwerte / Vorsorgewerte**

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

### **Jahresmittelwert / 98-Perzentilwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)**

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

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

Die Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (22. BImSchV) fordert weitere Kurzzeitwerte in Form des Stundenmittelwertes der NO<sub>2</sub> Konzentrationen von 200 µg/m<sup>3</sup>, der in nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf.

### **Verkehrssituation**

Emissionen und Kraftstoffverbrauch hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten der Kfz ab, die sich in unterschiedlichen Betriebszuständen wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. befinden. Das typische Fahrverhalten der Kfz kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Diese wurden vom Umweltbundesamt definiert und es wurden dafür die Emissionen gegeben. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert.

### **Feinstaub / PM10**

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

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Für das Stadtgebiet der Landeshauptstadt Stuttgart wurde durch das Regierungspräsidium Stuttgart im Dezember 2005 ein Luftreinhalte-/Aktionsplan erstellt, in dem u.a. Maßnahmen zur Verringerung der Luftschadstoffbelastungen in den hoch belasteten Bereichen aufgeführt werden. Die vom Regierungspräsidium festgesetzten Maßnahmen haben bisher entsprechend den vorläufigen Messdaten an den hoch belasteten Straßenabschnitten nicht zur Einhaltung der Grenzwerte geführt. Das betrifft NO<sub>2</sub>- und PM10-Belastungen.

Dementsprechend werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung Maßnahmen betrachtet, die intensive Minderungen bewirken mit dem Ziel, die Grenzwerte einzuhalten. Dabei sind Maßnahmen zu untersuchen, die rechtlich umsetzbar sind.

Aus vorliegenden, berechneten Immissionsdaten vorangegangener Untersuchungen wurden die Gesamtbelastungen für PM10-Jahresmittelwerte für das Jahr 2005 und für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für das Jahr 2010 herangezogen. Daraus wurden grafische Darstellungen abgeleitet, die den relativen Anteil der erforderlichen Reduktionen der verkehrsbedingten Zusatzbelastungen für die einzelnen Straßenabschnitte beschreiben, um den entsprechenden Grenzwert an der Randbebauung bzw. am Straßenrand einzuhalten. Danach sind an den hoch belasteten Straßenabschnitten erforderliche Reduktionen um 50 %, in Teilabschnitten auch über 70 % abgeleitet.

Basierend auf diesen Darstellungen wurde folgende Maßnahmenliste erstellt, die möglichst wirkungsvolle und umsetzbare Maßnahmen enthält:

**Maßnahme I):** Ganzjähriges Fahrverbot im Stadtgebiet von Stuttgart ab dem 01.07.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 bis 2 nach der Kennzeichnungsverordnung

**Maßnahme II):** Ganzjähriges Fahrverbot im Stadtgebiet von Stuttgart ab dem 01.07.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 bis 3 nach der Kennzeichnungsverordnung

**Maßnahme III):** Ganzjähriges Fahrverbot im Stadtgebiet von Stuttgart ab dem 01.07.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 bis 3 nach der Kennzeichnungsverordnung und zusätzlich für Ottomotoren schlechter als EURO 4

**Maßnahme IV):** Immissionsabhängiges Fahrverbot für alle Kfz im Talkessel von Stuttgart basierend auf PM10-Tagesmittelwerten

**Maßnahme V):** Immissionsabhängiges Fahrverbot für ausgewählte Fahrzeuggruppen im Talkessel von Stuttgart basierend auf PM10-Tagesmittelwerten

**Maßnahme VI):** Reduzierung mehrspuriger Fahrtrichtungsfahrbahnen um jeweils eine Fahrbahn

**Maßnahme VII):** Auswirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Hauptverkehrsstraßennetz im Talkessel von Stuttgart

**Maßnahme VIII):** Bauliche Änderungen an den hochbelasteten Straßenabschnitten zur Verringerung der Anzahl der Betroffenen

Für die wirkungsseitigen Abschätzungen der Reduktionen der Emissionen wird das Jahr 2007 betrachtet. Daraus lassen sich entsprechend der überschlägigen Berechnungen folgend beschriebene Einschätzungen ableiten.

Mit der **Maßnahme I** können Minderungen der PM10-Emissionen und NO<sub>x</sub>-Emissionen auf den Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart unter 10 % erwartet werden. Dabei fallen die Minderungen der NO<sub>x</sub>-Emissionen etwas höher aus als die Minderungen der PM10-Emissionen; das ist vor allem durch die berücksichtigten Anteile der nicht motorbedingten Beiträge aller Kfz-Fahrten zu erklären. Aus diesen PM10-Minderungen lassen sich bezogen auf die Messdaten des Jahres 2004 nur geringe Verringerungen der Tage über 50 µgPM10/m<sup>3</sup> ableiten; damit ist eine Einhaltung des Grenzwertes nicht zu erwarten.

Mit der **Maßnahme II** werden Minderungen der PM10-Emissionen auf den Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart bis 20 %, vereinzelt auch leicht über 20 % und der NO<sub>x</sub>-Emissionen bis 30 % abgeschätzt. An den Straßenabschnitten der Messstationen sind PM10-Minderungen zwischen 14 % und 22 % und NO<sub>x</sub>-Minderungen zwischen 20 % und 24 % ermittelt. Aus diesen PM10-Minderungen lassen sich bezogen auf die Messdaten des Jahres 2004 Verringerungen der Tage über 50 µgPM10/m<sup>3</sup> zwischen 8 % und 25 % an den Straßenmessstationen ableiten; damit kann an einer Station eine Einhaltung des Grenzwertes erreicht werden.

Mit der theoretischen **Maßnahme III**, die nicht komplett durch die Kennzeichnungsverordnung abgedeckt ist, werden Minderungen der PM10-Emissionen auf den Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart bis 30 % und der NO<sub>x</sub>-Emissionen bis 50 % abgeschätzt. An den Straßenabschnitten der Messstationen sind PM10-Minderungen zwischen 19 % und 26 % und NO<sub>x</sub>-Minderungen zwischen 32 % und 39 % ermittelt. Aus diesen PM10-Minderungen lassen sich bezogen auf die Messdaten des Jahres 2004 Verringerungen der Tage

über  $50 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$  zwischen 12 % und 25 % an den Straßenmessstationen ableiten; damit kann an einer Station eine Einhaltung des Grenzwertes erreicht werden.

Für die **Maßnahme IV** mit immissionsabhängigen Sperrungen des Gesamtverkehrs wird angesetzt, dass an Tagen mit Sperrungen 70 % des Verkehrs und der Emissionen auf den Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart entfallen. Aus organisatorischen und technischen Erforderlichkeiten wird für die Auslösung und Auflösung der immissionsabhängigen Sperrungen basierend auf  $\text{PM}_{10}$ -Tagesmittelwerten angesetzt, dass am Beginn der Phase mit hohen  $\text{PM}_{10}$ -Belastungen an drei Tagen die Maßnahme noch nicht greift und nach der Phase mit hohen  $\text{PM}_{10}$ -Belastungen noch für zwei Tage anhält, obwohl der Schwellenwert unterschritten wird. Bezogen auf die SPOT-Messstelle mit den höchsten Messwerten (Am Neckartor) lassen sich 114 Tage mit Sperrungen ableiten, das sind ca. 31 % der Tage des Jahres; die Messdaten beschreiben für 2004 an 160 Tagen Überschreitungen des Grenzwertes, das sind ca. 44 % der Tage des Jahres. Mit dieser Vorgehensweise würden an allen Messstationen außer der Station Am Neckartor Einhaltungen des Grenzwertes für  $\text{PM}_{10}$  erreichbar sein. Die mittlere, jahresbezogene Minderung der verkehrsbedingten  $\text{PM}_{10}$ - und  $\text{NO}_x$ -Beiträge beträgt gegenüber dem Referenzzustand ca. 22 %. Bezogen auf die Messstation Stuttgart-Mitte-Straße (Arnulf-Klett-Platz) lassen sich 33 Tage mit Sperrungen ableiten, das sind ca. 9 % der Tage des Jahres; die Messdaten beschreiben an 42 Tagen Überschreitungen des Grenzwertes, das sind ca. 12 % der Tage des Jahres. Mit dieser Vorgehensweise würde an der Messstation Stuttgart-Mitte-Straße der Grenzwert einhaltbar sein, an allen SPOT-Messstellen die Anzahl der Überschreitungstage senken, aber nicht zur Einhaltung des Grenzwertes für  $\text{PM}_{10}$  führen. Die mittlere, jahresbezogene Minderung der verkehrsbedingten  $\text{PM}_{10}$ - und  $\text{NO}_x$ -Beiträge beträgt gegenüber dem Referenzzustand bei dieser Vorgehensweise ca. 6 %.

Für die **Maßnahme V** wurden die emissionsseitigen Auswirkungen für zwei Varianten betrachtet. Bei Sperrungen für alle Fahrzeuge, die dem LKW-Verkehr zuzurechnen sind, ergeben sich mit Berücksichtigung von Ausnahmegenehmigungen für innerstädtische Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart Verringerungen der Emissionen gegenüber Tagen ohne Sperrung für  $\text{PM}_{10}$  bis 20 %, vereinzelt bis 30 % und für  $\text{NO}_x$  bis 40 %. Bei Sperrungen für alle Fahrzeuge, die nicht dem LKW-Verkehr zuzurechnen sind, ergeben sich für innerstädtische Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart Verringerungen der Emissionen gegenüber Tagen ohne Sperrung für  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{NO}_x$  bis 60 %. Damit werden die Emissionen mit **Maßnahme V** gegenüber **Maßnahme IV** weniger intensiv verringert.

Die **Maßnahme VI**, Reduzierung mehrspuriger Fahrtrichtungsfahrbahnen um jeweils eine Fahrbahn, wird hinsichtlich der mindernden Wirkung auf die Luftschadstoffbelastungen für den Bereich des Talkessels von Stuttgart als nicht nennenswert und eher mit kontraproduktiven Auswirkungen eingestuft.

Die **Maßnahme VII**, Auswirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Hauptverkehrsstraßennetz im Talkessel von Stuttgart, wird hinsichtlich der mindernden Wirkung auf die Luftschadstoffbelastungen für den Bereich des Talkessels von Stuttgart als gering und eher mit kontraproduktiven Auswirkungen eingestuft.

Die **Maßnahme VIII**, bauliche Änderungen an den hochbelasteten Straßenabschnitten zur Verringerung der Anzahl der Betroffenen, kann in Teilbereichen durch aufwändige Änderungen, wie Tunnelstrecken oder Zwangsbelüftungen gewerblich genutzter Räume über straßenabgewandte Gebäudeseiten, zu Vermeidungen von Konflikten führen.



## 2 AUFGABENSTELLUNG

Für das Stadtgebiet der Landeshauptstadt Stuttgart wurde durch das Regierungspräsidium Stuttgart im Dezember 2005 ein Luftreinhalte-/Aktionsplan erstellt, in dem u.a. Maßnahmen zur Verringerung der Luftschadstoffbelastungen in den hoch belasteten Bereichen aufgeführt werden. Für einen Teil der genannten Maßnahmen wurden die zu erwartenden Minderungen rechnerisch prognostiziert und in einem Gutachten im November 2005 (Lohmeyer, 2005) zusammengefasst.

Die vom Regierungspräsidium festgesetzten Maßnahmen haben bisher entsprechend den vorläufigen Messdaten an den hoch belasteten Straßenabschnitten nicht zur Einhaltung der Grenzwerte geführt. Das betrifft NO<sub>2</sub>- und PM10-Belastungen.

Dementsprechend sollen im Rahmen einer Untersuchung Maßnahmen betrachtet werden, die eine intensive Minderung bewirken mit dem Ziel, die Grenzwerte einzuhalten. Dabei sollen solche Maßnahmen benannt werden, die rechtlich umsetzbar sind; die Auswahl soll sich auf die Maßnahmenliste stützen, die in Vorbereitung des Luftreinhalte-/Aktionsplan Stuttgart auch in dem begleitenden Gremium diskutiert wurde.

