

# Ein Jahr Umweltzone Berlin: Wirkungsuntersuchungen



bearbeitet von

**Martin Lutz**

**Dr. Annette Rauterberg-Wulff**

Abteilung Umweltpolitik, Referat Immissionsschutz

Stand: Mai 2009

Ein Jahr Umweltzone Berlin: Wirkungsuntersuchungen

Inhalt.....	Seite
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>2</b>
<b>2 Methoden zur Untersuchung der Wirkungen der Stufe 1 der Umweltzone im Jahr 2008.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Wirkungsanalysen Verkehrsaufkommen und Verkehrsströme .....</b>	<b>5</b>
3.1 Hat die Umweltzone zu mehr Verkehr außerhalb und weniger innerhalb der Umweltzone geführt?.....	5
<b>Fazit: .....</b>	<b>5</b>
3.2 Wie hat sich das Verkehrsaufkommen an ausgewählten Luftmessstationen entwickelt?.....	6
<b>Fazit: .....</b>	<b>6</b>
<b>4 Wie haben sich Berliner Fahrzeughalter an die Umweltzone angepasst?.....</b>	<b>7</b>
<b>Fazit: .....</b>	<b>9</b>
<b>5 Was fährt auf Berliner Straßen?.....</b>	<b>9</b>
5.1 Welche Fahrzeuge fahren innerhalb und außerhalb der Umweltzone? .....	10
<b>Fazit: .....</b>	<b>11</b>
5.2 Wie hat sich die Fahrzeugflotte mit Einführung der Umweltzone verändert? .....	12
<b>Fazit: .....</b>	<b>12</b>
<b>6 Veränderungen der auspuffbedingten Emissionen des Straßenverkehrs.....</b>	<b>13</b>
<b>Fazit: .....</b>	<b>15</b>
<b>7 Wie hat die Umweltzone die Luftqualität verbessert.....</b>	<b>16</b>
7.1 Abschätzung auf der Basis der Ursachenanalyse für Feinstaub (PM2.5) im Jahr 2007 vor Einführung der Umweltzone .....	18
7.2 Abschätzung durch Auswertung der Luftgüte-Messdaten .....	21
<b>Fazit: .....</b>	<b>29</b>

# 1 Einleitung

Am 1.1.2008 wurde in Berlin die Umweltzone als zentrale Maßnahme des Luftreinhalte- und Aktionsplans für Berlin 2005-2010 eingeführt. Zeitgleich traten Umweltzonen in Köln und Hannover in Kraft. Weitere 29 deutsche Städte folgten bis März 2009.

Die Umweltzone wurde in Berlin eingeführt, weil in den dicht bewohnten Gebieten der Innenstadtbezirke die europäischen Luftqualitätsgrenzwerte für Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid in den Jahren 2002 bis 2006 an allen größeren Straßen überschritten wurden. In den Jahren 2007 und 2008 wurden erstmals die Grenzwerte für Feinstaub eingehalten, nicht jedoch diejenigen für Stickstoffdioxid. Der Straßenverkehr ist dabei die wichtigste Berliner Quelle dieser Schadstoffe mit einem Anteil an der Belastung von circa 40 % bei Feinstaub und 80 % bei Stickstoffdioxid. Um den Gesundheitsschutz für die hier lebenden Menschen zu verbessern, müssen daher die Emissionen des Verkehrs als größter Einzelquellgruppe reduziert werden. Aufgrund der netzweit auftretenden Überschreitungen der Luftqualitätsgrenzwerte können lokale Maßnahmen, wie Lkw-Fahrverbote für einzelne Straßen, das Problem nicht lösen. Vielmehr sind Maßnahmen erforderlich, die großräumiger im Straßennetz wirken und dabei einen ausreichend großen Teil der Fahrzeugflotte erfassen.

Mit der Umweltzone wurden erstmals in Deutschland flächenhafte und dauerhaft geltende Nutzervorteile für Fahrzeuge eingeführt, die bestimmte Mindestkriterien hinsichtlich ihres Schadstoffausstoßes einhalten. Diese Fahrzeuge dürfen im Rahmen der auch vorher geltenden Verkehrsregelungen uneingeschränkt im ganzen Stadtgebiet von Berlin eingesetzt werden. Der Einsatz von Fahrzeugen mit hohem Schadstoffausstoß ist dagegen auf das Gebiet außerhalb der Umweltzone beschränkt, sofern keine Ausnahmeregelung in Anspruch genommen werden kann.

Durch die Umweltzone wird somit eine schnellere Modernisierung der Fahrzeugflotte angestrebt, um den Ausstoß gesundheitsschädlicher Dieselrußpartikel als Bestandteil von PM10 und von Stickoxiden in zwei Stufen auf den Stand der heute für Neufahrzeuge geltenden Abgasstandards für Partikel zu bringen.

Wie Szenarienrechnungen für den Luftreinhalteplan gezeigt haben, lässt sich mit der Endstufe der Umweltzone, wenn ab 2010 nur noch Fahrzeuge mit grüner Plakette (Euro 3 mit Partikelfilter und besser) fahren dürfen, der abgasbedingte Partikel ausstoß des Straßenverkehrs um mehr als 40 %<sup>1</sup> reduzieren. Eine Modernisierung allein der kommunalen Fahrzeugflotte sowie der Fahrzeuge der größeren Speditionen und Kurierdienste auf den noch strengeren Abgasstandard Euro 4 plus Partikelfilter würde dagegen den Partikel ausstoß nur um etwa 5 % reduzieren. Gleichwohl wurde die gesamte Bus-Flotte der BVG schon seit 1996 mit Partikelfiltern ausgerüstet, während in anderen Bundesländern die Modernisierung des öffentlichen Nahverkehrs erst jetzt voran getrieben wird. Die berechnete Wirkung der Umweltzone beruht daher darauf, dass die gesamte Fahrzeugflotte vorzeitig modernisiert wird und nicht nur ein kleiner Teil.

Mit der prognostizierten Verminderung der abgasbedingten Partikel sinkt auch die Luftbelastung an Straßen. Die Zahl der Menschen, die an Straßen mit PM10-Grenzwertüberschreitungen wohnen, kann gegenüber der Trendentwicklung ohne Umweltzone gemäß der Modellrechnungen im Jahr 2010 um circa 20 bis 25 % reduziert werden. Da dieses Ziel aus technischer und wirtschaftlicher Sicht jedoch nur mit einer ausreichenden Übergangsfrist erreichbar war, wurde eine Einführung der Umweltzone in zwei Stufen geplant. Bei der Umweltzone handelt es sich um ein neuartiges Instrument der Luftreinhaltung, für das keine praktischen Erfahrungen vorliegen. Um die Wirkungen der ersten Stufe Umweltzone bewerten zu können, wurden daher Untersuchungen zur Entwicklung des Verkehrs, der Emissionen und der Luftqualität der letzten Jahre durchgeführt.

---

<sup>1</sup> Luftreinhalteplan und Aktionsplan Berlin 2005-2010: Abb. III.2.6, S. A-88

Die wichtigsten Ergebnisse werden im Folgenden präsentiert.

## **2 Methoden zur Untersuchung der Wirkungen der Stufe 1 der Umweltzone im Jahr 2008**

Die Wirkung der Umweltzone konnte bisher nur im Rahmen von Modellrechnungen qualitativ und quantitativ beschrieben werden. Nach einem Jahr Umweltzone können nun erstmals die Wirkungen anhand von realen Daten analysiert werden. Die der Wirkungsanalyse zugrunde liegenden methodischen Überlegungen und Ansätze sollen hier kurz im Überblick beschrieben werden.

Ziel der Umweltzone ist die Reduzierung der Luftbelastung durch abgasbedingte Schadstoffe des Straßenverkehrs und der damit verbundenen Gesundheitsgefährdungen. Entscheidend für die Bewertung der Wirkung der Umweltzone ist daher die Analyse, ob durch sie der Schadstoffausstoß des Verkehrs und letztlich die Konzentration von Luftschadstoffen in der Außenluft gegenüber der Situation ohne Umweltzone gesenkt werden konnte. Dies ist nur möglich unter Betrachtung der Wirkungskette der Luftverschmutzung:

**Schadstoffausstoß** (Emission)

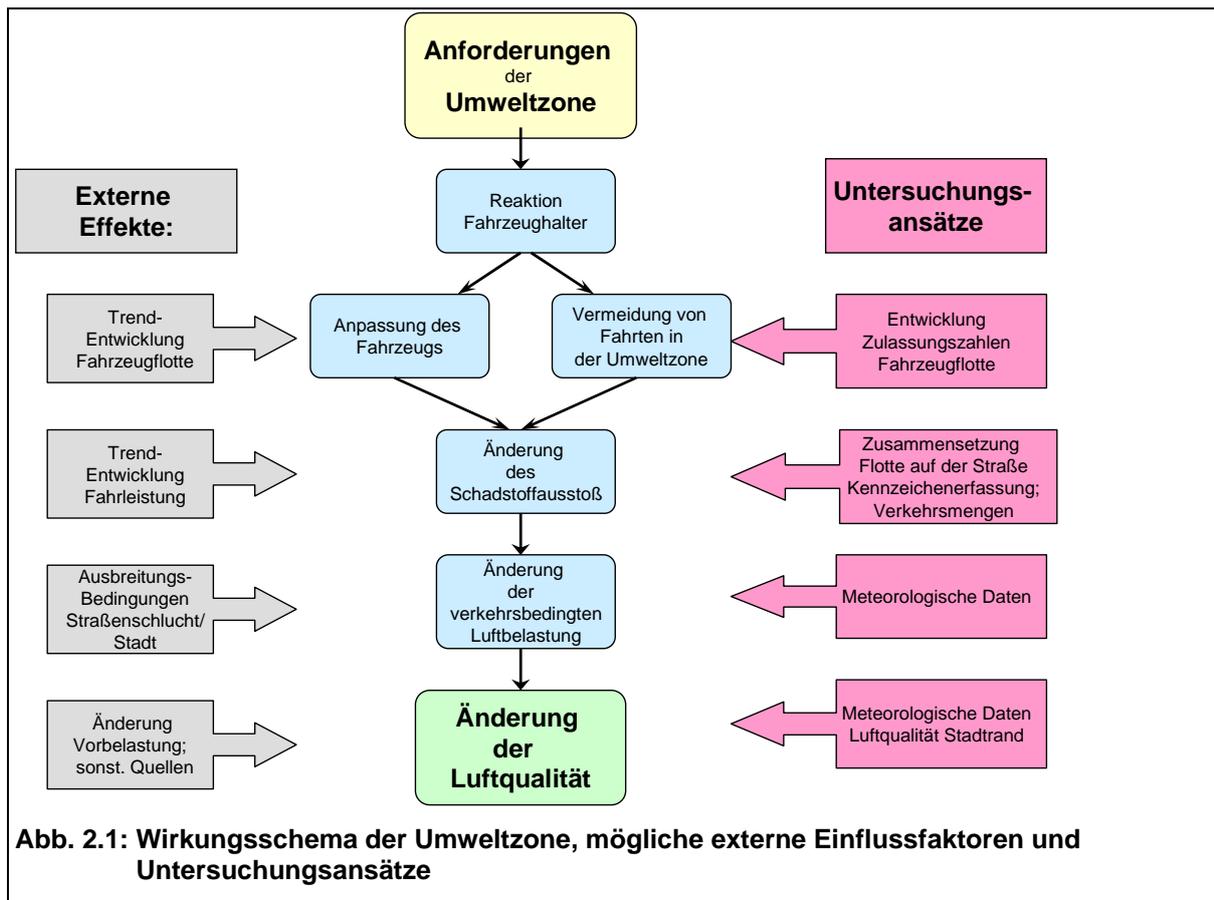
→ **Transport und Umwandlung in der Atmosphäre** (Transmission)

→ **Außenluftqualität/ Einwirkung auf einen Rezeptor, z.B. den Menschen** (Immission)

Denn Voraussetzung für das Auftreten von Luftbelastungen ist die Freisetzung von Schadstoffen in die Atmosphäre, d.h. die Emission. Auf dem Weg zum Menschen oder anderen Rezeptoren bzw. zu den Messgeräten zur Bestimmung der Luftbelastung unterliegen die freigesetzten Schadstoffe vielfältigen Verdünnungs-, Transport- und Umwandlungsprozessen in der Atmosphäre. Diese Prozesse unterliegen starken, im Wesentlichen meteorologisch bedingten Schwankungen. Deshalb können selbst bei exakt gleichem Schadstoffausstoß schwankende Schadstoffkonzentrationen in der Luft auftreten. Und genauso ist es möglich, dass bei leicht unterschiedlichem Schadstoffausstoß die gleichen Schadstoffkonzentrationen in der Luft gemessen werden.

Außerdem hängt die Höhe der Schadstoffkonzentration und damit die gesundheitliche Wirkung auf den Menschen vom Abstand zur Quelle ab. Denn je länger ein Stoff in der Atmosphäre transportiert wird, desto stärker wird er verdünnt, umgewandelt oder aus der Atmosphäre ausgeschieden. Dies ist einer der Gründe für die hohe Relevanz von Autoabgasen. Denn diese werden quasi in Nasenhöhe freigesetzt und erreichen eher den Menschen als die Emissionen aus einem Kamin auf dem Dach eines Hauses oder aus dem Schornstein eines Kraftwerks.

Aufgabe der Wirkungsanalysen ist es, diese verschiedenen Prozesse aufzuschlüsseln und möglichst zu quantifizieren. Abbildung 2.1 gibt einen vereinfachten Überblick über das Wirkungsprinzip der Umweltzone und möglicher externer Einflussfaktoren.



Um statistisch abgesicherte Aussagen über die Wirkung von einzelnen Veränderungen der Emissionen im Wechselspiel mit anderen Einflussfaktoren allein anhand von Messdaten der Schadstoffkonzentrationen in der Atmosphäre treffen zu können, ist in der Regel die Auswertung mehrjähriger Datenreihen erforderlich. Der jetzt für die erste Bewertung der Wirkung der Umweltzone untersuchte Zeitraum von einem Jahr kann daher gerade hinsichtlich des Einflusses auf die Luftqualität nur erste Hinweise auf den Trend der Entwicklung liefern. Angesichts der zahlreichen Quellen für Feinstaub und der Komplexität der Einflüsse auf die Feinstaubkonzentration in der Atmosphäre existiert – unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit und der Verursachergerechtigkeit – keine einzige Einzelmaßnahme<sup>2</sup> zur Minderung der Feinstaubbelastung, die für sich genommen einen so großen Effekt erwarten lässt, dass er nach einer Beobachtungszeit von einem Jahr eindeutig aus Luftqualitätsmessungen erkennbar wäre. Dies gilt auch für die Stufe 1 der Umweltzone mit ihrer letztlich noch geringen Eingriffstiefe. Für eine Bewertung der Wirkung und der zukünftigen Wirkungspotenziale der Umweltzone dürfen daher nicht nur die Feinstaubkonzentrationen für sich betrachtet werden. Vielmehr muss die gesamte Wirkungskette der Luftreinhaltung von der Quelle, d.h. von der Entwicklung des Schadstoffausstoßes über die Meteorologie bis zur Luftqualität unter Beachtung von Einzelstoffen wie Dieselruß (gemessen als elementarer Kohlenstoff) berücksichtigt werden.

