

Ergänzung zum Gutachten vom 28.06.2010

Lufthygienische Untersuchung

Vorhaben: Stadt Augsburg
 Untersuchung zur Wirksamkeit der Umweltzone
 Augsburg / Berechnung der Schadstoffkonzentrationen
 nach HBEFA 3.1

Auftraggeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt
 Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
 86179 Augsburg

Bearbeitungsstand: 10/2010

Projekt-Nr.: 2010 323

Auftrag vom: 17.09.2010
Anzahl Seiten: 49
Anzahl Anlagen: 9
Bearbeiter: Manfred Ertl, Elke Mahlkecht
Durchwahl: 0821 / 455 179 10
E-Mail: manfred.ertl@em-plan.com
Stand: 28.10.2010

Hinweis:

Graphiken, Schaubilder und Tabellen orientieren sich hinsichtlich ihrer Nummerierung an der Abschnittsbezeichnung innerhalb des Erläuterungstextes.

Inhaltsverzeichnis

1.	Gegenstand der Untersuchung.....	5
2.	Örtlichkeiten.....	7
3.	Beurteilungsgrundlagen.....	10
4.	Rechenverfahren.....	11
4.1	Emissionsmodell.....	11
4.2	Verkehrssituationen.....	11
4.3	Emissionsfaktoren.....	12
4.4	Flottenzusammensetzung.....	12
4.5	Kaltstartmodellierung.....	13
4.6	Berechnung mittels IMMIS ^{Luft}	13
4.7	PM ₁₀ - Zusatzemissionen (AWAR-Emissionen).....	13
4.8	NO ₂ - Umwandlung.....	14
4.8.1	Empirie NO _x -NO ₂ -Konversion / Direktemissionen.....	14
4.8.2	Photochemie.....	16
5.	Vorhandene Grundlagen.....	17
5.1	Umweltzone Stadt Augsburg.....	17
5.2	Luftschadstoff-Vorbelastung.....	17
5.3	Verkehrszahlen des Motorisierten Verkehrs (MV).....	18
5.4	Ausbreitungsbedingungen.....	18
5.5	Zulassungszahlen.....	18
6.	Entwicklung der Feinstaubbelastung PM ₁₀	19
6.1	Feinstaubbelastung in 2008.....	19
6.2	Feinstaubbelastung in 2010 (mit UWZ Stufe 1).....	21
6.3	Feinstaubbelastung in 2011 (mit UWZ Stufe 2).....	23
6.4	Feinstaubbelastung, Vergleich 2011 (mit UWZ Stufe 2) zu 2008.....	25
7.	Entwicklung der Stickstoffdioxid-Belastung NO ₂	27
7.1	NO ₂ -Belastung in 2008.....	27
7.2	NO ₂ -Belastung in 2010.....	30
7.3	NO ₂ -Belastung in 2011.....	32
7.4	NO ₂ -Belastung, Vergleich 2011 (mit UWZ Stufe 2) zu 2008.....	35

8.	Vergleich mit der Wirkungsanalyse aus 2007	38
8.1	Vergleich bezüglich Feinstaub.....	39
8.1.1	Bezugsjahre (2007 bzw. 2008)	39
8.1.2	Maßnahme A 2.1 (2007 bzw. aktuell UWZ Stufe 1, Bezugsjahr 2010).....	39
8.1.3	Maßnahme A 2.2 (2010 bzw. aktuell UWZ Stufe 2, Bezugsjahr 2011).....	40
8.1.4	Gesamtschau PM ₁₀	40
8.2	Vergleich bezüglich Stickstoffdioxid.....	41
8.2.1	Bezugsjahre (2007 bzw. 2008)	41
8.2.2	Maßnahme A 2.1 (2007 bzw. aktuell UWZ Stufe 1, Bezugsjahr 2010).....	41
8.2.3	Maßnahme A 2.2 (2010 bzw. aktuell UWZ Stufe 2, Bezugsjahr 2011).....	41
8.2.4	Gesamtschau NO ₂	42
9.	Zusammenfassung	43
A)	Grundlagenverzeichnis / Regelwerke / Literatur / Eingangsdaten	46
B)	Abkürzungsverzeichnis.....	47
C)	Anlagenverzeichnis.....	49

1. Gegenstand der Untersuchung

Im Rahmen der vorliegenden Begutachtung sind ergänzende Untersuchungen zur Wirksamkeit der Umweltzone Augsburgs durchzuführen. Die Umweltzone basiert auf der Fortschreibung des vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz beschlossenen Luftreinhalte- / Aktionsplans der Stadt Augsburg [5]. In den Folgejahren nach dem erstmaligen Beschluss des Luftreinhalte- / Aktionsplans (2004) konnten die in der seinerzeit rechtsverbindlichen 22. BImSchV [3] genannten Grenzwerte für Schadstoffe in der Luft noch nicht eingehalten werden.

So wurde in den Jahren 2005 und 2006 der seit Januar 2005 geltende Grenzwert für Feinstaub (PM_{10}) nicht eingehalten. Der zulässige Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an den innerstädtischen Messpunkten des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) an bis zu 61 Tagen überschritten. Damit lag die Anzahl der Überschreitungen in 2005 um 26 über dem zulässigen Wert von 35.

Im Jahr 2006 wurde der zulässige Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den innerstädtischen Messpunkten an bis zu 65 Tagen überschritten. Damit lag die Anzahl der Überschreitungen in 2006 um 30 über dem zulässigen Wert von 35 Überschreitungen.

Auch in den Folgejahren 2007 und 2008 waren Überschreitungshäufigkeiten des zulässigen Tagesmittelwerts für PM_{10} an den innerstädtischen Messpunkten von 39 bis 42 Überschreitungen zu verzeichnen.

Der seit 2010 gültige Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) für NO_2 , der unter Berücksichtigung der für 2005 geltenden Toleranzmarge $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betrug, wurde in 2005 an den beiden innerstädtischen Messstationen um bis zu $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten.

Der in 2006 geltende Grenzwert einschließlich Toleranzmarge von $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde in 2006 um bis zu $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten.

In 2007 wurde der Grenzwert incl. Toleranzmarge von $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) für NO_2 , an den beiden innerstädtischen Messpunkten um bis zu $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten.

Schließlich wurde auch in 2008 und in 2009 eine Überschreitung des Grenzwerts incl. Toleranzmarge von $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) für NO_2 an den beiden innerstädtischen Messpunkten um bis zu $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verzeichnet.

Aufgrund der ermittelten Überschreitung der Grenzwerte wurde der Luftreinhalte- / Aktionsplan für die Stadt Augsburg von der Regierung von Schwaben fortgeschrieben [6], [7].

Im Rahmen einer Wirkungsanalyse [13] wurde in 2007 im Vorfeld der Einführung der Umweltzone eine Prognose der Wirksamkeit ausgewählter Maßnahmen, insbesondere die Anordnung von Fahrverboten in der Umweltzone, überprüft.

Mit dem Luftreinhalte- / Aktionsplan wurde am 01.07.2009 die Umweltzone in ihrer ersten Stufe im Stadtgebiet Augsburg eingeführt. Danach dürfen nur Kraftfahrzeuge (Pkw und Lkw) in der Umweltzone fahren, die bestimmte Abgasstandards erfüllen und dies gemäß der Kennzeich-

nungsverordnung (35. BImSchV [4]) mit einer farbigen Plakette - rot, gelb oder grün - nachweisen können.

Im Vorfeld der für 1.10.2010 geplanten Einführung der Stufe 2 der Umweltzone wurde die Wirksamkeit der ersten beiden Stufen der Umweltzone im Juli 2010 für die Luftschadstoffkomponenten Feinstaub PM_{10} , Dieselruß (Ruß, PM) und Stickstoffoxid (NO_x) mit dem Programm IMMIS^{Luft} Version 3.2 rechnerisch ermittelt [16]. Auf eine Berechnung von NO_2 wurde verzichtet, da sich zu diesem Zeitpunkt in der Fachwelt bereits erhebliche Änderungen in den Datengrundlagen und Prognoseverfahren (HBEFA 3.1, Modellierungsverfahren) diskutiert wurden.

Anhand der Berechnungsergebnisse wurde seitens des Bay. Landesamts für Umwelt die Einführung der 2. Stufe im Juli 2010 als sinnvoll bewertet. Der Stadtrat Augsburgs wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit am 29.07.2010 darüber in Kenntnis gesetzt, dass die Voraussetzungen für die Einführung der 2. Stufe als gegeben anzusehen seien. Im Rahmen einer Pressekonferenz wurde am 22.09.2010 der Einföhrungstermin der 2. Stufe zum 01.01.2011 bekannt gegeben.

Mit Einföhrung des Programms IMMIS^{Luft} in der Version 5.1 wurde parallel im August 2010 das HBEFA in der Version 3.1 programmtechnisch umgesetzt. Damit ist es erstmals möglich, neuere Erkenntnisse zur Verkehrszusammensetzung, zur Fahrleistung einzelner Fahrzeugschichten, zur Partikelemission sowie zur Photochemie bei der Stickstoffoxidkonversion in den Berechnungen zu berücksichtigen.

Im Rahmen dieser Untersuchung sollen die bisherigen Berechnungen hinsichtlich der Luftschadstoffe Stickstoffdioxid und Feinstaub PM_{10} aus 2007 anhand dieser neueren verfügbaren Erkenntnisse und Methoden fortgeschrieben und aktualisiert werden.

Die Durchführung der Berechnungen erfolgt anhand der konkreten Zulassungszahlen im Stadtgebiet Augsburg, sowie anhand der Zulassungszahlen in den umgebenden Landkreisen Augsburg und Aichach-Friedberg. Hinsichtlich der Fahrzeugflottenzusammensetzung wird auf vorangegangene Untersuchungen zurückgegriffen [16].

Für die Untersuchung sind die Stichtage

- 01.07.2008 (vor Einföhrung der Umweltzone),
- 01.10.2010 (Stufe 1 der Umweltzone, jetzt) und
- 01.01.2011 (Beginn der Stufe 2 der Umweltzone)

heranzuziehen.

Die Untersuchung beschränkt sich hierbei auf die 17 am höchsten belasteten Straßenabschnitten gemäß der Wirkungsanalyse zur Umweltzone aus 2007.

2. Örtlichkeiten

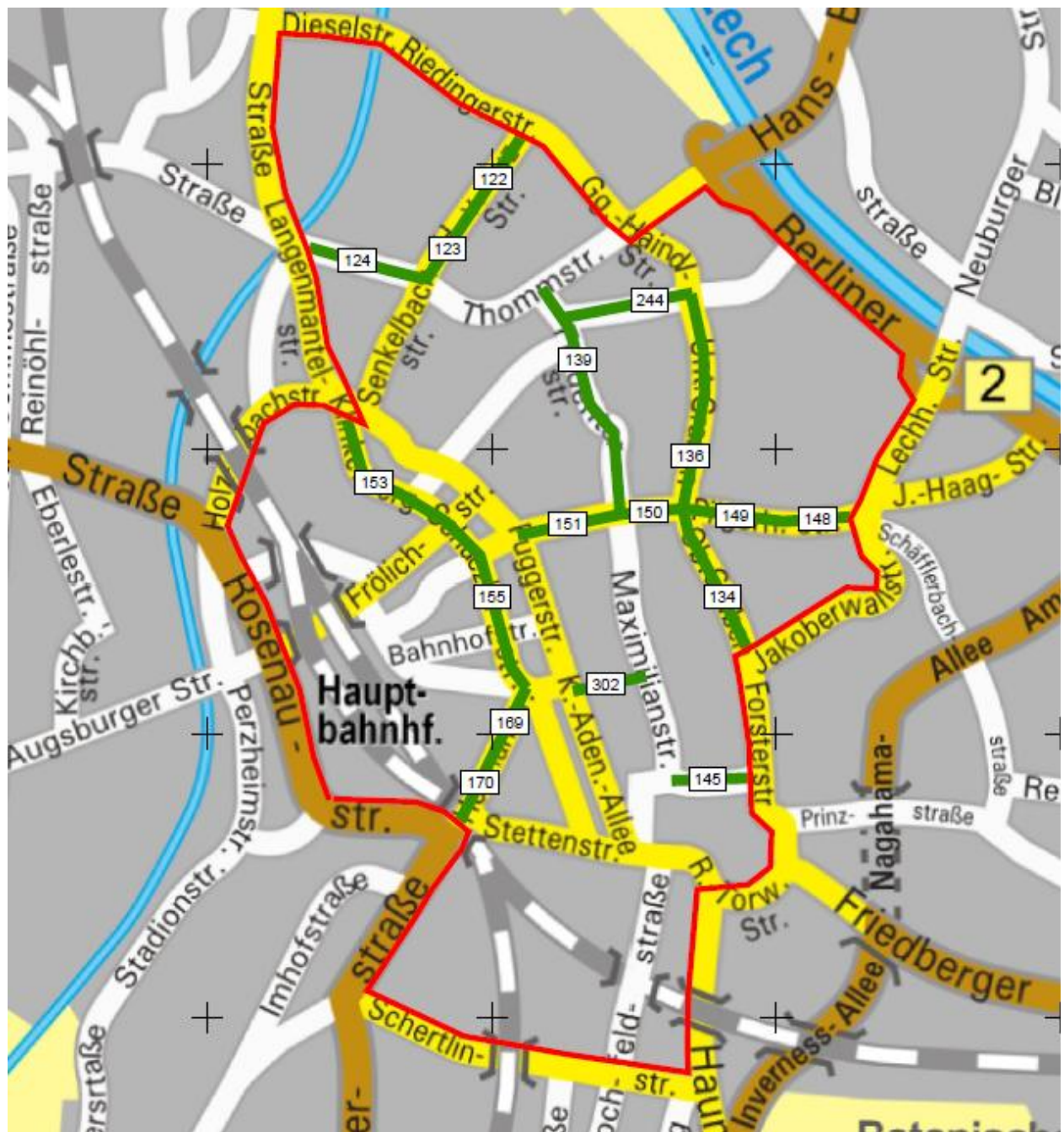
Die Umweltzone umfasst die Innenstadt der Stadt Augsburg. Die Umweltzone wird im Wesentlichen begrenzt durch die Rosenaustraße im Westen, die Dieselstraße / Berliner Allee im Norden, die Jakoberwallstraße / Forsterstraße im Osten und die Schertlinstraße im Süden. Der genaue Umgriff der Umweltzone ist Abbildung 2.1 anhand der roten Schraffur zu entnehmen.

Abb. 2.1: Umweltzone der Stadt Augsburg



Innerhalb dieser Zone befinden sich die 17 Straßenzüge des Hauptverkehrsnetzes, deren Luftschadstoffbelastung gegenständlich für diese Untersuchung ist.

Abb. 2.2: Untersuchungsgegenständliche Straßen in der Umweltzone



Die in Abbildung 2.2 angegebenen Bezeichnungen kennzeichnen folgende Straßenzüge. (Die vergebenen Abschnittsnummern orientieren sich an der Wirkungsanalyse.)

Tabelle 2.1: untersuchte Straßenzüge	
Nr.	Straße
122	Heinrich-von-Buz-Straße - Nordabschnitt
123	Heinrich-von-Buz-Straße - Südabschnitt
124	Wertachstraße
134	Oberer Graben
136	Unterer Graben
139	Frauentor
145	Milchberg
148	Jakoberstraße
149	Pilgerhausstraße
150	Leonhardsberg
151	Karlstraße
153	Klinkerberg
155	Schaezlerstraße
169	Hermanstraße - Nordabschnitt
170	Hermanstraße - Südabschnitt
244	Stephingerberg
302	Hallstraße

3. Beurteilungsgrundlagen

Die Beurteilung der Luftschadstoffbelastung erfolgt nach der Neununddreißigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV [2]. (Bis August 2008 war die mit Inkrafttreten der 39. BImSchV außer Kraft getretene 22. BImSchV einschlägig [3].)

Als maßgebliche Luftschadstoffe aus dem Straßenverkehr werden in dieser Untersuchung Partikel (PM₁₀) und Stickstoffdioxid (NO₂) behandelt.

Die 39. BImSchV nennt für PM₁₀ und NO₂ folgende Immissionsgrenzwerte:

"§4 Immissionsgrenzwerte für Partikel (PM₁₀)

(1) *Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der über den Tag gemittelte Immissionsgrenzwert für Partikel PM₁₀*

50 Mikrogramm pro Kubikmeter

bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.

(2) *Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für Partikel PM₁₀*

40 Mikrogramm pro Kubikmeter.

§3 Immissionsgrenzwerte ... für Stickstoffdioxid (NO₂) ...

(1) *Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der über eine volle Stunde gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid NO₂*

200 Mikrogramm pro Kubikmeter

bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.

(2) *Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt ... der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid NO₂*

40 Mikrogramm pro Kubikmeter."

Im Rahmen des Untersuchungsauftrags erfolgt bezüglich PM₁₀ und NO₂ lediglich eine vergleichende Betrachtung der Rechenwerte der Schadstoffprognose mit den Grenzwerten für den Jahresmittelwert. Die Einhaltung der Grenzwerte für Tages- und Stundenmittelwerte ist nicht Gegenstand der Untersuchung.

4. Rechenverfahren

4.1 Emissionsmodell

Die Auspuffemissionen werden nach dem „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA Version 3.1)“ berechnet.

Das HBEFA stellt folgende Eingangsdaten zur Verfügung:

- warme Emissionsfaktoren für eine Auswahl von Verkehrssituationen und unterschiedliche Fahrzeugkategorien (differenziert nach Ländern)
- die Fahrzeugflotten Deutschlands für die Jahre 1990 bis 2030 unter Berücksichtigung länderspezifischer Eigenschaften (Flottenzusammensetzung, Temperaturen, Fahrmuster etc.)
- Kaltstartzuschläge für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (LNF)

Die Emissionsberechnung wird durch ein Modell zur Berechnung der Zusatzbelastung von PM₁₀ durch Aufwirbelung, Reifen- Straßen- und Bremsabrieb (AWAR-Emissionen) ergänzt. Diese Zusatzemissionen wirken naturgemäß unabhängig vom Emissionskonzept (Kraftstoff und Abgasnorm) der Fahrzeuge.