### 3 VORGEHENSWEISE

Für das Stadtgebiet von Stuttgart liegen Messdaten für Luftschadstoffe, Verkehrsdaten des Hauptstraßennetzes sowie immissionsseitige Berechnungen für die Hauptverkehrsstraßen (Lohmeyer, 2005/60448, Lohmeyer, 2006/60385) vor. In **Tab. 3.1** sind die bis zur Erstellung dieser Ausarbeitungen verfügbaren Messdaten von Stuttgart zusammengestellt, die u.a. die in der Aufgabenstellung genannten Überschreitungen der Beurteilungswerte der letzten beiden Jahre dokumentieren und auch einen Einblick in die bisherigen Messdaten im Jahr 2006 mit Überschreitungen bzw. zu erwartenden Überschreitungen der Beurteilungswerte geben. Die Darstellung der Immissionen entlang den Hauptverkehrsstraßen in den genannten Bereichen berücksichtigt Straßenabschnitte mit Randbebauung und potenziell durch hohe Immissionen belastete Anwohner und Straßenabschnitte ohne direkte Randbebauung, wo die Immissionen im Abstand von ca. 10 m vom Straßenrand aufgezeigt sind. Diese Darstellung wurde gewählt, um die Straßenzüge mit hohen Immissionsbelastungen aufzuzeigen und nicht nur eine Sammlung nicht zusammenhängender Abschnitte mit hohen Belastungen.

Aus den berechneten Immissionsdaten werden die Gesamtbelastungen für PM10-Jahresmittelwerte für das Jahr 2005 und für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für das Jahr 2010 herangezogen, einer Auswertung unterzogen und hinsichtlich der Legende modifiziert. Mit dieser Auswertung werden Aussagen abgeleitet, die den relativen Anteil der erforderlichen Reduktionen der verkehrsbedingten Zusatzbelastungen für die einzelnen Straßenabschnitte beschreiben, um den entsprechenden Grenzwert an der Randbebauung bzw. am Straßenrand einzuhalten. Für PM10 wird der Schwellenwert von 29 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel betrachtet, bei dessen Überschreitung auch eine Überschreitung des PM10-Kurzzeitbelastungswertes zu erwarten ist, d.h. mehr als 35 Tage pro Jahr mit einem PM10-Tagesmittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup>. Für NO<sub>2</sub> wird der Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m<sup>3</sup> betrachtet.

In **Abb. 3.1** sind diese erforderlichen relativen Reduktionen der verkehrsbedingten Zusatzbelastungen für PM10 grafisch dargestellt. In Straßenabschnitten mit blauer Farbe wird der Beurteilungswert eingehalten, in gelber Farbe sind erforderliche Reduktionen bis 10 % und in roten Farbtönen erforderliche Reduktionen über 10 % aufgezeigt. Damit sind insbesondere auf den wesentlichen Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart sowie an den Hauptdurchfahrtsstraßen von Feuerbach, Zuffenhausen und Bad Cannstatt Verringerungen der verkehrsbedingten PM10-Beiträge um deutlich mehr als 10 % erforderlich. Für NO<sub>2</sub>-Immissionen sind diese Aussagen in **Abb. 3.2** dargestellt. Danach sind an vergleichbaren

Station	Schadstoff	2004	2005	2006, Mitte April
Bad Cannstatt	PM10-I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	23	-	-
Zuffenhausen	PM10-I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	27	-	-
S-Mitte-Str.	PM10-I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	34	35	-
Am Neckartor	PM10-I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	51	55	-
Hohenheimer Str.	PM10-I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	36	38	-
Paulinenstraße	PM10-I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	-	-	-
Siemensstraße	PM10-I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	37	37	-
Waiblinger Straße	PM10-I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	36	-	-
Bad Cannstatt	PM10-Über. [Anzahl]	14	-	-
Zuffenhausen	PM10-Über. [Anzahl]	29	-	-
S-Mitte-Str.	PM10-Über. [Anzahl]	42	37	30
Am Neckartor	PM10-Über. [Anzahl]	160	187	60
Hohenheimer Str.	PM10-Über. [Anzahl]	58	62	40
Paulinenstraße	PM10-Über. [Anzahl]	-	-	-
Siemensstraße	PM10-Über. [Anzahl]	63	51	42
Waiblinger Straße	PM10-Über. [Anzahl]	65	-	-
Bad Cannstatt	NO <sub>2</sub> -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	33	-	-
Zuffenhausen	NO <sub>2</sub> -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	40	-	-
S-Mitte-Str.	NO <sub>2</sub> -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	77	74	-
Am Neckartor	NO <sub>2</sub> -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	106	119	-
Hohenheimer Str.	NO <sub>2</sub> -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	89	96	-
Paulinenstraße	NO <sub>2</sub> -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	62	-	-
Siemensstraße	NO <sub>2</sub> -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	97	97	-
Waiblinger Straße	NO <sub>2</sub> -I1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	66	82	-
Bad Cannstatt	NO <sub>2</sub> -Über. [Anzahl]	-	-	-
Zuffenhausen	NO <sub>2</sub> -Über. [Anzahl]	0	-	-
S-Mitte-Str.	NO <sub>2</sub> -Über. [Anzahl]	5	4	15
Am Neckartor	NO <sub>2</sub> -Über. [Anzahl]	555	848	311
Hohenheimer Str.	NO <sub>2</sub> -Über. [Anzahl]	143	175	144
Paulinenstraße	NO <sub>2</sub> -Über. [Anzahl]	14	-	-
Siemensstraße	NO <sub>2</sub> -Über. [Anzahl]	293	250	67
Waiblinger Straße	NO <sub>2</sub> -Über. [Anzahl]	5	-	-

Tab. 3.1: Messdaten an den Messstationen in Stuttgart. I1 = Jahresmittelwert, PM10-Überschreitung = Anzahl der Tage über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , NO<sub>2</sub>-Überschreitung = Anzahl der Stundenwerte über  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

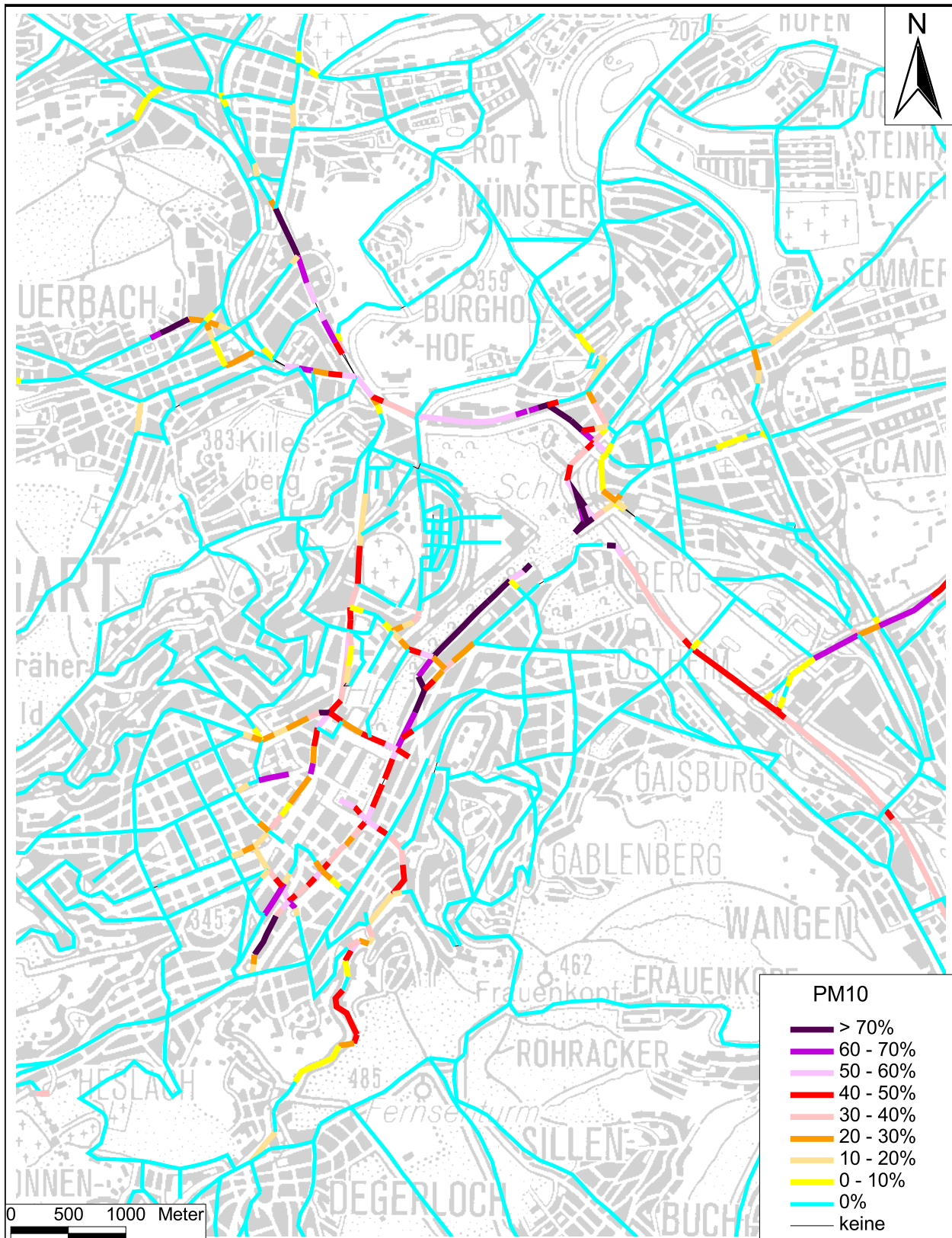


Abb. 3.1: PM10

Erforderliche Reduktion der verkehrsbedingten Zusatzbelastung zur Einhaltung des Beurteilungswertes basierend auf Immissionsberechnungen für das Jahr 2005. Zur Orientierung ist eine grobe Übersichtskarte unterlegt



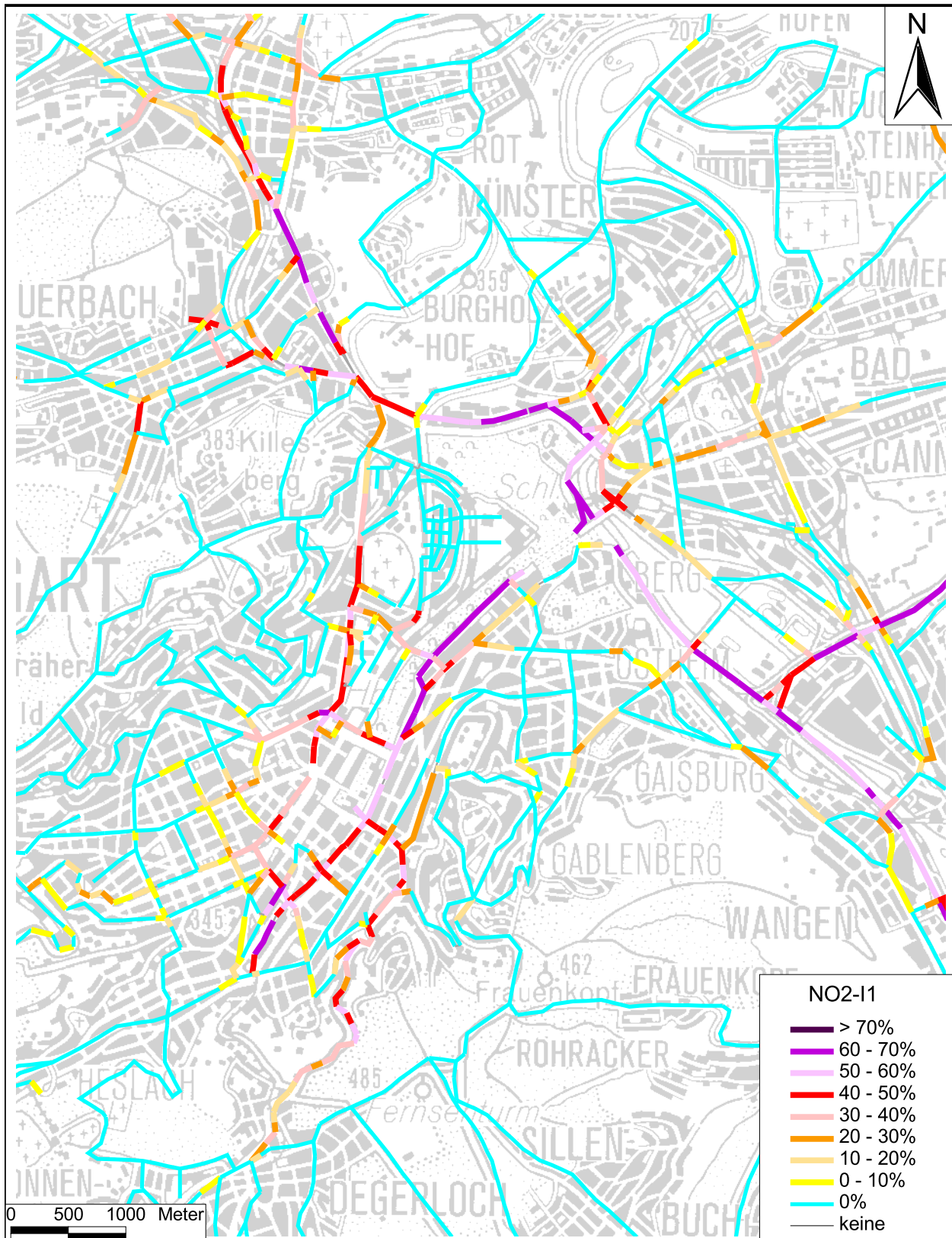


Abb. 3.2: NO2

Erforderliche Reduktion der verkehrsbedingten Zusatzbelastung zur Einhaltung des Beurteilungswertes basierend auf Immissionsberechnungen für das Jahr 2010. Zur Orientierung ist eine grobe Übersichtskarte unterlegt



Straßenabschnitten NO<sub>2</sub>-Entlastungen um deutlich über 10 % erforderlich. Im Innenstadtbereich sind an weiteren Straßenabschnitten auch Entlastungen um 10 % angezeigt, die hinsichtlich PM10 keine Konflikte mit den Beurteilungswerten aufweisen.

