

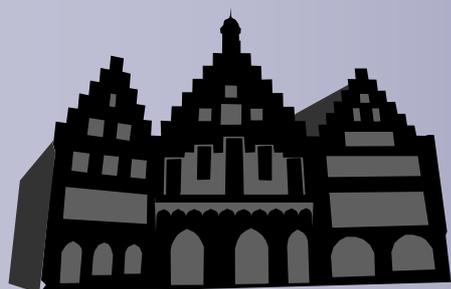


# 1. Fortschreibung

## Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main

### Teilplan Frankfurt am Main

# Frankfurt am Main



## **Impressum**

**Herausgeber:** Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
(HMUELV)  
Mainzer Straße 80  
65189 Wiesbaden  
[www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de)

**Redaktionelle Bearbeitung und Gestaltung:**  
HMUELV, Abt. II, Referat 7

**Druck:** HMUELV

**Kartengrundlagen:** Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation  
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

**Stand:** Oktober 2011

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen des Luftreinhalteplans</b>	<b>7</b>
1.1	Rechtsgrundlage und Aufgabenstellung	7
1.2	Zuständige Behörden	8
1.3	Öffentlichkeitsbeteiligung	9
<b>2</b>	<b>Allgemeine Informationen zum Gebiet</b>	<b>10</b>
2.1	Der Ballungsraum Rhein-Main	10
	2.1.1 <i>Naturräumliche und orographische Gliederung</i>	12
	2.1.2 <i>Charakterisierung des Klimas</i>	13
	2.1.3 <i>Verkehrsstruktur</i>	15
2.2	Bereits erfolgte Luftreinhalteplanungen	16
2.3	Auslösende Kriterien für die Fortschreibung des Luftreinhalteplans	17
<b>3</b>	<b>Art und Beurteilung der Verschmutzung</b>	<b>21</b>
3.1	Beurteilung der Luftqualität im Ballungsraum Rhein-Main aufgrund von Messungen	21
	3.1.1 <i>Standorte der Luftmessstationen</i>	21
	3.1.1.1 Darmstadt	23
	3.1.1.2 Frankfurt am Main	24
	3.1.1.3 Neu-Isenburg	24
	3.1.1.4 Offenbach	25
	3.1.1.5 Wiesbaden	26
	3.1.2 <i>Entwicklung der Messwerte</i>	26
	3.1.2.1 Schwefeldioxid	26
	3.1.2.2 Benzol	27
	3.1.2.3 Feinstaub	28
	3.1.2.4 Stickstoffoxide (NO und NO <sub>2</sub> )	30
3.2	Beurteilung der Luftqualität aufgrund von Ausbreitungsrechnungen	32
<b>4</b>	<b>Ursprung der Verschmutzung</b>	<b>36</b>
4.1	Verursacher von Luftschadstoffen	36
4.2	Liste der wichtigsten Emittenten	36
4.3	Gesamtmenge der Emissionen	37
	4.3.1 <i>Stickstoffoxide</i>	37
	4.3.2 <i>Feinstaub</i>	38
<b>5</b>	<b>Analyse der Lage</b>	<b>40</b>
5.1	Analyse der Industrie-Emissionen	40
5.2	Analyse der Gebäudeheizungs-Emissionen	41
5.3	Analyse der Verkehrs-Emissionen	41
	5.3.1 <i>Allgemeines</i>	41

5.4	Entwicklung der Emissionssituation	44
<b>6</b>	<b>Angaben zu bereits durchgeführten Maßnahmen</b>	<b>46</b>
6.1	Europaweite und nationale Maßnahmen zur Emissionsminderung	46
6.1.1	<i>Maßnahmen bei der Emittentengruppe Industrie</i>	46
6.1.2	<i>Maßnahmen bei der Emittentengruppe Gebäudeheizung</i>	46
6.1.3	<i>Maßnahmen bei der Emittentengruppe Kfz-Verkehr</i>	47
6.1.3.1	Verbesserung der Emissionsstandards von Fahrzeugen (Europa)	47
6.1.3.2	Fördermaßnahmen zur schnelleren Erneuerung der Fahrzeugflotte	48
6.1.3.3	Aktive Förderung des Partikelfiltereinbaus	49
6.1.3.4	Modellregionen Elektromobilität	49
6.2	Regionale Maßnahmen zur Emissionsminderung	50
6.2.1	<i>Staufreies Hessen</i>	50
6.3	Lokale Maßnahmen der Stadt Frankfurt am Main	51
6.3.1	<i>Abgeschlossene und laufende Maßnahmen aus dem Luftreinhalteplan 2005 und den Aktionsplänen Frankfurt am Main 2005 und 2008</i>	51
6.3.2	<i>Einrichtung einer Umweltzone</i>	52
6.3.2.1	Festlegung der Abgrenzung	52
6.3.2.2	Besucher	54
6.3.2.3	Beschilderung	54
6.3.2.4	Schadstoffgruppen	54
6.3.2.5	Ausgabe von Plaketten	55
6.3.2.6	Stufenweise Verschärfung der Anforderungen an die Einfahrt in die Umweltzone	56
6.3.2.7	Erkennen der Schadstoffgruppe des eigenen Fahrzeugs	56
6.3.2.8	Ausnahmen vom Fahrverbot	59
6.3.2.9	Zuständige Behörde	62
6.3.2.10	Notwendige Unterlagen für einen Ausnahmeantrag	63
6.3.2.11	Kosten für Ausnahmegenehmigungen	63
6.3.2.12	Nachrüstbarkeit	63
6.3.2.13	Überwachung des Fahrverbots in der Umweltzone	64
6.3.2.14	Evaluation der Umweltzone	64
6.3.3	<i>Staufreie Friedberger Landstraße (Optimierung des Verkehrsflusses)</i>	67
6.3.4	<i>Zufahrtsdosierung (Pförtnerlichtsignalanlagen) auf der Friedberger Landstraße zwischen der Anschlussstelle Friedberger Landstraße A 661 und dem Alleenring</i>	68
6.3.5	<i>Lkw-Fahrverbot auf der Friedberger Landstraße und der Höhenstraße zwischen 2005 und 2008</i>	68
6.3.6	<i>Umrüstung des städtischen Fuhrparks</i>	69
6.3.7	<i>Information der Öffentlichkeit</i>	69
6.3.8	<i>Ausbau des ÖPNV</i>	69
6.3.8.1	Einsatz abgasarmer Busse im ÖPNV	69
6.3.8.2	Optimierung von Netz- und Fahrplänen (ITF - Integraler Taktfahrplan)	70

6.3.8.3	Ausbau schienengebundener ÖPNV	70
6.3.8.4	Ausbau des Busnetzes	70
6.3.8.5	Schließung der im aktuellen Nahverkehrsplan festgestellten Erschließungslücken	70
6.3.9	<i>Förderung Radverkehr</i>	71
6.3.10	<i>Förderung Fußgängerverkehr / Wohn- und Mischflächenentwicklung</i>	71
6.3.11	<i>Weitere Maßnahmen zur Verkehrsreduzierung</i>	71
6.3.12	<i>Energieeinsatz</i>	72
6.3.12.1	Energiesparendes Bauen	72
6.3.12.2	Energieberatung	72
6.3.12.3	Städtische Gebäude und Heizungsanlagen	73
6.3.12.4	Kraft-Wärme-Kopplung mit Blockheizkraftwerken	73
6.3.12.5	Stromeinsparprogramm	73
<b>7</b>	<b>Geplante Maßnahmen</b>	<b>74</b>
7.1	Europäische Maßnahmen	74
7.1.1	<i>Einführung neuer Abgasstandards</i>	74
7.2	Nationale Maßnahmen	76
7.2.1	<i>Industrie</i>	76
7.2.1.1	Verschärfung von Emissionsgrenzwerten	76
7.2.2	<i>Verkehr</i>	77
7.2.2.1	Förderung von Euro-6-Diesel-Pkw	77
7.2.2.2	Förderung zur Beschaffung von Euro-VI-Lkw	77
7.3	Lokale Maßnahmen	78
7.3.1	<i>Verkehr</i>	78
7.3.1.1	Umweltzone – 3. Stufe	78
7.3.1.2	Wirtschaftsverkehr	80
7.3.1.3	Weitere Verbesserung der Emissionsstandards der städtischen Busflotte	80
7.3.1.4	Weitere Verbesserung beim öffentlichen Nahverkehr	81
7.3.1.5	Weitere Verbesserung beim Individualverkehr	82
7.3.2	<i>Energie und Klimaschutz</i>	84
7.3.2.1	Ausbau der Fernwärmenutzung	84
7.3.2.2	Stromsparprogramm	84
7.3.2.3	Energieberatung	84
7.4	Prognose	85
7.4.1	<i>Feinstaub</i>	85
7.4.2	<i>Stickstoffoxide</i>	88
<b>8</b>	<b>Behandlung der Einwendungen</b>	<b>91</b>
<b>9</b>	<b>Gründe und Erwägungen, auf denen die Entscheidung beruht</b>	<b>106</b>
<b>10</b>	<b>Literatur</b>	<b>108</b>

<b>11</b>	<b>Anhänge</b>	<b>111</b>
11.1	Begriffsbestimmungen	111
11.2	Abbildungsverzeichnis	112
11.3	Tabellenverzeichnis	115
11.4	Beschreibung der Luftmessstationen	116
	<i>11.4.1 Luftmessstation Frankfurt-Ost</i>	<i>116</i>
	<i>11.4.2 Luftmessstation Frankfurt-Sindlingen</i>	<i>117</i>
	<i>11.4.3 Luftmessstation Frankfurt-Höchst</i>	<i>118</i>
	<i>11.4.4 Luftmessstation Frankfurt-Friedberger Landstraße</i>	<i>119</i>
11.5	Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main	120
11.6	Abkürzungsverzeichnis	123

# 1 Grundlagen des Luftreinhalteplans

## 1.1 Rechtsgrundlage und Aufgabenstellung

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt hatte die Europäische Gemeinschaft in den Jahren 1996 bis 2004 die Luftqualitätsrahmenrichtlinie [1] und mehrere Tochterrichtlinien [2, 3, 4, 5] verabschiedet, in denen Grenzwerte für eine Reihe von Luftschadstoffen festgelegt wurden, die ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr überschritten werden sollten.

Im Zuge der Novellierung wurden im Mai 2008 die Luftqualitätsrahmenrichtlinie und drei Tochterrichtlinien in der Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa [6] zusammengefasst. Die Umsetzung in deutsches Recht erfolgte im Bundes-Immissionsschutzgesetz [7] und in der 39. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV [8]).

Die Verordnung über Luftqualitätsstandards legt für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Partikel (PM<sub>10</sub>), Blei, Benzol und Kohlenmonoxid (CO) Immissionsgrenzwerte und für die Luftschadstoffe Ozon und Partikel (PM<sub>2,5</sub>) Zielwerte fest, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten werden sollen. Für die in der PM<sub>10</sub>-Fraktion enthaltenen Schwermetalle Arsen, Kadmium und Nickel sowie für Benzo(a)pyren wurden Zielwerte aufgenommen, um schädliche Auswirkungen dieser Luftschadstoffe auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden bzw. zu minimieren. Für die Summe der Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) wurde ein Immissionsgrenzwert zum Schutz der Vegetation festgelegt.

Luftschadstoff	Kenngroße	Einheit	Grenzwert (Anzahl zulässiger Überschreitungen pro Jahr)	gültig seit (ab)	Schutzziel
<b>Arsen</b> <sup>1)</sup>	Jahresmittel	ng/m <sup>3</sup>	6	(2013)	Gesundheit / Umwelt
<b>Benzo(a)pyren</b> <sup>1)</sup>	Jahresmittel	ng/m <sup>3</sup>	1	(2013)	Gesundheit / Umwelt
<b>Benzol</b>	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	5	2010	Gesundheit
<b>Blei</b>	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	0,5	2005	Gesundheit
<b>CO</b>	max. 8-h-Mittel	mg/m <sup>3</sup>	10	2005	Gesundheit
<b>Kadmium</b> <sup>1)</sup>	Jahresmittel	ng/m <sup>3</sup>	5	(2013)	Gesundheit / Umwelt
<b>Nickel</b> <sup>1)</sup>	Jahresmittel	ng/m <sup>3</sup>	20	(2013)	Gesundheit / Umwelt
<b>NO<sub>2</sub></b>	1-h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	200 (18-mal)	2010	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	40	2010	Gesundheit
<b>NO<sub>x</sub></b>	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	30	2001	Vegetation <sup>2)</sup>
<b>Ozon</b> <sup>1)</sup>	8-h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	120 (25)	2010	Gesundheit
<b>PM<sub>2,5</sub></b> <sup>3)</sup>	Jahresmittelwert	µg/m <sup>3</sup>	25	2010 / (2015)	Gesundheit
<b>PM<sub>10</sub></b>	24-h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	50 (35-mal)	2005	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	40	2005	Gesundheit

Luftschadstoff	Kenngroße	Einheit	Grenzwert (Anzahl zulässiger Überschreitungen pro Jahr)	gültig seit (ab)	Schutzziel
SO <sub>2</sub>	1-h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	350 (24-mal)	2005	Gesundheit
	24-h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	125 (3-mal)	2005	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	20	2001	Ökosystem <sup>1)</sup>
	Wintermittel <sup>4)</sup>	µg/m <sup>3</sup>	20	2001	Ökosystem <sup>1)</sup>

**Tabelle 1:** Immissionsgrenz- und Zielwerte nach der 39. BImSchV [8]

<sup>1)</sup> Zielwert

<sup>2)</sup> Messung an einem emissionsfernen Standort (mehr als 20 km entfernt von Ballungsräumen oder 5 km von Bebauung, Industrie oder Bundesfernstraßen)

<sup>3)</sup> in der Zeit vom 1. Januar 2010 bis 31. Dezember 2014 Zielwert, ab 1. Januar 2015 Grenzwert

<sup>4)</sup> in der Zeit vom 01. Oktober eines Jahres bis 31. März des Folgejahres

Während die Kenngröße „Jahresmittelwert“ für die Bewertung der Langzeitwirkung steht, wird die Kurzzeitwirkung durch 1- bis 24-h-Mittelwerte mit jeweils höheren Konzentrationsschwellen charakterisiert, die je nach Komponente mit unterschiedlichen Häufigkeiten im Kalenderjahr überschritten werden dürfen (siehe Tabelle 1). Wird für eine oder mehrere Komponenten der Immissionsgrenzwert (zuzüglich Toleranzmarge) überschritten, muss ein Luftreinhalteplan erstellt werden.

Der vorliegende Luftreinhalteplan beschreibt die Entwicklung der Luftschadstoffkonzentrationen im Ballungsraum Rhein-Main mit Schwerpunkt auf der Stadt Frankfurt am Main, legt die Maßnahmen zur Verminderung der Luftschadstoffe fest und gibt einen Ausblick auf die voraussichtliche Wirkung der Minderungsmaßnahmen auf die lufthygienische Situation.

Mit der Veröffentlichung des Luftreinhalteplans nach Abschluss der Öffentlichkeitsbeteiligung wird der Maßnahmenplan für alle Institutionen, die Verantwortung in den verschiedenen Maßnahmenbereichen haben, verbindlich.

## 1.2 Zuständige Behörden

Nach § 5 der Hessischen Zuständigkeitsverordnung für den Immissionsschutz ist das Hessische Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) zuständige Behörde für die Erstellung von Luftreinhalteplänen nach § 47 Abs. 1 BImSchG [9].

An der Planaufstellung waren neben dem HMUELV noch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (HMWVL) sowie die Stadt Frankfurt am Main beteiligt.

Die Maßnahmen wurden von der Stadt Frankfurt am Main vorgeschlagen. Für alle Maßnahmen, die den Straßenverkehr betreffen, wurde das Einvernehmen mit dem HMWVL hergestellt.

Hessisches Ministerium für Umwelt,  
Energie, Landwirtschaft und  
Verbraucherschutz  
Mainzer Straße 80  
65189 Wiesbaden

Hessisches Ministerium für Wirtschaft,  
Verkehr und Landesentwicklung  
Kaiser-Friedrich-Ring 75  
65185 Wiesbaden

Hessisches Landesamt für  
Umwelt und Geologie  
Rheingaustraße 186  
65203 Wiesbaden

Magistrat der Stadt Frankfurt am Main  
Rathaus  
Römerberg  
60311 Frankfurt am Main

### **1.3 Öffentlichkeitsbeteiligung**

Gemäß § 47 Abs. 5a BImSchG ist die Öffentlichkeit bei der Aufstellung oder Änderung von Luftreinhalteplänen zu beteiligen.

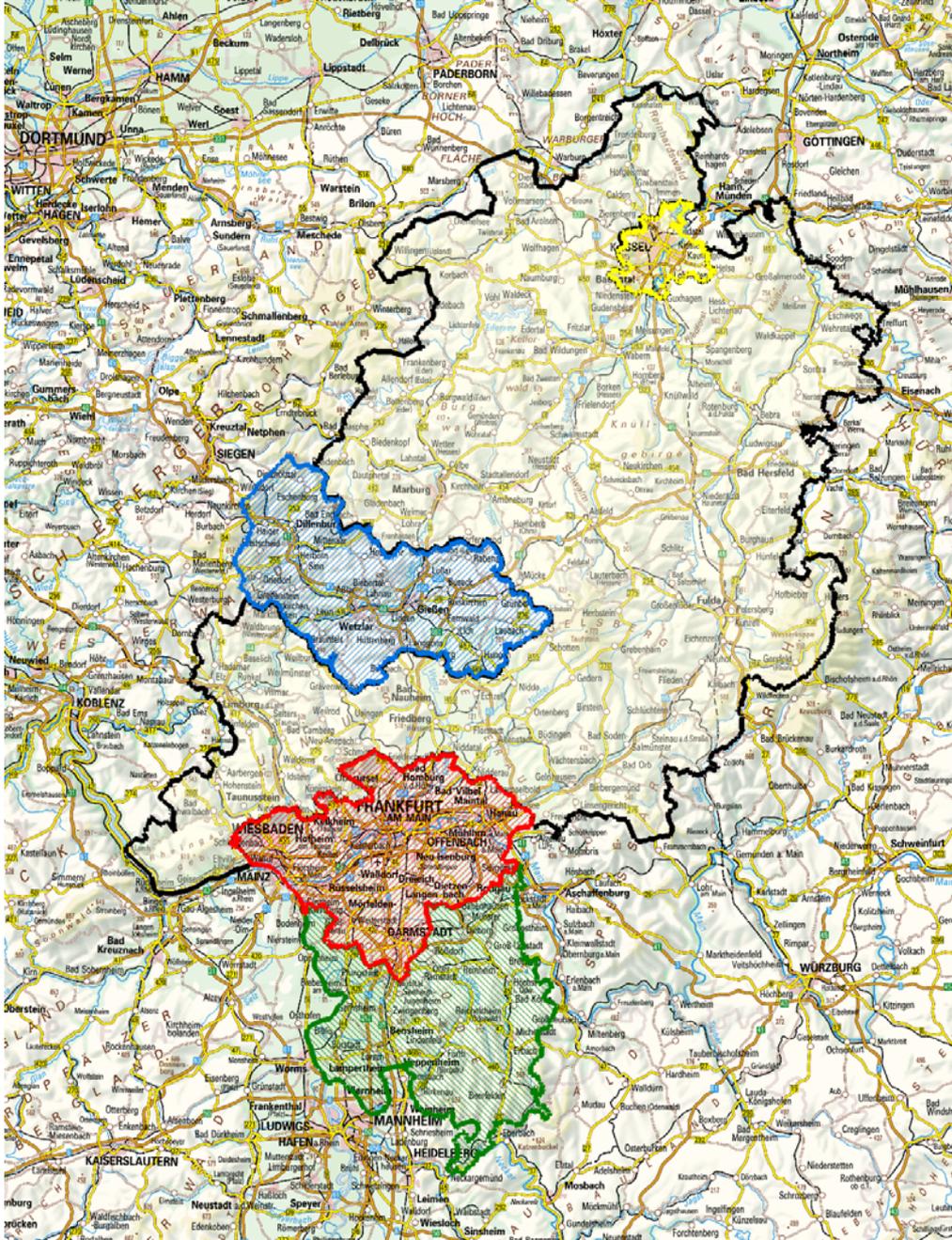
Die Öffentlichkeitsbeteiligung erfolgte durch Ankündigung der Auslegung des Entwurfs der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Frankfurt am Main, im Staatsanzeiger des Landes Hessen am 4. April 2011 (StAnz. 14/2011 S. 596) sowie durch Pressemeldungen des Umweltministerium sowie der Stadt Frankfurt am Main. Der Planentwurf konnte für die Dauer vom 5. April 2011 bis einschließlich 4. Mai 2011 bei der Stadt Frankfurt am Main eingesehen werden. Während der Zeit vom 5. April 2011 bis einschließlich 18. Mai 2011 konnten Bedenken, Anregungen oder Einwände beim HMUELV geltend gemacht werden. Im Zeitraum der Öffentlichkeitsbeteiligung stand der Planentwurf auch auf den Internetseiten des Umweltministeriums, der Stadt Frankfurt am Main sowie des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie zur Einsicht und zum Herunterladen bereit.

47 Privatpersonen, 2 Verbände sowie eine Behörde haben Einwendungen zum Planentwurf erhoben. Sofern die eingegangenen Einwendungen, Anregungen und Bedenken nicht bereits bei der Fertigstellung des Luftreinhalteplans Berücksichtigung fanden, wird im Kapitel 8 konkret darauf eingegangen.

## 2 Allgemeine Informationen zum Gebiet

### 2.1 Der Ballungsraum Rhein-Main

Gemäß den Vorgaben der EU wurde das Bundesland Hessen im Jahr 2002 in zwei Ballungsräume und drei Gebiete eingeteilt.



Kartengrundlage: © GeoBasis-DE /BKG [2008]

**Ballungsräume:**

-  Rhein-Main
-  Kassel

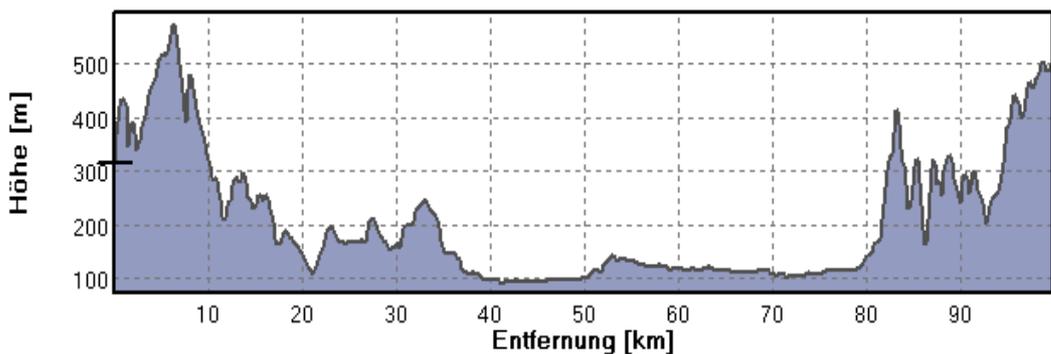
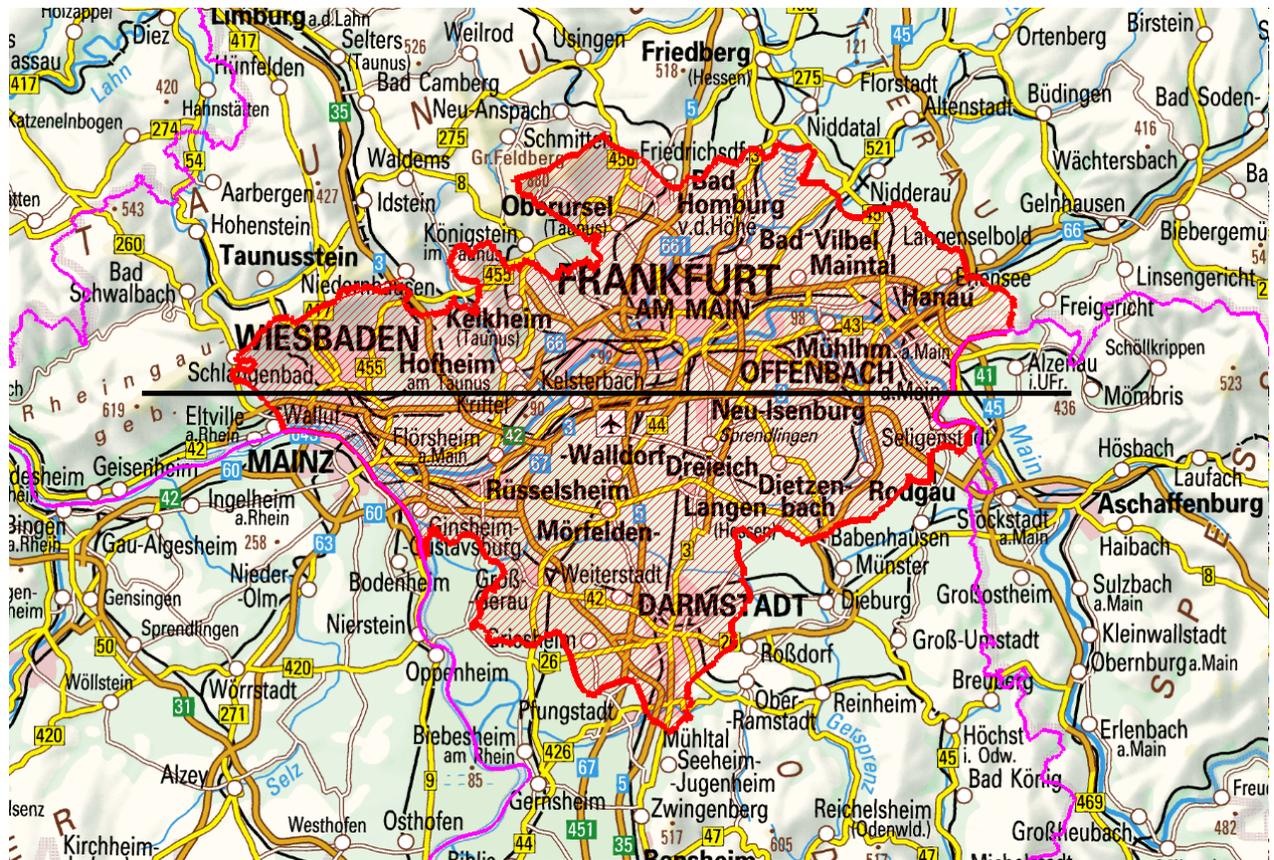
**Gebiete:**

-  Mittel- und Nordhessen
-  Lahn-Dill
-  Südhessen

Abbildung 1: Einteilung von Hessen in Gebiete und Ballungsräume

Ein Ballungsraum ist nach § 1 Nr. 4 der 39. BImSchV [8] ein Gebiet mit mindestens 250.000 Einwohnern, einer Einwohnerdichte von 1.000 Einwohnern und mehr je Quadratkilometer (km<sup>2</sup>) und geht über eine Fläche von mindestens 100 km<sup>2</sup>.