4.2 Verkehrssituationen

Das HBEFA stellt unterschiedliche Verkehrssituationen für die Modellierung des Emissionsverhaltens der Straßen zur Verfügung. Die Verkehrssituationen definieren sich aus einer Kombination der vier Faktoren

- Gebiet,
- Straßentyp,
- Tempolimit und
- Verkehrszustand.

Im vorliegenden Fall ist der Gebietstyp "urban" heranzuziehen. Als Straßentyp kommt im gegebenen innerstädtischen Umfeld u. E. "Distributor" (Hauptverkehrsstraße) in Betracht. Es sind ausschließlich Straßen mit einem Tempolimit von 50 km/h untersuchungsgegenständlich.

Der Verkehrszustand wird durch das "Level of Service" (LOS) gekennzeichnet. Die verfügbaren Verkehrszustände reichen von "flüssig" über "dicht" und "gesättigt" bis "stop & go". Die Verkehrszustände kommen bei den betrachteten, höher belasteten, Straßen in einem Verteilungsmuster vor. So wird in der Nachtzeit in der Regel von freiem Verkehrsfluss auszugehen sein. Hingegen ist in der Morgen- und Abendspitze gesättigter Verkehr zu berücksichtigen, tagsüber ist überwiegend dichter Verkehr zu beobachten. In der vorliegenden Untersuchung wird von folgender mittleren Belastungsverteilung an Werktagen ausgegangen:

Tabelle 4.2.1: LOS - Verteilungsmuster Werktag / 24 h

frei fließend	dicht	gesättigt	stop & go
10 h	12 h	2 h	0 h
42%	50%	8%	0%

Im Sinne einer konservativen Betrachtung werden keine Korrekturen für Sonn- und Feiertage sowie die Ferienzeiten (immerhin etwa 38 % aller Tage im Jahr) in Ansatz gebracht.

4.3 Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren für die Schadstoffe PM₁₀, NO₂ und NO_x liegen nach HBEFA 3.1 schichtenfein getrennt nach 40 Bezugsjahren, 69 Verkehrssituationen und vier Verkehrszustände für sieben grundlegende Emissionskonzepte und sieben Längsneigungsklassen vor.

4.4 Flottenzusammensetzung

Für die Bezugsjahre 2008, 2010 und 2011 steht jeweils eine definierte Flottenzusammensetzung zur Verfügung. Innerhalb einer Flottenzusammensetzung für ein Bezugsjahr wird unterschieden zwischen Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeugen, Linien- und Reisebussen (und Krafträdern). Hinzu kommt eine Differenzierung der Pkw und der leichten Nutzfahrzeuge zwischen diesel- und benzinbetriebenen Fahrzeugen.

Die Flottenzusammensetzung berücksichtigt hierbei die geltenden Abgasnormen, den Altersmix der in der Flotte befindlichen Fahrzeuge, sowie die fahrzeugspezifische gewichtete Fahrleistung der Fahrzeuge innerhalb der Flotte.

Die Straßenverkehrs-Zulassungsordnung (StVZO) schreibt für die Typzulassung neuer Kfz und in Betrieb befindlicher Kfz die Einhaltung definierter Emissionsgrenzwerte vor. Geregelt sind Abgasgrenzwerte für die Abgaskomponenten CO (Kohlenmonoxid), CH (bzw. HC, flüchtige organische Verbindungen), NO_x (Stickstoffoxide) und Partikel.

Derzeit existieren fünf Grenzwertstufen. Es sind dies die Stufen EURO 1 / I (seit 1992), EURO 2 / II (seit 1996), EURO 3 / III (seit 2000) und EURO 4 / IV (seit 2005) und EURO 5 / V (seit September 2009). Ab September 2012/13 bzw. September 2014 soll die Stufe EURO VI (Lkw und Busse) bzw. 6 (Pkw und LNF) in Kraft treten.

Konkret wird zum einen die Bundesflotte nach Auskunft des Kraftfahrt-Bundesamts, zum anderen die lokale Flotte in Stadt und Umland von Augsburg herangezogen. Die Anpassung der Flottendateien für die Vergleichsberechnung erfolgt nach folgendem Schema:

Anhand der Zulassungszahlen des KBA im jeweiligen Bezugsjahr werden aus den Fahrleistungsgewichten der einzelnen Fahrzeugschichten die anteiligen Fahrleistungen der Schichten errechnet. Diese werden mit den lokalen Zulassungszahlen in normierte lokale Fahrleistungs-

gewichte je Schicht rücküberführt. Grundlage sind hierbei entsprechend der Detailliertheit der vorliegenden Zulassungszahlen die nach Kraftstoff- und Schadstoffminderungskonzept aggregierten Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie. Diese werden in der Folge auf die etwa 290 Fahrzeugschichten der Flotte eines Bezugsjahrs umgelegt, wobei die Relationen der Schichtdateien eines Schadstoffminderungskonzepts innerhalb einer Fahrzeugkategorie zueinander jeweils beibehalten werden.

4.5 Kaltstartmodellierung

Im Rechenverfahren sind Kaltstartzuschläge für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge entsprechend HBEFA implementiert. Die Kaltstartzuschläge werden als Korrekturfaktor auf die warmen Emissionsfaktoren angewendet. Für schwere Nutzfahrzeuge stehen keine Kaltstartzuschläge zur Verfügung. Die Kaltstartzuschläge werden für den Kaltstarttyp "commercial" (Geschäftsstraße Innenstadt, 5.000 - 10.000 Kfz / 24 h) in Ansatz gebracht.

4.6 Berechnung mittels IMMIS^{Luft}

Die Berechnung der Luftschadstoff-Immissionen erfolgt mittels des Rechenprogramms IMMIS^{Luft}, Version 5.1 [9].

Das Programm IMMIS^{Luft} ist ein Screening-Programm zur Bestimmung der Luftschadstoff-Immissionen in Innenstädten. IMMIS^{Luft} modelliert die Ausbreitung der kraftfahrzeug-bedingten Schadstoffbelastung im Straßenraum unter Berücksichtigung einer gegebenen, nicht verkehrsbedingten, Vor- bzw. Hintergrundbelastung. Es beruht auf dem CPB-Modell für Straßenschluchten und einem Box-Modell für offene Bebauung. Dem Rechenverfahren sind eine 10-Jahres-Klimatologie des DWD, sowie ein Satz von Tages- Wochen- und Jahregängen hinterlegt.

IMMIS^{Luft} erlaubt die Berechnung der Luftschadstoffkonzentrationen bei unterschiedlichen innerstädtischen Verkehrssituationen in Abhängigkeit von den gegebenen Straßenraumgeometrien, sowie der Porosität und Höhe der Straßenrandbebauung. Die Porosität ist ein Maß für die Geschlossenheit der Randbebauung.

4.7 PM₁₀ - Zusatzemissionen (AWAR-Emissionen)

Das HBEFA stellt keine PM₁₀ - Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb zur Verfügung. In IMMIS^{Luft} sind zwei alternative Verfahren implementiert. Zum einen steht ein Abschätzungsverfahren nach BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Schweiz, 2001) zur Verfügung. In diesem Verfahren werden nach Fahrzeugkategorien Abriebs- und Aufwirbelungsfaktoren in g bzw. mg/km angegeben.

Zum Anderen ist ein Verfahren nach Düring aus 2004 verfügbar, das einen Zusammenhang der AWAR-Emissionen zwischen Verkehrssituationen und Fahrzeugkategorien herstellt, wobei allerdings lediglich zwischen leichten Nutzfahrzeugen und Pkws einerseits und Lkws andererseits unterschieden wird. Auch Düring gibt die Emissionen in mg/km Wegstrecke an. Die Programmversion 5.1 legt gegenüber dem Ansatz aus 2004 insbesondere bei lichtsignalgeregelten Inner-

ortsstraßen und vorfahrtberechtigten Hauptverkehrsstraßen um 17 % geringere Emissionsfaktoren zugrunde, als dies bislang der Fall war.

Nachfolgende Übersicht stellt für Pkw und SNF die unterschiedlichen Berechnungsansätze nach BUWAL und Düring (für lichtzeichengeregelte Hauptverkehrsstraßen LSA geringer, mittlerer und hoher Störung, entsprechend etwa Distributor, freeflow, heavy und saturated) einander gegenüber:

Tabelle 4.7.1: Vergleich der AWAR-Emissionsfaktoren nach BUWAL / Düring in mg/km

Fahrzeugkategorie	BUWAL	Düring LSA1	Düring LSA2	Düring LSA3
Pkw	45	33,3	50	75
SNF	653	317	500	667

Der Ansatz nach Düring stimmt demnach bei Pkws bei einer in mittlerem Maße gestörten lichtsignalgeregelten Hauptverkehrsstraße (LSA2, Distributor heavy) am ehesten mit dem Ansatz nach BUWAL überein. Bei den SNF ist die beste Übereinstimmung in der Verkehrssituation saturated (LSA 3) gegeben.

Im Weiteren wird das angepasste Verfahren nach Düring angewandt, da das Verfahren nach BUWAL eine verkehrsflussabhängige Modellierung der AWAR-Emissionen nicht gestattet, dies aber für eine Berücksichtigung bei den Verkehrszuständen zweckmäßig erscheint.

4.8 NO₂ - Umwandlung

In IMMIS^{Luft} 5.1 wird programmtechnisch unterschieden zwischen den sog. Direktmissionen (DE) und einem Anteil an photochemisch gebildetem NO₂ (PC).

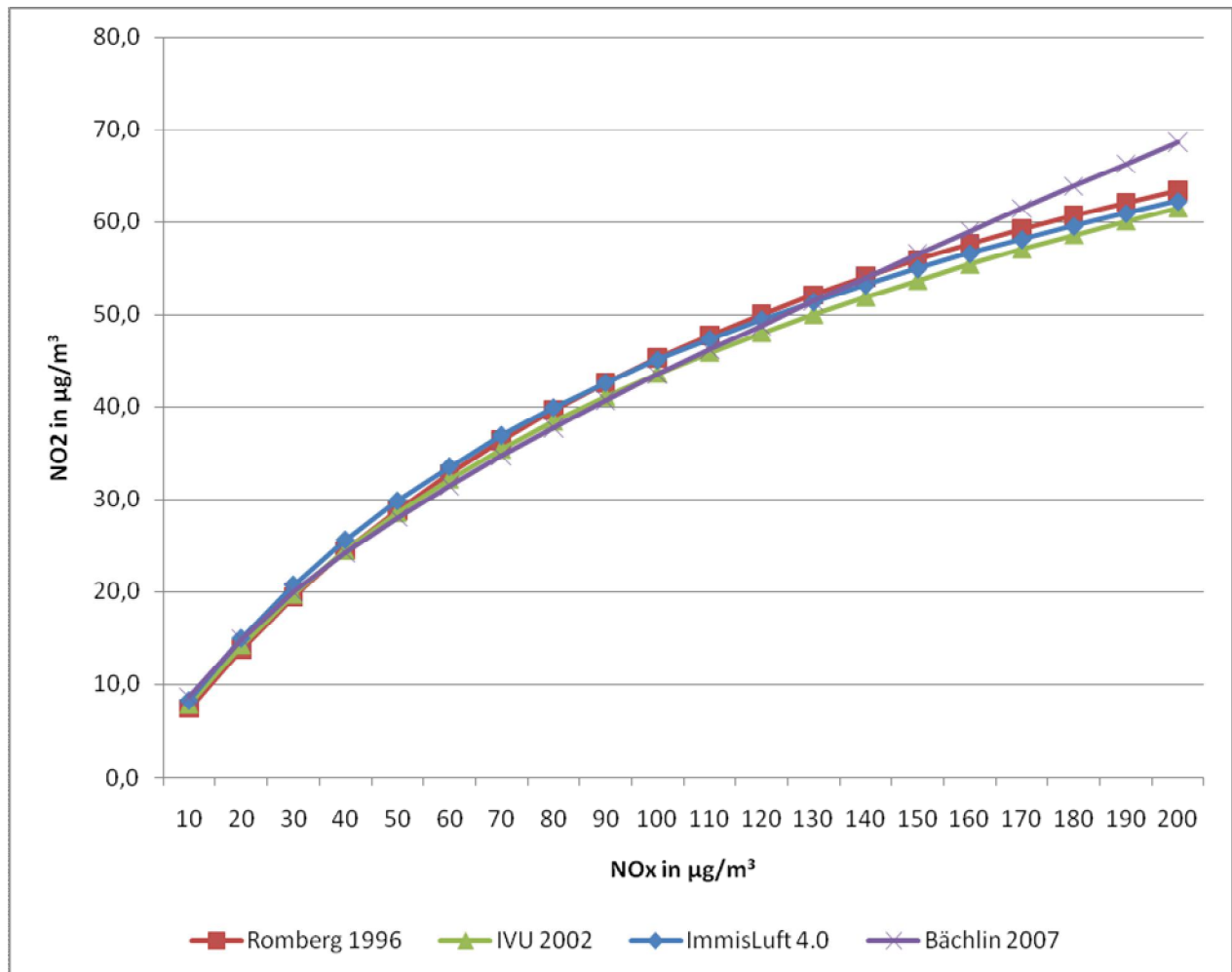
4.8.1 Empirie NO_x-NO₂-Konversion / Direktmissionen

Die Berechnung der Konzentration an NO₂ erfolgt in IMMIS^{Luft} in mehreren Schritten prinzipiell auf der Grundlage des statistischen Ansatzes nach Romberg/Bösinger/Lohmeyer (im Weiteren "Romberg-Ansatz").

Zunächst wird aus einer gegebenen Vorbelastung, ausgedrückt in der vorhandenen Konzentration an NO_x oder NO₂, sowie der verkehrsbedingten Zusatzbelastung an NO_x die Gesamtbelastung an NO_x im betrachteten Straßenraum errechnet. Über den Berechnungsansatz nach Romberg wird in der Folge aus dem Jahresmittelwert der Konzentration an NO_x auf die vorhandene Konzentration an NO₂ rückgeschlossen.

Der Ansatz nach Romberg ist dreifach parametrisiert. In IMMIS^{Luft} 5.1 sind vier Parameterdatensätze verfügbar (nach Romberg 1996, IMMIS^{Luft} 4.0, IVU 2002 und Bächlin 2007). Darüber hinaus können eigene Parameter gewählt werden. Bei einer gegebenen NO_x-Konzentration im Straßenraum ergeben sich nach dieser Gleichung folgende Konzentrationswerte an NO₂:

Abb. 4.8.1: NO_x-NO₂-Konzentrationsberechnung nach Romberg, und alternative Berechnungsvarianten in µg/m³



Die unterschiedlichen Berechnungsansätze streuen bezüglich des Mittelwerts bis etwa 130 µg/m³ NO_x um ±0,6 bis ±1,2 µg/m³ NO₂. Bei höheren Konzentrationen kommt insbesondere Bächlin zu deutlich höheren Konzentrationen (bis zu ca. + 5 µg/m³ bezogen auf den arithmetischen Mittelwert aller Prognoseverfahren). Insofern nimmt Bächlin in seinem Ansatz ein Stück weit die Beobachtung der vergangenen Jahre vorweg, dass insbesondere bei hohen Konzentrationen an NO_x insgesamt mehr NO₂ gefunden wird als dies der Ansatz nach Romberg erwarten lässt. Da im Weiteren zusätzlich ein "Photochemieansatz" (vgl. Punkt 4.8.2) zum Tragen kommen wird, der diesen Effekt abbilden soll, stützt sich die Berechnung der NO₂-Konzentrationen hier auf den klassischen Ansatz nach Romberg, der durch die alternativen Ansätze gem. IVU 2002 bzw. nach IMMIS 4.0 in der Substanz nicht in Frage gestellt wird.

4.8.2 Photochemie

Messungen der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass mit obigem Ansatz die an den Messstellen vorgefundenen Konzentrationen in der Regel unterschätzt werden. Die Unterschiede zwischen Messung und Berechnung sind dabei im Allgemeinen umso größer, je höher die Verkehrsbelastung an einer Messstelle ist. Zurückgeführt wird dieser Umstand in der Hauptsache auf den erhöhten Anteil dieselbetriebener Pkws an der Flotte, deren erhöhtem Fahrleistungsanteil allgemein, sowie den damit erhöhten Ausstoß von primärem NO_2 (Direktemission).

Düring schlägt zur Verbesserung der Prognosegenauigkeit einen Ansatz vor, der auf der photochemischen Gleichgewichtsreaktion zwischen NO_x , NO_2 und Ozon basiert. Der Ansatz setzt eine bekannte Hintergrundbelastung bezüglich Ozon, NO_2 und NO_x voraus und kann grundsätzlich anhand bekannter Konzentrationswerte zurückliegender Messungen über die Parameter "Reaktionsgeschwindigkeit, Photolysefrequenz und Mischungszeit" kalibriert werden.

5. Vorhandene Grundlagen

5.1 Umweltzone Stadt Augsburg

Der Start der Umweltzone wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit mit der ersten Fortschreibung des Luftreinhalte-/Aktionsplans für die Stadt Augsburg mit Einbeziehung der Umlandgemeinden nach § 47 Abs. 5a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [1] mit Schreiben vom 8.5.2009 bekannt gemacht [7].

Der Start der Umweltzone Stufe 1 fand am 1.7.2009 statt.