Diese Darstellungen sind derart aufzufassen, dass die abgeleiteten erforderlichen Reduktionen der verkehrsbedingten Zusatzbelastungen den zu erzielenden Verringerungen der Emissionen der einzelnen Straßenabschnitte entsprechen.

Diese Informationen dienen als Grundlage der wirkungsseitigen Betrachtungen der hier zu beurteilenden Maßnahmen, indem die relativen Minderungen der verkehrsbedingten Emissionen im Vergleich mit dem Referenzzustand ohne Maßnahme abgeleitet und aufgezeigt werden. Die farblichen Darstellungen der prognostizierten Emissionsminderungen durch die Maßnahmen entsprechen denen der **Abb. 3.1** und **Abb. 3.2**; durch den Vergleich der Farbkennungen der Ergebnisabbildungen mit den genannten kann abgeleitet werden, in welchen Bereichen die erforderlichen Reduktionen erreicht werden.

Die Anforderung an die zu nennenden Maßnahmen ist eine deutliche Minderung und eine rechtliche Umsetzbarkeit. Basierend auf den oben genannten Darstellungen der zu senkenden Immissionen wurde in Diskussion und Abstimmung mit dem Auftraggeber eine Maßnahmenliste erstellt, die möglichst wirkungsvolle und umsetzbare Maßnahmen enthält. Bei der Maßnahmenennung wurde entsprechend den bisherigen Kenntnissen berücksichtigt, dass allein technische Maßnahmen, insbesondere Flottenerneuerungen, nicht ausreichen, sondern Verringerungen des Verkehrsaufkommens erforderlich sind.

**Maßnahme I):** Ganzjähriges Fahrverbot im Stadtgebiet von Stuttgart ab dem 01.07.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 bis 2 nach der Kennzeichnungsverordnung (Plakette 3)

**Maßnahme II):** Ganzjähriges Fahrverbot im Stadtgebiet von Stuttgart ab dem 01.07.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 bis 3 nach der Kennzeichnungsverordnung (Plakette 4)

**Maßnahme III):** Ganzjähriges Fahrverbot im Stadtgebiet von Stuttgart ab dem 01.07.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 bis 3 nach der Kennzeichnungsverordnung (Plakette 4) und zusätzlich für Ottomotoren schlechter als EURO 4

**Maßnahme IV):** Immissionsabhängiges Fahrverbot für alle Kfz im Talkessel von Stuttgart basierend auf PM10-Tagesmittelwerten

**Maßnahme V):** Immissionsabhängiges Fahrverbot für ausgewählte Fahrzeuggruppen im Talkessel von Stuttgart basierend auf PM10-Tagesmittelwerten

**Maßnahme VI):** Reduzierung mehrspuriger Fahrtrichtungsfahrbahnen um jeweils eine Fahrbahn

**Maßnahme VII):** Auswirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Hauptverkehrsstraßennetz im Talkessel von Stuttgart

**Maßnahme VIII):** Bauliche Änderungen an den hochbelasteten Straßenabschnitten zur Verringerung der Anzahl der Betroffenen

Für die wirkungsseitigen Abschätzungen der Reduktionen der Emissionen wird das Jahr 2007 herangezogen. Die Emissionsberechnungen erfolgen durch die Anwendung der Daten des aktuellen Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs des Umweltbundesamtes (UBA, 2004) durch Modifizierung der Flottenzusammensetzung entsprechend den genannten Maßnahmen.

Verkehrsumlegungsberechnungen werden in diesem Stadium der Maßnahmenbetrachtungen nicht durchgeführt. Die Auswirkungen auf die Verkehrsbelegungsdaten werden pauschal und überschlägig abgeschätzt.

## 4 UMSETZUNGEN UND AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN

Entsprechend den Darstellungen der **Abb. 3.1** und **Abb. 3.2** sind an zahlreichen Straßenabschnitten im Talkessel von Stuttgart Verringerungen der verkehrsbedingten Beiträge erforderlich. Dementsprechend werden im wesentlichen gebietsbezogene Maßnahmenbetrachtungen untersucht, da Entlastungen einzelner, ausgewählter Straßenzüge nur kleinräumig zu geringeren Konflikten führen bzw. in anderen Abschnitten Konflikte erzeugen und überwiegend keine adäquaten Umfahrungsstrecken bzw. Ausweichstrecken für die hochbelasteten Bereiche bestehen.

### 4.1 Maßnahme I, ganzjähriges Fahrverbot für Diesel schlechter EURO 3

Die **Maßnahme I**, ganzjähriges Fahrverbot im Stadtgebiet von Stuttgart ab dem 01.07.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 bis 2 nach der Kennzeichnungsverordnung, schließt Fahrten mit Dieselmotoren schlechter EURO 3 und Ottomotoren ohne geregelter Katalysator aus. Dieselfahrzeuge schlechter EURO 3 können jedoch eingesetzt werden, wenn Sie mit einem wirksamen Partikelfilter entsprechend der Kennzeichnungsverordnung ausgestattet sind.

Von den PKW-Fahrten sind im Jahr 2007 durch die **Maßnahme I** ca. 4.7 % der Fahrten vom Fahrverbot betroffen, die sich zu ca. 0.5 % der Fahrten mit Ottomotoren und zu ca. 4.2 % der Fahrten mit Dieselmotoren zusammensetzen. Der Wirtschaftsverkehr wird überwiegend mit dieselbetriebenen Kfz durchgeführt; durch das Fahrverbot sind ca. 29.4 % der Lieferwagenfahrten und ca. 39.8 % der LKW-Fahrten betroffen. Für die rechnerische Umsetzung der Maßnahme wird angesetzt, dass im Wirtschaftsverkehr ca. 25 % der betroffenen Fahrten mit Ausnahmegenehmigungen durchgeführt werden und ca. 10 % der Fahrten durch geschickte Routenplanungen und Leerfahrtenvermeidungen entfallen werden; für den Großteil der betroffenen Fahrten (ca. 65 %) wird eine Verlagerung der Fahrten auf Fahrzeuge angenommen, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Damit ist eine Änderung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und eine geringe Reduzierung (ca. 5 %) der Fahrten des Wirtschaftsverkehrs verbunden. Bei den PKW-Fahrten wird angenommen, dass ca. 10 % der Fahrten mit Ausnahmegenehmigungen durchgeführt werden, ca. 25 % der Fahrten entfallen (Umstieg auf ÖPNV, alternative Verkehrsmittel, Fahrgemeinschaften etc.) und der Großteil der betroffenen Fahrten (ca. 65 %) auf Fahrten mit Fahrzeugen verlagert werden, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Damit ist eine Änderung der Zusammensetzung der Fahr-



zeugflotte und eine sehr geringe Reduzierung (unter 3 %) der Fahrten des PKW-Verkehrs verbunden.

Im Rahmen dieser überschlägigen Betrachtungen werden diese Verkehrsreduzierungen und Flottenumstellungen für alle Straßen im Stadtgebiet angesetzt. Die Auswirkungen auf die Emissionen der Straßenabschnitte sind als relative Änderungen im Vergleich zum Nullfall 2007 ohne Maßnahmen berechnet. **Abb. 4.1** zeigt die Änderungen für die PM10-Emissionen; danach sind Reduktionen unter 10 % zu erwarten. Für NO<sub>x</sub>-Emissionen sind die relativen Änderungen in **Abb. 4.2** dargestellt; danach sind ebenfalls Reduktionen unter 10 % zu erwarten.

Für die Straßenabschnitte, an denen Straßenmessstationen der Luftschadstoffe in Stuttgart gelegen sind, werden die Änderungen in **Abb. 4.3** und **Tab. 4.1** für alle hier rechnerisch betrachteten Maßnahmen dargestellt. Entsprechend diesen Darstellungen fallen die Reduktionen der NO<sub>x</sub>-Emissionen etwas höher aus als die Minderungen der PM10-Emissionen; das ist vor allem durch die berücksichtigten Anteile der nicht motorbedingten Beiträge zu erklären, die im Wesentlichen von der Anzahl der Fahrbewegungen in den Straßenabschnitten abhängen. Aus diesen PM10-Minderungen durch die **Maßnahme I** lassen sich bezogen auf die Messdaten des Jahres 2004 nur geringe Verringerungen der Tage über 50 µg/m<sup>3</sup> ableiten, sodass eine Einhaltung des Grenzwertes dadurch nicht zu erwarten ist.

	2007	Maßnahme I	Maßnahme II	Maßnahme III	Maßnahme IV min	Maßnahme IV max
<b>PM10-Emissionen</b>						
S-Mitte-Str.	100	93.9	84.2	78.9	93.7	78.3
Paulinenstr.	100	94.8	86.3	80.9	93.7	78.3
Neckartor	100	93.3	80.4	75.8	93.7	78.3
Hohenheimer Str.	100	92.7	82.7	77.6	93.7	78.3
Siemensstr.	100	92.5	77.6	74.2	93.7	78.3
Waiblinger Str.	100	94.8	85.1	80.1	93.7	78.3
<b>NO<sub>x</sub>-Emissionen</b>						
S-Mitte-Str.	100	91.2	80.2	62.2	93.7	78.3
Paulinenstr.	100	91.3	79.9	62.0	93.7	78.3
Neckartor	100	92.6	80.3	66.0	93.7	78.3
Hohenheimer Str.	100	90.4	78.6	61.1	93.7	78.3
Siemensstr.	100	90.9	76.8	67.7	93.7	78.3
Waiblinger Str.	100	91.5	78.7	63.5	93.7	78.3

Tab. 4.1: Relativer Anteil der PM10- und NO<sub>x</sub>-Emissionen am Referenzzustand in Prozent (%) für die sechs Straßenabschnitte

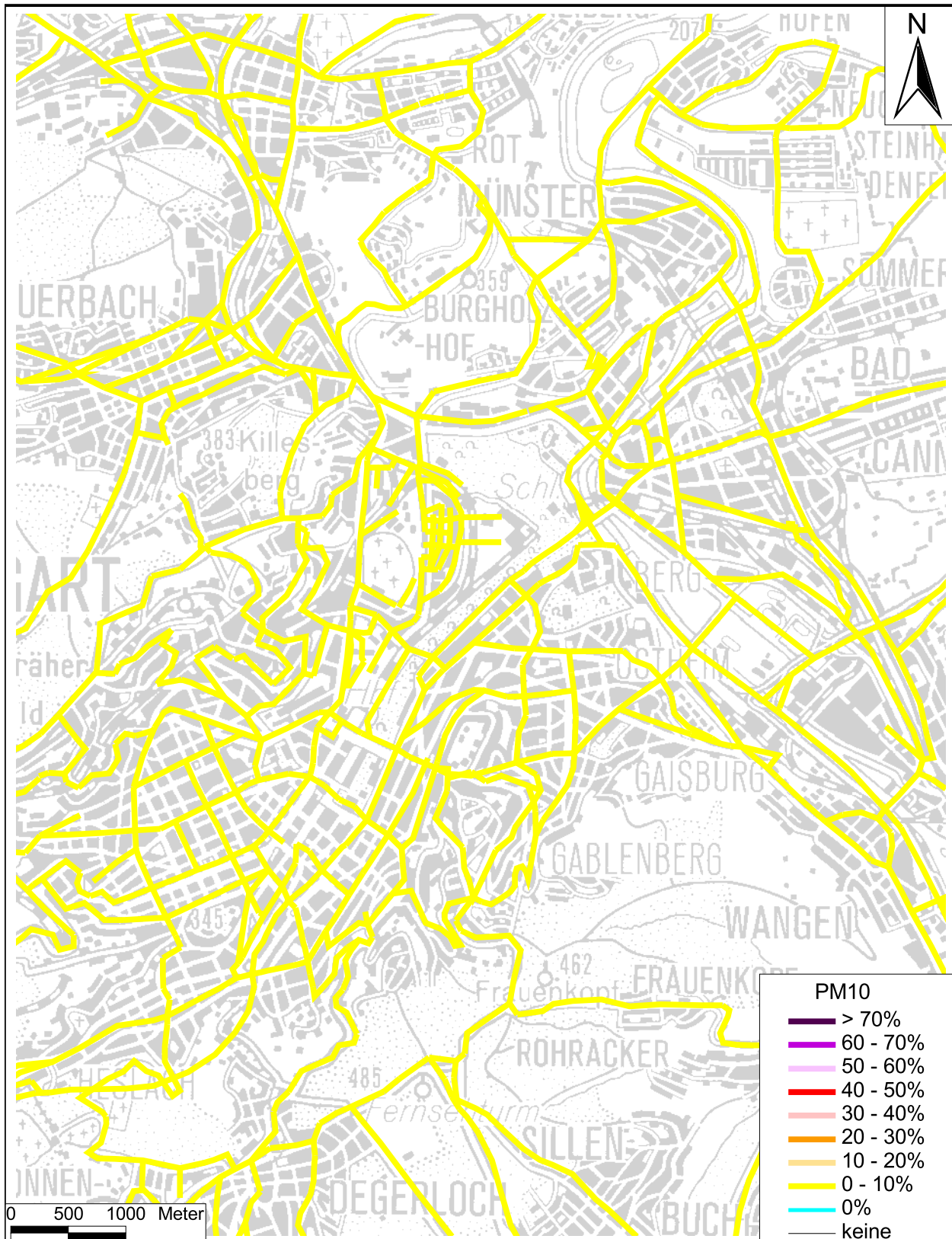


Abb. 4.1: Minderung der PM10-Emissionen durch Plakette 3 der Kennzeichnungsverordnung im Jahr 2007, Maßnahme I

