

Untersuchung zur Luftreinhaltung

Vorhaben: **Stadt Augsburg**
Aktionsplan zum Luftreinhalteplan
Wirkungsanalyse

Auftraggeber: Stadt Augsburg
Umweltamt
An der Blauen Kappe 18
86152 Augsburg

Bearbeitungsstand: 05/07

Projekt-Nr.: 200763

Auftrag vom: 15.09.2006
Anzahl Seiten: 36
Anzahl Anlagen: 9
Bearbeiter: Manfred Ertl
Durchwahl: 0821 / 45 500 78
E-Mail: manfred.ertl@em-plan.com

Zusammenfassung:

Die Stadt Augsburg erwägt aufgrund nachgewiesener Überschreitungen der geltenden Grenzwerte für die Luftschadstoffe Feinstaub (Partikel PM₁₀) und Stickstoffdioxid NO₂ die Einrichtung einer Umweltzone in der Stadtmitte Augsburgs.

Innerhalb dieser Umweltzone soll durch verkehrsrechtliche Maßnahmen eine Reduktion der verkehrsbedingten Luftschadstoffe und damit eine Reduktion der Luft-Schadstoffbelastung insgesamt erreicht werden.

Geplant ist zum Einen ein Lkw-Durchfahrtsverbot für Lkw über 3,5 t. Ausgenommen insbesondere ist der Quell- und Zielverkehr innerhalb der Umweltzone, sowie der regionale Wirtschaftsverkehr. Auch Linienbusse und Einsatzfahrzeuge sollen von dem Durchfahrtsverbot nicht betroffen sein. Die Einführung ist zum 1.10.2007 geplant.

Ab 2007 bis 2012 soll zudem in drei Stufen ein Fahrverbot für Fahrzeuge bestimmter Abgasnormen eingeführt werden. Fußend auf der Kennzeichnungsverordnung vom 10.10.2006 werden stufenweise Fahrverbote für Fahrzeuge der Schadstoffgruppe EURO-1 (in 2007), EURO-2 (in 2009) und EURO-3 (in 2012) eingeführt, wobei von den Fahrverboten Fahrzeuge mit Ottomotor und geregelter Katalysator in den Stufen 1, 2 und 3 gemäß Kennzeichnungsverordnung nicht betroffen sind.

Zur Überprüfung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen wurde die vorliegende Wirkungsanalyse erstellt. Seitens des Tiefbauamts der Stadt Augsburg wurden hierfür die verkehrlichen Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen berechnet. Durch das Umweltamt der Stadt Augsburg wurden die städtebaulichen Randbedingungen für die Berechnung der Luftschadstoffbelastungen gestellt. Seitens des Bayerischen Landesamts für Umwelt wurde eine Einschätzung der kommunalen und regionalen Hintergrundbelastung innerhalb der Umweltzone gegeben.

Aufbauend auf diese verfügbaren Eingangsdaten wurden für die 45 Straßenabschnitte des Hauptverkehrswegenetzes innerhalb der Umweltzone für das Bezugsjahr 2007 ohne Maßnahmen, sowie für das Lkw-Durchfahrtsverbot und die drei Stufen der geplanten Verkehrsverbote die Luftschadstoffkonzentrationen der Schadstoffe PM₁₀ und NO₂ errechnet.

Die Berechnung kommt zu dem Ergebnis, dass bei PM₁₀, insbesondere aber bei NO₂, eine deutliche Reduktion der Luft-Schadstoffbelastung erreicht werden kann. Bei PM₁₀ beträgt die Reduk-

tion der Konzentration in der Luft bis zu $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis zum Bezugsjahr 2012, bei NO_2 wird eine Reduktion um bis zu rund $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jeweils bezogen auf den Jahresmittelwert, erreicht.

Im Bezugsjahr 2012 kann davon ausgegangen werden, dass die Einhaltung des Grenzwerts für PM_{10} von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bezogen auf den Jahresmittelwert sichergestellt wird. Bei NO_2 tritt eine deutliche Absenkung des Luftschadstoff-Niveaus ein, wobei jedoch zu erwarten ist, dass auch mit den vorgesehenen Maßnahmen nicht in allen Straßenzügen der Umweltzone der in 2012 geltende Grenzwert für den Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten wird.

Der für den Tagesmittelwert geltende Grenzwert für PM_{10} von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 35 zulässigen Überschreitungen im Jahr wird ab einem Jahresmittelwert von ca. $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} nach vorliegenden Erfahrungswerten voraussichtlich häufiger als 35 Mal / Jahr überschritten. Unter den gegebenen verkehrlichen Randbedingungen und unter der konservativen Prämisse, dass sich die Feinstaubkonzentration der Hintergrundbelastung in den kommenden Jahren nicht reduziert ist davon auszugehen, dass auch im Prognosehorizont 2012 an einigen Straßen innerhalb der Umweltzone der Jahresmittelwert nicht unterhalb von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sinken wird.

Generell ist jedoch erkennbar, dass die Umweltzone zu einer Reduktion der Feinstaub-Belastung führt. Im Hinblick auf die eingesetzten konservativen Rechenverfahren und Ansätze ist deshalb von der Tendenz her davon auszugehen, dass die tatsächliche Feinstaub-Belastung im langjährigen Mittel unter den hier errechneten Werten liegen wird.

Insgesamt ist innerhalb der Umweltzone von einer Reduktion der verkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen auszugehen. Allein durch die Erneuerung der Flotte ergibt sich eine Reduktion der motorbedingten Schadstoffemission um 6 % bei PM_{10} und um 18 % bei NO_2 .

Eine Wirksamkeit der Umweltzone bzw. der geplanten Maßnahmen ist damit auf der Grundlage der heute verfügbaren Eingangsdaten und absehbaren Entwicklungen gegeben.

Inhaltsverzeichnis

1.	Gegenstand der Untersuchung.....	6
2.	Örtlichkeiten	7
3.	Beurteilungsgrundlagen.....	8
4.	Rechenverfahren.....	9
4.1	Rechenprogramm	9
4.2	Emissionsmodell.....	9
4.3	Verkehrssituationen	10
4.4	Emissionsfaktoren.....	10
4.5	Flottenzusammensetzung.....	10
4.6	Kaltstartmodellierung	11
4.7	Stop & Go Betrieb	11
5.	Grundlagen	12
5.1	Luftreinhalteplan für die Stadt Augsburg	12
5.2	Aktionsplan zum Luftreinhalteplan der Stadt Augsburg.....	12
5.3	Kennzeichnungsverordnung / Verkehrliche Regelungen.....	13
5.4	Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs / HB EFA	15
5.5	Luftschadstoff-Vorbelastung in 2006.....	16
5.6	Verkehrszahlen des Individualverkehrs.....	17
5.7	Busverkehr.....	17
5.8	Zu untersuchende Straßenzüge.....	18
6.	Änderung der Flottenzusammensetzung	18
7.	Ergebnisse der Wirkungsanalyse	21
7.1	Berechnung der Jahresmittelwerte.....	21
7.2	Prognose-0-Fall 2007	21
7.3	Maßnahmen der Umweltzone	23
7.4	Überschreitungshäufigkeit des 24-Stunden-Werts für Partikel PM ₁₀	28
7.5	Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittelwerts für NO ₂	28
7.6	Entwicklung der Schadstoffemissionen	29
8.	Zusammenfassung.....	31

EM Plan

A)	Grundlagenverzeichnis / Literatur.....	33
B)	Abkürzungsverzeichnis.....	34
C)	Anlagenverzeichnis	36

1. Gegenstand der Untersuchung

Im Mai 2004 wurde der Luftreinhalteplan für die Stadt Augsburg von der Stadtverwaltung vorgelegt, im Juni 2004 vom Stadtrat einstimmig an die Regierung von Schwaben weitergeleitet und im Dezember 2004 vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz beschlossen.

Im Jahr 2005 konnte dennoch der seit Januar 2005 geltende Grenzwert für Feinstaub (PM_{10}) nicht eingehalten werden. Der zulässige Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an den innerstädtischen Messpunkten 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.

Der ab 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 des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) 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.

Langzeitverläufe der NO_2 -Konzentration zeigen, dass auch zum Stichtag des gesetzlichen Grenzwertes (01.01.2010) von einer Überschreitung des gültigen Grenzwertes für den Jahresmittelwert ausgegangen werden muss.

Aufgrund dieser Luftschadstoffsituation hat die Stadt Augsburg einen Aktionsplan erarbeitet, der eine Reihe von kurzfristigen Maßnahmen zur Reduzierung des Feinstaubes (verursacht im Stadtgebiet) vorsieht. Insbesondere zielt der Aktionsplan neben der Reduzierung von PM_{10} ebenso auf die Verringerung der Konzentration von NO_2 ab.

Der Aktionsplan sieht die Einrichtung einer Umweltzone vor. In dieser Zone soll ein Lkw-Durchfahrtsverbot für Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 3,5 Tonnen gelten. Für Quell- und Zielverkehr sowie für regionalen Wirtschaftsverkehr u. a. können Ausnahmeregelungen in Anspruch genommen werden.

In den Jahren 2007, 2009 und 2012 sind in drei Stufen Fahrverbote in der Umweltzone für Kfz der Schadstoffgruppen 1, 2 und 3 vorgesehen.

Im Rahmen der vorliegenden Wirkungsanalyse soll die Wirksamkeit dieser Maßnahmen bezüglich der Konzentrationen der Luftschadstoffe Partikel PM_{10} und Stickstoffdioxid NO_2 überprüft werden. Es sollen sowohl die Luft-Schadstoffkonzentrationen in den Straßenräumen, als auch die Emissionen der einzelnen Straßenzüge berechnet und quantifiziert werden.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden im vorliegenden Untersuchungsbericht vorgestellt.

2. Örtlichkeiten

Die Umweltzone umfasst die Innenstadt der Stadt Augsburg. Die Umweltzone wird im Wesentlichen begrenzt durch die Rosenausstraße im Westen, die Dieselstraße / Berliner Allee im Norden, die Jakoberwallstraße / Forsterstraße im Osten und die Schertlinstraße im Süden. Der genaue Umgriff der Umweltzone ist folgender Abbildung 1 anhand der roten Schraffur zu entnehmen.

Abbildung 1: geplante Umweltzone der Stadt Augsburg



Die Abgrenzung der Zone entspricht dem aktuellen Stand vom Mai 2007. Innerhalb dieser Zone befinden sich 45 Straßenzüge des Hauptverkehrsnetzes, deren Luftschadstoffbelastung gegenständlich für diese Untersuchung ist.

3. Beurteilungsgrundlagen

Die Beurteilung der Luftschadstoffbelastung erfolgt nach der Zweiundzwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV [2].

