

**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D-76229 Karlsruhe

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

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG

GUTACHTEN ZUR WIRKUNGS- ABSCHÄTZUNG EINER UMWELTZONE IN MAINZ

Auftraggeber: Stadtverwaltung Mainz
Umweltamt
Postfach 3820
55028 Mainz

Dipl.-Met. K. Lehner

Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. W. Bächlin

Dezember 2010
Projekt 61774-10-01
Berichtsumfang 48 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	3
1 ZUSAMMENFASSUNG	4
2 AUFGABENSTELLUNG	7
3 EINGANGSDATEN UND EMISSIONSFAKTOREN.....	8
3.1 Lagedaten.....	8
3.2 Verkehr	8
3.3 Fahrzeugflotte.....	12
3.4 Emissionsfaktoren	15
3.4.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	15
3.4.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	16
3.4.3 Emissionsfaktoren mit möglichen technischen Minderungen	17
3.5 Meteorologische Daten.....	18
4 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN	22
4.1 Auswirkungen auf Emissionen der Straßenabschnitte.....	22
4.2 Auswirkungen auf Immissionen an den Hauptverkehrsstraßen.....	25
5 LITERATUR	31
A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	34
A2 IMMISSIONSDARSTELLUNGEN FÜR DAS HAUPTVERKEHRSSTRASSEN- NETZ MAINZ.....	42

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

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

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z.B. Neununddreißigste 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 Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung weiterer Kurzzeitwerte in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der 98-Perzentil- bzw. Jahresmittelwerte. Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

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

Feinstaub / PM10 / PM2.5

Mit Feinstaub bzw. PM10 / PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50% aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

Emissionsgrenzwerte für Partikel und NO_x mit Geltungsjahr

		Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
PKW	Jahr	1993	1996/97	2000	2005	2009	2014
	Partikel [g/km]	0.14	0.08	0.05	0.025	0,005	0,005
	Jahr	1992	1996	2000	2005	2009	2014
	NO _x Diesel [g/km]	-	-	0.50	0.25	0,18	0,08
	NO _x Benzin [g/km]	-	-	0.15	0.08	0,06	0,06
LKW	Jahr	1992/93	1995/96	2000/01	2005	2008	2012
	Partikel [g/kWh]	0.4	0.15	0.10	0.02	0.02	0.01
	Jahr	1992	1998	2000	2005	2008	2012
	NO _x [g/kWh]	9.0	7.0	5.0	3.5	2.0	0.4

Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

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

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert ab 2015	25	
PM2.5	Richtgrenzwert ab 2020	20	

Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010)

1 ZUSAMMENFASSUNG

Für die Stadt Mainz werden derzeit im Rahmen des Luftreinhalte- und Aktionsplans weitergehende Maßnahmen erarbeitet. Für folgende Maßnahmen wurden Berechnungen der zu erwartenden Minderungen der Immissionen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführt:

Referenzfall 2012 Verkehrssituation im Jahr 2012 ohne Umweltzone.

- M1** **Umweltzone Stufe 3 (kleine Lösung):** Ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Mainz (Innenstadtbereich) für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1,2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2012, d.h. Kraftfahrzeuge mit grüner Plakette frei.
- M2** **Umweltzone Stufe 3 (große Lösung):** Ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Mainz (Gesamtes Stadtgebiet bis zum Autobahnring) für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1,2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2012, d.h. Kraftfahrzeuge mit grüner Plakette frei.

Als Referenzzustand wird in Mainz die derzeitige Regelung ohne Umweltzone angesetzt.

Für die Erarbeitung des Luftreinhalte- und Aktionsplans für Mainz wurden durch den Auftraggeber Verkehrsbelegungsdaten vorgelegt.

Aus den verfügbaren Verkehrsdaten des Mainzer Straßennetzes werden unter Berücksichtigung der aktuellen Emissionsdatenbank des UBA (Auspuffemissionen), d.h. HBEFA – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, Stand 2010, auf der Grundlage der für Mainz ermittelten Fahrzeugflotte und mit den aktuellen Erkenntnissen bezüglich nicht motorbedingter PM10-Beiträge die Änderungen der Emissionen und darauf basierend der Immissionen gegenüber dem Referenzfall aufgezeigt. Betrachtet werden die Schadstoffe NO₂ und PM10. Die Ergebnisse der Emissionen und Immissionen werden insbesondere für den Standort der verkehrsbezogenen Luftmessstationen in Mainz dargestellt.

Für die Prognose der Auswirkungen der Maßnahmen werden im ersten Schritt die Änderungen der Emissionen, d.h. der Schadstofffreisetzungen in den Straßenabschnitten, und im zweiten Schritt die Änderungen der Immissionen berechnet.

Für NO_x-Freisetzungen sind auf den Straßenabschnitten an den Luftmessstationen in Mainz gegenüber dem Referenzzustand 2012 mit den Maßnahmen M1 und M2 im Jahr 2012 ca. 88-90% der NO_x-Emissionen zu erwarten. An allen Straßenabschnitten innerhalb der jeweiligen Umweltzone werden entsprechende Verringerungen der NO_x-Emissionen prognostiziert, außerhalb der Umweltzone ist keine wesentliche Änderung zu erwarten.

Die PM10-Emissionen weisen auf den Straßenabschnitten an den Luftmessstationen gegenüber dem Referenzzustand 2012 mit den Maßnahmen M1 und M2 ca. 82-84% auf. Innerhalb der jeweiligen Umweltzone werden an allen Straßenabschnitten ähnliche Verringerungen der PM10-Emissionen berechnet, außerhalb der Umweltzone sind keine wesentlichen Änderungen zu erwarten.

Bei den PM10-Emissionen ist zu beachten, dass der nicht motorbedingte Anteil durch die betrachteten Maßnahmen nur dann verringert wird, wenn auch die Verkehrsbelastung verringert wird; die Auswirkungen der Maßnahmen hinsichtlich der Verringerung der motorbedingten PM10-Emissionen werden durch die gleich bleibenden Anteile der nicht motorbedingten Beiträge deutlich abgeschwächt, da auch PKW und leichte Nutzfahrzeuge ohne Dieselmotor zu den Aufwirbelungen beitragen.

Die relativen Auswirkungen auf die Immissionen sind gegenüber den Emissionen geringer, da auch nicht verkehrsbedingte Beiträge in den Luftschadstoffbelastungen enthalten sind.

Die NO₂-Jahresmittelwerte weisen an den Luftmessstationen gegenüber dem Referenzzustand 2012 mit den Maßnahmen M1 und M2 in der Parcusstraße ca. 94% und an der Rheinallee und der Großen Langgasse ca. 97% auf.

Die PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) weisen an den Straßenabschnitten an den Luftmessstationen gegenüber dem Referenzzustand 2012 mit den Maßnahmen M1 und M2 im Jahr 2012 ca. 95-97% auf. Für Feinstaub werden auch die Auswirkungen auf die Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ bezogen auf die Messdaten betrachtet. Im Referenzfall im Jahr 2012 ist in der Parcusstraße mit ca. 29 Überschreitungstagen zu rechnen, mit den Maßnahmen M1 und M2 ist mit etwa 1-4 Überschreitungstagen weniger zu rechnen.

Ergänzend wurden die PM2.5-Immissionen (Jahresmittelwerte) betrachtet; sowohl im Referenzzustand als auch in den Maßnahmenfällen sind keine Konflikte mit den Beurteilungswerten zu erwarten.

ten zu erwarten. Alle betrachteten Maßnahmen führen zu einer leichten Verringerung der PM2.5 Immissionen.

Insgesamt ist aus den Ergebnissen der Berechnungen zu schließen, dass mit den durch die Einführung einer Umweltzone vorgezogenen Erneuerungen der Kfz-Fahrzeugflotte Verringerungen der motorbedingten Schadstofffreisetzungen innerhalb der Umweltzone verbunden sind, die auch zu Verringerungen der NO₂- und Feinstaub-Belastungen führen. Bei einer größeren Ausdehnung der Umweltzone ist somit auch für einen größeren Bereich die Minderung der Schadstofffreisetzung zu erwarten. Da an den Hauptverkehrsstraßen der verkehrsbedingte Anteil an den Immissionen hoch ist, werden die Gesamtbelastungen durch Verringerungen der Zusatzbelastungen des Kfz-Verkehrs auch reduziert, wobei diese nicht an allen Straßenabschnitten zu einer Einhaltung der Grenzwerte führen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Für das Stadtgebiet von Mainz besteht ein Luftreinhalte- und Aktionsplan. Darin werden als Maßnahmen unter anderem die Einrichtung einer Umweltzone mit unterschiedlichen Ausdehnungen genannt. Im Rahmen von Immissionsmodellierungen sollen die Auswirkungen dieser beiden abgegrenzten Umweltzonen für Mainz hinsichtlich der immissionsmindernden Wirkungen aufgezeigt werden.

Folgende Maßnahmen werden betrachtet:

Referenzfall 2012 Verkehrssituation im Jahr 2012 ohne Umweltzone.

- M1** **Umweltzone Stufe 3 (kleine Lösung):** Ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Mainz (Innenstadtbereich) für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1,2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2012, d.h. Kraftfahrzeuge mit grüner Plakette frei.
- M2** **Umweltzone Stufe 3 (große Lösung):** Ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Mainz (Gesamtes Stadtgebiet bis zum Autobahnring) für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1,2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2012, d.h. Kraftfahrzeuge mit grüner Plakette frei.

Als Referenzzustand wird in Mainz die derzeitige Regelung ohne Umweltzone angesetzt.

Für den Standort der verkehrsbezogenen Messstationen in Mainz sowie für das Hauptverkehrsstraßennetz werden die Auswirkungen der oben genannten Maßnahmen auf die Immissionen berechnet. Aus den verfügbaren Verkehrsdaten des Straßennetzes werden unter Berücksichtigung der aktuellen Emissionsdatenbank des Umweltbundesamtes (UBA), d.h. HBEFA – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, Stand 2010, auf der Grundlage der für Mainz ermittelten dynamischen Fahrzeugflotte und mit den aktuellen Erkenntnissen bezüglich nicht motorbedingter PM10-Beiträge die Änderungen der Emissionen und darauf basierend der Immissionen gegenüber dem Referenzfall aufgezeigt.

3 EINGANGSDATEN UND EMISSIONSFAKTOREN

Für die immissionsseitige Berechnung der Auswirkungen der Maßnahmen werden basierend auf den Verkehrsbelegungsdaten die auf den einzelnen Abschnitten freigesetzten Emissionen bestimmt und der Ausbreitungsrechnung zugeführt.

3.1 Lagedaten

Die Stadt Mainz liegt im Rhein-Main-Gebiet, dem Zusammentreffen von Main und Rhein. Der Rhein verläuft im Bogen von Süden nach Nordwesten und Westen um das Stadtgebiet. Das Stadtzentrum von Mainz erstreckt sich vom Rheintal an der südlichen und westlichen Seite des Flussufers nach Westen bis ins Rheinhessische Hügelland. An der gegenüberliegenden Seite schließt sich das Stadtgebiet von Wiesbaden und im Norden der Höhenrücken des Taunus an. Das Stadtgebiet von Mainz wird von einem Autobahnring umgeben, der im Süden an der Weisenauer Brücke mit der A 60 beginnt, in westlicher Richtung bis zum Autobahndreieck Mainz verläuft und in nördlicher Richtung über die A 643 zur Schiersteiner Brücke und zur Querung des Rheins schwenkt. Die Lage des Betrachtungsgebietes um Mainz ist in **Abb. 3.1** aufgezeigt. Dort sind die Standorte der Messstationen in Mainz mit roten Punkten gekennzeichnet.

3.2 Verkehr

Die Verkehrsbelegungsdaten im Stadtgebiet von Mainz wurden durch den Auftraggeber zu Verfügung gestellt. Das sind für das Untersuchungsgebiet Angaben der Lage der Straßen und Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) sowie der Schwerverkehranteils. Die Verkehrsbelegungsdaten sind in **Abb. 3.2** aufgezeigt.

Für die betrachteten Maßnahmen wird diese Verkehrsbelegung des gesamten Straßennetzes vorausgesetzt. D.h., für die zu betrachtenden Maßnahmen werden jeweils dieselben Verkehrsbelegungsdaten verwendet. Dabei wird in dieser Untersuchung davon ausgegangen, dass die Anzahl der Fahrten nicht verändert wird, sondern nur die Fahrzeugflotte variiert.

Für die Standorte der verkehrsbezogenen Luftmessstationen in Mainz sind die zugrunde gelegten mittleren täglichen Verkehrsbelegungen in **Abb. 3.3** aufgetragen.



— große Umweltzone
— kleine Umweltzone

0 1000 2000 Meter



Abb. 3.1: Lageplan des Untersuchungsgebietes mit Standorten der Messstellen.
Die Umweltzonen sind grün eingezeichnet