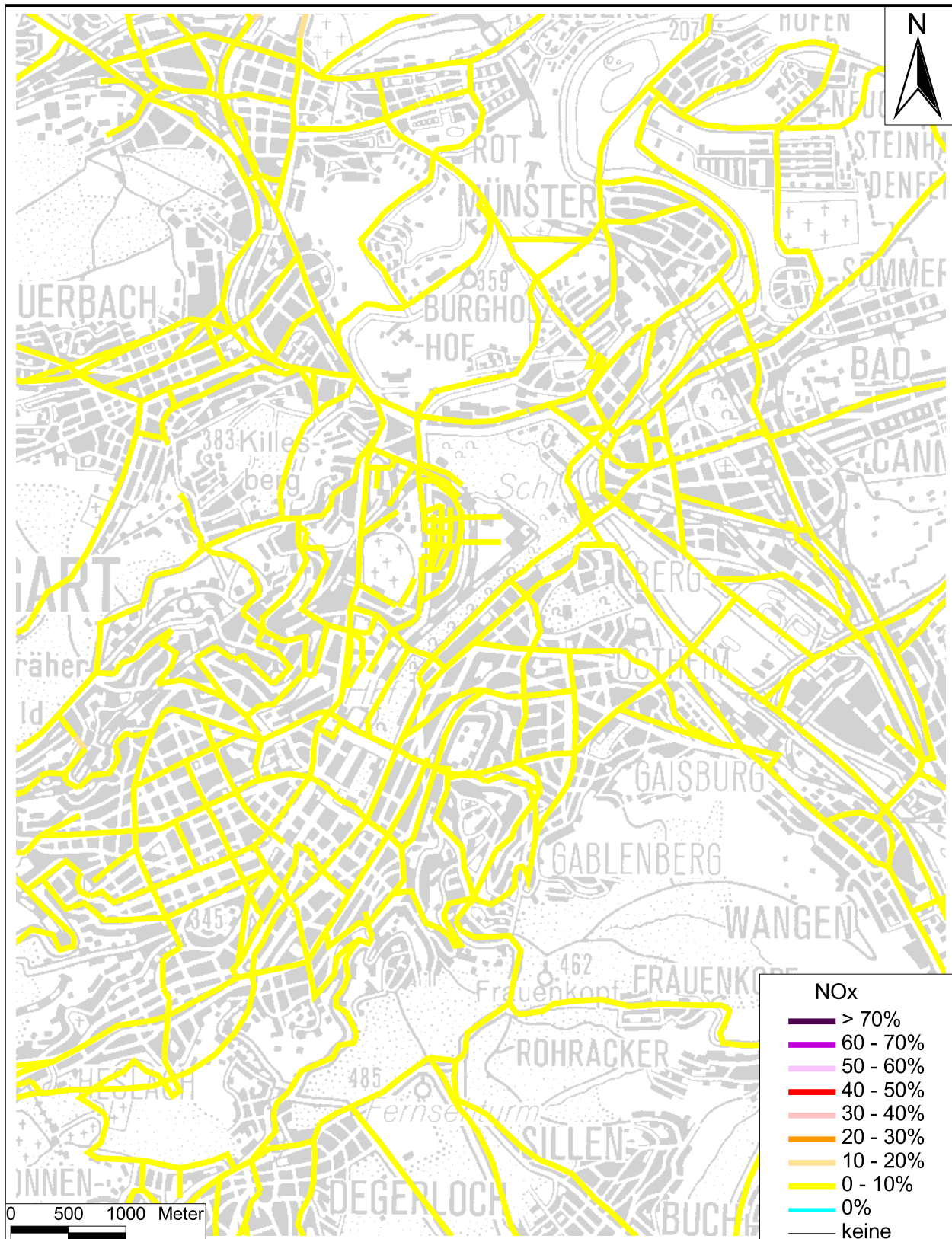


Abb. 4.2: Minderung der NOx-Emissionen durch Plakette 3 der Kennzeichnungsverordnung im Jahr 2007, Maßnahme I

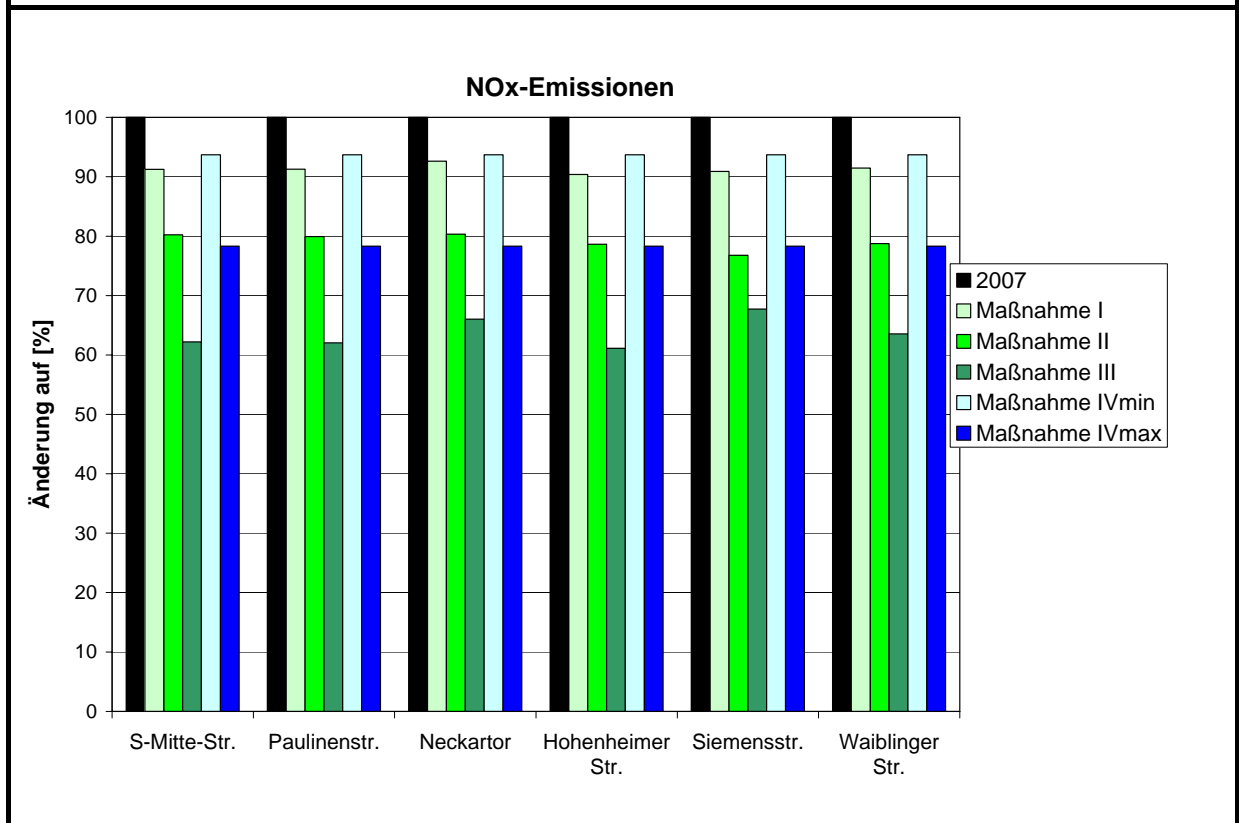
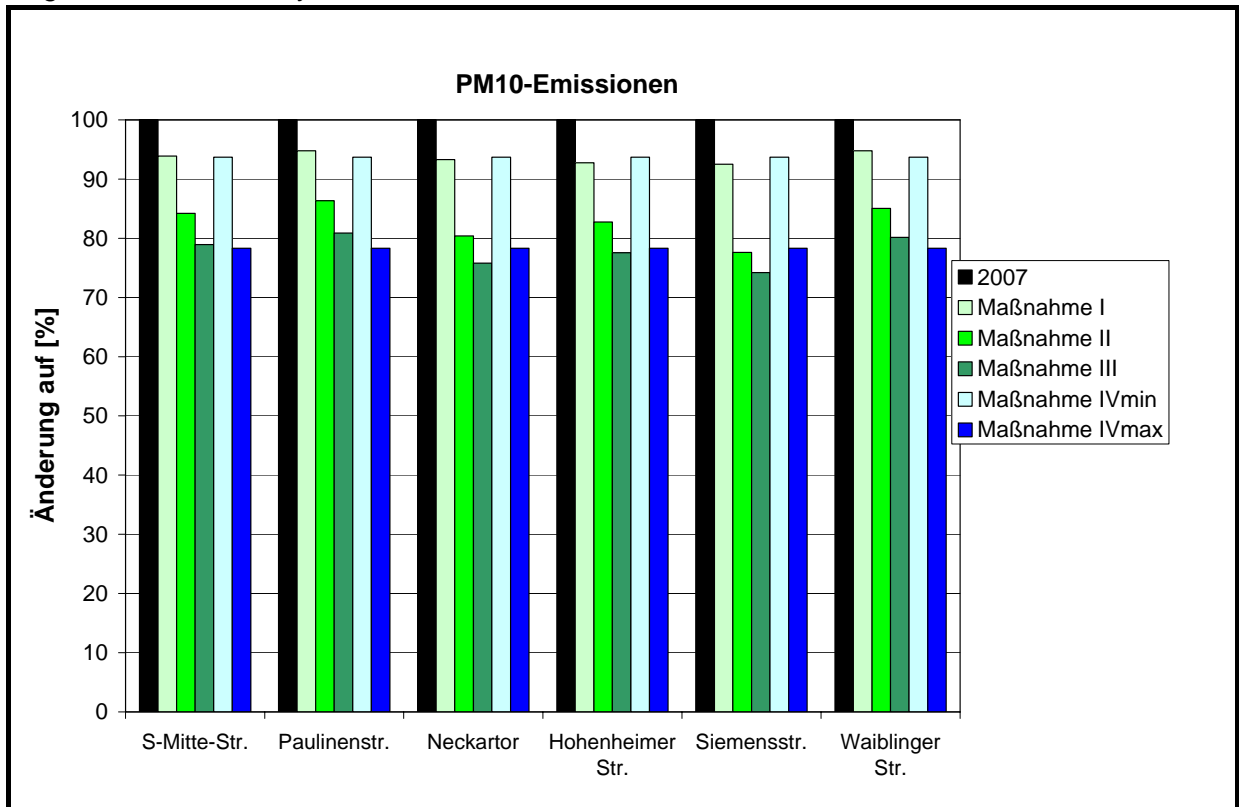


Abb. 4.3: Relativer Anteil der Emissionen am Referenzzustand 2007 für die sechs Straßenabschnitte.  
oben: PM10-Emissionen  
unten: NO<sub>x</sub>-Emissionen

## 4.2 Maßnahme II, ganzjähriges Fahrverbot für Diesel schlechter EURO 4

Die Maßnahme **Maßnahme II**, ganzjähriges Fahrverbot im Stadtgebiet von Stuttgart ab dem 01.07.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 bis 3 nach der Kennzeichnungsverordnung, schließt Fahrten mit Dieselmotoren schlechter EURO 4 und Ottomotoren ohne geregelter Katalysator aus. Dieselfahrzeuge schlechter EURO 4 können jedoch eingesetzt werden, wenn Sie mit einem wirksamen Partikelfilter entsprechend der Kennzeichnungsverordnung ausgestattet sind.