Aufgabe der Wirkungsanalysen ist es, diese verschiedenen Prozesse aufzuschlüsseln und möglichst zu quantifizieren. Dazu sollen folgende Gesichtspunkte untersucht werden:

1. Veränderung der Verkehrsmengen und Verkehrsströme, z.B. Ausweichverkehre
2. Anpassung der Fahrzeugflotte an die Abgaskriterien der Umweltzone unter Berücksichtigung der Trendentwicklung ohne Umweltzone

<sup>2</sup> Bsp.: Eine Verbannung des gesamten Straßenverkehrs aus der Stadt würde zwar durchaus eindeutig messbare Effekte erwarten lassen, wäre aber nicht mehr verhältnismäßig oder verursachergerecht.

3. Veränderung des abgasbedingten Schadstoffausstoßes (Dieselruß und Stickoxide)
4. Entwicklung der Luftqualität und der verkehrsbedingten Luftbelastung, unter Berücksichtigung meteorologischer Faktoren und Änderungen des Verkehrsaufkommens

### **3 Wirkungsanalysen Verkehrsaufkommen und Verkehrsströme**

Der Schadstoffausstoß des Straßenverkehrs ist direkt abhängig vom Verkehrsaufkommen auf den Straßen. Außerdem kann eine Verlagerung von Verkehrsströmen durch Ausweichverkehr zu ungewollten Mehrbelastungen von Gebieten außerhalb der Umweltzone führen.

#### **3.1 Hat die Umweltzone zu mehr Verkehr außerhalb und weniger innerhalb der Umweltzone geführt?**

Eine Auswertung der Daten automatischer Verkehrszähleinrichtungen an 36 repräsentativen Straßenquerschnitten innerhalb und außerhalb der Umweltzone von 2002 bis Ende 2008 ergibt für den gesamten Zeitraum einen stetigen Rückgang der Verkehrsmengen seit 2002 von insgesamt circa 8 % an den Zählstellen außerhalb der Umweltzone und gut 10 % innerhalb der Umweltzone, d.h. in den innerstädtischen Gebieten Berlins (s. Abb. 3.1). Die Einführung der Umweltzone im Jahr 2008 hat dabei keinen Einfluss auf diesen Trend. Allerdings ist zwischen 2007 und 2008 ein besonders starker Rückgang des Verkehrsaufkommens zu beobachten, der jedoch außerhalb der Umweltzone mit 6,3 % höher ist als innerhalb mit 3,9 %. Dies zeigt, dass die Verkehrsmengen weit stärker anderen Einflüssen wie den im Jahr 2008 besonders hohen Kraftstoffpreisen unterliegen.

Auch der Lkw-Verkehr ist zwischen 2002 und 2008 tendenziell rückläufig, allerdings sind stärkere Schwankungen zu beobachten, d.h. in einzelnen Jahren sind auch Anstiege aufgetreten. Zwischen 2007 und 2008 ging der Lkw-Verkehr außerhalb der Umweltzone um 4,1 % und innerhalb um 3,4 % zurück.

#### **Fazit:**

Die Umweltzone führt nicht zu einer Verlagerung von Verkehrsströmen und produziert keine messbaren Ausweichverkehre.

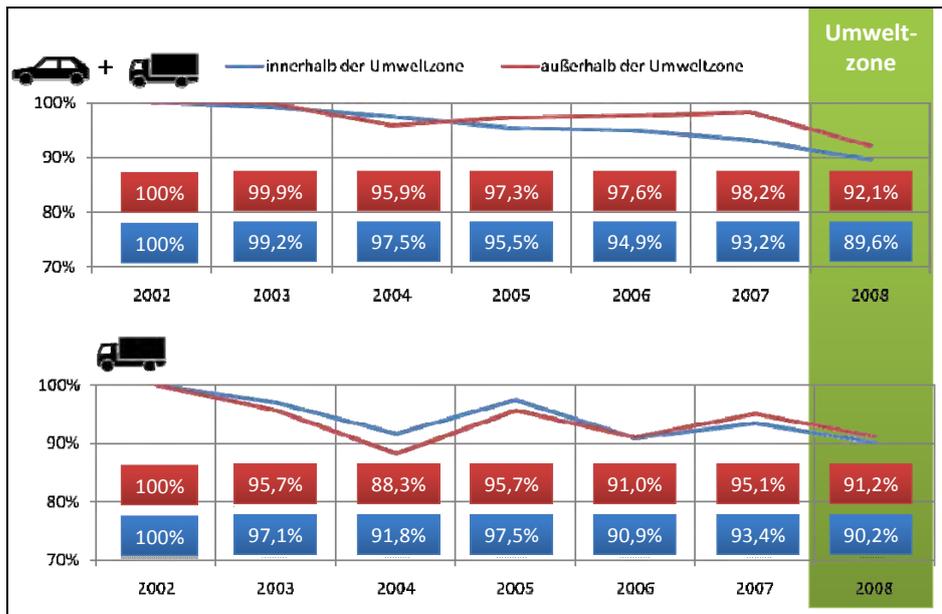


Abb. 3.1: Jahresentwicklung der Verkehrsstärken innerhalb und außerhalb der Umweltzone 2002-2008 (2002 = 100%)

### 3.2 Wie hat sich das Verkehrsaufkommen an ausgewählten Luftmessstationen entwickelt?

Im Bereich der Luftgütemessstationen Frankfurter Allee (MC 174), Silbersteinstraße (MC 143) und Schildhornstraße (MC 117) wurden mit Beginn des Jahres 2007 zusätzlich automatische Verkehrszähleinrichtungen installiert.

Die Zählraten zeigen, dass der Verkehr an den Messstationen Frankfurter Allee und Schildhornstraße im Jahr 2008 gegenüber 2007 um etwa 4 bis 6 % zurückgegangen ist. Dies liegt im Trend der oben dargestellten Entwicklung anderer Verkehrszählquerschnitte in ganz Berlin. In der Silbersteinstraße wurde ein leichter Anstieg um etwa 1 % beobachtet, allerdings auf einem sehr viel niedrigeren Niveau des absoluten Verkehrsaufkommens. Die höchsten absoluten Fahrzeugzahlen wurden mit ca. 50.000 Fahrzeugen pro Tag in der Frankfurter Allee registriert, gefolgt von der Schildhornstraße mit etwa 35.000 Fahrzeugen. Die Zahl der Lkw ist in beiden Straßenquerschnitten mit 1500 bis 1700 Lkw pro Tag vergleichbar hoch. In der Silbersteinstraße wurden etwa 12.000 Fahrzeuge, davon circa 300 Lkw pro Tag gezählt. Hier wurde im Jahr 2005 zur Reduzierung der Feinstaubbelastung ein Lkw-Durchfahrtsverbot für Lkw über 3,5 t erlassen. Dies hat zu einem deutlichen Rückgang des Lkw-Verkehrs geführt, denn vor dem Durchfahrtsverbot fuhren täglich etwa 900 Lkw durch die Silbersteinstraße.

#### Fazit:

An zwei Messstationen ist das Verkehrsaufkommen zwischen 2007 und 2008 gesunken, an einer Station ist eine leichte Zunahme zu verzeichnen. Mit dem Lkw-Durchfahrtsverbot in der Silbersteinstraße konnte die Zahl der Lkw um etwa zwei Drittel gesenkt werden.

## 4 Wie haben sich Berliner Fahrzeughalter an die Umweltzone angepasst?

Die erste Stufe der Umweltzone mit einem Verkehrsverbot für Fahrzeuge ohne Plakette (Schadstoffgruppe 1) wurde mit einer Übergangsfrist von fast 2 ½ Jahren eingeführt, um den betroffenen Fahrzeughaltern einen ausreichenden Zeitraum für eine Ersatzbeschaffung oder Nachrüstung einzuräumen. Abbildung 4.1 zeigt die Entwicklung der Zulassungszahlen der vom Verkehrsverbot betroffenen Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 seit Januar 2006. Neben den Zulassungszahlen für 2008 wurde auch die Trendentwicklung aufgrund der kontinuierlichen Erneuerung der Fahrzeugflotte dargestellt, wie sie ohne Umweltzone zu erwarten gewesen wäre. Dieser Trend wurde mit der Annahme berechnet, dass jährlich 10 % der Pkw und 8 % der Nutzfahrzeuge vor Euro 4 durch Neufahrzeuge ersetzt werden. Diese Änderungsraten wurden aus der langjährigen Entwicklung der Fahrzeugflotte abgeleitet. Die hier dargestellten Ergebnisse umfassen alle in Berlin zugelassenen Fahrzeuge innerhalb, aber auch außerhalb der Umweltzone, da eine adressgenau differenzierte Statistik nicht erhoben wird.

### Bestand der Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 (ohne Plakette) in Berlin

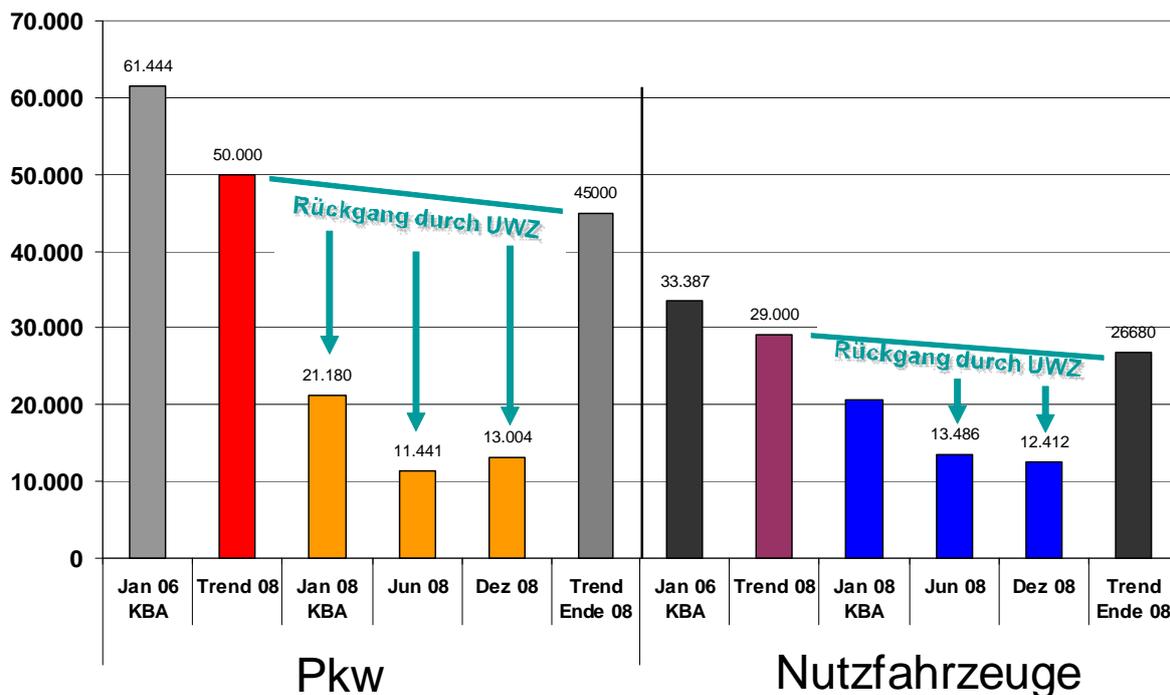


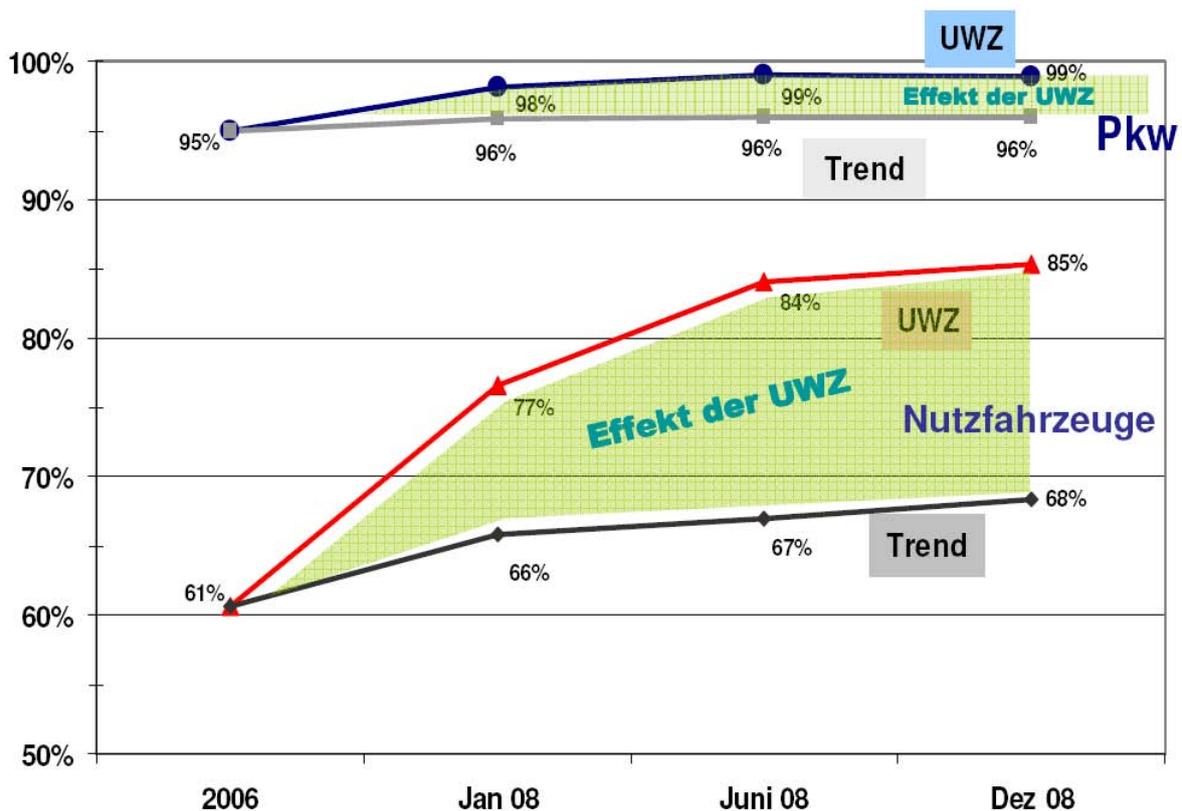
Abb. 4.1: Entwicklung des Bestandes von Fahrzeugen der Schadstoffgruppe 1 (ohne Plakette) auf der Datenbasis des KBA und der Zulassungsbehörde Berlin (Juni/Dezember 2008)

Die Umweltzone hat – wie angestrebt – zu einem deutlichen Rückgang von Fahrzeugen der Schadstoffgruppe 1 geführt. Bei den Pkw liegt die Zahl der Fahrzeuge ohne Plakette beim Start der Umweltzone im Januar 2008 um knapp 60 % und bei den Nutzfahrzeugen (Nfz) um etwa 30 % unter der erwarteten Trendentwicklung. Damit waren statt der entsprechend der Trendentwicklung geschätzten 79.000 Fahrzeuge nur 42.300 Fahrzeuge vom Verkehrsverbot betroffen, während 46 % der vom Verkehrsverbot bedrohten Fahrzeuge durch neuere Fahrzeuge ersetzt oder abgeschafft wurden.