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

Die 22. BImSchV nennt für diese Schadstoffe folgende Immissionsgrenzwerte:

A) Immissionsgrenzwerte und Toleranzmargen für Schwebstaub und Partikel (PM₁₀)

- Für den Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der ab 1. Januar 2005 einzuhaltende über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für Partikel PM₁₀ **40 µg/m³**.
- Für den Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der ab 1. Januar 2005 einzuhaltende über 24 Stunden gemittelte Immissionsgrenzwert für Partikel PM₁₀ **50 µg/m³**, bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.

B) Immissionsgrenzwerte und Toleranzmagen für Stickstoffdioxid (NO₂)

- Für Stickstoffdioxid (NO₂) beträgt der Immissionsgrenzwert bis zum 31. Dezember 2009 **200 µg/m³** (98%-Wert der Summenhäufigkeit, berechnet aus den während eines Jahres gemessenen Mittelwerten über eine Stunde oder kürzere Zeiträume).
- Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der ab 1. Januar 2010 einzuhaltende über eine volle Stunde gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO₂) **200 µg/m³** bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.
- Für den Immissionsgrenzwert von 200 µg/m³ beträgt die Toleranzmarge 80 µg/m³ ab dem 1.1.2003. Sie vermindert sich ab dem 1.1.2003 bis zum 1.1.2010 stufenweise um jährlich 10 µg/m³.
- Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der ab 1. Januar 2010 einzuhaltende über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO₂) **40 µg/m³**.
- Für den Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ beträgt die Toleranzmarge 16 µg/m³ ab dem 1.1.2003. Sie vermindert sich ab dem 1.1.2003 bis zum 1.1.2010 stufenweise um jährlich 2 µg/m³.

4. Rechenverfahren

4.1 Rechenprogramm

Die Berechnung der Luftschadstoff-Immissionen erfolgt mittels des Rechenprogramms IMMIS^{luft}, Version 3.2 [13].

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.

IMMS^{luft} erlaubt die Berechnung der Luftschadstoffkonzentrationen in 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.

4.2 Emissionsmodell

Die Auspuffemissionen werden nach dem aktuellen „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HB EFA Version 2.1)“ [4] berechnet.

Das HB EFA stellt folgende Eingangsdaten zur Verfügung:

- warme Emissionsfaktoren für eine Auswahl von Verkehrssituationen
- die Fahrzeugflotten Deutschlands für die Jahre 1994 bis 2020
- ein Kaltstartmodell für mehrere Straßenlagen bzw. -funktionen
- ein Staumodell

Die Emissionsberechnung wird ergänzt durch ein Modell zur Berechnung der Zusatzbelastung von PM₁₀ (Nicht - Auspuff PM₁₀ - Emissionen) durch Aufwirbelung, Reifen- und Bremsabrieb. In dieser Untersuchung wird das Verfahren nach BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft der Schweiz) aus 2001 herangezogen. Dieses Verfahren stellt die konservativste derzeit verfügbare Methode zur Berechnung der Zusatzemissionen dar und ist seit 2001 eingeführt.

Als Alternativmodell wäre ein in IMMIS^{Luft} implementiertes Verfahren nach Lohmeyer aus 2004 verfügbar, das sich einerseits jedoch lediglich an das Verfahren nach BUWAL aus 2001 anlehnt, und zudem in seinen Ansätzen weniger konservativ als das Verfahren nach BUWAL arbeitet. Tendenziell werden mit dem Verfahren Lohmeyer 2004 geringere Konzentrationswerte errechnet, da insbesondere die Faktoren für Aufwirbelung geringer angesetzt sind. Nach unserem

Kenntnisstand wird das von uns herangezogene Verfahren nach BUWAL auch durch das Bayerische Landesamt für Umwelt verwendet.

4.3 Verkehrssituationen

Das Rechenverfahren stellt unterschiedliche Straßentypen und Verkehrssituationen für die Modellierung des Emissionsverhaltens der Straßen zur Verfügung. Es sind dies folgende Situationen:

- Autobahnen mit Tempolimit 60, 80, 100 und 120 km/h sowie ohne Tempolimit
- sechs innerstädtische Verkehrssituationen (Hauptverkehrsstraßen ohne und mit Lichtsignalanlagen, Kernstraßen und Nebenstraßen)
- drei Außerorts-Situationen unterschiedlichen Ausbaugrads der Straße

4.4 Emissionsfaktoren

Das Rechenverfahren stellt die Emissionsfaktoren für die Schadstoffe HC, CO, NO_x, CO₂, NH₃, N₂O, Blei, SO₂ und Partikel (PM₁₀) zur Verfügung. Die Schadstoffe NO und NO₂ werden aus der NO_x-Emission errechnet und können nicht direkt als Emissionsfaktoren angegeben werden.

Diese liegen nach HB EFA 2.1 schichtenfein getrennt nach Bezugsjahren, Verkehrssituationen, Straßentypen und 7 Straßensteigungssituationen (-6 % bis + 6%) vor.

4.5 Flottenzusammensetzung

Für jedes Bezugsjahr zwischen 1994 und 2020 steht eine definierte Flottenzusammensetzung zur Verfügung. Innerhalb einer Flottenzusammensetzung für ein Bezugsjahr wird unterschieden zwischen Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeugen, Krafträdern und Bussen (Linien- und Reisebussen). Hinzu kommt eine Differenzierung der Pkw zwischen diesel- und benzinbetriebenen Fahrzeugen.

Die Flottenzusammensetzung berücksichtigt hierbei die geltenden Abgasnormen, den Altersmix der in der Flotte befindlichen Fahrzeuge, sowie die fahrzeugspezifische 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 vier Grenzwertstufen. Es sind dies die Stufen EURO-1 (I) (seit 1992), EURO-2 (II) (seit 1996), EURO-3 (III) (seit 1999) und EURO-4 (IV) (seit 2005). Die arabischen Ziffern gelten für Pkw, die römischen Ziffern für Lkw. Eine fünfte Grenzwertstufe EURO-V ist in Vorbereitung (Einführung vsl. Mitte 2008).

Innerhalb der einzelnen Grenzwertstufen wird differenziert zwischen Pkw, Motorrädern und Mopeds, leichten Nutzfahrzeugen sowie Lkw und Bussen. Zudem wird nach Otto- und Dieselmotoren unterschieden.

So galt z. B. für einen neu zugelassenen Pkw mit Ottomotor im Jahr 1992 nach EURO-1 ein Emissionsgrenzwert für die Komponente NO_x (zu diesem Zeitpunkt HC + NO_x) von 1,13 g je gefahrenem Kilometer. Nach EURO-4 gilt ein Emissionsgrenzwert für die Komponente NO_x von 0,08 g je gefahrenem Kilometer.

Für einen neu zugelassenen Pkw mit Dieselmotor war in 1992 nach EURO-1 für Partikel ein Emissionsgrenzwert von 0,18 g/km vorgeschrieben. Nach EURO-4 beträgt der Grenzwert in 2005 0,025 g/km.

Betrachtet man nun die Altersverteilung der zugelassenen Kfz in Deutschland, so liegt die mittlere „Lebenserwartung“ bei den Pkw bei ca. 13 Jahren, bei den Nutzfahrzeugen bei ca. 11 Jahren. Nach ca. 20 Jahren ab Erstzulassung sind mehr als 90 % der Fahrzeuge stillgelegt. Dies bedeutet, dass z. B. im Jahr 2012 maximal rund 10 % der noch in Betrieb befindlichen Kfz nach den Abgasnormen gemäß EURO-1 (I) zugelassen wurden, alle übrigen Kfz jedoch bereits strengeren Anforderungen nach EURO-2 (II) bis EURO-4 (IV) genügen.

Somit verringern sich in Abhängigkeit vom Abstand des Prognosehorizonts (In der Lufthygienischen Untersuchung das Jahr 2012) zum Bezugsjahr (2007) die fahrzeugbedingten Emissionen, wobei diese umso geringer werden, je weiter der Prognosehorizont in der Zukunft liegt.

4.6 Kaltstartmodellierung

Im Rechenverfahren sind Kaltstartzuschläge für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge entsprechend HB EFA implementiert. Es wird unterschieden zwischen den Straßenfunktionen

- Wohnstraße
- Einfallstraße und
- Geschäftsstraße.

Jeder Straßenfunktion ist ein eigener Tagesgang zugeordnet. Die Kaltstartzuschläge werden als Korrekturfaktor auf die warmen Emissionsfaktoren angewendet.

4.7 Stop & Go Betrieb

Zur Berechnung des durchschnittlichen täglichen Stau-Anteils (Anteil der Fahrzeuge im Stop & Go-Betrieb) für die einzelnen Straßenzüge wäre die Kenntnis der Leistungsfähigkeiten der Verkehrsknoten erforderlich.

Da diese Daten nicht vorliegen, wird vereinfachend davon ausgegangen, dass im Jahresmittel zu 5 % der Zeit Stauungen auftreten. Dies entspricht einer täglichen Staudauer von 1,2 Stunden

und dürfte die mittleren morgendlichen und abendlichen Verkehrsstockungen im Berufsverkehr zumindest der Größenordnung nach adäquat beschreiben.

5. Grundlagen

Für die Erstellung der vorliegenden Untersuchung wurden insbesondere folgende Grundlagen herangezogen:

5.1 Luftreinhalteplan für die Stadt Augsburg

Die Regierung von Schwaben hat in 2004 einen Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Augsburg erarbeitet [6]. Der Luftreinhalteplan ermittelt und analysiert die gegebene Luftschadstoffbelastung in Augsburg und hält einen Katalog möglicher Maßnahmen zur Luftreinhaltung vor.

5.2 Aktionsplan zum Luftreinhalteplan der Stadt Augsburg

Die Stadt Augsburg hat auf der Grundlage des Luftreinhalteplans einen Aktionsplan zum Luftreinhalteplan erarbeitet, der am 27.07.06 vom Augsburger Stadtrat beschlossen wurde [7]. Der Aktionsplan untersucht eine Reihe möglicher Maßnahmen zur Luftreinhaltung. Diese reichen von straßenverkehrsrechtlichen Maßnahmen über Mobilitätsmanagement bis hin zu Maßnahmen an gewerblichen Betrieben und Kleinf Feuerungsanlagen. Insgesamt wurden rund 30 Ansatzpunkte zur Reduktion der Luftschadstoffbelastung untersucht.