Der Ballungsraum Rhein-Main erfüllt mit einer Einwohnerzahl von 2,36 Millionen Einwohnern (Stand 30. September 2009), einer Fläche von 1.850,71 km<sup>2</sup> und einer Einwohnerdichte von 1.274 Einwohnern pro km<sup>2</sup> alle Voraussetzungen eines Ballungsraums.



Kartengrundlage:

© GeoBasis-DE /BKG [2008]

— Verlauf des Geländeschnitts

**Abbildung 2:** Ballungsraum Rhein-Main (rot schraffiert) mit Geländeschnitt

Ab dem Jahr 2002 wurde in einigen Städten des Ballungsraums Rhein-Main Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten festgestellt. Aufgrund der Wirtschafts- und Verkehrsstruktur, der hohen Einwohnerdichte und der naturräumlichen Gliederung wurde daraufhin ein Luftreinhalteplan für den gesamten Raum aufgestellt. Für die Fortschreibung des Luftreinhalteplans werden für alle Städte mit nachgewiesenen Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten einzelne

Teilpläne aufgestellt, wobei in den jeweiligen Teilplänen auf die Entwicklung der Luftqualität im gesamten Ballungsraum eingegangen wird. Von Immissionsgrenzwertüberschreitungen sind folgende Städte im Ballungsraum Rhein-Main betroffen:

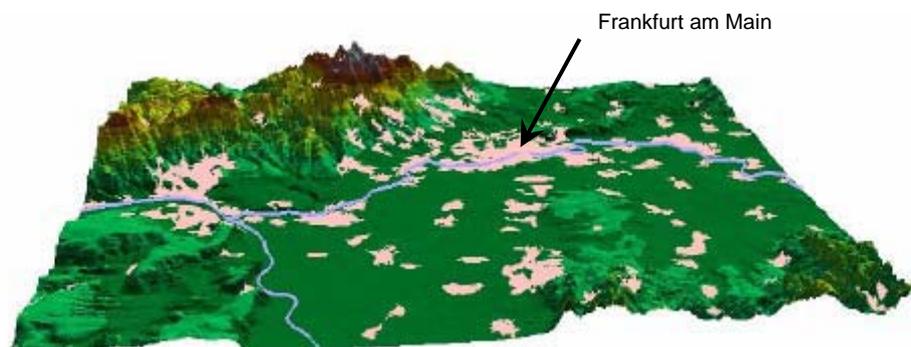
Stadt / Gemeinde	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Landkreis	Einwohnerzahl (Stand: 30.09.2009)	Einwohner je km <sup>2</sup>
Darmstadt	122,09	kreisfreie Stadt	143.459	1.175
Frankfurt am Main	248,31	kreisfreie Stadt	669.992	2.698
Neu-Isenburg	24,31	Offenbach	35.677	1.468
Offenbach am Main	44,90	kreisfreie Stadt	119.455	2.660
Wiesbaden	203,90	kreisfreie Stadt	277.797	1.362
<b>Ballungsraum Rhein-Main</b>	<b>1.850,57</b>		<b>2.358.456</b>	<b>1.274</b>
<b>Hessen</b>	<b>21.114,32</b>		<b>6.063.683</b>	<b>287</b>

**Tabelle 2:** Von Immissionsgrenzwertüberschreitungen betroffene Städte des Ballungsraums Rhein-Main (Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [10])

Eine Übersicht über alle Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main befindet sich in Anhang 10.5.

### 2.1.1 Naturräumliche und orographische Gliederung

Aus naturräumlicher Sicht gehört der Ballungsraum Rhein-Main zum „Rhein-Main-Tiefland“. Der Begriff „Tiefland“ verdeutlicht die einer Kessel- oder Beckenlage ähnliche Struktur (siehe auch Geländeschnitt in Abbildung 2). Bis auf die Öffnung nach Süden hin, wird der Ballungsraum im Norden durch den Taunus, im Osten durch den Spessart und weiter in südlicher Richtung durch den Odenwald begrenzt. Nach Westen erstreckt sich der Ballungsraum bis zum Rhein bzw. der Landesgrenze zwischen Rheinland-Pfalz und Hessen.



**Abbildung 3:** Höhenprofil des Ballungsraums Rhein-Main

Die Stadt Frankfurt am Main befindet sich im nördlichen Teil des Ballungsraums, im Naturraum Rhein-Main-Tiefland und im Nordwesten durch das Main-Taunus-Vorland bzw. im Nordosten durch die Wetterau begrenzt. Im Süden schließt das nördliche Oberrheintiefland an.

## 2.1.2 Charakterisierung des Klimas

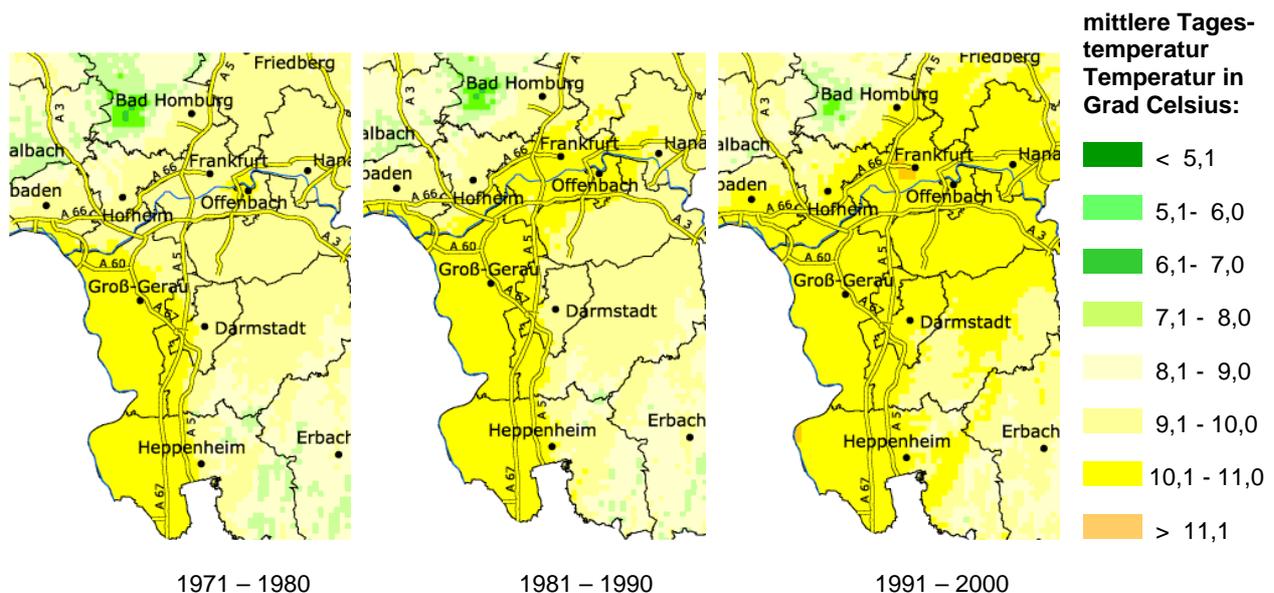
Der Ballungsraum Rhein-Main wird – wie das ganze Bundesland Hessen insgesamt – zum warmgemäßigten Regenklima der mittleren Breiten gezählt. Mit überwiegend westlichen Winden werden das ganze Jahr über relativ feuchte Luftmassen vom Atlantik herangeführt, die zu Niederschlägen führen. Der ozeanische Einfluss, der von Nord-West nach Süd-Ost abnimmt, sorgt für milde Winter und nicht zu heiße Sommer.

Die einzelnen Klimatelemente sind hier vor allem von der Lage und Geländehöhe des untersuchten Gebietes abhängig. Die Niederungen mit Höhenlagen zwischen 130 m und 300 m über NN sind gekennzeichnet durch vergleichsweise niedrige Windgeschwindigkeiten, relativ hohe Lufttemperaturen und geringe Niederschlagshöhen, deren Hauptanteile in die Sommermonate fallen, wenn durch die hohe Einstrahlung verstärkt Schauer und Gewitter auftreten. In den Flusstälern und Talauen kommt es vor allem im Herbst und Winter zur Nebelbildung. In den dichter besiedelten Gebieten bilden sich durch den anthropogenen Einfluss so genannte Stadtklimate mit den bekannten Wärmeinseleffekten.

Bioklimatisch wird der Ballungsraum Rhein-Main nach der Bioklimakarte des Deutschen Wetterdienstes [11] als „belasteter“ Verdichtungsraum ausgewiesen, gekennzeichnet durch die folgenden klimatischen Eigenschaften:

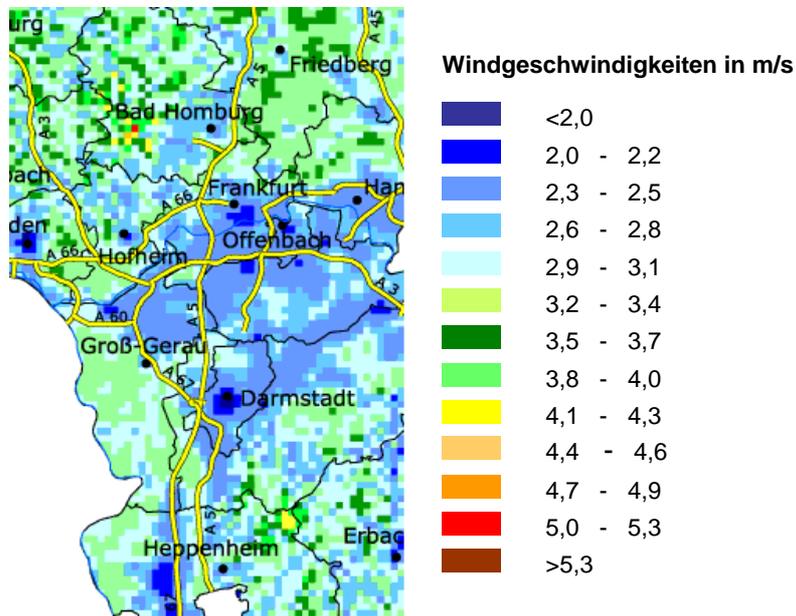
- ▶ **Wärmebelastung** durch Schwüle und hohe Lufttemperaturen im Sommer,
- ▶ **stagnierende Luft**, verbunden mit geschlossener Wolkendecke, hoher Feuchtigkeit und Temperaturen um 0 °C im Winter,
- ▶ **verminderte Strahlungsintensität** durch Niederungs- bzw. Industriedunst und Nebel,
- ▶ erhöhtes Risiko zur Anreicherung von Luftschadstoffen wegen der oft **niedrigen Windgeschwindigkeit**.

Die Entwicklung der Wärmebelastung lässt sich auch am Anstieg der mittleren Tagestemperatur in den letzten Jahrzehnten beobachten (siehe Abbildung 4).



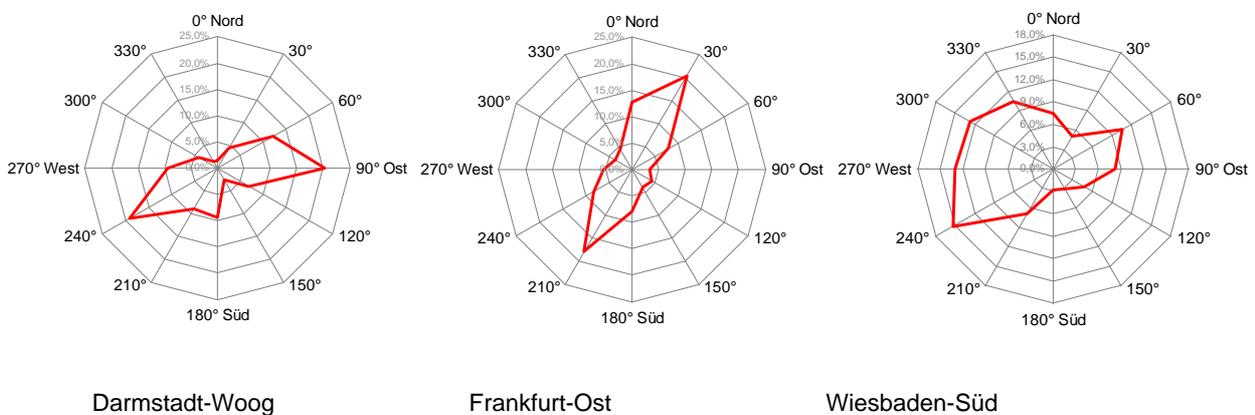
**Abbildung 4:** Entwicklung der mittleren Tagestemperaturen im Bereich des Ballungsraums Rhein-Main in der Zeit von 1971 bis 2000 (Quelle: Umweltatlas Hessen)

Aus lufthygienischer Sicht sind für den Ballungsraum vor allem die oft niedrigen Windgeschwindigkeiten und im Zusammenhang damit die Häufigkeit von Zeiten mit ungünstigem Luftaustausch (austauscharme Wetterlagen) charakteristisch.



**Abbildung 5:** Mittlere Windgeschwindigkeiten im Bereich des Ballungsraums Rhein-Main der Jahre 1981 – 1990 (Quelle: Umweltatlas HLUg)

Nach den an den Luftmessstationen des städtischen Hintergrunds Darmstadt-Woog, Frankfurt-Ost und Wiesbaden-Süd gemessenen Windgeschwindigkeiten wurden in 2009 in Frankfurt an 21 Tagen, in Wiesbaden an 47 Tagen und in Darmstadt sogar an 116 Tagen Windgeschwindigkeiten kleiner 1,0 m/s gemessen. Die in der freien Atmosphäre vorherrschenden westlichen Winde werden in Bodennähe durch die Topographie und die Bebauung in den einzelnen Städten teilweise deutlich abgelenkt, so dass sich in den einzelnen Städten des Ballungsraums durchaus etwas unterschiedliche Windverhältnisse zeigen.



**Abbildung 6:** Windrichtungsverteilung an den Stadtstationen Darmstadt-Woog, Frankfurt-Ost und Wiesbaden-Süd (Zeitraum: Januar bis Dezember 2009)

### 2.1.3 Verkehrsstruktur

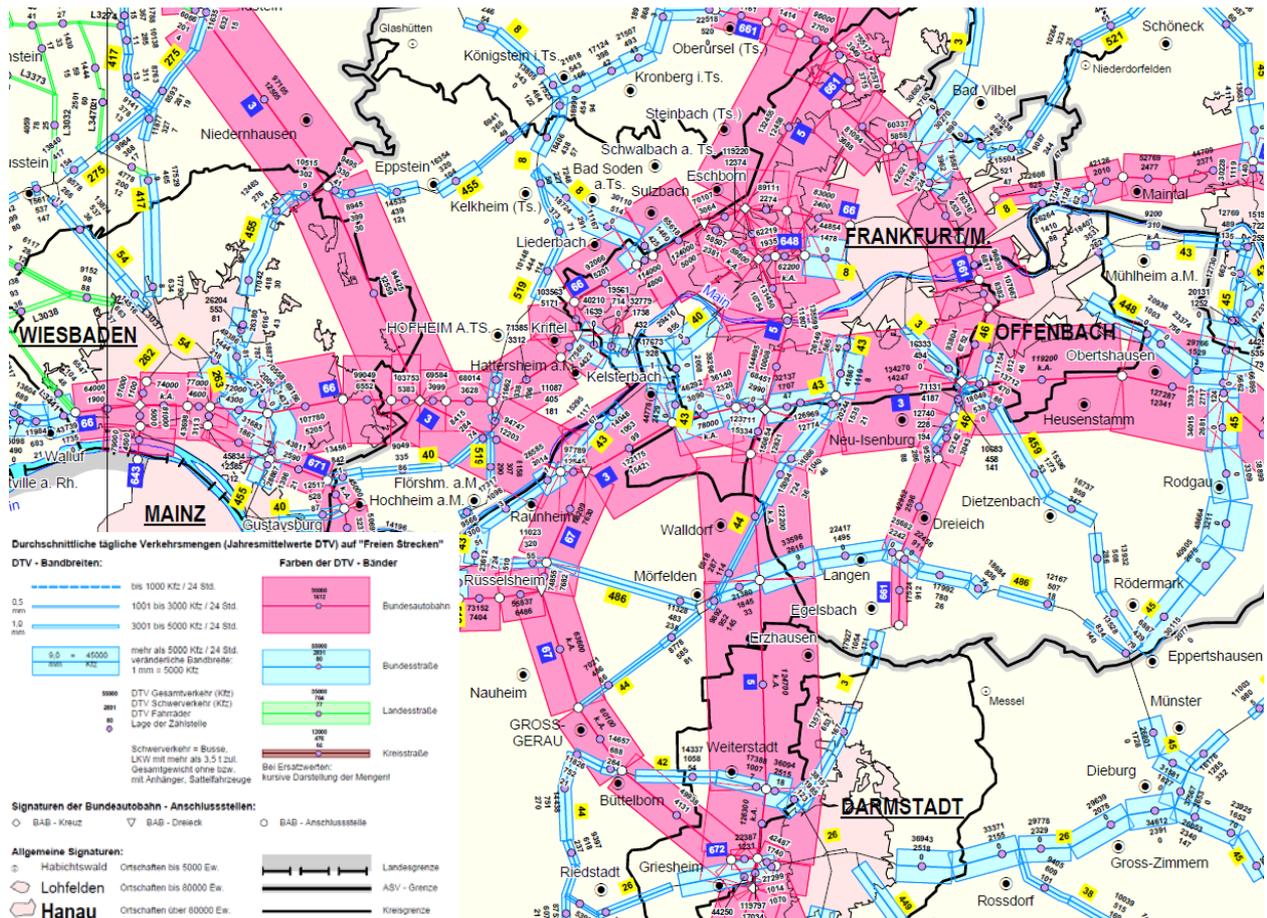
Der Ballungsraum Rhein-Main stellt eines der wichtigsten europäischen Verkehrszentren dar. Es besteht eine enge Vernetzung von Schienen-, Straßen- und Luftverkehr. Die herausragenden Verkehrsanbindungen bringen den Städten und Gemeinden und ihren Wirtschaftsunternehmen einerseits zwar einen wichtigen Standortvorteil, andererseits führt das enorme Verkehrsaufkommen aber zur Luftverschmutzung und zu hohen Lärmbelastungen für die Bevölkerung des Ballungsraums.

Für die Immissionssituation sind bei der Beschreibung des Kfz-Verkehrs folgende Parameter von Interesse:

- ▶ Die **Struktur des Straßennetzes** aus Autobahnen, Bundesstraßen sowie Gemeinde-, Kreis- und Landesstraßen,
- ▶ die **Verkehrsströme** auf diesen Straßen,
- ▶ die **Verteilung des Kfz-Bestandes** auf Pkw, Krafträder, leichte und schwere Lkw sowie Busse und
- ▶ die **Verkehrsdichte** über den Tag und den Verlauf der Woche.

Für die Emissionsermittlung sind die Antriebsart, die Motorleistung und das Alter der Fahrzeuge und die Abgasnorm zur Emissionsbegrenzung entscheidende Kriterien.

Die Verkehrssituation im Ballungsraum Rhein-Main wird anhand von Ausschnitten der Verkehrsmengenkarten 2005 des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV) dargestellt (siehe Abbildung 7) [12]. Die Straßentypen Bundesautobahn, Bundesstraße, Landesstraße und Kreisstraße lassen sich durch die Farbe der Linien unterscheiden. Ergänzend ist noch die mittlere Verkehrsdichte als DTV-Wert (Durchschnittlicher täglicher Verkehr in Kfz pro Tag) als Linienstärke angegeben. Die Zahlen an den Linien geben den DTV-Wert für den Gesamtverkehr, Schwerverkehr und Fahrräder an. Der Schwerverkehr ist definiert als Busse und Lkw mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht ohne bzw. mit Anhänger sowie Sattelfahrzeuge. Eingezeichnet sind die Straßenabschnitte, die für die Straßenverkehrszählung 2005 durch das HLSV gezählt wurden.



**Abbildung 7:** Ausschnitt aus der Hessischen Verkehrsmengenkarte 2005 für den Ballungsraum Rhein-Main (Quelle: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen [12])

## 2.2 Bereits erfolgte Luftreinhalteplanungen

Aufgrund von Immissionswertüberschreitungen in Darmstadt, Frankfurt am Main und Wiesbaden ab 2002 wurde bereits im Jahr 2004 ein Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main erstellt, der offiziell im Mai 2005 in Kraft trat.

Ab Januar 2005 traten neben anderen Luftschadstoffgrenzwerten auch die Kurzzeit- und Langzeitimmissionsgrenzwerte für Feinstaub (PM<sub>10</sub>) in Kraft. Damit bestand erstmalig die Verpflichtung, bereits bei der Gefahr einer drohenden Grenzwertüberschreitung einen Aktionsplan aufzustellen. Da im Frühjahr 2005 absehbar wurde, dass sowohl in Darmstadt als auch in Frankfurt am Main der Kurzzeitwert für PM<sub>10</sub> unter Umständen nicht würde eingehalten werden können, wurden für beide Städte Aktionspläne aufgestellt. Die beiden Pläne – Aktionsplan Darmstadt 2005 (November 2005) und Aktionsplan Frankfurt am Main 2005 (Oktober 2005) – enthielten kurzfristige Maßnahmen zur Minderung der Feinstaubbelastung über die Maßnahmen des Luftreinhalteplans hinaus.

Aufgrund der in den beiden Aktionsplänen enthaltenen Befristungen von Maßnahmen, wurden beide Aktionspläne zwischenzeitlich fortgeschrieben. Im Aktionsplan Darmstadt 2007 wurden die bestehenden Maßnahmen lediglich fortgeschrieben und teilweise bis zum Inkrafttreten der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main befristet. In der Fortschreibung des Aktionsplans Frankfurt am Main 2008 wurden eine Reihe bestehender Maßnahmen fortgeschrieben, die Lkw-Fahrverbote in der Friedberger Landstraße und der Hö-

henstraße aufgehoben und eine Umweltzone in Frankfurt am Main eingerichtet. Ein Teil der Maßnahmen wurden bis zum Inkrafttreten der Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main befristet.

Mit Inkrafttreten der 1. Fortschreibung Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Frankfurt am Main, werden der Aktionsplan Frankfurt am Main 2008 und der die Stadt Frankfurt am Main betreffende Teil des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main aufgehoben.

## 2.3 Auslösende Kriterien für die Fortschreibung des Luftreinhalteplans

Am 1. Januar 2010 traten die Immissionsgrenzwerte (Kurzzeit- und Langzeitwert) für Stickstoffdioxid und Benzol offiziell in Kraft. Der Jahresmittelwert für NO<sub>2</sub> in Höhe von 40 µg/m<sup>3</sup> wird bereits seit Jahren an nahezu allen verkehrsbezogenen Luftmessstationen in Hessen überschritten, wobei bis zum Jahr 2009 noch die vorhandene Toleranzmarge dazu beitrug, dass erst in den letzten Jahren weitere Luftreinhaltepläne aufgestellt werden mussten.

In den großen Städten des Ballungsraums waren Überschreitungen des Immissionsgrenzwerts für Stickstoffdioxid teilweise bereits Auslöser für die Aufstellung des Luftreinhalteplans. Im Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main 2005 ist eine Reihe von Maßnahmen enthalten, die teilweise erst nach Jahren ihre Wirksamkeit entfalteten. Inzwischen ist der Luftreinhalteplan bereits seit mehreren Jahren in Kraft, konnte aber die Belastungen durch Stickstoffdioxid nicht in dem notwendigen Maß reduzieren, um eine Einhaltung des Grenzwerts zu ermöglichen.

Das HLUG publiziert in den jährlich erscheinenden Lufthygienischen Jahresberichten die nach den Anforderungen der 39. BImSchV [8] gemessenen Immissionskenngrößen für die Stationen des Luftmessnetzes. An den Messstationen des Ballungsraums Rhein-Main werden neben den kritischen Komponenten Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) auch Stickstoffmonoxid (NO), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO) und Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) gemessen. Neben den fest installierten Luftmessstationen werden zur Bestimmung der Stickstoffdioxidkonzentrationen auch so genannte NO<sub>2</sub>-Passivsammler eingesetzt. In Tabelle 3 werden die Messergebnisse des Jahres 2010 dargestellt.