Bis Ende Dezember 2008 ist die Zahl der betroffenen Fahrzeuge weiter gesunken. Gegenüber der Ende 2008 zu erwartenden Trendentwicklung sind nun 71 % weniger Pkw und 53 % weniger Nutzfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 in ganz Berlin zugelassen. Für

Pkw wurde seit Jahresmitte kein weiterer Rückgang, sondern sogar eine geringfügige Erhöhung beobachtet. Dabei muss berücksichtigt werden, dass in dieser Zahl bereits die etwa 6000 in Berlin zugelassenen Oldtimer<sup>3</sup> mit H-Kennzeichen enthalten sind.

Entsprechend der Abnahme der Fahrzeuge ohne Plakette ist der Anteil der in Berlin zugelassenen Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 2, 3 und 4 (rote, gelbe oder grüne Plakette) gestiegen. Wie Abbildung 4.2 zeigt, hielten zum Start der Umweltzone 98 % aller Pkw und 77 % aller Nutzfahrzeuge die Kriterien der Umweltzone ein. Bis zum Jahresende 2008 stieg die Einhaltequote im Fahrzeugbestand auf 99 % bei den Pkw und 85 % bei den Nutzfahrzeugen. Um den Modernisierungseffekt der Umweltzone zu verdeutlichen, wurde außerdem die aufgrund des langjährigen Entwicklungstrend zu erwartende Quote plakettenfähiger Fahrzeuge dargestellt.



**Abb. 4.1: Entwicklung des Bestandes von Fahrzeugen der Schadstoffgruppe 1 (ohne Plakette) auf der Datenbasis des KBA und der Zulassungsbehörde Berlin (Juni/Dezember 2008)**

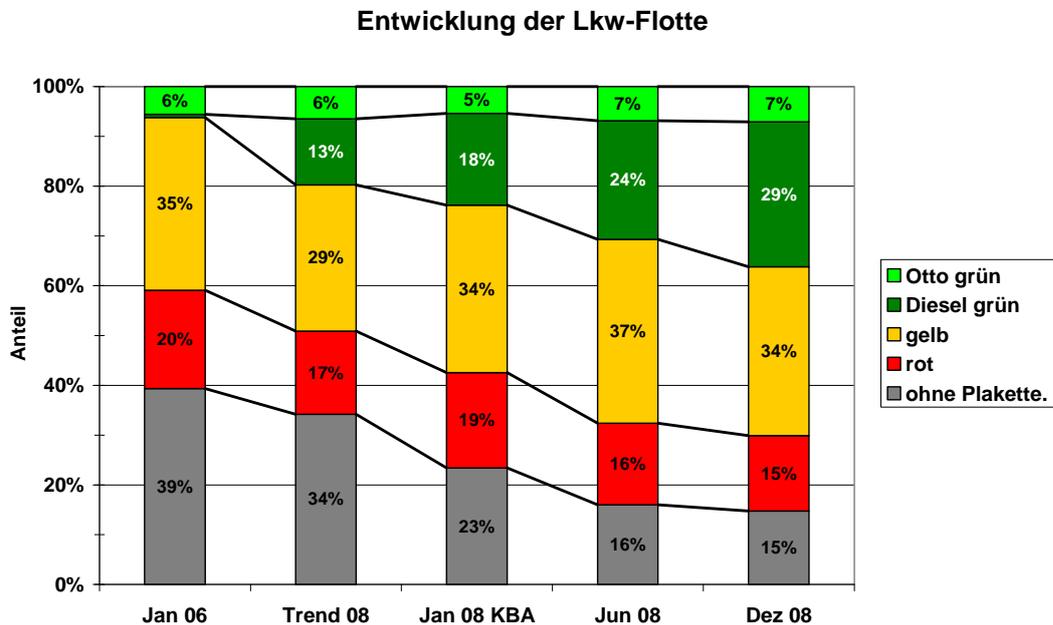
Nutzfahrzeuge waren besonders von der Einführung der Umweltzone betroffen, da die Nutzfahrzeugflotte einen höheren Anteil älterer Fahrzeuge aufweist. Denn anders als für Pkw sind z.B. für leichte Nutzfahrzeuge, die den größten Teil der Nutzfahrzeuge stellen, die Kfz-Steuern nicht nach Abgasstandard gestaffelt.

Wie die folgende Abbildung 4.3 zeigt, gehörten im Jahr 2006, also ein halbes Jahr nach Verabschiedung des Luftreinhalte- und Aktionsplans, noch 39 % der Nutzfahrzeuge zur Schadstoffgruppe 1 (keine Plakette) und waren damit vom Verkehrsverbot bedroht. Mit Start der Umweltzone war dieser Anteil auf 23 % gesunken und lag damit etwa 30 % unter dem nach der langjährigen Trendentwicklung zu erwartenden Anteil von 34 %. Bis Ende 2008

<sup>3</sup> Die Zahl der in Berlin zugelassenen Oldtimer mit H-Kennzeichen ist im Jahr 2008 von 4900 im Januar auf 5928 im Dezember gestiegen. Dies erklärt im wesentlichen auch den Anstieg der Pkw der Schadstoffgruppe 1 von Juni auf Dezember 2008.

nahm der Anteil dieser Fahrzeuge weiter ab und liegt nun bei etwa 15 %. Auch der Anteil der Fahrzeuge mit roter Plakette ging im Verlauf des Jahres 2008 um etwa 20 % zurück.

Gleichzeitig stieg der Anteil der Nutzfahrzeuge mit grüner und gelber Plakette, die nun in der Summe 70 % der Nutzfahrzeugflotte stellen.



**Abb. 4.3: Entwicklung des Nutzfahrzeug-Bestands in Berlin nach Schadstoffgruppen/Plaketten**

Die beschleunigte Modernisierung der zugelassenen Fahrzeuge in Berlin spiegelt sich entsprechend in der Statistik der Neuzulassungen wieder. Im Vorfeld der Umweltzone wurden im Jahr 2007 in Berlin im Vergleich zum Vorjahr mehr Neufahrzeuge zugelassen als im Bundesdurchschnitt. So stieg im Jahr 2007 die Zahl der neuzugelassenen Lkw im Vergleich zum Vorjahr um 26 %, während im Bundesgebiet nur ein Anstieg von 10 % erreicht wurde.

Fazit:  
 Viele Fahrzeughalter haben die gut zweijährige Übergangsfrist bis zur Einführung der Umweltzone genutzt und Fahrzeuge ersetzt oder nachgerüstet. So ging der Bestand von Fahrzeugen mit hohem Schadstoffausstoß bis Ende 2008 um mehr als 70 % bei Pkw und etwa 53 % bei Nutzfahrzeugen gegenüber der Trendentwicklung zurück.

## 5 Was fährt auf Berliner Straßen?

Die in Berlin zugelassene Fahrzeugflotte hat sich durch die Umweltzone nachweisbar verbessert. Doch welche Fahrzeuge fahren tatsächlich heute auf den Straßen Berlins - und gibt es Unterschiede innerhalb und außerhalb der Umweltzone?

Um die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte im Verkehr zu untersuchen, wurde im September 2008 an 6 Hauptverkehrsstraßen eine Kennzeichenerfassung mittels Videokameras durchgeführt.

## 5.1 Welche Fahrzeuge fahren innerhalb und außerhalb der Umweltzone?

Anhand der Kennzeichen konnten die Fahrzeuge zu den Schadstoffgruppen der Kennzeichnungsverordnung, d.h. zu den Plakettenfarben zugeordnet werden. Allerdings konnten weder vom KBA noch von der Zulassungsbehörde Angaben über eine Filternachrüstung gemacht werden, da diese nicht ausreichend standardisiert erfasst sind.

In Abbildung 5.1 sind die Ergebnisse hinsichtlich der Schadstoffgruppenzugehörigkeit zusammengefasst dargestellt. Dabei konnten keine signifikanten Unterschiede innerhalb und außerhalb der Umweltzone festgestellt werden, wobei allerdings die Zahl der Erfassungsquerschnitte für eine statistisch abgesicherte Feststellung zu klein ist. Deshalb wird die Datenbasis künftig erweitert.

Von allen ausgewerteten Fahrzeugen gehörten nur 1,7 % zur Schadstoffgruppe 1 ohne Plakette. Diese Fahrzeuge dürfen mit einer Ausnahmegenehmigung in der Umweltzone fahren. Differenziert nach Fahrzeugkategorie liegt der Anteil der Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 weit unter 1 % bei Pkw und bei durchschnittlich 10 % bei Nutzfahrzeugen.

88 % der Pkw und knapp 30 bis etwa 40 % der Nutzfahrzeuge erfüllten mit der grünen Plakette bereits im September 2008 die Kriterien der ab 1.1.2010 geltenden Stufe 2 der Umweltzone.

Das Landesumweltamt Brandenburg führte Ende 2008 in Potsdam und Cottbus eine ähnliche Untersuchung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte in jeweils einer Hauptverkehrsstraße (Potsdam: Zeppelinstraße, Cottbus: Bahnhofstraße) durch. Im Vergleich zu Berlin ist in Potsdam die Zahl der Fahrzeuge, die keine Plakette bekommen können, deutlich höher. So gehören noch etwa 10% der Diesel-Pkw in Potsdam zu den nicht plakettenfähigen Fahrzeugen, deren Anteil in Berlin bereits unter 0,5 % gefallen ist. Auch der Teil der leichten Lkw ohne Plakette liegt in Potsdam mit 21 % etwa doppelt so hoch wie in Berlin. Allerdings ist die Flotte der leichten Nutzfahrzeuge in Cottbus mit 29 % noch schlechter als in Potsdam, wo auch die Zahl der Fahrzeuge mit grünen Plakette, insbesondere bei den Lkw größer ist als in Cottbus. Von einem Einfluss der Umweltzone auf die Fahrzeugflotte ist also für Potsdam auszugehen, auch wenn Unterschiede in den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zwischen Cottbus und Potsdam ebenfalls eine Rolle gespielt haben mögen.

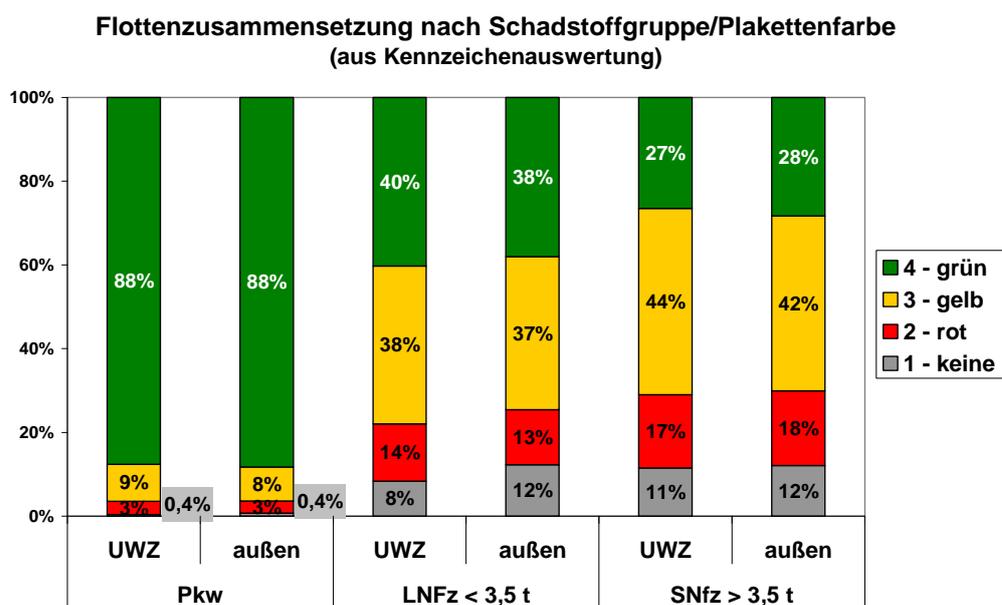


Abb. 5.1: Zusammensetzung der auf den ausgewählten Straßen fahrenden Fahrzeugflotten nach der Kennzeichenauswertung

Fazit:

Die von der Umweltzone ausgelöste Modernisierung der Fahrzeugflotte wirkt sowohl innerhalb als auch außerhalb und damit im gesamten Berliner Straßennetz. Allerdings sind Unterschiede zwischen Berlin und Potsdam zu beobachten, wo noch ein deutlicher höherer Anteil an Fahrzeugen verkehrt, der keine Plakette bekommt. In Cottbus ist deren Zahl sogar noch höher.

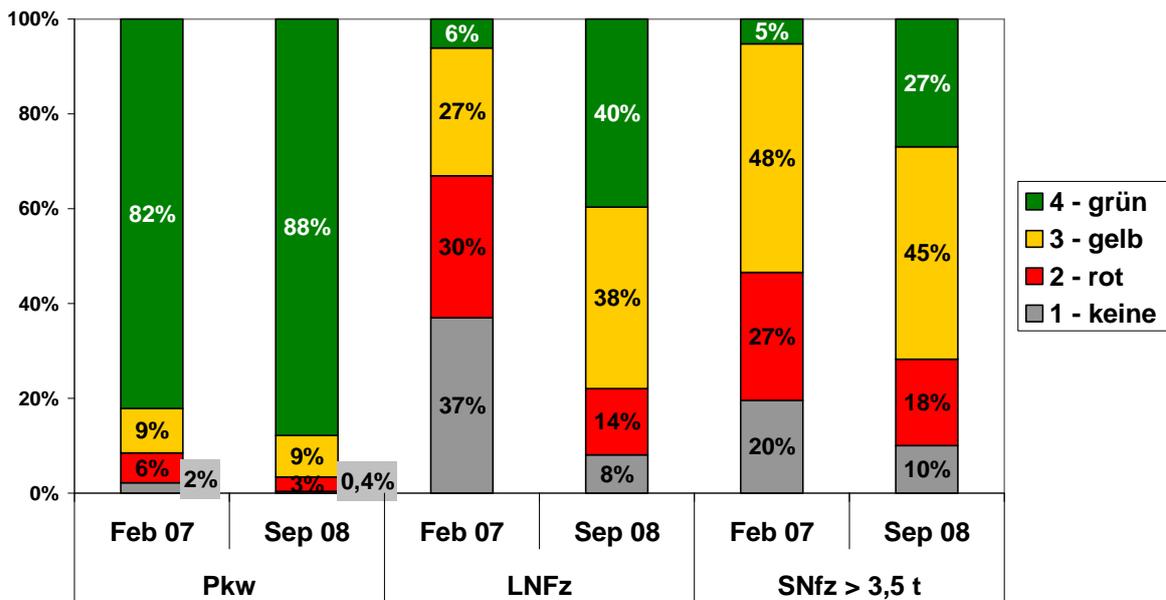
Hinweise für eine Verdrängung von Fahrzeugen mit niedrigem Emissionsstandard vom Innenstadtgebiet in das äußere Stadtgebiet und auf die Stadtautobahn liegen nicht vor.