Gegenständlich für diese Untersuchung sind die im Folgenden aufgeführten straßenverkehrsrechtlichen Maßnahmen des Aktionsplans:

Tabelle 1: Maßnahmenstufen der Umweltzone

Maßnahme A.1	Lkw-Durchfahrtsverbot (über 3,5 t) ab dem 1.7.2007
Maßnahme A.2.1	Ganzjähriges Fahrverbot in der Innenstadt (Umweltzone) von Augsburg ab dem 1.10.2007 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 nach der Kennzeichnungsverordnung
Maßnahme 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
Maßnahme A.2.3	Ganzjähriges Fahrverbot in der Innenstadt (Umweltzone) von Augsburg ab dem 1.1.2012 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1, 2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung

Das Gebiet des Lkw-Durchfahrtsverbots der Maßnahme A.1 ist hierbei identisch mit der Umweltzone.

5.3 Kennzeichnungsverordnung / Verkehrliche Regelungen

Mit der "Verordnung zum Erlass und zur Änderung von Vorschriften über die Kennzeichnung emissionsarmer Kraftfahrzeuge" vom Oktober 2006 [3] wurde die "Fünfunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung – 35. BImSchV)" eingeführt. Diese Verordnung ist am 1. März 2007 in Kraft getreten.

Die Verordnung regelt Ausnahmen von Verkehrsverboten nach § 40 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und die Zuordnung von Kraftfahrzeugen zu Schadstoffgruppen.

Die Verkehrsbeschränkungen gelten für alle Kraftfahrzeuge der Klassen M und N. Es sind dies nach der Richtlinie 70/156/EWG Kraftfahrzeuge zur Personenbeförderung und Güterbeförderung mit mindestens vier Rädern, d. h. Pkw, Nutzfahrzeuge und Omnibusse. Die Fahrzeuge werden durch Plaketten gekennzeichnet, bzw. bei den unteren Schadstoffgruppen explizit nicht mit einer Plakette versehen.

Gemäß 35. BImSchV werden die Kraftfahrzeuge in vier Schadstoffgruppen wie folgt eingeteilt.





- Diesel-Fahrzeuge mit der Schadstoffnorm EURO-1 und schlechter erhalten keine Plakette. Keine Plakette erhalten auch Fahrzeuge mit Ottomotoren (Benzinmotoren) ohne geregelten Katalysator (G-Kat).

Zudem erhalten benzinbetriebene Fahrzeuge, die mit einem geregelten Katalysator der ersten Generation (Anlage XXIII der StVZO / „US Norm“ vor 1992) ausgerüstet sind keine Plakette.

Anmerkung: Dies soll aus heutiger Sicht durch eine Änderung bzw. Ergänzung der 35. BImSchV geändert werden. Das Bundesumweltministerium beabsichtigt nach aktuellen Pressemitteilungen, die derzeit für die Nachrüstung von Nutzfahrzeugen und Euro-1-Diesel-Pkw anstehende Erweiterung der Kennzeichnungsverordnung nutzen, um eine zusätzliche Regelung für die Besitzer von älteren Pkws einzuführen. Dies wurde bei der Berechnung der Verkehrsmengen durch das TBA der Stadt Augsburg bereits berücksichtigt.

- Für die übrigen Dieselfahrzeuge gibt es drei verschiedene Plaketten je nach Schadstoffausstoß (Abbildung 2). Für Benziner mit geregeltem Katalysator gibt es im Regelfall die grüne Plakette.
- Für mobile Maschinen und Geräte, Arbeitsmaschinen, land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen, zwei- und dreirädrige Kraftfahrzeuge (z. B. Motorräder), Krankenwagen und Arztwagen sieht die Kennzeichnungsverordnung generell keine Verkehrsverbote vor.

Tabelle 2: Zuordnung der Fahrzeuge zu den Schadstoffgruppen

Fahrzeuge	Abgasnormen	Kennzeichen
Dieselmotoren: Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Lkw:	Euro-I/1, "Euro-0"	
Ottomotoren:	nicht Schadstoffarm, ohne G-Kat	
Dieselmotoren: Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Lkw:	Euro-II/2, Euro-I/1 - nachgerüstet	
Ottomotoren:	-	
Dieselmotoren: Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Lkw:	Euro-III/3, Euro-II/2 - nachgerüstet	
Ottomotoren:	-	
Dieselmotoren: Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Lkw:	Partikel 5 mg / km (Pkw/INfz), EEV, Euro-V, Euro-IV/4, Euro-III/3 nachgerüstet	
Ottomotoren:	Schadstoffarm, mit G-Kat	
Elektromotoren / Brennstoffzellen	-	

Sind Fahrzeuge entsprechend Abbildung 2 gekennzeichnet, so können diese von Verkehrsverboten ausgenommen werden. Für die Einrichtung von Umweltzonen sind die neuen Verkehrszeichen 270.1 und 270.2, sowie ein Zusatzzeichen zum Zeichen 270.1 vorgesehen. Hierdurch wird Beginn und Ende der Umweltzone und damit die Grenze des geltenden Verkehrsverbots definiert.

Abbildung 2: Zeichen zur Kennzeichnung der Umweltzone



Zeichen 270.1



Zusatzzeichen zu Zeichen 270.1



Zeichen 270.2

Das Lkw-Durchfahrtsverbot wird durch das Zeichen 253, "Verbot für Lkw größer 3,5 t" sowie dem Zusatzzeichen "Lieferverkehr frei" geregelt.

Abbildung 3: Zeichen zur Kennzeichnung des Lkw-Durchfahrtsverbots



Zeichen 253



Zeichen 1026-35

5.4 Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs / HB EFA

Der Berechnung der kraftfahrzeugbedingten Emissionen und Immissionen liegt das aktuelle Handbuch der Emissionsfaktoren HB EFA 2.1 zugrunde.

Um das Ausmaß der verkehrsbedingten Belastung der Luft durch Schadstoffe zu berechnen, aber auch um entsprechende Maßnahmen zur Belastungsreduktion zu evaluieren, sind Angaben zur spezifischen Emission, d.h. zur Emission des einzelnen Fahrzeugs, in hoher Differenzierung unabdingbar. Zu diesem Zweck haben die Umweltämter von Deutschland (UBA), Österreich (UBA) und der Schweiz (BAFU) bereits seit mehreren Jahren gemeinsam verschiedene Forschungsprojekte und Messreihen gefördert.

Das Handbuch für Emissionsfaktoren ist eine Synthese der Ergebnisse dieser Projekte, welches periodisch aktualisiert wird. Mit der aktuellen Version 2.1 liegt eine gemeinsame Version für alle drei Länder vor.

Es werden Emissionsfaktoren für den „warmen Betriebszustand“ von Kraftfahrzeugen, sowie Angaben zu Kaltstartzuschlägen und Verdampfungsemissionen zur Verfügung gestellt. Alle relevanten gesetzlichen Emissionsstufen sind darin abgedeckt.

Die Fahrzeug-Einteilung erfolgt in sog. „Fahrzeugschichten“. Differenziert nach Fahrzeugart, zulässigem Gesamtgewicht und Kraftstoffart werden je Bezugsjahr die Anteile an der Flottenzusammensetzung sowie der gewichteten Fahrleistung zur Verfügung gestellt. Die verfügbaren Bezugsjahre reichen hierbei von 1994 bis 2020.

Die Flottenzusammensetzungen der Bezugsjahre 2007, 2009 und 2012 sind in der Anlage beigegeben.

Da die Stickoxid-Emissionen von Kraftfahrzeugen nur als NO_x angegeben werden, und zudem NO und NO₂ chemisch reaktive Substanzen sind, können für NO₂ keine Emissionsfaktoren angegeben werden. Die Umwandlung von NO in NO₂ ist hinsichtlich der Einflussfaktoren und Mechanismen noch nicht abschließend untersucht. So zeigen z. B. aktuelle Messergebnisse, dass

die Reduktion der NO_x-Emissionen der Kfz in den letzten Jahren nicht in gleicher Weise zu einer Reduktion der NO₂-Konzentrationen in der Luft geführt haben, was jedoch allgemein erwartet wurde.

Die Berechnung der NO₂-Konzentrationen erfolgt daher nicht über eine Hochrechnung des Ausstoßes und der zurückgelegten Wegstrecke, sondern über die statistische Auswertung des Zusammenhangs der NO_x-Konzentration mit der NO₂-Konzentration über Regressionsanalysen aus vorhandenen Messdaten.

5.5 Luftschaadstoff-Vorbelastung in 2006

Die Unterlagen [6] und [8] enthalten jeweils Angaben zur Hintergrundbelastung, d. h. der Luftschaadstoffbelastung in der Summe aller Quellen mit Ausnahme des Verkehrs, in den untersuchten Straßenräumen.

Zur Verifikation dieser Eingangsdaten wurde das Bayerische Landesamt für Umwelt in Vorbereitung der Wirkungsanalyse um aktuelle Angaben zur Hintergrundbelastung aus städtischen und regionalen Quellen (Nicht-Verkehrsquellen) hinsichtlich PM₁₀ und NO₂ gebeten.

Mit Datum vom 3.10.06 erteilte das Landesamt für Umwelt mündlich telefonisch Auskunft. Danach könne für den Innenstadtbereich von einer Hintergrundbelastung in 2006 in der Größenordnung von PM₁₀ = 25 µg/m³ und NO₂ = 27 µg/m³ ausgegangen werden. Hierbei sei zu beachten, dass die genannten Werte nicht zwingenderweise für alle Orte der Umweltzone in genau dieser zahlenmäßigen Größe gelten würden. Vielmehr seien regionale Schwankungen der Hintergrundbelastung um diese Werte anzunehmen.

Für die Wirkungsanalyse von Verkehrsbeschränkungen ist letztlich die absolute Höhe der Vorbelastung, soweit deren Größenordnung bekannt ist, in erster Näherung nachrangig. Die Zielsetzung der Wirkungsanalyse besteht zu einem wesentlichen Teil darin, die erzielbaren Verbesserungen durch Verkehrsverbote bezogen auf einen definierten Bezugszustand zu errechnen. Dies gelingt daher auch unter Ansatz einer einheitlichen Hintergrundbelastung. Da keine genaueren Daten zur Verfügung stehen wird die Wirkungsanalyse auf den o. a. Zahlwertangaben des Bay. LfU aufgebaut. Da die regionale Verteilung innerhalb der Umweltzone also nicht bekannt ist wird eine einheitliche Hintergrundbelastung von PM₁₀ = 25 µg/m³ und NO₂ = 27 µg/m³ für die Wirkungsanalyse zugrunde gelegt.

5.6 Verkehrszahlen des Individualverkehrs

Anhand eines Verkehrsmodells wurde seitens des Tiefbauamts der Stadt Augsburg (TBA) für die einzelnen Bezugsjahre und die vorgesehenen Verkehrsbeschränkungen eine Modellierung des Verkehrsflusses und der Verkehrsverlagerungen innerhalb der Umweltzone vorgenommen.