Gemäß der Kennzeichnungsverordnung (35. BImSchV) dürfen seit diesem Stichtag nur noch Fahrzeuge der Schadstoffgruppen 2, 3 und 4 mit einer farbigen Plakette - rot, gelb oder grün - in die Umweltzone fahren. Gemäß dem nachfolgenden Stufenplan sind weitere Stufen der Umweltzone mit voraussichtlichen Einföhrungsterminen geplant:

- Stufe 1 seit 1. Juli 2009 Kfz mit roter, gelber und grüner Plakette
- Stufe 2 ab 1. Jan. 2011 Kfz mit gelber und grüner Plakette
- Stufe 3 vsl. ab 1. Jan. 2013 Kfz mit grüner Plakette

Mit Einführung der Umweltzone wurde auch ein Lkw-Durchfahrtsverbot für Lkws > 3,5 t (mit Ausnahme des Lieferverkehrs) für den Geltungsbereich eingeföhrt. Die o. a. Fahrverbote werden in der Berechnung berücksichtigt.

5.2 Luftschadstoff-Vorbelastung

Die Luftschadstoff-Vorbelastung wurde auf der Grundlage der Messergebnisse der lufthygienischen Messstationen des Bay. Landesamts für Umwelt am Standort Augsburg festgelegt.

Danach ist für die gegenständlichen Berechnungen von folgenden Vorbelastungswerten auszugehen:

Luftschadstoff	Konzentration in µg/m ³
NO ₂	25
NO _x	40
O ₃	38
PM ₁₀	24

5.3 Verkehrszahlen des Motorisierten Verkehrs (MV)

Die Zahlen des für diese Untersuchung maßgeblichen Verkehrsaufkommens des motorisierten Verkehrs wurden der Wirkungsanalyse aus 2007 entnommen. Grundlage der Untersuchung ist der Verkehr vor Einführung der Umweltzone in 2007.

Die Verkehrsstärken sind der Anlage 1 zu entnehmen. Die Verkehrsmengen unterscheiden nach

- DTV-Werten in Kfz / 24 h
- Anteil schwerer Nutzfahrzeuge
- Anteil leichter Nutzfahrzeuge

Ergänzt werden die Verkehrsmengen durch einen Ansatz für Linien- und Regionalbusse. Bei Befahrung eines Straßenzugs durch Linien- und / oder Regionalbusse wird ein pauschaler Anteil von je 1 % Busverkehr am DTV berücksichtigt.

5.4 Ausbreitungsbedingungen

Die verwendeten Straßenraumgeometrien und meteorologischen Bedingungen sind der Wirkungsanalyse aus 2007 entnommen und in den Anlagen zur Luftschadstoffberechnung dokumentiert.

5.5 Zulassungszahlen

Es finden zum einen die Zulassungszahlen des Kraftfahrtbundesamts Verwendung, das jährlich eine Statistik der zugelassenen Fahrzeuge zum Stichtag 1.1. eines Bezugsjahres veröffentlicht. Die statistischen Daten unterscheiden im Wesentlichen nach Fahrzeugkategorien, Kraftstofftypen und Schadstoffminderungskonzepten.

Zum anderen werden Zulassungszahlen der lokalen Zulassungsbehörde für Augsburg und die Nachbarlandkreise Augsburg und Aichach-Friedberg herangezogen. Der Umlandeinfluss wird mit 10 % an der Verkehrsmenge geschätzt. Die Vorliegenden Zahlen unterscheiden zwischen Pkws einerseits, und Lkws sowie leichten Nutzfahrzeugen andererseits. Weiterhin wird unterschieden zwischen Kraftstofftypen und Abgasreinigungskonzepten. Für leichte Nutzfahrzeuge liegen keine Angaben vor, ebenso wenig für Motorräder, deren Einfluss in dieser Untersuchung nicht betrachtet wird.

Es existieren Zulassungszahlen bis einschließlich 2010. Die Berechnungen für die Einführung der Stufe 2 der Umweltzone werden auf der Grundlage der bekannten Zulassungszahlen aus 2010 durchgeführt, d. h. es wird für 2011 keine Trendabschätzung aus der vergangenen Entwicklung vorgenommen.

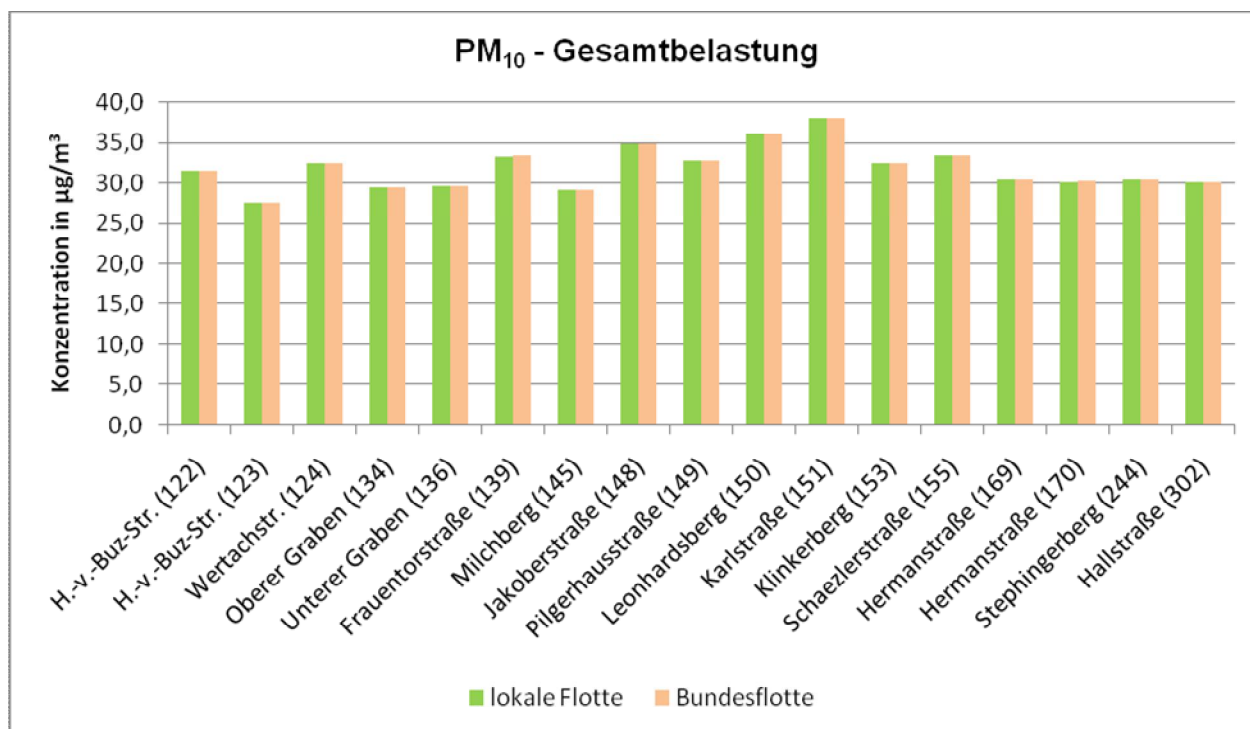
6. Entwicklung der Feinstaubbelastung PM₁₀

Die den nachfolgenden Graphiken und Tabellen unter Punkt 6.1 bis 6.4 zugrunde liegenden Verkehrsmengen des Fahrzeugbestands im jeweiligen Bezugsjahr sind in Anlage 2 tabellarisch beigegeben. Anlage 3 enthält eine Zusammenstellung aller für die Luftschadstoffprognose verwendeten Randbedingungen der Berechnung, so dass in Verbindung mit den in Anlage 1 und 2 ausgewiesenen Verkehrsmengen und Flottenzusammensetzungen die u. a. Berechnungsergebnisse nachvollzogen werden können. Die Berechnungsergebnisse sind zudem tabellarisch in den Anlagen 4 bis 6 beigegeben.

6.1 Feinstaubbelastung in 2008

In der nachstehenden Abbildung 6.1.1 ist die Feinstaubbelastung PM₁₀ für das Bezugsjahr 2008 vor Einführung der Umweltzone für die betrachteten 17 Straßenzüge dargestellt. Verglichen werden die Konzentrationen, berechnet unter Zugrundelegung der Bundesflotte, mit den Konzentrationen, welche sich unter Ansatz der lokalen Zulassungszahlen errechnen.

Abb. 6.1.1 PM₁₀-Gesamtbelastung im Bezugsjahr 2008: Vergleich "lokal / Bund"

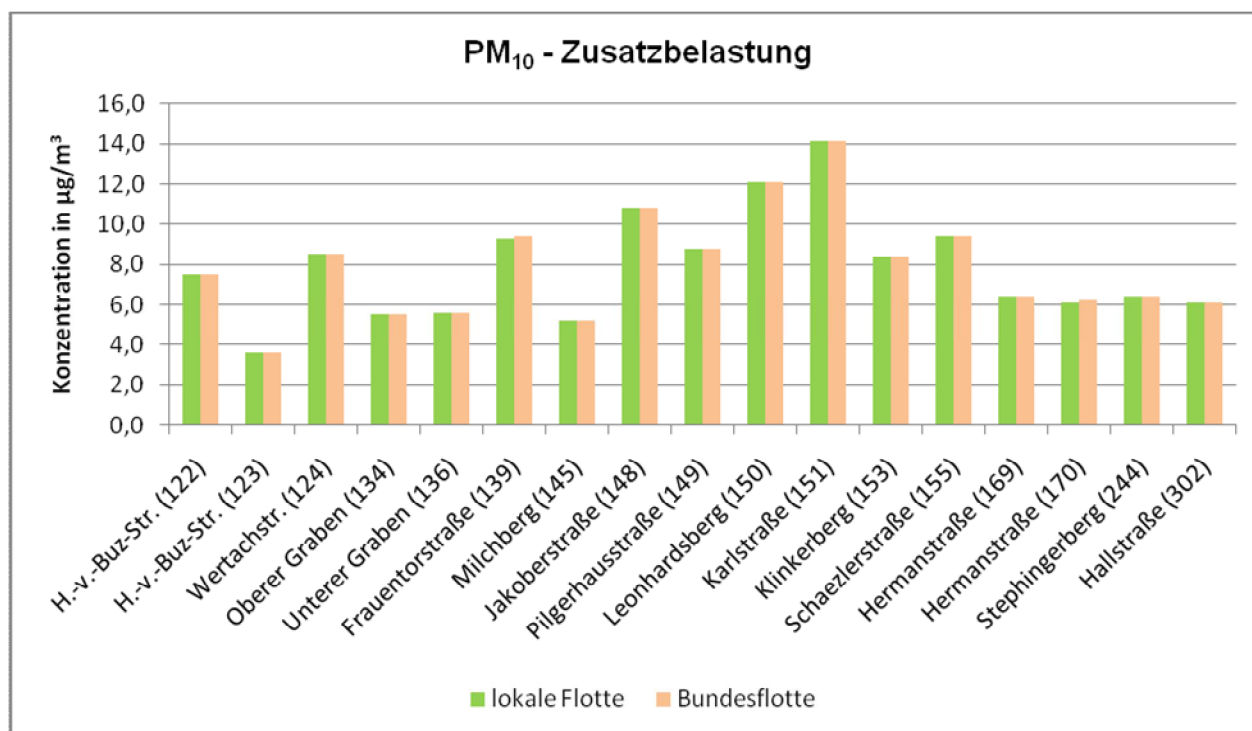


Aus Abbildung 6.1.1 ist ersichtlich, dass sich die Immissionskonzentrationen des JMW durchweg unter dem Grenzwert von 40 µg/m³ bewegen. Somit war bereits für das Jahr 2008 davon auszugehen, dass allgemein die Anforderungen der damals verbindlichen 22. BImSchV bzw. der jetzt geltenden 39. BImSchV an den Jahresmittelwert (JMW) eingehalten werden. Die Gaphik zeigt auch, dass zwischen dem Ansatz der Bundesflotte und der lokalen Flotte im

Ergebnis kaum Unterschiede festzustellen sind. Dies liegt an dem Umstand, dass in Augsburg und Umland bei einer allgemein etwas jüngeren Flotte der Anteil an feinstaubemittierenden Dieselfahrzeugen etwas höher ist als der Bundesdurchschnitt, wobei sich beide Faktoren in etwa gegeneinander aufheben.

Der berechnete Wert an der Karlstraße liegt deutlich über dem Messwert der LÜB-Station aus 2008 ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$) für den JMW, passt allerdings recht gut zum Trend der vorangegangenen Jahre mit Werten um $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Abb. 6.1.2 PM_{10} -Zusatzbelastung im Bezugsjahr 2008: Vergleich "lokal / Bund"



Auch ein näherer Blick auf die Zusatzbelastung, d. h. auf die direkten verkehrsbedingten Immissionen zeigt, dass in 2008 kaum Unterschiede zwischen den Immissionen aus der Bundesflotte und jenen der lokalen Flotte festzustellen sind.

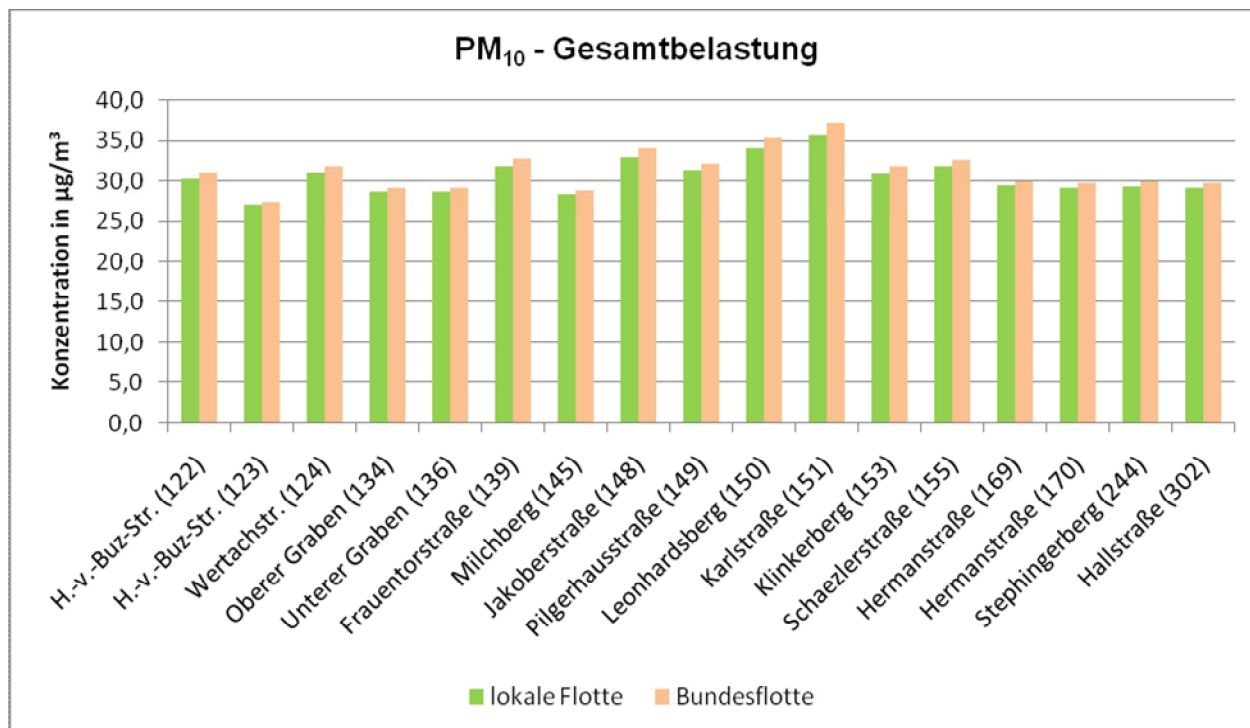
Die berechneten Konzentrationen über alle betrachteten Straßenzüge weisen folgende Eckdaten auf:

Fallbetrachtung	Minimum	Maximum	Mittelwert
gesamt Bundesflotte	27,6	38,1	31,9
gesamt lokale Flotte	27,6	38,1	31,9
Änderung lokal - Bund	0,0	0,0	0,0
Änderung prozentual	0,0%	0,0%	0,0%

6.2 Feinstaubbelastung in 2010 (mit UWZ Stufe 1)

In Abbildung 6.2.1 ist die PM₁₀ - Belastung für das Bezugsjahr 2010 nach Einführung der Umweltzone in 2009 für die betrachteten 17 Straßenzüge dargestellt.

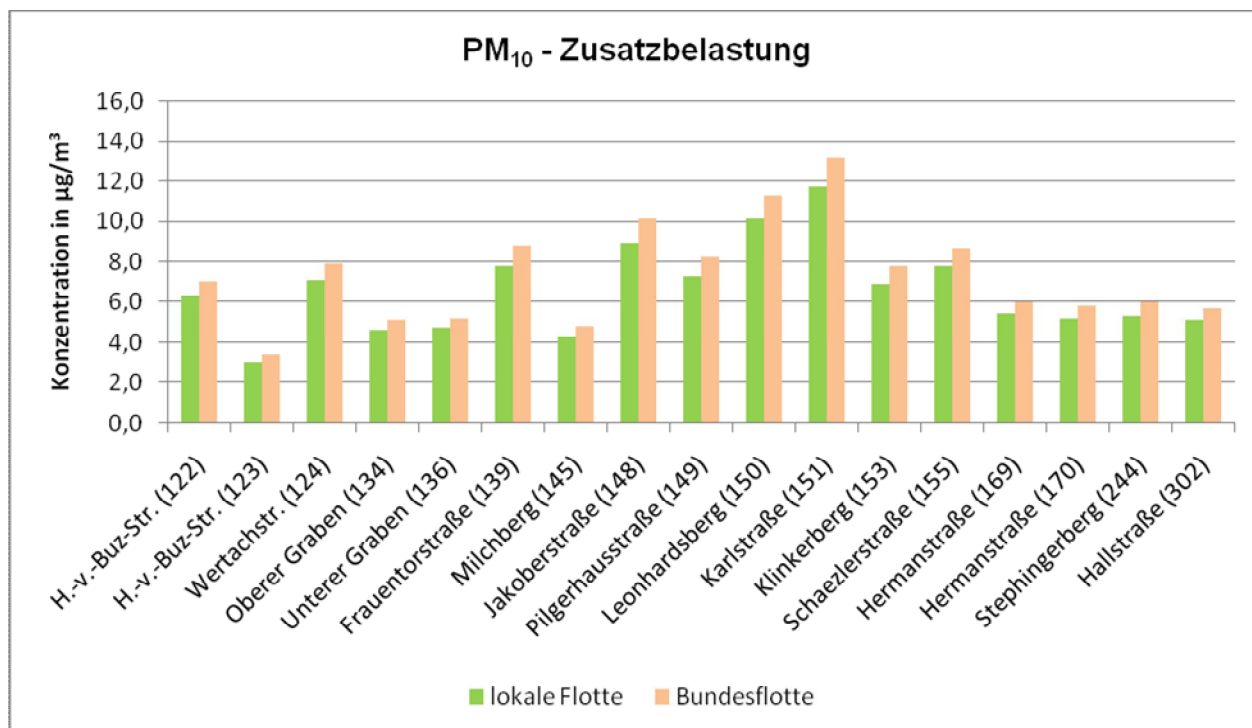
Abb. 6.2.1 PM₁₀-Gesamtbelastung im Bezugsjahr 2010: Vergleich "lokal / Bund"



Aus Abbildung 6.2.1 ist zu entnehmen, dass sich die Immissionskonzentrationen des JMW durchweg unter dem Grenzwert von 40 µg/m³, mit Ausnahme der Karlstraße auch unter 35 µg/m³, bewegen. Gegenüber 2008 ist somit eine leichte Verbesserung eingetreten. Zwischen dem Ansatz der Bundesflotte und der lokalen Flotte zeigt sich durchweg ein leichter Abstand bei den berechneten absoluten Konzentrationswerten. Dieser Effekt ist neben der lokalen Flottenzusammensetzung in 2010 auf den Ausschluss der rund 0,8 % Pkws bzw. 0,4 % schwerer Nutzfahrzeuge (Anteile jeweils an der Gesamtflotte) zurückzuführen, welche ohne Plakette nicht mehr in die Umweltzone einfahren dürfen.