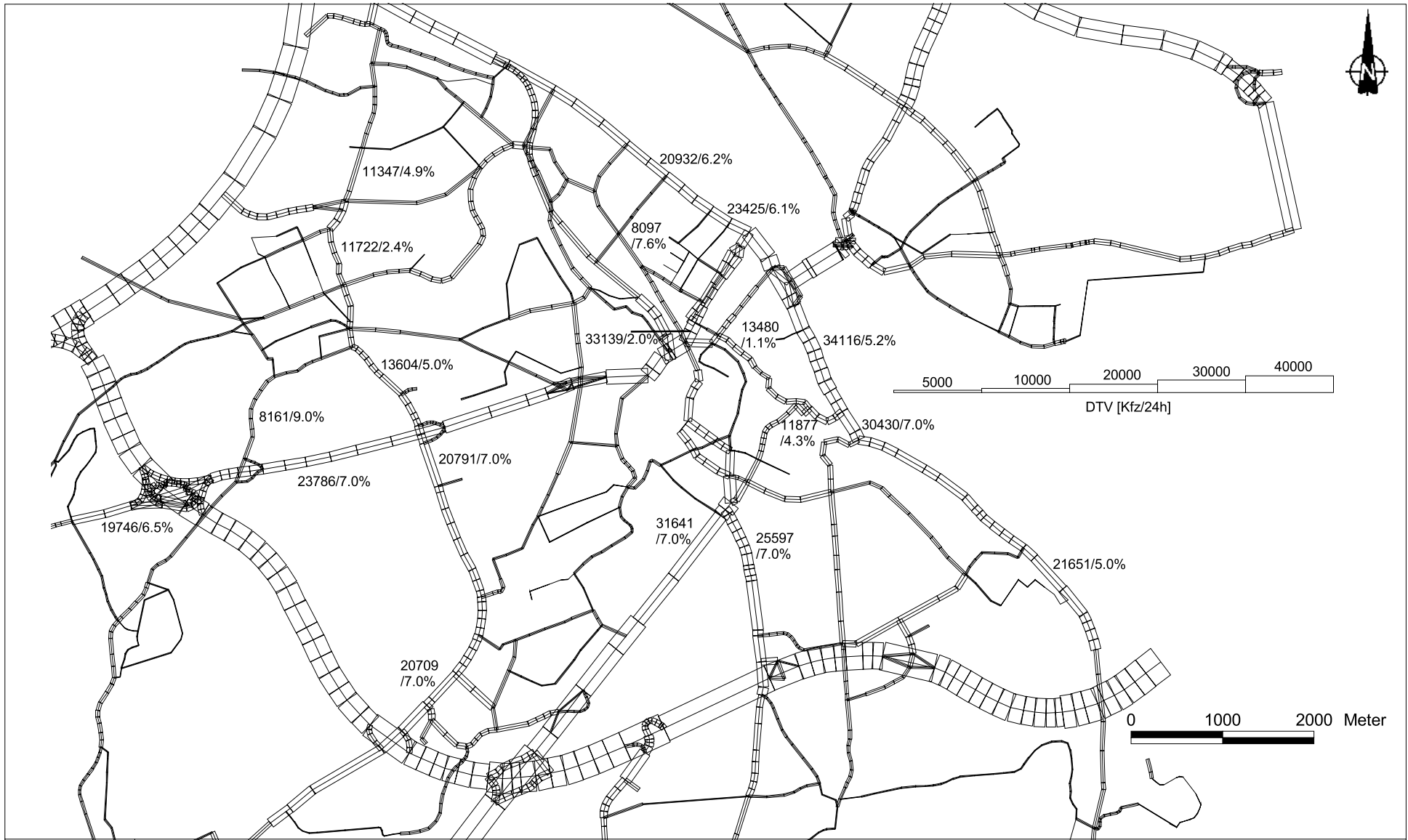


Abb. 3.2: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für das Jahr 2012

Verkehrsdaten an den Verkehrsmessstationen

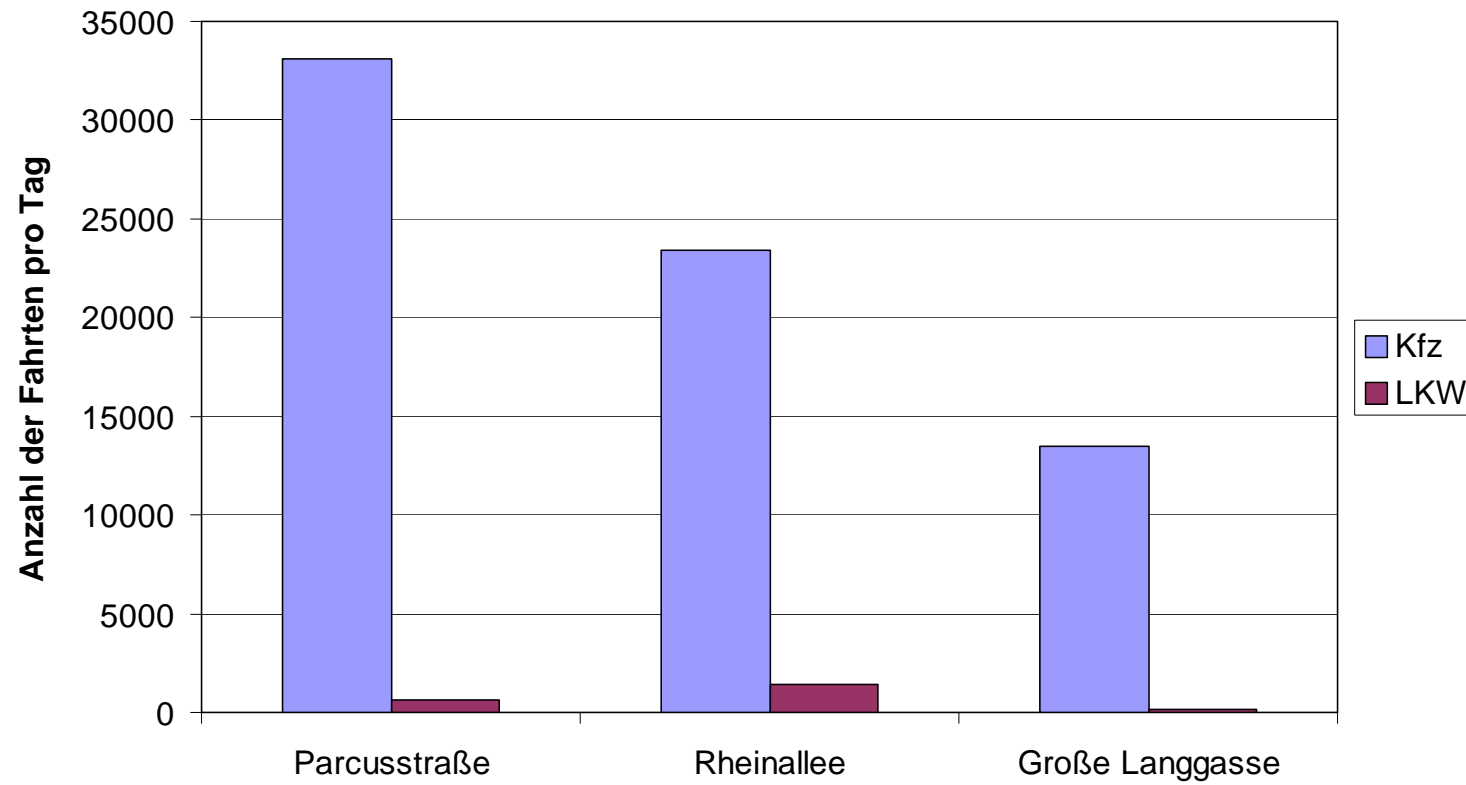


Abb. 3.3: Verkehrsbelegungsdaten an den Verkehrsmessstationen von Mainz

3.3 Fahrzeugflotte

Für die Emissionsberechnungen ist die Kenntnis der dynamischen Flotte von Interesse, d.h. die Zusammensetzung der auf den Straßen verkehrenden Fahrzeuge. Dabei ist zu beachten, dass die dynamische Fahrzeugflotte nicht direkt vergleichbar ist mit den Bestandszahlen für eine Region, die die statische Flottenzusammensetzung basierend auf den Zulassungszahlen angibt.

Für Mainz wurden auf der Grundlage der gemeldeten Kfz am 01.01.2010 für das hier zu betrachtende Jahr 2012 die statischen und die dynamischen Flottenzusammensetzungen entsprechend den Flottenentwicklungen im HBEFA 3.1 berechnet und angewendet. Für den Schwerverkehr wird angenommen, dass dieser wesentlich durch den Fernverkehr geprägt wird und daher die Flottenzusammensetzung aus dem HBEFA 3.1 angesetzt wird. Die daraus für das Jahr 2012 berechnete dynamische Flottenzusammensetzung ist in **Abb. 3.4** aufgezeigt.

Der Anteil der dieselbetriebenen PKW-Fahrten umfasst im Jahr 2012 ca. 49%; der Anteil der dieselbetriebenen leichten Nutzfahrzeugfahrten umfasst im Jahr 2012 ca. 95%; bei den Bussen und schweren Nutzfahrzeugen setzen sich die Fahrten ausschließlich aus dieselbetriebenen zusammen.

Für die Maßnahmen M1 (Umweltzone Stufe 3 kleine Lösung) und M2 (Umweltzone Stufe 3 große Lösung) werden die in der Datengrundlage beschriebenen Zusammensetzungen der Fahrzeugflotten verändert, indem die vom Fahrverbot betroffenen Fahrzeugarten aus der Fahrzeugflotte ausgeschlossen werden, unter Berücksichtigung, dass ein Anteil von 20% dieser Fahrten aufgrund von Ausnahmegenehmigungen dennoch erfolgt. In **Abb. 3.5** sind die prozentualen Anteile der innerörtlichen Fahrten aufgezeigt, die von dem Fahrverbot betroffen sind.

Von den PKW-Fahrten sind im Jahr 2012 mit der Umweltzone Stufe 3 ca. 13% der Fahrten vom Fahrverbot betroffen. Der Wirtschaftsverkehr wird überwiegend mit dieselbetriebenen Kfz durchgeführt; durch das Fahrverbot sind ca. 61% der Lieferwagenfahrten und ca. 27% der LKW-Fahrten betroffen. Für die rechnerische Umsetzung der Maßnahme wird berücksichtigt, dass im Wirtschaftsverkehr nur notwendige Fahrten durchgeführt werden und deshalb eine vollständige Verlagerung der Fahrten ohne Ausnahmegenehmigungen auf Fahrzeuge erfolgt, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Damit ist eine Änderung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte des Wirtschaftsverkehrs verbunden. Bei den PKW-Fahrten ist nur ein kleiner Anteil der Fahrten vom Fahrverbot betroffen. Hier kann angenommen werden, dass diese Fahrten zum Teil durch Fahrten mit Fahrzeugen ersetzt werden, die nicht

Dynamische Fahrzeugflotte innerorts

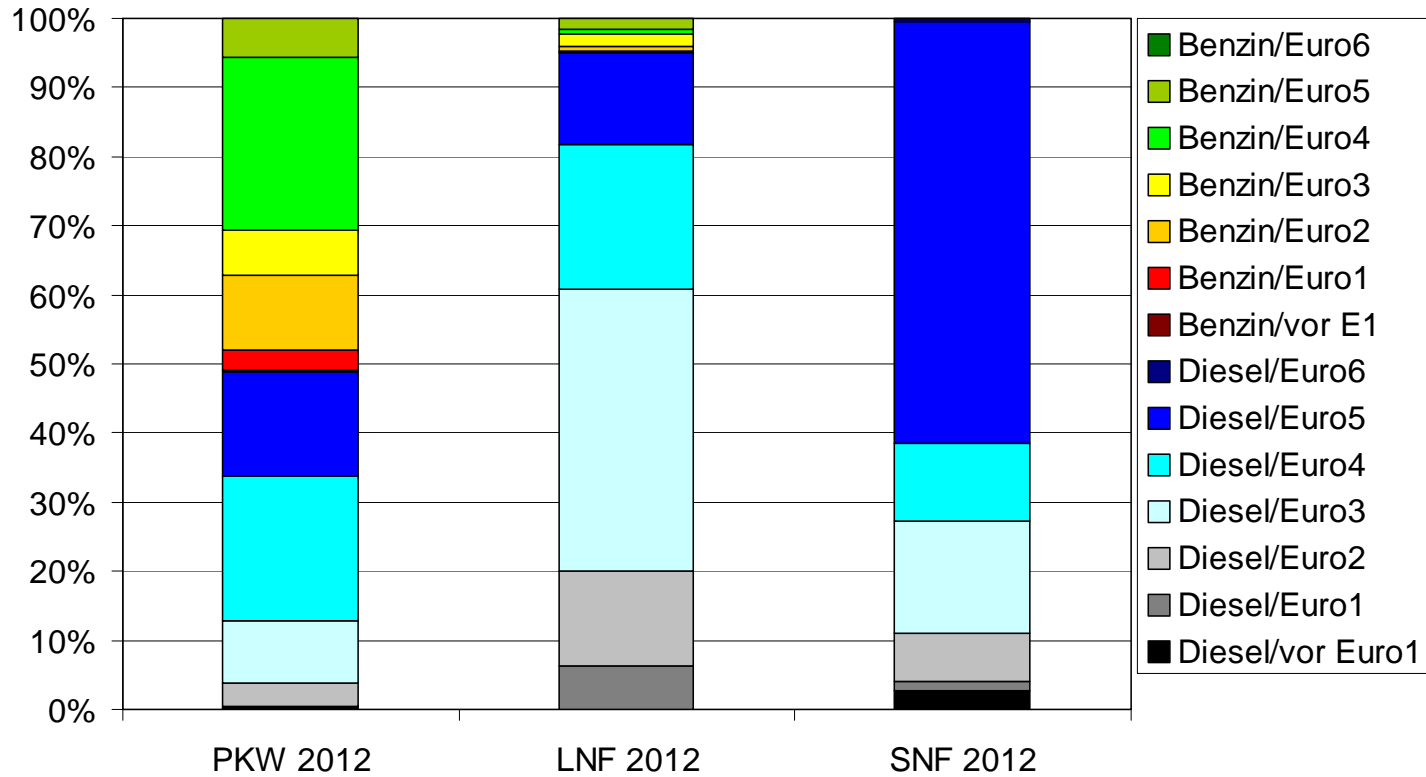


Abb. 3.4: Zusammensetzung der dynamischen Kfz-Flotte für das Jahr 2012 in Mainz, unterteilt nach PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF)

Anteil der von Maßnahmen betroffenen Fahrten

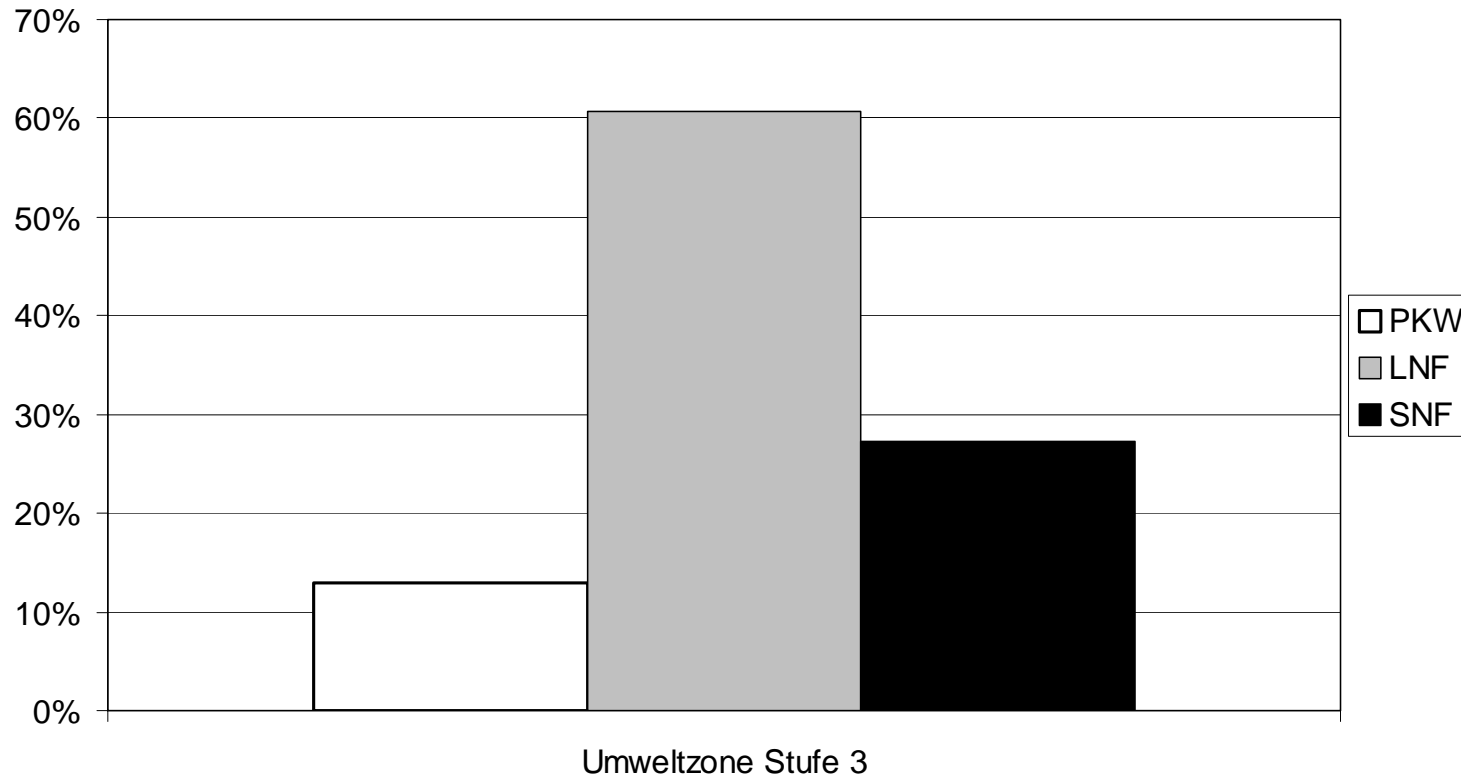


Abb. 3.5: Anteil der von den Fahrverboten der Maßnahmen Umweltzone Stufe 3 betroffenen Fahrten für PKW, Lieferwagen und LKW

vom Fahrverbot betroffen sind oder ganz entfallen. Aufgrund des geringen Anteils der möglicherweise entfallenden Fahrten wurde keine erneute Verkehrsumlegung durchgeführt.