Im Ergebnis stellt das TBA für die einzelnen Maßnahmen nach Straßenzügen gegliedert für die Bezugsjahre 2007, 2009 und 2012 und gegliedert nach den Maßnahmen A.1, A.2.1, A.2.2 und A.2.3 folgende Angaben zur Verfügung:

- Durchschnittlicher Täglicher Verkehr
- Anteil leichter Nutzfahrzeuge
- Anteil schwerer Nutzfahrzeuge

Bei den berechneten Verkehrsszenarien wird unterstellt, dass durch die Maßnahmen A.2.1 bis A.2.3 effektiv kein Verkehr aus der Umweltzone verdrängt wird. Vielmehr wird zugrunde gelegt, dass durch die Einrichtung der Umweltzone eine beschleunigte Erneuerung der Fahrzeugflotte erreicht wird. Es entfallen im Modell somit keine Fahrten innerhalb der Umweltzone, sondern die Fahrten von Fahrzeugen, für die im jeweiligen Bezugsjahr ein Verkehrsverbot gilt, werden mit Fahrzeugen einer zugelassenen (höheren) Schadstoffgruppe durchgeführt. Die zur Verfügung gestellten Daten sind im Anhang für die betrachteten Straßenabschnitte der Umweltzone beigegeben.

5.7 Busverkehr

Die Zahlen des für diese Untersuchung maßgeblichen Verkehrsaufkommens an Bussen beträgt derzeit nach Angabe des Umweltamts durchschnittlich etwa 1 % am Gesamtverkehr. Für die zu betrachtenden Prognosehorizonte wird davon ausgegangen, dass sich dieser Anteil am DTV im jeweiligen Bezugsjahr nicht verändert. Zudem wird davon ausgegangen, dass 90 % des Busaufkommens dem Linienverkehr (ÖPNV) zuzuordnen ist, die übrigen Fahrzeuge Reisebusse sind. Diese Unterscheidung wird erforderlich, da sich Linienbusse und Reisebusse in ihrem Emissionsverhalten (Motorisierung, Klimaanlage, Fahrmuster etc.) unterscheiden. Der zahlenmäßige Ansatz des Verhältnisses der Zahl der Linienbusse zu den Reisebussen ist hierbei empirisch gewählt, da genaue Angaben nicht verfügbar sind. Es kann jedoch sicherlich davon ausgegangen werden, dass in Augsburg die Zahl der Linienbusse aus Stadt und Region dominierend sind.

5.8 Zu untersuchende Straßenzüge

Durch das Umweltamt der Stadt Augsburg wurden die Grenzen der Umweltzone sowie die Daten der zu untersuchenden Straßenabschnitte zur Verfügung gestellt. Die Eingangsdaten basieren auf dem in der Stadtverwaltung installierten Lärm- und Luftschadstoff-Informationssystem (LLIS). Der verfügbare Datenbestand umfasst die Straßenraumgeometrien, die Längen der Straßenabschnitte, die Porositäten (Durchlässigkeiten) der Straßenzüge und die vorherrschenden Windgeschwindigkeiten. Die Eingangsdaten sind in Anlage 7 beigegeben.

6. Änderung der Flottenzusammensetzung

Die geplanten Maßnahmen A.2.1 bis A.2.3 führen zu einer Verjüngung der Fahrzeugflotte innerhalb der Umweltzone.

Mit der Maßnahme A.2.1 werden in 2007 Fahrzeuge aus der Umweltzone ausgeschlossen, welche die Abgasnorm EURO-2 (II) und höher nicht erfüllen.

In 2009 werden mit der Maßnahme A.2.2 Fahrzeuge aus der Umweltzone ausgeschlossen, welche die Abgasnorm EURO-3 (III) und höher nicht erfüllen.

In 2012 schließlich werden mit der Maßnahme A.2.3 Fahrzeuge mit einem Durchfahrtsverbot belegt, welche als Mindeststandard nicht der Abgasnorm EURO-4 (IV) genügen.

In welchem Umfang Ausnahmegenehmigungen für Fahrzeuge erteilt werden, die den geforderten Abgasnormen zum jeweiligen Umsetzungszeitpunkt der Maßnahmen nicht genügen, ist zum heutigen Zeitpunkt noch nicht geklärt. In den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass diese Anteile von untergeordneter Bedeutung sind und nicht relevant zur Flottenzusammensetzung beitragen. Die beiden folgenden Abbildungen zeigen die Flottenzusammensetzungen für Pkw und Lkw, jeweils im Jahr der einzelnen Maßnahmen unter der Randbedingung, dass keine Ausnahmeregelungen getroffen werden.

Abbildung 4: Flottenzusammensetzung Pkw

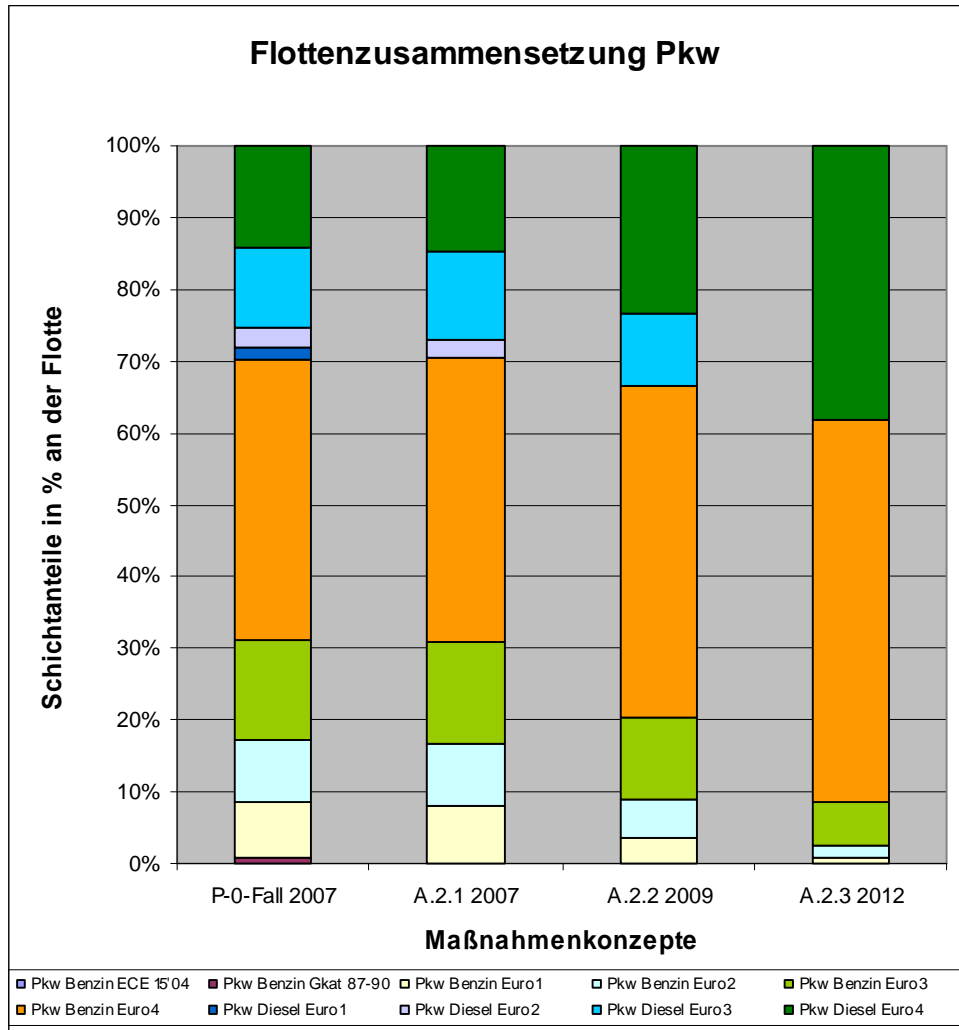
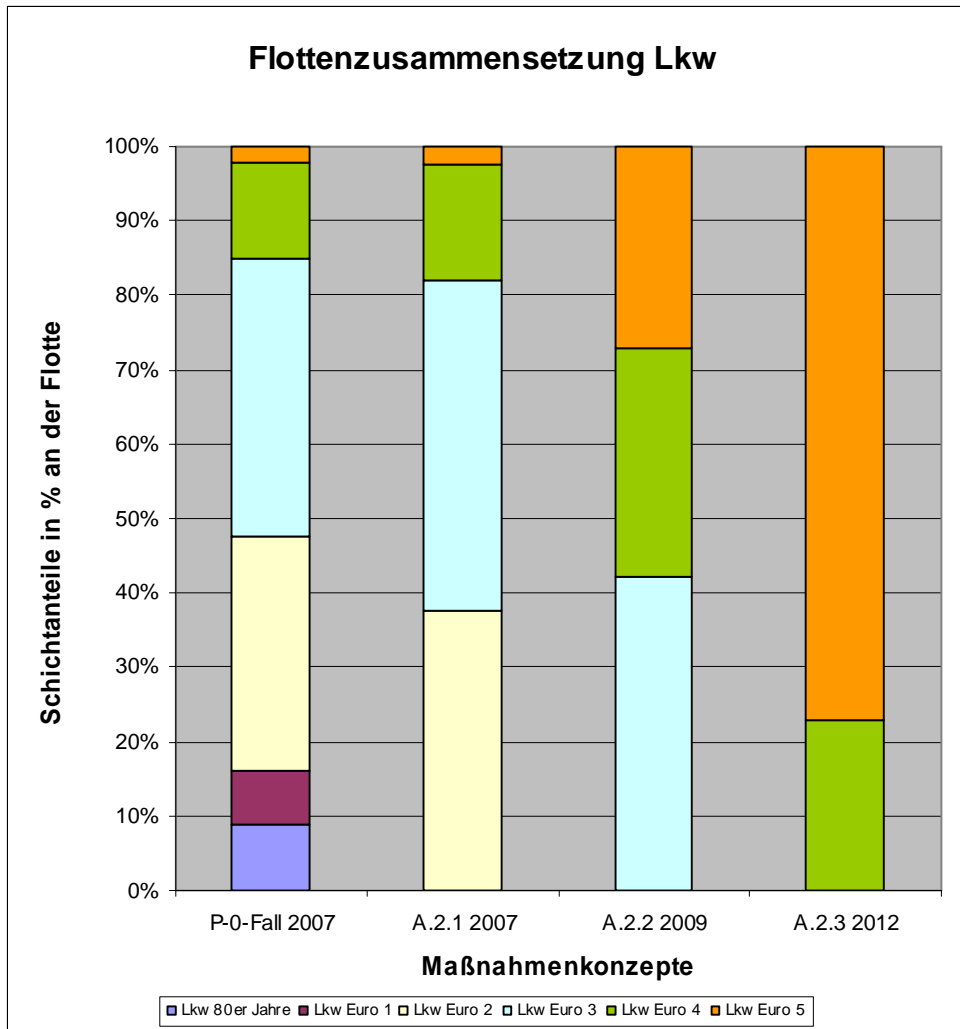


Abbildung 5: Flottenzusammensetzung Lkw



7. Ergebnisse der Wirkungsanalyse

7.1 Berechnung der Jahresmittelwerte

Die Wirkungsanalyse für die geplanten Maßnahmen der Umweltzone wurde für insgesamt 45 Straßen des Hauptverkehrswegenetzes vorgenommen. Die

Die Wirkungsanalyse wurde für die Luftschadstoffe Partikel PM_{10} und Stickstoffdioxid NO_2 vorgenommen. Berechnet wurden die Luftschadstoffkonzentrationen in den einzelnen Straßenzügen, unter Berücksichtigung der Vorbelastung aus städtischer und regionaler, nicht verkehrverursachter, Hintergrundbelastung. Die Berechnungen stellen hierbei auf die Ermittlung der Jahres-Mittelwerte ab. Hinsichtlich der Tages- und Stundengrenzwerte für PM_{10} bzw. NO_2 werden gesonderte Betrachtungen angestellt (s. u.).