Das Kriterium der Umweltzone (mindestens rote Plakette) wird insgesamt von 98,3 % aller Fahrzeuge eingehalten. Aufgrund der geltenden Ausnahmegenehmigungen beträgt jedoch bei den Nutzfahrzeugen der Anteil der Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 noch circa 10 %.

## 5.2 Wie hat sich die Fahrzeugflotte mit Einführung der Umweltzone verändert?

Wie sich die Fahrzeugflotte auf der Straße durch die Umweltzone verändert hat, zeigt ein Vergleich der Flottenzusammensetzung vom 15. Februar 2007, also 10 Monate vor Einführung mit der Erhebung im September 2008, d.h. 9 Monate nach Einführung der Umweltzone. Dazu konnten jeweils Daten aus Kennzeichenerfassungen an der Frankfurter Allee verwendet werden. Wie die Abbildung 5.2 zeigt, ist der Anteil von Fahrzeugen der Schadstoffgruppe 1 (keine Plakette) in den 19 Monaten zwischen den Erhebungen stark zurückgegangen und zwar um etwa 80 % bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen unter 3,5 t und etwa 50 % bei Lkw > 3,5 t. Im Gegenzug stieg der Anteil der Fahrzeuge, die die Kriterien der gelben und grünen Plakette erfüllen. Bei den Pkw, bei denen bereits ältere Otto-Fahrzeuge ab 1993 eine grüne Plakette erhalten, stieg der Anteil von gut 91 % auf 97 %. Bei den Nutzfahrzeugen mit ihrem hohen Anteil von Dieselfahrzeugen ist der Effekt der Umweltzone sehr viel ausgeprägter. So stieg der Anteil gelber und grüner Fahrzeuge bei den leichten Nutzfahrzeugen von 33 auf 78 % und bei den schweren Nutzfahrzeugen von 53 auf 72 %.

**Flottenanteile an der Frankfurter Allee nach Kennzeichenauswertung vor und nach Einführung der Umweltzone**



**Abb. 5.2: Vergleich der Flottenzusammensetzung an der Frankfurter Allee vor und nach Einführung der Umweltzone (leichte Nutzfahrzeuge ohne als Nutzfahrzeug zugelassene Pkw, diese sind hier bei den Pkw dargestellt)**

### Fazit:

Die Umweltzone hat zu einer signifikanten Verjüngung der Fahrzeugflotte auf der Straße geführt. Der Anteil der Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 konnte gegenüber der Situation im Jahr 2007 um 50 bis 80 % reduziert werden.

## 6 Veränderungen der auspuffbedingten Emissionen des Straßenverkehrs

Um die Wirkung der Umweltzone auf den Schadstoffausstoß des Verkehrs zu bestimmen, wurden die Jahresemissionen für das Jahr 2007 und 2008 berechnet. Dazu werden die Jahresfahrleistung nach Fahrzeugkategorie, die Anteile der Schadstoffgruppen entsprechend der Kennzeichenauswertung und die mittleren Emissionsfaktoren für den Innerortsverkehr je Schadstoffgruppe/Abgasstandard verwendet. Um gezielt den Effekt der Veränderung der Fahrzeugflotte bestimmen zu können, wurde für beide Jahre die gleiche Gesamtfahrleistung angenommen. Emissionen von Linienbussen wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt, da diese bereits weitgehend vor der Umweltzone mit Partikelfiltern ausgestattet wurden, so dass mit der Umweltzone kein zusätzlicher Effekt auf die Emissionen zu erwarten ist.

Das Ergebnis ist als direkter Vergleich der Emissionen 2007 und 2008 in Abb. 6.1 für Dieselruß dargestellt.

Es zeigt sich, dass im Jahr 2008, etwa neun Monate nach Einführung der Umweltzone, die Dieselrußemissionen des Straßenverkehrs insgesamt um 77 t bzw. um 28 % gegenüber dem Vorjahr gesunken sind. Etwa 80% (ca. 62 t/a) dieser Minderung sind auf die Umweltzone zurückzuführen, während ca. 20 % auch durch die Trendentwicklung, d.h. die üblichen Erneuerungsraten der Fahrzeugflotte, erklärt werden können.

In den einzelnen Fahrzeugkategorien fällt der Rückgang gegenüber der Trendentwicklung ohne Umweltzone unterschiedlich stark aus. Die höchste relative Minderung ergab sich für die Gruppe der leichten Nutzfahrzeuge bis 3,5 t mit 39 %, gefolgt von den Pkw mit 26 %.

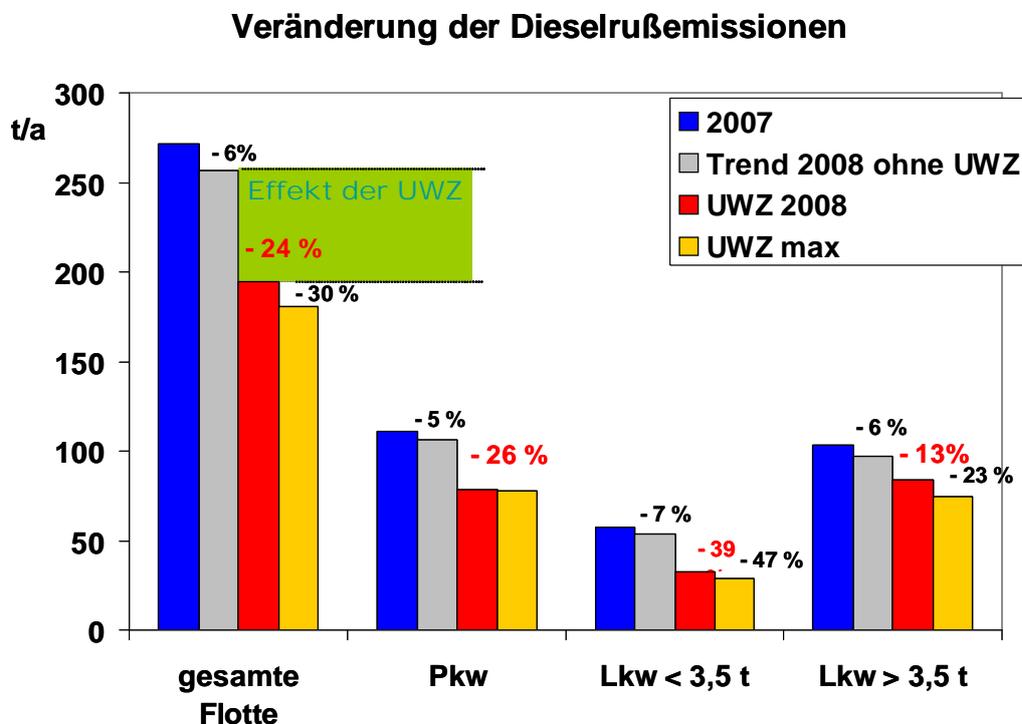


Abb. 6.1: Rückgang der Dieselrußemissionen durch die Trendentwicklung und zusätzlich durch die Einführung der Umweltzone mit der Flottenzusammensetzung 2008 (UWZ 2008) und der maximalen Wirkung der Stufe 1 der Umweltzone mit Ersatz der Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 durch Fahrzeuge mit roter, gelber und grüner Plakette (UWZ max). (Die Prozentangaben beziehen sich für den Trend 2008 auf die Emission von 2007 und für die Umweltzone auf die Trendemissionen 2008 ohne Umweltzone; Berechnung unter Annahme gleicher Fahrleistung 2007 und 2008)

Den größten absoluten Beitrag zur Reduzierung der Partikelemissionen liefert allerdings die Gruppe der Diesel-Pkw mit 28 t/a. Erstmals liegen damit auch die Dieselrußemissionen der Pkw unter denjenigen der Lkw über 3,5 t, der Fahrzeuggruppe mit der geringsten Schadstoffreduktion durch die Umweltzone. Damit bestätigt sich, dass die Einbeziehung der Pkw in die Umweltzonenregelung richtig war.

In der Summe über alle Fahrzeugkategorien stammten im Jahr 2007 etwa 26 % der Dieselrußpartikel aus Fahrzeugen ohne Plakette, im Jahr 2008 noch etwa 11 %. Werden die Fahrleistungen der Fahrzeuge ohne Plakette anteilig auf die Fahrzeuge mit roter, gelber und grüner Plakette verteilt (Szenario UWZ max), so dass Fahrzeuge ohne Plakette vollständig entfallen, dann würde gegenüber der Trendentwicklung 2008 eine Minderung des Partikelaustritts um insgesamt 30 % statt 24 % erreicht werden. Das Emissionsminderungspotenzial der Umweltzone konnte damit trotz der erteilten Ausnahmegenehmigungen zu etwa 80% ausgeschöpft werden. Die hier auf der Basis der realen Fahrzeugflotte ermittelte Minderung der Kfz-bedingten Rußemissionen von 24% stimmen mit den Aussagen des Luftreinhalte- und Aktionsplan überein. Damals wurde auf Grundlage von Rechnungen prognostiziert, dass die Entlastungswirkung der Stufe 1 der Umweltzone etwa die Hälfte<sup>4</sup> des berechneten Minderungseffektes der Stufe 2 ausmacht, der mit 47% angegeben<sup>5</sup> wurde

Mit der Umweltzone konnte nicht nur der Ausstoß von Dieselrußpartikeln, sondern auch von Stickoxiden reduziert werden. Wie die Abbildung 6.2 zeigt, sanken diese insgesamt gegenüber der Situation im Frühjahr 2007 um 1300 t/a bzw. um 18%, davon entfallen 960 t/a auf die Wirkung der Umweltzone. Gegenüber der Trendentwicklung allein konnte daher mit der Umweltzone eine Reduzierung des Stickoxidausstoß von 14 % erreicht werden. Etwa 57 % der erreichten Minderungen durch die Umweltzone resultieren aus der Modernisierung

## Veränderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen

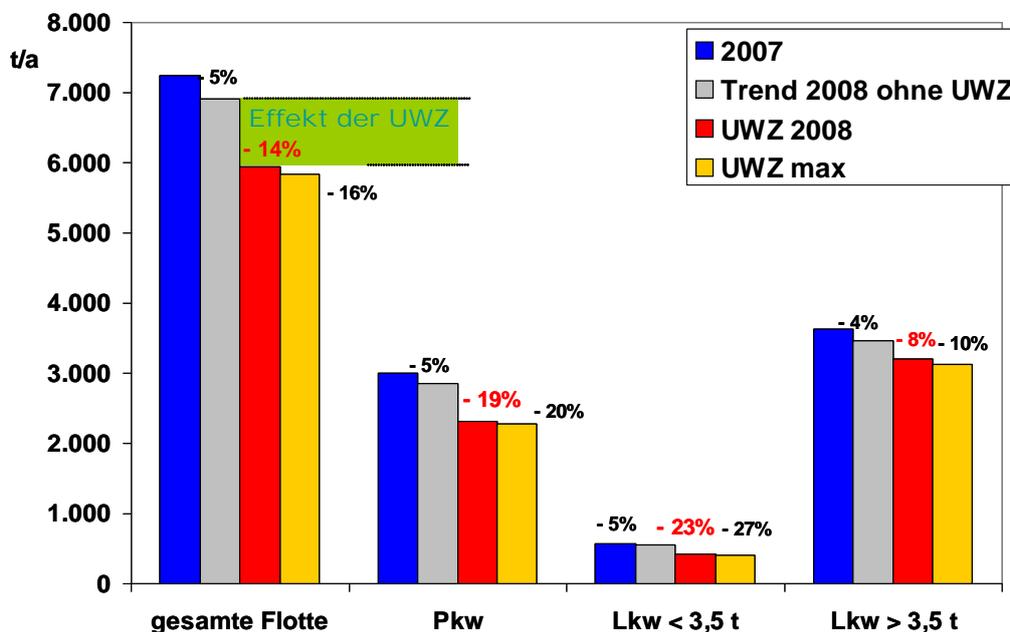


Abb. 6.2: Rückgang der Stickoxidemissionen durch die Trendentwicklung und zusätzlich durch die Einführung der Umweltzone mit der Flottenzusammensetzung 2008 (UWZ 2008) und der maximalen Wirkung der Stufe 1 der Umweltzone mit Ersatz der Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 durch Fahrzeuge mit roter, gelber und grüner Plakette (UWZ max). (Die Prozentangaben beziehen sich für den Trend auf die Emission von 2007 und für die Umweltzone auf die Trendemissionen ohne Umweltzone)

<sup>4</sup> Siehe Luftreinhalteplan, Anhang, S. A-93 oben

<sup>5</sup> Siehe Luftreinhalteplan, Anhang, S. A-88. Abb. III.2.6

der Pkw-Flotte und zwar sowohl der Diesel- als auch der Otto-Pkw. Die Lkw über 3,5 t tragen weitere 27 % und die leichten Nutzfahrzeuge unter 3,5 t aufgrund ihrer niedrigeren Gesamtfahrleistung noch 13 % bei. Bezogen auf die einzelne Fahrzeugkategorie wurde der größte Rückgang bei den leichten Nutzfahrzeugen erreicht, deren Stickoxidausstoß durch die Umweltzone um 23 % sank.

Insgesamt ist der Rückgang der Stickoxidemissionen durch die Umweltzone kleiner als bei den Dieselrußpartikeln. Dies liegt darin begründet, dass bei den Dieselfahrzeugen die Abgasgrenzwerte für Stickoxide in den letzten Jahren nicht so sehr verschärft wurden wie für Dieselrußpartikel. Das Minderungspotenzial der Umweltzone für Stickoxide wurde trotz der Ausnahmegenehmigungen mit 88 % bereits weitgehend ausgeschöpft.

Fazit:

Durch die Umweltzone konnte der Ausstoß von Dieselrußpartikeln gegenüber der Trendentwicklung um 24 % und gegenüber dem Jahr 2007 um 28 % reduziert werden. Dies stimmt mit den Prognosen im Luftreinhalteplan überein. Der Ausstoß der Stickoxide sank um 14 % gegenüber dem Trend und um 18 % gegenüber 2007.