3.4 Emissionsfaktoren

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

Die Emissionsfaktoren setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen.

Im Folgenden werden die Grundlagen der „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ Emissionsfaktoren beschrieben, dann erfolgt die Anwendung für Mainz im Zusammenhang mit möglichen Emissionsminderungen.

3.4.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

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

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.)
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z.B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr)

- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab)
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2010) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Längsneigung der Straßen wurde aus dem digitalen Geländemodell abgeleitet.

An den verkehrsnahen Messstellen in der Parcusstraße, in der Rheinallee und in der großen Langgasse in Mainz werden folgende Verkehrssituationen angesetzt:

IOS-HVS50: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h

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

3.4.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

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

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM10-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub entsprechend der in BASt (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2004) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Es werden zur Berechnung der Emissionen für die Summe aus Reifen-, Brems- und Straßenabrieb sowie Wiederaufwirbelung von eingetragenem Straßenstaub die in **Tab. 3.1** exemplarisch für die innerstädtischen Verkehrssituationen an den verkehrsnahen Messstellen in Mainz aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

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

Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten, nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

3.4.3 Emissionsfaktoren mit möglichen technischen Minderungen

Für die Maßnahmenfälle M1, Umweltzone Stufe 3 kleine Lösung und M2, Umweltzone Stufe 3 große Lösung werden für das Bezugsjahr 2012 die Emissionsfaktoren geändert, indem die Fahrzeugflottenzusammensetzung variiert wird und für diejenigen Straßenabschnitte angewendet, die innerhalb der Umweltzone liegen. Dabei wurden die Anteile der Fahrten herausgenommen, die vom jeweiligen Fahrverbot unter Berücksichtigung von Ausnahmegenehmigungen betroffen sind. Die entfallenen Fahrten werden anteilmäßig auf die restlichen Fahrten entsprechend der bestehenden Verteilung auf die Fahrzeugkonzepte verteilt. Damit wird die Fahrzeugflotte erneuert; durch die anteilmäßige Aufteilung entsprechend der vorliegenden Verteilung wird berücksichtigt, dass auch gebrauchte Fahrzeuge die entfallenen ersetzen, also nicht immer die neueste verfügbare Technik eingesetzt wird.

Entsprechend der Kennzeichnungsverordnung besteht für Dieselfahrzeuge für einen Teil der Fahrzeuge auch die Möglichkeit der Nachrüstung mit Partikelfiltern. Mit Berücksichtigung der möglichen Partikelfilternachrüstung ergeben sich für PKW und leichte Nutzfahrzeuge gegenüber der Verteilung auf die nicht vom Verbot betroffenen Fahrzeugkonzepte geringere Minderungen der Emissionsfaktoren der Fahrzeugflotte, bei schweren Nutzfahrzeugen zeichnen sich geringere Minderungen der NO_x-Emissionsfaktoren aber leicht höhere Minderungen der Partikel-Emissionsfaktoren ab. Die rechnerische Umsetzung der Maßnahmen erfolgt in dieser Untersuchung entsprechend der Verteilung auf die nicht vom Verbot betroffenen Fahrzeugkonzepte.

Verkehrssituation (Kürzel)	Spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] für das Bezugsjahr 2012					
	NO _x		PM10 (nur Abrieb und Aufwirb.)		Partikel (nur Abgas)	
	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
IOS-HVS50	0.379	4.823	0.022	0.2	0.017	0.059
IOS-HVS50d	0.487	5.863	0.03	0.3	0.019	0.084
S3-IO-S-HVS50	0.333	4.488	0.022	0.2	0.009	0.032
S3-IO-S-HVS50d	0.425	5.615	0.03	0.3	0.011	0.051

Tab. 3.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz an den verkehrsnahen Messstellen für das Bezugsjahr 2012 nach HBEFA unter Berücksichtigung der Flotte für Mainz für den Referenzfall und die Maßnahmen M1 und M2 Umweltzone Stufe 3 (S3).

Die an den verkehrsnahen Messstellen in der Parcusstraße, in der Rheinallee und in der großen Langgasse in Mainz angesetzten Emissionsfaktoren sind in **Tab. 3.1** aufgeführt.

3.5 Meteorologische Daten

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

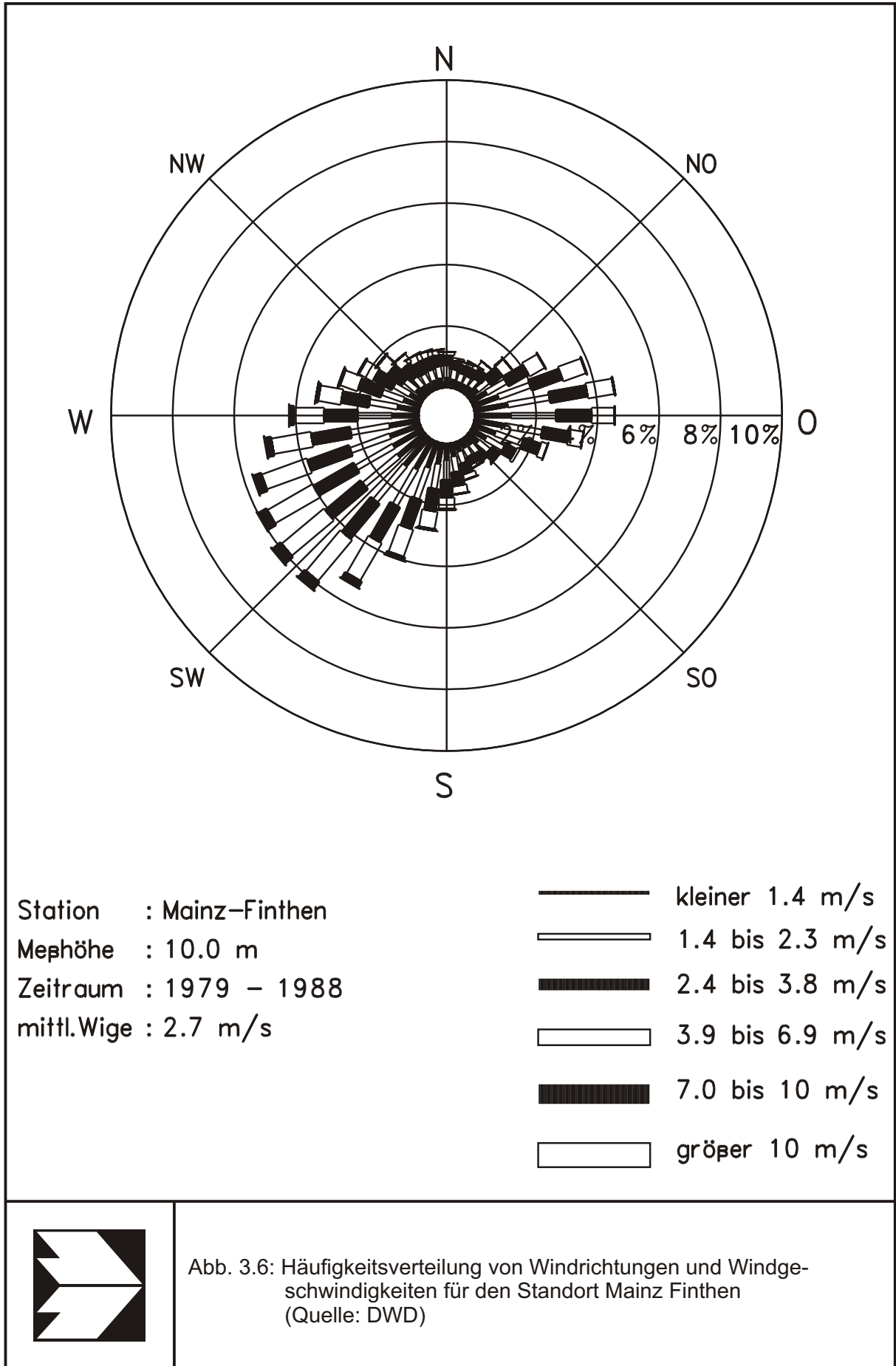
In Mainz besteht ein dichtes Netz an Windmessstationen. Windmessdaten sind unter anderem vom Deutschen Wetterdienst (DWD) an der Station Mainz-Finthen und Mainz Hechtsheim erfasst worden. Zudem wurden vom Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) unter anderem Windmessdaten an den Stationen Mainz Weisenau, Mombach und Laubenheim aufgezeichnet, vom Hessischen Landesamt für Geologie und Umwelt an der Station Wiesbaden Süd und von Meteomedia an der Station Mainz-Budenheim.

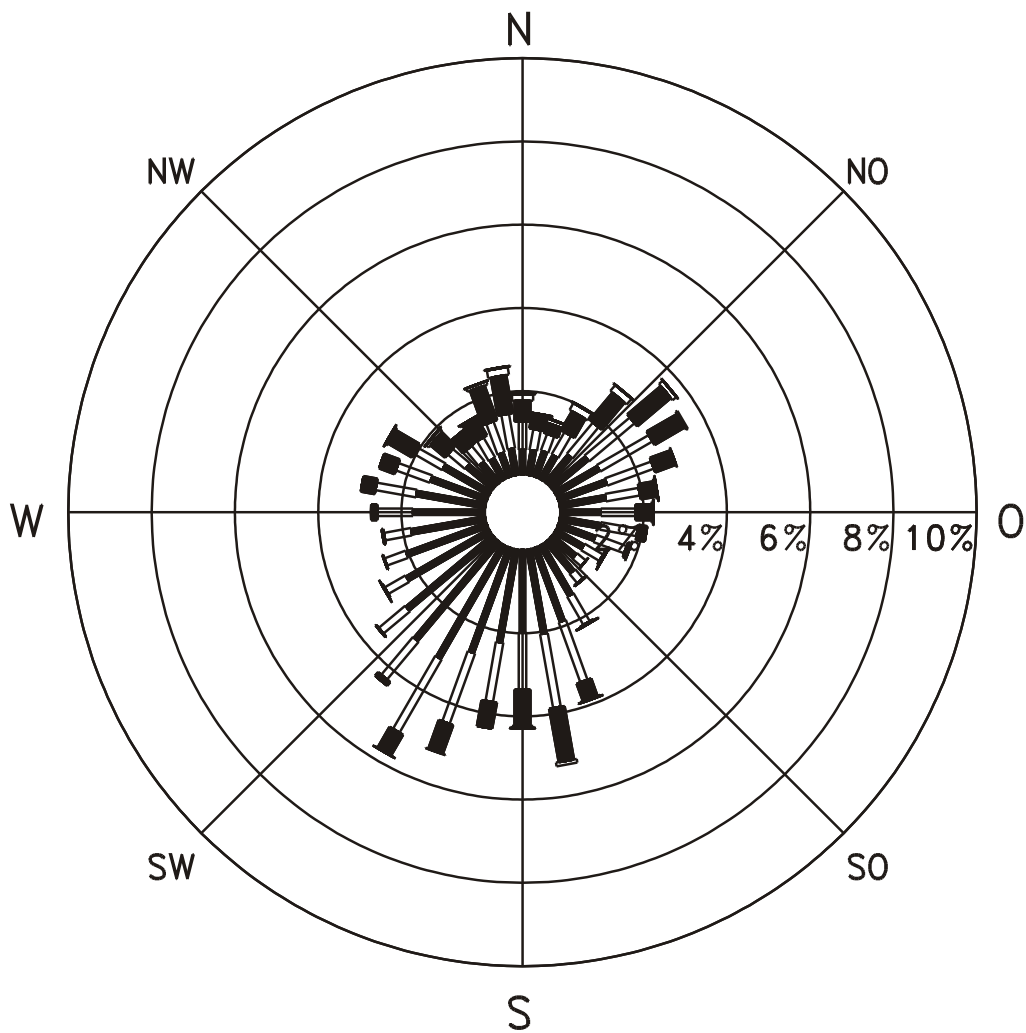
Des Weiteren wurde im Rahmen der Erfassung des Stadtklimas Mainz zwischen 1982 und 1984 ein temporäres Messnetz betrieben. Nach den Ergebnissen der Untersuchung stellt im überwiegenden Untersuchungsgebiet die Leitwirkung des Taunus Hauptkammes einen dominierenden Einflussfaktor für die Windrichtung dar (LfUG, 1989). Die Windrichtungsverteilung wird von Winden aus südwestlichen bis westlichen Richtungen geprägt. Winde aus östlichen bis nordöstlichen Richtungen bilden ein zweites Maximum. Im flussnahen Bereich zwischen der Innenstadt und der Weisenauer Brücke weist das Windsystem durch die Orographie überwiegend südliche Windrichtungen auf, ein zweites Maximum bilden Winde aus nördlichen und östlichen Richtungen. Im Innenstadtbereich tritt mit bis zu 30% die häufigste Anzahl an Tagen mit Windgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s auf. Außerhalb davon nimmt die Anzahl an windschwachen Tagen stark ab.