Die Ergebnisse der Berechnungen hängen von einer Reihe von Einflussfaktoren ab.

Hierzu zählen neben der Verkehrsbelastung und der Flottenzusammensetzung im Bezugsjahr auch die Lage und Dichte der Straßenrandbebauung, sowie die jeweils vorherrschenden Windgeschwindigkeit. Zudem finden verkehrliche Randbedingungen, wie der Ausbaugrad und die Funktion der Straßen und die Aufnahmefähigkeit der Straßen für Verkehr, bzw. die Stauanteile Berücksichtigung. Schließlich ist die gegebene Vorbelastung an PM_{10} und NO_2 wesentlich für das Niveau, auf dem sich die errechneten Jahresmittelwerte und Überschreitungshäufigkeiten bewegen.

Die Berechnungsergebnisse für alle 45 Straßen sind in den Anlagen 1 bis 3 in grafischer und tabellarischer Form aufbereitet beigegeben. Anlage 1 zeigt hierbei grafisch die Minderungspotentiale der einzelnen Maßnahmenstufen auf. Anlage 2 zeigt das Reduktionspotential der einzelnen Maßnahmen bezogen auf die Ausgangsbelastung im Prognose-0-Fall auf. Anlage 3 stellt tabellarisch die Luft-Schadstoffbelastungen der einzelnen Maßnahmen jeweils dem Prognose-0-Fall 2007 gegenüber.

7.2 Prognose-0-Fall 2007

Die Berechnungsergebnisse in der Anlage 3 zeigen, dass, in Abhängigkeit der gegebenen Randbedingungen im Prognose-0-Fall 2007, d. h. ohne Umweltzone, an der Karlstraße der geltende Grenzwert für PM_{10} von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ geringfügig (um $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) überschritten wird.

Der Grenzwert für NO_2 von $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2007 wird in sieben der untersuchten Straßen überschritten. Der ab 2010 geltende Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 wird in 17 der untersuchten Straßen nicht eingehalten. Der maximale Jahres-Mittelwert errechnet sich für die Karlsstraße und den Leonhardsberg mit jeweils $53,7 \mu\text{g}/\text{m}^3 NO_2$.

Folgende Straßenabschnitte sind im Prognose-0-Fall von einer Überschreitung der Grenzwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Jahresmittelwerte von PM_{10} und NO_2 betroffen:

Tabelle 3: Straßenzüge, in denen ein Konzentrationswert von 40 µg/m³ im Prognose-0-Fall überschritten wird

Nr. (ID)	Straßenname	Verkehrsmengen		Jahresmittelwerte	
		DTV Kfz/d	SNfz %	PM ₁₀ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³
151	Karlstr. (B10)	30200	2,4	40,1	53,7
150	Leonhardsberg (B10)	24029	3,1	39,0	53,7
124	Wertachstr.	14228	5,0	35,1	47,8
148	Jakoberstraße (B10)	20872	2,3	35,5	47,0
155	Schaezlerstr.	20011	3,1	35,0	46,9
149	Pilgerhausstr. (B10)	17658	3,8	34,7	46,6
139	Frauentorstr.	14092	1,2	35,3	46,2
153	Klinkenberg (B10)	14996	1,8	32,3	45,6
162	Gesundbrunnenstr.	12464	2,7	31,7	45,2
122	Heinrich-von-Buz-Str.	12807	4,3	33,4	44,8
135	Oberer Graben	12497	3,3	32,7	43,6
244	Stephingerberg	7536	2,3	32,1	43,5
302	Hallstraße	9141	5,4	32,0	42,7
169	Hermanstr.	19800	2,9	32,4	42,7
145	Milchberg	9744	4,1	30,9	41,5
170	Hermanstr.	23091	1,7	32,1	41,4
136	Unterer Graben	12898	3,4	31,6	41,4

An den übrigen 28 untersuchten Straßenabschnitten im Prognose-0-Fall errechnen sich keine Überschreitungen des Konzentrationswerts von 40 µg/m³ durch den Jahresmittelwerts für 2007 bzw. 2010.

Ausweislich der Verkehrsprognose des TBA der Stadt Augsburg (vgl. Anlage 4) bleiben die Verkehre innerhalb der Umweltzone in allen geplanten Maßnahmenstufen weitgehend konstant. Die Emissionen werden sich somit verkehrsbedingt nicht bzw. nicht signifikant erhöhen.

Da zudem aufgrund vorliegender Erfahrungswerte langfristig nicht von einer Erhöhung des kommunalen und regionalen Hintergrunds auszugehen ist kann unterstellt werden, dass an diesen Straßenabschnitten auch künftig keine Überschreitungen der Jahresmittelwerte auftreten werden. Im Weiteren wird daher auf textliche Ausführungen zu diesen Straßenabschnitten ver-

zichtet. Die von Grenzwertüberschreitungen betroffenen 17 Straßenabschnitte werden im Weiteren vertiefend betrachtet.

7.3 Maßnahmen der Umweltzone

Die geplanten Maßnahmen der Umweltzone sind unter Punkt 5 dieser Untersuchung beschrieben. Die seitens des TBA Augsburg zur Verfügung gestellten Verkehrsmengenangaben für DTV-Werte in Kfz / 24 h, Lkw-Fahrten und Fahrten der Leichten Nutzfahrzeuge sind in Anlage 6 zu dieser Untersuchung beigegeben.

In den beiden folgenden Abbildungen 6 und 7 werden die Ergebnisse für die im Bezugsjahr 2007 höchstbetroffenen Straßenabschnitte dargestellt. Es sind dort für die Luftschadstoffe PM₁₀ und NO₂ die Minderungspotentiale für die einzelnen Maßnahmenstufen aufgetragen.

Abbildung 6: Reduktion PM₁₀ in Abhängigkeit von den Maßnahmenstufen der Umweltzone

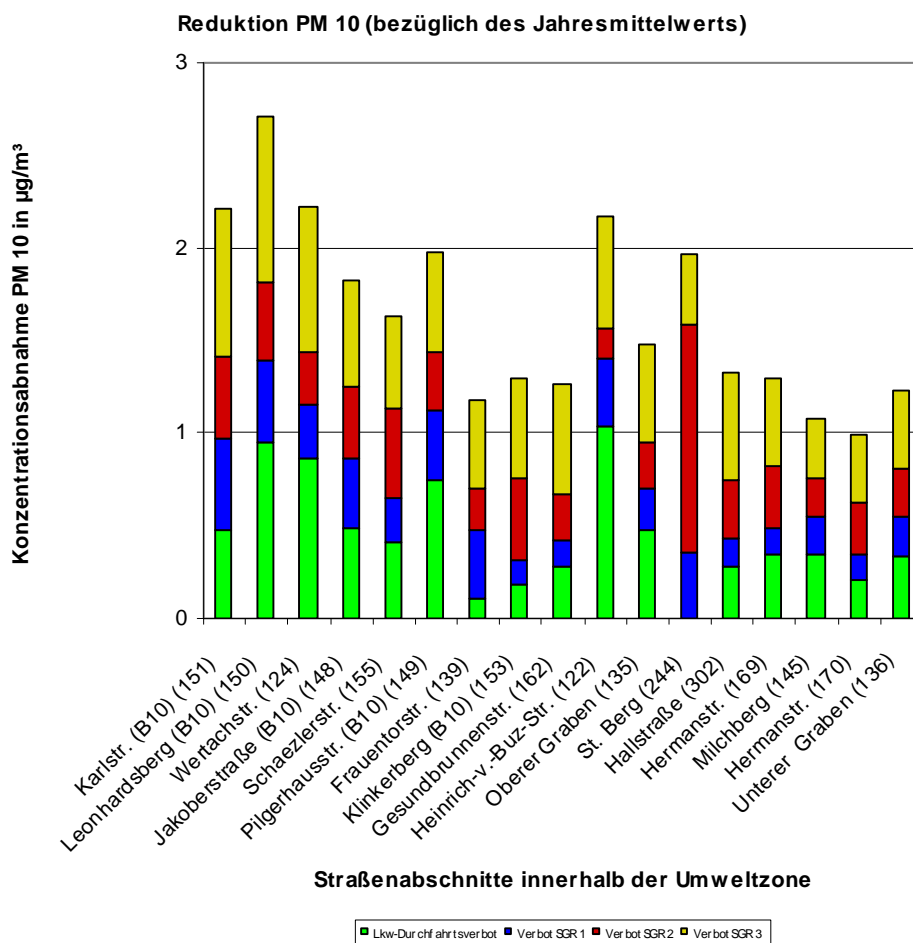
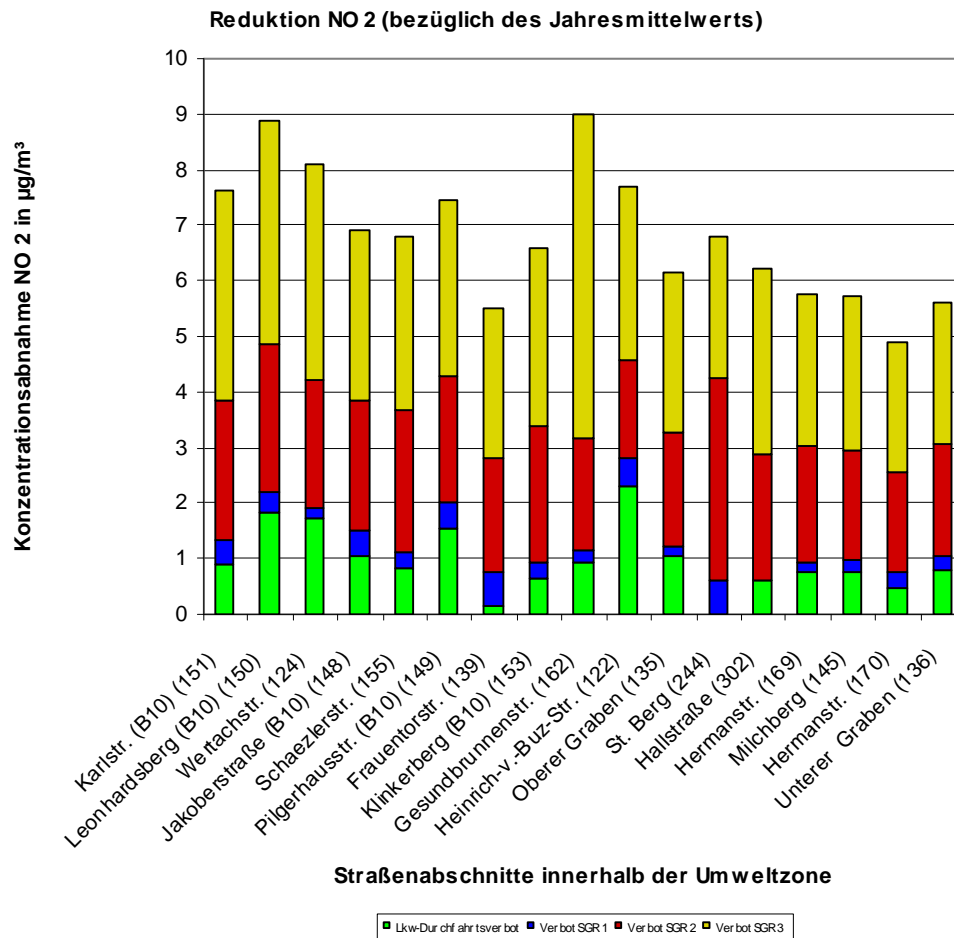