Komponente	PM10		NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>			CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>			mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Einheit	24-h	JM	1-h	JM	JM <sup>1)</sup>	1-h	24-h	JM/WM <sup>1)</sup>	8-h	JM
Kenngröße	50	40	200	40	30	350	125	20	10	5
Grenzwert	35		18			24	3		-	
zulässige Überschreitungen	Anz.	Wert	Anz.	Wert	Wert	Anz.		Wert	Anz.	Wert
Darmstadt	5	16,8	0	27,3	40	0	0	1,8	0	-
Da-Hügelstraße	30	29,6	43	65,4	197	-	-	-	0	2,04
Ffm-Friedberger Landstraße	26	29,0	5	56,2	126	-	-	-	0	1,89
Ffm-Höchst	8	18,9	0	48,0	91	0	0	3,0	-	-
Ffm-Ost	7	21,6	0	34,9	63	-	-	-	-	-

Komponente	PM10		NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>			CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>			mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Kenngroße	24-h	JM	1-h	JM	JM <sup>1)</sup>	1-h	24-h	JM/WM <sup>1)</sup>	8-h	JM
Grenzwert	50	40	200	40	30	350	125	20	10	5
zulässige Überschreitungen	35		18			24	3		-	
	Anz.	Wert	Anz.	Wert	Wert	Anz.		Wert	Anz.	Wert
Ffm-Sindlingen	10	21,4	0	32,6	52	0	0	2,4	0	1,17
Hanau	2	17,2	0	37,8	89	0	0	2,3	-	-
Neu-Isenburg <sup>2)</sup>	14	26,0	0	44,0	93	-	-	-	-	1,7
Of-Mainstraße <sup>3)</sup>	-	-	-	53	-	-	-	-	-	-
Of-Bieberer Straße <sup>3)</sup>	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-
Of-Untere Grenzstraße <sup>3)</sup>	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-
Raunheim	1	16,0	0	32,5	57	0	0	2,6	0	-
Wi-Ringkirche	5	22,4	1	58,7	146	-	-	-	0	1,91
Wi-Süd	1	17,5	0	34,8	56	0	0	2,0	-	1,03

<sup>1)</sup> Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt

<sup>2)</sup> Durch die Stadt Neu-Isenburg finanzierte Messstation

<sup>3)</sup> Messung durch NO<sub>2</sub>-Passivsammler

**Anz.** = Anzahl                      **JM** = Jahresmittelwert  
**GW** = Grenzwert                      **TM** = Toleranzmarge  
**h** = Stunde                      **WM** = Wintermittel (01.10. bis 31.03. des Folgejahres)

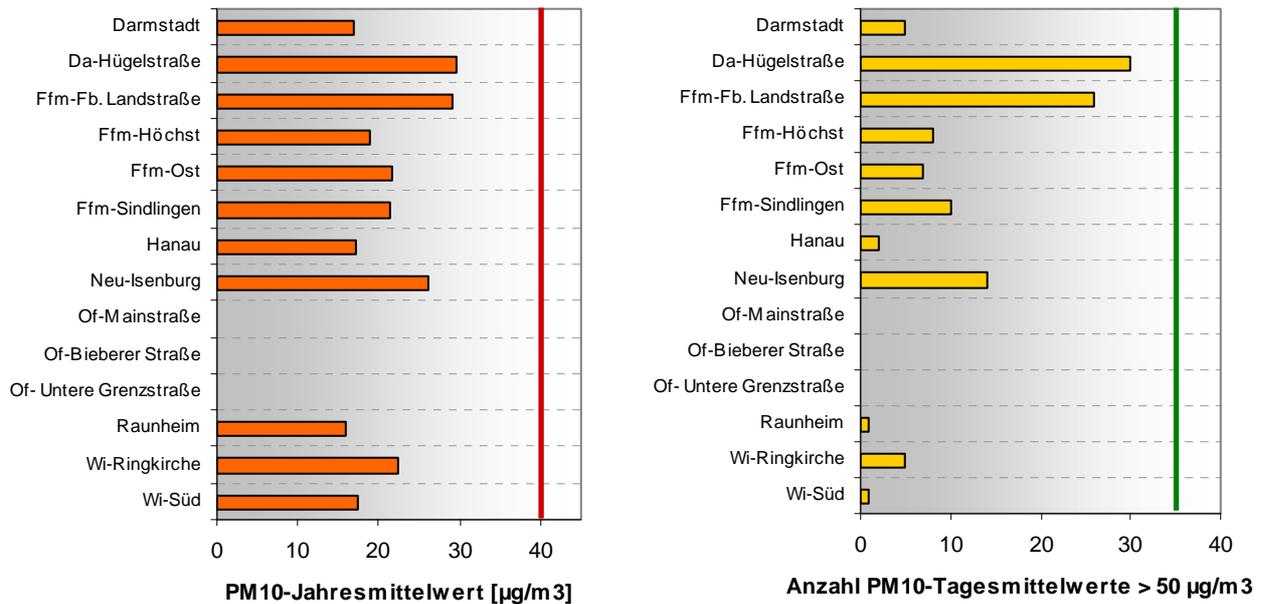
**Tabelle 3:** Immissionskenngroßen nach der 39. BImSchV für das Messjahr **2010** im Ballungsraum Rhein-Main

Für Feinstaub wurden zwei Immissionsgrenzwerte festgelegt – ein Jahresmittelwert sowie ein Tagesmittelwert, der 35mal im Jahr zulässigerweise überschritten werden darf. Während die Einhaltung des Jahresmittelwerts kaum Probleme verursacht, bereitet die Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes – höchstens 35 Überschreitungen des Tagesmittelwerts – sehr viel häufiger Schwierigkeiten.

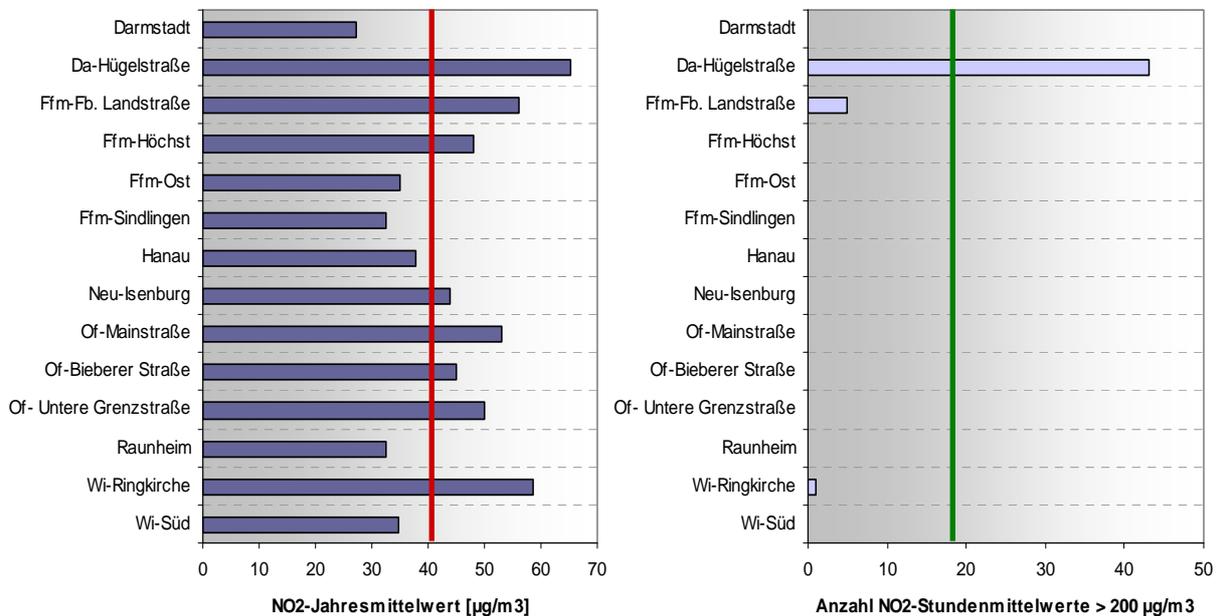
Auch für Stickstoffdioxid existiert neben dem Jahresmittelwert als Langzeitgrenzwert noch ein Mittelwert über eine volle Stunde als Kurzzeitgrenzwert, der zulässigerweise 18mal im Jahr überschritten werden darf. Das Jahr 2009 war das letzte Jahr, in dem noch eine Toleranzmarge von 2 µg/m<sup>3</sup>, die dem Jahresmittelwert zugeschlagen wurde und von 10 µg/m<sup>3</sup>, die dem Stundenmittelwert zugeschlagen wurde. Erst wenn Grenzwert plus Toleranzmarge überschritten war, zählte der Immissionsgrenzwert als nicht eingehalten. Ab Januar 2010 entfielen die Toleranzmargen und die Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid traten offiziell in Kraft. Bei den Immissionsgrenzwerten für Stickstoffdioxid bereitet die Einhaltung des Jahresmittelwertes allgemein größere Probleme als die Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes.

In Abbildung 8 sind die im Jahr 2010 gemessenen PM10- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen nochmals graphisch im Verhältnis zu den Immissionsgrenzwerten dargestellt. Der rechte Teil der Abbildung 8 zeigt, dass im Ballungsraum Rhein-Main nur an der Messstation Darmstadt-Hügelstraße

neben dem Jahresmittelwert auch die zulässige Anzahl an Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Stundenmittels von 200 µg/m<sup>3</sup> nicht eingehalten werden konnte.



- Jahresmittelwert PM10
- Anzahl PM10-Tagesmittelwerte > 50 µg/m<sup>3</sup>
- PM10-Immissionsgrenzwert für das Jahr = 40 µg/m<sup>3</sup>
- Anzahl zulässiger Überschreitungen des PM10-Tagesmittelwertes



- NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert
- Anzahl NO<sub>2</sub>-Stundenmittelwerte > 200 µg/m<sup>3</sup>
- NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwert für das Jahr = 40 µg/m<sup>3</sup>
- Anzahl zulässiger Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-1-Stundenmittelwertes

**Abbildung 8:** Immissionskenngrößen von PM10 und NO<sub>2</sub> für das Jahr 2010, Ballungsraum Rhein-Main

Trotz bereits bestehender Luftreinhaltepläne und der Umsetzung vielfältiger Maßnahmen zur Reduzierung der Luftschadstoffbelastung ist aufgrund der im Jahr 2010 gemessenen Luftschadstoffkonzentrationen die Notwendigkeit für eine Fortschreibung des Luftreinhalteplans gegeben.

## 3 Art und Beurteilung der Verschmutzung

### 3.1 Beurteilung der Luftqualität im Ballungsraum Rhein-Main aufgrund von Messungen

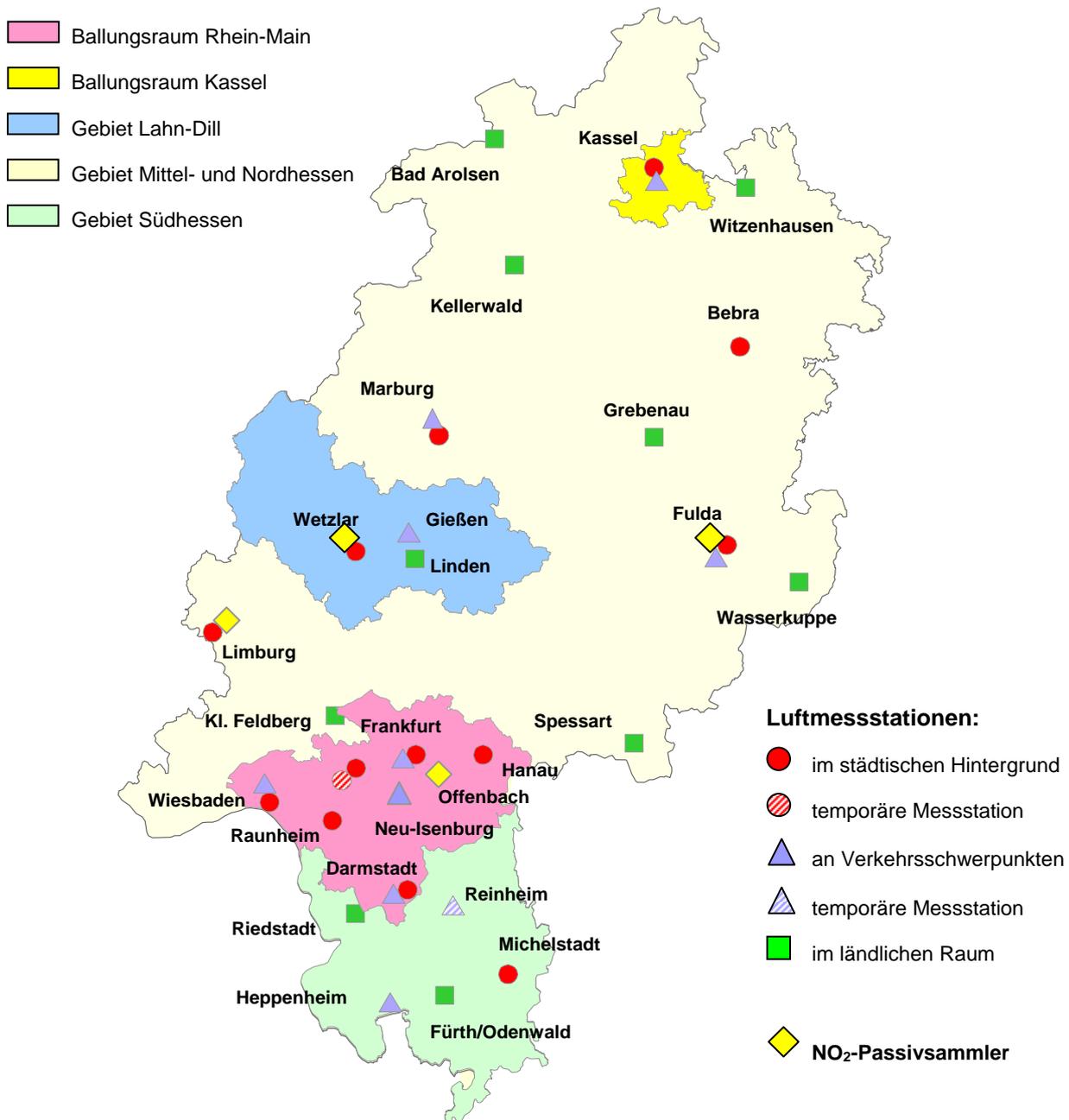
#### 3.1.1 Standorte der Luftmessstationen

Die Lage der Messstationen ist durch eindeutige gesetzliche Vorgaben geregelt [8]. Probenahmestellen, an denen Messungen zum Schutz der menschlichen Gesundheit vorgenommen werden, sollen so gelegt werden, dass

- a) Daten zu den Bereichen innerhalb von Gebieten oder Ballungsräumen gewonnen werden, in denen **die höchsten Konzentrationen** auftreten, denen die Bevölkerung wahrscheinlich direkt oder indirekt über einen Zeitraum ausgesetzt sein wird, der der Mittelungszeit des betreffenden Immissionsgrenzwertes Rechnung trägt (i.d.R. Stationen an Verkehrsschwerpunkten, gekennzeichnet durch ein violette Dreieck ▲)
- b) Daten zu Konzentrationen in anderen Bereichen innerhalb von Gebieten und Ballungsräumen gewonnen werden, die für die **Exposition der Bevölkerung im Allgemeinen repräsentativ** sind (Stationen des städtischen Hintergrunds, gekennzeichnet durch einen roten Punkt ●).

Um die Höhe der flächendeckend vorhandenen Luftschadstoffbelastung (allgemeine Hintergrundbelastung) zu kennen, befinden sich noch eine Reihe von Luftmessstationen im ländlichen Raum (gekennzeichnet durch ein grünes Quadrat ■), möglichst weit ab von anthropogen verursachten Luftschadstoffemissionen.

Zuständig für die Ermittlung der Luftqualität ist das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG). Die Standorte der Probenahmestellen sind so gewählt hat, dass sie einerseits den gesetzlichen Vorgaben entsprechen und gleichzeitig eine weitgehend flächendeckende Immissionsüberwachung in Hessen gewährleisten. Die Standorte befinden sich überwiegend in Städten, aber auch im ländlichen Raum sowie an Verkehrsschwerpunkten (siehe Abbildung 9).



**Abbildung 9:** Luftmessstationen in Hessen (Stand: Januar 2009)

Der Ballungsraum Rhein-Main ist aufgrund seiner Bevölkerungsdichte, der Verkehrsstruktur und seiner wirtschaftlichen Lage besonders von Luftschadstoffemissionen betroffen. Daher befinden sich von den derzeit 33 hessischen Luftmessstationen mehr als ein Drittel allein in diesem Bereich. Entsprechend den EU-Vorgaben, die die Anzahl fester Probenahmestellen in Abhängigkeit von der Bevölkerung und der vorhandenen Konzentration der Luftschadstoffe vorschreibt, wären im Ballungsraum Rhein-Main nur sechs Stationen erforderlich. Mit Stand 1. Januar 2009 befanden sich jedoch an 11 Standorten kontinuierlich arbeitende Luftmessstationen sowie an drei Standorten NO<sub>2</sub>-Passivsammler zur Überwachung der Luftqualität.

Die höchsten Immissionskonzentrationen werden regelmäßig an den verkehrsbezogenen Messstationen registriert. Die dort gemessene Luftschadstoffbelastung setzt sich aus verschiedenen Beiträgen zusammen:

- Dem *grenzüberschreitenden Ferneintrag*,

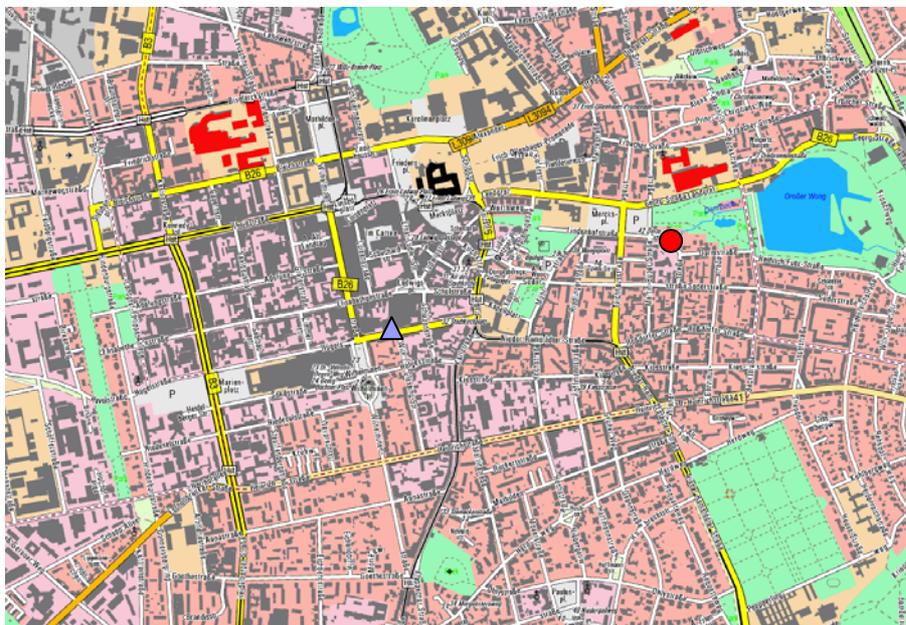
- der *regionalen Hintergrundbelastung* in der Region, d. h. den Luftschadstoffkonzentrationen wie sie fern von anthropogenen Einflüssen an den ländlichen Luftmessstationen gemessen werden, die sich zusammen mit dem grenzüberschreitenden Ferneintrag zur regionalen Hintergrundbelastung summiert;
- den von den Emissionen durch Industrie, Verkehr, Gebäudeheizung im gesamten städtischen Gebiet verursachten Luftschadstoffkonzentrationen (*städtische Zusatzbelastung*), die sich zusammen mit dem regionalen Hintergrund zur städtischen Vorbelastung summiert und
- den Emissionen aus dem direkten Umfeld der Messstation in einer Straßenschlucht (*verkehrsbedingte Zusatzbelastung*).

Die Quellbereiche tragen aufgrund wechselnder Wetterlagen und variierender Emissionsverhältnisse in unterschiedlichem Maß zu den Immissionsbelastungen bei.

Die hohe Datenqualität beruht auf spezifischen gesetzlichen Vorgaben zur Messgenauigkeit kontinuierlicher Messungen und den eingesetzten Methoden sowie auf der langjährigen Erfahrung des HLUG im Umgang mit Messungen. Mit Ausnahme von Blei werden die Messwerte stündlich aktualisiert und auf der Homepage des HLUG dargestellt (<http://www.hlug.de/medien/luft/messnetz/index.htm>). Die ausgewerteten Ergebnisse des Luftmessnetzes werden im Lufthygienischen Monatsbericht des HLUG veröffentlicht. Der Lufthygienische Jahresbericht basiert auf den gleichen Messergebnissen, erlaubt aber die Betrachtung der Immissionssituation über einen längeren Zeitraum.

### 3.1.1.1 Darmstadt

In Darmstadt befinden sich zwei stationäre Luftmessstationen.



- ▲ verkehrsbezogene Messstation an der Hügelstraße (Da-Hügelstraße)
- Messstation des städtischen Hintergrunds im Bereich des Woog (Darmstadt)

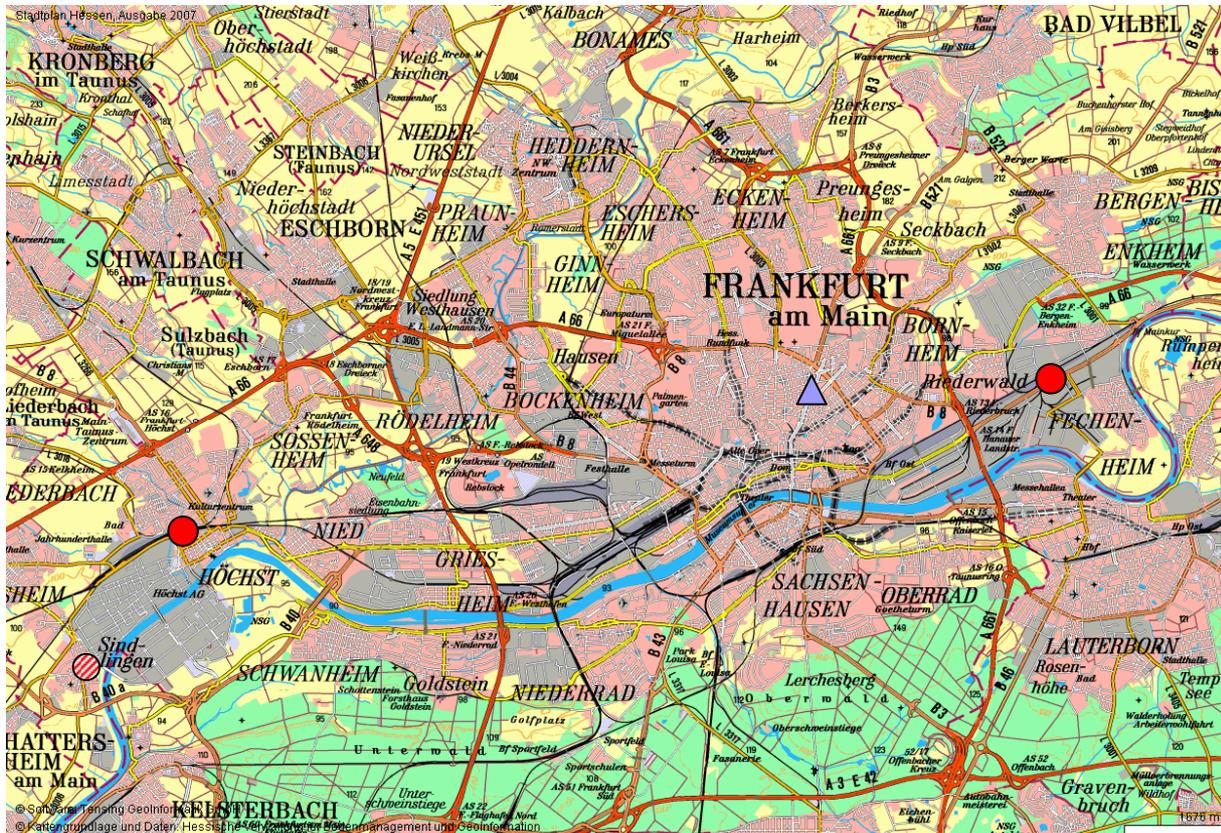
Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 10:** Lage der Luftmessstationen in Darmstadt

Die Messstation Hügelstraße entspricht den Vorgaben zu Nr. 3.1.1 a) dieses Kapitels, da hier die höchsten Konzentrationen in Darmstadt auftreten. Zur Erfassung der allgemeinen Exposition der Bevölkerung dient die Station im Bereich des Woog (Nr. 3.1.1 b).

### 3.1.1.2 Frankfurt am Main

In Frankfurt am Main befinden sich eine temporäre und drei dauerhafte stationäre Luftmessstationen.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

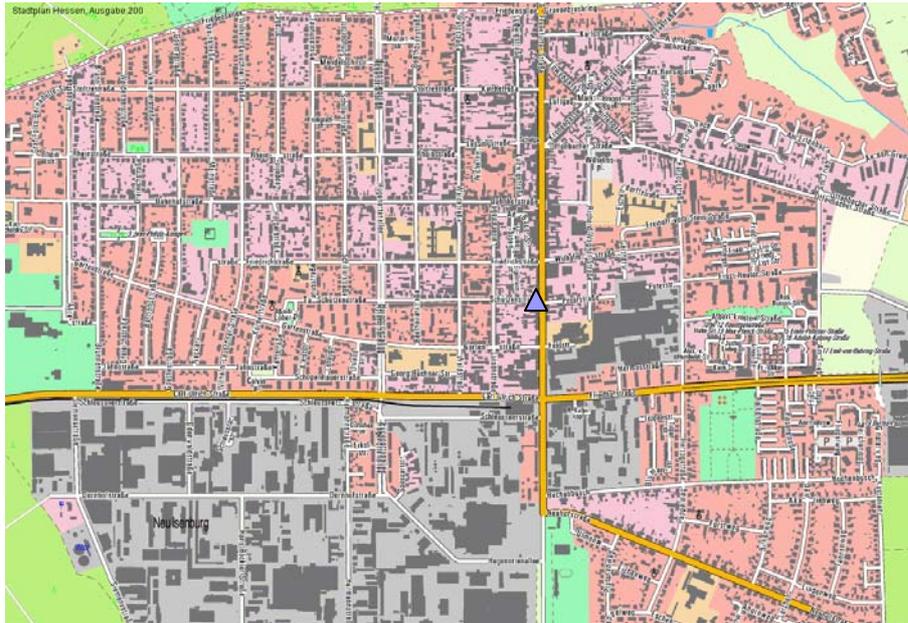
-  verkehrsbezogene Messstation an der Friedberger Landstraße (Ffm-Friedberger Landstraße)
-  Messstationen des städtischen Hintergrunds am Bahnhof in Höchst (Ffm-Höchst) sowie an der Hanauer Landstraße (Ffm-Ost)
-  temporäre Messstation des städtischen Hintergrunds an der Küferstraße in Sindlingen (Ffm-Sindlingen)

**Abbildung 11:** Lage der Luftmessstationen in Frankfurt am Main (Detailangaben siehe Kapitel 10.4)

Die Messstation Friedberger Landstraße entspricht den Vorgaben zu Nr. 3.1.1 a) dieses Kapitels, da hier die höchsten Konzentrationen in Frankfurt am Main auftreten. Zur Erfassung der allgemeinen Exposition der Bevölkerung dienen die Stationen in Höchst, Sindlingen und an der Hanauer Landstraße, Nr. 3.1.1 b).