Das Minderungspotenzial der Umweltzone Stufe 1 konnte damit trotz Ausnahmegenehmigungen bei Dieselrußpartikeln zu 80 % und bei Stickoxiden zu 88 % ausgeschöpft werden.

## 7 Wie hat die Umweltzone die Luftqualität verbessert

In den vorangegangenen Kapiteln wurde untersucht, wie sich die Umweltzone auf die in Berlin fahrenden Fahrzeuge und ihre Abgasemission auswirkte.

Die nunmehr noch zu klärende Frage lautet: Welche Verbesserung der Luftqualität (Immission) konnte durch diese Minderung des verkehrsbedingten Schadstoffausstoßes erzielt werden? Oder anders formuliert: Wie hoch wäre die Luftbelastung im Jahr 2008 ohne Einführung der Umweltzone gewesen?

Tab. 7.1 zeigt die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaub (PM<sub>10</sub>) für die vergangenen drei Jahre, sowie die Zahl der jährlichen Überschreitungen des PM<sub>10</sub> Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup>. Die Überschreitung der jeweiligen Grenzwerte ist durch Fettdruck hervorgehoben.

Auf den ersten Blick zeigt sich generell eine Abnahme der Belastung im Jahr 2008 im Vergleich zum Jahr 2007 und 2006 vor Einführung der Umweltzone. Daraus sofort eine Wirkung der Umweltzone ableiten zu wollen, wäre zu kurz gegriffen, weil Änderungen anderer Rahmenbedingungen, wie der Meteorologie, der Hintergrundbelastung und des Verkehrsaufkommens die Schadstoffbelastung ebenfalls stark beeinflussen können. Um die obige Frage zu beantworten, wurden die folgenden methodischen Ansätze verfolgt, um den Umweltzoneneffekt unabhängig von den genannten Einflussfaktoren ermitteln zu können:

- (i) Abschätzung des Rückgangs der Schadstoffbelastung („Immission“) auf der Grundlage der Untersuchung über die Ursachen der Feinstaubbelastung in der Berliner Innenstadt im Jahr 2007 vor Einführung der Umweltzone und der in Kapitel 6 ermittelten Reduktion der Auspuffemissionen des Straßenverkehrs seit Einführung der Umweltzone.
- (ii) Auswertung der Berliner Lüftgütemessdaten durch Vergleich der Messwerte vor und nach Einführung der Umweltzone, unter Berücksichtigung möglicher Änderungen des Verkehrsaufkommens, der Hintergrundkonzentration und des Wettereinflusses

Lage	Station	Standort	NO <sub>2</sub> Jahresmittelwert in [µg/m <sup>3</sup> ]			Feinstaub PM <sub>10</sub> Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>			Feinstaub PM <sub>10</sub> Anzahl Tage > 50µg/m <sup>3</sup>		
			2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
	<b>Nr.</b>										
Stadtrand	027	Marienfelde	15,9	15,6	15,1	26,0	22,0	18,2	23	13	2
	032	Grunewald	16,8	13,8	14,3	27,0	21,3	19,5	27	9	6
	077	Buch	18,6	15,2	14,8	23,4	20,0	18,6	22	9	5
	085	Friedrichshagen	16,9	14,1	13,8	26,6	22,0	20,7	21	9	6
	145	Frohnau	16,2	13,1	12,2						
Innenstadt	010	Wedding	29,3	26,2	27,0	28,7	22,1	22,3	26	13	10
	018	Schöneberg	31,6	27,4	26,8	26,8	22,1	22,1	26	13	10
	042	Neukölln	31,4	28,5	27,2	31,3	25,2	25,5	<b>37*</b>	17	10
	171	Mitte	29,6	26,7	21,4	36,2	23,7	24,5	<b>59*</b>	14	10
	282	Karlshorst	24,6	22,0	26,7						
Straße	115	Hardenbergplatz	<b>69,5</b>	<b>60,3</b>	<b>59,1</b>	34,1	26,4	26,8	<b>48</b>	18	13
	117	Schildhornstr.	<b>60,7</b>	<b>53,1</b>	<b>49,3</b>	36,5	27,4	28,4	<b>54</b>	22	15
	143	Silbersteinstr.	<b>61,1</b>	<b>51,8</b>	<b>49,8</b>	39,6	30,7	30,9	<b>71</b>	30	24
	174	Frankfurter Allee	<b>53,1</b>	<b>47,7</b>	<b>43,6</b>	38,3	30,0	29,8	<b>67</b>	29	21
	220	Karl-Marx-Str.	<b>58,6</b>	<b>57,7</b>	<b>54,8</b>	37,2	30,0	28,4	<b>55</b>	23	11

\* Überschreitungen aufgrund einer nahe gelegenen Baustelle

Tab. 7.1: Messwerte der Stickstoffdioxid- und Feinstaub- (PM10) Konzentration in Berlin 2006-2008

## 7.1 Abschätzung auf der Basis der Ursachenanalyse für Feinststaub (PM2.5) im Jahr 2007 vor Einführung der Umweltzone

Beginnend im Dezember 2006 führte die Technische Universität Berlin im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz eine Untersuchung durch, um die Quellen und deren prozentualen Beitrag zur Luftverschmutzung durch Partikel kleiner als 2.5 µm zu ermitteln. Für die Belastung dieses als PM2.5 bezeichneten Feinststaubs hat die EU jüngst eigene Luftqualitätsgrenzwerte festgelegt, weil diese kleinen Partikel im Vergleich zu PM10-Feinstaub noch leichter in die Lunge geraten und daher als besonders gesundheitsschädlich gelten. Rußpartikel aus dem Auspuff der Dieselfahrzeuge fallen ebenfalls in diese PM2.5 Fraktion.

Im Rahmen dieser Studie<sup>6</sup> wurden über ein Jahr lang an mehreren repräsentativen Stellen innerhalb und außerhalb des Stadtgebietes PM2.5 Tagesproben gesammelt. Anschließend wurden im Labor verschiedene Inhaltsstoffe analysiert, die für die wichtigsten Staubquellen typisch sind. Beispielsweise wurden der Anteil von Ruß und der angelagerten organischen Verbindungen bestimmt, weil diese Komponenten charakteristisch für Partikelemissionen aus Verbrennungsprozessen, u.a. von Dieselmotoren, sind.

Abb. 7.1 zeigt das Ergebnis<sup>7</sup> der Anteile der wichtigsten Quellen an der Konzentration der feinen PM2.5 – Partikel an einem verkehrsnahen Messpunkt (Frankfurter Allee) in der Berliner Innenstadt. Das schwarze Tortenstück illustriert den Anteil der Rußpartikelemissionen aus dem Auspuff der Fahrzeuge in Berlin. Dabei spielt nicht nur der lokale Verkehr, das heißt der Beitrag der Fahrzeuge in der betreffenden Hauptverkehrsstraße (Frankfurter Allee) eine Rolle, sondern auch die Verkehrsemissionen im übrigen Stadtgebiet. Darin enthalten sind auch Staubpartikel, die sich erst in der Luft durch chemische Reaktionen aus den ausgestoßenen Stickoxiden der Kfz bilden (braunes Tortenstück). Sie haben einen Anteil von insgesamt 8%, während 14% des PM2.5 von Kfz-bedingten Rußpartikeln und daran angelagerten unverbrannten Kohlenwasserstoffverbindungen aus dem Berliner Kfz-Verkehr stammt.

Nur diese beiden Anteile werden durch die Einführung der Umweltzone gemindert. Die Konzentration der durch Aufwirbelung und Straßen-, Reifen- und Bremsenabrieb in die Luft geratenen Feinstaubpartikel (graues Tortenstück) ist davon ebenso unabhängig, wie der Anteil der übrigen Berliner Quellen (Hausheizung, Industrie, etc., in blau) und der 57%-ige Beitrag der Quellen außerhalb der Stadt (in grün).

Abb. 7.1 illustriert die Verteilung im Jahr 2007 vor Einführung der Umweltzone.

In Abschnitt 6 wurde infolge der Umweltzone auf der Basis eines unveränderten Verkehrsaufkommens ein prozentualer Rückgang von 24% für die Partikelemissionen aus dem Auspuff der Dieselfahrzeuge ermittelt. Man kann annehmen, dass sich dadurch der Anteil dieser Partikelemissionen an der gesamten PM2.5 Konzentration in der Luft, also das schwarze Tortenstück in Abb. 7.1, um denselben Prozentsatz verringern würde. Dies entspricht einer Abnahme der PM2.5-Konzentration um etwa 3.4%.

---

<sup>6</sup> Siehe Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben "Ursachenanalyse von PM2,5 Feinstaub-Immissionen in Berlin auf der Basis von Messungen der Staubinhaltsstoffe am Stadtrand, in der Innenstadt und einer Straßenschlucht", FG Umweltverfahrenstechnik der Technischen Universität Berlin, September 2008, im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Abteilung III, Umweltpolitik

<sup>7</sup> Vgl. Abb. 7.13, S. 101 des Abschlussberichts

Die gleiche Annahme<sup>8</sup> kann auch hinsichtlich des Anteils der Partikel getroffen werden, die sich aus den Stickoxidemissionen des Verkehrs luftchemisch gebildet haben (braunes Tortenstück von 8 % in Abb. 7.1).

Wenn, wie in Abschnitt 6 ermittelt, die Stickoxidemissionen allein aufgrund der Umweltzone um 14% abnehmen, sollte auch der Anteil der daraus entstandenen Partikel um etwa denselben Prozentsatz abnehmen. Das entspricht einem weiteren Rückgang der PM2.5-Konzentration von etwa 1.1%.

Zusammengenommen sinkt also die PM2.5-Konzentration um 4.5% allein aufgrund der Umweltzone.

Um den prozentualen Anteil der Minderung nun auf die PM10-Fraktion zu beziehen, ist auch der Anteil der größeren Partikel mit einem Durchmesser zwischen 2.5µm und 10µm zu berücksichtigen. Ihr Anteil beträgt 30%<sup>9</sup> und besteht überwiegend aus aufgewirbelten Staubpartikeln, Abrieb und natürlichen Bestandteilen, die durch die Umweltzone nicht beeinflusst werden. Der PM10-Feinstaub besteht demnach zu 70% aus PM2.5. Der auf PM10 bezogene Minderungseffekt beträgt also 70% des oben ermittelten, auf PM2.5 bezogenen Minderungseffekts von 4.5%. Damit beträgt der Minderungseffekt der Umweltzone bezogen auf die gesamte PM10-Belastung gut 3%. Dies entspricht entsprechend des in Berlin beobachteten statistischen Zusammenhangs zwischen dem Jahresmittelwert und der Überschreitungshäufigkeit eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> im Durchschnitt etwa 4-5 Tage weniger Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für PM10. Alle weiteren, die Luftbelastung beeinflussenden Rahmenbedingungen, wie Wettereinfluss Verkehrsbelastung, und Importanteil der Feinstaubbelastung wurden bei diesen Betrachtungen konstant auf dem Niveau des Jahres 2007 gehalten.

---

<sup>8</sup> Die bei luftchemischen Reaktionen mögliche nicht lineare Beziehung zwischen Emissionen und Immissionen kann hier vernachlässigt werden

<sup>9</sup> Siehe Tabelle 5.1 auf S. 68 des Abschlussberichts zum PM2.5 - Projekt

Sind diese auf Basis der Wetterbedingungen und des Importanteils in 2007 ermittelten Ergebnisse auch auf die Situation in 2008 übertragbar?

Auch wenn, wie nachfolgend gezeigt wird, die Wetterbedingungen sich im Jahr 2008 im Vergleich zum Vorjahr für die Schadstoffausbreitung als etwas ungünstiger erwiesen haben, darf angenommen werden, dass dies sich nur wenig auf die prozentuale Aufteilung der Ursachen der PM2.5-Belastung, und damit auf das Ergebnis dieser Wirkungsabschätzung auswirkt. Schließlich wirken sich unterschiedliche Wetterbedingungen auf die Ausbreitung der Emissionen aller Quellen in ähnlicher Weise aus, so dass – bei gleicher Emission – die Absolutwerte der Immissionskonzentration bei ungünstigen Wetterbedingungen (z.B. geringe Windgeschwindigkeit, Trockenheit) zwar tendenziell höher sind, der relative Beitrag der Quellen, also auch der Auspuffemissionen aus dem Verkehr, jedoch überwiegend konstant bleibt. Allenfalls variiert der Anteil der Emissionen der Hausheizung mit der Temperatur im Winter, die im Jahr 2008 tatsächlich unter dem Niveau des Vorjahres blieb. Die Auswirkungen auf das Ergebnis bleiben jedoch aufgrund des geringen Beitrags<sup>10</sup> der Emissionen aus der Hausheizung eher marginal, so dass die Frage der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das Jahr 2008 (und weitere Jahre) bejaht werden kann.

Eine ähnliche Abschätzung lässt sich für den Minderungseffekt der Umweltzone auf die NO<sub>2</sub>-Konzentration vornehmen. Anhand der Luftgütemessungen für Stickstoffdioxid im Jahre 2007 vor Einführung der Umweltzone lässt sich ableiten<sup>11</sup>, dass mindestens 80% der verkehrsnah gemessenen NO<sub>2</sub>-Belastung auf Berliner Quellen zurückzuführen ist. Aus den Rechnungen für den Luftreinhalteplan ergab sich ein Beitrag von 7% an der NO<sub>2</sub>-Gesamtkonzentration aus stationären Stickoxidquellen, wie Kraftwerken, Industrie und

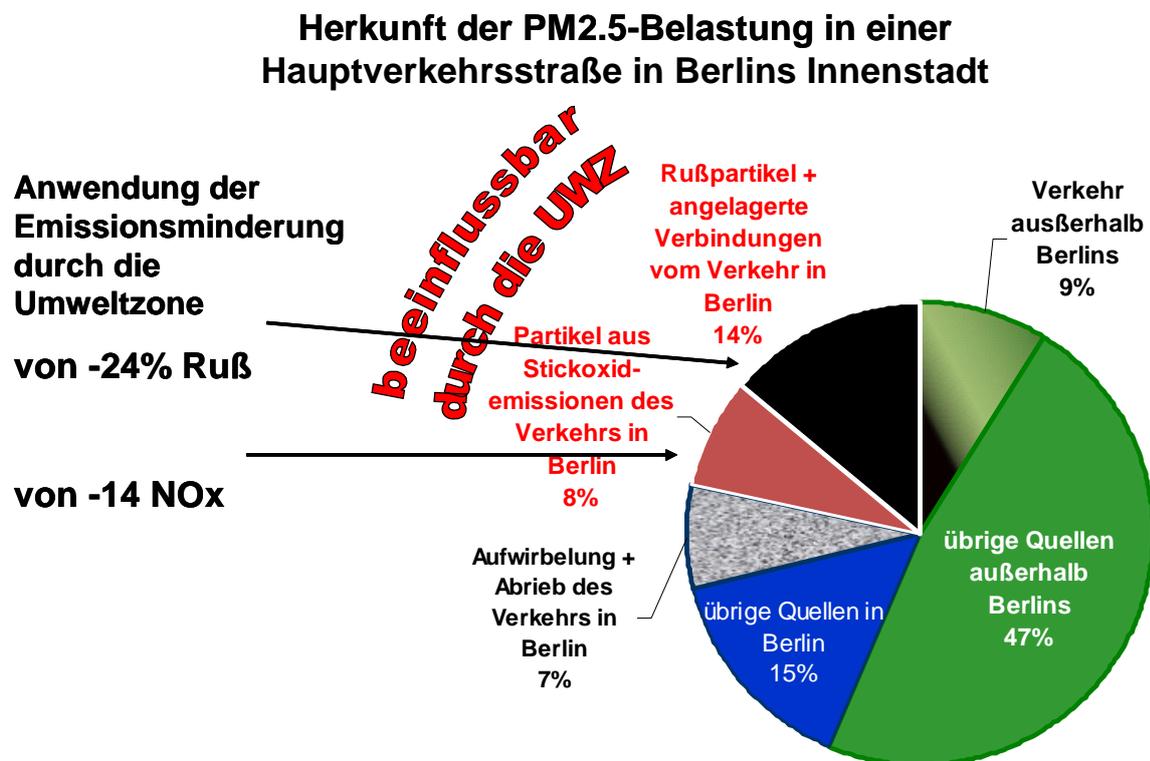


Abb. 7.1: Quellanteile an der Belastung an Feinstpartikeln (PM2.5) an einer innerstädtischen Hauptverkehrsstraße in Berlin.