Abbildung 7: Reduktion NO₂ in Abhängigkeit von den Maßnahmenstufen der Umweltzone

Wie aus den Abbildungen 6 und 7 ersichtlich ist unterscheidet sich die Wirksamkeit der Maßnahmen hierbei z. T. deutlich nach Straßenabschnitten.

Maßnahme A.1 (Lkw-Durchfahrtsverbot)

Die Straßen der Umweltzone sind naturgemäß nicht gleichermaßen stark vom Lkw-Durchfahrtsverkehr geprägt, da nicht alle Routen gleichermaßen attraktiv für den Durchfahrtsverkehr sind.

Einzelne Straßen profitieren vom Lkw-Durchfahrtsverbot (Grüne Darstellung) mit bis zu ca. 1 µg/m³ Entlastung bei PM₁₀ (Heinrich-von-Butz-Straße, Leonhardsberg), andere Straßen verzeichnen hingegen kaum eine Reduktion des Feinstaubes. Bei NO₂ ergeben sich Reduktionen von bis zu 2,3 µg/m³, auch hier sind unterschiedliche Wirksamkeiten bei den einzelnen Straßenzügen zu verzeichnen. Für z. B. den Stephingerberg führt diese Maßnahme zu keiner Verbesserung.

Die Verkehre dort sind offenkundig nicht vom Durchgangsverkehr der Lkw geprägt, und / oder es finden Verlagerungen des zulässigen Lkw-Verkehrs in diese Straßen hinein statt.

Maßnahme A.2.1 (Verbot Schadstoffgruppe EURO-1 (I))

Die Wirksamkeit der Maßnahme A.2.1 ist in den Abbildungen 6 und 7 in Blau hervorgehoben.

Bei PM_{10} werden Reduktionen von ca. 0,3 bis 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht, bei NO_2 Reduktionen um ca. 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Auch für diese Maßnahme gilt, dass das Verkehrsverbot nicht zwingenderweise zu einer Reduktion der Emissionen und Immissionen in den einzelnen Straßen führt. Durch Verkehrsverlagerungen werden die Entlastungseffekte durch das Verkehrsverbot teilweise überkompensiert. Mit Blick auf die Flottenzusammensetzung (Abbildung 5) wären vor allem bei den Lkw Entlastungseffekte zu erwarten. Da die Lkw-Anteile innerhalb der Umweltzone im unteren einstelligen Prozentbereich liegen ist der Entlastungseffekt dieser Maßnahmenstufe nicht sehr ausgeprägt.

Maßnahme A.2.2 (Verbot Schadstoffgruppe EURO-2 (II))

Die Wirksamkeit der Maßnahme A.2.2 ist in den Abbildungen 6 und 7 in Rot dargestellt.

Bei PM_{10} werden Reduktionen von ca. 0,3 bis 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht, im Fall des Stephingerbergs beträgt die Reduktion mehr als 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei NO_2 werden Reduktionen um etwa 2 – 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht.

Diese Maßnahme im Bezugsjahr 2009 zeigt insbesondere hinsichtlich NO_2 eine deutliche Reduktion der Belastung. Dies resultiert insbesondere, bei gleichbleibenden Verkehrsmengen, auf einer deutlichen Verjüngung der Lkw-Flotte. Der Anteil an Euro-2-Fahrzeugen beträgt in 2007 noch rund 40 % und wird mit dieser Maßnahme (idealerweise) auf 0 % gesenkt, was sich entsprechend in der Schadstoffimmission widerspiegelt.

Maßnahme A.2.3 (Verbot Schadstoffgruppe EURO-3 (III))

Die Wirksamkeit der Maßnahme A.2.3 ist in den Abbildungen 6 und 7 in Gelb dargestellt.

Bei PM_{10} werden zusätzliche Reduktionen von ca. 0,5 bis 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht, bei NO_2 Reduktionen um ca. 2,5 – 5,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

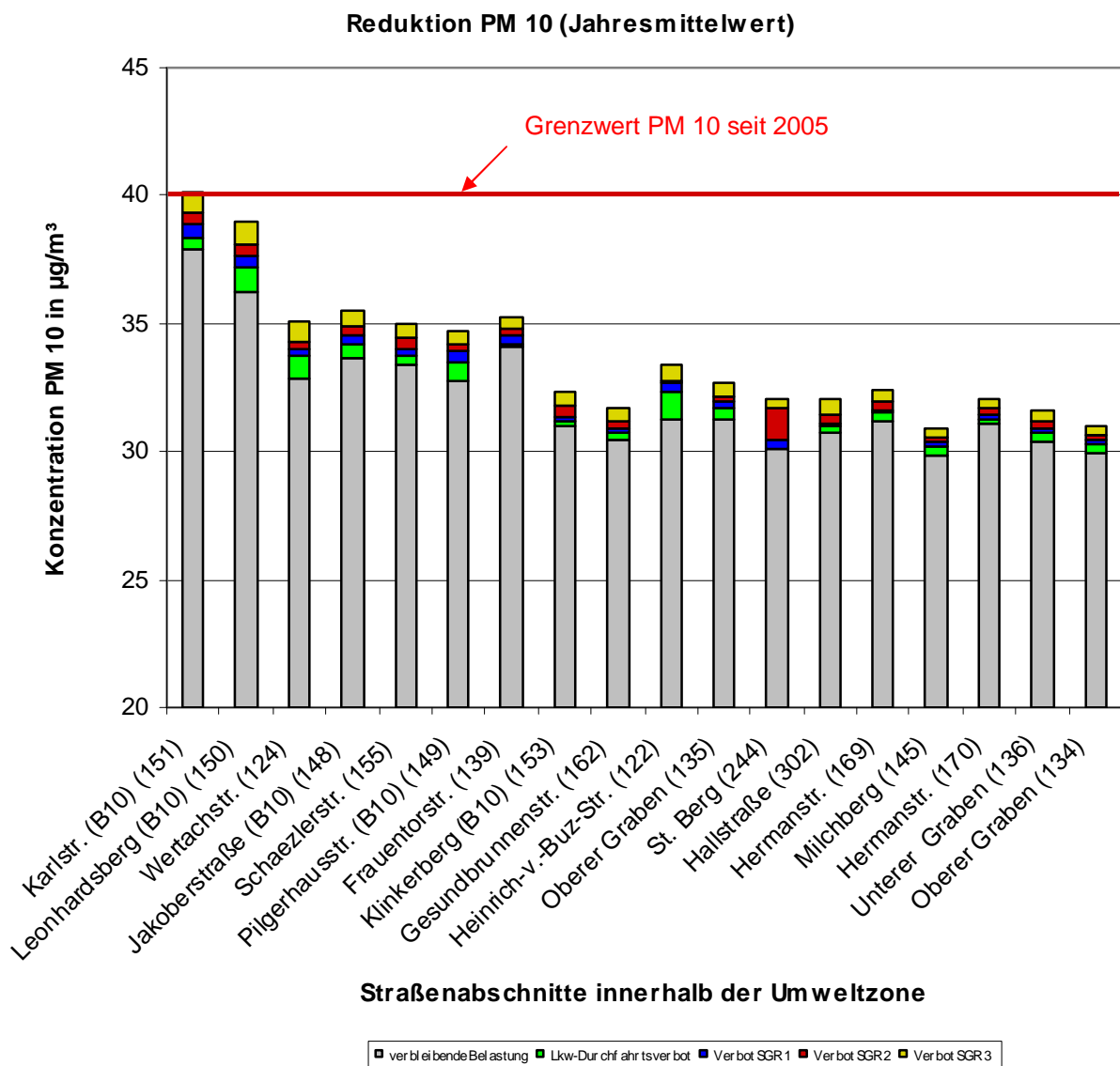
Mit dieser Maßnahme im Bezugsjahr 2012 wird eine weitere deutliche Verjüngung der Flotte gegenüber 2009, sowohl bei den Pkw, als auch bei den Lkw erreicht. Dies wird durch die Flottenzusammensetzungen in den Abbildungen 4 und 5 verdeutlicht.

Gesamtwirksamkeit aller Maßnahmen

In der Summenwirkung mit den vorangegangenen Maßnahmenritten wird eine kumulierte Entlastungswirkung bei PM₁₀ von 1 bis zu ca. 2,7 µg/m³ erreicht, bei NO₂ beträgt die Reduktion 5 bis ca. 9 µg/m³.