Der Standort der Station Mainz-Finthen befindet sich ca. 10 km südwestlich des Stadtzentrums und ist auf einem Hochplateau des beginnenden Rheinhessischen Tafel- und Hügellandes etwa 100 m höher als das Stadtzentrum gelegen. In **Abb. 3.6** ist die Häufigkeitsverteilung von Windrichtung und Windgeschwindigkeit an der Station Mainz-Finthen für die Jahre 1979 – 1988 dargestellt. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2.7 m/s. Die Windrichtungsverteilung zeigt die nach der Untersuchung zum Stadtklima Mainz typische Windverteilung. In **Abb. 3.7** ist die Häufigkeitsverteilung von Windrichtung und Windgeschwindigkeit an der Station Weisenau dargestellt. Die Station befand sich etwa 5 km südöstlich des Stadt-

zentrums in der Nähe des Rheinufer. Die gemessene Windrichtungsverteilung zeigt ein Hauptmaximum mit Winden aus südlichen bis südwestlichen Richtungen. Nebenmaxima bilden Winde aus nördlichen und nordöstlichen Richtungen. Es wurden vor allem aus südlichen Richtungen häufig geringe Windgeschwindigkeiten erfasst. Die mittlere gemessene Windgeschwindigkeit beträgt 1.6 m/s.

Für die Immissionsberechnungen werden die Daten der Stationen Weisenau für den innerstädtischen Bereich der die nieder gelegenen Bereiche der Alt- und der Neustadt die durch einen Geländesprung im Westen und Süden begrenzt sind, bis zum Rheinufer umfasst; das entspricht einer konservativen Vorgehensweise, da begünstigende Durchlüftungsverhältnisse dicht am Rheinufer nicht gesondert hervorgehoben werden. Die Daten der Station Mainz-Finthen werden für das umgebende Gebiet verwendet. Die daraus erzeugte Ausbreitungsklassenstatistik wurde unter Berücksichtigung der Rauigkeit in Mainz für die Ausbreitungsrechnung herangezogen.





Station : Mainz-Weisenau
Mephöhe : 6.0 m
Zeitraum : 1998 - 2003
mittl. Wige : 1.6 m/s

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



Abb. 3.7: Häufigkeitsverteilung von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten für den Standort Mainz Weisenau (Quelle: LfUG)

4 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN

4.1 Auswirkungen auf Emissionen der Straßenabschnitte

Basierend auf den o.g. Flotten- und Emissionsdaten werden die Emissionen für die Hauptverkehrsstraßen in Mainz berechnet. Die Darstellung der Berechnungsergebnisse konzentriert sich im Folgenden auf die Parcusstraße, die Rheinallee und die Große Langgasse jeweils im Bereich der Messstellen.

Mit den in Kap. 3 aufgeführten Emissionsfaktoren durch Modifizierungen der Flotte werden folgend die Emissionen der genannten Streckenabschnitte für das Bezugsjahr 2012 jeweils mit und ohne Maßnahmen (Umweltzone Stufe 3) aufgeführt.

Die berechneten mittleren täglichen Emissionen sind in den **Abb. 4.1** und **Abb. 4.2** (jeweils oben) und als relative Darstellungen, bezogen auf die Emissionsmodellierung des Referenzzustandes im Bezugsjahr 2012, in den **Abb. 4.1** und **Abb. 4.2** (jeweils unten) aufgezeigt. Bei den Darstellungen sind die NO_x-Emissionen sowie die Summe aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ Partikelemissionen betrachtet.

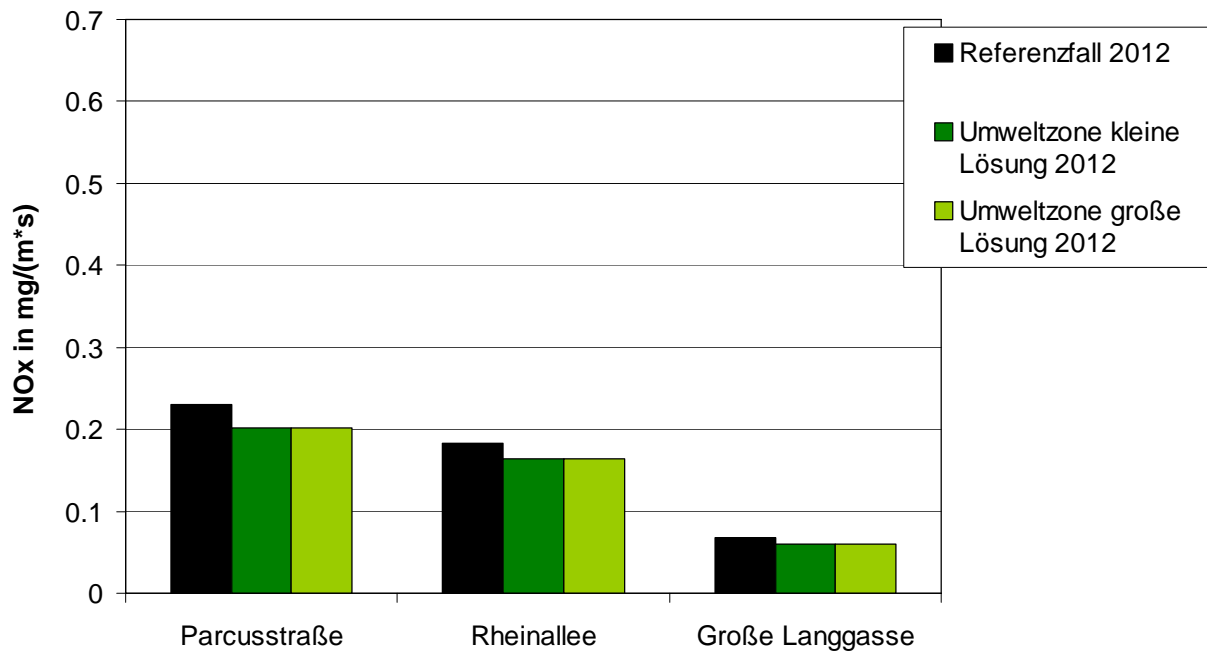
Die betrachteten Messstellen befinden sich im innerstädtischen Bereich, in dem sowohl bei der Maßnahme M1, Umweltzone kleine Lösung als auch bei der Maßnahme M2, Umweltzone große Lösung eine Umweltzone eingerichtet werden soll.

Entsprechend den Zusammensetzungen der Verkehrsbelegungsdaten und der Verkehrssituationen zeigen sich bei den betrachteten Fällen Variationen der NO_x-Emissionen (**Abb. 4.1**). Die relativen Änderungen bezogen auf den Referenzzustand weisen mit einer Umweltzone Variationen bis etwa 13% auf. In den Bereichen, in denen keine Umweltzone eingerichtet wird, sind kleine relevanten Änderungen der Emissionen zu erwarten.

Die PM₁₀-Emissionen weisen in den betrachteten Straßenabschnitten gegenüber dem Referenzzustand 2012 mit den beiden Maßnahme M1 und M2 um bis zu 18% geringere Emissionen auf. Dies gilt jedoch nur für die Bereiche, in denen die Umweltzone eingeführt wird. Außerhalb der Umweltzone sind keine relevanten Änderungen zu erwarten.

Bei den Feinstaub-Emissionen (PM₁₀) ist zu beachten, dass der nicht motorbedingte Anteil durch die betrachteten Maßnahmen nur dann verringert wird, wenn auch die Verkehrsbelastung verringert wird; die Auswirkungen der Maßnahmen hinsichtlich der Verringerung der

NO_x-Emissionen an den Messstellen in Mainz



NO_x-Emissionen an den Messstellen in Mainz relativ zum Nullfall 2012

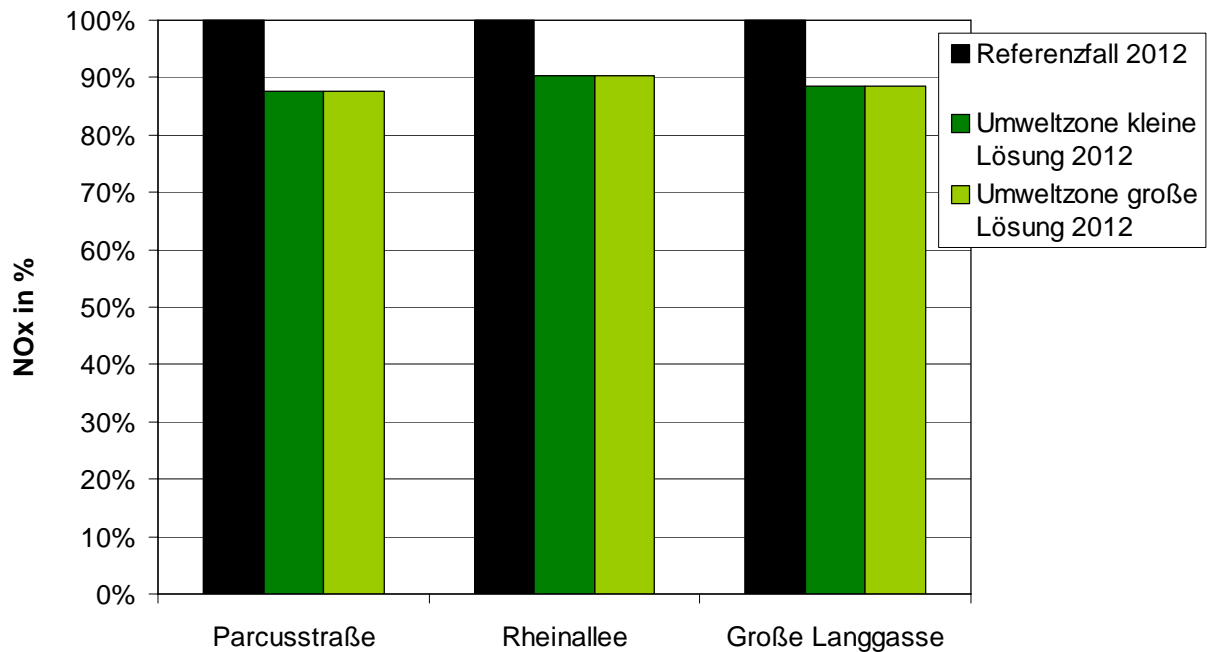
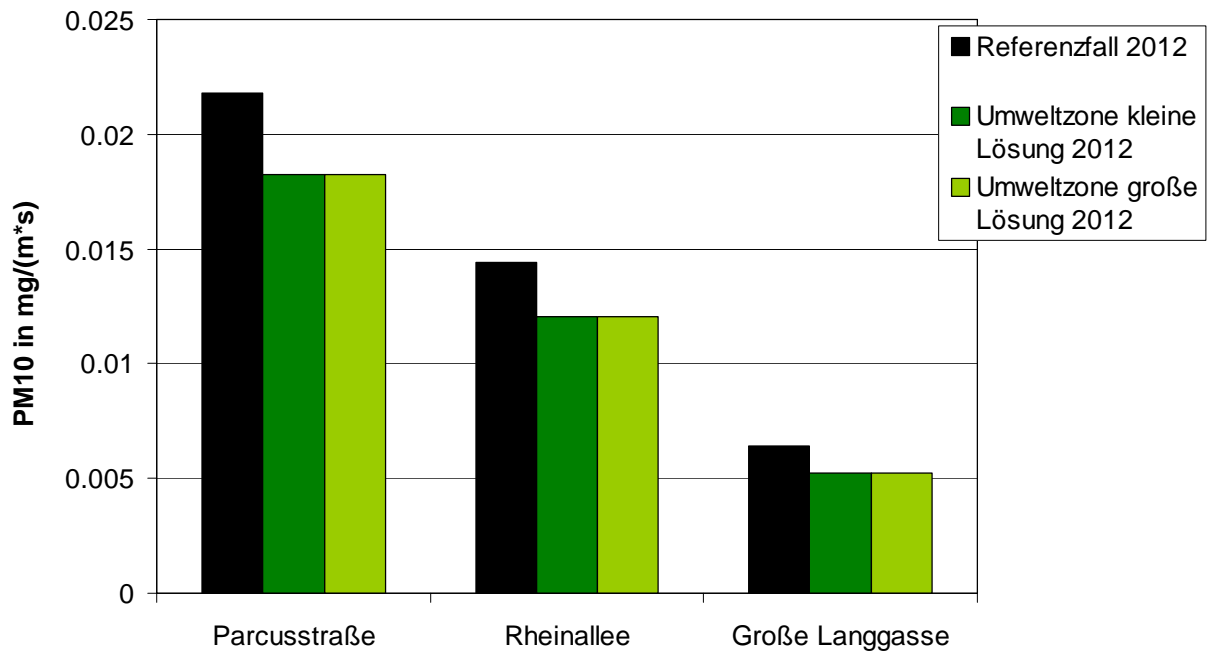


Abb. 4.1: NO_x-Emissionen an den Straßenabschnitten der Messstationen Parcusstraße, Rheinallee und Große Langgasse in Mainz für die betrachteten Maßnahmen und Fälle.
oben: NO_x-Emissionen
unten: Relative Änderung gegenüber dem Referenzzustand 2012

PM10-Emissionen an den Messstellen in Mainz



PM10-Emissionen an den Messstellen in Mainz relativ zum Nullfall 2012

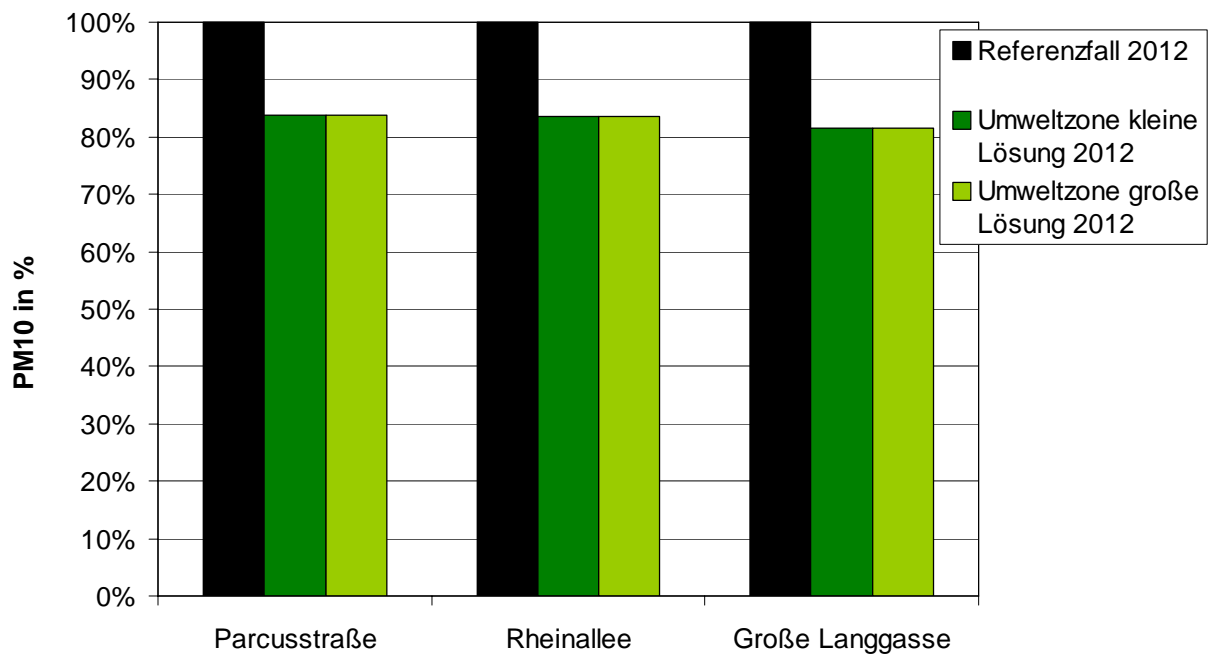


Abb. 4.2: PM10-Emissionen an den Straßenabschnitten der Messstationen Parcusstraße, Rheinallee und Große Langgasse in Mainz für die betrachteten Maßnahmen und Fälle.
oben: PM10-Emissionen
unten: Relative Änderung gegenüber dem Referenzzustand 2012

motorbedingten PM10-Emissionen werden durch die gleich bleibenden Anteile der nicht motorbedingten Beiträge deutlich abgeschwächt, da auch PKW und leichte Nutzfahrzeuge ohne Dieselmotor zu den Aufwirbelungen beitragen. Die „nicht motorbedingten“ Beiträge der PM10-Belastungen sind überwiegend der gröberen Fraktion zuzuschreiben und damit gegenüber den sehr feinen motorbedingten Partikeln weniger lungengängig.