<sup>10</sup> Er beträgt lediglich 3%, siehe Abb. 7.13 im Abschlussbericht zum PM2.5-Projekt

<sup>11</sup> Indem aus den Messungen an den fünf Stationen am Berliner Stadtrand für jede Stunde der Wert an der jeweils windzugewandten, also von städtischen Quellen unbeeinflussten Station, ausgewählt und von der verkehrsnah in der Innenstadt gemessenen Konzentration abgezogen wird

Hausheizung in Berlin<sup>12</sup>. Nach Abzug dieses Beitrags verbleibt ein Anteil von 73% an der NO<sub>2</sub>-Konzentration, der nur auf den umweltzonenrelevanten Berliner Straßenverkehr zurückgeht. Im vorangegangenen Abschnitt wurde ein 14%-iger Rückgang der Stickoxidemission infolge der Umweltzone ermittelt. Man kann annehmen, dass sich der vorgenannte umweltzonenrelevante Anteil an der NO<sub>2</sub>-Immission um den gleichen Prozentsatz reduziert. Damit ergibt sich eine Abnahme der NO<sub>2</sub>-Belastung von 10% aufgrund der Einführung der Umweltzone.

## 7.2 Abschätzung durch Auswertung der Luftgüte-Messdaten

Luftgütemessungen, die den EU-weit festgelegten Qualitätskriterien für die Beurteilung der Luftqualität genügen, werden in Berlin kontinuierlich an den 15 in Tabelle 7.1. aufgeführten Messstellen vorgenommen. Ihre räumliche Verteilung ergibt sich aus Abbildung 7.2, wobei Messstationen in Wohngebieten mit blauen Rechtecken und solche an verkehrsreichen Straßen mit blauen Autosymbolen gekennzeichnet sind. Feinstaub (PM<sub>10</sub>) wird dabei mit automatischen Messgeräten auf der Basis der  $\beta$ -Absorptionsmethode ermittelt. Zusätzlich sind an einigen Messstellen<sup>13</sup> PM<sub>10</sub>-Probenahmegeräte (Staubsammelgerät SEQ 47/50 der Fa. Leckel) in Betrieb. Die über 24h gesammelten Proben werden im Labor gravimetrisch ausgewertet und so Tageswerte der PM<sub>10</sub>-Konzentration bestimmt, die als Referenz für die automatischen Messgeräte dienen. An der Messstelle Frankfurter Allee und Neukölln werden darüber hinaus Partikel kleiner als 2.5 $\mu$ m und 1 $\mu$ m gesammelt und die Konzentration gravimetrisch bestimmt.

Ergänzend werden zusätzliche Messungen der NO<sub>2</sub>- und Rußkonzentration an 29 Messpunkten mit vereinfachten Probenahmeverfahren („RUBIS“) durchgeführt. Bis auf den Standort Neukölln (Nr. 517/MC042) handelt es sich um Stellen mit hohem Verkehrsaufkommen, wo aus Platzgründen kein Messkontainer betrieben werden kann (s. Abb. 7.2, schwarze Autosymbole). Die Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Konzentration an den RUBIS-Standorten geschieht in zweiwöchiger zeitlicher Auflösung mit Passivsammlern und nachfolgender Analyse im Labor. Für die Messungen der ebenfalls im Labor thermographisch analysierten Rußkonzentration werden kleine Staubsammler mit PM<sub>10</sub>-Charakteristik verwendet, die zusammen mit den Passivsammlern zumeist an Straßenlaternen befestigt sind und ebenfalls zweiwöchige Mittelwerte liefern. Für die hiesige Auswertung der Wirkung der Umweltzone wurden 12 Messpunkte außerhalb der Umweltzone und 10 Standorte innerhalb der Umweltzone verwendet, für die Messwerte seit Anfang 2007 vorliegen.

---

<sup>12</sup> Siehe Abb. II.3.4 auf Seite A-67

<sup>13</sup> an den Verkehrsmessstellen Frankfurter Allee (MC174), Schildhornstraße (MC117) und an der Wohngebietsmessstelle Neukölln (MC042)

## Berliner Messstandorte 2008

501 Berliner Allee 118  
 504 Beusselstr. 66  
 505 Potsdamer Str. 102  
 507 Michael Brückner Str. 4  
 513 Spreestr. 2  
 514 Alt Friedrichsfelde 8 a  
 517 Nansenstr.10, MC 042  
 519 Frankfurter Allee 86 b, MC 174  
 521 Schildhornstr. 76, MC 117  
 522 Silbersteinstr. 1, MC 143  
 523 Karl- Marx- Str.77, MC 220  
 525 Leipziger Str. 32  
 528 Kantstr. 117  
 530 Hauptstr. 30  
 533 Hermannstr. 120  
 535 Buch, MC 077  
 537 Alt Moabit 63  
 539 Schloßstr. 29  
 542 Tempelhofer Damm 148  
 545 Sonnenallee 68  
 547 Landsberger Allee 6-8  
 555 Hermannplatz  
 559 Buschkrugallee 8  
 562 Friedrichstr. 172  
 573 Badstr. 67  
 576 Klosterstr. 12, Spandau  
 578 Glienicker Weg 102  
 579 Eichbomdamm 23/25  
 580 Spandauer Damm 103  
 MC 010, Wedding  
 MC 018 Schöneberg  
 MC 171 Mitte  
 MC 282 Karlshorst  
 MC 027 Marienfelde  
 MC 085 Friedrichshagen  
 MC 145 Frohnau



Abb. 7.2: Standorte der Luftgüte-Messstellen in Berlin, Stand 2008

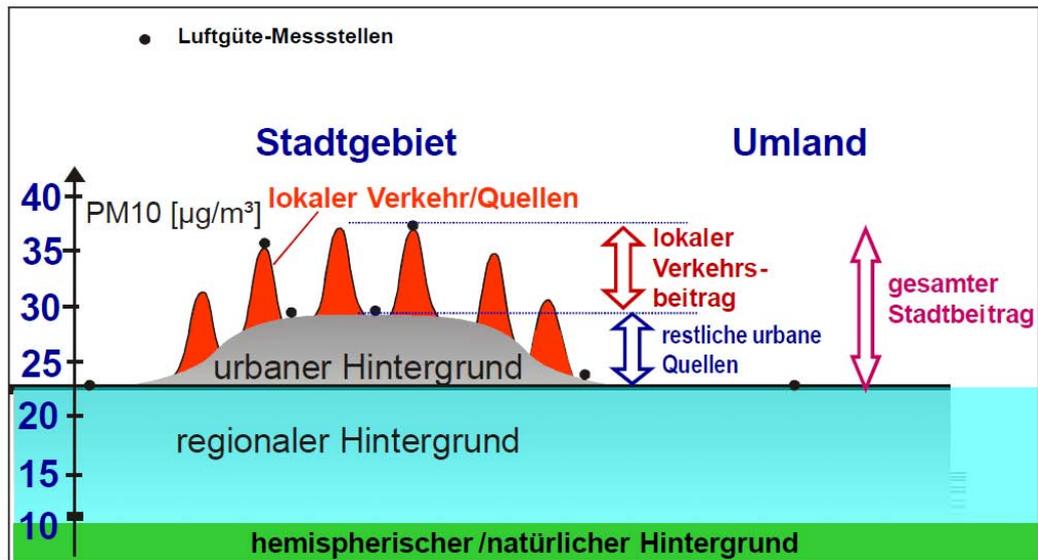


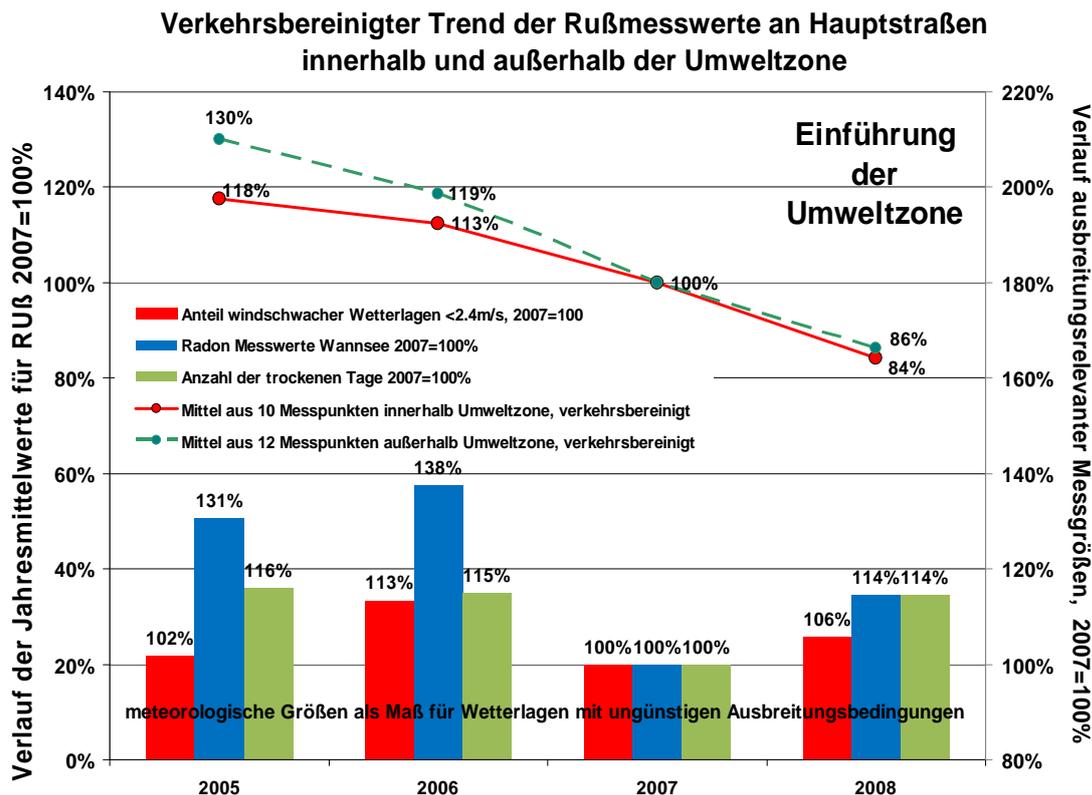
Abb. 7.3: Schematische Darstellung der Herkunft und Verteilung der Feinstaubbelastung im Großraum Berlin

Wie im Abschnitt 2 bereits dargestellt, ist die Schadstoffkonzentration in der Außenluft nicht nur von den Emissionen und damit von dem durch die Umweltzone erreichten Rückgang des Kfz-bedingten Schadstoffausstoß, sondern auch von der jeweiligen Wettersituation abhängig, die die Verdünnung und Ausbreitung der emittierten Schadstoffe stark beeinflusst. Darüber hinaus tragen auch andere Quellensektoren, wie Industrie und Hausheizung zur Luftverschmutzung bei, deren Beitrag sich nur durch aufwändige Modellrechnungen oder durch zusätzliche, im vorangegangenen Abschnitt erwähnte Messkampagnen ermitteln lässt.

Aufgrund der guten räumlichen Abdeckung des Stadtgebiets mit Luftgüte-Messstationen ist es möglich, den Anteil der von außerhalb in die Stadt importierten, stark windrichtungsabhängigen Schadstoffbelastung zu bestimmen und von den verkehrsnahen Messdaten abzuziehen. Man erhält dann den importunabhängigen, in Abb. 7.3 schematisch dargestellten Stadtbeitrag der Feinstaubbelastung, auf den sich die Umweltzone ausschließlich auswirken wird. Eine weitere Differenzierung dieses Stadtbeitrags ist möglich, indem die an drei Messstellen in verkehrsberuhigten Wohngebieten der Innenstadt gemessene städtische Hintergrundkonzentration von der verkehrsnahen Belastung abgezogen wird. Man erhält damit den in Abb. 7.3 rot dargestellten Beitrag des lokalen Verkehrs, der an einer verkehrsnahen Messstation vorbeifährt. Dieser ausschließlich durch den Verkehr erzeugte Teil der Luftbelastung wird daher auch den Einfluss der Umweltzone am deutlichsten wiedergeben.

Allerdings ist der lokale Verkehrsbeitrag auch von möglichen Änderungen des Verkehrsaufkommens oder des Verkehrsflusses abhängig. Beides mag zwar mit der Umweltzone nichts zu tun haben (siehe Abschnitt 3.1), die Emission des Kfz-Verkehrs in der Nähe der betreffenden Messstelle und damit der lokale Verkehrsbeitrag werden davon aber signifikant beeinflusst, denn natürlich führt ein Rückgang des Verkehrsaufkommens auch zu einem Rückgang der Immission. Wie in Kapitel 3 beschrieben, wird an drei der vier straßennahen Luftgüte-Messstellen seit über 2 Jahren das Verkehrsaufkommen und die Fahrzeuggeschwindigkeit automatisch aufgezeichnet. Zusätzlich stehen die Daten der in Abschnitt 3.1 erwähnten weiteren Verkehrszähleinrichtungen zur Verfügung, so dass etwaige Veränderungen der lokalen Verkehrssituation bei der Auswertung berücksichtigt werden können.