### 3.1.1.3 Neu-Isenburg

Die Messstation an der Frankfurter Straße entspricht den Vorgaben zu Nr. 3.1.1 a) dieses Kapitels, da hier die höchsten Konzentrationen in Neu-Isenburg auftreten.



▲ verkehrsbezogene  
Messstation an der Frankfurter  
Straße

Kartengrundlage: Hess. Verwaltung  
für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 12:** Lage der Luftmessstation in Neu-Isenburg

### 3.1.1.4 Offenbach

In Offenbach befand sich bis zum Jahr 2005 eine stationäre Luftmessstation des städtischen Hintergrunds, die im Zuge der Umstrukturierung des hessischen Luftmessnetzes im Jahr 2005 abgebaut wurde. Seit Januar 2008 werden die Stickstoffdioxidkonzentrationen an drei Standorten mittels  $\text{NO}_2$ -Passivsammlern ermittelt.



◆ verkehrsbezogene  
Messungen durch  $\text{NO}_2$ -  
Passivsammler an der Main-  
straße, der Bieberer Straße  
sowie der Unteren Grenz-  
straße

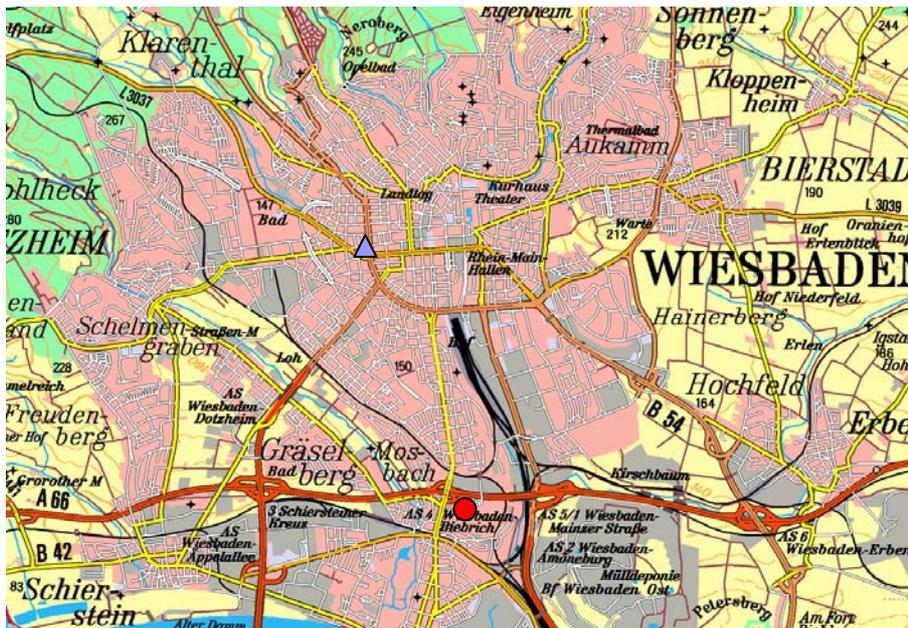
Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 13:** Lage der Passivsammler in Offenbach

Die Standorte der Passivsammler sind so gewählt, dass sie den Vorgaben zu Nr. 3.1.1 a) dieses Kapitels entsprechen, da hier die höchsten Konzentrationen in Offenbach auftreten. Mittelfristig ist vorgesehen, eine der derzeit temporären Luftmessstationen wieder in Offenbach zu installieren.

### 3.1.1.5 Wiesbaden

In Wiesbaden befinden sich zwei stationäre Luftmessstationen.



- ▲ verkehrsbezogene Messstation an der Ringkirche (Wi-Ringkirche)
- Messstation des städtischen Hintergrunds Am Hohen Stein (Wi-Süd)

Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 14:** Lage der Luftmessstationen in Wiesbaden

Die Messstation an der Ringkirche entspricht den Vorgaben zu Nr. 3.1.1 a) dieses Kapitels. Zur Erfassung der allgemeinen Exposition der Bevölkerung dient die Station Am Hohen Stein, Nr. 3.1.1 b).

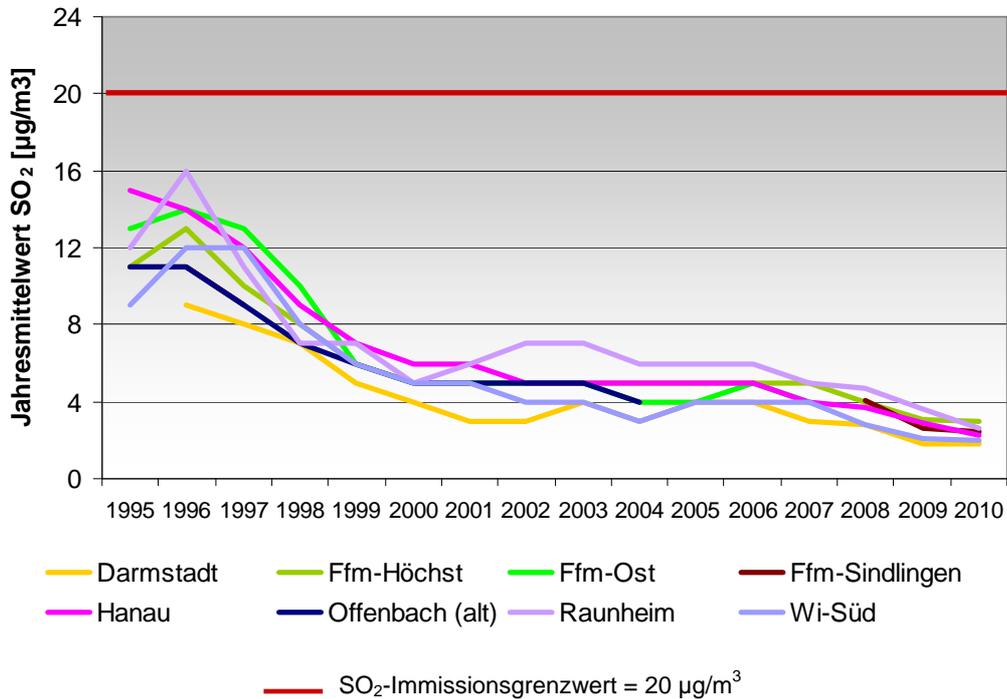
Im Ballungsraum Rhein-Main befinden sich neben einer Reihe von verkehrsbezogenen Messstationen auch viele Stationen des städtischen Hintergrunds, deren Werte die allgemeine Exposition der Bevölkerung mit Luftschadstoffen repräsentieren. Gerade an diesen Stationen werden bereits seit längerer Zeit Luftschadstoffkonzentrationen gemessen. So wird an den Stationen des städtischen Hintergrunds in Darmstadt, Hanau und Wiesbaden bereits seit dem Jahr 1977 Schwefel- und Stickstoffdioxid gemessen. Ende der 70er Jahre nahm auch die Station Frankfurt-Höchst ihren Messbetrieb auf. Die ersten verkehrsbezogene Stationen kamen erst in den neunziger Jahren hinzu.

## 3.1.2 Entwicklung der Messwerte

### 3.1.2.1 Schwefeldioxid

Schwefeldioxid entsteht insbesondere bei der Verbrennung schwefelhaltiger fossiler Brennstoffe wie Kohle und Erdöl. In den 70er und 80er Jahren kam es durch die Emissionen von Schwefel-

dioxid aus den Feuerungsanlagen vor allem im Winterhalbjahr zu den berüchtigten Smogereignissen.



**Abbildung 15:** Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

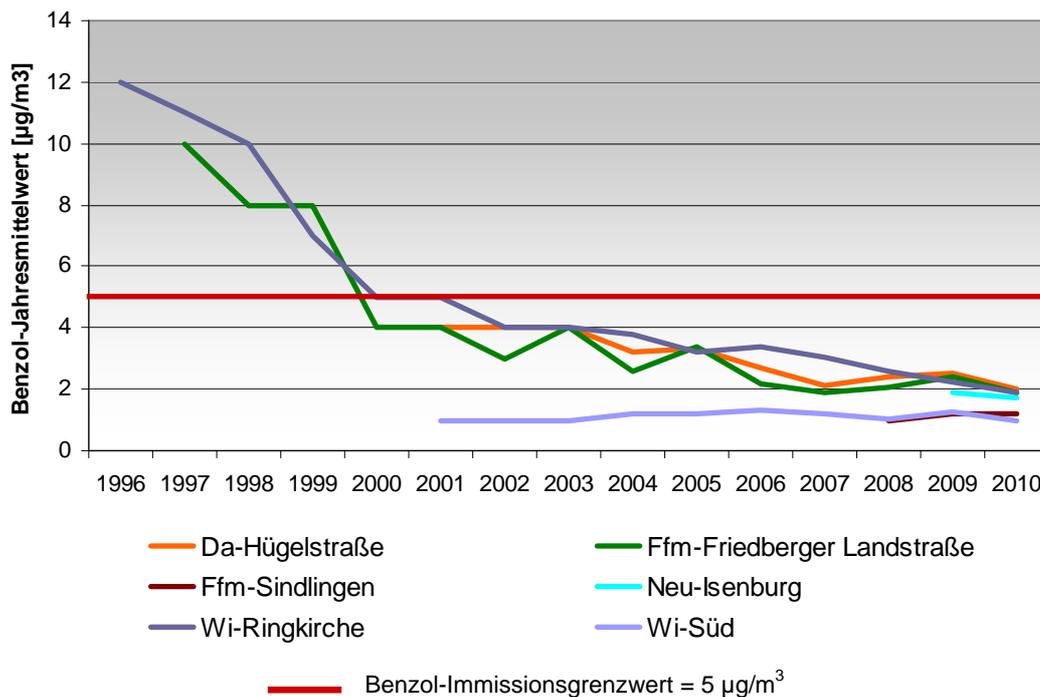
Bei Inversionswetterlagen führten die hohen Schwefeldioxid-, Staub- und Rußkonzentrationen zu gesundheitsschädlichen, nebelähnlichen Luftverschmutzungen. Die Folge waren Einschränkungen im Verkehr und bei Industrieanlagen. Die Luftqualität hat sich seit den 70er Jahren sehr verbessert. Vor allem bei Schwefeldioxid konnten die Immissionskonzentrationen durch Maßnahmen an Industrieanlagen in den 80iger und 90iger Jahren so weit verringert werden, dass seit Jahren der Immissionsgrenzwert deutlich unterschritten wird. Daher wird heute bereits die Anzahl der Probenahmestellen verringert.

Schwefeldioxid wird nur an den Messstationen des ländlichen oder städtischen Hintergrunds gemessen. Die Messung von Schwefeldioxid wurde nicht an allen Messstationen kontinuierlich vorgenommen. Seit 2008 wird in Frankfurt-Ost kein SO<sub>2</sub> mehr gemessen; in Frankfurt-Sindlingen wurde in der Zeit von 1998 bis 2007 keine Messstation betrieben und die Station in Offenbach wurde im Jahr 2005 abgebaut.

### 3.1.2.2 Benzol

Bis zum Jahr 2000 wurde Benzol, ein natürlicher Bestandteil des Rohöls, dem Kraftstoff beige-mischt, da es dazu beigetragen hat, dass der Kraftstoff kloppfrei verbrennt. Aufgrund seiner krebserregenden Wirkung ist seither keine Zumischung mehr erlaubt. Die maximale Konzentration im Kraftstoff darf 1,0 Vol% nicht überschreiten. Mit dem Verbot der Beimischung von Benzol gingen die Luftschadstoffkonzentrationen deutlich zurück.

Da Benzol im Wesentlichen durch Verkehrsabgase emittiert wird, wird der Luftschadstoff mit einer Ausnahme an der Messstation des städtischen Hintergrunds Wiesbaden-Süd auch nur an verkehrsbezogenen Messstationen gemessen.



**Abbildung 16:** Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Benzol

### 3.1.2.3 Feinstaub

Unter dem Begriff „Feinstaub“ (PM10) ist kein definierter Luftschadstoff zu verstehen, sondern es werden alle Partikel, also Teilchen, mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 10 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) darunter subsumiert.

Feinstaub wird erst seit dem Jahr 2000 gemessen, da für diese Staubkorngröße erst mit der 1. Tochterrichtlinie [2] aus dem Jahr 1999 ein Grenzwert festgelegt wurde. Vorher wurden die Konzentrationen von Schwebstaub gemessen, der auch größere Teilchen enthält.

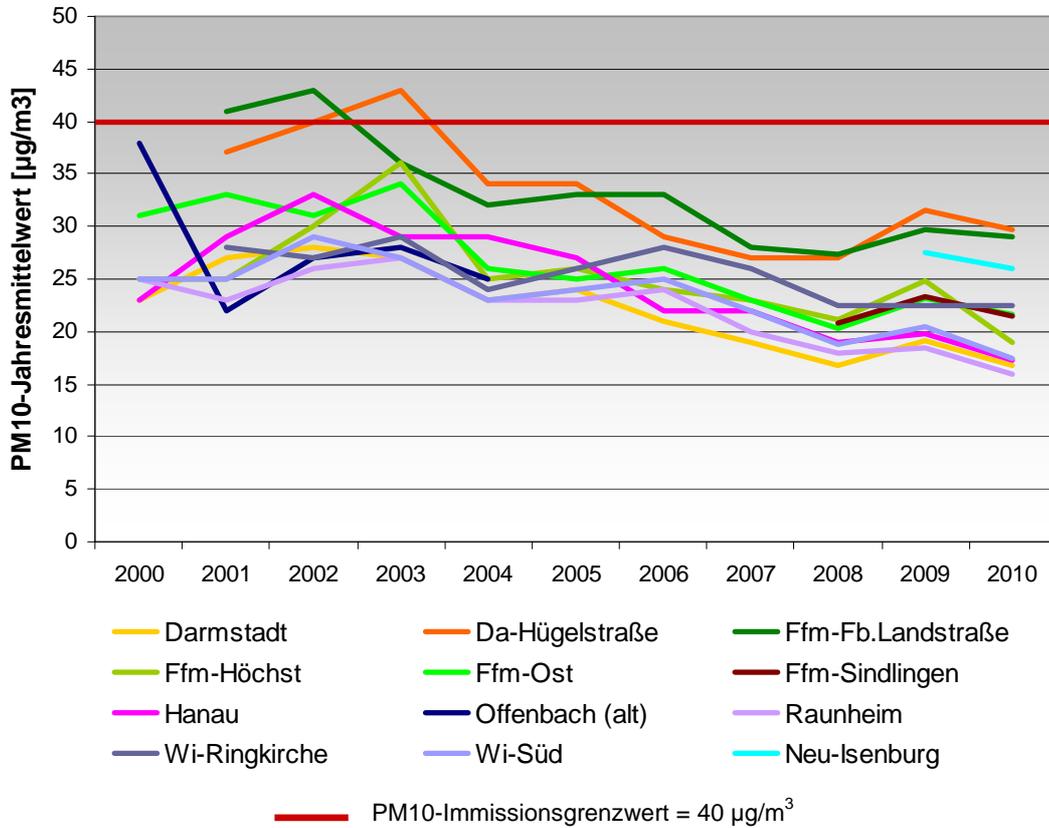
Diese Teilchen können völlig unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung und Herkunft sein. Insbesondere werden Salze wie Sulfate, Nitrate, Chloride oder organisch gebundener Kohlenstoff dazu gezählt. Ein Teil des Feinstaubes stammt von natürlichen Quellen wie Seesalz, Saharastaub, bestimmte Pollen oder auch Bodenverwehungen von brach liegenden Flächen.

Seit Januar 2010 werden auch Teilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als  $2,5 \mu\text{m}$  gemessen. Nach EU-Vorgaben gibt es einen Zielwert in Höhe von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für die Einhaltung von PM2,5, der nach Möglichkeit nicht überschritten werden soll. Dieser Zielwert wird im Jahr 2015 in gleicher Höhe zu einem Grenzwert umgewandelt. PM2,5 wird im Ballungsraum Rhein-Main an den beiden verkehrsbezogenen Messstationen Frankfurt-Friedberger Landstraße und Wiesbaden-Ringkirche sowie an den städtischen Stationen Frankfurt-Ost und Wiesbaden-Süd gemessen.

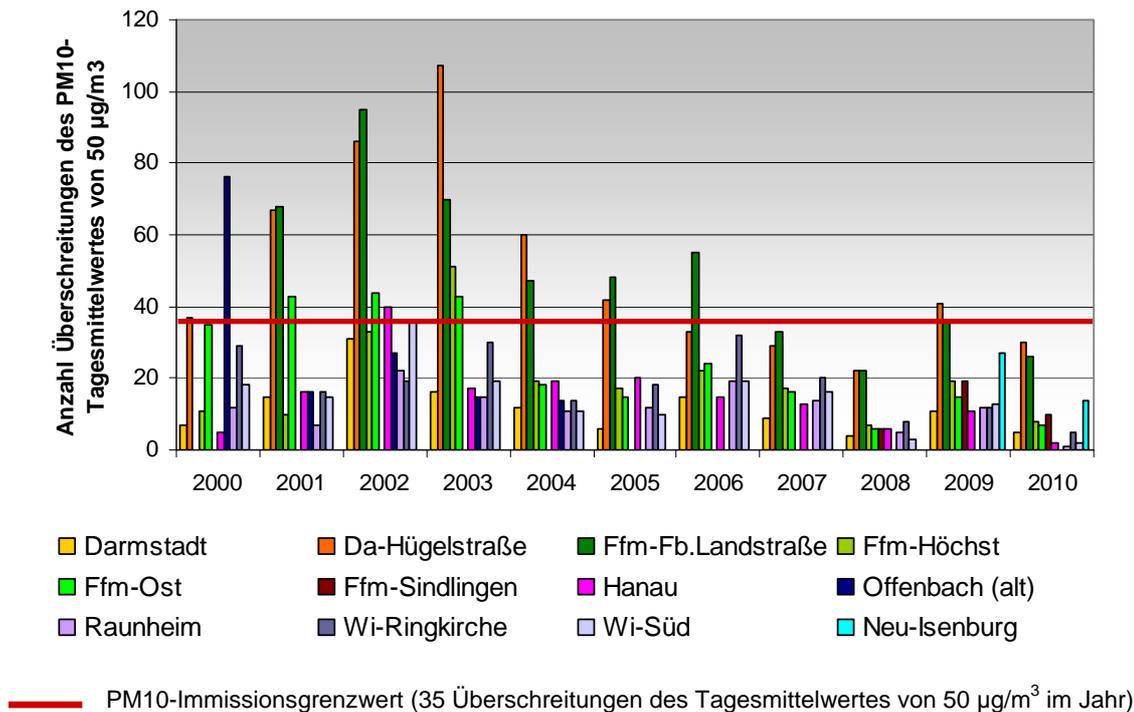
Für Feinstaub existieren zwei Immissionsgrenzwerte. Ein Jahresmittelwert sowie Tagesmittelwert, der nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden darf. Die Fa. IVU Umwelt GmbH hat einen statistischen Zusammenhang zwischen dem PM10-Jahresmittelwert und der Anzahl an Tagen mit einem PM10-Tagesmittelwert über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durch Auftragung der Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Tagesmittelwertes gegen die jeweiligen Jahresmittelwerte hergestellt. Nachzulesen in den „Ausbreitungsberechnungen für den Ballungsraum Rhein-Main als Beitrag zur Ursachenanalyse für den Luftreinhalteplan Rhein-Main“ der IVU Umwelt GmbH ([http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse\\_rhein\\_main.b](http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse_rhein_main.b)

90.pdf). Die so erhaltene Funktion zeigt, dass bei einem Jahresmittelwert von ca. 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  der Grenzwert von 35 Tagen mit Überschreitungen des PM10-Tagesmittelwertes erreicht wird.

Die Entwicklung des Jahresmittelwertes wird in Abbildung 17 dargestellt, die Entwicklung der Anzahl an Überschreitungen des Tagesmittelwertes in Abbildung 18.



**Abbildung 17:** Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Feinstaub als Jahresmittel (PM10)

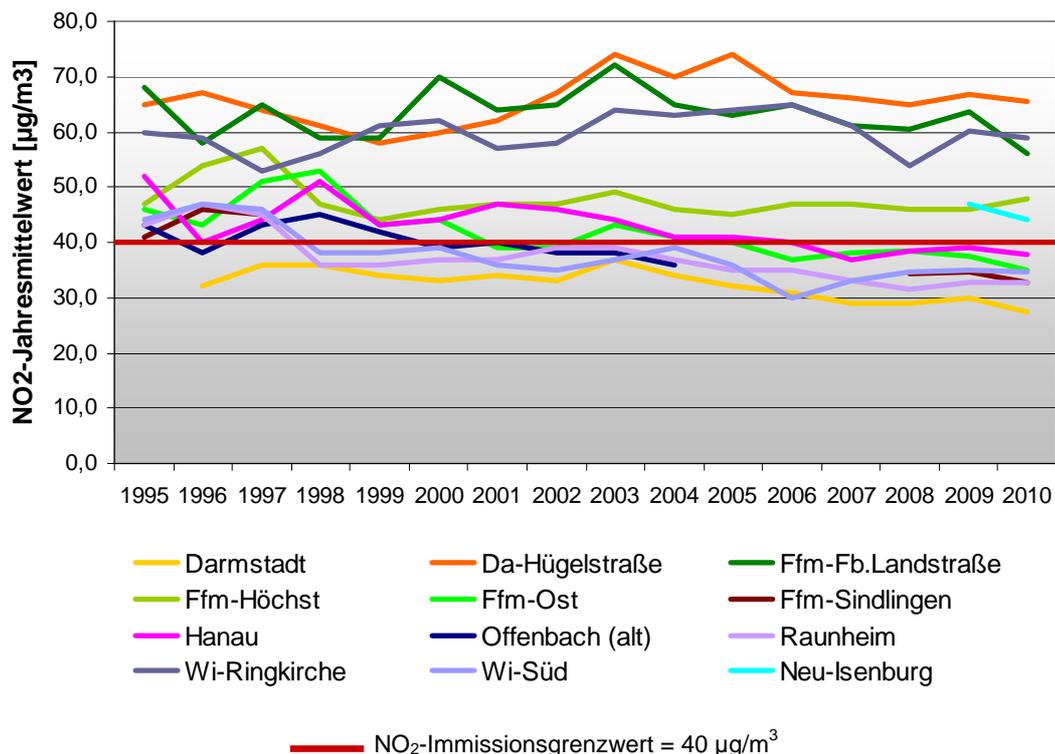


**Abbildung 18:** Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Feinstaub als Anzahl an Überschreitungen des PM10-Tagesmittelwertes im Jahr



onsmindernde Maßnahmen greifen. Sie reicht aber nicht aus, um das Problem gesundheitsgefährdend hoher Stickstoffdioxidkonzentrationen zu lösen. Die Summe der Stickstoffoxide ist nur zum Schutz der Vegetation an emissionsfernen Standorten – mehr als 20 km entfernt von Ballungsräumen oder 5 km von Bebauung, Industrie oder Bundesfernstraßen – begrenzt. Ein derartiger Standort existiert in Hessen nicht.

Der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) ist dagegen nahezu überall in der Außenluft einzuhalten. Die Messungen zeigen, dass die zulässigen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen praktisch an allen verkehrsbezogenen Messstationen weit überschritten sind. Ein Vergleich mit den Messergebnissen der Stationen des städtischen Hintergrunds macht deutlich, dass die Überschreitungen im Wesentlichen von den Verkehrsabgasen verursacht werden.



**Abbildung 20:** Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Die entgegen dem deutlich fallenden Trend der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen unverändert hohen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen, die insbesondere an den verkehrsbezogenen Messstationen registriert werden, zeigen eine Entwicklung der motorbedingten Abgasemissionen, die in dieser Form nicht vorausgesehen wurde.

Die unverändert hohen Stickstoffdioxidkonzentrationen zeigen, dass der Anteil des direkt emittierten NO<sub>2</sub> inzwischen deutlich höher liegt, als dies noch vor 10 Jahren der Fall war. Mitte der 90er Jahre betrug der Anteil des direkt emittierten NO<sub>2</sub> am verkehrsbedingten Gesamtstickstoffoxidausstoß ca. 5 %. Innerhalb von nur zehn bis fünfzehn Jahren stieg er auf 20 bis 25 % an. Vor allem Diesel-Pkw mit eingebautem Partikelfilter können bis zu 80 % der Stickstoffoxide direkt als Stickstoffdioxid emittieren [13]. Bei Fahrzeugen mit Otto-Motor (Benziner) sind die Stickstoffoxidemissionen insgesamt sehr gering und auch das Verhältnis von direkt emittiertem NO<sub>2</sub> zum Gesamtstickstoffoxidausstoß (NO<sub>x</sub>) niedrig (siehe auch Abbildungen 36 und 37). Dieselfahrzeuge emittieren generell mehr Stickstoffoxide, wobei erst ab Euro 5 der Anteil des direkt emittierten Stickstoffdioxids gegenüber Fahrzeugen der Euronormen zwei bis vier wieder sinkt. Ab Euro 3 geht der Gesamtstickstoffoxidausstoß jedoch zurück.

## 3.2 Beurteilung der Luftqualität aufgrund von Ausbreitungsrechnungen

Durch Ausbreitungsrechnungen lässt sich die Verteilung von Luftschadstoffen in der Atmosphäre in Rechenmodellen nachvollziehen. Mit Hilfe solcher Modellrechnungen kann eine Aussage über den Ferneintrag von Luftschadstoffen mit der in den Ballungsraum einströmenden Luft als auch über die Immissionsanteile aus der Industrie, den Gebäudeheizungen und dem Kfz-Verkehr getroffen werden.