Abbildung 6.2.2 zeigt die Zusatzbelastung unter Ausblendung der Hintergrundbelastung.

Abb. 6.2.2 PM₁₀-Zusatzbelastung im Bezugsjahr 2010: Vergleich "lokal / Bund"



Die berechneten Konzentrationen über alle betrachteten Straßenzüge errechnen sich wie folgt:

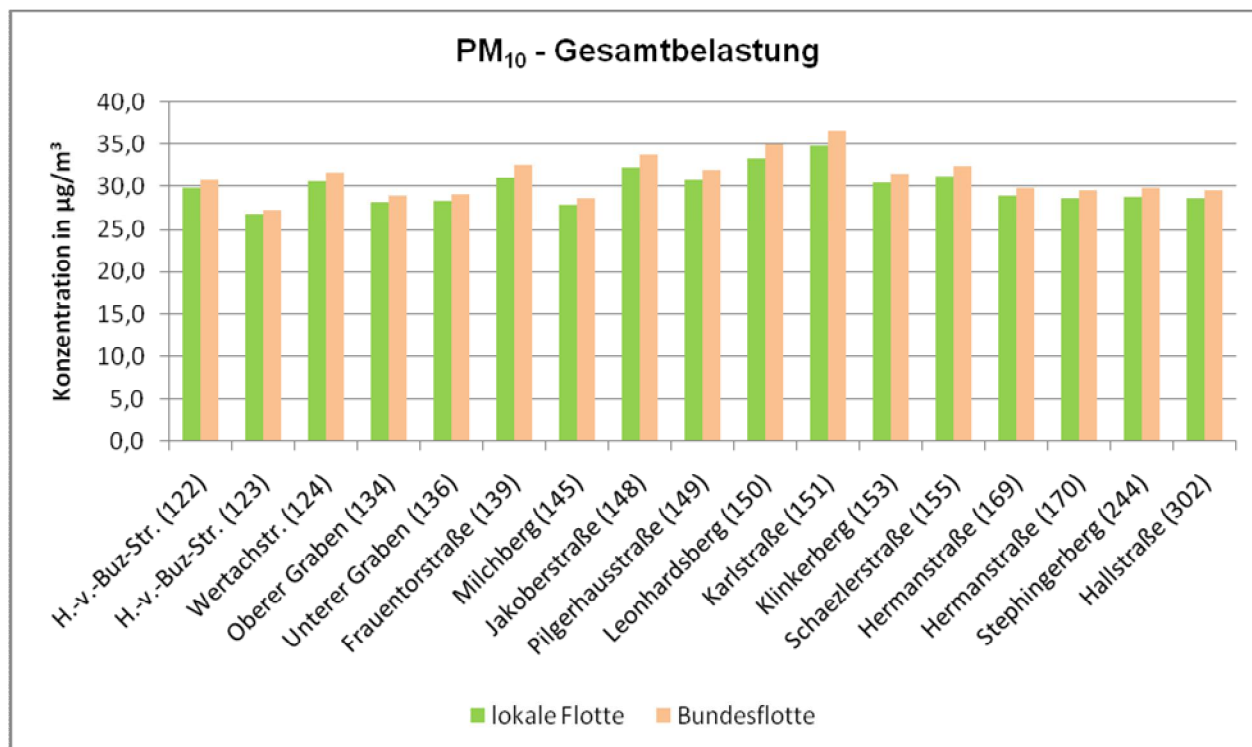
Fallbetrachtung	Minimum	Maximum	Mittelwert
gesamt Bundesflotte	27,4	37,1	31,3
gesamt lokale Flotte	27,0	35,7	30,6
Änderung lokal - Bund	-0,4	-1,4	-0,7
Änderung prozentual	-1,5%	-3,8%	-2,2%

Somit werden durch den Ersatz der 1,2 % der Fahrzeuge ohne Plakette durch Fahrzeuge zeitgemäßer Abgasreinigungstechnik in 2010 im Mittel etwa 2,2 % geringere PM₁₀-Immissionen in den betrachteten Straßenräumen erreicht.

6.3 Feinstaubbelastung in 2011 (mit UWZ Stufe 2)

Abbildung 6.3.1 zeigt die PM₁₀ - Belastung für das Bezugsjahr 2011 nach Einführung der zweiten Stufe der Umweltzone am 1.1.2011. Die Darstellungsweise folgt der Methodik der vorangegangenen Betrachtungen

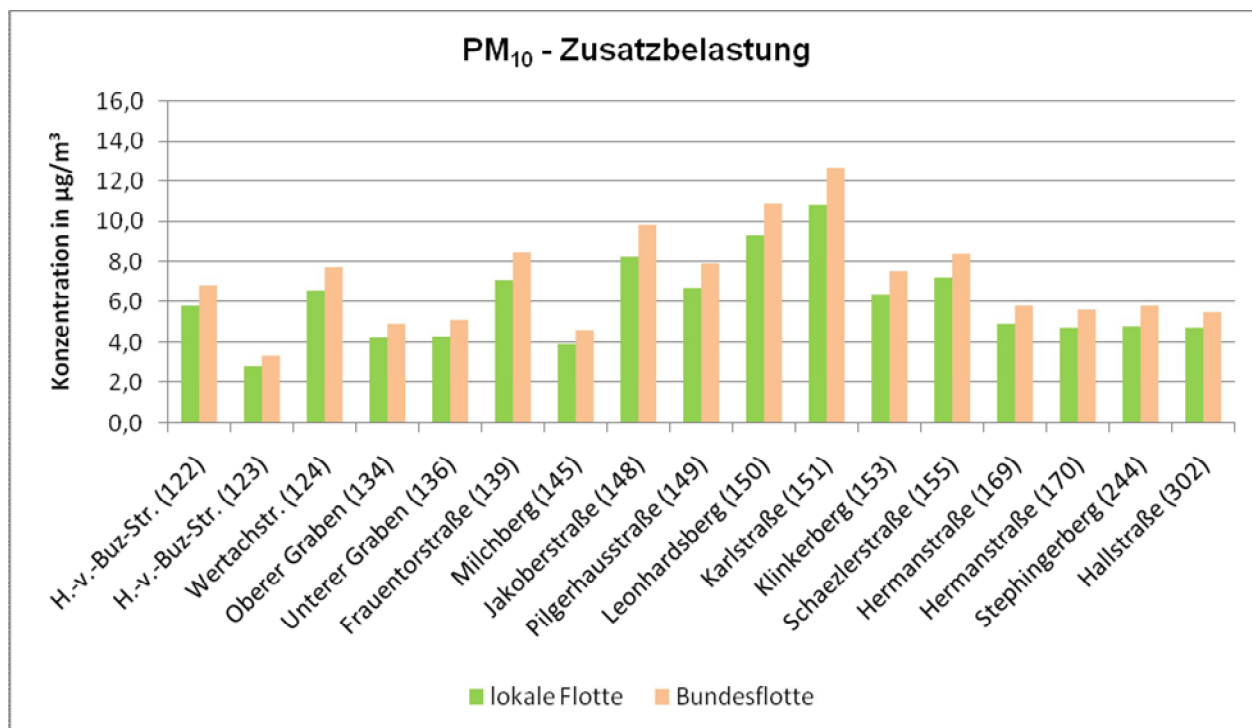
Abb. 6.3.1 PM₁₀-Gesamtbelastung im Bezugsjahr 2011: Vergleich "lokal / Bund"



Aus Abbildung 6.3.1 geht hervor, dass sich mit Einführung der Stufe 2 der UWZ der bisherige Trend fortsetzen wird und sich die Immissionskonzentrationen des JMW vsl. unter 35 µg/m³ bewegen werden. Zwischen dem Ansatz der Bundesflotte und der lokalen Flotte zeigt sich nach wie vor ein leichter Abstand bei den berechneten absoluten Konzentrationswerten. Dieser Effekt ist neben der lokalen Flottenzusammensetzung in 2011 auf den Ausschluss der rund 4 % aller Fahrzeuge an der Gesamtflotte (Stand 1.4.2010) zurückzuführen, welche ohne Plakette bzw. nur mit einer roten Plakette ausgestattet nicht mehr in die Umweltzone einfahren dürfen.

Abbildung 6.3.2 zeigt die Zusatzbelastung unter Ausblendung der Hintergrundbelastung.

Abb. 6.3.2 PM₁₀-Zusatzbelastung im Bezugsjahr 2011: Vergleich "lokal / Bund"



Die berechneten Konzentrationen über alle betrachteten Straßenzüge errechnen sich wie folgt:

Fallbetrachtung	Minimum	Maximum	Mittelwert
gesamt Bundesflotte	27,3	36,7	31,1
gesamt lokale Flotte	26,8	34,8	30,0
Änderung lokal - Bund	-0,5	-1,9	-1,1
Änderung prozentual	-1,8%	-5,2%	-3,5%

Somit werden durch den Ersatz der 4 % Fahrzeuge ohne bzw. mit nur roter Plakette durch Fahrzeuge des Euro-5/V-Standards in 2011 im Mittel etwa 3,5 % geringere PM₁₀-Immissionen in den betrachteten Straßenräumen erreicht, als dies ohne Einführung der Umweltzone der Fall wäre.

6.4 Feinstaubbelastung, Vergleich 2011 (mit UWZ Stufe 2) zu 2008

Die vorangegangenen Betrachtungen vergleichen jeweils die Schadstoffkonzentrationen der Jahresmittelwerte innerhalb eines Bezugsjahrs und sind somit trendbereinigt. Zur objektiven Darstellung der Wirksamkeit der einzelnen Stufen der Umweltzone scheint diese Betrachtung u. E. auch angebracht.

Informativ und zur Einschätzung der Gesamtentwicklung wird hier dennoch in Abbildung 6.4.1 die, bezogen auf die in 2008 errechnete, und in 2011 vsl. erreichte, Gesamtbe- bzw. -entlastung dargestellt.

Abb. 6.4.1 PM₁₀-Gesamtbelastung Vergleich Bezugsjahr 2011 zu 2008: Vergleich der Immissionen unter Ansatz der lokalen Fahrzeugflotte in 2011 im Vergleich zur Bundesflotte 2008

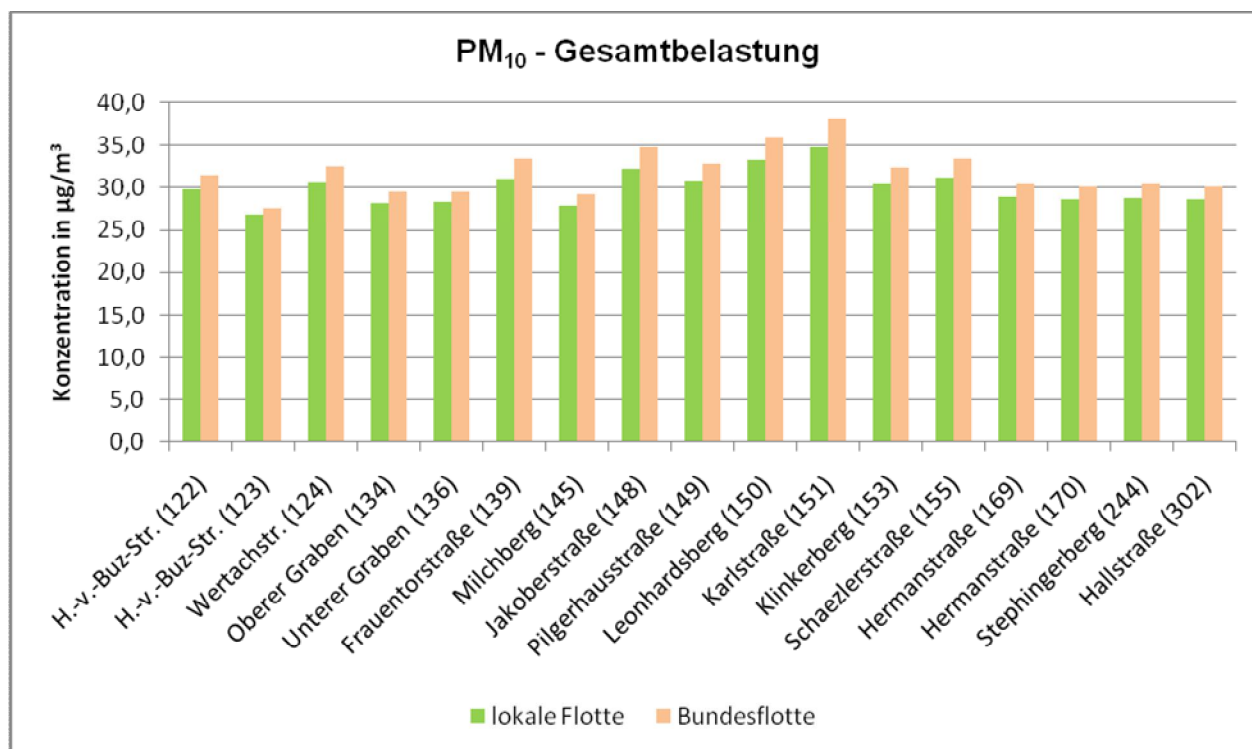
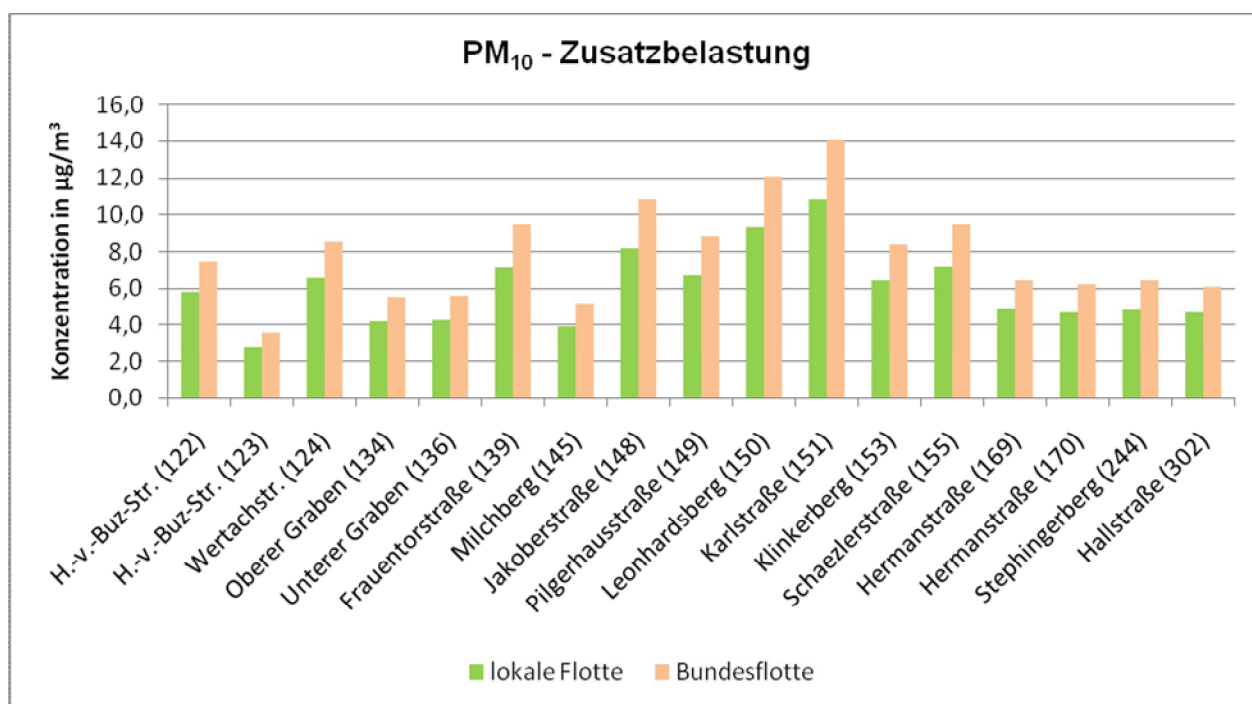


Abbildung 6.4.2 zeigt die Zusatzbelastung unter Abzug der Hintergrundbelastung.