So wurden der in Abbildung 7.4 gezeigte Verlauf der über insgesamt 22 verkehrsnahen Messpunkte gemittelten Rußwerte verkehrsbereinigt, indem jeder Jahresmittelwert der Rußkonzentration entsprechend der Zu- oder Abnahme des Verkehrsaufkommens gewichtet



**Abb. 7.4: Trend verkehrsbereinigter Rußmesswerte aus 22 Messpunkten innerhalb und außerhalb der Umweltzone, sowie verschiedener meteorologischer Kenngrößen, die für die Ausbreitungsbedingungen in der unteren Atmosphäre charakteristisch sind.**

wird. Die Gewichtung erfolgt mit dem Verhältnis des jeweiligen Verkehrsaufkommens zum Wert in 2007, gemittelt über alle Verkehrszahlendaten innerhalb und außerhalb der Umweltzone, wie es aus Abbildung 3.1 entnommen werden kann.

Das Ergebnis ist ein Trendverlauf, der vom Einfluss der von Jahr zu Jahr schwankenden Verkehrsstärken bereinigt wurde und so die Wirkung der Umweltzone realistischer wiedergibt. Da von 2007 auf 2008 das Verkehrsaufkommen sank, ergab sich schon allein dadurch eine Abnahme der Partikel- und Rußemission, die jedoch nicht der Umweltzone zugeschrieben werden kann. Tatsächlich nahmen die Rußwerte 2008 um etwa 19% ab. Nach der Verkehrsbereinigung verringert sich die Abnahme innerhalb bzw. außerhalb der Umweltzone auf jeweils 16% und 14%. Da die Trendkurven auf den Wert des Jahres 2007 normiert sind, kann die prozentuale Abnahme in 2008 nach Einführung der Umweltzone unmittelbar abgelesen werden.

Dieser Rückgang ist jedoch noch immer wetterabhängig. Um diese Anhängigkeit zumindest qualitativ zu illustrieren, wurde zusätzlich der Verlauf einiger Wetterkenngrößen relativ zu den Werten in 2007 dargestellt.

Werte über 100% bedeuten, dass die Wetterbedingungen für die Ausbreitung der Schadstoffe ungünstiger waren als im Jahr 2007 vor Einführung der Umweltzone. Beispielsweise nahm im Jahr 2008 die Zahl windschwacher Situationen um 6% zu. Gleichzeitig stieg die Zahl der Tage ohne Niederschlag um 14%, so dass Partikel aus der Luft langsamer entfernt werden und die Aufwirbelung von Staub begünstigt wird. Als weitere Kenngröße für die Austauschbedingungen in der bodennahen Luftschicht können die auf dem Gelände des Hahn-Meitner Instituts vorgenommenen Messungen von Radon dienen. Radon ist ein radioaktives Edelgas mit einer Halbwertszeit von 3.8 Tagen, das aus dem Boden relativ gleichmäßig an die bodennahe Luftschicht abgegeben wird, und sich je nach

Austauschbedingungen mehr oder weniger stark anreichert. Der in 2008 zu beobachtende Anstieg der Radonwerte um 14% deutet darauf hin, dass das Jahr 2008 im Vergleich zum Vorjahr durch ungünstigere Bedingungen für die Ausbreitung von Schadstoffen geprägt war. Ein Rückgang der Immissionskonzentrationen im Jahr 2008 allein durch meteorologische Einflüsse ist daher unwahrscheinlich.

Eine ähnliche Tendenz war bereits 2005 und 2006 festzustellen. Bei insgesamt rückläufigen Partikelemissionen und ebenfalls schlechteren Wetterbedingungen im Jahr 2006 ging die Rußkonzentration von 2005 auf 2006 deutlich langsamer zurück. Der signifikante Abfall der Rußwerte von 2006 auf 2007 ist hingegen vorwiegend der günstigen Wettersituation im Jahr 2007 geschuldet.

Anders jedoch im Jahr nach Einführung der Umweltzone: Trotz verschlechterter Ausbreitungsbedingungen fiel die Rußbelastung insbesondere in der Umweltzone überproportional stark ab.

Der Rückgang der Rußkonzentration an Hauptverkehrsstraßen in 2008 kann deshalb ganz überwiegend der Einführung der Umweltzone und der in Abschnitt 6 ermittelten Abnahme der Partikelemissionen von über 20% zugeschrieben werden.

Diese Annahme wird gestützt durch gleichzeitige Messungen der Staubfraktionen PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> und PM<sub>1.0</sub> an der Verkehrsmessstelle Frankfurter Allee und der jeweiligen Anteile kohlenstoffhaltiger Partikel. Vergleicht man die Jahresmittelwerte 2007 mit 2008 ist zu beobachten, dass die Konzentrationen der sehr kleinen rußhaltigen Partikel aus PM<sub>1.0</sub> stärker zurückgeht als die Konzentration der rußhaltigen Partikel aus der gröberen PM<sub>10</sub>-Fraktion. Gleichzeitig ist die Abnahme der Werte aus PM<sub>1.0</sub> an der Verkehrsmessstelle stärker ausgeprägt als im verkehrarmen Wohngebiet in Neukölln, wo die gleichen Messungen durchgeführt werden. Dies bestätigt die Annahme, dass der Rußrückgang auf die Abnahme der Auspuffpartikel aus dem Straßenverkehr zurückzuführen ist, denn es ist durch zahlreiche Emissionsmessungen belegt, dass die rußhaltigen Partikel aus dem Auspuff der Dieselfahrzeuge kleiner als 1 µm sind. Andererseits ist bekannt, dass ein kleiner Teil<sup>14</sup> der Kohlenstoffpartikel auch aus abgeriebenem Reifenmaterial stammt. Dieser nicht durch die Umweltzone beeinflusste Beitrag besteht jedoch überwiegend aus Teilchen größer als 1 µm. Dies erklärt den geringeren prozentualen Rückgang der gröberen rußhaltigen Teilchen im Vergleich zu den sehr feinen Teilchen aus dem Auspuff der Fahrzeuge, die aufgrund der Umweltzone überproportional zurückgehen.

Abbildung 7.5 zeigt den Trend der verkehrsbereinigten NO<sub>2</sub>-Konzentration, die an denselben 22 Messpunkten mit Passivsammlern ermittelt wurde. Anders als in der Graphik zuvor ist hier der Verlauf in Absolutwerten gemittelt über jeweils 10 bzw. 12 Messpunkte innerhalb und außerhalb der Umweltzone dargestellt. Zuvor wurde die NO<sub>2</sub>-Belastung, die am Stadtrand jeweils an der dem Wind zugewandten Seite gemessen wurde, abgezogen, so dass nur noch der Beitrag der städtischen Quellen, hier also überwiegend der Verkehr, übrig bleibt. Ähnlich, wenn auch schwächer als bei Ruß, zeigt sich ein beschleunigter etwa 8%-iger Abfall des Stadtbeitrages in 2008 nach Einführung der Umweltzone. Bezieht man den Rückgang auf die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung, also einschließlich des knapp 20%-igen Importanteils, kann man von etwa 7% Rückgang der NO<sub>2</sub>-Immission im Jahr nach Einführung der Umweltzone ausgehen. Im Gegensatz zu dem im vorigen Abschnitt ermittelten umweltzonenbedingten Rückgang der NO<sub>2</sub>-Belastung von ca. 10% ist diese ausschließlich aus den Immissionsmessungen gewonnene Zahl auch durch die Änderung der Wetterverhältnisse von 2007 auf 2008 beeinflusst, und deshalb mit einer höheren Unsicherheit behaftet.

Im Gegensatz zu Ruß und Stickstoffdioxid gibt es für die Messung von Feinstaub (PM<sub>10</sub>) kein vereinfachtes Messverfahren, auch wenn der Ruß im Feinstaub enthalten ist.

---

<sup>14</sup> Etwa 20% des lokalen Verkehrsbeitrages für Ruß im Feinstaub nach Rauterberg-Wulff, A., 1998. Beitrag des Reifen- und Bremsenabriebs zur Russimmission an Strassen. Fortschritt Berichte, VDI Reihe 15, No. 202, 178pp, VDI Verlag, Dusseldorf.

Verkehrsnahen PM10-Werte werden deshalb nur an vier<sup>15</sup> Verkehrsmessstellen bestimmt. Zwei davon, Karl-Marx-Straße und Frankfurter Allee, liegen innerhalb der Umweltzone, die Silbersteinstraße knapp außerhalb. Dort ist ein Durchfahrverbot für Lkw in Kraft, das allerdings bereits seit Juni 2005 besteht und deshalb auf den hier vorgenommenen Vergleich der Jahreswerte in 2007 und 2008 keine Auswirkung hat. Gleiches gilt für die Geschwindigkeitsbeschränkung auf Tempo 30, die seit Ende 2005 am vierten Standort, der im Südwesten der Stadt in größerer Entfernung von der Umweltzone gelegenen Schildhornstraße, angeordnet ist.

Abb. 7.6 zeigt die Änderung des lokalen Verkehrsbeitrags der an diesen Stationen mit automatischen Messgeräten gemessenen PM10- und Stickstoffdioxidkonzentration nach Einführung der Umweltzone im Jahr 2008 im Vergleich zum Vorjahr. Zusätzlich wurden die Rußwerte der an den Stationen betriebenen Rubis-Sammler dargestellt. Berechnet wurde der durch den lokalen Verkehr erzeugte Beitrag, indem das städtische Hintergrundniveau, und damit der durch andere Quellen und durch Ferntransport von Schadstoffen geprägte Anteil, abgezogen wurde.

Die Schadstoffkonzentrationen wurden auch hier um den Effekt der an den Messpunkten registrierten Verkehrsveränderung bereinigt, um von etwaigen Variationen des Verkehrsaufkommens im Jahr 2008 unabhängig zu sein und um nur die reine Wirkung der Umweltzone ablesen zu können.

Wie Abb. 7.6 zeigt, ging aufgrund der Umweltzone die allein durch den lokalen Verkehr verursachte Stickstoffdioxidkonzentration an allen vier Verkehrsmessstellen um 1,4 bis 2,5 µg/m<sup>3</sup> zurück. Dies entspricht einer Minderung um 5-10%. Der in Abschnitt 6 infolge der

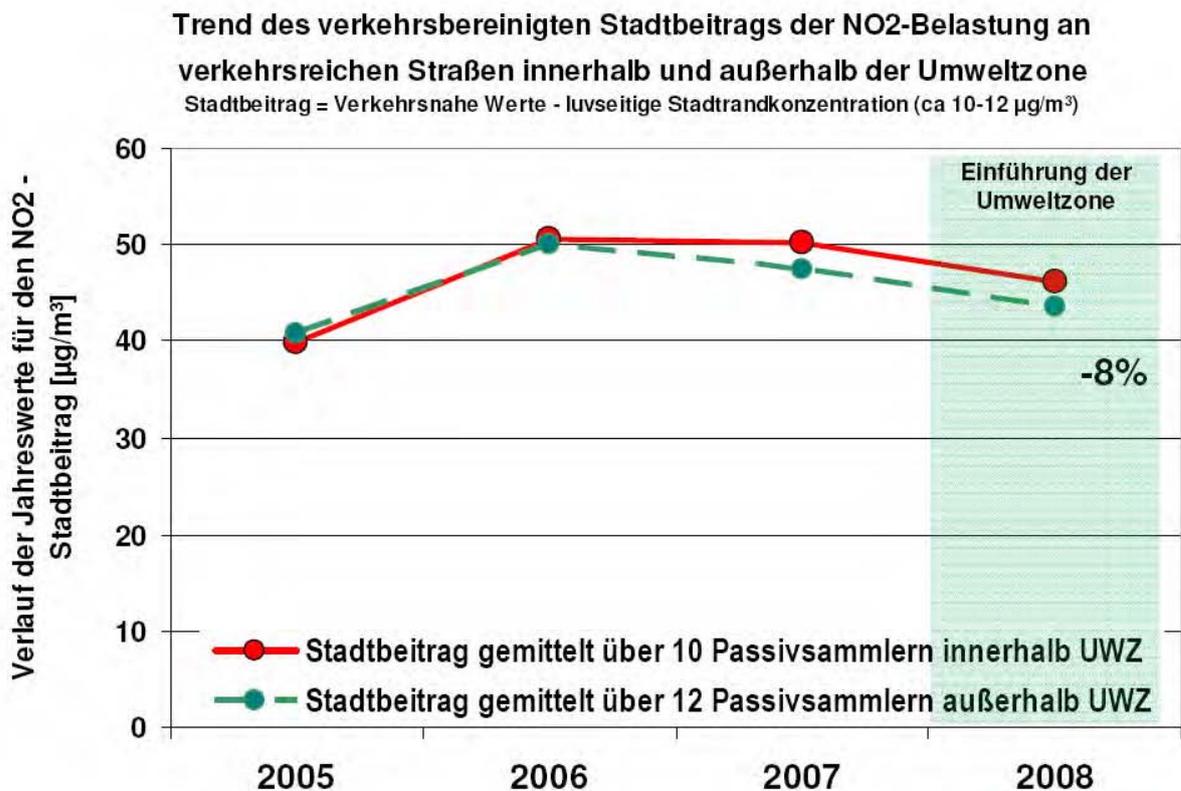


Abb. 7.5: Trend der verkehrsbereinigten Stadtbeitrags zur NO<sub>2</sub>-Konzentrationen aus 22 Passivsammlern innerhalb und außerhalb der Umweltzone

<sup>15</sup> Die Station Hardenbergplatz wurde hier nicht betrachtet, weil dort die Konzentrationen wegen der fehlenden Straßenschluchtsituation deutlich niedriger ausfallen

Umweltzone ermittelte Rückgang der Stickoxidemissionen lässt sich damit auch in den Messwerten der vier verkehrsnahen automatischen Luftgüte-Messstellen zum größten Teil wiederfinden. Auch die Rußwerte zeigen den im vorigen Abschnitt beschriebenen Abwärtstrend seit Einführung der Umweltzone.

Weniger eindeutig ist das Bild bei Feinstaub (PM<sub>10</sub>). In der Silbersteinstraße und Karl-Marx Straße ging auch der von Verkehrsleistungsänderungen bereinigte lokale Beitrag zur Feinstaubbelastung etwas zurück. In der Schildhornstraße in Steglitz und in der Frankfurter Allee jedoch ist ein leichter Anstieg zu beobachten. Wie zuvor beschrieben, werden an diesen Stationen zwei parallele Messverfahren für PM<sub>10</sub> betrieben. Die braune Säule in Abb. 7.6 gibt die mittlere Änderung aus beiden Messungen wieder, die angegebene Spannweite die jeweiligen Einzelwerte der Änderung aus den beiden Messverfahren. Der Unterschied der Ergebnisse zwischen beiden Messverfahren liegt zwischen 1 und 1.5 µg/m<sup>3</sup> und somit innerhalb des unvermeidlichen Unsicherheitsbereichs der Feinstaubmessungen. Die hier festgestellten Änderungen des lokalen Verkehrsbeitrags zur PM<sub>10</sub>-Belastung an allen vier Stationen liegen innerhalb dieses Unsicherheitsbereichs, so dass ein statistisch signifikanter Beleg für die Wirkung der Umweltzone allein aus diesen PM<sub>10</sub>-Messdaten nicht festgestellt werden kann.