Für den Ballungsraum Rhein-Main wurde eine Modellrechnung beauftragt, die mittels des photochemischen Transportmodells REM-CALGRID (RCG) den Ferntransport sowie die städtische Vorbelastung im Ballungsraum Rhein-Main berechnet. Die Zusatzbelastung des Straßenraums wurde für 30 Straßenabschnitte in den betroffenen Städten mit dem Canyon-Plume-Modell (CPB) ergänzt. Untersucht wurden die Luftschadstoffe PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> für das Bezugsjahr 2005. Das komplette Gutachten ist auf der Internetseite des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie unter

[http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse\\_rhein\\_main\\_b90.pdf](http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse_rhein_main_b90.pdf) eingestellt und kann dort eingesehen oder heruntergeladen werden. Hier werden auch die genauen Eingangsparameter aufgeführt, die Grundlage der Berechnungen waren.

	Gesamtbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]	Ferntransport/ Hintergrund [%]	Städtische Zusatzbelastung [%]			Zusatzbelastung lokaler Verkehr [%]
			Industrie	Gebäude	Verkehr	
<b>Darmstadt:</b>						
Bleichstraße	59,7	17,1	3,9	7,8	24,8	46,5
Heinrichstraße	66,2	14,9	2,5	6,9	20,9	54,8
Hügelstraße	63,6	16,0	3,6	7,3	23,2	49,8
Kasinostraße	48,3	21,1	4,8	9,7	30,6	33,9
Rhönring	43,4	21,5	2,9	11,4	26,5	37,8
<b>Frankfurt am Main:</b>						
Höhenstraße	61,3	21,1	2,6	10,2	28,4	37,8
Friedberger Landstraße	55,5	23,3	2,9	11,2	31,4	31,2
Bleichstraße	53,1	24,2	3,1	12,1	33,5	27,1
Eschersheimer Landstraße	52,8	25,1	3,0	12,5	33,0	26,4
Hochstraße	64,3	20,4	2,6	10,2	28,0	38,7
Mainzer Landstraße	65,1	21,4	2,7	9,8	28,4	37,6
Taunusstraße	50,3	27,7	3,5	12,7	36,8	19,3
Schweizerstraße	47,7	26,8	3,5	13,5	37,5	18,7
Sindlinger Bahnstraße	47,3	27,0	5,7	11,5	32,0	23,8
Bockenheimer Landstraße	51,1	27,3	3,3	12,7	34,0	22,7
Königsteiner Straße	45,8	29,5	5,7	12,3	33,5	19,0
Alte Falterstraße	49,5	34,6	4,0	10,2	38,3	13,0
Lorscher Straße	51,4	28,8	3,5	10,6	35,4	21,6

	Gesamtbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]	Ferntransport/ Hintergrund [%]	Städtische Zusatzbelastung [%]			Zusatzbelastung lokaler Verkehr [%]
			Industrie	Gebäude	Verkehr	
Offenbacher Landstraße	45,2	24,6	3,7	12,5	37,9	21,3
<b>Hanau:</b>						
Barbarossastraße	38,5	23,1	6,4	11,3	36,4	22,8
Hanauer Vorstadt	50,1	18,2	4,1	9,0	28,5	40,2
<b>Mörfelden-Walldorf:</b>						
Westendstraße	49,6	21,4	2,9	7,3	29,2	39,2
<b>Neu-Isenburg:</b>						
Frankfurter Straße	54,4	19,8	2,6	9,2	33,0	35,3
<b>Offenbach:</b>						
Bieberer Straße West	45,3	22,1	3,8	11,6	35,4	27,1
Mainstraße Ost	52,4	19,1	3,3	10,0	30,6	37,0
Untere Grenzstraße	51,4	18,6	4,1	10,0	28,0	39,3
Waldstraße	44,1	22,0	3,8	12,1	36,5	25,7
<b>Wiesbaden:</b>						
Kaiser-Friedrich-Ring	52,8	21,1	4,4	9,5	23,2	41,8
Schiersteiner Straße	55,6	19,9	3,7	9,0	22,5	44,9
Aarstraße	40,9	25,9	3,9	12,2	23,2	34,8
<b>Mittelwert</b>	<b>51,9</b>	<b>22,8</b>	<b>3,7</b>	<b>10,6</b>	<b>30,7</b>	<b>32,3</b>

**Tabelle 4:** Berechnete Anteile der verschiedenen Emittenten an (berechneten) Jahresmittelwerten von NO<sub>2</sub> (Bezugsjahr: 2005)

Bei Stickstoffdioxid entspricht der Anteil des Ferntransports praktisch dem regionalen Hintergrund, den z.B. auch die Messstation in Fürth im Odenwald aufzeigt. Er trägt mit ca. 23 % oder 12 µg/m<sup>3</sup> zur Belastung mit Stickstoffdioxid bei. Die Berechnungsergebnisse belegen den hohen Anteil des Kfz-Verkehrs an der Luftschadstoffbelastung, der im Schnitt bei 63 % liegt, mit einer Schwankungsbreite von min. 41,5 % und max. 83,4 %.

Der Anteil des über den Ferntransport in die Region eingetragenen Feinstaubes liegt mit fast 44 % relativ hoch. Das hat zur Folge, dass praktisch die Hälfte der Feinstaubbelastung nicht mit regionalen oder lokalen Maßnahmen beeinflussbar ist.

	Gesamtbelastung [µg/m <sup>3</sup> ]	Ferntransport/ Hintergrund [%]	Städtische Zusatzbelastung [%]			unbekannt [%]	Zusatzbelastung lokaler Verkehr [%]
			Industrie	Gebäude	Verkehr		
<b>Darmstadt:</b>							
Bleichstraße	30,7	40,8	2,3	3,2	10,2	17,0	26,5
Heinrichstraße	32,2	38,9	2,2	3,0	8,8	15,9	31,3

	Gesamt- belas- tung [µg/m <sup>3</sup> ]	Ferntransport/ Hintergrund [%]	Städtische Zusatzbelastung [%]			unbe- kannt [%]	Zusatzbelas- tung lokaler Verkehr [%]
			Industrie	Gebäude	Verkehr		
Hügelstraße	33,4	37,5	2,1	3,0	9,4	15,6	32,4
Kasinostraße	28,7	43,7	2,5	3,5	10,9	18,2	21,3
Rhönring	24,5	50,5	2,9	3,9	9,5	20,0	13,3
<b>Frankfurt am Main:</b>							
Höhenstraße	32,6	37,6	1,7	4,3	12,6	16,9	26,8
Friedberger Landstraße	30,0	40,8	1,9	4,7	13,7	18,3	20,6
Bleichstraße	28,7	42,6	2,0	4,9	14,3	19,1	17,0
Eschersheimer Land- straße	28,7	42,7	2,0	5,0	14,3	19,2	16,9
Hochstraße	33,5	36,5	1,9	4,2	12,3	16,5	28,6
Mainzer Landstraße	34,3	35,7	1,8	4,2	12,9	16,4	29,0
Taunusstraße	27,3	44,8	2,3	5,3	16,2	20,6	10,9
Schweizer Straße	26,4	46,0	2,5	5,1	15,0	20,6	10,7
Sindlinger Bahnstraße	24,5	49,4	3,8	4,5	12,4	21,0	9,0
Bockenheimer Landstra- ße	27,4	44,8	2,1	5,3	15,0	20,2	12,7
Königsteiner Straße	25,3	48,0	4,7	4,9	12,9	21,1	8,4
Alte Falterstraße	26,1	47,0	2,8	4,8	17,0	21,5	6,8
Lorscher Straße	27,8	44,0	2,2	4,6	15,7	20,0	13,5
Offenbacher Landstraße	24,9	48,2	3,1	4,3	13,3	20,7	10,3
<b>Hanau:</b>							
Barbarossastraße	23,9	51,6	3,8	4,2	10,6	21,0	8,8
Hanauer Vorstadt	27,1	45,2	2,8	3,8	10,2	18,6	19,4
<b>Mörfelden-Walldorf:</b>							
Westendstraße	25,0	48,9	2,6	2,9	10,2	19,4	15,9
<b>Neu-Isenburg:</b>							
Frankfurter Straße	28,6	42,3	2,0	3,1	12,7	18,0	21,8
<b>Offenbach:</b>							
Bieberer Straße West	25,3	48,1	2,6	4,3	13,0	20,4	11,7
Mainstraße Ost	27,9	43,5	2,3	3,9	11,7	18,4	20,2
Untere Grenzstraße	27,7	43,9	3,6	3,7	10,4	18,5	20,0
Waldstraße	25,2	48,2	2,5	4,3	12,6	20,3	12,1
<b>Wiesbaden:</b>							
Kaiser-Friedrich-Ring	33,8	35,6	2,1	3,0	8,3	14,7	36,3
Schiersteiner Straße	35,8	33,6	1,9	2,8	7,9	13,9	40,0
Aarstraße	23,0	51,8	2,2	4,0	9,1	20,1	12,9
<b>Mittelwert</b>	<b>28,3</b>	<b>43,7</b>	<b>2,5</b>	<b>4,1</b>	<b>12,1</b>	<b>18,7</b>	<b>18,8</b>

**Tabelle 5:** Berechnete Anteile der verschiedenen Emittenten an (berechneten) Jahresmittelwerten von PM10 (Bezugsjahr: 2005)

Für beide Luftschadstoffe (PM10 und NO<sub>2</sub>) unterschätzt das Modell im Mittel, was sich aus einem Vergleich der berechneten Jahresmittelwerte und der gemessenen Jahresmittelwerte für das Jahr 2005 ergibt (siehe Tabelle 6).

Da nur ein Teil der tatsächlichen Vorbelastung mit PM10 im Emissionskataster enthalten ist, wurde bei der Bildung der Gesamtbelastung die berechneten PM10-Vorbelastungskonzentrationen pauschal um 30 % erhöht, um die systematische Unterschätzung der PM10-Vorbelastung in erster Näherung zu korrigieren. So werden Emissionen z. B. von nicht der Emissionserklärungspflicht unterliegenden Anlagen, von Gebäudeheizungen unterhalb der überprüfungspflichtigen Leistung, aus der Landwirtschaft u.ä.m. nicht im Emissionskataster erfasst. Darüber hinaus kann das Modell die komplexe Bildung von Partikeln aus gasförmigen Primäremissionen nur stark vereinfacht erfassen. Nähere Ausführungen zu diesem Thema können dem Gutachten unter

[http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse\\_rhein\\_main\\_b90.pdf](http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse_rhein_main_b90.pdf) entnommen werden.

Die Ursache für die Unterschätzung der NO<sub>2</sub>-Immissionskonzentrationen liegt in der Unterschätzung der NO<sub>x</sub>-Kfz-Emissionen durch das Handbuch der Emissionsfaktoren 2.1, das den Berechnungen zugrunde lag. Eine Anpassung wie bei PM10 erfolgte bei NO<sub>2</sub> nicht.

	PM10			NO <sub>2</sub>		
	Messung	Modell	Abweichung [%]	Messung	Modell	Abweichung [%]
Darmstadt-Hügelstraße	34	33,4	-1,8	74	63,6	-14,0
Frankfurt-Friedberger Landstraße	33	30,0	-9,0	63	55,5	-11,9

**Tabelle 6:** Vergleich der gemessenen Jahresmittelwerte 2005 mit der für das Bezugsjahr 2005 modellierten Gesamtbelastung

Der Vergleich der berechneten Werte mit den Messwerten zeigt, dass das von der EU vorgegebene Datenqualitätsziel für Modellierungen erreicht wird.

## 4 Ursprung der Verschmutzung

### 4.1 Verursacher von Luftschadstoffen

Luftschadstoffe sind sowohl anthropogenen (vom Menschen geschaffen) als auch biogenen (von Lebewesen geschaffen) oder geogenen (von der Erde geschaffen) Ursprungs. Dies trifft insbesondere für Feinstaub (PM10) zu, der in manchen Teilen Europas in nicht unerheblichen Teilen aus Quellen stammt (z. B. Meersalzaerosole), die nicht mit Maßnahmen zu beeinflussen sind. Im Gegensatz dazu gehören Stickstoffdioxid oder die Stickstoffoxide insgesamt zu den ganz überwiegend anthropogen verursachten Luftschadstoffen. Es existieren zwar hierfür auch natürliche Quellen wie z. B. Waldbrände, Vulkanausbrüche, mikrobiologische Reaktionen in Böden oder ähnliches mehr, sie sind jedoch nur in sehr untergeordnetem Maß für die hohen Stickstoffdioxidkonzentrationen in unseren Städten verantwortlich. Stickstoffoxide entstehen in erste Linie bei Verbrennungsvorgängen. Wesentliche Emissionsverursacher sind der Verkehr, Industrieanlagen – hier vor allem Kraftwerke – sowie die Gebäudeheizung.

### 4.2 Liste der wichtigsten Emittenten

Das Emissionskataster umfasst die erhobenen Emissionsmengen gasförmiger und staubförmiger Luftverunreinigungen, die von den unterschiedlichen Emittentengruppen (Quellengruppen) freigesetzt werden. Es wird für das Bundesland Hessen vom HLUG geführt [14]. Von den sechs Emittentengruppen

- ▶ **biogene und nicht gefasste Quellen,**
- ▶ **Gebäudeheizung,**
- ▶ **Industrie,**
- ▶ **Verkehr (Kfz-, Schienen- und Schiffsverkehr sowie Flugverkehr bis 300 m über Grund),**
- ▶ **Kleingewerbe und**
- ▶ **privater Verbrauch und Handwerk**

haben der Kfz-Verkehr, die Industrie und die Gebäudeheizung im Hinblick auf die Einhaltung der Grenzwerte der 39. BImSchV die größte Relevanz für die Luftreinhalteplanung. In den 70er und 80er Jahren wurden die Emissionen ausschließlich innerhalb von vier hessischen Untersuchungsgebieten Kassel, Wetzlar, Rhein-Main und Untermain erhoben. Seit den 90er Jahren werden die Emissionskataster landesweit erstellt (siehe Tabelle 7).

Emittentengruppen	Grundlage	Erhebungsjahr <sup>1)</sup>					
Gebäudeheizung	5. BImSchVwV [15]		1994		2000	2006	
Industrie	11. BImSchV [16]	1992	1994	1996	2000	2004	2008
Kfz-Verkehr	5. BImSchVwV [15]	1990/91		1995	2000	2005	

<sup>1)</sup> Der zeitliche Abstand der Erhebungen wird durch die aktuelle gesetzliche Grundlage geregelt (siehe Spalte 2).

**Tabelle 7:** Übersicht der bislang landesweit erstellten Emissionserhebungen

Für die Kfz-Emissionswerte aus der Erhebung für 1990/91 wurden zum damaligen Zeitpunkt Faktoren verwendet, die teilweise aus heutiger Sicht überholt sind. Die Emissionsmengen von Stickstoffoxiden und Stäuben wurden seinerzeit deutlich über- und die von Benzol unterschätzt.

## 4.3 Gesamtmenge der Emissionen

### 4.3.1 Stickstoffoxide

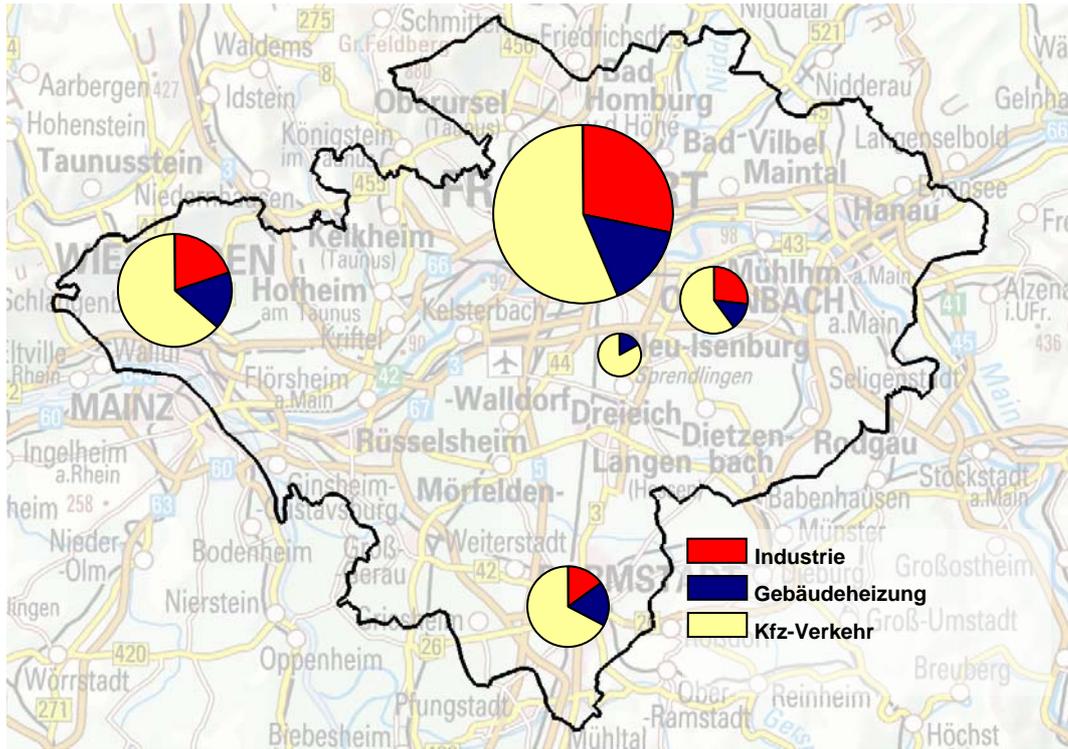
Die Tabelle 8 beschreibt die Emissionsbilanz der Stickstoffoxide NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub> + NO, berechnet als NO<sub>2</sub>) für die Stadt Frankfurt am Main, den Ballungsraum Rhein-Main und Hessen. Es werden die aktuellen Erhebungen dargestellt. Die Emissionsbilanz ist aufgliedert nach den Emissionsbeiträgen der Emittentengruppen Industrie, Gebäudeheizung und Kfz-Verkehr.

Emittentengruppe	Jahr	Frankfurt am Main		Ballungsraum Rhein-Main		Hessen	
		t/a	%	t/a	%	t/a	%
Gebäudeheizung	2006	1.092	15,1	4.086	13,0	10.900	13,2
Industrie	2008	2.057	28,4	6.646	21,2	11.634	14,1
davon Großfeuerungsanlagen [17]	2008	1.308	18,1	4.847,3	15,4	5.988,1	7,2
Kfz-Verkehr	2005	4.089	56,5	15.287	48,7	54.813	66,3
Flughafen Frankfurt am Main*	2005			5.383	17,1	5.383	6,5
<b>Summe</b>		<b>7.238</b>	<b>100</b>	<b>31.402</b>	<b>100</b>	<b>82.730</b>	<b>100</b>

\* Vorfeldverkehr sowie Starts und Landungen bis 914 m Höhe

**Tabelle 8:** Emissionsbilanz von NO<sub>x</sub> (Summe von NO und NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>)

Die räumliche Verteilung der NO<sub>x</sub>-Emissionen der drei Emittentengruppen Industrie, Gebäudeheizung und Kfz-Verkehr ist für die Kommunen Darmstadt, Frankfurt am Main, Neu-Isenburg, Offenbach am Main und Wiesbaden in Abbildung 21 dargestellt. Die Summe der Emissionen wird durch einen farbigen Kreis repräsentiert, dessen Größe proportional zur Emissionsrate ist. Die Kreisfläche ist hierbei in drei Sektoren mit unterschiedlichen Farben entsprechend dem Anteil der drei Emittentengruppen an der Emissionsrate unterteilt.



Kartengrundlage: © GeoBasis-DE /BKG [2008]

**Abbildung 21:** Räumliche Struktur der NO<sub>x</sub>-Emissionen (Summe von NO + NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>) im Ballungsraum Rhein-Main

### 4.3.2 Feinstaub

Entsprechend der Gliederung für die Stickstoffoxide wurden auch die Emissionen der Hauptemittenten von Feinstaub aufgelistet.

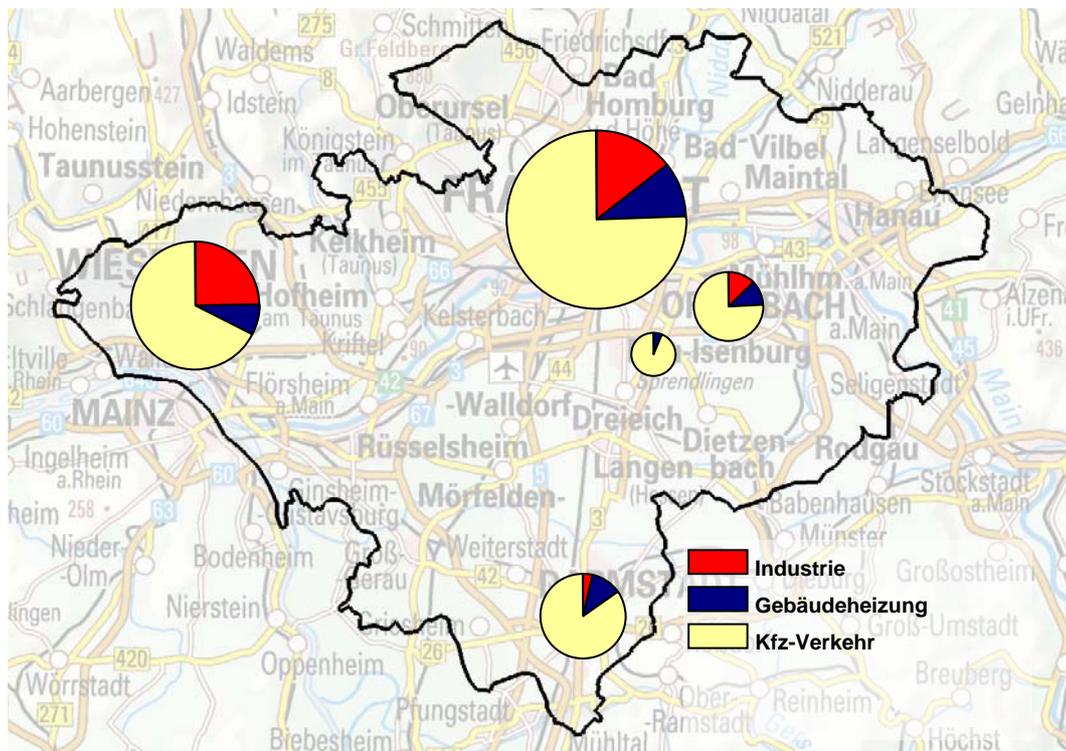
Emittentengruppe	Jahr	Frankfurt am Main		Ballungsraum Rhein-Main		Hessen	
		t/a	%	t/a	%	t/a	%
Gebäudeheizung	2006	49	1,8	186	10,0	894	14,1
Industrie	2008	73	14,6	260	14,0	1.217	19,2
davon Großfeuerungsanlagen [17]	2008	30	6,0	113,8	6,1	117,5	1,9
Kfz-Verkehr	2005	377	75,6	1.356	73,3	4.176	65,9
Flughafen Frankfurt am Main*	2005			49	2,6	49	0,8
<b>Summe</b>		<b>499</b>	<b>100</b>	<b>1.851</b>	<b>100</b>	<b>6.336</b>	<b>100</b>

\* Vorfeldverkehr sowie Starts und Landungen bis 914 m Höhe

**Tabelle 9:** Emissionsbilanz von PM10

Die räumliche Verteilung der PM10-Emissionen der drei Emittentengruppen Industrie, Gebäudeheizung und Kfz-Verkehr ist für die Kommunen Darmstadt, Frankfurt am Main, Neu-Isenburg, Offenbach am Main und Wiesbaden in Abbildung 22 dargestellt. Die Summe der Emissionen wird durch einen farbigen Kreis repräsentiert, dessen Größe proportional zur Emissionsrate ist.

Die Kreisfläche ist hierbei in drei Sektoren mit unterschiedlichen Farben entsprechend dem Anteil der drei Emittentengruppen an der Emissionsrate unterteilt.



Kartengrundlage: © GeoBasis-DE /BKG [2008]

**Abbildung 22:** Räumliche Struktur der PM10-Emissionen im Ballungsraum Rhein-Main

Die Masse der Feinstaubemissionen liegt etwa um das 10-fache niedriger im Vergleich mit den NO<sub>x</sub>-Emissionen. Dabei werden im Bereich des Verkehrs nicht nur die abgasbedingten Emissionen berücksichtigt, sondern auch die durch Abrieb und Aufwirbelung verursachten PM10-Emissionen.

## 5 Analyse der Lage

### 5.1 Analyse der Industrie-Emissionen

Das Emissionskataster Industrie erfasst die Emissionen der im Anhang der 4. BImSchV [18] genannten genehmigungsbedürftigen Anlagen. Die 11. BImSchV [16] verpflichtet die Betreiber dieser Anlagen, der zuständigen Überwachungsbehörde Emissionserklärungen vorzulegen. Betreiber von Anlagen, von denen nur in geringem Umfang Luftverunreinigungen ausgehen können, sind von der Pflicht zur Abgabe einer Emissionserklärung befreit. Die Befreiung von der Erklärungspflicht ist in § 1 der 11. BImSchV [16] geregelt.

Die Auswertungen beruhen auf den Daten der Emissionserklärungen für das Jahr 2008. In der nachstehenden Tabelle sind die Emissionen aus dem Bereich Industrie getrennt nach den Hauptgruppen der 4. BImSchV [18] aufgelistet. Dargestellt ist NO<sub>x</sub> als Summe von NO und NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>. Die ganz überwiegenden Anteile der NO<sub>x</sub>-Emissionen stammen aus der Hauptgruppe „Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie“.