Von den PKW-Fahrten sind im Jahr 2007 durch die **Maßnahme II** ca. 16.1 % der Fahrten vom Fahrverbot betroffen, die sich zu ca. 0.5 % der Fahrten mit Ottomotoren und zu ca. 15.6 % der Fahrten mit Dieselmotoren zusammensetzen. Durch das Fahrverbot sind ca. 57.7 % der Lieferwagenfahrten und ca. 87.4 % der LKW-Fahrten betroffen. Für die rechnerische Umsetzung der Maßnahme wird angesetzt, dass im Wirtschaftsverkehr ca. 25 % der betroffenen Fahrten mit Ausnahmegenehmigungen durchgeführt werden und ca. 10 % der Fahrten durch geschickte Routenplanungen und Leerfahrtenvermeidungen entfallen werden; für den Großteil der betroffenen Fahrten (ca. 65 %) wird eine Verlagerung der Fahrten auf Fahrzeuge angenommen, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Damit ist eine Änderung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und eine Reduzierung (bis 10 %) der Fahrten des Wirtschaftsverkehrs verbunden. Bei den PKW-Fahrten wird angenommen, dass ca. 10 % der Fahrten mit Ausnahmegenehmigungen durchgeführt werden, ca. 25 % der Fahrten entfallen (Umstieg auf ÖPNV, alternative Verkehrsmittel, Fahrgemeinschaften etc.) und der Großteil der betroffenen Fahrten (ca. 65 %) auf Fahrten mit Fahrzeugen verlagert werden, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Damit ist eine Änderung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und eine geringe Reduzierung (ca. 5 %) der Fahrten des PKW-Verkehrs verbunden.

**Abb. 4.4** zeigt die Änderungen für die PM10-Emissionen; danach sind Reduktionen bis 20 %, vereinzelt auch leicht über 20 % zu erwarten. Für NO<sub>x</sub>-Emissionen sind die relativen Änderungen in **Abb. 4.5** dargestellt; danach sind Reduktionen bis 30 % zu erwarten.

An den Straßenabschnitten der Messstationen (**Abb. 4.3**) fallen die Reduktionen der NO<sub>x</sub>-Emissionen etwas höher aus als die Minderungen der PM10-Emissionen; dort sind PM10-Minderungen zwischen 14 % und 22 % und NO<sub>x</sub>-Minderungen zwischen 20 % und 24 % abgeschätzt. Aus diesen PM10-Minderungen durch die **Maßnahme II** lassen sich bezogen auf die Messdaten des Jahres 2004 Verringerungen der Tage über 50 µg/m<sup>3</sup> zwischen 8 % und 25 % an den Straßenmessstationen ableiten; damit könnte an einer Station (S-Mitte-Str.) eine Einhaltung des Grenzwertes erreicht werden.

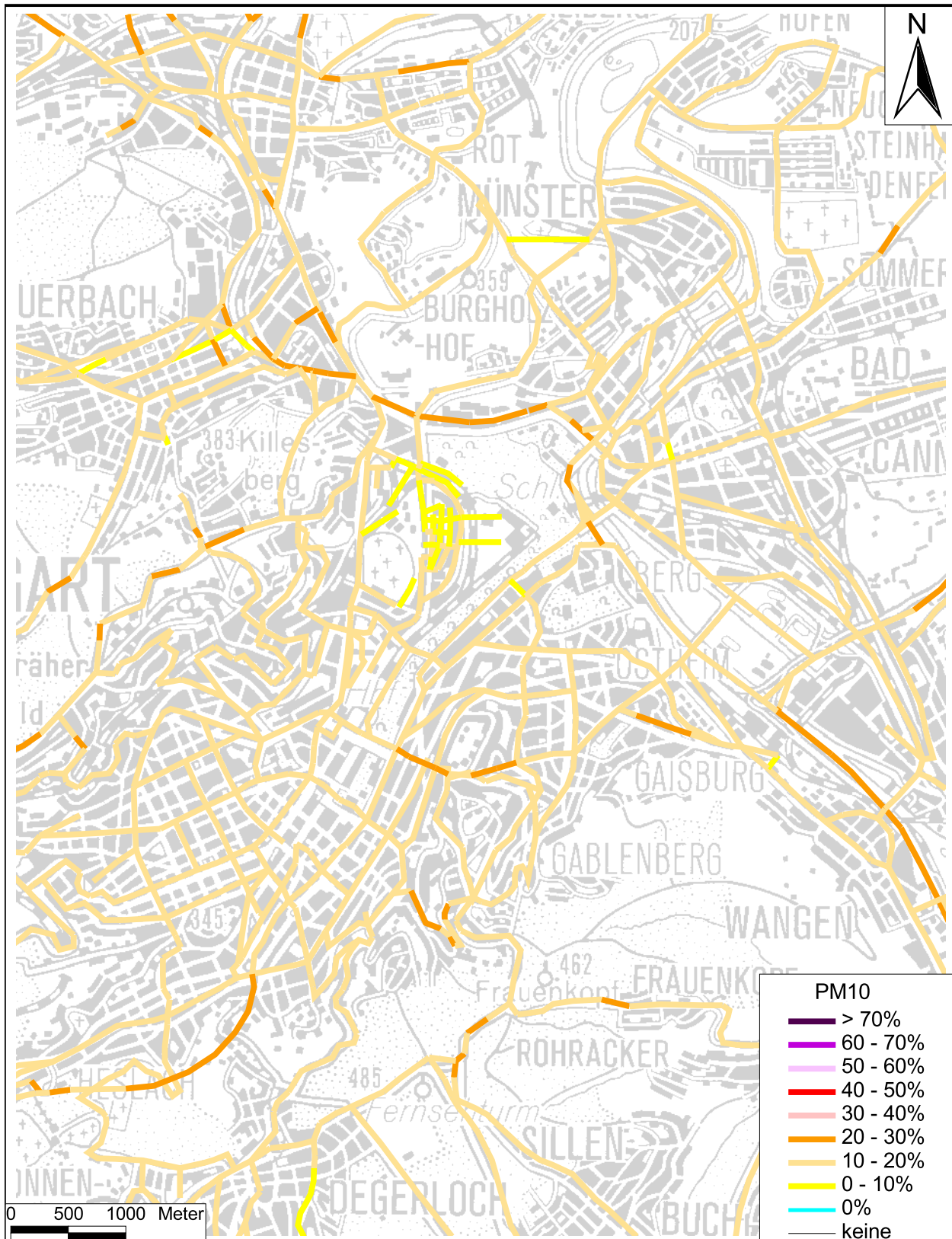


Abb. 4.4: Minderung der PM10-Emissionen durch Plakette 4 der Kennzeichnungsverordnung im Jahr 2007, Maßnahme II

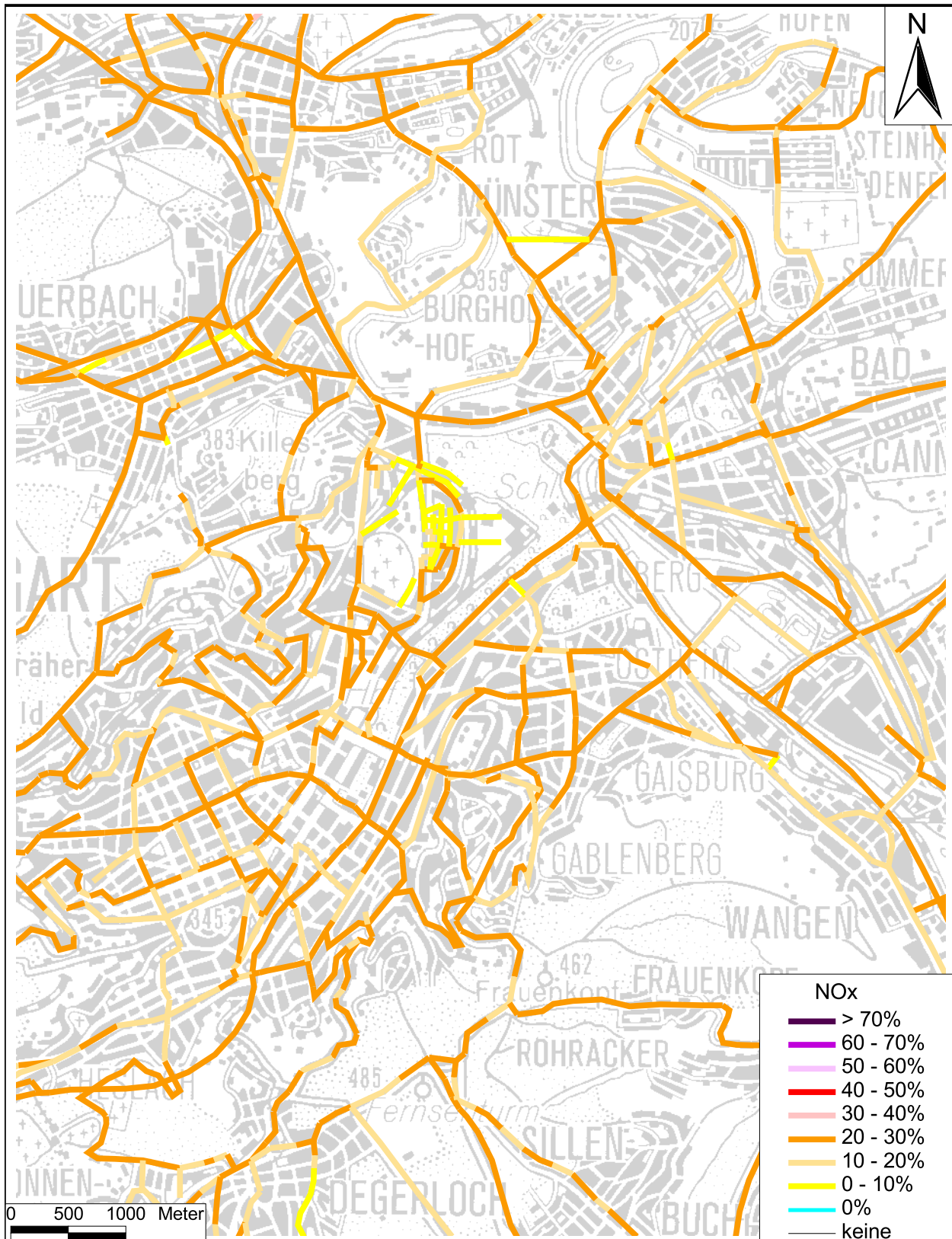


Abb. 4.5: Minderung der NOx-Emissionen durch Plakette 4 der Kennzeichnungsverordnung im Jahr 2007, Maßnahme II

### 4.3 Maßnahme III, ganzjähriges Fahrverbot für alle Kfz schlechter EURO 4

Die theoretische **Maßnahme III**, ganzjähriges Fahrverbot im Stadtgebiet von Stuttgart ab dem 01.07.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 bis 3 nach der Kennzeichnungsverordnung und zusätzlich für Ottomotoren schlechter als EURO 4, die nicht komplett durch die Kennzeichnungsverordnung abgedeckt ist, schließt Fahrten mit Motoren schlechter EURO 4 aus.

Von den PKW-Fahrten wären im Jahr 2007 durch die **Maßnahme III** ca. 47.2 % der Fahrten vom Fahrverbot betroffen, die sich zu ca. 31.6 % der Fahrten mit Ottomotoren und zu ca. 15.6 % der Fahrten mit Dieselmotoren zusammensetzen. Durch das Fahrverbot sind ca. 63.4 % der Lieferwagenfahrten und ca. 87.4 % der LKW-Fahrten betroffen. Für die rechnerische Umsetzung der Maßnahme wird angesetzt, dass im Wirtschaftsverkehr ca. 25 % der betroffenen Fahrten mit Ausnahmegenehmigungen durchgeführt werden und ca. 10 % der Fahrten durch geschickte Routenplanungen und Leerfahrtenvermeidungen entfallen werden; für den Großteil der betroffenen Fahrten (ca. 65 %) wird eine Verlagerung der Fahrten auf Fahrzeuge angenommen, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Damit ist eine Änderung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und eine Reduzierung (bis 10 %) der Fahrten des Wirtschaftsverkehrs verbunden. Bei den PKW-Fahrten wird angenommen, dass ca. 10 % der Fahrten mit Ausnahmegenehmigungen durchgeführt werden, ca. 25 % der Fahrten entfallen (Umstieg auf ÖPNV, alternative Verkehrsmittel, Fahrgemeinschaften etc.) und der Großteil der betroffenen Fahrten (ca. 65 %) auf Fahrten mit Fahrzeugen verlagert werden, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Damit ist eine Änderung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und eine Reduzierung (leicht über 10 %) der Fahrten des PKW-Verkehrs verbunden.