Für die betrachteten Straßenabschnitte wird die Wirksamkeit der Maßnahmen insgesamt in den Abbildungen 8 und 9 dargestellt.

Abbildung 8: Reduktion PM₁₀ und verbleibenden Restbelastung in Abhängigkeit von den Maßnahmenstufen der Umweltzone



Aus Abbildung 8 ist die resultierende Wirksamkeit der Umweltzone hinsichtlich PM₁₀ zu entnehmen. Es ist ersichtlich, dass, bezogen auf die absolute Höhe der PM₁₀-Belastung, die Wirksamkeit der Maßnahme zunächst gering erscheint. Es ist jedoch auch erkennbar, dass ein Maßnahmenumfang der geplanten Größenordnung erforderlich ist, um bis zum Jahr 2012 in allen Straßen mit einiger Sicherheit der Grenzwert von 40 µg/m³ einzuhalten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass eventuelle Ausnahmen von den Fahrverboten in die Berechnung noch nicht einfließen sind, die die Wirksamkeit der Maßnahmen mindern könnten.

Weiterhin ist zu beachten, dass die Höhe des Jahresmittelwerts ein Maß für die Häufigkeit der Überschreitung des Tagesmittelwerts darstellt. Bei Werten des Jahresmittelwerts oberhalb von 30 µg/m³ Luft ist damit zu rechnen, dass die Anzahl von 35 zulässigen Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 µg/m³ nicht eingehalten werden kann (s. Punkt 7.4).

Abbildung 9: Reduktion NO₂ und verbleibenden Restbelastung in Abhängigkeit von den Maßnahmenstufen der Umweltzone

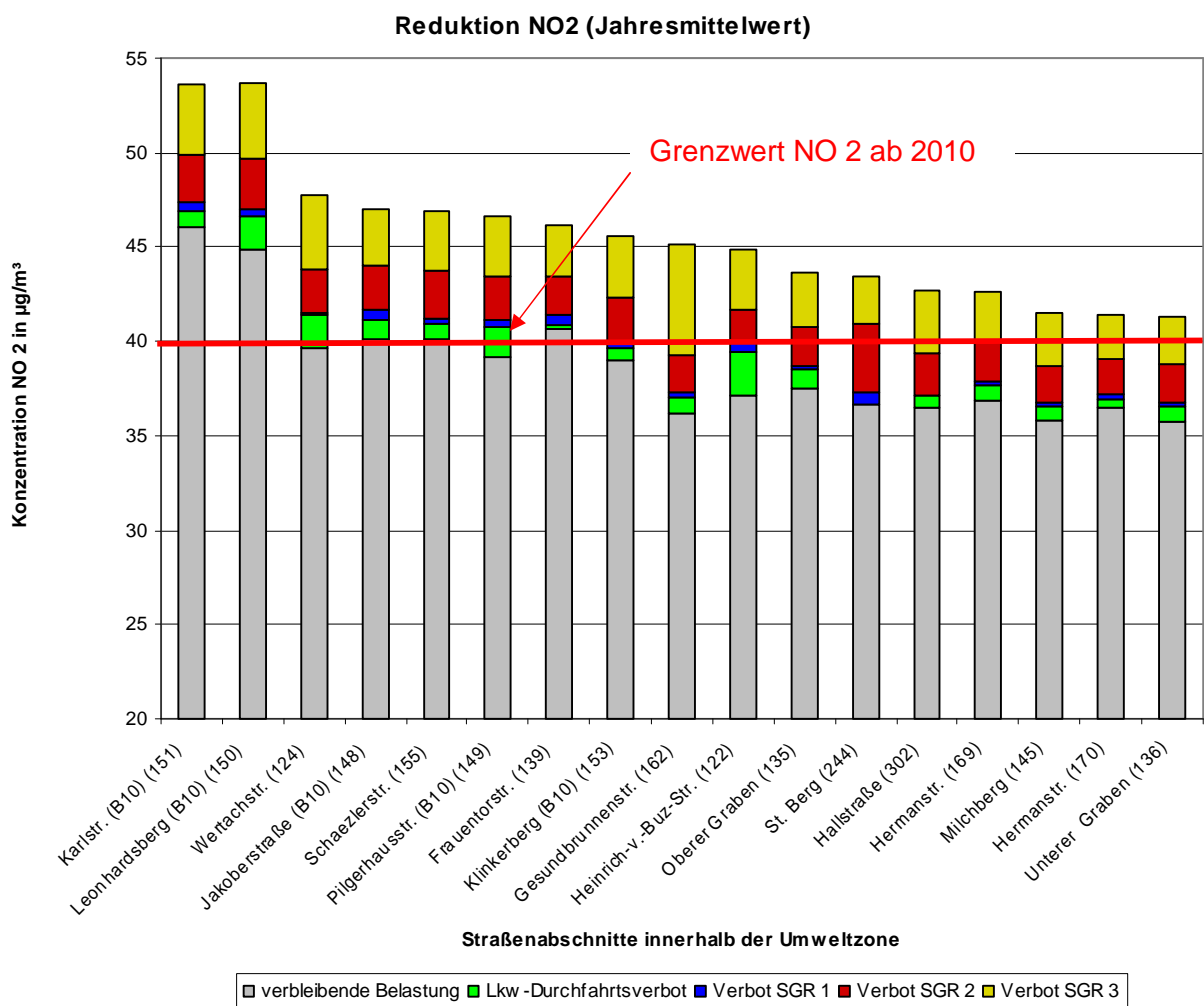


Abbildung 9 zeigt die Entlastungswirkung hinsichtlich NO_2 . An sämtlichen Straßen ist eine deutliche Reduktion der Belastung ablesbar. An der Mehrzahl der betroffenen 17 Straßenabschnitte wird durch die vorgesehenen Maßnahmen eine Absenkung des Luft-Schadstoffniveaus auf Werte unterhalb des Grenzwerts von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Jahresmittelwert erreicht.

7.4 Überschreitungshäufigkeit des 24-Stunden-Werts für Partikel PM_{10}

Ab einem Jahresmittelwert von ca. $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} ist davon auszugehen, dass das PM_{10} -Tagelsmittel von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ häufiger als 35 Mal pro Jahr überschritten wird. Bezüglich PM_{10} , für das ein Grenzwert für den Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gilt, ist die Anzahl der Überschreitungen des 24h-Mittels somit der kritischere Grenzwert.

Ausweislich Abbildung 8 ist unter der Prämisse, dass sich die Hintergrundbelastung an PM_{10} nicht reduziert, im Bezugshorizont 2012 davon auszugehen, dass in den am stärksten vorbelasteten Straßen innerhalb der Umweltzone mehr als 35 Überschreitungen / Jahr des Tagesmittels von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten werden.

Hierbei ist allerdings zu beachten, dass diese Prognose mit Unsicherheiten behaftet ist. Während Faktoren für die PM_{10} -Emission, wie z. B. motorbedingte Emissionen, messtechnisch gut erfasst sind, bestehen Unsicherheiten hinsichtlich der PM_{10} -Emission insbesondere hinsichtlich der Aufwirbelung von Partikeln. Im Bezugsjahr 2012 sind die Partikelemissionen zu mehr als 75 % auf Sekundäreffekte wie Aufwirbelung und Abrieb zurückzuführen. Für den Beitrag des Verkehrs zur Gesamtbelastung ist daher auch z. B. die Staubbilddung der Straßen von Bedeutung, die u. a. witterungsbedingten Schwankungen unterliegt und daher aus heutiger Sicht nur abgeschätzt werden kann.

Generell ist jedoch erkennbar, dass die Umweltzone zu einer Reduktion der Feinstaub-Belastung führt. Im Hinblick auf die eingesetzten konservativen Rechenverfahren und Ansätze ist deshalb von der Tendenz her davon auszugehen, dass die tatsächliche Feinstaub-Belastung im langjährigen Mittel unter den hier errechneten Werten liegen wird.

7.5 Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittelwerts für NO_2

Der über eine volle Stunde gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO_2) von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr ist im Vergleich zum Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der weniger kritische Grenzwert.

Die maximale errechnete NO_2 -Konzentration tritt im Prognose-0-Fall in der Karlstraße und am Leonhardsberg auf. Dort beträgt die Konzentration des Jahresmittelwerts $53,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies entspricht nach dem Verfahren gemäß $\text{IMMIS}^{\text{luft}}$ einer statistischen Wahrscheinlichkeit von ca. 14 %, dass der Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ häufiger als 18 Mal / Jahr überschritten wird. Bei den errechneten Konzentrationen von bis zu ca. $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des Jahresmittelwerts im Planfall geht die Wahrscheinlichkeit einer 18-fachen Überschreitung des Stundenmittelwerts von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegen ca. 6 %, womit dieses Ereignis im Vergleich zum Zustand 2007 deutlich seltener auftreten wird und in jedem Fall eine deutliche Verbesserung gegeben ist.

7.6 Entwicklung der Schadstoffemissionen

Als Folge der verkehrlichen Maßnahmen der Umweltzone ist eine Verjüngung der Fahrzeugflotte zu erwarten. Hierdurch werden die motorbedingten Emissionen der Fahrzeuge reduziert.

Innerhalb der Umweltzone ergibt sich durch die Fahrbeschränkungen eine Reduktion der Schadstoffemission. Die Reduktion wird in den folgenden Tabellen für das Bezugsjahr 2012, mit und ohne Umweltzone, in Gramm pro Kilometer Fahrleistung (g/km) angegeben.

Tabelle 4: motorbedingte Partikelemission der Fahrzeugflotte in g/km, Bezugsjahr 2012

Fahrzeuge	mit Umweltzone	ohne Umweltzone	Reduktion
PKW	0.005	0.008	-32%
Leichte Nutzfahrzeuge	0.016	0.027	-41%
Reisebusse	0.088	0.175	-50%
Linienbusse (Dieselkraftstoff)	0.136	0.136	0%
Schwere Nutzfahrzeuge	0.058	0.117	-51%

Tabelle 5: NO_x-Emission der Fahrzeugflotte in g/km, Bezugsjahr 2012

Fahrzeuge	mit Umweltzone	ohne Umweltzone	Reduktion
PKW	0.15	0.18	-17%
Leichte Nutzfahrzeuge	0.31	0.41	-24%
Reisebusse	6.80	9.10	-25%
Linienbusse (Dieselkraftstoff)	7.10	7.10	0%
Schwere Nutzfahrzeuge	3.90	5.20	-25%

Bei den Stickoxiden wird somit ca. 20 bis 25 % der Emission reduziert. Bei den Partikeln ist bei den motorbedingten Emissionen eine noch höhere Reduktion zu verzeichnen. Unter Einbezug der sonstigen verkehrsbedingten Partikelquellen, wie etwa Brems- und Reifenabrieb, Aufwirbelung etc. wird dieser Effekt jedoch abgeschwächt, da aufgrund der laufend verbesserten Abgas-technik den sekundären Emissionen künftig zunehmend Bedeutung beizumessen sein wird.