Die Schwierigkeit, die Wirkung der Umweltzone allein an den Feinstaubwerten ablesen zu wollen, lässt sich in erster Linie damit begründen, dass neben den Partikelemissionen aus dem Auspuff der Fahrzeuge auch zusätzlicher Staub allein durch die Aufwirbelung vorhandenen Straßenstaubs durch die Turbulenz der fahrenden Fahrzeuge und durch den Abrieb von Fahrbahn-, Reifen-, und Bremsbelägen in die Luft gerät. Sein Anteil in der Feinstaubfraktion bis 10 µm (PM<sub>10</sub>) ist noch größer als die grau gefärbten Tortenstücke in Abb. 7.1 illustrieren, denn der größte Teil des aufgewirbelten Staubs besteht aus Teilchen größer als die in Abb. 7.1 dargestellte Staubfraktion PM<sub>2.5</sub>. Der Anteil dieser nicht auspuffbedingten Staubemissionen kann durch die Umweltzone nicht vermindert werden, wohl aber die Konzentration sehr feiner Teilchen kleiner als 1 µm, zu denen auch der Dieselruß aus dem Auspuff der Fahrzeuge zählt.

Dies lässt sich an den gleichzeitig an der Frankfurter Allee durchgeführten PM<sub>1.0</sub> und PM<sub>10</sub> Messungen zeigen. Die Differenz aus den beiden Messgrößen ergibt die Konzentration der gröberen Teilchen zwischen 1 µm und 10 µm Durchmesser.

Die gravimetrisch bestimmte Konzentration der aus kohlenstoffhaltigen Verbindungen bestehenden gröberen Partikel innerhalb dieser Größenspanne nahm nach Einführung der Umweltzone um gut 7% ab. Die vom Verkehr erzeugten gröberen Partikel aus kohlenstoffhaltigen Komponenten stammen zum überwiegenden Teil aus Reifen und Fahrbahnmaterial, sowie aufgewirbeltem biogenen Partikeln, wie Pollen und zu Feinstaub zermahlene Pflanzenreste. Ihre Emission ist in erster Linie von der Zahl der fahrenden Fahrzeuge abhängig. Auch diese ging 2008 an der Frankfurter Allee im Vergleich zum Vorjahr um etwa 8% zurück. Im Gegensatz dazu nahm die Konzentration der sehr feinen kohlenstoffhaltigen PM<sub>1.0</sub> Partikel etwa doppelt so stark, nämlich um 16% ab. Darin spiegelt sich der Effekt der Umweltzone wieder, die zu einem Rückgang der sehr kleinen und deshalb besonders gesundheitsschädlichen Rußpartikel aus dem Auspuff der Dieselfahrzeuge geführt hat.

Ein weiterer Grund für die mangelnde Erkennbarkeit dieses Effekts in den PM<sub>10</sub> Messungen dürfte auch auf die komplexe Abhängigkeit der Aufwirbelung und der Ausbreitung von Partikeln im Straßenraum von den meteorologischen Rahmenbedingungen zurückzuführen sein. Beispielsweise erschweren niedrige Windgeschwindigkeiten die Ausbreitung und Verdünnung der Emissionen, während umgekehrt mehr Wind die Aufwirbelung begünstigt. Allerdings können höhere Windgeschwindigkeiten auch mit Niederschlägen einhergehen, die wiederum die Staubaufwirbelung reduzieren. Dies Beispiel zeigt, dass nicht immer eine eindeutige Korrelation zwischen einem meteorologischen Faktor und der Feinstaubkonzentration gefunden werden kann, der dann statistisch bei der Auswertung berücksichtigt werden könnte.

Um den meteorologischen Einfluss aus den PM10-Daten gesichert eliminieren zu können, bedarf es offensichtlich noch längeren Messreihen, die die Situation nach Einführung der Umweltzone abdecken.

Hinsichtlich der Staubaufwirbelung können außerdem weitere Einflussfaktoren, wie zum Beispiel der Eintrag von Straßenstaub aus anderen Quellen eine Rolle spielen. So mag an der Schildhornstraße der Abriss des nur 500m entfernt gelegenen Kaufhauses Karstadt eine Rolle gespielt haben. Ein großer Teil der Lkw-Transporte zur Beseitigung des Bauschutts führte im Zeitraum zwischen Dezember 2007 und April 2008 an der Messstelle Schildhornstraße vorbei. Es wäre denkbar, dass durch verschmutzte Reifen der Lkw oder ungenügende Laderaumabdeckung Schuttmaterial in den Straßenraum in der Nähe der Messstelle gelangte, der immer wieder von den vorbeifahrenden Fahrzeuge in die Luft gewirbelt wird. Aufgrund des o.g. Unsicherheitsbereichs ist es zwar nicht möglich, einen solchen Effekt in den Messdaten gesichert zu identifizieren. Der Umstand, dass Ruß- und Stickoxidkonzentration (also die auspuffbedingten Schadstoffkomponenten) abnahm, Feinstaub aber eher zunahm, deutet jedoch darauf hin, dass diese Zunahme auf einen überproportionalen Anstieg der nicht aus dem Auspuff stammenden Staubbestandteile zurückzuführen ist.

Eine weitere Möglichkeit aus den Feinstaubdaten einen zumindest qualitativen Hinweis auf die Wirkung der Umweltzone zu erhalten, besteht in einem direkten Vergleich der Berliner Messungen an Hauptverkehrsstraßen mit den Messdaten an der Potsdamer Verkehrsmessstelle Zeppelinstraße. Die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte in Potsdam sollte von der Umweltzone weniger beeinflusst sein, während der Wettereinfluss in Potsdam und Berlin in gleicher Weise wirkt. Insofern könnte ein relativer Rückgang der Werte in Berlin im Vergleich zu Potsdam auf einen wetterunabhängigen positiven Einfluss der Umweltzone

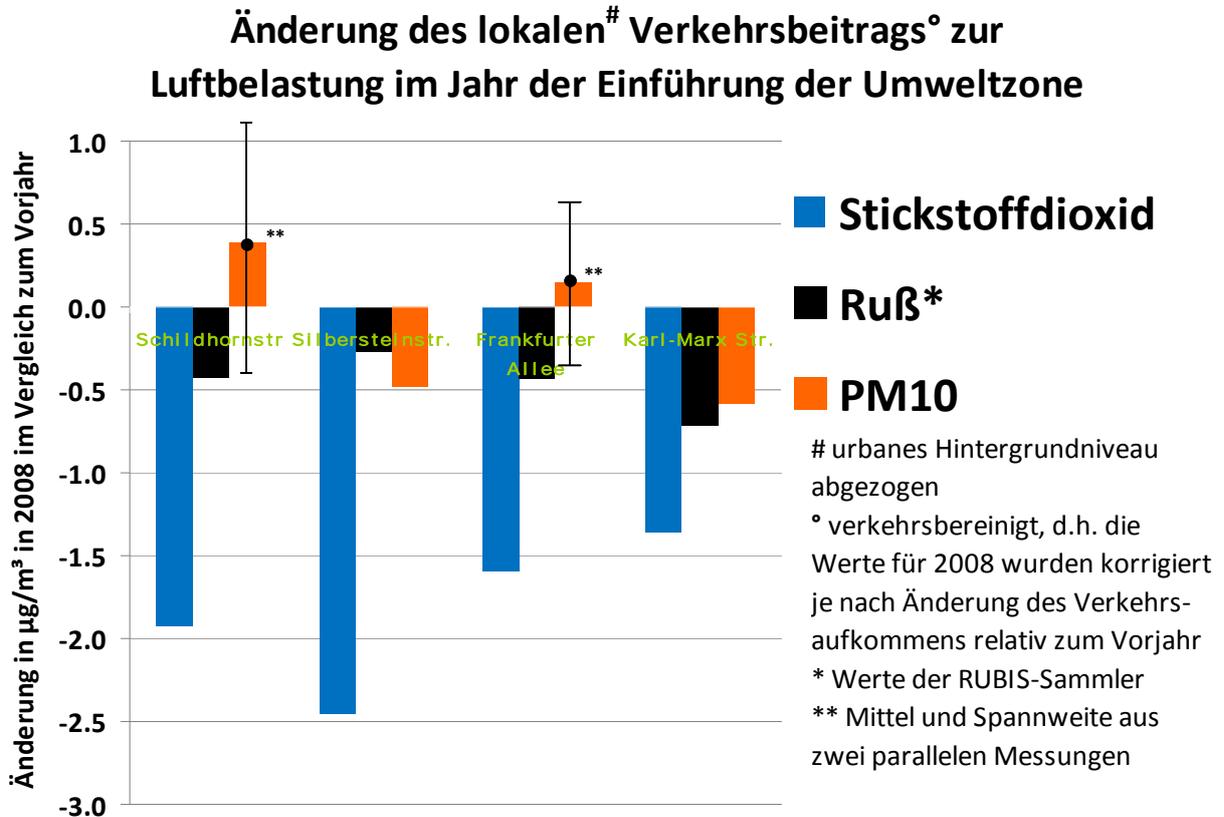


Abb. 7.6: Veränderung des verkehrsbereinigten Beitrags des lokalen Verkehrs zur Stickstoffdioxid-, Ruß- und Feinstaubkonzentration (PM10) an vier Verkehrsmessstellen im Jahr 2008 im Vergleich zum Vorjahr

hindeuten.

Tatsächlich ist im Jahr 2008 ein solcher relativer Rückgang der Immissionsbelastung in Berlin zu beobachten, wenn man zum Vergleich das Jahr 2007 vor Einführung der Umweltzone heranzieht. Allerdings stehen keine Daten über die Entwicklung des Verkehrsaufkommens in der Zeppelinstraße zur Verfügung, so dass dieser relative Rückgang nicht gesichert der Wirkung der Umweltzone zugeschrieben werden kann. Er könnte auch eventuellen Schwankungen des Verkehrsaufkommens in Potsdam geschuldet sein.

Bezüglich der Erkennbarkeit der Wirkung der Umweltzone in den Messwerten für Feinstaub (PM10) ist zusammenfassend festzustellen, dass die festgestellten Änderungen in dem bislang vorliegenden einjährigen Datensatz nach Einführung der Umweltzone im Vergleich mit dem Vorjahr innerhalb des Unsicherheitsbereichs liegen, der durch unterschiedliche Witterungsbedingungen, Messunsicherheiten und weitere externe Einflüsse vorgegeben ist. Dieser Unsicherheitsbereich nimmt ab, wenn zukünftig längere Messreihen nach Einführung der Umweltzone vorliegen und die emissionsmindernde Wirkung durch die Stufe 2 der Umweltzone wächst.

Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass die Wirkung der Umweltzone nicht schlagartig eintrat. Die in Kapitel 4 und 5 beschriebene Verbesserung der Berliner Fahrzeugflotte ist vielmehr ein sich über Monate hinziehender allmählicher Anpassungsprozess, so dass ein Teil der Wirkung schon im Vergleichsjahr 2007 eintrat. Die Ausdehnung des Vergleichszeitraums zurück ins Jahr 2006 ist jedoch wegen der sehr unterschiedlichen meteorologischen Verhältnisse und der zum Teil noch nicht vorhandenen Verkehrszählraten nicht hilfreich.

Trotzdem war es möglich, die Wirkung der Umweltzone auf die Feinstaubbelastung zu dokumentieren, wenn die zahlreichen Staubinhaltsstoffmessungen und die Ergebnisse der quantitativen Ursachenanalyse für Feinstaub (PM2.5) herangezogen werden.

#### Fazit:

Der positive Effekt der Umweltzone lässt sich mit Hilfe von realen Messungen der Luftqualität nachweisen.

Auf der Basis einer umfangreichen Studie zu den Ursachen der Feinstaub-(PM2.5) Belastung im Jahre 2007 und der eingangs ermittelten, aufgrund der Umweltzone eingetretenen Abnahme der Partikelemissionen aus dem Auspuff der Dieselfahrzeuge konnte abgeleitet werden, dass ohne die Stufe 1 der Umweltzone die Feinstaubbelastung an Hauptverkehrsstraßen im Jahr 2008 um etwa 3% höher gewesen wäre. Dies entspricht einer Vermeidung von etwa 4 Tagen mit Überschreitungen des 24h – Grenzwertes für Feinstaub (PM10) im Jahr 2008. Ohne die Einführung der Umweltzone wäre demnach im Jahr 2008 an 28 statt an 24 Tagen der Feinstaubgrenzwert überschritten worden. Dies ist bei 35 erlaubten Überschreitungstagen eine durchaus relevante Verbesserung, nicht zuletzt mit Blick auf die seit Jahresbeginn bis Ende April 2009 aufgetretenen 28 Überschreitungstage. Durch die Umweltzone kann die sehr reale Gefahr einer Überschreitung der vorgegebenen Marge von 35 Tagen zumindest reduziert werden.

Der im Feinstaub enthaltene, besonders gesundheitsschädliche Dieselruß wurde durch die Umweltzone noch deutlicher vermindert. Anhand der routinemäßigen Luftgüte-Messdaten lässt sich ein Rückgang der verkehrsbedingten Rußpartikelbelastung um 14% bis 16% nachweisen.

Auch eine Minderung der Stickstoffdioxidkonzentration um etwa 7-10% kann der Stufe 1 der Umweltzone zugeschrieben werden. Dies ist eine signifikante und dringend notwendige Verbesserung, denn die Einhaltung der Grenzwerte im Jahre 2010 erfordert eine Minderung von über 20%.

Da die Wetterbedingungen im Jahr 2008 nach Einführung der Umweltzone sich hinsichtlich der Ausbreitung und Verdünnung der Schadstoffe im Vergleich zum Vorjahr eher ungünstiger entwickelt haben, ist anzunehmen, dass die hier genannte Abnahme der Luftbelastung nicht auf diese Wetteränderung, sondern auf die Umweltzone zurückzuführen ist. Wäre die Emissionen ohne Einführung der Umweltzone gleich geblieben, wäre mit höheren Schadstoffkonzentrationen zu rechnen gewesen.

Aus den Messungen allein des Feinstaubes (PM10) lässt sich jedoch noch keine gesicherte Aussage zur Wirkung der Stufe 1 der Umweltzone ableiten, denn die Wetterabhängigkeit, insbesondere des nicht umweltzonenabhängigen Anteils durch Abrieb und Aufwirbelung, ist zu komplex, um ihn aus einem nur einjährigen Datensatz statistisch extrahieren zu können.