**Abb. 4.6** zeigt die Änderungen für die PM10-Emissionen; danach sind Reduktionen bis 30 % zu erwarten. Für NO<sub>x</sub>-Emissionen sind die relativen Änderungen in **Abb. 4.7** dargestellt; danach sind Reduktionen bis 50 % zu erwarten.

An den Straßenabschnitten der Messstationen (**Abb. 4.3**) fallen die Reduktionen der NO<sub>x</sub>-Emissionen etwas höher aus als die Minderungen der PM10-Emissionen; dort sind PM10-Minderungen zwischen 19 % und 26 % und NO<sub>x</sub>-Minderungen zwischen 32 % und 39 % abgeschätzt. Aus diesen PM10-Minderungen durch die **Maßnahme III** lassen sich bezogen auf die Messdaten des Jahres 2004 Verringerungen der Tage über 50 µg/m<sup>3</sup> zwischen 12 % und 25 % an den Straßenmessstationen ableiten; damit könnte an einer Station (S-Mitte-Str.) eine Einhaltung des Grenzwertes erreicht werden.



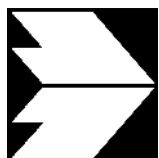
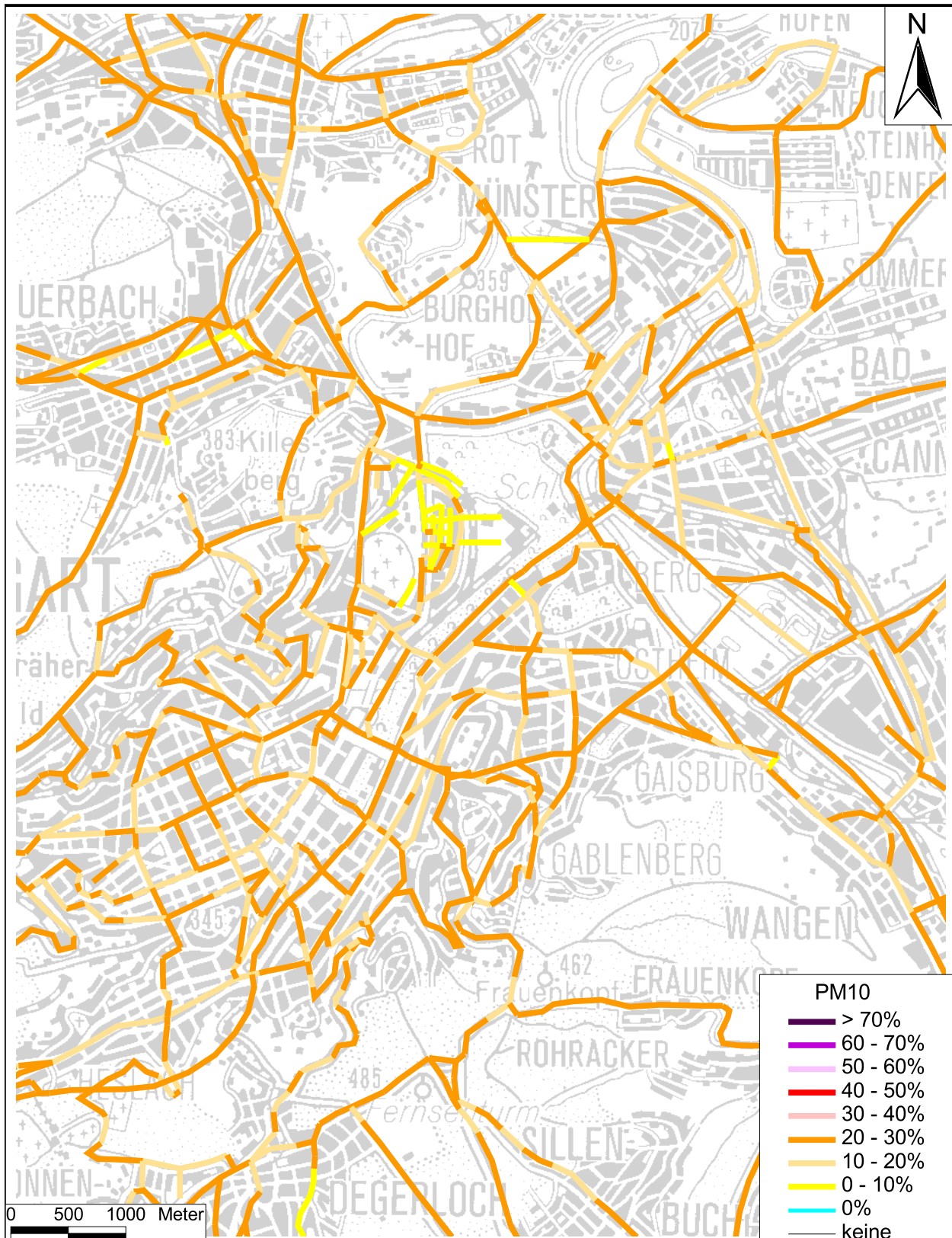


Abb. 4.6: Minderung der PM10-Emissionen durch Plakette 4 der Kennzeichnungsverordnung und Ausschluß der Fahrten mit Ottomotoren schlechter EURO 4 im Jahr 2007, Maßnahme III

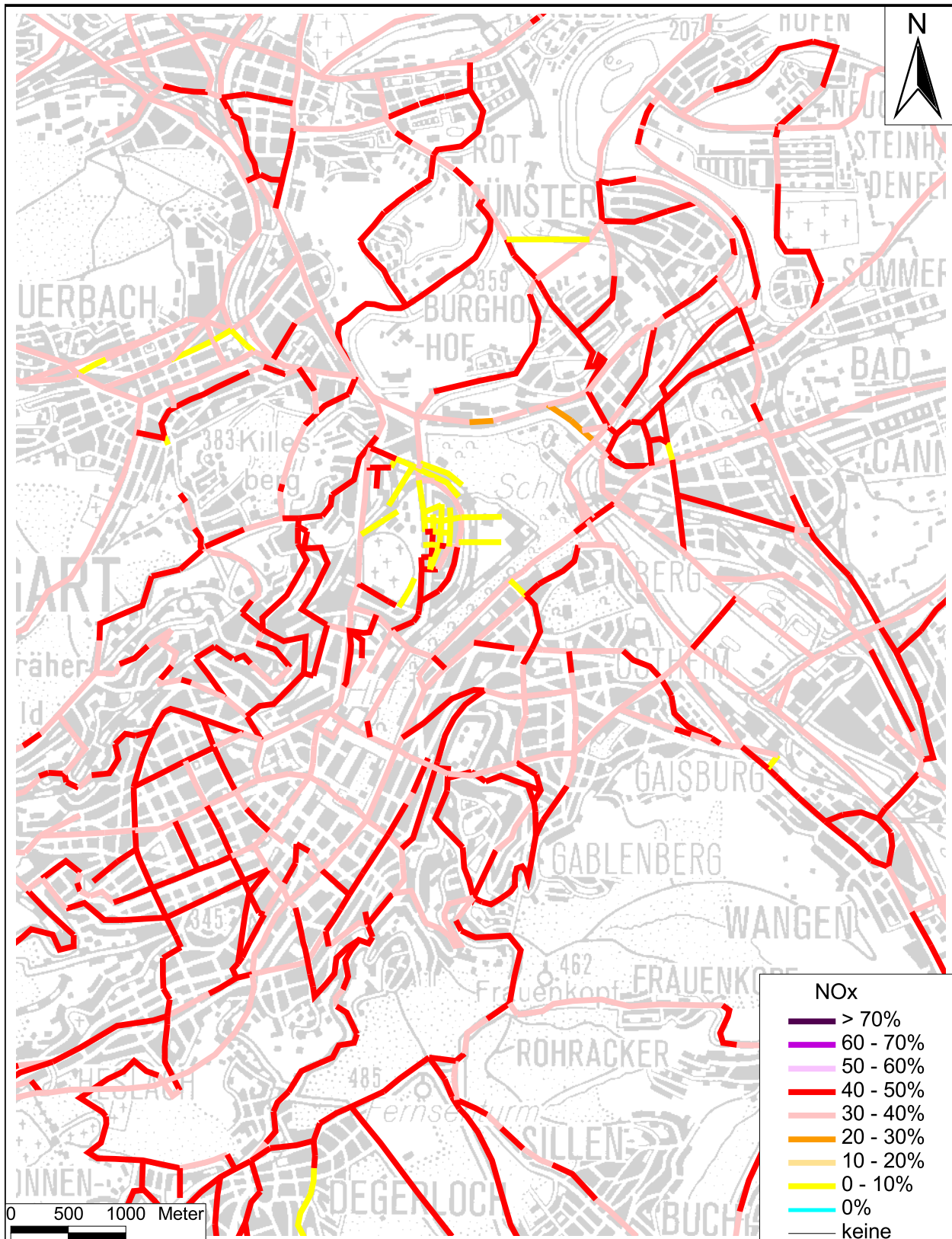


Abb. 4.7: Minderung der NOx-Emissionen durch Plakette 4 der Kennzeichnungsverordnung und Ausschluß der Fahrten mit Ottomotoren schlechter EURO 4 im Jahr 2007, Maßnahme III

#### 4.4 Maßnahme IV, immissionsabhängiges Fahrverbot für alle Kfz

Die Maßnahme **Maßnahme IV**, immissionsabhängiges Fahrverbot für alle Kfz im Talkessel von Stuttgart basierend auf PM10-Tagesmittelwerten, betrifft alle Kfz, wobei hier sicher Ausnahmegenehmigungen zur Aufrechterhaltung der städtischen Funktionen und der wirtschaftlichen Belange zu berücksichtigen sind. Weiterhin sind formale Kriterien und Vorgehensweisen zu entwickeln, die das Auslösen und Auflösen der Fahrverbote bewirken.

In einem ersten Schritt wird aufgrund fehlender Erfahrungen im Stadtgebiet von Stuttgart als theoretische Annahme angesetzt, dass ca. 30 % der Kfz-Fahrten aufgrund von Ausnahmegenehmigungen trotz ausgewiesener Sperrung durchgeführt werden. Weiterhin wird angenommen, dass der gesamte Talkessel von Stuttgart in die Sperrzone fällt und auch reine Durchgangsstraßen nicht davon ausgenommen sind. Damit werden bei wirksamer Sperrung an den betroffenen Tagen die Verkehrsbelegung und die verkehrsbedingten Emissionen um 70 % verringert, d.h. es verbleiben noch ca. 30 % der Emissionen gegenüber dem Referenzzustand.

Für eine Diskussion der Auswirkungen dieser immissionsabhängigen Sperrungen auf die mögliche Einhaltung der Beurteilungswerte ist von Bedeutung, ob einerseits die Tage mit hohen Belastungen mit der Maßnahme getroffen werden und andererseits die jährlichen Belastungen gesenkt werden.

Für alle Messstationen in Stuttgart liegen uns die PM10-Tagesmittelwerte für das Jahr 2004 vor, die einer entsprechenden Auswertung unterzogen werden. Für die Auswahl der Daten einer Messstation, die zur Auslösung der Maßnahme genutzt wird, kann beispielsweise die seit mehreren Jahren betriebene Station Stuttgart-Mitte-Straße, d.h. am Arnulf-Klett-Platz, oder die SPOT-Messstelle Am Neckartor stellvertretend für die höchste Belastung herangezogen werden. An den Daten dieser beiden Stationen wird die mögliche Wirksamkeit der Maßnahme betrachtet.

Damit die Sperrung ausgelöst werden kann, muss an einer Station eine festgelegte Konzentrationsschwelle überschritten werden. Für PM10 ist das ein Tagesmittelwert. Die Feststellung der Schwellenüberschreitung kann am Folgetag erkannt werden. An diesem Tag können die entsprechenden Behörden und Institutionen informiert werden, die Sperrung vorzubereiten. Hier wird angenommen, dass dafür ein weiterer Tag benötigt wird, um am dann folgenden Tag die Sperrung umzusetzen. Die Auflösung der Sperrung wird initiiert,

wenn eine Unterschreitung des Schwellenwertes registriert wird. Das bedeutet am Folgetag der Unterschreitung wird die Auflösung für den nächsten Tag bekannt gegeben.