4.2 Auswirkungen auf Immissionen an den Hauptverkehrsstraßen

In Mainz werden an der Parcusstraße, an der Rheinallee und an der Großen Langgasse die Immissionen am Straßenrand gemessen. Des weiteren werden in Mainz an der Zitadelle, in der Goethestraße und in Mombach die Immissionen etwas abseits der Straße gemessen.

Tab. 4.1 zeigt eine Zusammenstellung der Messdaten in Mainz für die Jahre 2003 bis 2009, sowie die vorläufigen Jahresmittelwerte von 2010 (Stand 10.12.2010).

Für die Anwendung der vorgestellten Emissionsermittlung und der darauf aufbauenden Maßnahmen werden Ausbreitungsrechnungen mit dem Berechnungsverfahren PROKAS und dem Bebauungsmodul PROKAS_B durchgeführt. Die in den Berechnungen anzusetzende Hintergrundbelastung wird aus dem Vergleich der Berechnungs- und Messergebnisse des Ortsbereiches bzw. umliegender Stationen abgeleitet und dann auf die verkehrsbeeinflussten Stationsstandorte angewendet, um einen Vergleich zwischen den Mittelwerten der Messdaten und den Berechnungsergebnissen zu erhalten. Bei den Berechnungen wird die Randbebauung typisiert nach Straßenraumbreite mit einer Länge von ca. 100 m berücksichtigt. Innerhalb dieser Straßenabschnitte wird eine einheitliche Immission berechnet; mit diesem Berechnungsverfahren kann keine weitere kleinräumige Differenzierung erfolgen, sodass für die Straßenabschnitte der Parcusstraße, der Großen Langgasse und der Rheinallee im Bereich der Messstellen jeweils ein Rechenwert zugeordnet wird. Für feinere räumliche Auflösungen der berechneten Immissionen wäre der Einsatz eines mikroskaligen Rechenverfahrens mit Berücksichtigung von Gebäudeumströmungen erforderlich. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für die Parcusstraße, die Rheinallee und die Große Langgasse sind basierend auf den angegebenen Verkehrsbelegungsdaten für das Netz und den Emissionsfaktoren für das Jahr 2012 in **Tab. 4.2** aufgeführt. Unter Berücksichtigung der sich ändernden und modernisierenden Fahrzeugflotte mit zukünftigen Jahren und den damit verbundenen geringeren Emissionen gegenüber heute, weisen die berechneten NO₂-Belastungen eine gute Übereinstimmung mit den Messdaten auf. Die berechneten PM10-Werte stimmen ebenfalls mit den gemessenen sehr gut überein. Die gemessene Anzahl an Überschreitungstagen

weist in den letzten Jahren große Schwankungen auf, die berechnete Anzahl an Überschreitungstagen liegt innerhalb des Schwankungsbereiches.

Schadstoffkomponente		Mainz Parcusstraße	Mainz Rhein-allee	Mainz Große Langgasse	Mainz Mom-bach	Mainz Goethe-platz	Mainz Zitadelle
NO ₂ -Jahresmittelwert	2003	50	46	-	33	37	49
	2004	50	45	47	30	37	43
	2005	54	46	46	32	40	45
	2006	57	48	48	31	41	52
	2007	56	44	43	29	35	39
	2008	53	41	41	26	32	38
	2009	61	47	46	29	35	40
	2010 (vorl.)	61	45	45	28	35	40
NO ₂ -98-Perzentilwert	2003	103	102	-	86	89	108
	2004	97	104	95	72	86	95
	2005	112	112	100	81	93	99
	2006	113	111	100	80	97	114
	2007	117	110	94	77	85	91
	2008	107	100	84	68	77	89
	2009	127	116	106	85	93	97
	2010 (vorl.)	123	103	94	72	81	92
PM10-Jahresmittelwert	2003	38	-	-	26	29	31
	2004	34	-	-	19	21	24
	2005	34	-	-	18	22	23
	2006	30	-	-	18	21	25
	2007	29	-	-	17	20	23
	2008	28	-	-	16	18	22
	2009	28	-	-	19	22	24
	2010 (vorl.)	25	-	-	17	18	21
PM10 Überschreitung Anzahl	2003	77	-	-	20	29	43
	2004	44	-	-	9	10	15
	2005	47	-	-	8	11	17
	2006	37	-	-	13	16	29
	2007	34	-	-	9	10	14
	2008	23	-	-	3	4	9
	2009	31	-	-	16	21	23
	2010 (vorl.)	15	-	-	5	4	12

Tab. 4.1 Messdaten an den Messstationen in Mainz. Quelle: LUWG (2004 bis 2010)

	NO ₂ - Jahresmittelwert [µg/m ³]	NO ₂ -98- Perzentilwert [µg/m ³]	PM10- Jahresmittelwert [µg/m ³]	PM10-Über- schreitungstage [Anzahl]
Parcusstraße	59	112	27	29
Rheinallee	50	100	23	18
Große Langgasse	45	94	22	16

Tab. 4.1 Berechnete Immissionen an den Straßenabschnitten an den Messstationen an der Parcusstraße, Rheinallee und an der Großen Langgasse in Mainz

Für die NO₂-Jahresmittel sind an allen Straßenmessstellen Überschreitungen des Grenzwertes von 40 µg/m³ berechnet. Dort weisen auch die Messdaten Überschreitungen auf. Der Grenzwert für PM10 von 40 µg/m³ wird an den Straßenmessstellen nicht erreicht. Der Kurzzeitgrenzwert, der maximal 35 Tage mit Überschreitung von PM10-Tagesmittelwerten über 50 µg/m³ zulässt, wird ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

Mit der selben Vorgehensweise wurden basierend auf den angegebenen Verkehrsbelegungsdaten für die Maßnahmen M1, Umweltzone Stufe 3, kleine Lösung 2012 und M2, Umweltzone Stufe 3 große Lösung 2012 die Immissionsberechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse werden zusammenfassend für die Parcusstraße, Rheinallee und die Große Langgasse im Bereich der Messstellen als relative Änderungen dargestellt, um die Auswirkungen der Maßnahmen auf die Gesamtbelastungen zu beschreiben.

In **Abb. 4.3** (oben) sind die berechneten Jahresmittelwerte für NO₂ sowie in **Abb. 4.3** (unten) die relativen Änderungen der berechneten NO₂-Belastungen für 2012 für die Maßnahmen M1 und M2 bezogen auf den Referenzfall 2012 aufgezeigt. Im Anhang A2 sind die berechneten Immissionen für alle betrachteten Straßen in Mainz grafisch dargestellt.

Die NO₂-Belastungen verringern sich an dem Straßenabschnitt der Parcusstraße ausgehend vom Referenzfall 2012 durch die Einführung einer Umweltzone auf etwa 94%, an den Straßenabschnitten der Rheinallee und der Großen Langgasse auf etwa 97%.

Die PM10-Belastungen (**Abb. 4.4**) verringern sich an dem Straßenabschnitt an der Parcusstraße ausgehend vom Referenzfall 2012 durch die Einführung einer Umweltzone Stufe 3 im Jahr 2012 auf etwa 95% und an der Rheinallee und an der Großen Langgasse auf etwa 97%.

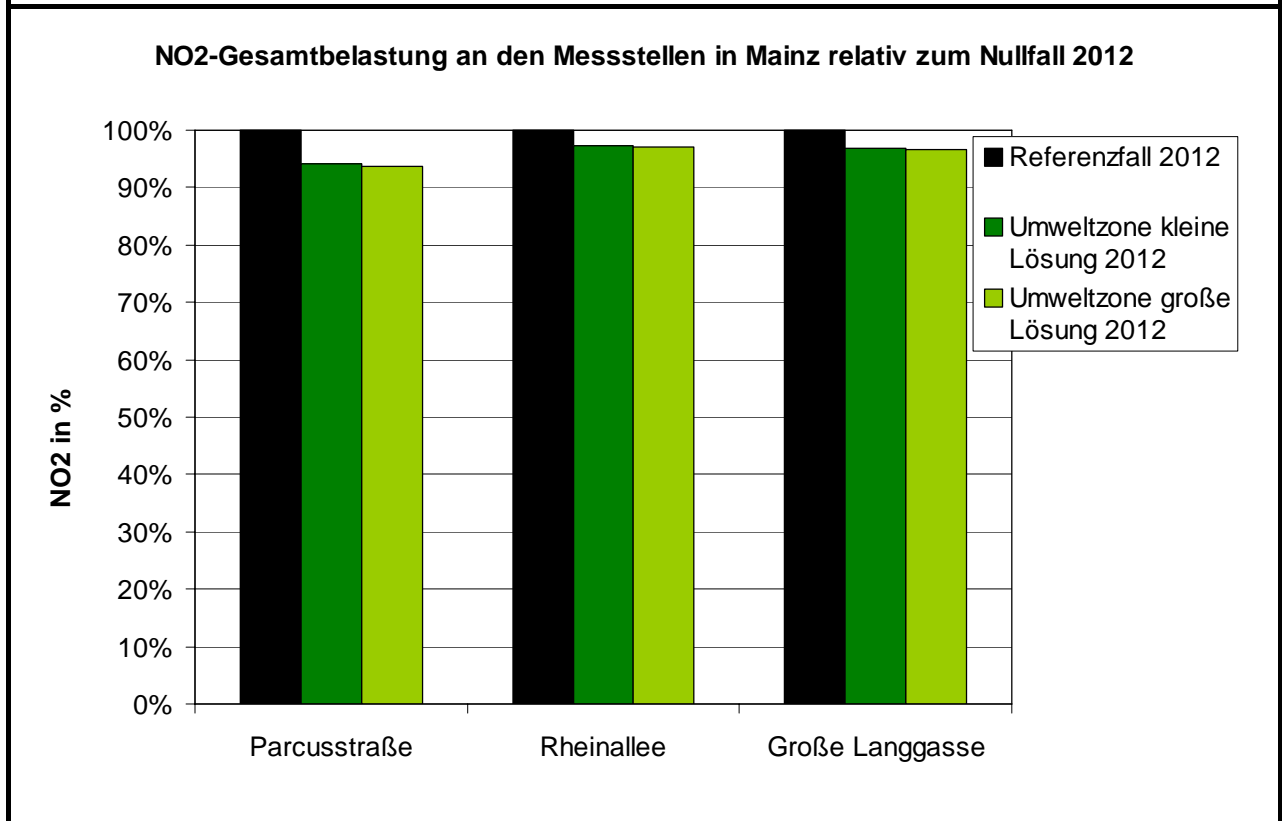
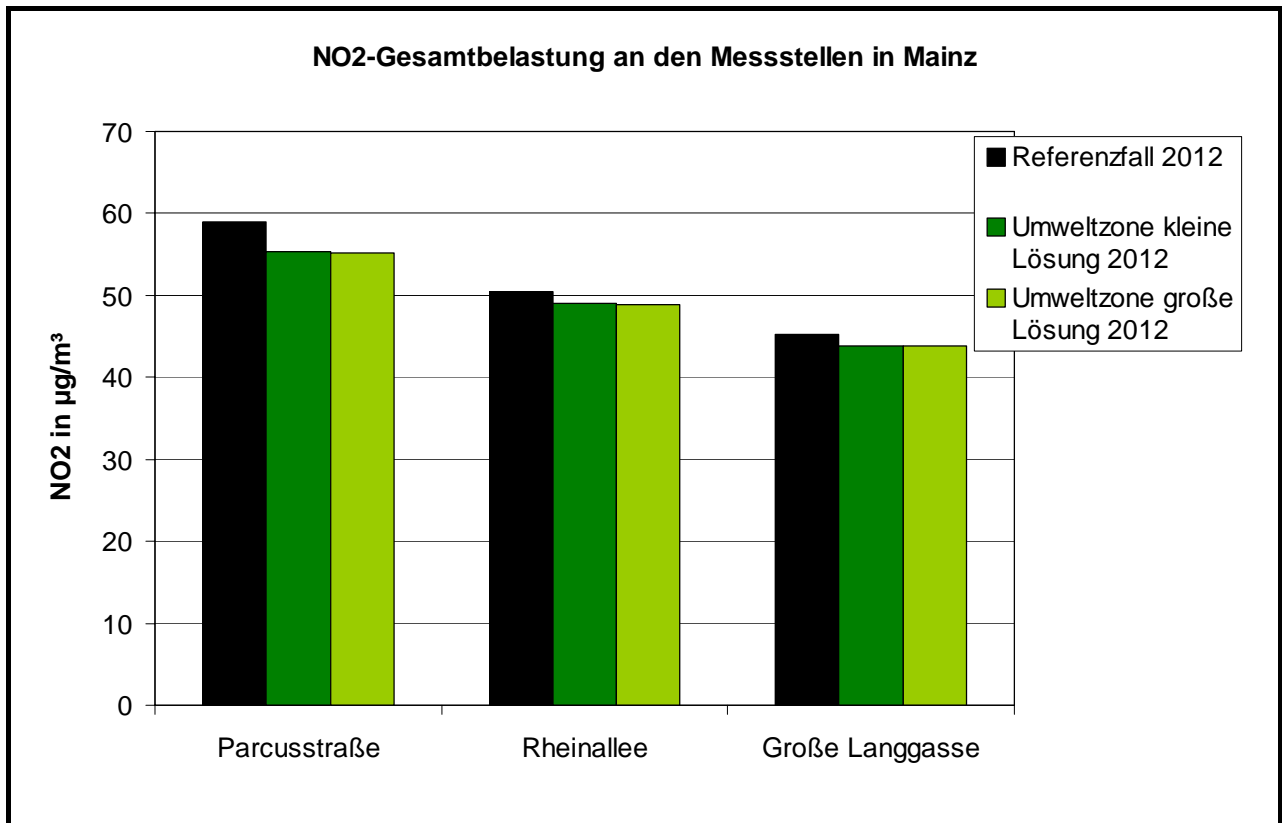
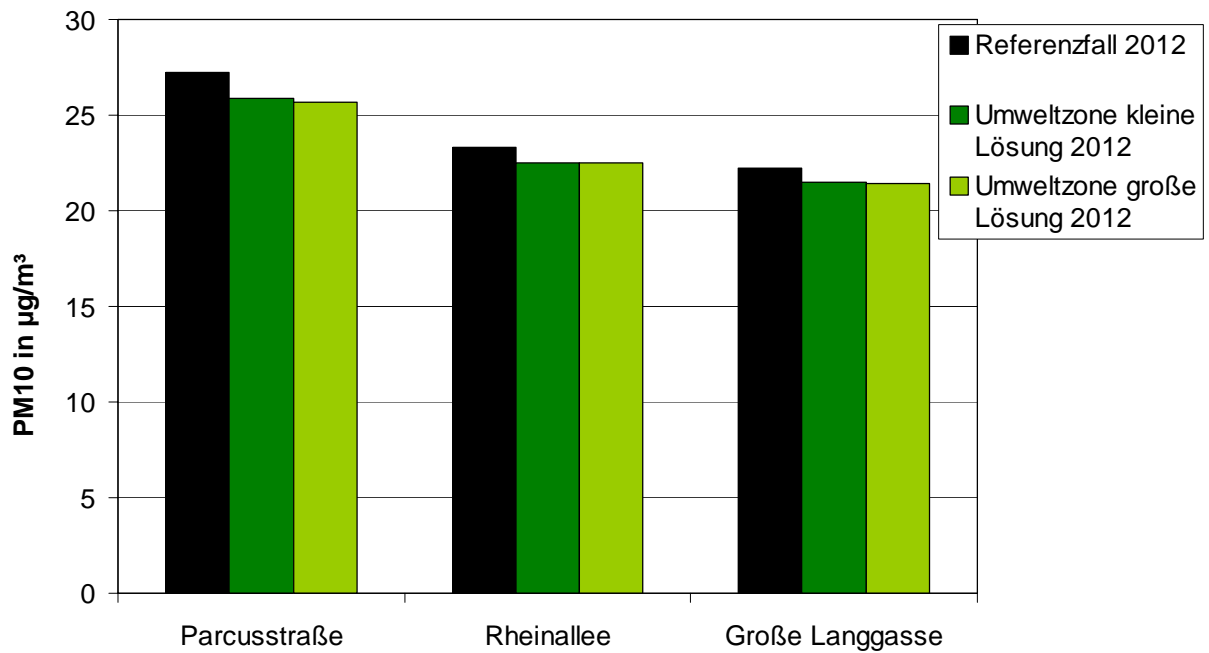