Abb. 6.4.2 PM₁₀-Zusatzbelastung Vergleich Bezugsjahr 2011 zu 2008: "lokal 2011 / Bund 2008"



Die berechnete Konzentrationsentwicklung ergibt sich wie folgt:

Fallbetrachtung	Minimum	Maximum	Mittelwert
gesamt Bundesflotte 2008	27,6	38,1	31,9
gesamt Bundesflotte 2011	27,3	36,7	31,1
Differenz / Trend	-0,3	-1,4	-0,8
gesamt lokale Flotte 2011	26,8	34,8	30,0
Änderung nicht trendbereinigt			-1,9
Änderung trendbereinigt			-1,1
Änderung nicht trendbereinigt (%)			-6,0%
Änderung trendbereinigt (%)			-3,4%

Je nach Sichtweise lässt sich somit aus den Maßnahmen zur Verbesserung der Luftschadstoffsituation für den Betrachtungszeitraum von 3 Jahren ein Minderungserfolg von 3,4 bis 6 % Reduktion im Mittel ableiten. Zusammenfassend zeichnet sich ab, dass die Einhaltung des Grenzwerts für den Jahresmittelwert mit den geplanten Maßnahmen in der gesamten Umweltzone gegeben sein wird.

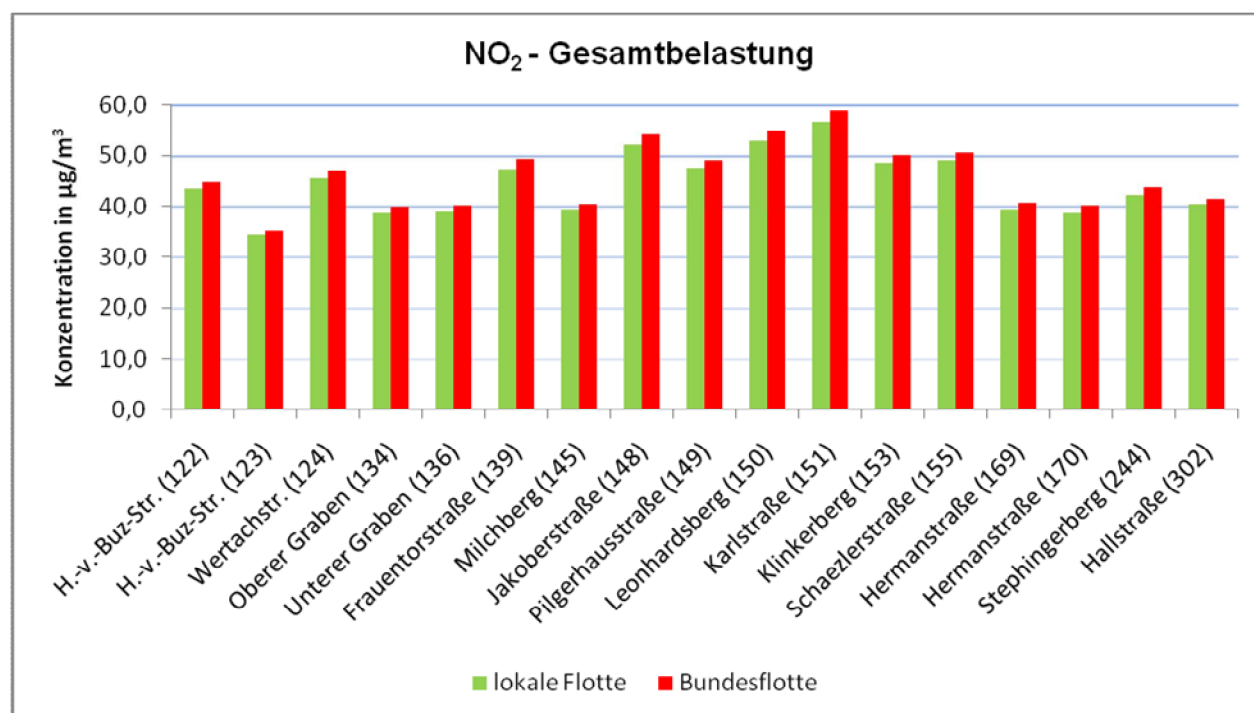
7. Entwicklung der Stickstoffdioxid-Belastung NO₂

Hinsichtlich der Grundlagen nachfolgender Berechnungsergebnisse wird auf die Ausführungen unter Punkt 6 verwiesen.

7.1 NO₂-Belastung in 2008

In der Abbildung 7.1.1 ist die Stickstoffdioxid-Belastung NO₂ für das Bezugsjahr 2008 dargestellt.

Abb. 7.1.1 NO₂-Gesamtbelastung im Bezugsjahr 2008: Vergleich "lokal / Bund"

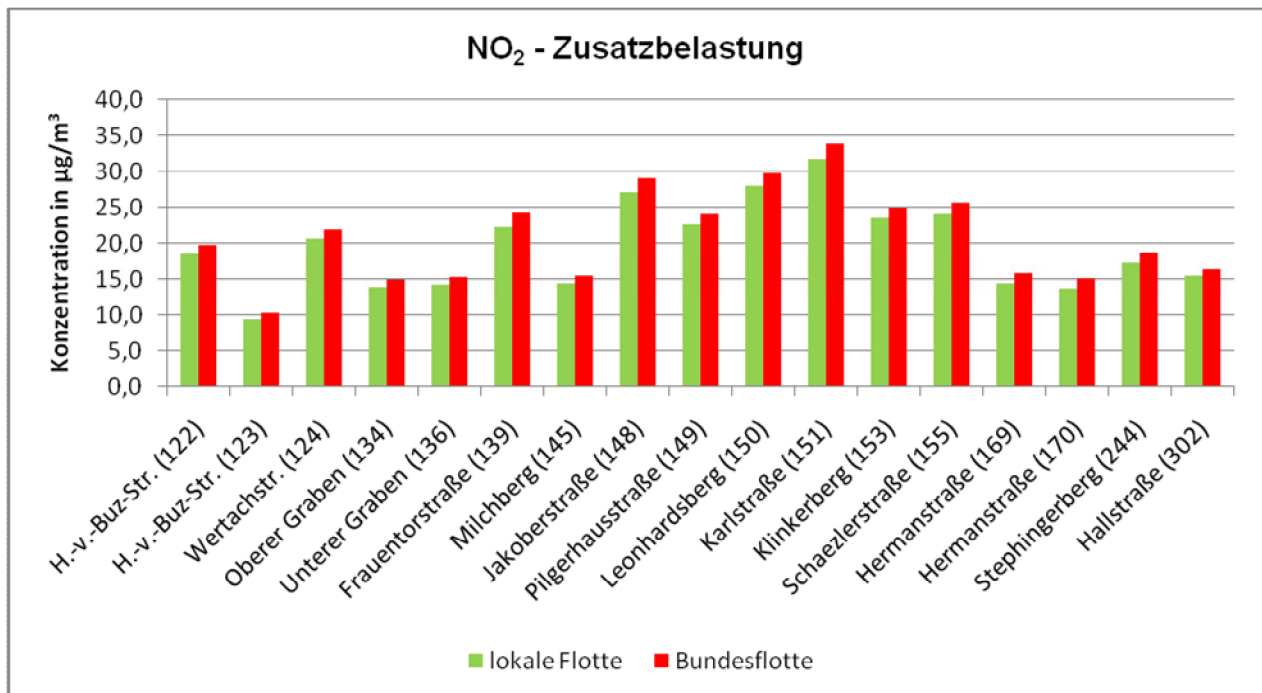


Aus Abbildung 7.1.1 ist zu entnehmen, dass sich die Immissionskonzentrationen des JMW mehrheitlich über dem Grenzwert von 40 µg/m³ bewegen. Die Gaphik zeigt zudem, dass die anhand der lokalen Flotte errechneten Konzentrationen durchweg etwas niedriger sind als die anhand der Bundesflotte berechneten Werte.

Dies liegt an dem Umstand, dass in Augsburg und Umland bei in etwa vergleichbaren Zulassungszahlen hinsichtlich der Kraftstoffarten die Flotte deutlich jünger ist als der Bundesdurchschnitt, wobei dieser an sich positive Umstand z. T. durch den höheren lokalen Anteil der Direktmissionen aus Dieselfahrzeugen kompensiert wird.

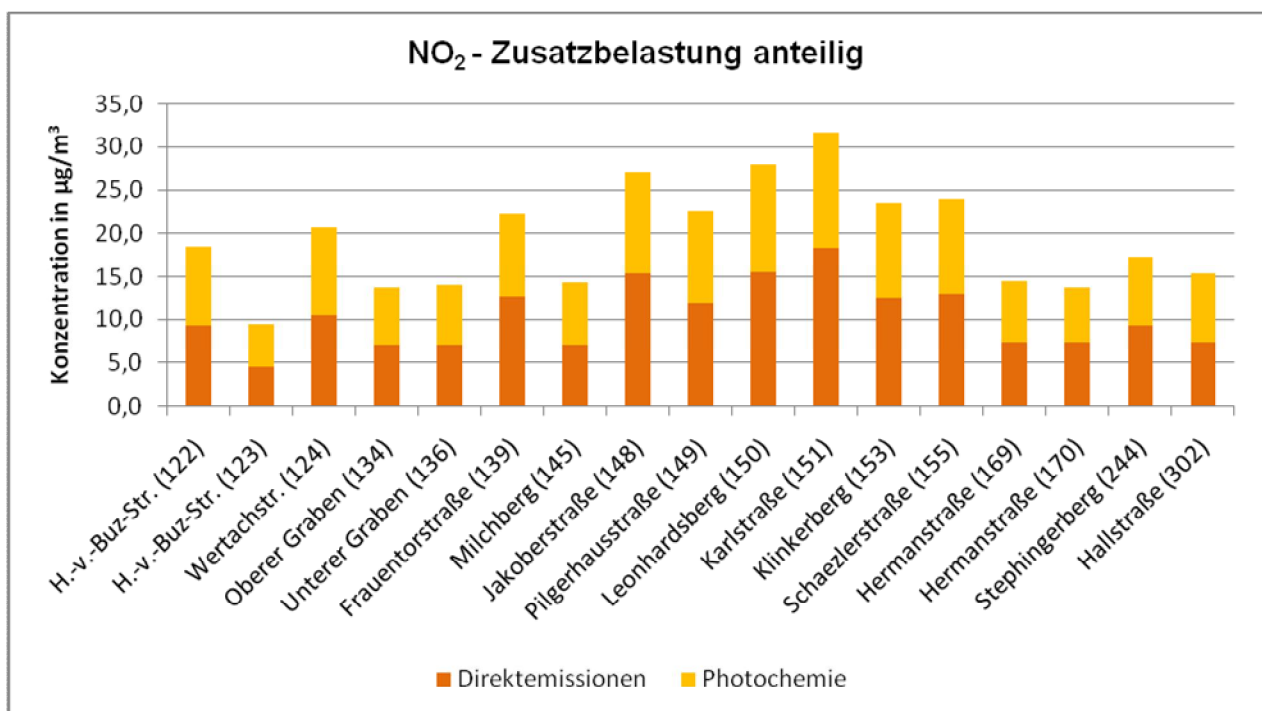
Der berechnete Wert an der Karlstraße liegt etwas über dem Messwert der LÜB-Station aus 2008 (53 µg/m³) für den JMW, fügt sich jedoch recht gut in den Trend der vorangegangenen Jahre mit Werten um 59 bis 65 µg/m³.

Abb. 7.1.2 NO₂-Zusatzbelastung im Bezugsjahr 2008: Vergleich "lokal / Bund"



Aus obiger Übersicht ist zu entnehmen, dass die anhand der lokalen Flotte errechneten Zusatzbelastungen um etwa 1 bis 2 µg/m³ unter jenen liegen, welche anhand der Bundesflotte errechnet werden. In der nachfolgenden Übersicht wird die Zusammensetzung der errechneten Zusatz-Konzentrationswerte nach Straßenzügen dargestellt.

Abb. 7.1.3 NO₂-Zusatzbelastung im Bezugsjahr 2008: Verteilung der Direktmissionen und des photochemisch erzeugten NO₂



Obige Grafik zeigt, dass bei den Zusatzemissionen im Mittel in etwa eine Gleichverteilung zwischen Immissionen aus Direktmissionen und nachgelagert photochemisch erzeugten Emissionen gegeben ist. Dies ändert sich allerdings bei höheren Direktmissionen (s. z. B. Karlstraße), dort liegt die Relation etwa bei 60% / 40% (DE / PH). Das berechnete Ergebnis an der Karlstraße stimmt u. E. recht gut mit den gemessenen Werten in 2008 überein. Nachdem der Ansatz nach Romberg im allgemeinen zumindest bei niedrigen Konzentrationen recht gute Korrelationen zwischen NO_x und NO_2 aufweist scheint es so zu sein, dass der Ansatz der photochemischen NO_2 -Konversion in diesen Fällen etwas zu hohe Prognosewerte ergibt. Dieser Sachverhalt bedarf jedoch weiterer Untersuchungen und kann an dieser Stelle nicht geklärt werden.

Im Ergebnis weisen die berechneten Konzentrationen über alle betrachteten Straßenzüge folgende Eckdaten auf:

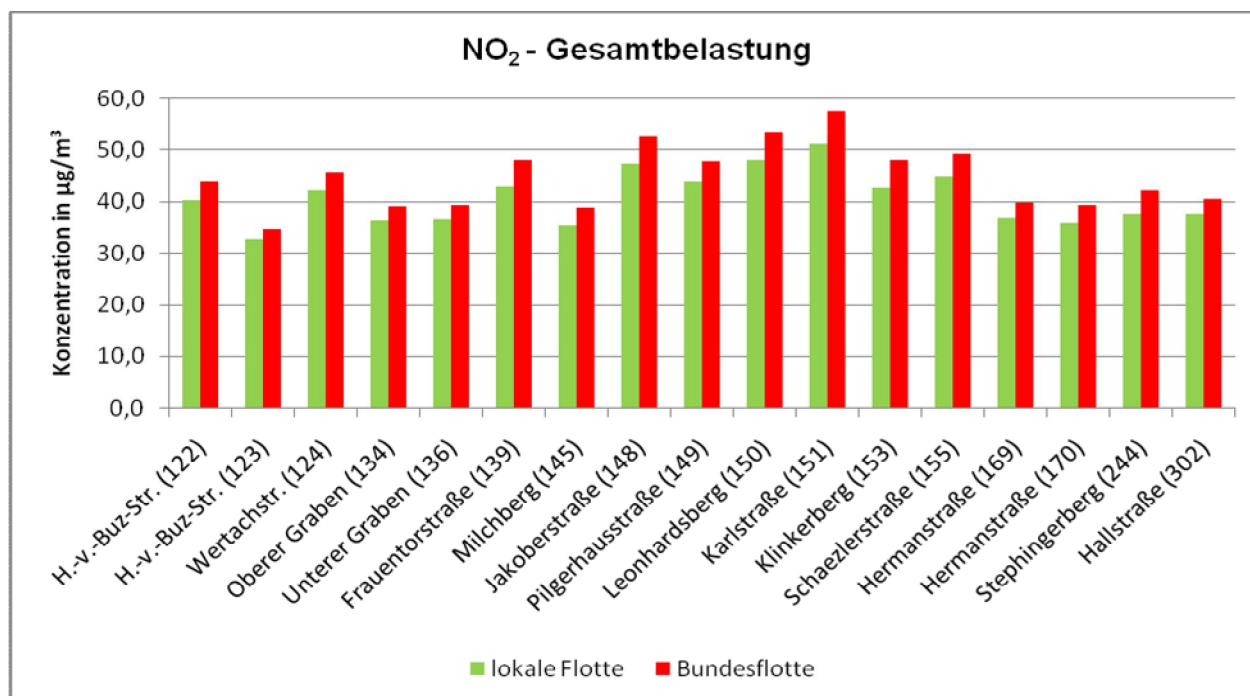
Tabelle 7.1.1: verkehrsbedingte Belastung an NO_2 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2008			
Fallbetrachtung	Minimum	Maximum	Mittelwert
gesamt Bundesflotte	35,3	58,8	45,9
gesamt lokale Flotte	34,5	56,7	44,5
Änderung lokal - Bund	-0,8	-2,1	-1,4
Änderung prozentual	-2,3%	-3,6%	-3,1%

Somit wird anhand der lokalen Flotte in 2008 im Durchschnitt in etwa 3 % weniger NO_2 errechnet, als unter Ansatz der Bundesflotte zu erwarten wäre.

7.2 NO₂-Belastung in 2010

In Abbildung 7.2.1 ist die Stickstoffdioxid-Belastung NO₂ für das Bezugsjahr 2010 aufgetragen.