Eine Berechnung der absolut emittierten Schadstoffmengen auf den untersuchten 45 Straßen in der Umweltzone ist in Anlage 8 beigegeben. Danach werden pro Jahr insgesamt folgende Schadstoffmengen emittiert:

Tabelle 6: Schadstoffemissionen in Jahrestonnen auf den Hauptverkehrsstraßen innerhalb der Umweltzone

Bezugsjahr und Fall	PM ₁₀	NO _x
2007, Prognose-0-Fall	6,8	42,1
2012, ohne Umweltzone	6,4	31,1
2012, mit Umweltzone	6,0	25,5

Effektiv ergibt sich somit im Bezugsjahr 2012 der Umweltzone bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe bei PM₁₀ eine Entlastung um ca. 6 %, bei NO₂ eine Entlastung um ca. 18 % gegenüber dem Zustand ohne die Einrichtung der Umweltzone.

8. Zusammenfassung

Die Stadt Augsburg erwägt aufgrund nachgewiesener Überschreitungen der geltenden Grenzwerte für die Luftschadstoffe Feinstaub (Partikel PM_{10}) und Stickstoffdioxid NO_2 die Einrichtung einer Umweltzone in der Stadtmitte Augsburgs.

Innerhalb dieser Umweltzone soll durch verkehrsrechtliche Maßnahmen eine Reduktion der verkehrsbedingten Luftschadstoffe und damit eine Reduktion der Luft-Schadstoffbelastung insgesamt erreicht werden.

Geplant ist zum Einen ein Lkw-Durchfahrtsverbot für Lkw über 3,5 t. Ausgenommen insbesondere ist der Quell- und Zielverkehr innerhalb der Umweltzone, sowie der regionale Wirtschaftsverkehr. Auch Linienbusse und Einsatzfahrzeuge sollen von dem Durchfahrtsverbot nicht betroffen sein. Die Einführung ist zum 1.10.2007 geplant.

Ab 2007 bis 2012 soll zudem in drei Stufen ein Fahrverbot für Fahrzeuge bestimmter Abgasnormen eingeführt werden. Fußend auf der Kennzeichnungsverordnung vom 10.10.2006 werden stufenweise Fahrverbote für Fahrzeuge der Schadstoffgruppe EURO-1 (in 2007), EURO-2 (in 2009) und EURO-3 (in 2012) eingeführt, wobei von den Fahrverboten Fahrzeuge mit Ottomotor und geregelter Katalysator in den Stufen 1, 2 und 3 gemäß Kennzeichnungsverordnung nicht betroffen sind.

Zur Überprüfung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen wurde die vorliegende Wirkungsanalyse erstellt. Seitens des Tiefbauamts der Stadt Augsburg wurden hierfür die verkehrlichen Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen berechnet. Durch das Umweltamt der Stadt Augsburg wurden die städtebaulichen Randbedingungen für die Berechnung der Luftschadstoffbelastungen gestellt. Seitens des Bayerischen Landesamts für Umwelt wurde eine Einschätzung der kommunalen und regionalen Hintergrundbelastung innerhalb der Umweltzone gegeben.

Aufbauend auf diese verfügbaren Eingangsdaten wurden für die 45 Straßenabschnitte des Hauptverkehrswegenetzes innerhalb der Umweltzone für das Bezugsjahr 2007 ohne Maßnahmen, sowie für das Lkw-Durchfahrtsverbot und die drei Stufen der geplanten Verkehrsverbote die Luftschadstoffkonzentrationen der Schadstoffe PM_{10} und NO_2 errechnet.

Die Berechnung kommt zu dem Ergebnis, dass bei PM_{10} , insbesondere aber bei NO_2 , eine deutliche Reduktion der Luft-Schadstoffbelastung erreicht werden kann. Bei PM_{10} beträgt die Reduktion der Konzentration in der Luft bis zu $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis zum Bezugsjahr 2012, bei NO_2 wird eine Reduktion um bis zu rund $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jeweils bezogen auf den Jahresmittelwert, erreicht.

Im Bezugsjahr 2012 kann davon ausgegangen werden, dass die Einhaltung des Grenzwerts für PM_{10} von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bezogen auf den Jahresmittelwert sichergestellt wird. Bei NO_2 tritt eine deutliche Absenkung des Luftschadstoff-Niveaus ein, wobei jedoch zu erwarten ist, dass auch mit den vorgesehenen Maßnahmen nicht in allen Straßenzügen der Umweltzone der in 2012 geltende Grenzwert für den Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten wird.

Der für den Tagesmittelwert geltende Grenzwert für PM_{10} von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 35 zulässigen Überschreitungen im Jahr wird ab einem Jahresmittelwert von ca. $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} nach vorliegenden Erfahrungswerten voraussichtlich häufiger als 35 Mal / Jahr überschritten. Unter den gegebenen verkehrlichen Randbedingungen und unter der konservativen Prämisse, dass sich die Feinstaubkonzentration der Hintergrundbelastung in den kommenden Jahren nicht reduziert ist davon auszugehen, dass auch im Prognosehorizont 2012 an einigen Straßen innerhalb der Umweltzone der Jahresmittelwert nicht unterhalb von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sinken wird.

Generell ist jedoch erkennbar, dass die Umweltzone zu einer Reduktion der Feinstaub-Belastung führt. Im Hinblick auf die eingesetzten konservativen Rechenverfahren und Ansätze ist deshalb von der Tendenz her davon auszugehen, dass die tatsächliche Feinstaub-Belastung im langjährigen Mittel unter den hier errechneten Werten liegen wird.

Insgesamt ist innerhalb der Umweltzone von einer Reduktion der verkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen auszugehen. Allein durch die Erneuerung der Flotte ergibt sich eine Reduktion der motorbedingten Schadstoffemission um 6 % bei PM_{10} und um 18 % bei NO_2 .

Eine Wirksamkeit der Umweltzone bzw. der geplanten Maßnahmen ist damit auf der Grundlage der heute verfügbaren Eingangsdaten und absehbaren Entwicklungen gegeben.

Augsburg, 14.05.07

EM Plan



Manfred Ertl

A) Grundlagenverzeichnis / Literatur

Für die Untersuchung wurden folgende Grundlagen herangezogen:

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz
- [2] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV – vom 11.09.2002
- [3] "Verordnung zum Erlass und zur Änderung von Vorschriften über die Kennzeichnung emissionsarmer Kraftfahrzeuge" vom Oktober 2006
- [4] Infras, Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 2.1, Bern, vom Februar 2004
- [5] Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne und mit lockerer Randbebauung (MLuS02, geänderte Fassung 2005)
- [6] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Luftreinhalteplan für die Stadt Augsburg, Erarbeitet von der Regierung von Schwaben, 2004
- [7] Stadt Augsburg, Aktionsplan zum Luftreinhalteplan, vom August 2006
- [8] TÜV ECOPLAN UMWELT GMBH, Abschätzung der Ruß- / Benzolbelastung an Hauptverkehrsstraßen bayerischer Städte, 1998 – Stadt Augsburg-, 1999
- [9] Stadt Augsburg, Tiefbauamt, Verkehrsmengenszenarien, Mail vom 15.11.06
- [10] Umweltamt der Stadt Augsburg, Eingangsdaten Wirkungsanalyse, Mail vom 25.10.06
- [11] Stadt Augsburg, Arbeitsgruppensitzung Luftreinhalteplanung vom 7.11.06, Abgrenzung der Umweltzone und Festlegung des Umfangs der Wirkungsanalyse
- [12] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Herr Ostermayr, telefonische Auskunft zur Vorbelastung in der Umweltzone hinsichtlich PM₁₀ und NO₂, vom 3.11.06
- [13] IMMIS^{luft}, Screening-Programm zur Bestimmung der Luftschadstoff-Emissionen und – Immissionen in Innenstädten, Version 3.2

B) Abkürzungsverzeichnis

Anteil:	Prozentualer Anteil einer Schicht an der Fahrleistung bzw. am Fahrzeug-Bestand der entsprechenden Fahrzeug-Kategorie
B:	Benzin
BUWAL:	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
D:	Diesel
ECE:	Economic Commission for Europe
EFA, E-Faktor:	Emissionsfaktor
EFAg:	Emissionsfaktor je Fahrzeug-Kategorie, gewichtet
EURO-1:	Europäische Abgasvorschriften für leichte und schwere Motorwagen (ab1992)
EURO-2:	Europäische Abgasvorschriften für leichte und schwere Motorwagen (ab1995/6)
EURO-3:	Neue Europäische Abgasvorschriften für leichte und schwere Motorwagen (ab ca. 2000)
EURO-4:	Neue Europäische Abgasvorschriften für leichte und schwere Motorwagen (ab ca. 2005)
EURO-5:	Neue Europäische Abgasvorschriften für schwere Motorwagen (ab 2008)
FAV:	(frühere) Schweiz. Abgasverordnungen:
FS	Fahrzeugschicht
GKat:	geregelter Katalysator
HB:	Handbuch
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)
LZ:	Lastenzug, Anhängerzug
NOx:	Stickoxide
Part.:	Partikel

PM:	Partikel
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)

C) Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1 bis 1.2	Grafik: Reduktion PM ₁₀ und NO ₂ nach Maßnahmenstufen und Straßenabschnitten
Anlage 2.1 bis 2.2	Grafik: Verbleibende resultierende Schadstoffbelastung PM ₁₀ und NO ₂ nach Maßnahmenstufen und Straßenabschnitten
Anlage 3.1 bis 3.8	Ergebnistabellen nach Maßnahmenstufen und Straßenabschnitten
Anlage 4.1 bis 4.4	Änderung der DTV-Werte nach Maßnahmenstufen
Anlage 5.1 bis 5.5	Flottenzusammensetzungen nach HB EFA 2.1
Anlage 6.1 bis 6.5	Verkehrsszenarien nach Maßnahmenstufen
Anlage 7	Eingangsdaten Verkehrssituationen, Straßenraumgeometrien und Windgeschwindigkeiten
Anlage 8.1 bis 8.6	Berechnung der Schadstoff-Emissionen nach Straßenzügen
Anlage 9	Übersichtsplan Straßen der Umweltzone