Bei dieser skizzierten Vorgehensweise wird davon ausgegangen, dass aus organisatorischer und technischer Sicht eine relativ kurze Reaktionszeit zur Durchführung der immissionsabhängigen Sperrung beschrieben ist. Damit ist festzustellen, dass am Beginn der Phase mit hohen PM10-Belastungen an drei Tagen die Maßnahme noch nicht greift und nach der Phase mit hohen PM10-Belastungen noch für zwei Tage anhält, obwohl der Schwellenwert unterschritten wird. Eventuell könnte die Einleitung der Maßnahme durch die Integration in das Verkehrsbeeinflussungsmodell von Stuttgart, das kürzlich offiziell in Betrieb genommen wurde, um einen Tag verringert werden. Weiterhin werden derzeit Verfahren der Prognose der PM10-Belastungen entwickelt und getestet, die eventuell eine Verkürzung der Einleitungszeit und Auflösungszeit um jeweils ca. 1 Tag bewirken können.

Wird die beschriebene Vorgehensweise der Auslösung der Maßnahme auf die Messwerte des Jahres 2004 und die SPOT-Messstelle Am Neckartor mit einem Schwellenwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als PM10-Tagesmittelwert angewendet, lassen sich daraus 114 Tage mit Sperrungen ableiten. Das sind ca. 31 % der Tage des Jahres; die Messdaten beschreiben für 2004 an 160 Tagen Überschreitungen des Grenzwertes, das sind ca. 44 % der Tage des Jahres. Mit dieser Vorgehensweise würden an allen Messstationen außer der Station Am Neckartor Einhaltungen des Grenzwertes für PM10 erreichbar sein. Die mittlere, jahresbezogene Reduktion der verkehrsbedingten PM10- und  $\text{NO}_x$ -Beiträge beträgt gegenüber dem Referenzzustand ca. 22 %. Diese Minderung ist in **Abb. 4.3** als Maßnahme IVmax bezeichnet und dunkelblau dargestellt.

Wird die beschriebene Vorgehensweise der Auslösung der Maßnahme auf die Messwerte des Jahres 2004 und die Station Stuttgart-Mitte-Straße mit einem Schwellenwert von  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als PM10-Tagesmittelwert angewendet, lassen sich daraus 33 Tage mit Sperrungen ableiten. Das sind ca. 9 % der Tage des Jahres; die Messdaten beschreiben für 2004 an 42 Tagen Überschreitungen des Grenzwertes, das sind ca. 12 % der Tage des Jahres. Mit dieser Vorgehensweise würde an der Messstation Stuttgart-Mitte-Straße der Grenzwert einhaltbar sein, an allen SPOT-Messstellen die Anzahl der Überschreitungstage senken, aber nicht zur Einhaltungen des Grenzwertes für PM10 führen. Die mittlere, jahresbezogene Reduktion der verkehrsbedingten PM10- und  $\text{NO}_x$ -Beiträge beträgt gegenüber dem Referenzzustand bei dieser Vorgehensweise ca. 6 %. Diese Minderung ist in **Abb. 4.3** als Maßnahme IVmin bezeichnet und hellblau dargestellt.

Als Maßnahme für den Aktionsplan ist die genannte Maßnahme dann wirkungsvoll, wenn möglichst viele der Tage mit hohen PM10-Belastungen getroffen werden. Weiterhin steigt die Akzeptanz, wenn möglichst wenige Tage unterhalb der Schwelle von der Sperrung betroffen sind, um die städtischen und wirtschaftlichen Funktionen nicht übermäßig einzuschränken. Dies ist durch eine geeignete Wahl der Auslöse- und Auflöse Kriterien und deren technische und praktische Umsetzung zu beachten. Die oben aufgeführte Skizzierung der Wirkung der Maßnahme ist als Orientierung und vorläufige Abschätzung aufzufassen.

Für Österreich wurde in Klagenfurt angedacht, immissionsabhängige Sperrungen nach 7 Überschreitungen eines Schwellenwertes anzusetzen. In der Lombardei wurden ebenfalls nach 7 Überschreitungen eines Schwellenwertes immissionsabhängige Sperrungen betrachtet (LfU, 2003). Diese Vorgehensweise führt gegenüber der oben genannten zu einer geringeren Anzahl von Tagen mit Sperrungen.

#### **4.5 Maßnahme V, immissionsabhängiges Fahrverbot für Fahrzeuggruppen**

Die Maßnahme **Maßnahme V**, immissionsabhängiges Fahrverbot für ausgewählte Fahrzeuggruppen im Talkessel von Stuttgart basierend auf PM10-Tagesmittelwerten, betrifft ausgewählte Fahrzeuggruppen, wie z.B. alle Fahrzeuge über einem festzulegenden zulässigen Gesamtgewicht oder alle nicht zum Wirtschaftsverkehr zuzurechnenden PKW, wobei hier sicher Ausnahmegenehmigungen zur Aufrechterhaltung der städtischen Funktionen und der wirtschaftlichen Belange zu berücksichtigen sind.

Im Folgenden werden die emissionsseitigen Auswirkungen für zwei Varianten betrachtet.

Wenn die Sperrungen für alle Fahrzeuge gelten, die dem LKW-Verkehr zuzurechnen sind, bleiben die PKW-Fahrten und der Individualverkehr von der Maßnahme ausgenommen. Dafür wird ebenfalls wie oben beschrieben angesetzt, dass ca. 30 % der LKW-Fahrten dennoch mit Ausnahmegenehmigungen erfolgen würden. Weiterhin wird angenommen, dass die entfallenden LKW-Fahrten teilweise durch Fahrten mit Lieferwagen ersetzt werden. Mit diesen Ansätzen werden für innerstädtische Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart Verringerungen der Emissionen gegenüber Tagen ohne Sperrung für PM10 bis 20 %, vereinzelt bis 30 % und für NO<sub>x</sub> bis 40 % abgeleitet. An den Durchfahrtsstraßen mit hohen LKW-Anteilen reichen die Minderungen für PM10 bis 30 % und für NO<sub>x</sub> bis 50 %.

Wenn die Sperrungen für alle Fahrzeuge gelten, die nicht dem LKW-Verkehr zuzurechnen sind, bleiben die LKW-Fahrten von der Maßnahme ausgenommen. Dafür wird angesetzt,

dass ca. 30 % der PKW-Fahrten und ca. 75 % des Lieferwagenverkehrs dennoch mit Ausnahmegenehmigungen erfolgen würden. Mit diesen Ansätzen werden für innerstädtische Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart Verringerungen der Emissionen gegenüber Tagen ohne Sperrung für PM10 und NO<sub>x</sub> bis 60 % abgeleitet.

Insgesamt ist festzuhalten, dass mit einem immissionsabhängigen Fahrverbot für ausgewählte Fahrzeuggruppen gegenüber dem immissionsabhängigen Fahrverbot für alle Kfz die Emissionen an den Tagen mit Sperrungen weniger intensiv verringert werden. Dementsprechend bleiben die jahresbezogenen Auswirkungen hinter denen der Maßnahme IV zurück.

#### **4.6 Maßnahme VI, Reduzierung von Fahrbahnen**

Die Maßnahme **Maßnahme VI**, Reduzierung mehrspuriger Fahrtrichtungsfahrbahnen um jeweils eine Fahrbahn, wurde benannt ohne weitere Informationsangaben.

Mit einer Reduktion der Anzahl der Fahrtrichtungsfahrbahnen wird eine Straße für den Kfz-Verkehr in ihrer Attraktivität und Leistungsfähigkeit verringert, sodass der Verkehrsfluss bei vergleichbarer Verkehrsbelegung behindert wird. Solch eine Maßnahme kann wirkungsvoll sein, wenn alternative Fahrwege in räumlich engem Bezug bestehen, die einen bedeutenden Teil der Verkehrsmenge aufnehmen können. Für die in **Abb. 3.1** und **Abb. 3.2** aufgezeigten Straßenabschnitte kann das nicht angenommen werden. Alle innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen zeigen sehr hohe Auslastungen, sodass alternative Fahrwege überwiegend nicht zur Verfügung stehen. Damit würde eine Verringerung der Fahrspuren zu erhöhtem Stauaufkommen und zur Verlängerung der Zeiten mit sehr stockendem Verkehrsfluss führen, ohne das tägliche Verkehrsaufkommen wesentlich zu verringern. Diese Annahmen werden durch die Auswirkungen von zeitlich befristeten (mehrtägigen) Baustellen bestätigt.

Hinsichtlich der Luftschadstoffbelastungen wird für den Bereich des Talkessels von Stuttgart mit der Maßnahme VI keine nennenswerte Reduktion der Immissionen entlang den von der Maßnahme betroffenen Straßenabschnitten erwartet; kontraproduktive Auswirkungen sind eher zu erwarten.

#### **4.7 Maßnahme VII, Geschwindigkeitsbeschränkungen**

Die Maßnahme **Maßnahme VII**, Auswirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Hauptverkehrsstraßennetz im Talkessel von Stuttgart, wird mit der Erwartung möglicher Minderungen der Immissionen angeführt.

Für verkehrsbedingte Emissionsberechnungen stehen als Datengrundlage die Informationen des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA, UBA, 2004) zur Verfügung. Für innerörtliche Bereich sind darin Verkehrssituationen beschrieben, die sich hinsichtlich der mittleren Fahrgeschwindigkeit und dem Anteil der stockenden Fahrweisen unterscheiden. Die Emissionsfaktoren für Partikel und NO<sub>x</sub> sind in **Abb. 4.8** über der mittleren Fahrgeschwindigkeit aufgetragen. Im HBEFA sind bislang Emissionsfaktoren oder Reduktionsfaktoren für Tempo 30 angegeben. Es gibt eine Reihe von Einflussfaktoren (Abstand der Knotenpunkte, Anbaustruktur, Ausbaugrad, Verkehrsbelegung etc.), deren Einfluss sich im Einzelfall stark voneinander unterscheidet, von denen aber das Emissionsminderungspotential in Tempo 30-Zonen stark abhängt. Die Emissionsminderung bei Tempo 30 wird hier exemplarisch entsprechend der Untersuchungen des LfU Bayern (2003) angesetzt und ist in **Abb. 4.8** für 30 km/h eingetragen. Insgesamt zeigen sich mit geringerer mittlerer Fahrgeschwindigkeit im innerstädtischen Verkehr aufgrund der höheren Störanteile höhere Emissionen. Für Tempo 30-Bereiche ohne wesentliche Störungen (nicht vorfahrtsberechtigten Kreuzungen, Lichtsignalanlagen etc.) können etwas geringere Emissionen abgeleitet werden.

Auf den innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen im Talkessel von Stuttgart sind in den Tagstunden überwiegend keine ungestörten Fahrweisen möglich, da überwiegend ein hohes Verkehrsaufkommen vorherrscht. Die erlaubten Höchstgeschwindigkeiten können auf den meisten Straßenabschnitten nur kurzzeitig und nur vereinzelt erreicht werden. Untersuchungen durch im Verkehr mitfahrende Fahrzeuge in städtischen Straßennetzen ergeben überwiegend mittlere Fahrgeschwindigkeiten von ca. 30 km/h bezogen auf die untersuchten Fahrstrecken, obwohl die erlaubte Höchstgeschwindigkeit mit 50 km/h gegeben ist. Nur außerhalb der Hauptverkehrszeiten sind geringere Reisezeiten und höhere Fahrgeschwindigkeiten gegeben. Mit der Senkung der erlaubten Höchstgeschwindigkeiten werden damit überwiegend Fahrten außerhalb der Hauptverkehrszeiten erfasst.

Trotz verringerter erlaubter Höchstgeschwindigkeit bleiben die Kreuzungsbereiche und Einmündungsbereiche der Straßen unverändert, sodass bei hohen Verkehrsbelegungen weiterhin Warte- und Haltebereiche vor den Kreuzungen und Ampelanlagen bestehen bleiben. Damit ist durch die Maßnahme auch keine wesentliche Homogenisierung der Fahrweisen verbunden, da an den Kreuzungsbereichen und Ampelanlagen weiterhin Anfahrvorgänge, Standzeiten und Stop-and-Go-Verkehr zu erwarten sind und die Rückstaubereiche mit denen des derzeitigen Zustandes vergleichbar sind. Eine detaillierte rechnerische Ableitung der Auswirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf dem Hauptverkehrsstraßennetz im Talkessel ist mit der bestehenden Datenbasis nicht gegeben.