Hauptgruppe	Beschreibung	Stadt Frankfurt am Main			Ballungsraum Rhein-Main		
		Anzahl	NO <sub>x</sub> [t/a]	PM10 [t/a]	Anzahl	NO <sub>x</sub> [t/a]	PM10 [t/a]
01	Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie	21	1.354,0	30,0	64	5.112,3	114,6
02	Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe	6	15,4	2,78	27	277,9	68,0
03	Stahl, Eisen und sonstige Metalle einschließlich Verarbeitung	3	0,06	0	40	25,9	3,2
04	Chemische Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraffination und Weiterverarbeitung	64	141,9	24,9	106	216,8	33,9
05	Oberflächenbehandlung mit org. Stoffen, Herst. bahnförmiger Materialien aus Kunststoffen, sonst. Verarbeitung von Harzen und Kunststoffen	3	0,36	0,09	12	34,1	9,2
06	Holz, Zellstoff	0	0	0	1	45,0	0,6
07	Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, landwirtschaftliche Erzeugnisse	3	8,6	9,1	10	9,1	15,4
08	Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen	7	292,4	1,3	22	908,8	8,6
09	Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen und Zubereitungen	3	0	1,1	8	0	6,6
10	Sonstiges	1	8,9	0	7	16,4	0,2
	<b>Summe</b>	<b>111</b>	<b>1.821,6</b>	<b>69,3</b>	<b>297</b>	<b>6.646,3</b>	<b>260,3</b>

**Tabelle 10:** Aufteilung der Industrieemissionen der Stadt Frankfurt am Main und des Ballungsraums Rhein-Main auf die Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2008)

## 5.2 Analyse der Gebäudeheizungs-Emissionen

Das Emissionskataster Gebäudeheizung enthält die Daten der nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen [14]. In ihm werden alle Feuerungsanlagen für die Beheizung von Wohneinheiten und für die Warmwasserbereitung sowie Feuerungsanlagen zur Erzeugung von Heiz- und Prozesswärme sonstiger Kleinverbraucher in Gewerbe, Industrie und öffentlichen Einrichtungen zusammengefasst, die nicht nach § 4 BImSchG [7] in Verbindung mit § 1 der 4. BImSchV [18] der Genehmigungspflicht unterliegen. Sie müssen aber dann den Anforderungen der 1. BImSchV [19] genügen. Die Emittentengruppe Gebäudeheizung setzt sich deshalb aus den Bereichen „private Haushalte“ und „sonstige Kleinverbraucher“ zusammen.

In der Tabelle 11 sind für einige Energieträger die Emissionsfaktoren von PM10 und NO<sub>x</sub> aufgelistet. Vor allem bei PM10 sind die Unterschiede zwischen Gas und den festen Brennstoffen deutlich.

Energieträger	Heizwert [kWh/kg]	PM10 [g/MWh]	NO <sub>x</sub> <sup>1)</sup> [g/MWh]
Heizöl EL	11,9	5,4	162
Erdgas	12,8	0,1	151
Flüssiggas	12,8	0,1	299
Holz, natur luftgetrocknet	4,2	140,4	216
Stroh	4,3	1.188,0	198
Braunkohlebrikett Lausitz	5,3	129,6	324
Braunkohlebrikett Rheinland	5,5	262,8	360
Koks (Steinkohle)	8,0	82,8	234
Anthrazit (Steinkohle)	8,9	19,4	126

<sup>1)</sup> Summe aus NO und NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>

**Tabelle 11:** Beispiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung [14]

Immissionsseitig ist noch zu beachten, dass die Emissionen aus dem Bereich Gebäudeheizung hauptsächlich in der kalten Jahreszeit freigesetzt werden. Die Freisetzung der Emissionen erfolgt durch Schornsteine über dem Dach und damit oberhalb der Straßenschluchten. Die vorgegebene Schornsteinhöhe von Wohngebäuden soll eine weitgehend freie Abströmung der Abgase gewährleisten. Allerdings sind die vorhandenen Schornsteine an Wohnhäusern oft nicht hoch genug, um eine ungestörte Abströmung mit der freien Luftströmung zu gewährleisten.

## 5.3 Analyse der Verkehrs-Emissionen

### 5.3.1 Allgemeines

Entscheidend für die Höhe der Emissionen ist nicht nur ein hohes Verkehrsaufkommen, sondern auch die Zusammensetzung der Kfz-Flotte. Maßnahmen zur Minderung der Immissionsbelastung beim Kfz-Verkehr sind für NO<sub>x</sub> und PM10 am effizientesten bei Dieselfahrzeugen und vor allem bei den schweren Lkws und Bussen.

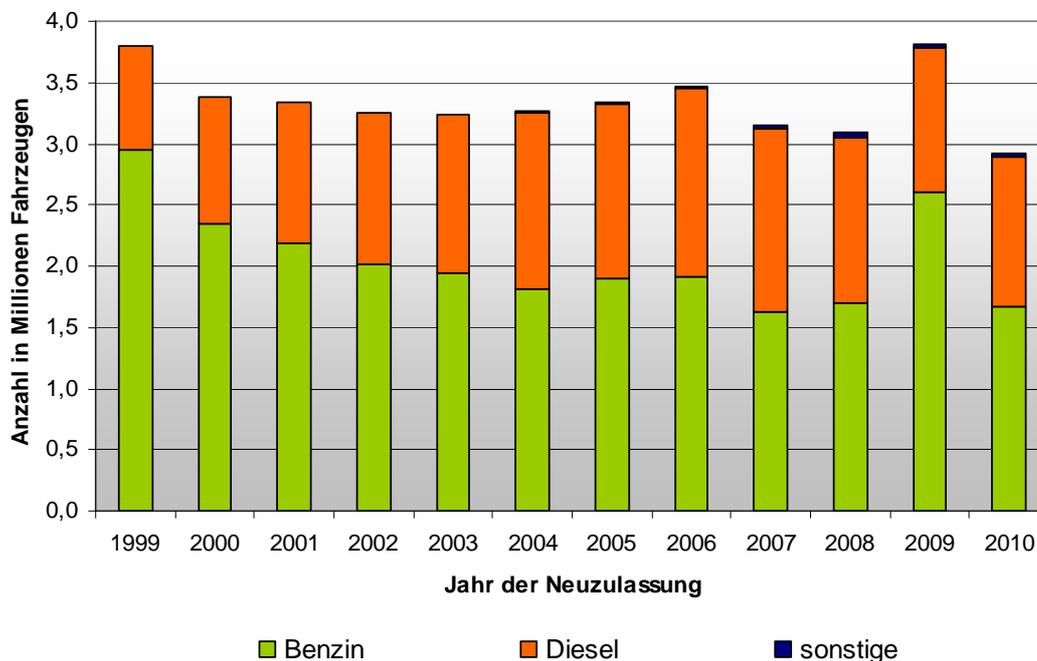
In Tabelle 12 sind die Emissionsfaktoren für PM10 und NO<sub>x</sub> zur Berechnung der Kfz-Emissionen aufgelistet. Die Anteile von Benzin- und Dieselmotoren an der jeweiligen Fahrzeug-

kategorie für das Bezugsjahr 2010 bilden die Grundlage für die Berechnung der durchschnittlichen Emissionsfaktoren [13].

Fahrzeugkategorie	PM10 [g / Fz km]	NO <sub>x</sub> [g / Fz km]	NO <sub>2</sub> [g / Fz km]
Pkw Benzin	0,002	0,180	0,009
Pkw Diesel	0,025	0,617	0,234
Kraftrad	0,000	0,136	0,007
leichte Nutzfahrzeuge Benzin	0,005	0,501	0,025
leichte Nutzfahrzeuge Diesel	0,085	1,017	0,269
schwere Nutzfahrzeuge	0,104	5,342	0,439
Reisebus	0,263	10,332	0,782
Linienbus	0,141	10,028	1,972

**Tabelle 12:** Durchschnittliche Emissionsfaktoren in Gramm pro Fahrzeugkilometer nach Fahrzeugkategorien für PM10, NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> innerorts nach HBEFA 3.1 für das Bezugsjahr 2010 [13]

Ein Problem stellt der inzwischen hohe Anteil der Pkws mit Dieselmotor dar (siehe Abbildung 23).

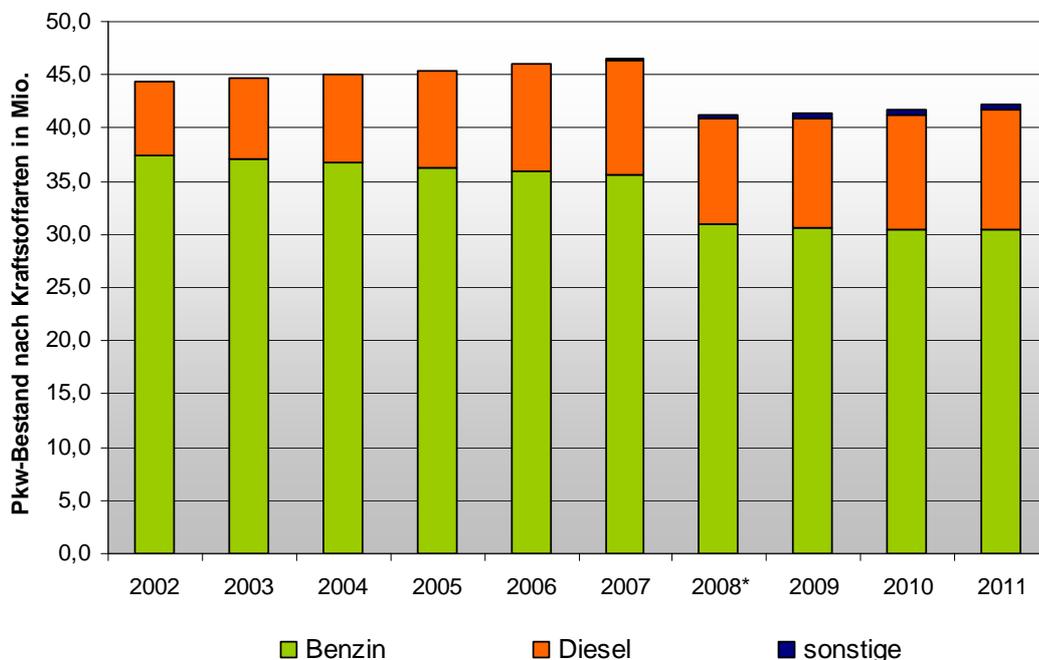


**Abbildung 23:** Neuzulassungen von Personenkraftwagen von 2000 bis 2010 in der Bundesrepublik Deutschland (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

Zwar gilt für Pkws bei den Erstzulassungen inzwischen die Euro-5-Norm, doch sind die Grenzwerte für Dieselmotoren immer noch erheblich höher als für Ottomotoren. Für Pkws mit Ottomotor liegt der NO<sub>x</sub>-Grenzwert bei 0,06 g/km, während der Grenzwert für Diesel-Fahrzeuge 0,180 g/km beträgt. Diese Grenzwerte werden allerdings nach den Untersuchungen der Fahr-

zeugemissionen im realen Straßenverkehr nicht eingehalten (siehe Abbildung 27). Im durchschnittlichen Innerortsbetrieb verursachen moderne Dieselmotoren (Euro 4 oder Euro 5) in Personenkraftwagen ca. 8-mal so viel NO<sub>x</sub> wie Fahrzeuge mit Ottomotor, zum großen Teil als direkte NO<sub>2</sub>-Emissionen. Dies resultiert zumindest teilweise daraus, dass die neue Generation von Diesel-Pkw mit eingebautem Partikelfilter einen Überschuss an Stickstoffdioxid produziert, um die Rußpartikel auf dem Filter bei niedrigeren Temperaturen vollständig abzureinigen zu können. Selbst der bei Dieselmotoren geringere Kraftstoffverbrauch von ca. 20 % gegenüber einem Ottomotor kann diesen Emissionsnachteil nicht ausgleichen. Bis zum Jahr 2007 stieg der Anteil der Diesel-Pkw an den bundesweiten Neuzulassungen konstant an. In den Folgejahren kam es zu einem leichten Rückgang, der aber nur bedingt als Trend eingeschätzt werden kann.

Das Jahr 2009 ragt aus der allgemeinen Statistik heraus, da in diesem Jahr die Abwrackprämie gewährt wurde. Nähere Ausführungen hierzu siehe Kapitel 6.1.3.2. Seit 2006 kann mit Ausnahme des Jahres 2009 ein Trend zu geringeren Zulassungszahlen erkannt werden. Dies hat jedoch nicht dazu geführt, dass auch der Bestand an Pkw sich insgesamt verringert hätte wie Abbildung 24 verdeutlicht. Ab dem Jahr 2008 wurden nur noch angemeldete Fahrzeuge ohne vorübergehende Stilllegung oder Außerbetriebsetzung in der Statistik geführt.

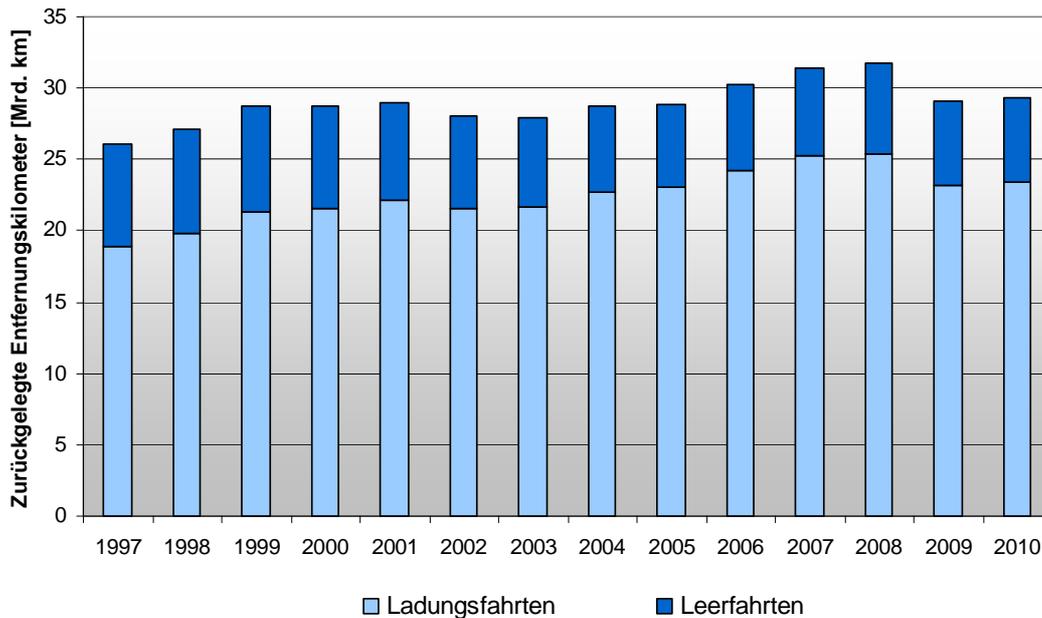


\*ab 2008 nur noch angemeldete Fahrzeuge ohne vorübergehende Stilllegung / Außerbetriebsetzung

**Abbildung 24:** Bestand an Personenkraftwagen nach Kraftstoffarten (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

Entgegen dem Zulassungstrend hat sich im Vergleich der letzten Jahre die Anzahl der Fahrzeuge im Bestand leicht erhöht. Das bedeutet, dass Fahrzeuge länger gefahren werden und die Fahrzeugflotte sich langsamer erneuert als noch vor fünf Jahren.

Zur Belastung mit Luftschadstoffen trägt natürlich auch die hohe Verkehrsleistung im Güterverkehr bei. In der Zeit zwischen 1997 und 2008 stieg allein das jährliche Verkehrsaufkommen deutscher Lastkraftwagen um 11 % oder mehr als 3.000 Mio. km (siehe Abbildung 25).



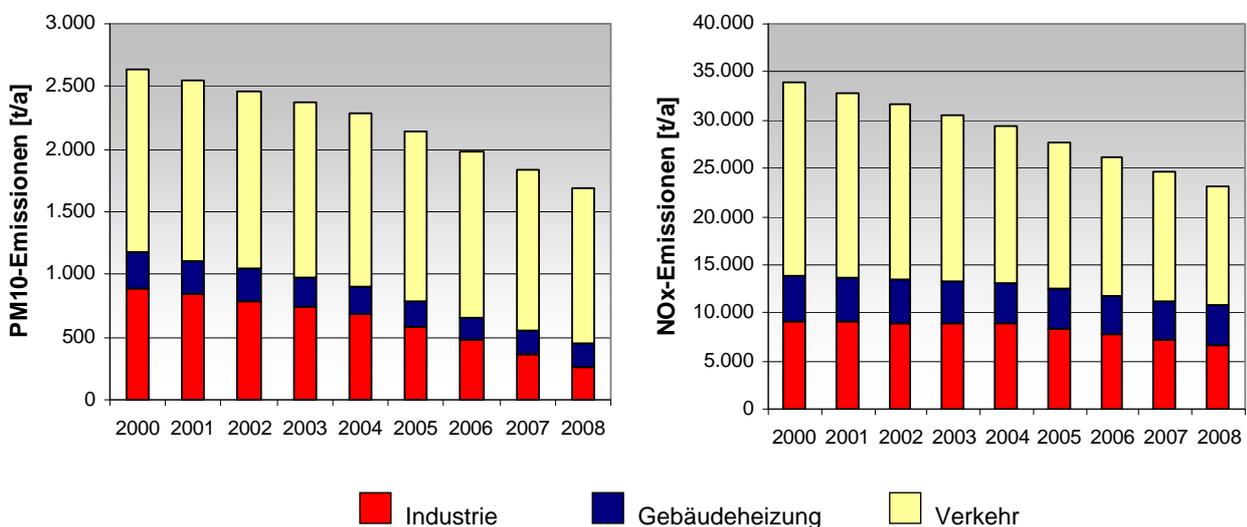
**Abbildung 25:** Verkehrsaufkommen deutscher Lastkraftwagen (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

Infolge der Wirtschaftskrise ging die Zahl 2009 zwar deutlich zurück, doch nach einer Prognose des Bundesverkehrsministeriums [20] wird eine Zunahme des Verkehrsaufkommens bis zum Jahr 2025 um 70 % prognostiziert.

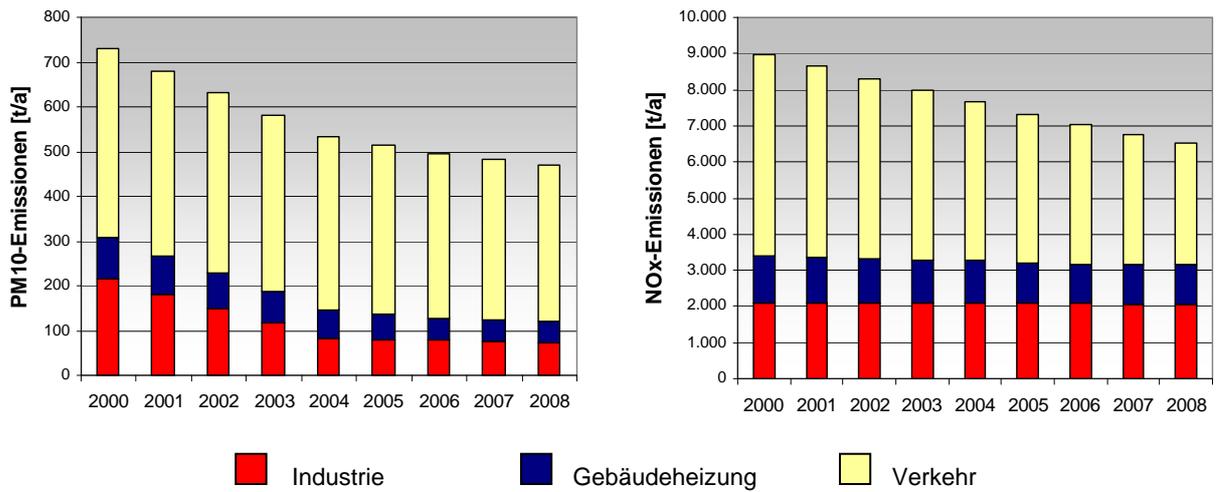
## 5.4 Entwicklung der Emissionssituation

Die Erfolge der früheren Maßnahmen zur Emissionsminderung werden mit den langjährigen Trendkurven zur Emissionsentwicklung aufgezeigt. Da Feinstaub erst ab dem Jahr 2000 gemessen wurde, beginnt die Trendbetrachtung in Abbildung 26 erst im Jahr 2000. Die Entwicklung für die vier hessischen Untersuchungsgebiete seit 1979 ist im Umweltatlas Hessen [20] veröffentlicht. Für die Jahre, in denen keine Erhebung durchgeführt wurde, sind die Daten durch Interpolation aus den Daten der Erhebungsjahre berechnet. Mit  $\text{NO}_x$  wird die Summe aus NO und  $\text{NO}_2$ , angegeben als  $\text{NO}_2$ , bezeichnet.

### Ballungsraum Rhein-Main



### Stadt Frankfurt am Main



**Abbildung 26:** Entwicklung der PM10- und NO<sub>x</sub>-Emissionen im Ballungsraum Rhein-Main und in der Stadt Frankfurt am Main in den Jahren 2000 bis 2008

Die in Abbildung 26 gezeigte Entwicklung der Emissionen von NO<sub>x</sub> und PM10 im Ballungsraum Rhein-Main sowie für die Stadt Frankfurt am Main belegen die insgesamt rückläufigen Emissionen in praktisch allen Bereichen.

## **6 Angaben zu bereits durchgeführten Maßnahmen**

### **6.1 Europaweite und nationale Maßnahmen zur Emissionsminderung**

#### **6.1.1 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Industrie**

Bereits seit Beginn der 70er Jahre konnten mit der Festlegung von Standards für die Emissionsminderung bei Industrieanlagen erhebliche Minderungen der Belastungen durch Staub und NO<sub>x</sub> verzeichnet werden. Im Rahmen der Umsetzung der Anforderungen der Luftqualitätsrahmenrichtlinie und der 1. Tochterrichtlinie wurden die Emissionsgrenzwerte für Industrieanlagen [21] insgesamt sowie der Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV [17]) im Besonderen deutlich verschärft. Im Zeitraum von August 2002 bis Oktober 2007 mussten sowohl neue wie auch alte Industrieanlagen einen um 60 % abgesenkten Emissionsgrenzwert für Staub und einen um 30 % abgesenkten Emissionsgrenzwert für NO<sub>x</sub> umsetzen. Auch die Anforderungen an Abfallverbrennungsanlagen (17. BImSchV [22]) wurden verschärft.

#### **6.1.2 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Gebäudeheizung**

Bei der Emittentengruppe Gebäudeheizung gab es zwischen 1980 und 2002 erhebliche Veränderungen. Günstige Gas- und Heizöl-Preise sowie die Bedienungsfreundlichkeit dieser Heizungsanlagen haben in den 70er und 80er Jahren verbreitet zu einem Ersatz von veralteten Kohlefeuerungen durch mit Gas oder Heizöl betriebene Heizungsanlagen im Bereich der Wohnhäuser geführt. Die 1979 in Kraft gesetzte und seither mehrfach fortgeschriebene 1. BImSchV (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen) [19] hat zusätzlich mit ihren Emissionsgrenzwerten und dem Gebot, die Emissionen regelmäßig durch Messungen von Sachverständigen überprüfen zu lassen, eine Basis geschaffen, bei Heizungsanlagen im Bereich der Emittentengruppe Gebäudeheizung eine Emissionsbegrenzung durchzusetzen.

Die Erkenntnis, dass insbesondere Einzelraumfeuerungsanlagen wie Kaminöfen besonders zur PM10-Belastung in einem Gebiet beitragen, haben dazu geführt, dass im Rahmen der letzten Novelle der 1. BImSchV im Januar 2010 strenge Anforderungen an die Staub- und Kohlenmonoxidemissionen selbst kleiner Anlagen ab 4 kW gestellt werden. Unter Berücksichtigung der Übergangsfristen zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte bei vorhandenen Anlagen ist davon auszugehen, dass ab 2015 die Staub- bzw. PM10-Emissionen dieser Anlagen im Bundesgebiet deutlich rückläufig sein dürften.

Bei den Maßnahmen zur Emissionsminderung im Bereich Gebäudeheizung ist zu unterscheiden zwischen den Anforderungen an die Feuerungsanlagen zur Emissionsminderung bzw. Emissionsbegrenzung und den Anforderungen an die Gebäude hinsichtlich Wärmedämmung. Gute Wärmedämmung führt zu einer Minderung des Heizwärmebedarfes und damit zur Vermeidung von Emissionen. Die Mindestanforderungen zur Energieeinsparung bei Gebäuden werden im Wesentlichen durch das Energieeinsparungsgesetz [23] und die Energieeinsparverordnung [24] festgelegt.