Abb. 7.2.1 NO₂-Gesamtbelastung im Bezugsjahr 2010: Vergleich "lokal / Bund"

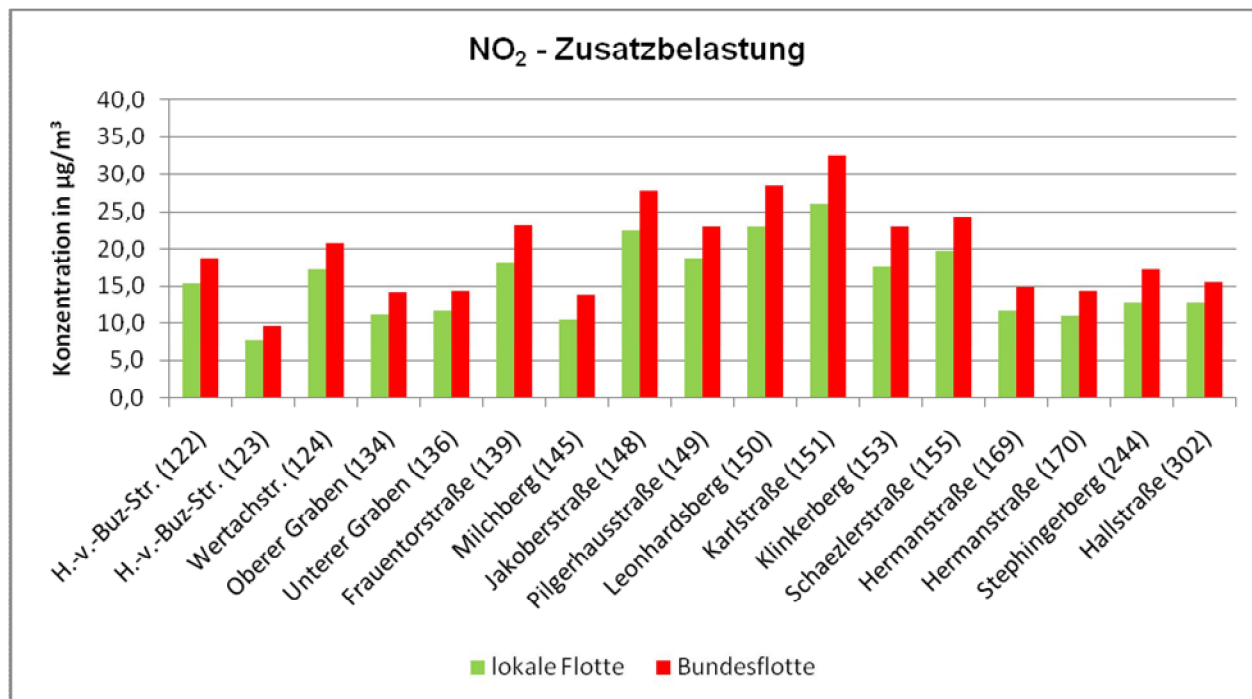


Es ist ersichtlich, dass sich die Immissionskonzentrationen des JMW noch bei etwa 50 % der Straßen über dem Grenzwert von 40 µg/m³ bewegen. Die Graphik zeigt zudem, dass zwischen der Bundesflotte und der lokalen Flotte im Berechnungsergebnis eine schon deutlichere Differenz gegeben ist, womit belegt wird, dass die lokal ergriffenen Maßnahmen qualitativ eine Verbesserung bewirken.

Dieser Effekt ist neben der lokalen Flottenzusammensetzung in 2010 auf die Fahrverbote für rund 1,2 % Fahrzeuge (Anteile jeweils an der Gesamtflotte) zurückzuführen, welche in Stufe 1 der UWZ nicht mehr in die Umweltzone einfahren dürfen.

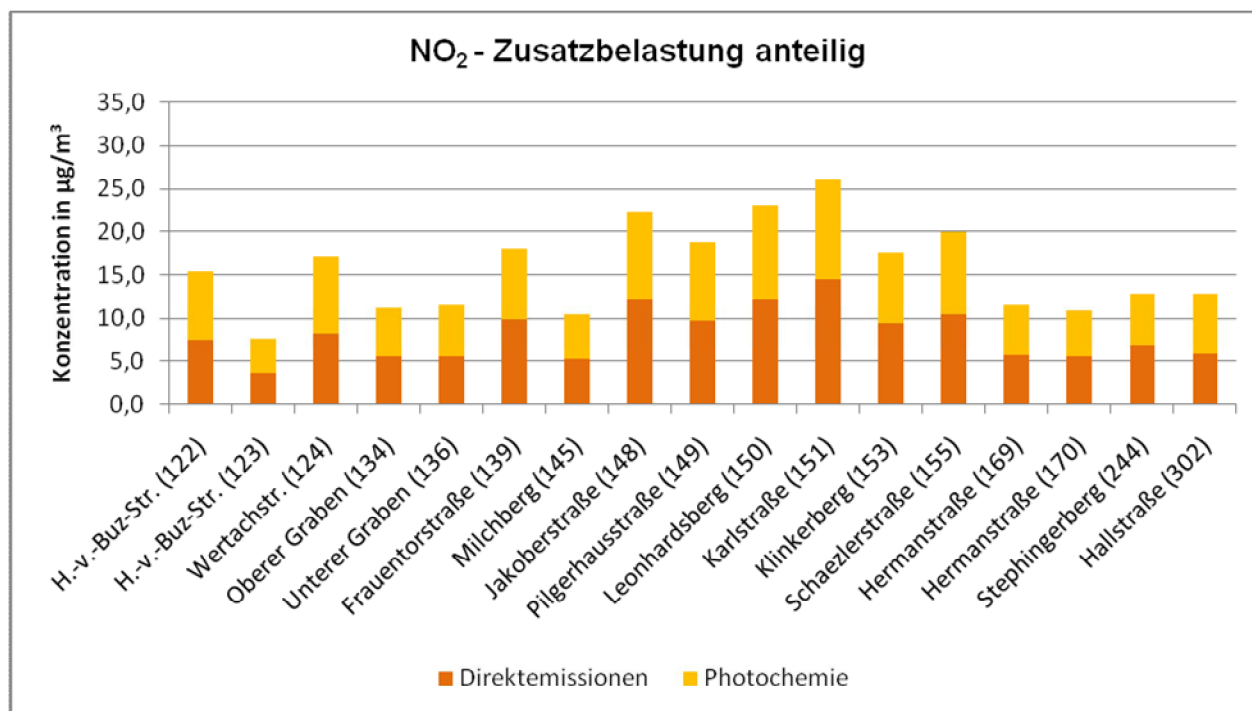
Folgende Abbildung zeigt in Verbindung mit Abb. 7.2.1, dass in 2010 immerhin noch etwa 50 % der berechneten NO₂-Belastung dem Verkehr zuzuordnen ist. Die Anteile der Zusatzbelastung aus der lokalen Flotte gegenüber einer unveränderten Bundesflotte sind um etwa 20 % reduziert.

Abb. 7.2.2 NO₂-Zusatzbelastung im Bezugsjahr 2010: Vergleich "lokal / Bund"



In der nachfolgenden Übersicht ist die Verteilung der errechneten Zusatz-Konzentrationswerte nach Straßenzügen angegeben.

Abb. 7.2.3 NO₂-Zusatzbelastung im Bezugsjahr 2010: Verteilung DE_NO₂ / PC_NO₂



Die relative Verteilung der Direktemissionen zum photochemisch erzeugten NO₂ stimmt weitestgehend mit den Ergebnissen für 2008 überein.

Im Ergebnis weisen die berechneten Konzentrationen über alle betrachteten Straßenzüge folgende Eckdaten auf:

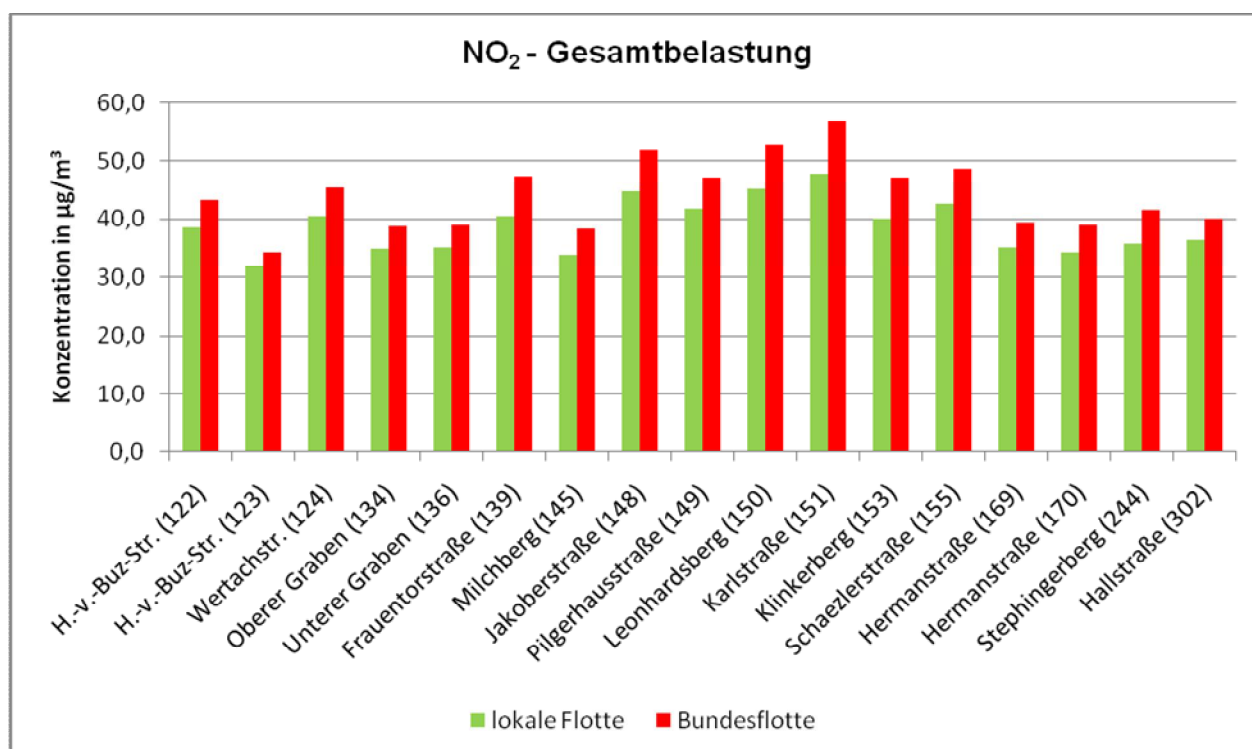
Fallbetrachtung	Minimum	Maximum	Mittelwert
gesamt Bundesflotte	34,6	57,5	44,7
gesamt lokale Flotte	32,7	51,1	40,7
Änderung lokal - Bund	-1,9	-6,4	-4,0
Änderung prozentual	-5,5%	-11,1%	-8,9%

Somit wird anhand der lokalen Flotte in 2010 im Durchschnitt in etwa 9 % weniger NO₂ errechnet, als unter Ansatz der Bundesflotte zu erwarten wäre.

7.3 NO₂-Belastung in 2011

In Abbildung 7.3.1 ist die Stickstoffdioxid-Belastung NO₂ für das Bezugsjahr 2011 aufgetragen.

Abb. 7.3.1 NO₂-Gesamtbelastung im Bezugsjahr 2011: Vergleich "lokal / Bund"



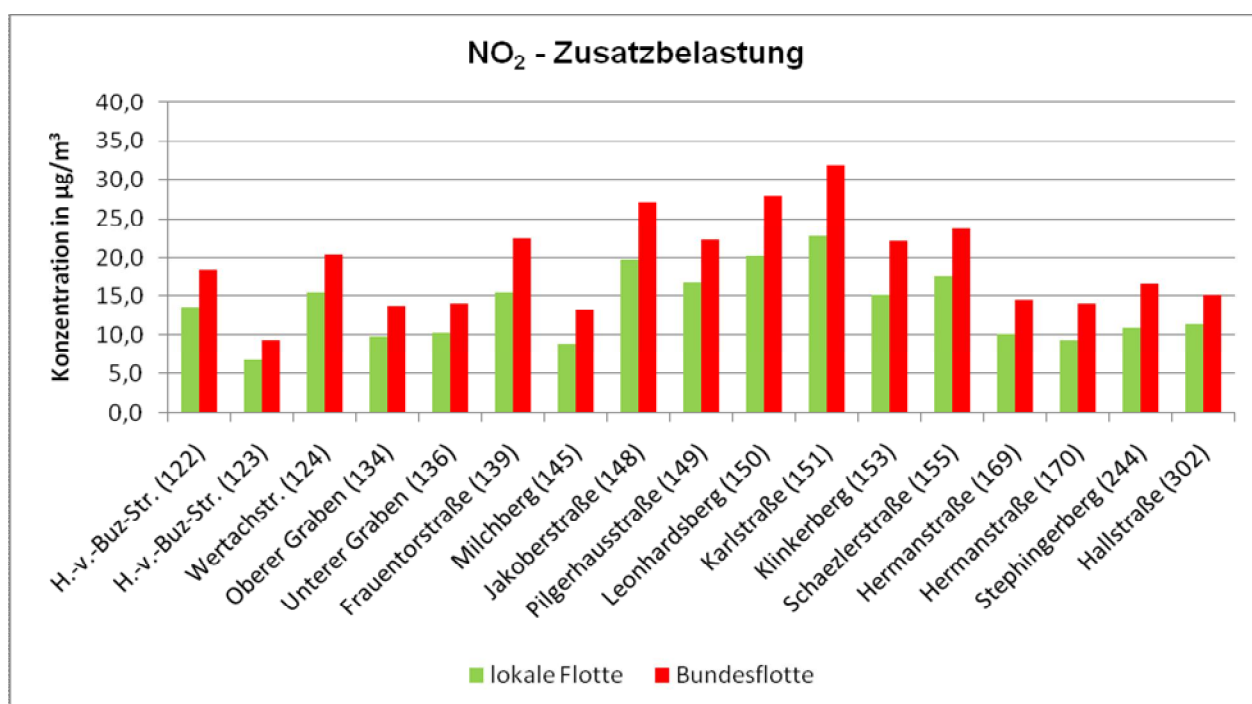
Es werden unter Ansatz der lokalen Flotte noch an fünf Straßen deutliche Überschreitungen des Grenzwerts für den JMW von 40 µg/m³ errechnet, die Konzentration bei einer ähnlichen Anzahl von Straßen bewegt sich im Bereich des Grenzwerts. Die Gaphik zeigt außerdem im

Vergleich mit Abb. 7.2.1, dass zwischen der Bundesflotte und der lokalen Flotte im Berechnungsergebnis eine noch deutlichere Differenz gegeben ist.

Dieser Effekt ist neben der lokalen Flottenzusammensetzung in 2011 auf den Ausschluss der rund 4 % aller Fahrzeuge an der Gesamtflotte (Stand 1.4.2010) zurückzuführen, welche ohne Plakette und nur mit einer roten Plakette ausgestattet, nicht mehr in die Umweltzone einfahren dürfen.

Abbildung 7.3.2 zeigt die Zusatzbelastung an NO₂.

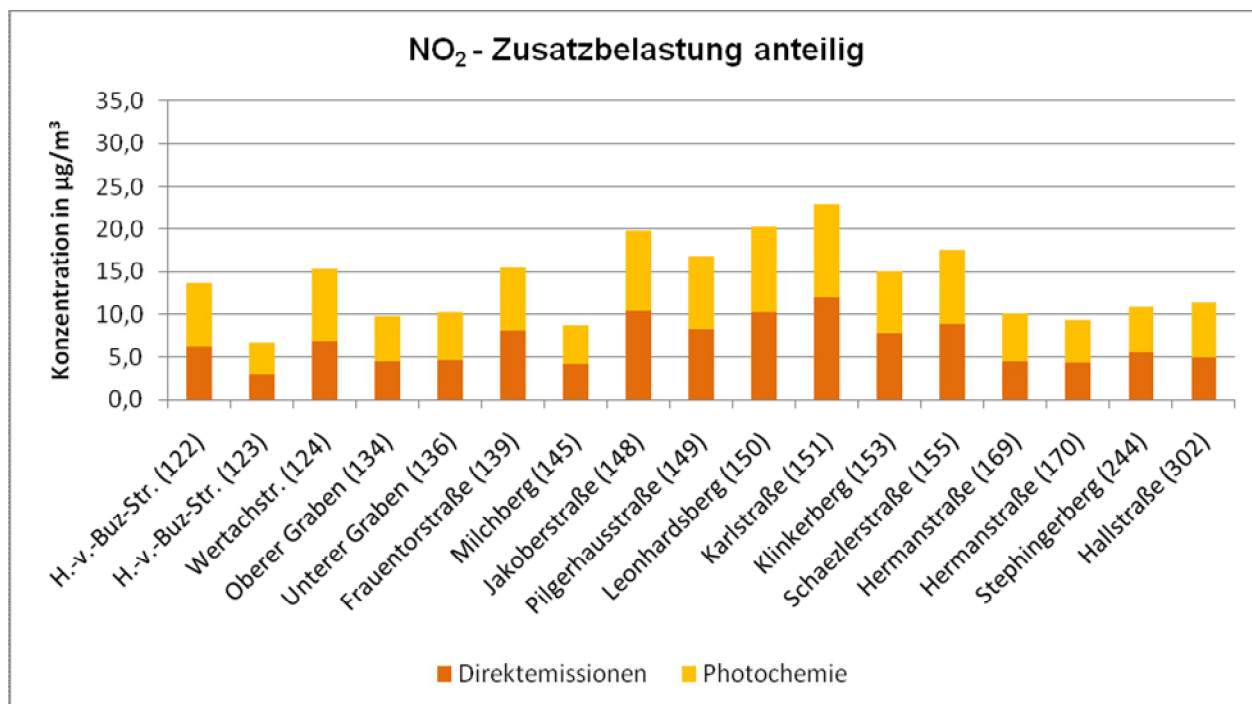
Abb. 7.3.2 NO₂-Zusatzbelastung im Bezugsjahr 2011: Vergleich "lokal / Bund"



Obige Abbildung zeigt in Verbindung mit Abb. 7.3.1, dass lokal in 2010 immerhin noch etwa 43 % der berechneten NO₂-Belastung insgesamt dem unmittelbaren Straßenverkehr zuzuordnen ist. Gegenüber dem Ansatz der Bundesflotte sind die Anteile der Zusatzbelastung aus der lokalen Flotte um etwa 27 % reduziert.

In der nachfolgenden Übersicht wird die Zusammensetzung der errechneten Zusatzkonzentrationswerte nach Straßenzügen dargestellt.

Abb. 7.3.3 NO₂-Zusatzbelastung im Bezugsjahr 2011: Verteilung DE_NO₂ / PC_NO₂



Die relative Verteilung der Direktemissionen zum photochemisch erzeugten NO₂ stimmt in der Sache mit den bisherigen Ergebnissen überein.