Abb. 4.3: NO₂-Immissionen an den Messstationen Parcusstraße, Rheinallee, und Große Langgasse in Mainz für die betrachteten Maßnahmen und Fälle.
 oben: NO₂-Immissionen
 unten: Relative Änderung gegenüber dem Referenzzustand 2012

PM10-Gesamtbelastung an den Messstellen in Mainz



PM10-Gesamtbelastung an den Messstellen in Mainz relativ zum Nullfall 2012

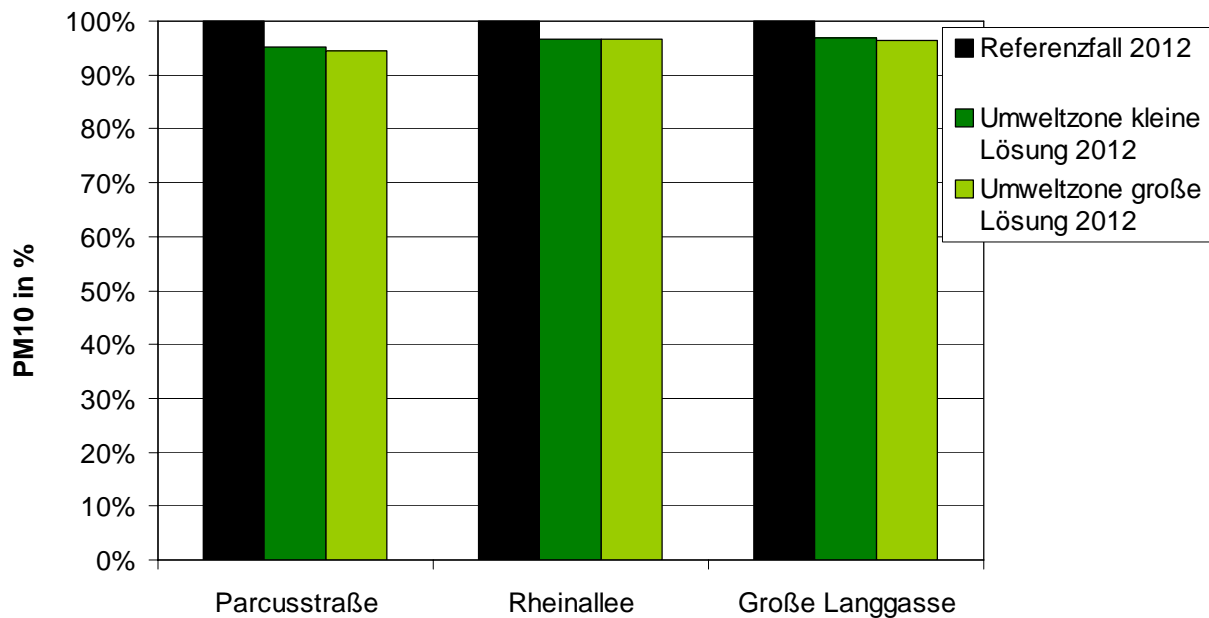


Abb. 4.4: PM10-Immissionen an den Messstationen Parcusstraße, Rheinallee und Große Langgasse in Mainz für die betrachteten Maßnahmen und Fälle.
oben: PM10-Immissionen
unten: Relative Änderung gegenüber dem Referenzzustand 2012

Anhand der Jahresmittelwerte können Rückschlüsse auf die Anzahl an Überschreitungstagen mit Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gezogen werden. Im Referenzzustand im Jahr 2012 ist in der Parcusstraße mit ca. 29 Überschreitungstagen zu rechnen, in der Rheinallee werden etwa 18 Überschreitungstage und an der Großen Langgasse werden 16 Überschreitungstage prognostiziert. Mit der Einführung einer Umweltzone verringert sich die Anzahl der zu erwartenden Überschreitungstage an der Parcusstraße auf etwa 25, an der Rheinallee auf etwa 17 und an der Großen Langgasse auf etwa 14.

Ergänzend zu den PM10-Berechnungen ist zu erwähnen, dass in der 39. BImSchV auch ein Grenzwert für PM2.5 von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben ist, der ab dem Jahr 2015 einzuhalten ist. Für den Grenzwert ist zudem eine Toleranzmarge von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben. Sie verringert sich ab dem Jahr 2009 jährlich um ein siebtel bis auf 0 zum 1. Januar 2015. Damit ist in dem hier betrachteten Prognosejahr 2012 ein Übergangsbeurteilungswert für PM2.5 von ca. $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuhalten.

An allen betrachteten Straßenabschnitten sind sowohl im Referenzzustand als auch mit den Maßnahmen M1 und M2 keine Konflikte mit den Übergangsbeurteilungswerten von PM2.5 zu erwarten.

Insgesamt ist aus den Ergebnissen der Berechnungen zu schließen, dass mit der durch die Einführung der Umweltzone vorgezogenen Erneuerung der Kfz-Fahrzeugflotte Verringerungen der motorbedingten Schadstofffreisetzungen verbunden sind, die auch zu Verringerungen der NO_2 - und Feinstaub-Belastungen führen. Diese Verringerungen betreffen jedoch nur den Bereich innerhalb der Umweltzone, außerhalb werden keine wesentlichen Änderungen erwartet. Da an den Hauptverkehrsstraßen der verkehrsbedingte Anteil an diesen Immissionen hoch ist, werden die Gesamtbelastungen durch Verringerungen der Zusatzbelastungen des Kfz-Verkehrs auch reduziert. Jedoch reichen diese Verringerungen nicht, um die hohen Schadstoffbelastungen soweit zu senken, dass der Grenzwert für NO_2 eingehalten wird.

5 LITERATUR

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Luftqualitätsrichtlinie der EU durch Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) und BImSchG – Änderung in deutsches Recht umgesetzt. Im Internet unter www.bmu.de
- Bächlin, W., Böisinger, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- 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.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Böisinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- LfUG (1989): Stadtklima Mainz, Band 1 und 2, Mainz: Amt für Umwelt und Stadtentwicklung, Bearbeitung: Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht, Rheinland-Pfalz.

- 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 bzw. www.lanuv.nrw.de
- LUWG (2004-2010): Monatsberichte einschließlich Jahresauswertung über die Messergebnisse des Zentralen Immissionsmessnetzes – ZIMEN – Rheinland-Pfalz. Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz, <http://www.luft-rlp.de/aktuell/messwerte>.
- LUWG (2005): Luftreinhalte- und Aktionsplan Feinstaubbelastung Mainz Parcusstraße 2003-2005. Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz, September 2005.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Böisinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhalte der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- UBA (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1/Febr. 2010. 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.

A N H A N G A 1:
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-
ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

Für die Berechnung der Schadstoffimmission an einem Untersuchungspunkt kommt das mathematische Modell PROKAS zur Anwendung, welches den Einfluss des umgebenden Straßennetzes bis in eine Entfernung von mehreren Kilometern vom Untersuchungspunkt berücksichtigt. Es besteht aus dem Basismodul PROKAS_V (Gaußfahnenmodell) und dem integrierten Bebauungsmodul PROKAS_B, das für die Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung eingesetzt wird.

A1.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

Die Zusatzbelastung infolge des Straßenverkehrs in Gebieten ohne oder mit lockerer Randbebauung wird mit dem Modell PROKAS ermittelt. Es werden jeweils für 36 verschiedene Windrichtungsklassen und 9 verschiedene Windgeschwindigkeitsklassen die Schadstoffkonzentrationen berechnet. Die Zusatzbelastung wird außerdem für 6 verschiedene Ausbreitungsklassen ermittelt. Mit den berechneten Konzentrationen werden auf der Grundlage von Emissionsganglinien bzw. Emissionshäufigkeitsverteilungen und einer repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- und 98-Perzentilwert ermittelt.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt nach Romberg et al. (1996) mit Aktualisierung für aktuelle Messdaten (Bächlin, 2007).

A1.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS_B

Im Falle von teilweise oder ganz geschlossener Randbebauung (etwa einer Straßenschlucht) ist die Immissionsberechnung nicht mit PROKAS_V durchführbar. Hier wird das ergänzende Bebauungsmodul PROKAS_B verwendet. Es basiert auf Modellrechnungen mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM für idealisierte Bebauungstypen. Dabei wurden für 20 Bebauungstypen und jeweils 36 Anströmrichtungen die dimensionslosen Abgaskonzentrationen c^* in 1.5 m Höhe und 1 m Abstand zum nächsten Gebäude bestimmt.

Die Bebauungstypen werden unterschieden in Straßenschluchten mit ein- oder beidseitiger Randbebauung mit verschiedenen Gebäudehöhe-zu-Straßenschluchtbreite-Verhältnissen und unterschiedlichen Lückenanteilen in der Randbebauung. Unter Lückigkeit ist der Anteil nicht verbauter Flächen am Straßenrand mit (einseitiger oder beidseitiger) Randbebauung zu verstehen. Die Straßenschluchtbreite ist jeweils definiert als der zweifache Abstand zwischen Straßenmitte und straßennächster Randbebauung. Die **Tab. A1.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10% bis 30% geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen c zu

$$c = \frac{c^* \cdot Q}{B \cdot u'}$$

wobei:	c	=	Abgaskonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	c^*	=	dimensionslose Abgaskonzentration [-]
	Q	=	emittierter Schadstoffmassenstrom [$\mu\text{g}/\text{m s}$]
	B	=	Straßenschluchtbreite [m] beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung
	u'	=	Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der fahrzeug-induzierten Turbulenz [m/s]

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS_V für die Vorbelastung und von PROKAS_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

Typ	Randbebauung	Gebäudehöhe/ Straßenschluchtbreite	Lückenanteil [%]
0*	locker	-	61 - 100
101	einseitig	1:3	0 - 20
102	"	1:3	21 - 60
103	"	1:2	0 - 20
104	"	1:2	21 - 60
105	"	1:1.5	0 - 20
106	"	1:1.5	21 - 60
107	"	1:1	0 - 20
108	"	1:1	21 - 60
109	"	1.5:1	0 - 20
110	"	1.5:1	21 - 60
201	beidseitig	1:3	0 - 20
202	"	1:3	21 - 60
203	"	1:2	0 - 20
204	"	1:2	21 - 60
205	"	1:1.5	0 - 20
206	"	1:1.5	21 - 60
207	"	1:1	0 - 20
208	"	1:1	21 - 60
209	"	1.5:1	0 - 20
210	"	1.5:1	21 - 60

Tab. A1.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

A1.3 Fehlerdiskussion

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

* Typ 0 wird angesetzt, wenn mindestens eines der beiden Kriterien (Straßenschluchtbreite $\geq 5 \times$ Gebäudehöhe bzw. Lückenanteil $\geq 61\%$) erfüllt ist.