## 6.1.3 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Kfz-Verkehr

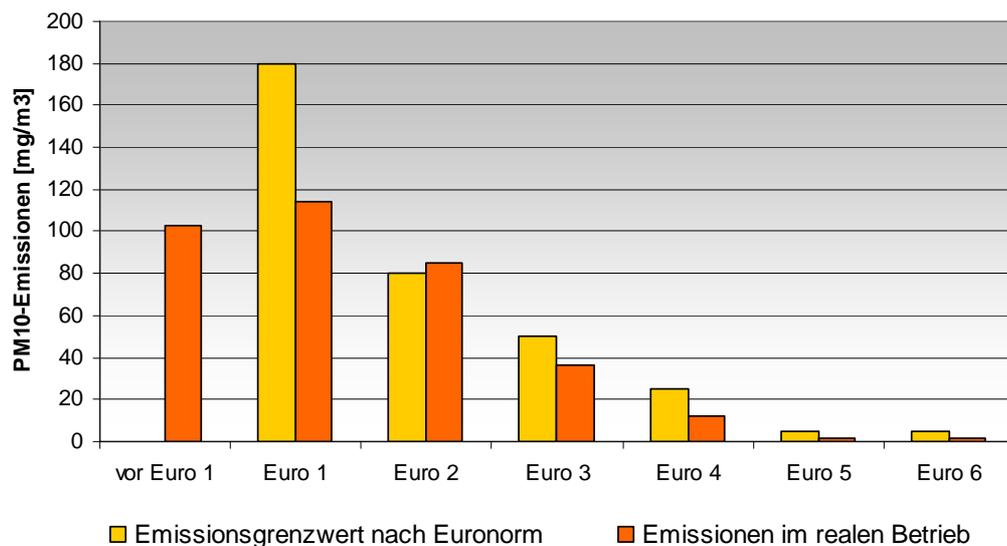
### 6.1.3.1 Verbesserung der Emissionsstandards von Fahrzeugen (Europa)

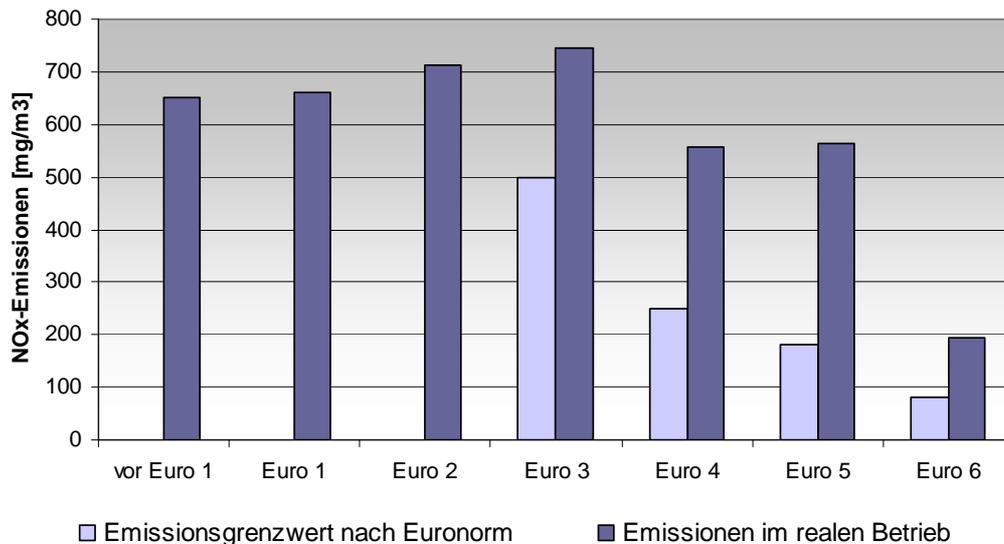
Die Minderung der spezifischen Emissionen am Fahrzeug erfolgt in erster Linie über die Begrenzung der Fahrzeugemissionen in Form der Euro-Normen als Abgasstandards. Darüber hinaus wird durch erhöhte Anforderungen an die Qualität der zum Betrieb der Kraftfahrzeuge eingesetzten Otto- und Diesel-Kraftstoffe ebenfalls eine Minderung bei bestimmten Luftschadstoffen wie Benzol, Blei und Schwefeldioxid erzielt. Beide Bereiche werden durch EG-Richtlinien geregelt. In den Tabellen 13 und 20 ist die Entwicklung der Abgasgesetzgebung (Euro-Normen) aufgeführt.

Pkw			Lkw und Busse		
Norm	Jahr	Richtlinie	Norm	Jahr	Richtlinie
			Euro 0	1988/90	88/77/EWG
Euro 1	1992	91/44/EWG, 93/59/EWG	Euro I	1992/93	91/542/EWG
Euro 2	1996	94/12/EG, 96/69/EG	Euro II	1995/96	91/542/EWG
Euro 3	2000	98/69/EG	Euro III	2000	1999/96/EG
Euro 4	2005	98/96/EG	Euro IV	2005/06	1999/96/EG
Euro 5	2009	715/2007/EG	Euro V	2008/09	1999/96/EG

**Tabelle 13:** Übersicht über die geltenden Abgasnormen der EU

Die vorgegebenen Emissionsgrenzwerte werden im „Normalbetrieb“ nicht immer eingehalten. Dies ist nach EU-Vorgaben auch nicht gefordert. Die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte muss nur für einen bestimmten Prüfzyklus nachgewiesen werden, der nicht unbedingt den normalen Betriebsbedingungen entspricht. Abbildung 27 zeigt am Beispiel eines Diesel-Pkw die Unterschiede deutlich auf. Dabei gelten die Emissionsfaktoren für Diesel-Pkw der jeweiligen Euro-Norm in mittleren Innerortssituationen und das Bezugsjahr 2010.





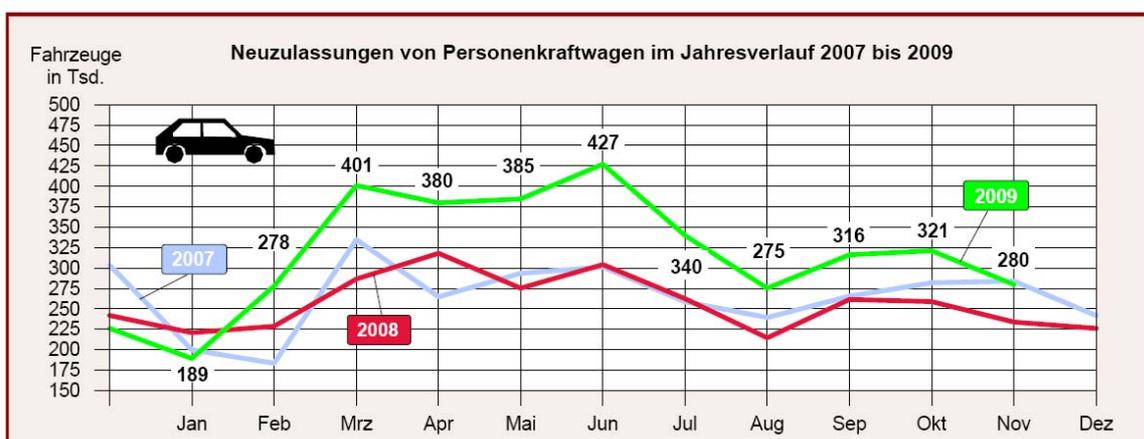
**Abbildung 27:** Vergleich der Emissionsgrenzwerte nach Euronormen mit den für den realen Betrieb ermittelten Emissionen (Emissionsfaktoren) für PM10 und NO<sub>x</sub> von Diesel-Pkw für die durchschnittliche Verkehrssituation innerorts, HBEFA 3.1, Bezugsjahr 2010 [13]

Für NO<sub>x</sub> wurde erst mit Einführung der Euro-3-Norm ein eigener Grenzwert festgelegt. Bis dahin galt ein Grenzwert für die Summe aus Stickstoffoxiden und Kohlenwasserstoffen.

Erst mit Einführung der Euro-VI-Norm für schwere Nutzfahrzeuge wurde in der entsprechenden EU-Verordnung in Art. 5 gefordert, dass die Motoren unter normalen Betriebsbedingungen den vorgegebenen Emissionen entsprechen müssen. Abbildung 27 zeigt einen Vergleich am Beispiel von Diesel-Pkw zu den nach EU-Verordnung vorgegebenen Emissionsgrenzwerten und den durchschnittlichen tatsächlichen Emissionen im Innerortsverkehr.

### 6.1.3.2 Fördermaßnahmen zur schnelleren Erneuerung der Fahrzeugflotte

Im Rahmen des deutschen Konjunkturprogramms wurde die Anschaffung eines Neu- bzw. Jahreswagens (Pkw) als Ersatz für ein Fahrzeug, das älter als neun Jahre ist, mit einer so genannten „Abwrackprämie“ in Höhe von 2.500,- € gefördert. Als Voraussetzung für den Erhalt der Prämie musste das alte Fahrzeug abgewrackt und ein neues oder neuwertiges Fahrzeug (Jahreswagen) erworben werden. Für die Förderung stellte die Bundesregierung Mittel in Höhe von 5 Milliarden Euro zur Verfügung, die im September 2009 aufgebraucht waren.



**Abbildung 28:** Neuzulassungen von Personenwagen im Jahresverlauf 2007 bis 2009 (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt [25])

Für den Zeitraum Januar bis November 2009 registrierte das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) eine Zunahme bei den Neuzulassungen von Pkw von 25,4 % gegenüber Januar bis November 2008 [25]. Den Vergleich zwischen den Neuzulassungen ab Januar 2009 mit den vorangegangenen Jahren zeigt Abbildung 28.

Bei dem geforderten Mindestalter von neun Jahren waren insbesondere Fahrzeuge der Euro-normen 2 und älter betroffen, die damit durch Euro-4- bzw. Euro-5-Pkw ersetzt werden konnten. Von den in Deutschland bis einschließlich Oktober 2009 neu zugelassenen Pkw entsprachen bereits 27,5 % der Emissionsklasse Euro 5 und 0,1 % der Emissionsklasse Euro 6. Die doch geringe Anzahl an Neuzulassungen mit Euro 5 und 6 hängt mit dem hohen Anteil an Kleinwagen zusammen, die zusammen einen Anteil von 63 % an den Neuzulassungen hatten. Diese Fahrzeuge wurden nur in geringem Umfang bereits mit Euro-5-Standard angeboten.

Entsprechend einem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit beauftragten Gutachten „Abwrackprämie und Umwelt – eine erste Bilanz“ des ifeu-Instituts [26] kann der Ersatz der alten Fahrzeuge durch Pkw mit moderner Abgastechnik die durch die Fahrzeuge verursachten NO<sub>x</sub>-Emissionen um 87 % verringern; bei den Partikelemissionen liegen die Minderungsraten sogar bei 99 %. Da die Neufahrzeuge jedoch nur etwa 5 % des gesamten Pkw-Bestandes darstellen, ist die Minderung der gesamten Verkehrsemissionen deutlich geringer. Die Gutachter schätzen sie auf ca. 5 % bei den Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) und 4 % bei den PM10-Emissionen.

### **6.1.3.3 Aktive Förderung des Partikelfiltereinbaus**

Nach einem Beschluss der Bundesregierung wurde für die Zeit vom 1. Januar 2006 bis zum 31. Dezember 2010 die Nachrüstung von Dieselfahrzeugen mit einem Rußpartikelfilter steuerlich gefördert. Bis zum 31. Juli 2009 betrug die Förderung 330 Euro als einmalige Befreiung von der Kfz-Steuer. Vom 1. August 2009 bis zum 31. Dezember 2010 wurde die Nachrüstung von Partikelfiltern für Diesel-Pkw auch mit einem Festbetrag von 330 Euro gefördert, der als Zuschuss direkt gezahlt wird. Im Gegenzug wurde für Dieselfahrzeuge, die nicht dem Partikelgrenzwert der Euro 5 entsprechen, die Kfz-Steuer um 1,20 €/je 100 cm<sup>3</sup> Hubraum angehoben.

Die zunächst bis Ende Dezember 2009 befristete Förderung wurde durch ein vom Bund neu aufgelegtes Förderprogramm für die Filternachrüstung verlängert. Darüber hinaus erweiterte man nun erstmals die Förderung auch auf die Nachrüstung von leichten Nutzfahrzeugen. Dies galt jedoch nur für Diesel-Fahrzeuge, die vor dem 01. Januar 2007 (PKW) bzw. vor dem 17. Dezember 2009 (leichte Nutzfahrzeuge) zugelassen wurden und die nach ihrer Nachrüstung mit einem Partikelminderungssystem einer festgelegten Partikelminderungsstufe oder -klasse entsprachen.

Nach einem Test des ADAC an einigen Nachrüstfiltertypen [27] ergab sich bei nachgerüsteten Diesel-Pkw und leichten Nutzfahrzeugen mit Oxidationskatalysator der Euro 3-Norm eine Minderung des NO<sub>2</sub>-anteils am NO<sub>x</sub> im Abgas von ca. 30 % zu einem nicht nachgerüsteten, baugleichen Fahrzeug.

### **6.1.3.4 Modellregionen Elektromobilität**

Die Bundesregierung fördert von 2009 bis 2011 mit insgesamt 500 Millionen Euro aus dem Konjunkturpaket II den Ausbau und die Marktvorbereitung der Elektromobilität. So werden zum Beispiel im Förderschwerpunkt des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) "Elektromobilität in Modellregionen" 8 Modellvorhaben mit insgesamt 115 Millionen

Euro gefördert. Akteure aus Wissenschaft, Industrie und den beteiligten Kommunen arbeiten bei diesen Modellprojekten eng zusammen, um den Aufbau einer Infrastruktur und die Verankerung der Elektromobilität im öffentlichen Raum voranzubringen.

Eine der Modellregionen ist das Rhein-Main-Gebiet. Mit dem Projekt ZEBRA (Zero Emission Best Practice Rhein Main Area) soll der Nachweis erbracht werden, dass nachhaltige Mobilität, bei der zunehmend dezentral, regenerativ gewonnene elektrische Energie genutzt wird, in Verbindung mit nachhaltigen Lebens- und Energiewelten zur wirtschaftlichen Entwicklung und Lebensqualität der Region beiträgt. Es wird ein aus 3 Modulen bestehendes Konzept zur Einführung von nachhaltigen elektromobilen Lebensweisen in Hessen umgesetzt. Modul 1 verbindet Frankfurt, Mühlheim und Offenbach mittels der ECOStyle-Linie 103. Entlang der Buslinie werden verschiedene Projekte zeigen, wie erneuerbare Energien in den Bereichen Verkehr, Wohnen und Arbeiten genutzt werden können. Im Rahmen von Modul 2 wird am Beispiel der Sonderverkehrssituation Rollfeld am Rhein-Main-Flughafen der Einsatz batteriebetriebener Fahrzeuge ausgebaut. Modul 3 wird den stadtgebunden Lieferverkehr elektromobil erschließen, im Bereich Individualverkehr und ÖPNV werden weitere Modellversuche initiiert. Darüber hinaus soll schrittweise eine Infrastruktur für E-Mobilität aus- und aufgebaut werden und Mobilitätsanalysen einen zielgerichteten Ausbau der Modellregion gewährleisten. Nähere Informationen unter <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/UI/modellregion-rhein-main.html?nn=36210>.

## 6.2 Regionale Maßnahmen zur Emissionsminderung

### 6.2.1 Staufreies Hessen

Der Ballungsraum Rhein-Main ist eines der bedeutendsten Verkehrsdrehkreuze Europas und geprägt durch ein dichtes Netz von Autobahnen. Jede Stockung im Verkehrsfluss bedeutet eine weitere Erhöhung der unvermeidlichen Abgasemissionen. Flüssiger Verkehr auf den Autobahnen vermeidet Ausweichreaktionen auf städtische Straßen, an denen die Menschen unmittelbar und erheblich stärker den verkehrsbedingten Abgas- und Staubemissionen ausgesetzt sind. So hat die Hessische Landesregierung in den letzten Jahren im Rahmen des Modellprojektes Staufreies Hessen 2015 eine ganze Reihe von Projekten auf den Weg gebracht, die den Verkehr insgesamt zwar nicht reduzieren können, aber dazu beitragen, ihn sicherer und umweltverträglicher zu gestalten. Dazu gehören insbesondere die Projekte:

- ▶ **DIAMANT** (Dynamische Informationen und Anwendungen zur Mobilitätssicherung mit Adaptiven Netzwerken und Telematik-Infrastruktur), **AKTIV** (Adaptive und Kooperative Technologien für den Intelligenten Verkehr) und **simTD** (sichere intelligente Mobilität – Testfeld Deutschland) sind Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit dem Ziel der Verbesserung des Verkehrsflusses, einer Vermeidung von Störfällen sowie der Verringerung von Störungsfolgen.
- ▶ **Streckenbeeinflussungsanlagen** harmonisieren den Verkehrsfluss mittels dynamischer Geschwindigkeitsbeschränkungen und Lkw-Überholverbote bei dichtem Verkehr.
- ▶ Die **temporäre Seitenstreifenfreigabe** verbessert den Verkehrsfluss bei hohem Verkehrsaufkommen. Am 12.8.2010 wurde eine Streckenbeeinflussungsanlage auf der A 5 zwischen Seeheim-Jugenheim und dem Darmstädter Kreuz in Betrieb genommen, mit der zwischen Darmstadt-Eberstadt und dem Darmstädter Kreuz auch die temporäre Freigabe des Seitenstreifens möglich ist. Damit stehen aktuell ca. 75 km Seitenstreifen auf Autobahnen in Hessen zur temporären Freigabe zur Verfügung. Gemäß dem „Masterplan temporäre Seitenstreifenfreigabe in Hessen“ des Hessischen Landesamtes für

Straßen- und Verkehrswesen sollen mittelfristig weitere 83 Kilometer vorbehaltlich der Finanzierung durch den Bund entsprechend ausgerüstet werden.

- ▶ Ein konsequentes **Baustellenmanagement**, technisch unterstützt durch ein rechnergestütztes Baustellenmanagementsystem (BMS) vermeidet baustellenbedingte Stauungen. Unterstützt wird das BMS von **DORA**, der Dynamischen Ortung von Arbeitsstellen. Zusätzlich liefert sie wichtigen Input für Umleitungsempfehlungen.
- ▶ **DWiSta** (dynamische Wegweiser mit integrierter Stauinformation) ermöglichen die straßenseitige Bereitstellung von Stau- und Umleitungsinformationen, unterstützen die Verkehrslenkung auch außerhalb des Autobahnnetzes und verbessern somit den Verkehrsfluss.
- ▶ **DIANA** (Dynamic Information And Navigation Assistance) liefert Informationen zur Fahrtdauer einzelner Fahrzeuge und kann damit eine flächendeckende Datengrundlage für Verkehrssteuerung und -information bereitstellen. Zusammen mit Daten aus ortsfesten Messstellen und Lichtsignalanlagen (Ampeln) werden diese Daten künftig von DIVA (Dynamische Integrierte Verkehrslage auf Außerortsstraßen) online zu einem Verkehrslagebild für Bundes-, Landes- und Kreisstraßen aufbereitet.
- ▶ Mit einem **Strategiemanagement** wird sichergestellt, dass ein flüssiger und umweltfreundlicher Verkehr nicht davon abhängt, wer für eine Straße oder einen Parkplatz verantwortlich ist (z. B. Stadt, Land oder Flughafen). Zwischen den Verantwortlichen abgestimmte Verkehrsmanagementstrategien sorgen dafür, dass der Verkehr über Zuständigkeitsgrenzen hinweg gelenkt wird, ohne dass die beteiligten Stellen ihre Verantwortung für ihr Teilsystem abgeben müssen. Das Pilotprojekt VODAMS (Validierung, Optimierung und Definition von Ad-hoc-Maßnahmen und Strategien) soll das Strategiemanagement unterstützen.
- ▶ Die **Qualitätssicherung an Lichtsignalanlagen** (LISA) verbessert die Abläufe an Knotenpunkten und vermeidet so unnötige Halte- und Anfahrvorgänge sowie Motor-Leerlaufzeiten.
- ▶ Die **Verkehrsportale** [www.verkehrsinfo.hessen.de](http://www.verkehrsinfo.hessen.de), Park and Ride (P+R) Hessen sowie Parken + Mitnehmen Hessen informieren über die aktuelle Verkehrslage und bieten intermodale Angebote und Möglichkeiten für Fahrgemeinschaften.

Aufgrund der schon umgesetzten Maßnahmen konnte die jährliche Gesamt-Staudauer auf den Autobahnen in Hessen von 88.000 Stunden (Mittelwert 2001-2003) auf 20.000 Stunden im Jahr 2009 reduziert werden.

## 6.3 Lokale Maßnahmen der Stadt Frankfurt am Main

### 6.3.1 Abgeschlossene und laufende Maßnahmen aus dem Luftreinhalteplan 2005 und den Aktionsplänen Frankfurt am Main 2005 und 2008

Bereits im Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main, der im Mai 2005 in Kraft getreten ist, hat die Stadt Frankfurt am Main eine Vielzahl von Maßnahmen festgelegt, die einen dauerhaften Beitrag zur Verminderung der Luftschadstoffbelastung in Frankfurt am Main liefern sollten. Viele Maßnahmen, insbesondere im Ausbau und der Förderung des ÖPNV sind bereits umgesetzt; manche sind Daueraufgaben, andere werden sukzessiv umgesetzt, einige werden aus verschiedenen Gründen nicht weiter verfolgt. Sie alle haben einen Beitrag zur Verbesse-

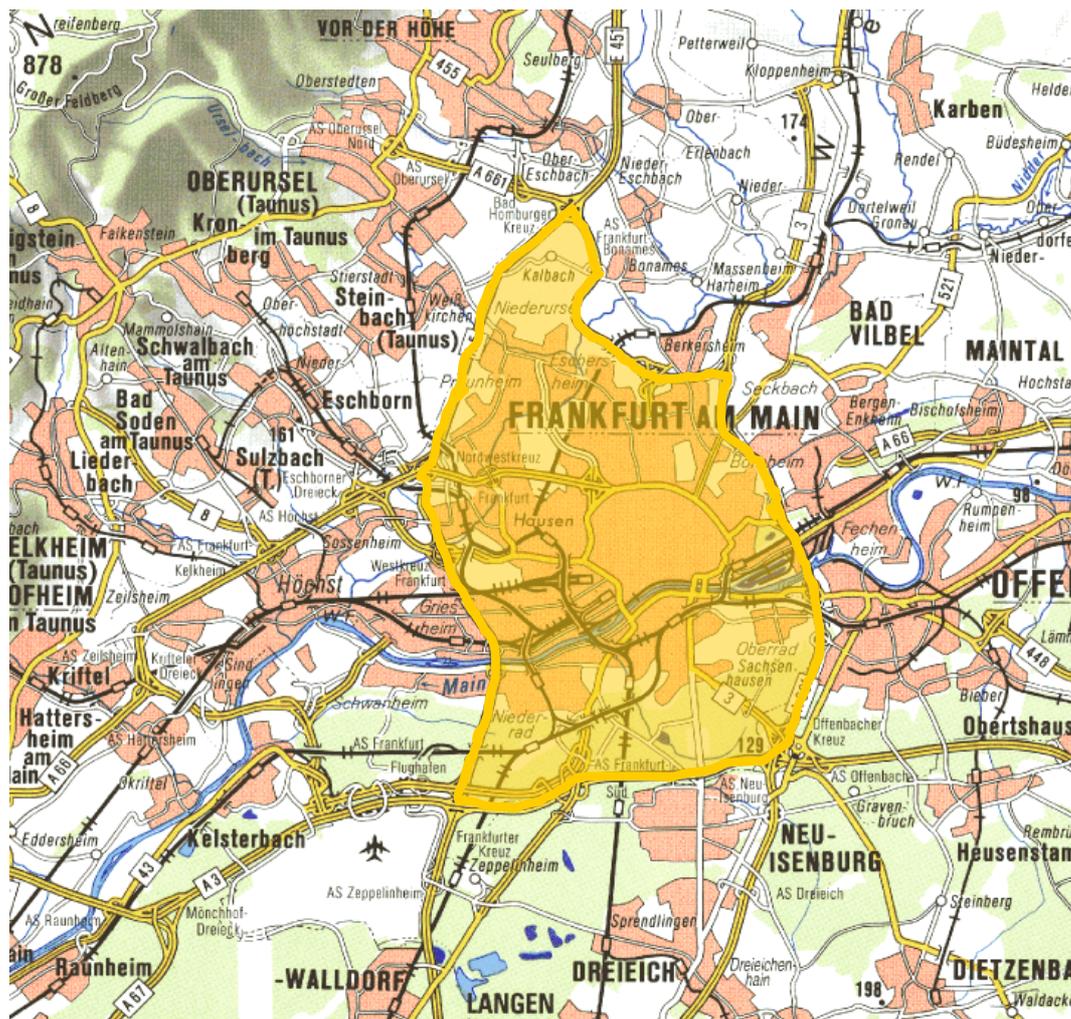
rung der Luftqualität in Frankfurt am Main geleistet wie der Luftschadstoffentwicklung in den Abbildungen 15 bis 20 entnommen werden kann.

### 6.3.2 Einrichtung einer Umweltzone

Im Aktionsplan Frankfurt am Main 2008 wurde die Einrichtung einer Umweltzone festgelegt. Die getroffenen Regelungen bleiben weiterhin gültig und werden daher in den vorliegenden Plan übernommen. Darüber hinaus erfolgt eine Evaluierung der bisher erzielten Wirkung.

#### 6.3.2.1 Festlegung der Abgrenzung

Die Umweltzone wird festgelegt innerhalb des Gebiets des durch die Autobahnen A 3, A 5 und A 661 um Frankfurt am Main gebildeten Rings (siehe Abbildung 29). Damit wird auch für Auswärtige die Abgrenzung der Umweltzone auf einen Blick deutlich. Darüber hinaus dienen die Frankfurt am Main umgebenden Autobahnen als schnelle Umfahrungsmöglichkeit. Die genaue Abgrenzung der Umweltzone wird durch die Standorte der Zeichen 270 der Straßenverkehrsordnung festgelegt.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

Abbildung 29: Umweltzone Frankfurt am Main (gelb markiert)

Die Umweltzone umfasst weite Teile des Stadtgebiets der Stadt Frankfurt am Main mit einer Fläche von 110 km<sup>2</sup>. Ausgenommen von der Umweltzone sind die Autobahnen A 3, A 5 und A 661. Grundsätzlich gilt, dass eine Wendemöglichkeit für Fahrzeuge für den Bereich der Autobahn angeboten wird, so dass die Nicht-Einfahrtsberechtigten Raum zum Wenden haben. Daher werden die A 66 bis zur Anschlussstelle Ludwig-Landmann-Straße sowie die A 648 bis zum Katharinenkreisel von der Umweltzone ausgenommen. Die amtlich ausgeschilderten Bedarfs-umleitungen für den Autobahnverkehr sind von dem Fahrverbot der Umweltzone ausgenommen, sofern dem Autobahnverkehr ihre Benutzung durch die Polizei oder die Straßenverkehrsbehörden empfohlen oder angeordnet wird.

Neben der bereits genannten Wendemöglichkeit für nicht einfahrberechtigten Verkehr im unmittelbaren Umfeld der Anschlussstellen ist dabei nach dem Grundsatz zu verfahren, dass es dem Verkehr möglich sein muss, von und nach außerhalb der Umweltzone auf die umschließenden Autobahnen in beide Fahrtrichtungen ein- und auszufahren, ohne die Umweltzone zu befahren.

So wird es z.B. weiterhin die Möglichkeit auch für nicht einfahrtsberechtigte Fahrzeuge aus dem Bereich außerhalb der Umweltzone geben, an der Anschlussstelle Frankfurt am Main-Nieder-Eschbach auf die Autobahn A 661 einzufahren, auch wenn der Autobahnzubringer auf wenigen hundert Metern im Gebiet innerhalb des Autobahnringes liegt; gleiches gilt für den Verkehr in Gegenrichtung. Gleiches gilt auch für die Zufahrt der Anschlussstelle Frankfurt am Main-Berg-en-Enkheim der A 66 sowie der Anschlussstelle Frankfurt am Main-Ost der A 661 vom Ratswegkreisel über den Ratsweg / Am Riederbruch / Am Erlenbruch.