Insgesamt weisen die berechneten Konzentrationen über alle betrachteten Straßenzüge folgende Eckdaten auf:

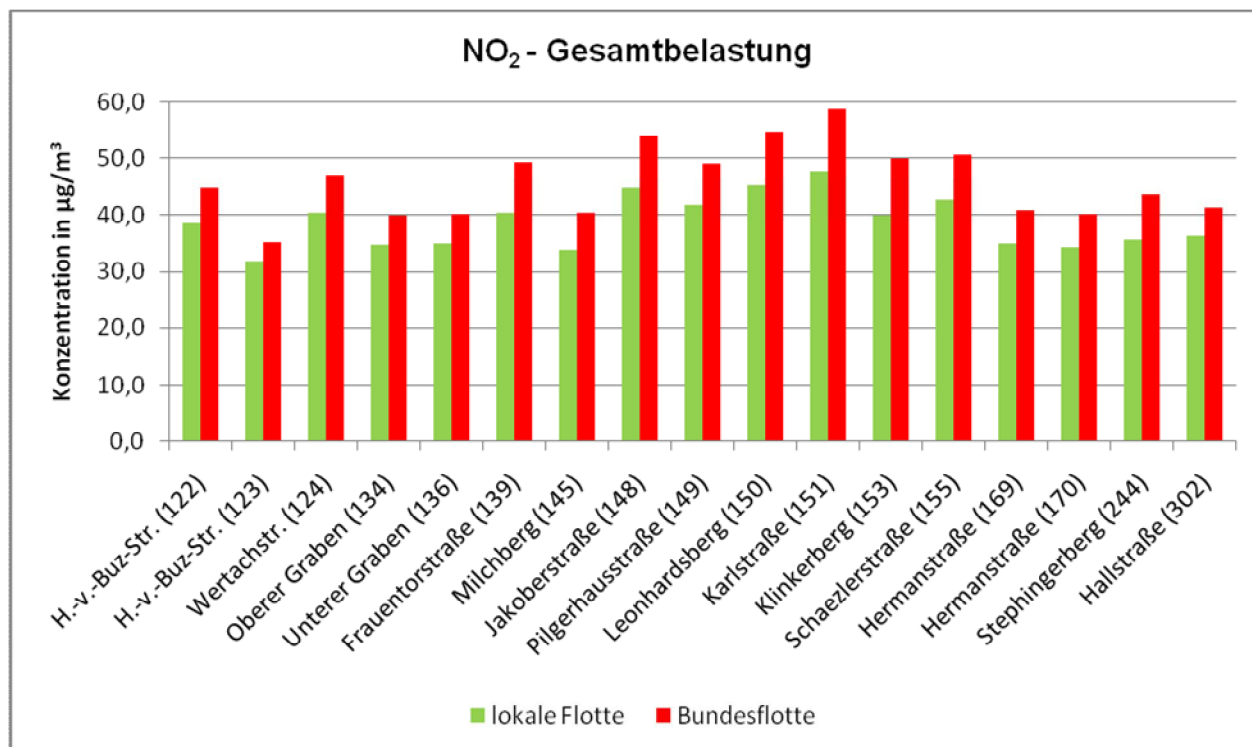
Fallbetrachtung	Minimum	Maximum	Mittelwert
gesamt Bundesflotte	34,3	56,9	44,2
gesamt lokale Flotte	31,8	47,8	38,8
Änderung lokal - Bund	-2,5	-9,1	-5,4
Änderung prozentual	-7,3%	-16,0%	-12,2%

Es wird im Ergebnis mittels der lokalen Flotte in 2011 im Durchschnitt in etwa 12 % weniger NO₂ in der Gesamtmission errechnet, als unter Ansatz der Bundesflotte zu erwarten wäre.

7.4 NO₂-Belastung, Vergleich 2011 (mit UWZ Stufe 2) zu 2008

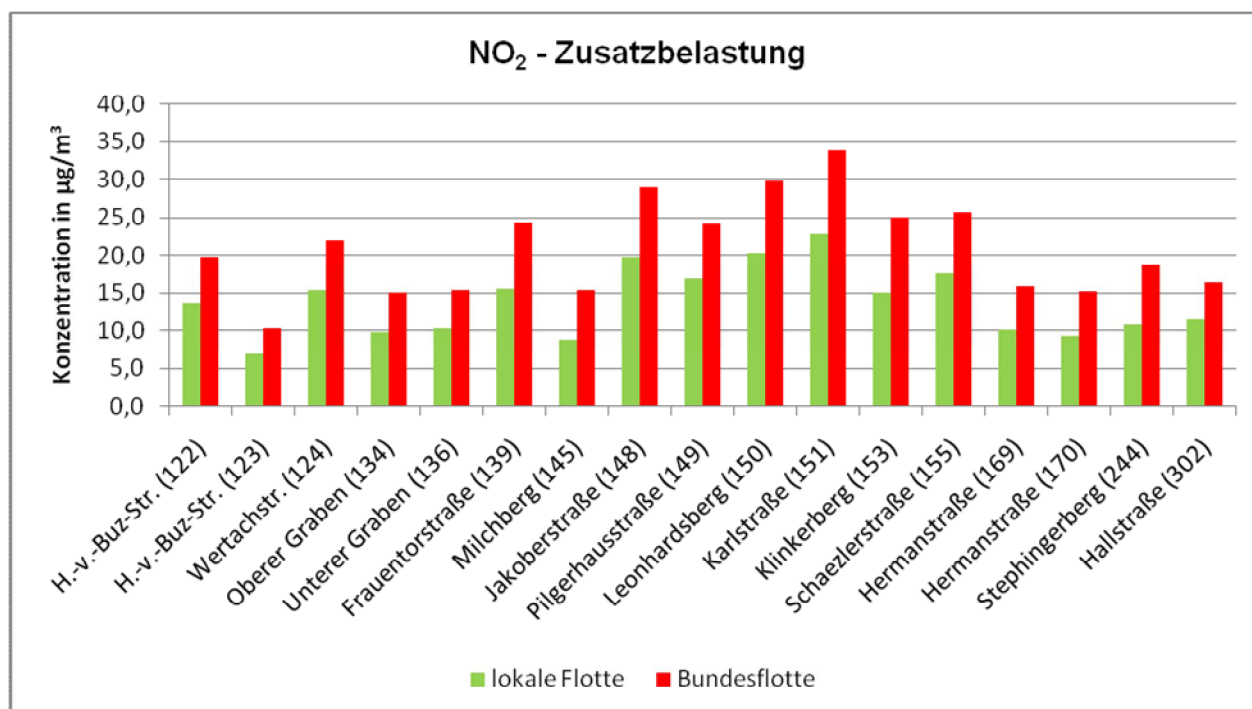
Analog zur Behandlung von PM₁₀ wird zur Einschätzung der Gesamtentwicklung in Abbildung 7.4.1 die, bezogen auf die in 2008 errechnete, und in 2011 vsl. erreichte, Gesamtbe- bzw. -entlastung an NO₂ dargestellt.

Abb. 7.4.1 NO₂-Gesamtbelastung: Vergleich "Flotte lokal 2011 / Bund 2008"



Der in obiger Grafik dargestellte Unterschied zwischen den beiden betrachteten Verkehrsszenarien führt im Ergebnis zu einer mittleren Reduktion der Gesamtbelastung um 16 % bei Ansatz der lokalen Flotte gegenüber der Bundesflotte.

Abb. 7.4.2 NO₂-Zusatzbelastung: Vergleich "Flotte lokal 2011 / Bund 2008"



Gegenüber 2008 sind die Anteile der Zusatzbelastung aus der lokalen Flotte gegenüber einer unveränderten Bundesflotte um etwa 34 % reduziert.

Die berechnete Konzentrationsentwicklung ergibt sich im Überblick wie folgt:

Fallbetrachtung	Minimum	Maximum	Mittelwert
gesamt Bundesflotte 2008	35,3	58,8	45,9
gesamt Bundesflotte 2011	34,3	56,9	44,2
Differenz / Trend	-1,0	-1,9	-1,7
gesamt lokale Flotte 2011	31,8	47,8	38,8
Änderung nicht trendbereinigt			-7,1
Änderung trendbereinigt			-5,4
Änderung nicht trendbereinigt (%)			-15,5%
Änderung trendbereinigt (%)			-11,8%

Je nach Sichtweise lässt sich somit aus der Einrichtung der UWZ für den Betrachtungszeitraum von 3 Jahren im Mittel ein Minderungserfolg von etwa 12 bis 16 % Reduktion erkennen.

Die mittlere Konzentration im Straßenraum liegt mit $38,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ leicht unter dem Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Jahresmittelwert. Überschreitungen des Grenzwerts auch nach 2011 sind zumindest in der Achse Karlstraße - Jakoberstraße und in der Schaezlerstraße zu erwarten.

8. Vergleich mit der Wirkungsanalyse aus 2007

Im Rahmen des zu erbringenden Untersuchungsumfangs war auch die Frage zu beantworten, inwieweit die mit aktuellen Rechenverfahren ermittelten Konzentrationswerte den in der Wirkungsanalyse aus 2007 prognostizierten Konzentrationen entsprechen. Abweichungen sind insbesondere durch folgende Randbedingungen denkbar:

- Seit Februar 2010 existiert das neue HBEFA 3.1, das eine ganze Reihe von Neuerungen enthält; Insbesondere sind neue Fahrzeugschichten eingeführt, die Fahrleistungsgewichte verändert, neue Verkehrssituationen definiert und anderes mehr. Das neue HBEFA 3.1 ist nicht in das frühere HBEFA 2.1 übertragbar.
- Seit Sommer / Herbst 2010 ist das HBEFA 3.1 auch programmtechnisch umgesetzt.
- Mit Fortschreiten des allgemeinen Kenntnisstands der Entwicklungen in der Luftreinhaltung sind neuere Verfahren zur Berechnung der Konzentrationen von Feinstäuben verfügbar.
- Gleiches gilt sinngemäß für die Berechnung der Stickstoffdioxidbildung aus Direktmissionen und photochemischen Einflüssen.

Ein direkter Vergleich der Ergebnisse aus 2007 mit den aktuellen Berechnungsergebnissen stößt insofern auch auf Schwierigkeiten, als seinerzeit die statistischen Daten des KBA bezüglich der tatsächlichen Zulassungszahlen (naturgemäß) lediglich bis 2006 verfügbar waren und lokale Flottendaten nur begrenzt zur Verfügung standen. Die Einführung der einzelnen Stufen der Umweltzone erfolgte ebenso nicht in der terminlichen Reihung, wie dies seinerzeit vorgesehen war.

Tabelle 8.1: Maßnahmenstufen der Umweltzone gem. Wirkungsanalyse 2007		
Maßnahme	geplant	durchgeführt
A.1	Lkw-Durchfahrtsverbot (über 3,5 t) ab dem 1.7.2007	seit 1. Juli 2009
A.2.1	Ganzjähriges Fahrverbot in der Innenstadt (Umweltzone) von Augsburg ab dem 1.10.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 nach der Kennzeichnungsverordnung	seit 1. Juli 2009
A.2.2	Ganzjähriges Fahrverbot in der Innenstadt (Umweltzone) von Augsburg ab dem 1.10.2009 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 und 2 nach der Kennzeichnungsverordnung	ab 1. Jan. 2011

Im Einzelnen führt der Vergleich der Wirkungsanalyse aus 2007 mit den aktuellen Berechnungen zu den nachfolgend beschriebenen Ergebnissen.

8.1 Vergleich bezüglich Feinstaub

8.1.1 Bezugsjahre (2007 bzw. 2008)

Die Wirkungsanalyse aus 2007 ergab für den damaligen Prognose-0-Fall in 2007 in den betrachteten Straßenzügen eine mittlere Konzentration an PM_{10} von $33,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von $40,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jeweils bezogen auf den JMW. Die Hintergrundbelastung wurde hierbei mit $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Ansatz gebracht.

Die aktuelle Berechnung für 2008 ergibt für den aktuellen Prognose-0-Fall in 2008 in den betrachteten Straßenzügen eine mittlere Konzentration an PM_{10} von $31,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von $38,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jeweils bezogen auf den JMW. Die Hintergrundbelastung wurde hierbei mit $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzt.

Der Trend der Konzentrationsentwicklung liegt bei etwa $-0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und Jahr. Demnach ist eine Korrektur der damaligen Berechnungsergebnisse um etwa $-1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Trend + reduzierte Vorbelastung) anzunehmen.

Effektiv ergibt sich eine (hintergrundbereinigte) Abweichung von $-0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $-0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei Mittelwert bzw. Spitzenwert.

8.1.2 Maßnahme A 2.1 (2007 bzw. aktuell UWZ Stufe 1, Bezugsjahr 2010)

Die Maßnahme A 2.1 mit Lkw-Durchfahrtsverbot und Verbot der Einfahrt für Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 in 2007 ergab in den betrachteten Straßenzügen eine mittlere Konzentration an PM_{10} von $32,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von $39,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jeweils bezogen auf den JMW.

Die aktuelle Berechnung für die Stufe 1 der Umweltzone, Bezugsjahr 2010, ergibt in den betrachteten Straßenzügen eine mittlere Konzentration an PM_{10} von $30,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von $35,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jeweils bezogen auf den JMW.

Nachdem sich die Bezugsjahre deutlich (um 3 Jahre) unterscheiden ist eine Trendkorrektur angebracht. Diese ist mit etwa $-0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (s. o.) zu veranschlagen. Umgerechnet auf die Prognose für 2007 ist demnach eine Korrektur der damaligen Berechnungsergebnisse um etwa $-1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Trend + reduzierte Vorbelastung) anzusetzen.

Im Ergebnis ist für die auf 2010 umgerechnete Maßnahme A 2.1 mit einer mittleren Konzentration an PM_{10} von $31,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von $37,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den JMW auszugehen.

Es ergeben sich Abweichung von $-0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei dem Durchschnittswert bzw. $-1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei dem Spitzenwert.

8.1.3 Maßnahme A 2.2 (2009 bzw. aktuell UWZ Stufe 2, Bezugsjahr 2011)

Die Maßnahme A 2.2 mit dem Einfahrtsverbot für Fahrzeuge auch der Schadstoffgruppe 2 in 2009 ergab bezogen auf den JMW in den betrachteten Straßen eine mittlere Konzentration an PM_{10} von $32,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von $38,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die aktuelle Berechnung für die Stufe 2 der Umweltzone, Bezugsjahr 2011, ergibt bezogen auf den JMW eine mittlere Konzentration an PM_{10} von $30,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von $34,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Als jährlicher Trend ist wiederum eine Abnahme von etwa $-0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zwischen 2009 und 2011 zu erwarten. Demnach ist für die auf 2011 umgerechnete Maßnahmen A 2.2 mit einer mittleren Konzentration an PM_{10} von etwa $31,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von $37,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den JMW auszugehen.

Es ergeben sich Abweichung von $-1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei dem Durchschnittswert bzw. $-2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei dem Spitzenwert.

8.1.4 Gesamtschau PM_{10}

Insgesamt ist festzustellen, dass in allen Szenarien bzw. Bezugszeitpunkten mit dem aktuellen Prognose- und Berechnungswerkzeugen deutlich geringere Konzentrationen an PM_{10} errechnet werden. Die Minderungen betragen insbesondere bei dem über 17 Straßen gemittelten JMW Werte im Bereich zwischen $-0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2008 bis $-1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2011. Ursächlich hierfür scheint u. E. im Wesentlichen die in der aktuellen Prognose vorgenommene Umstellung der AWAR-Faktoren auf das Modell nach Düring zu sein, welches im Gegensatz zu dem in 2007 verwendeten Modell nach BUWAL erlaubt, Feinstaubemissionen in Abhängigkeit von der Verkehrssituation zu modellieren.

Insgesamt streuen die Abweichungen im Bereich von etwa $-2,5$ bis $+0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wobei die Abnahmen klar überwiegen.

Nachstehende Tabelle fasst die o. a. Ergebnisse zusammen:

Tabelle 8.1.1	Vergleich Wirkungsanalyse / Neuberechnung bez. PM_{10}		
	2008	2010	2011
Bezugsjahr (aktuell)			
Analyse 2007 Mittelwert	32,3	31,1	31,0
Analyse 2007 Maximum	38,8	37,3	37,1
Berechnung 2010 Mittelwert	31,9	30,6	30,0
Berechnung 2010 Maximum	38,1	35,7	34,8
Differenz Mittelwert	-0,4	-0,5	-1,0
Differenz Maximum	-0,7	-1,6	-2,3

8.2 Vergleich bezüglich Stickstoffdioxid

8.2.1 Bezugsjahre (2007 bzw. 2008)

Die Wirkungsanalyse aus 2007 ergab für den damaligen Prognose-0-Fall in 2007 eine mittlere Konzentration an NO₂ von 44,8 µg/m³ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von 53,7 µg/m³, bezogen auf den JMW. Die Hintergrundbelastung wurde hierbei mit 27 µg/m³ in Ansatz gebracht.

Die aktuelle Berechnung für 2008 ergibt für den aktuellen Prognose-0-Fall in 2008 in den betrachteten Straßenzügen eine mittlere Konzentration an NO₂ von 44,5 µg/m³ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von 56,7 µg/m³, jeweils bezogen auf den JMW. Die Hintergrundbelastung wurde hier mit 25 µg/m³ angesetzt.

Der Trend der Konzentrationsentwicklung liegt bei etwa - 0,6 µg/m³ und Jahr. Demnach ist eine Korrektur der damaligen Berechnungsergebnisse um etwa -2,6 µg/m³ (Trend + reduzierte Vorbelastung) anzunehmen.

Effektiv ergibt sich eine (hintergrundbereinigte) Abweichung von etwa +2,3 µg/m³ bzw. +5,6 µg/m³ bezüglich des Durchschnittswerts bzw. des Spitzenwerts.

8.2.2 Maßnahme A 2.1 (2007 bzw. aktuell UWZ Stufe 1, Bezugsjahr 2010)

Die Maßnahme A 2.1 mit Lkw-Durchfahrtsverbot und Einfahrtsverbot für Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 in 2007 ergab in den betrachteten Straßenzügen eine mittlere Konzentration an NO₂ von 43,5 µg/m³ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von 52,3 µg/m³, jeweils bezogen auf den JMW.