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

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

Hinsichtlich der Fehlerabschätzung für die KFZ-Emissionen ist anzufügen, dass die Emissionen im Straßenverkehr bislang nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen der Basisdaten (d.h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

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

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

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

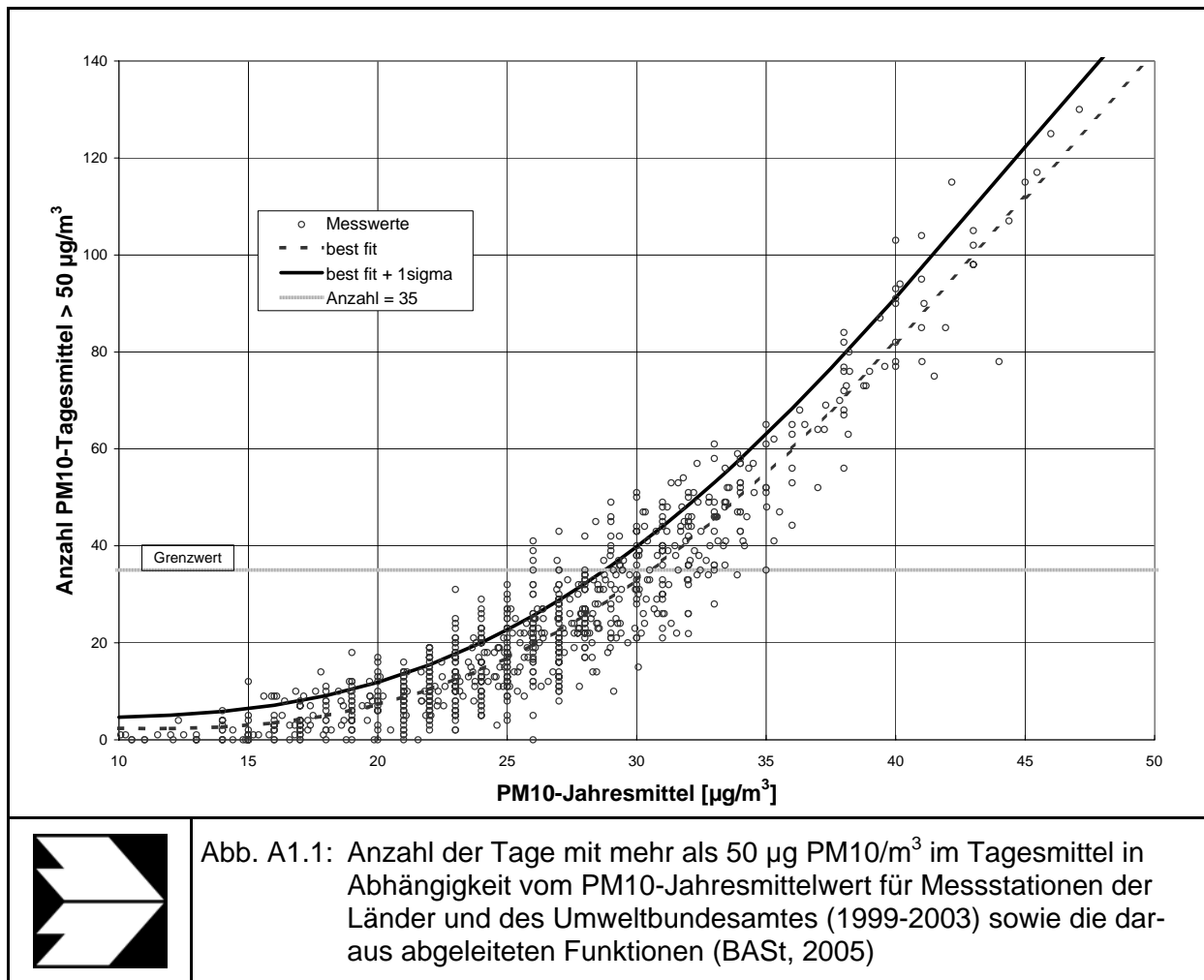
Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechenergebnissen durch. Die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

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

A1.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert 115 µg/m³ bis 170 µg/m³ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von 130 µg/m³ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM₁₀-Konzentrationen von 50 µg/m³ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM₁₀-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m³ und dem PM₁₀-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. A1.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM₁₀-Überschreitungshäufigkeit vom PM₁₀-Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. A1.1** dargestellt.



Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. 40 µg/m³ 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 µg/m³ erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BAST (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen

Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Die Berechnung der Anzahl der Überschreitungstage basiert auf dieser in **Abb. A1.1** dargestellten Funktion. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

AN H A N G A2:
IMMISSIONSDARSTELLUNGEN FÜR DAS HAUPTVERKEHRSSTRASSENNETZ
MAINZ

A2 IMMISSIONSDARSTELLUNGEN FÜR DAS HAUPTVERKEHRSSTRASSEN- NETZ MAINZ

In Kap. 4 sind die relativen Änderungen der Immissionen an den betrachteten Straßenabschnitten der bestehenden verkehrsnahen Messstellen aufgeführt. Für den Referenzzustand im Jahr 2012, den Maßnahmenfall M1, mit Umweltzone Stufe 3 kleine Lösung für das Jahr 2012 und den Maßnahmenfall M2, Umweltzone Stufe 3 große Lösung im Jahr 2012 sind in **Abb. A2.1** bis **Abb. A2.3** die berechneten NO₂-Jahresmittelwerte für alle betrachteten Hauptverkehrsstraßen im Stadtgebiet von Mainz dargestellt. Die Berechnungen erfolgen an den Straßenabschnitten mit bestehender Randbebauung für Bereiche von der zur Fahrbahn nächstgelegenen Bebauung und für Straßenabschnitte ohne Randbebauung für einen Immissionsort in ca. 10 m Abstand zur Straße. In der Grafik sind Konzentrationswerte über 40 µg/m³, d.h. über dem NO₂-Grenzwert der 39. BImSchV, in gelben und roten Farben dargestellt. Gegenüber dem Referenzzustand ist in den beiden Maßnahmenfällen innerhalb der geplanten Umweltzone eine leichte Verringerung der Immissionen zu erkennen. Außerhalb der Umweltzone werden keine wesentlichen Änderungen prognostiziert. An stark frequentierten Straßenabschnitten sind teilweise weiterhin hohe NO₂-Belastungen prognostiziert, die bei entsprechenden Nutzungen zu Überschreitungen des Grenzwertes führen.

In **Abb. A2.4** bis **Abb. A2.6** sind die berechneten PM₁₀-Jahresmittelwerte für den Referenzzustand im Jahr 2012, den Maßnahmenfall M1, mit Umweltzone Stufe 3 kleine Lösung und den Maßnahmenfall M2, mit Umweltzone Stufe 3 große Lösung für das Jahr 2012 für alle betrachteten Hauptverkehrsstraßen in Mainz aufgezeigt. Der Schwellenwert von 29 µg/m³ zur Ableitung der PM₁₀-Kurzzeitbelastung (siehe Kap. A1.4), d.h. mehr als 35 Überschreitungen pro Jahr eines PM₁₀-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³, ist in den Grafiken mit der gelben Farbe versehen. An allen gelb und in roten Farbtönen gekennzeichneten Straßenabschnitten kann eine Überschreitung des PM₁₀-Kurzzeitbelastungswertes bei entsprechenden Nutzungen erwartet werden. Damit sind an den stark frequentierten Straßenabschnitten (Rheinallee und Rheinstraße) weiterhin hohe PM₁₀-Kurzzeitbelastungen berechnet. Gegenüber dem Referenzzustand ist in den beiden Maßnahmenfällen innerhalb der geplanten Umweltzone eine leichte Verringerung der Immissionen zu erkennen. Außerhalb der Umweltzone werden keine Änderungen prognostiziert.

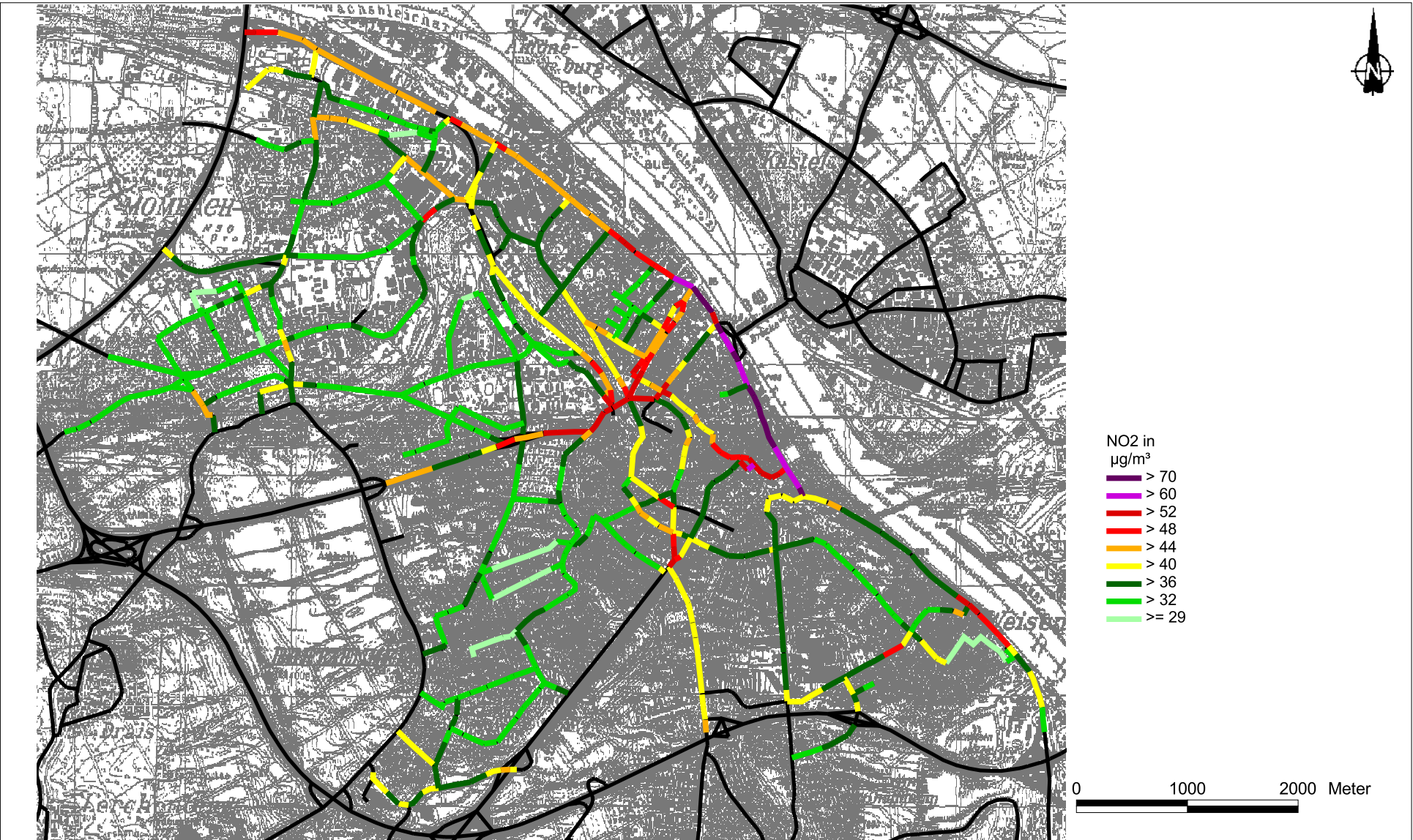
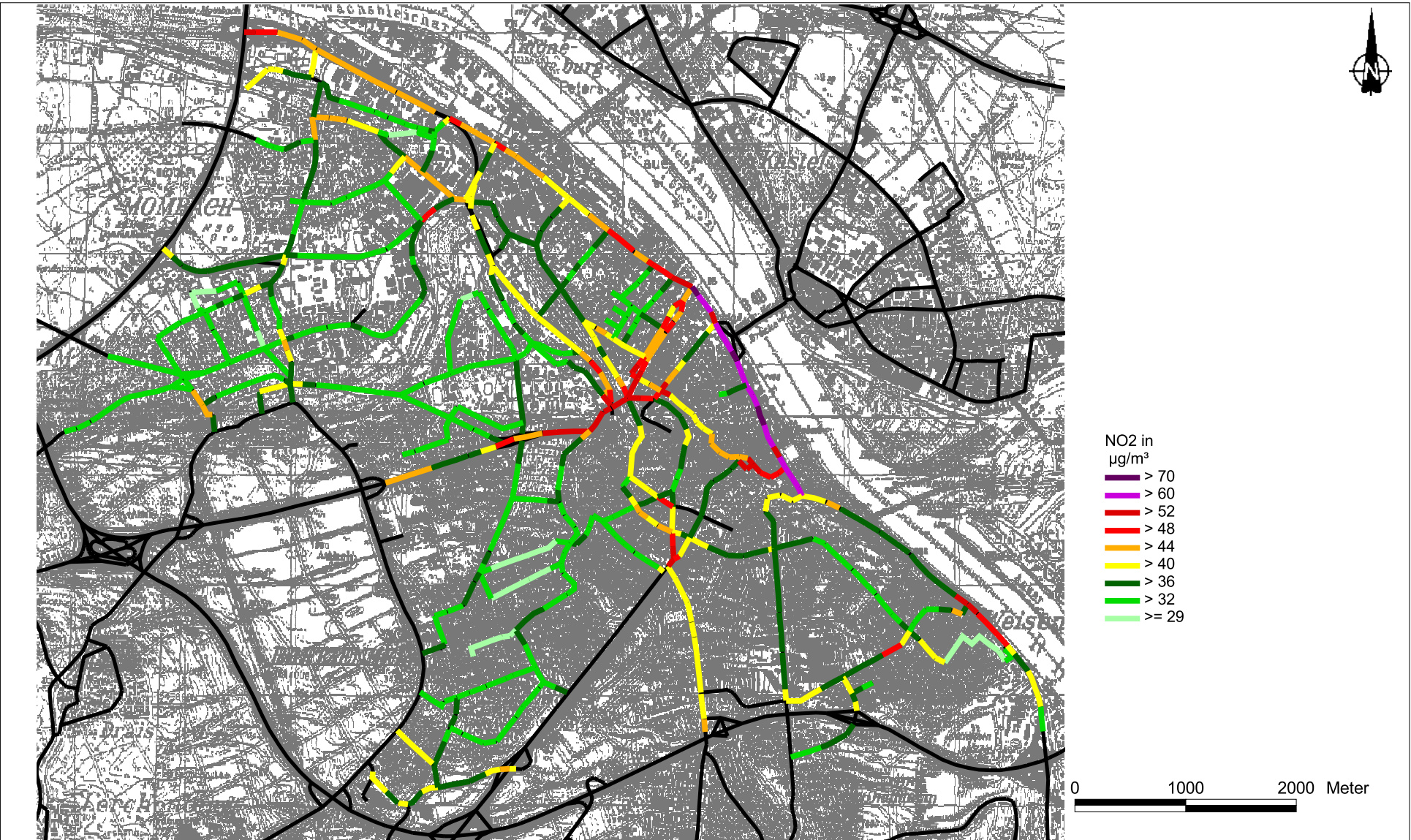


Abb. A2.1: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für den Nullfall im Jahr 2012 ohne Berücksichtigung von Maßnahmen (Referenzzustand)



NO₂ in
µg/m³

- > 70
- > 60
- > 52
- > 48
- > 44
- > 40
- > 36
- > 32
- >= 29

0 1000 2000 Meter



Abb. A2.2: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M1, Umweltzone kleine Lösung im Jahr 2012