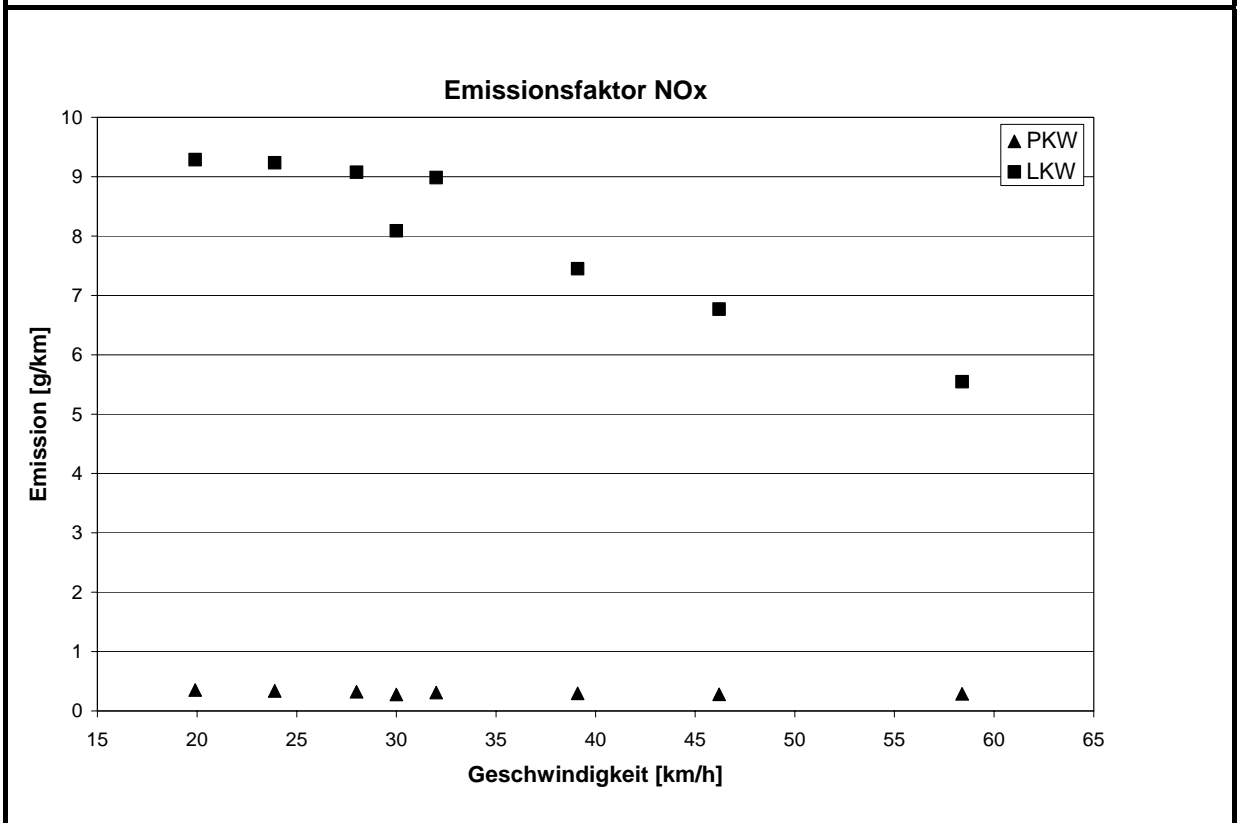
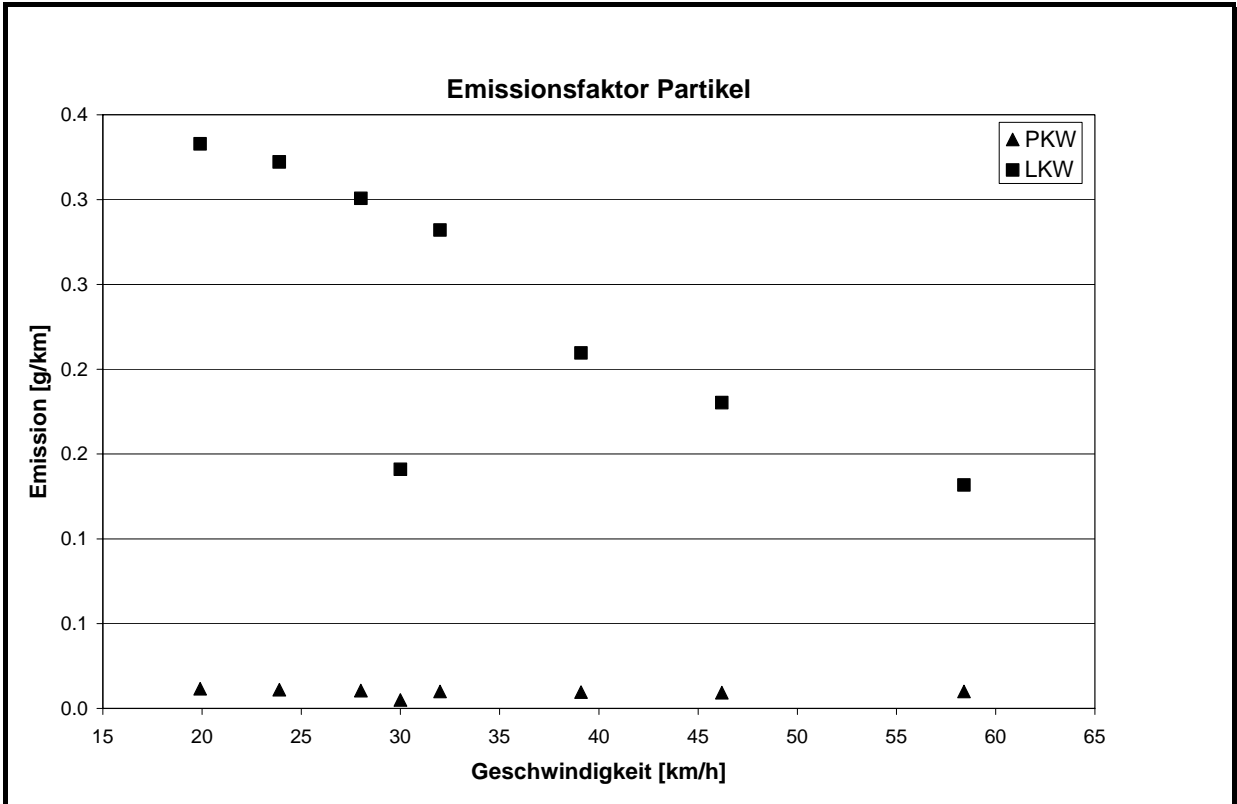


Abb. 4.8: Motorbedingte Emissionsfaktoren für die Kfz-Flotte im Jahr 2007 in Abhängigkeit von der mittleren Fahrgeschwindigkeit  
oben: Partikel  
unten: NO<sub>x</sub>



Entsprechend den beschriebenen Kenntnissen sind die Auswirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen im Bereich des Talkessels von Stuttgart im Hinblick auf mögliche Verringerungen der Schadstofffreisetzungen als gering, teilweise auch als kontraproduktiv einzustufen.

#### **4.8 Maßnahme VIII, bauliche Änderungen**

Die Maßnahme **Maßnahme VIII**, bauliche Änderungen an den hochbelasteten Straßenabschnitten zur Verringerung der Anzahl der Betroffenen, kann unterschiedliche Ausgestaltungen haben.

Entsprechend der 22. BImSchV beziehen sich die Grenzwerte auf die Bereiche, in denen die höchsten Konzentrationen auftreten, denen die Bevölkerung wahrscheinlich direkt oder indirekt über einen Zeitraum ausgesetzt sein wird, der der Mittelungszeit des betreffenden Immissionsgrenzwertes Rechnung trägt. Im städtischen Bereich im Talkessel von Stuttgart betrifft das überwiegend die Straßenrandbebauung mit Wohnnutzungen oder gewerblichen Nutzungen (z.B. Büroräume, Hotel, Gewerbebetriebe).

In einigen Bereichen können geplante Tunnelstrecken zu Entlastungen der Immissionen führen, wenn die Tunnelabluft in nicht empfindlichen Bereichen hinsichtlich der 22. BImSchV freigesetzt wird. Dies wird z.B. mit den Planungen des Rosensteintunnels verfolgt, der Teile der Pragstraße entlasten wird.

Da nicht alle Hauptverkehrsstraßen baulich so verändert werden können, dass an der Randbebauung keine Konflikte mit Beurteilungswerten bestehen, können eventuell technische Möglichkeiten ergriffen werden. Das beinhaltet beispielsweise Zwangsbelüftungen der Räume, die eine Luftansaugung an straßenabgewandten Gebäudeseiten bzw. über dem Dach aufweisen. Damit kann eine Belüftung der Räume erzielt werden, die nicht die hohen Schadstoffkonzentrationen des Straßenrandes in die Räume transportiert. Solche Möglichkeiten bleiben überwiegend auf gewerbliche Nutzungen beschränkt, da Wohnnutzungen überwiegend durch das Öffnen der Fenster belüftet werden.

## 5 LITERATUR

22. BImSchV (2002): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte). In: BGBl. I, Nr. 66 vom 17.09.2002, S. 3626.

Klagenfurt (2006): Beschreibung der Auswirkungen auf die PM10-Belastungen von Verkehrsmaßnahmen in Klagenfurt (im Internet [http://www.feinstaubfrei.at/down/Auswirkungen\\_von\\_Verkehrsmassnahmen\\_060209.pdf](http://www.feinstaubfrei.at/down/Auswirkungen_von_Verkehrsmassnahmen_060209.pdf)).

LfU (2003): Fahrverbote in der Lombardei – ein Szenario auch für Baden-Württemberg? Analyse der Feinstaub-Belastungssituation im Winter 2002. Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe ([www.lfu.baden-wuerttemberg.de](http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de) - [http://www.umwelt-bw.de/lfu/abt3/luft/entwicklung\\_der\\_luftqualitaet/berichte/lombardei.pdf](http://www.umwelt-bw.de/lfu/abt3/luft/entwicklung_der_luftqualitaet/berichte/lombardei.pdf))

LfU Bayern (2003): Erkenntnisse des Projektes WIME – Wirksamkeit von verkehrsbezogenen Maßnahmen auf die Emissionen von Partikeln, Benzol und Stickstoffdioxid, Luftreinhaltepläne in Bayern (Vollzug §47 BImSchG). Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Juli 2003.

Lohmeyer (2003): Luftschadstoffbelastungen an Stuttgarter Hauptverkehrsstraßen für die Jahre 2005 und 2010. Ingenieurbüro Dr.-Ing. Achim Lohmeyer, Karlsruhe, Projekt 5261, September 2003. Gutachten im Auftrag der Landeshauptstadt Stuttgart.

Lohmeyer (2004): Maßnahmebetrachtungen zu PM10 im Zusammenhang mit Luftreinhalteplänen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Projekt 60277, Dezember 2004. Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart.

Lohmeyer (2005): Ergänzung zum Bericht Maßnahmebetrachtungen zu PM10 im Zusammenhang mit Luftreinhalteplänen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Projekt 60277E, Januar 2005. Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart.

Lohmeyer (2005): Berechnung der immissionsseitigen Auswirkungen von verkehrlichen Maßnahmen des Luftreinhalte-/Aktionsplans Stuttgart. Ingenieurbüro Dr.-Ing. Achim Lohmeyer, Karlsruhe, Projekt 60448, November 2005. Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart.

Lohmeyer (2006): Aktualisierung der Berechnungen der Luftschadstoffbelastungen im Zusammenhang mit Stuttgart 21 und neuen Verkehrsdaten. Ingenieurbüro Dr.-Ing. A-

chim Lohmeyer, Karlsruhe, Projekt 60385, Entwurf Februar 2006. Gutachten im Auftrag der Landeshauptstadt Stuttgart.

LRP Stuttgart (2005): Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart. Teilplan Landeshauptstadt Stuttgart. Maßnahmenplan zur Minderung der PM10- und NO<sub>2</sub>-Belastungen. Regierungspräsidium Stuttgart.

LUBW (2004-2006): Immissionsmessdaten, SPOT-Messdaten 2004 bis 2006 der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe (im Internet unter [www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)).

Nagel, T., Lohmeyer, A., Bächlin, W. (1996): Verkehrsbedingte Schadstoffbelastungen im Zusammenhang mit der Planung "Stuttgart 21"; in: Untersuchungen zur Umwelt "Stuttgart 21", Heft 2, Hrsg.: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz.

Nagel, T., Lohmeyer, A., Bächlin, W. (1998): Prognosen der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastung im Zusammenhang mit der Planung "Stuttgart 21", in: Untersuchungen zur Umwelt "Stuttgart 21", Heft 9, Hrsg.: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz.

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/>.