Die aktuelle Berechnung für die Stufe 1 der Umweltzone, Bezugsjahr 2010, ergibt bezogen auf den JMW eine mittlere Konzentration an NO₂ von 40,7 µg/m³ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von 51,1 µg/m³.

Die Trendkorrektur ist mit etwa -1,7 µg/m³ (s. o.) zu veranschlagen. Umgerechnet auf die Prognose für 2007 ist demnach eine Korrektur der damaligen Berechnungsergebnisse um etwa -3,7 µg/m³ (Trend + reduzierte Vorbelastung) anzusetzen.

Im Ergebnis ist für die auf 2010 umgerechnete Maßnahme A 2.1 von einer mittleren Konzentration an NO₂ von 39,8 µg/m³ für den JMW und einem Maximalwert in der Karlstraße von 48,6 µg/m³ auszugehen.

Es ergeben sich Abweichungen von +0,9 µg/m³ bei dem Durchschnittswert bzw. +2,5 µg/m³ bei dem Spitzenwert für NO₂.

8.2.3 Maßnahme A 2.2 (2009 bzw. aktuell UWZ Stufe 2, Bezugsjahr 2011)

Die Maßnahme A 2.2 mit dem Einfahrtsverbot für Fahrzeuge auch der Schadstoffgruppe 2 in 2009 ergab bezogen auf den JMW eine mittlere Konzentration an NO₂ von 41,3 µg/m³ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von 49,8 µg/m³.

Die aktuelle Berechnung für die Stufe 2 der Umweltzone, Bezugsjahr 2011, ergibt bezogen auf den JMW eine mittlere Konzentration an NO₂ von 38,8 µg/m³ bei einem Maximalwert in der Karlstraße von 47,8 µg/m³.

Als jährlicher Trend ist eine Abnahme von etwa -1,2 µg/m³ zwischen 2009 und 2011 anzusetzen. Demnach ist für die auf 2011 umgerechnete Maßnahme A 2.2 (hintergrundbereinigt) mit einer mittleren Konzentration an NO₂ von etwa 38,1 µg/m³ bei einem Maximum in der Karlstraße von 46,6 µg/m³ bezüglich des JMW auszugehen.

Es ergeben sich Erhöhungen von im Mittel etwa 0,7 µg/m³ bei dem Durchschnittswert bzw. 1,2 µg/m³ bei dem Spitzenwert für NO₂.

8.2.4 Gesamtschau NO₂

Für NO₂ ist festzustellen, dass in allen Szenarien bzw. Bezugszeitpunkten mit dem aktuellen Prognose- und Berechnungsansätzen im Mittel deutlich höhere Konzentrationen an NO₂ errechnet werden. Wie bei PM₁₀ liegt jedoch kein einheitlicher Trend vor. Vielmehr streuen die Ergebnisse bzw. die Abweichungen zu den früheren Ergebnissen für die einzelnen Straßen erheblich. Allerdings zeigt sich auch, dass mit der Einführung weiterer Stufen der Umweltzone im Vergleich zur Ausgangslage in 2008 die Unterschiede abnehmen. Ein Aspekt scheint hier die Verjüngung und Harmonisierung der Flotte durch die Umweltzone zu sein. Zweifellos wirken sich jedoch auch die neuen Verkehrszustände sowie der Einfluss der Photochemie aus. Die Ursachen hierfür sind vsl. straßenzugsabhängig unterschiedlicher Natur und bedürften dezidierter Analysen, welche jedoch nicht Gegenstand der Neuberechnung sind.

Es bleibt festzuhalten, dass für den aktuellen Prognosehorizont in 2011 für den Mittelwert der Jahresmittelwerte um 0,7 µg/m³ höhere Konzentrationen errechnet werden, als in der Wirkungsanalyse aus 2007 ausgewiesen. Der Spitzenwert für NO₂ in der Karlstraße wird nunmehr um 1,2 µg/m³ höher prognostiziert.

Insgesamt streuen die Abweichungen im Bereich von etwa -2 bis + 5 µg/m³, wobei die Zunahmen leicht überwiegen.

Nachstehende Tabelle fasst die o. a. Ergebnisse zusammen:

Tabelle 8.2.1	Vergleich Wirkungsanalyse / Neuberechnung bez. NO ₂		
	2008	2010	2011
Bezugsjahr (aktuell)			
Analyse 2007 Mittelwert	42,2	39,8	38,1
Analyse 2007 Maximum	51,1	48,6	46,6
Berechnung 2010 Mittelwert	44,5	40,7	38,8
Berechnung 2010 Maximum	56,7	51,1	47,8
Differenz Mittelwert	2,3	0,9	0,7
Differenz Maximum	5,6	2,5	1,2

9. Zusammenfassung

Aufgrund gegebener Überschreitungen der Grenzwerte der 22. BImSchV für Schadstoffe in der Luft wurde von der Regierung von Schwaben für die Stadt Augsburg in 2004 ein Luftreinhalte-Aktionsplan erstellt.

Im Rahmen einer Wirkungsanalyse wurde in 2007 im Vorfeld der Einführung der Umweltzone eine Prognose der Wirksamkeit ausgewählter Maßnahmen überprüft.

Mit dem Luftreinhalte-/Aktionsplan wurde am 01.07.2009 die Umweltzone in ihrer ersten Stufe im Stadtgebiet Augsburg eingeführt. Danach dürfen nur Kraftfahrzeuge in der Umweltzone fahren, die bestimmte Abgasstandards gemäß der Kennzeichnungsverordnung (35. BImSchV) erfüllen und dies mit einer farbigen Plakette nachweisen können.

Vor dem Hintergrund der geplanten Einführung der Stufe 2 am 01.01.2011 wurde im Rahmen einer lufthygienischen Untersuchung vom Juni 2010 die bisher eingetretene, und die mit Einführung der Stufe 2 zu erwartende, Wirksamkeit der Umweltzone rechnerisch überprüft. Aus Gründen der noch nicht abgeschlossenen programmtechnischen Implementierung des neuen HBEFA 3.1 wurde zum damaligen Zeitpunkt vornehmlich eine Berechnung der Emissionsminderung der Umweltzone vorgenommen.

Mit der vorliegenden Untersuchung wird nach erfolgter programmtechnischer Umsetzung des HBEFA 3.1 eine Neuberechnung auch der Luftschadstoffkonzentrationen in den Straßenräumen mit den aktuellen Prognosewerkzeugen durchgeführt.

Die Berechnungen wurden anhand der konkreten Zulassungszahlen im Stadtgebiet Augsburg, sowie anhand der Zulassungszahlen in den umgebenden Landkreisen Augsburg und Aichach-Friedberg einerseits, und anhand der Verkehrszusammensetzung im Bundesdurchschnitt andererseits, vorgenommen. Die Untersuchung beschränkt sich hierbei auf die 17 am höchsten belasteten Straßenabschnitte gemäß der Wirkungsanalyse zur Umweltzone aus 2007.

Gegenstand der Untersuchung war die Berechnung der Immissionen der Luftschadstoffe Feinstaub PM_{10} und Stickstoffdioxid NO_2 im Jahresmittel, und die vergleichende Darstellung der Ergebnisse sowohl mit den Grenzwerten der zwischenzeitlich eingeführten 39. BImSchV, als auch mit den Ergebnissen der Wirkungsanalyse aus 2007.

Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

Hinsichtlich Feinstaub PM₁₀ zeigt die Immissionsprognose anhand der lokalen Fahrzeugflotte im Vergleich zur Bundesflotte für das Bezugsjahr 2008 (vor Einführung der Umweltzone) nur minimale Abweichungen. Im Mittel über alle Straßenzüge ergibt sich eine identische Immissionsprognose.

Mit Einführung der 1. Stufe der Umweltzone am 01.07.2009 ergab sich seither bis zum heutigen Zeitpunkt (Herbst 2010) trendbereinigt eine Abnahme der Immissionskonzentrationen durch die Umweltzone von im Mittel - 0,7 µg/m³ (2%).

Mit Einführung der 2. Stufe zum 1.1.2011 ergibt sich rechnerisch und trendbereinigt eine weitergehende Reduktion von - 1,1 µg/m³ (3,5 %) bezogen auf den Jahresmittelwert in 2011.

In den drei Jahren seit dem Start der Umweltzone in 2009 bis nach der Einführung der Stufe 2 zum 1.1.2011 wird durch die ergriffenen Maßnahmen, in Verbindung mit der allgemeinen Verjüngung der Fahrzeugflotte, eine Reduktion der Immissionskonzentrationen von im Jahresmittel etwa 6 % PM₁₀ gegenüber 2008 errechnet.

Das Niveau der Gesamtkonzentration liegt in 2011 für den JMW über alle betrachteten Straßen bei 30 µg/m³, die maximal errechneten Konzentrationen ergeben sich zu 34,8 µg/m³. Damit erscheint die Einhaltung des Grenzwertes für den JMW von 40 µg/m³ bei Beibehaltung dieses Trends auch künftig sehr wahrscheinlich.

Bezogen auf die Ergebnisse der Wirkungsanalyse aus 2007 wird eine Reduktion der Konzentrationen im Mittel über alle untersuchten Straßenzüge von - 1,0 µg/m³ für den JMW in 2011 errechnet. Ursächlich führen wir diesen Effekt auf verbesserte Prognosemöglichkeiten zurück, welche für die AWAR-Faktoren bei Feinstaub neben der Berücksichtigung der Fahrzeugkategorien auch eine differenziertere Zuordnung der Emission zu Verkehrssituationen erlaubt.

Bezüglich Stickstoffdioxid NO₂ zeigt der Vergleich der Immissionsprognosen, basierend auf der lokalen Fahrzeugflotte im Vergleich zur Bundesflotte für das Bezugsjahr 2008, dass bereits vor Einführung der Umweltzone die durchschnittlichen Schadstoffkonzentrationen in den betrachteten Straßenzügen der Umweltzone durch lokale Faktoren im Mittel um -1,4 µg/m³ (- 3 %) niedriger waren, als unter Zugrundelegung der Bundesflotte zu erwarten gewesen wäre.

Dies liegt an dem Umstand, dass in Augsburg und Umland bei in etwa vergleichbaren Zulassungszahlen bei Fahrzeugkategorien und verwendeten Kraftstoffen die Flotte deutlich jünger ist als der Bundesdurchschnitt, wobei dieser an sich positive Umstand z. T. durch den höheren lokalen Anteil der Direktmissionen aus Dieselfahrzeugen kompensiert wird.

Mit Einführung der 1. Stufe der Umweltzone ergab sich bis zum heutigen Zeitpunkt (Herbst 2010) trendbereinigt eine Abnahme der Konzentrationswerte im Vergleich der lokalen Flotte zur Bundesflotte von im Mittel - 4 µg/m³ (- 9 %).

Mit Einführung der 2. Stufe zu Anfang 2011 ergibt sich rechnerisch und trendbereinigt eine weitergehende Reduktion von - 5,4 µg/m³ (- 12 %) bezogen auf den Jahresmittelwert.

In den drei Jahren seit dem Start der Umweltzone in 2009 bis nach dem Beginn der Stufe 2 in 2011 wird durch die ergriffenen Maßnahmen (in Verbindung mit der jüngeren Fahrzeugflotte) für 2011 eine Reduktion der Immissionskonzentrationen von im Jahresmittel etwa 16 % bei NO₂ gegenüber 2008 errechnet.

Das Niveau der Gesamtkonzentration liegt in 2011 für den JMW bei 38,8 µg/m³ im Durchschnitt aller betrachteten Straßen, die maximal errechneten Konzentrationen ergeben sich zu 47,8 µg/m³. Anhand der Verteilung der Überschreitungen im Untersuchungsgebiet ist die Einhaltung des Grenzwertes für den JMW von 40 µg/m³ in naher Zukunft insbesondere im Bereich der Achse Karlstraße - Jakoberstraße und an der Schaezlerstraße zumindest fraglich.

Bezogen auf die Ergebnisse der Wirkungsanalyse aus 2007 wird eine Erhöhung der Konzentrationen im Mittel über alle untersuchten Straßenzüge von 0,7 µg/m³ für den JMW in 2011 errechnet. Die Ursachen hierfür sind straßenspezifisch unterschiedlich und in den zahlreichen Änderungen im HBEFA, und damit im Rechenverfahren, begründet.

Augsburg, 28.10.10

M. Ul

A) Grundlagenverzeichnis / Regelwerke / Literatur / Eingangsdaten

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz, Bekanntmachung der Neufassung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 26.9.2002
- [2] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV – vom 02.08.2010
- [3] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV – vom 11.09.2002
- [4] Verordnung zum Erlass und zur Änderung von Vorschriften über die Kennzeichnung emissionsarmer Kraftfahrzeuge, Oktober 2006
- [5] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Luftreinhalteplan für die Stadt Augsburg, erarbeitet von der Regierung von Schwaben, 2004
- [6] Stadt Augsburg, Aktionsplan zum Luftreinhalteplan, Stand August 2006
- [7] Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit vom 8. Mai 2009 Az. 75f-U8710.2-2005/158-53, Erste Fortschreibung des Luftreinhalte-/Aktionsplans für die Stadt Augsburg mit Einbeziehung der Umlandgemeinden nach § 47 Abs. 5a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG)
- [8] Infras, Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.1, Bern, vom Januar 2010
- [9] IMMIS^{Luft}, Screening-Programm zur Bestimmung der Luftschadstoff-Emissionen und – Immissionen in Innenstädten, Version 5.1
- [10] FiGE GmbH, Mobilev - Dokumentation und Benutzerhandbuch; Version 1.3, März 1997
- [11] Stadt Augsburg, Aktionsplan zum Luftreinhalteplan, vom August 2006
- [12] TÜV ECOPLAN UMWELT GMBH, Abschätzung der Ruß- / Benzolbelastung an Hauptverkehrsstraßen bayerischer Städte, 1998 – Stadt Augsburg-, 1999
- [13] em plan, Stadt Augsburg - Aktionsplan zum Luftreinhalteplan - Wirkungsanalyse, 14.5.2007
- [14] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Lufthygienische Jahresberichte 2003 bis 2008
- [15] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Vorbelastung in Augsburg hinsichtlich NO₂ in 2010 (JMW), mail vom 27.09.2010
- [16] em plan, Lufthygienische Untersuchung zur Wirksamkeit der Umweltzone Augsburg, 29.06.2010

B) Abkürzungsverzeichnis

Anteil:	Prozentualer Anteil einer Schicht an der Fahrleistung bzw. am Fahrzeug-Bestand der entsprechenden Fahrzeug-Kategorie
AWAR-Emissionen:	Aufwirbelungs- und Abriebsemissionen (PM ₁₀)
B:	Benzin
BUWAL:	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
D:	Diesel
DE:	Direktemissionen NO ₂
ECE:	Economic Commission for Europe
EFA, E-Faktor:	Emissionsfaktor
EFAg:	Emissionsfaktor je Fahrzeug-Kategorie, gewichtet
EURO-1 / I:	Europäische Abgasvorschriften für leichte und schwere Motorwagen (ab1992)
EURO-2 / II:	Europäische Abgasvorschriften für leichte und schwere Motorwagen (ab1996)
EURO-3 / III:	Neue Europäische Abgasvorschriften für leichte und schwere Motorwagen (ab 2000)
EURO-4 / IV:	Neue Europäische Abgasvorschriften für leichte und schwere Motorwagen (ab 2005)
EURO-5 / V:	Neue Europäische Abgasvorschriften für schwere Motorwagen (seit 2009)
FAV:	(frühere) Schweiz. Abgasverordnungen:
FS:	Fahrzeugschicht
GKat:	geregelter Katalysator
HB:	Handbuch
KBA:	Kraftfahrt-Bundesamt
KFS:	Kaltstartfaktor
Lbus:	Linienbus (= ÖV-Bus)
LEV:	Low Emission Vehicle
LKW:	Lastkraftwagen
LMW:	Leichte Motorwagen (= Oberbegriff für PKW und Lieferwagen, <3.5 t)
LNF:	Leichte Nutzfahrzeuge <3,5t (Kleinbusse, Lkw, Wohnmobile, sonstige Kfz)

LOS:	Level of Service
LZ:	Lastenzug, Anhängerzug
NO _x :	Stickoxide
PC:	Photochemisch gebildetes NO ₂
Part.:	Partikel
PM:	Particulate Matter
PKW:	Personenkraftwagen und Kombi (ohne Kleinbusse)
Rbus:	Reisebus, Car
SMW:	Schwere Motorwagen {= Fahrzeuge > 3.5 t Gesamtgewicht; = Oberbegriff für Schwere Nutzfahrzeuge (SNF), Reisebusse (RBus) und Linienbusse (LBus)}
SNF:	Schwere Nutzfahrzeuge {= Oberbegriff für Lastkraftwagen (LKW), Lastenzüge (LZ) und Sattelzüge (SZ)}
SZ:	Sattelzug
U-Kat:	ungeregelter Katalysator
UBA:	Umweltbundesamt (Berlin bzw. Wien)
UWZ:	Umweltzone

C) Anlagenverzeichnis

Anlage Nr.	Bezeichnung
1	Verkehrsstärken des MIV in 2008
2.1 - 2.9	Entwicklung des Fahrzeugbestands lokal und bundesweit
3	Randbedingungen der Immissionsberechnung
4.1 - 4.2	Luftschadstoffkonzentrationen 2008, JMW und Differenzen
5.1 - 5.2	Luftschadstoffkonzentrationen 2010, JMW und Differenzen
6.1 - 6.2	Luftschadstoffkonzentrationen 2011, JMW und Differenzen
7.1 - 7.2	Luftschadstoffkonzentrationen 2010-2008, JMW und Trendbetrachtungen
8.1 - 8.2	Luftschadstoffkonzentrationen 2011-2008, JMW und Trendbetrachtungen
9	Überblick der Ergebnisse der Wirkungsanalyse aus 2007