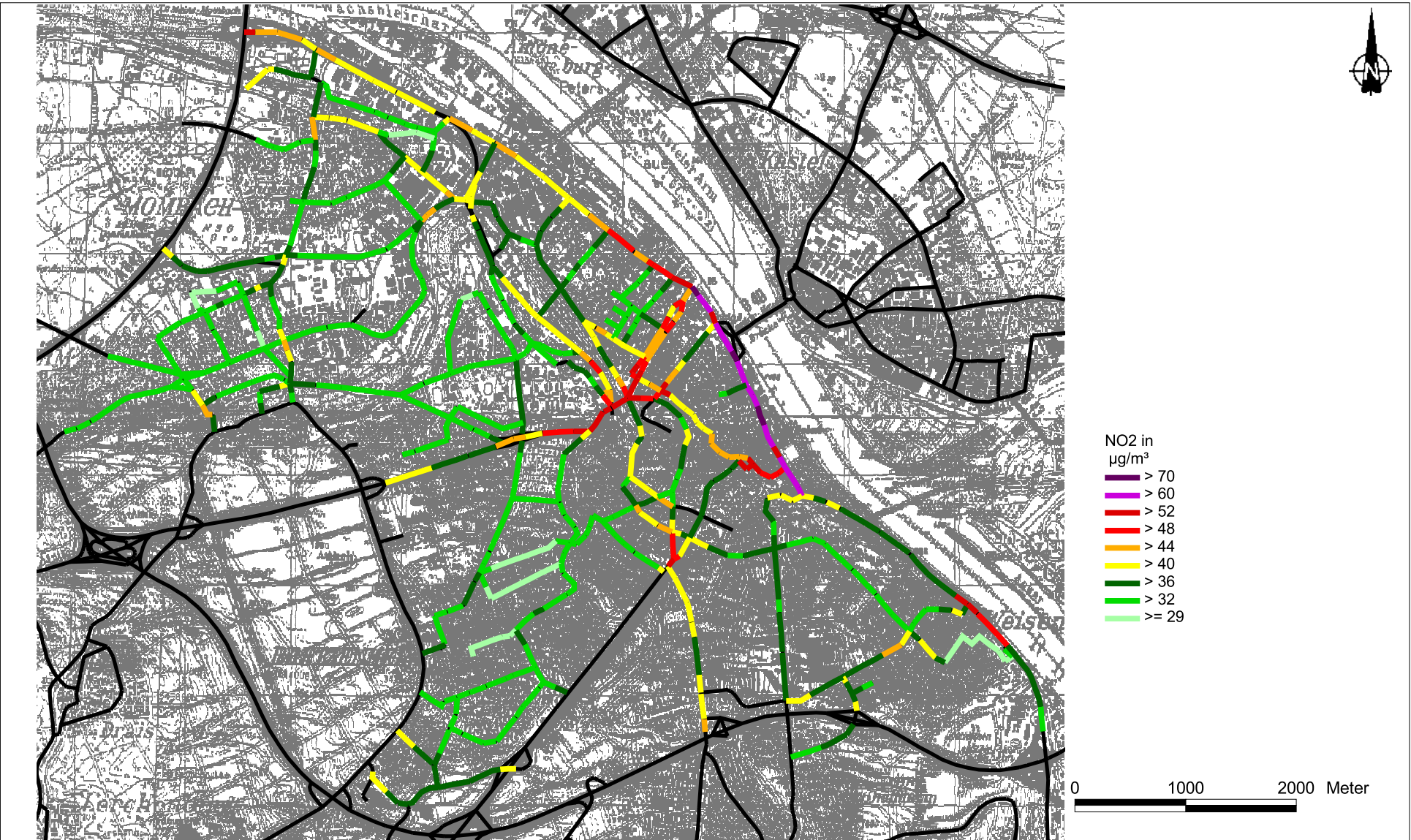


Abb. A2.3: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M2, Umweltzone große Lösung im Jahr 2012

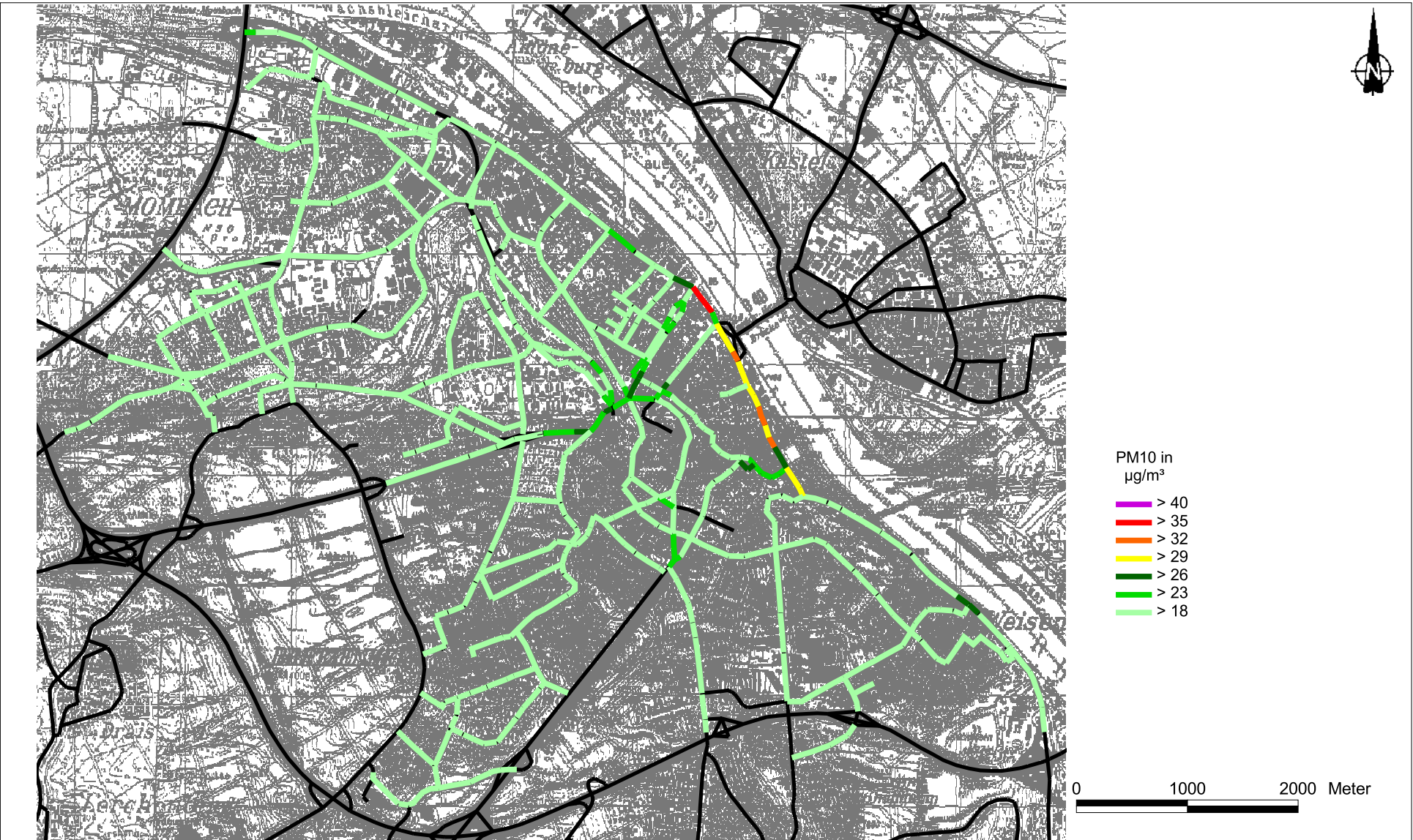


Abb. A2.4: PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) für den Nullfall im Jahr 2012 ohne Berücksichtigung von Maßnahmen (Referenzzustand)

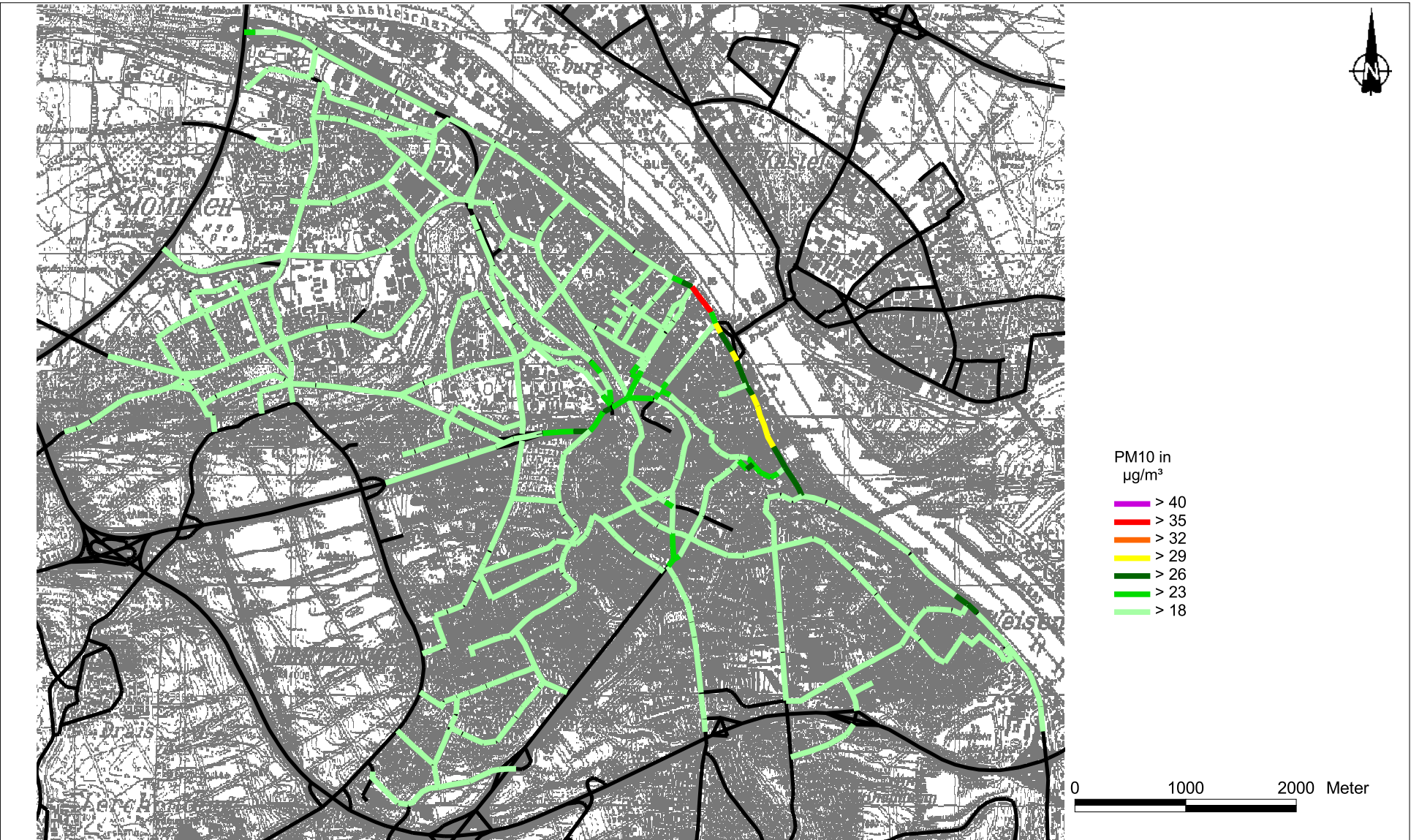
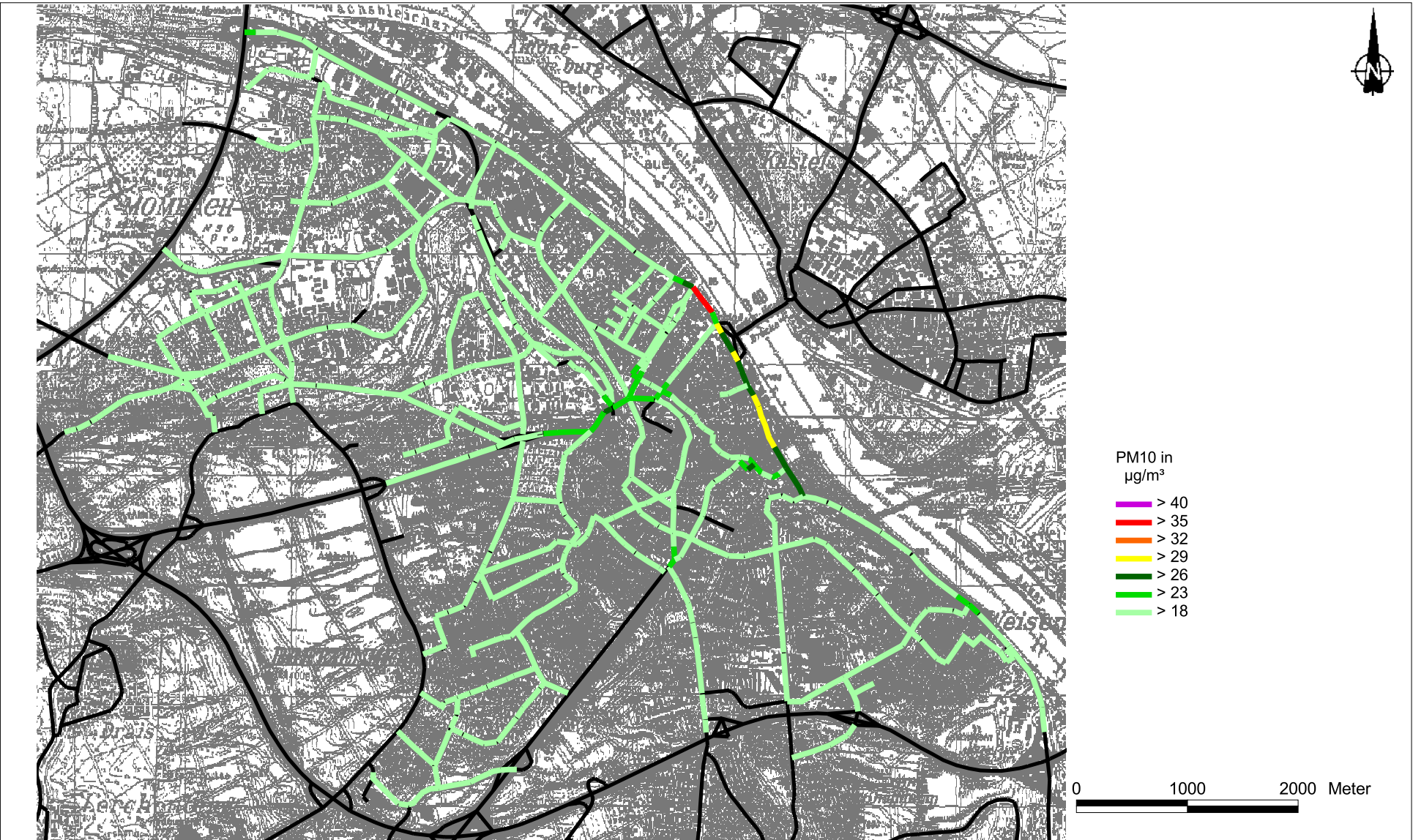


Abb. A2.5: PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M1, Umweltzone kleine Lösung im Jahr 2012



PM10 in
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- > 40
- > 35
- > 32
- > 29
- > 26
- > 23
- > 18

0 1000 2000 Meter



Abb. A2.6: PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M2, Umweltzone große Lösung im Jahr 2012