Auch die freie Zufahrt zum TÜV Hessen in Kalbach, Max-Holder-Straße 1 sowie von den jeweiligen Anschlussstellen der Autobahnen zu an der Autobahn ausgeschilderten Park&Ride-Parkplätzen wird weiterhin gewährleistet.

Die Messe Frankfurt am Main mit ihrer Lage direkt an der A 5 mit eigens für den Messebetrieb errichteter Behelfsausfahrt ermöglicht Besuchern und Ausstellern nicht nur eine schnelle und direkte Zufahrt zum und vom Messegelände, sondern erspart der Frankfurter Bevölkerung auch weitgehend die hierdurch verursachten Belästigungen. Während der Messezeiten ist eine zügige Verkehrsabwicklung von Interesse, um zusätzliche Emissionen durch Staus zu vermeiden. Die A 648 bis Abfahrt Katharinenkreisel ist als Wendemöglichkeit bereits von der Umweltzone ausgenommen. Um auch bei der gleichzeitigen Nutzung des Ost- und Westteils des Messegeländes für unterschiedliche Veranstaltungen einen ungehinderten Verkehrsabfluss des Lkw-Ausstellerverkehrs zu gewährleisten, werden die Zufahrt bis zum Tor Nord sowie zum Tor West ebenfalls freigegeben. Für den Besucherverkehr bleiben die Behelfsausfahrt Rebstock (Messeausfahrt) sowie die Zufahrten zu den Parkplätzen auf dem Rebstockgelände außerhalb der Umweltzone. Diese Festlegungen erlauben einerseits eine störungsfreie Abwicklung des Mes-severkehrs, konterkarieren andererseits nicht die Ziele der Einrichtung einer Umweltzone. Die Behelfsausfahrt der A 5 wird ausschließlich für Pkw und nur bei Messen mit sehr hohem Besucher-verkehr geöffnet. Eine Sortierung nach einfahrtsberechtigten und nicht einfahrtsberechtigten Fahrzeugen ist in diesen Situationen aufgrund der extremen Verkehrsmengen sowie der großen Anzahl an durch die in der Regel ortsunkundigen Verkehrsteilnehmer für eine sichere, zielgerichtete Fahrt zu verarbeitenden Informationen in der Praxis nicht durchführbar. Würde die Umweltzone unmittelbar an den betroffenen Autobahnausfahrten beginnen, wären erhebliche Gefährdungen und Behinderungen durch verunsicherte, haltende oder gar rückwärts fahrende Verkehrsteilnehmer nicht auszuschließen. Die daraus resultierenden erheblichen Verkehrsstörungen führten zudem dazu, dass deutlich mehr Schadstoffe emittiert würden als durch den Ausschluss der nicht einfahrtsberechtigter Kraftfahrzeuge aus dem betroffenen Bereich als Minderung erzielt werden könnte.

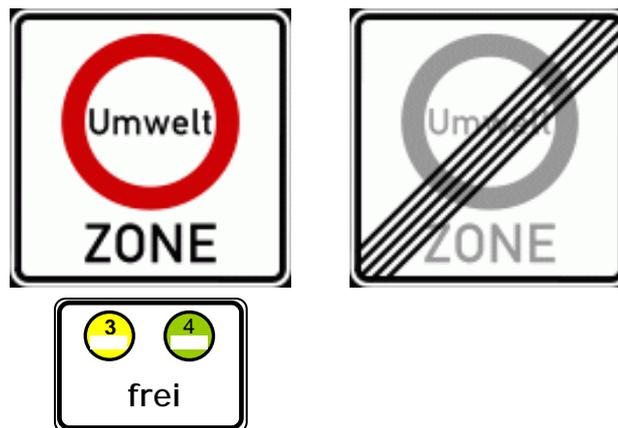
### 6.3.2.2 Besucher

Von der Umweltzone betroffen sind auch alle mit eigenen Fahrzeugen / Bussen anreisenden Besucher der Stadt Frankfurt am Main. Gäste mit eigenen Fahrzeugen sollten sich vor Fahrtantritt davon überzeugen, ob ihr Fahrzeug die Voraussetzungen für eine Einfahrt in die Umweltzone besitzt und sich ggf. eine entsprechende Plakette zulegen.

### 6.3.2.3 Beschilderung

Im Rahmen eines Luftreinhalteplans kann die zuständige Behörde (hier das Hess. Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz durch die örtlichen Straßenverkehrsbehörden (in Frankfurt am Main das Straßenverkehrsamt)) in den betroffenen Kommunen ein Fahrverbot für bestimmte Straßen bzw. bestimmte Bereiche erlassen, mit Ausnahmen für Fahrzeuge bestimmter Schadstoffgruppen. Diese „Umweltzonen“ werden durch entsprechende Beschilderung ausgewiesen, die die zugelassenen Schadstoffgruppen auf einem Zusatzschild angeben.

Die Umweltzone wird durch entsprechende Schilder zu Beginn und am Ende der Zone ausgewiesen. Damit wird ein Fahrverbot erlassen, mit Ausnahmen von Fahrzeugen bestimmter Schadstoffgruppen. Diese jeweils zugelassene Schadstoffgruppe wird auf einem Zusatzschild angegeben.



Links: Beginn der Zone (Zeichen 270.1 StVO) mit Zusatzzeichen für die zugelassenen Schadstoffgruppen (Zusatzzeichen 270.1 StVO); Bsp.: Einfahrt erlaubt für alle Fahrzeuge mit Schadstoffgruppe drei oder vier

Rechts: Ende der Zone (Zeichen 270.2 StVO)

**Abbildung 30:** Beschilderung der Umweltzone

### 6.3.2.4 Schadstoffgruppen

Grundlage für die Einrichtung einer Umweltzone ist die Kennzeichnungsverordnung (Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung – 35. BImSchV), die am 1. März 2007 in Kraft trat und kurz darauf nochmals geändert wurde [29]. Sie regelt Ausnahmen von Verkehrsverboten nach § 40 Abs. 1 BImSchG, ordnet Kraftfahrzeuge zu Schadstoffgruppen zu und regelt Anforderungen, die bei einer Kennzeichnung von Fahrzeugen zu erfüllen sind. Danach ist es der zuständigen Behörde möglich, in Bereichen mit kritischer

Luftqualität eine Sperrung von Straßen mit Ausnahmevorbehalt für schadstoffarme Fahrzeuge einzurichten.

Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge sind danach in vier Schadstoffgruppen eingeteilt, die sich im Wesentlichen an der Einstufung nach den Euro-Normen orientieren.

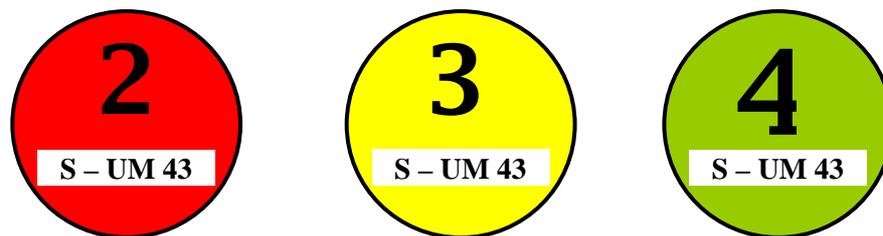
**Schadstoffgruppe 1:** Pkw mit Ottomotor ohne geregelten Katalysator  
Diesel-Fahrzeuge Euro 1 / I oder schlechter

**Schadstoffgruppe 2:** Diesel-Fahrzeuge Euro 2 / II,  
nachgerüstete Fahrzeuge entsprechend PM-Ausstoß Euro 2 / II

**Schadstoffgruppe 3:** Diesel-Fahrzeuge Euro 3 / III,  
nachgerüstete Fahrzeuge entsprechend PM-Ausstoß Euro 3 / III

**Schadstoffgruppe 4:** Pkw mit Ottomotor und geregeltem Katalysator  
Diesel-Fahrzeuge Euro 4 + 5 / IV + V + EEV,  
nachgerüstete Fahrzeuge mit PM-Ausstoß Euro 4 / IV  
Fahrzeuge ohne Verbrennungsmotor

Eine detaillierte Zuordnung von Fahrzeugen zu den einzelnen Schadstoffgruppen findet sich im Anhang 2 der 35. BImSchV [29]. Die Kennzeichnung der Fahrzeuge erfolgt mit verschiedenen farbigen Plaketten entsprechend der jeweiligen Schadstoffeingruppierung und dem Kfz-Kennzeichen des Fahrzeuges. Sie sollen die Überprüfung der Fahrverbote für die zuständigen Behörden erleichtern.



**Abbildung 31:** Plakettenmuster gemäß Anhang 1 der Kennzeichnungsverordnung (35. BImSchV)

### 6.3.2.5 Ausgabe von Plaketten

Ausgabestellen für Plaketten sind die Zulassungsbehörden oder die für die Durchführung von Abgasuntersuchungen amtlich anerkannten Kfz-Betriebe und Prüfstellen (z.B. TÜV, Dekra, KÜS).

Die Gebühr für eine Plakette nach § 4 der 35. BImSchV beträgt 5 Euro.

Die Plakette gilt bundesweit in allen Umweltzonen entsprechend der jeweils zugelassenen Schadstoffklasse. Sie ist zeitlich unbefristet, muss jedoch bei Ummeldung erneuert werden, da das auf der Plakette eingetragene Kennzeichen dann nicht mehr mit dem Fahrzeugkennzeichen übereinstimmt.

### 6.3.2.6 *Stufenweise Verschärfung der Anforderungen an die Einfahrt in die Umweltzone*

Um allen Betroffenen einen größeren Spielraum für die Umstellung auf ein schadstoffarmes Fahrzeug zu geben, wurden die Anforderungen an die Einfahrt in die Umweltzone stufenweise verschärft.

Ab **1. Oktober 2008** galt:

Einfahrt aller Fahrzeuge, die eine rote  , gelbe  oder grüne  Plakette bekommen sowie die von der Plakettenpflicht nach Kennzeichnungsverordnung bereits ausgenommenen Fahrzeuge, mit Allgemeinverfügung von der Kennzeichnungspflicht ausgenommene Fahrzeuge und Fahrzeuge mit einer generellen oder individuellen Ausnahmegenehmigung.

Seit **1. Januar 2010** gilt:

Einfahrt aller Fahrzeuge, die eine gelbe  oder grüne  Plakette bekommen sowie die von der Plakettenpflicht nach Kennzeichnungsverordnung bereits ausgenommenen Fahrzeuge, mit Allgemeinverfügung von der Kennzeichnungspflicht ausgenommene Fahrzeuge und Fahrzeuge mit einer generellen oder individuellen Ausnahmegenehmigung.

Ab **1. Januar 2012** gilt:

Einfahrt aller Fahrzeuge, die eine grüne  Plakette bekommen sowie die von der Plakettenpflicht nach Kennzeichnungsverordnung bereits ausgenommenen Fahrzeuge, mit Allgemeinverfügung von der Kennzeichnungspflicht ausgenommene Fahrzeuge und Fahrzeuge mit einer generellen oder individuellen Ausnahmegenehmigung

Die Ausschilderung, welche Fahrzeuge mit welchen Plaketten in die Umweltzone einfahren dürfen, erfolgt auf dem Zusatzschild, das sich unterhalb des Schildes „Umweltzone“ befindet.

### 6.3.2.7 *Erkennen der Schadstoffgruppe des eigenen Fahrzeugs*

Um zu erkennen, ob das eigene Fahrzeug eine Plakette nach der Kennzeichnungsverordnung erhält oder nicht, ist die Eintragung der Schlüsselnummer im Fahrzeugschein oder der Zulassungsbescheinigung I ausschlaggebend bzw. die Zertifizierung der Partikelfilternachrüstung.

**Fahrzeugschein**

Das vorstehende amtliche Kennzeichen ist  
Vorname, Name (ggf. auch Geburtsname), Firma

geb. am

Postleitzahl, Wohnort/Firmensitz, Straße und Haus-Nr.

ggf. Postleitzahl, Standort, Straße und Haus-Nr.

für das nebenstehend beschriebene Fahrzeug zugeteilt worden.  
- Anmeldung zur nächsten HU im 06.2003  
13.06.01

Der Landrat  
des Rheinl. Taunus-Kreises  
Kfz.-Zulassungsbehörde (06439)  
Im Auftrag:  
*S. Hauff*  
Unterschrift

Schlüsselnummern		zu 1 01030 2 0603 zu 3 3620014		16 Zul. Achslast kg v 990 m - h 1030	
1	PKW GESCHLOSSEN	SCHADSTOFFARM D3		17 Räder u./od. Gleisketten	1 18 Zahl d. Achsen 2 19 übertragene Achsen
2	VOLKSWAGEN-VW	3B		20 Antriebsart	195/65R15 91V
3	Fahrzeug-ident. Nr. WVWZ	4472 2		21 Größe/Bezeichnung der Bereifung	195/65R15 91V
4	OTTO/GKAT	5 6	Höchstgeschwindigkeit km/h 200	22 od. vorn	205/60R15 91V
7	Leistung kW bei min <sup>-1</sup>	K92/5800		23 mittlen u. hinten	205/60R15 91V
8	Hubraum cm <sup>3</sup>	1781		24 Überdruck am Bremsschlauch	Einleitungs- bremse - - bar 25 Zweifeltungs- bremse - - bar
9	Nutz- oder Aufladegest. kg	10	Rauminhalt des Tanks m <sup>3</sup>	26 Anhängerkupplung DIN 180, Form u. Größe	-
11	Steht-/Liegeplätze	12	Sitzplätze einschl. Fahrerpl. u. Note	27 Anhängerkupplung Prüfzeichen	-
13	Maße über alles mm L 4669 B 1740 H 1446	15	Zul. Gesamtgewicht kg 1870	28 Anhängergest. kg bei Anhänger mit Bremse	1300
14	Leergewicht kg 1395	15	Zul. Gesamtgewicht kg 1870	29 bei Anhänger ohne Bremse	650
				30 Standgeräusch dB (A)	80
				31 Fahrgeräusch dB (A)	74
				32 Tag der ersten Zulassung	09.07.98 Farbe: 3
				33 Bemerkungen	ZIFF.13:LANG BIS 4

766.HOCH BIS 1496 U.ZIFF.14:BIS 1553JE NACH AUSR.\*ZIF  
F.15:+70 BANH-BETRIEB\*ZIFF.20 U.21 A.FELGE 6JX15H2,ET  
45MM\*ZIFF.22 U.23 A.FELGE 7JX15H2,ET 45MM\*ZIFF.20 B  
S 23 AUCH GEN.:205/55R16 91V A.FELGE 7JX16H2,ET 45MM  
ZIFF.27 GEN.:E1 00-0246 OD.E1 00- 0255 FALLS WERKSEIT  
IG MDN- TIERT\*ZIFF.28:1500 BIS 8% STEIG.\*

Abbildung 32: Kennzeichnung der Emissionschlüsselnummer bei vor dem 1. Oktober 2005 ausgestellten Fahrzeugscheinen

**Zulassungsbescheinigung Teil I**  
(Fahrzeugschein)

Europäische Gemeinschaft **D** Bundesrepublik Deutschland

Permiso de circulación, Parte I / Osvědčení o registraci - Část I /  
Registreringattest, Del I / Registreringstunustus, Osa I /  
"Attest kvoževljenosti/Bromozvečenosti Ispovjedic, Místoc I /  
Registration certificate, Part I / Certificat d'immatriculation, Partie I /  
Carta di circolazione, Parte I / Registrações aplicables, L. daja /  
Registrações aplicáveis, L. daja / Forpjalni engedély, L. rész /  
Certificat la Registrarea, L. Part I / Kontekstbeweis, Dasi I /  
Dowód Rejestracyjny, Część I / Certificado de matrícula, Parte I /  
Osvědčení o evidenci, Část I / Prometno dovoljenje, Del I /  
Rekisterintodistus, Osa I / Registreringsbeviset, Del I

A Amtliches Kennzeichen

C.1.1 Name oder Firmenname

C.1.2 Vorname(n)

C.1.3 Anschrift

Nächste HU (Monat und Jahr) 06.07

I Datum: 04.08.2006

C.4c Der Inhaber der Zulassungsbescheinigung wird nicht als Eigentümer des Fahrzeugs ausgewiesen.

B	02.06.98	0039	22	167	00W2	L	2	9	01	P2	40	/5600	T	150
J	01	40200				18	3741	19	1608					
E	WOLOS	4298	3	2		20	1420	G	940					
D.1	S93					12	-	13	-	Q	-			
D.2	-					U.7	136	F.1	1360	F.2	1360			
D.2	-					7.1	710	7.2	700	7.3	-			
D.2	-					8.1	710	8.2	700	8.3	-			
D.2	-					U.1	78	U.2	-	U.3	71			
D.3	CORSA-B(ECO)					D.1	700	D.2	420	S.1	5	S.2	-	
2	OPEL					15.1	145/80R13 75S							
5	PERSONENKRAFTWAGEN					15.2	145/80R13 75S							
5	GESCHLOSSEN					15.3	-							
V.9	-					R	BLAU	11	5/-					
14	SCHADSTOFFARM D3					K	e1*96/27*0053*							
P.3	Benzin					6	05.12.97	17	17	16	UL543490			
10	0001	14	030	15	073	21								
22	ZU F.1/F.2:1575 U.ZU 7.1-8.3:H.745 B.ANH-BETR.*ZU O.1: 900BIS 10PROZ.STEIG.*WW.AHK LT.EGTG/ABE*													

Abbildung 33: Kennzeichnung der Emissionschlüsselnummer bei nach dem 1. Oktober 2005 ausgestellten Zulassungsbescheinigungen Teil I

Anhand der Emissionsschlüsselnummer kann eine Zuordnung zu den Plaketten entsprechend nachstehender Tabelle erfolgen (Stand 01/2008):

Schadstoffgruppe	Ottomotor Fremdzündung (Benzin, Erd-/Flüssiggas, Ethanol)		Dieselmotor Selbstzündung (Diesel, Biodiesel)			
	Pkw	Lkw / Busse Nutzfahrzeuge	Pkw mit Nachrüstung PMS	Pkw ohne Nachrüstung	Lkw / Busse Nutzfahrzeuge ohne Nachrüstung	Lkw / Busse Nutzfahrzeuge mit Nachrüstung PMS
			<b>Stufe PM01:</b> 19, 20, 23, 24 <b>Stufe PM 0:</b> 14, 16, 18, 21, 22, 34, 40, 77	25, 26, 27, 28, 29, 35, 41, 71	20, 21, 22, 33, 43, 53, 60, 61	<b>Stufe PMK 01:</b> 40, 41, 42, 50, 51, 52 <b>Stufe PMK 0:</b> 10, 11, 12, 30, 31, 32, 40, 41, 42, 50, 51, 52
			<b>Stufe PM 0:</b> 28, 29 <b>Stufe PM 1:</b> 14, 16, 18, 21, 22, 25, 26, 27, 34, 35, 40, 41, 71, 77	30, 31, 36, 37, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 72	34, 44, 54, 70, 71	<b>Stufe PMK 0:</b> 43, 53 <b>Stufe PMK 1:</b> 10, 11, 12, 20, 21, 22, 30, 31, 32, 33, 40, 41, 42, 43, 50, 51, 52, 53, 60, 61
	01, 02, 14, 16, 18 - 70, 71 - 75 <sup>1)</sup> 77	30 – 55, 60, 61  70, 71, 80, 81, 83, 84, 90, 91 <sup>1)</sup>	<b>Stufe PM 1:</b> 27 <sup>2)</sup> , 49 – 52 <b>Stufe PM 2:</b> 30, 31, 36, 37, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 67, 68, 69, 70 <b>Stufe PM 3:</b> 32, 33, 38, 39, 43, 53 – 66 <b>Stufe PM 4:</b> 44 - 70	32, 33, 38, 39, 43, 53 – 70, 73, 74, 75 sowie - un- abhängig von der SN – alle Pkw, die mit <b>PM 5</b> ge- kennzeichnet sind	35, 45, 55, 80, 81, 83, 84, 90, 91	<b>Stufe PMK 1:</b> 44, 54 <b>Stufe PMK 2:</b> 10, 11, 12, 20, 21, 22, 30, 31, 32, 33, 34, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 60, 61, 70, 71 <b>Stufe PMK 3:</b> 33, 34, 35, 44, 45, 54, 55, 60, 61 <b>Stufe PMK 4:</b> 33, 34, 35, 44, 45, 54, 55, 60, 61

**PMS = Partikelminderungs-system**

- 1) Im Falle von Gasfahrzeugen nach Richtlinie 2005/55/EG (vormals 88/77/EWG)
- 2) Pkw mit Schlüsselnummer „27“ bzw. „0427“ und der Klartextangabe „96/69/ EG I“ mit einer zulässigen Gesamtmasse (zGM) vom mehr als 2500 kg ist nach Anhang 2 Abs. 1 Nr. 4 n) der Kennzeichnungsverordnung eine grüne Plakette zuzuteilen. Dies dann, wenn nachgewiesen wird, dass der Pkw die Anforderungen der Stufe PM 1 der Anlage XXVI StVZO einhält.

**Tabelle 14:** Zuordnung der Emissionsschlüsselnummern zu Schadstoffgruppen

Der Nachweis der Schadstoffgruppe bei ausländischen Fahrzeugen erfolgt entweder nach der europäischen Abgasnorm oder anhand des Jahres der Erstzulassung des Fahrzeugs.

### **6.3.2.8 Ausnahmen vom Fahrverbot**

#### **6.3.2.8.1 Generelle Ausnahmen**

Die Kennzeichnungsverordnung sieht in Anhang 3 für eine Gruppe von Fahrzeugen bereits in der Verordnung folgende Ausnahmen von der Kennzeichnungspflicht vor:

1. mobile Maschinen und Geräte,
2. Arbeitsmaschinen,
3. land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen,
4. zwei- und dreirädrige Kraftfahrzeuge,
5. Krankenwagen, Arztwagen mit entsprechender Kennzeichnung „Arzt Notfalleinsatz“ (gemäß § 52 Abs. 6 der Straßenverkehrs-Zulassungsordnung),
6. Kraftfahrzeuge, mit denen Personen fahren oder gefahren werden, die außergewöhnlich gehbehindert, hilflos oder blind sind und dies durch die nach § 3 Abs. 1 Nr. 1 bis 3 der Schwerbehindertenausweisverordnung im Schwerbehindertenausweis eingetragenen Merkzeichen „aG“, „H“ oder „Bl“ nachweisen,
7. Fahrzeuge, für die Sonderrechte nach § 35 der Straßenverkehrs-Ordnung in Anspruch genommen werden können,
8. Fahrzeuge, nichtdeutscher Truppen von Nichtvertragsstaaten des Nordatlantikpaktes, die sich im Rahmen der militärischen Zusammenarbeit in Deutschland aufhalten, soweit sie für Fahrten aus dringenden militärischen Gründen genutzt werden,
9. zivile Kraftfahrzeuge, die im Auftrag der Bundeswehr genutzt werden, soweit es sich um unaufschiebbare Fahrten zur Erfüllung hoheitlicher Aufgaben der Bundeswehr handelt,
10. Oldtimer (gemäß § 2 Nr. 22 der Fahrzeug-Zulassungsverordnung), die ein Kennzeichen nach § 9 Abs. 1 oder § 17 der Fahrzeug-Zulassungsverordnung führen, sowie Fahrzeuge, die in einem anderen Mitgliedstaat der Europäischen Union, einer anderen Vertragspartei des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum oder der Türkei zugelassen sind, wenn sie gleichwertige Anforderungen erfüllen.

#### **6.3.2.8.2 Individuelle Ausnahmen**

Der Gesetzgeber hat bereits in der Verordnung vorgesehen, dass die zuständige Behörde den Verkehr mit Fahrzeugen zulassen kann, die keine Plakette nach Schadstoffgruppen erhalten, sofern dies im öffentlichen Interesse liegt, insbesondere wenn dies zur Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwendigen Gütern und Dienstleistungen notwendig ist, oder überwiegende und unaufschiebbare Interessen Einzelner dies erfordern.

Um eine möglichst gleichmäßige Handhabung der Ausnahmen in allen betroffenen deutschen Städten zu gewährleisten, hat sich dazu das Bundesumweltministerium mit den Bundesländern auf gemeinsame Leitlinien geeinigt. Bereits zu einem früheren Zeitpunkt festgelegte, davon abweichende Voraussetzungen, werden durch Übergangsregelungen entsprechend angepasst.

## **A. Befreiungen auf Antrag**

Ausnahmegenehmigungen in Fällen wirtschaftlicher und sozialer Härte können gewährt werden, wenn die nachfolgend aufgeführten allgemeinen Voraussetzungen kumulativ (gemeinsam) und mindestens eine der besonderen Voraussetzungen erfüllt sind. Die Dauer der Ausnahme ist auf das angemessene Maß zu beschränken und dem nachgewiesenen Bedarf anzupassen.

### **A.1 Allgemeine Voraussetzungen**

A.1.1 Das Kraftfahrzeug wurde vor dem 1. Oktober 2008 auf den Fahrzeughalter zugelassen.

A.1.2 Eine Nachrüstung des Fahrzeugs, mit der die für den Zugang zu einer Umweltzone erforderliche Schadstoffgruppe erreicht werden kann, ist technisch nicht möglich.

Durch die Bescheinigung eines amtlich anerkannten Sachverständigen einer Technischen Prüfstelle ist nachzuweisen, dass das Kraftfahrzeug nicht nachgerüstet werden kann. Zum Zeitpunkt der Antragstellung darf die Bescheinigung nicht älter als ein Jahr sein.

A.1.3 Dem Halter des Kraftfahrzeugs steht für den beantragten Fahrtzweck kein anderes auf ihn zugelassenes Kraftfahrzeug, das die Zugangsvoraussetzungen einer Umweltzone erfüllt, zur Verfügung.

A.1.4 Eine Ersatzbeschaffung ist wirtschaftlich nicht zumutbar.

Bei der Prüfung der wirtschaftlichen Nichtzumutbarkeit werden die Pfändungsfreigrenzen aus dem Vollstreckungsrecht der Zivilprozessordnung (ZPO) angewendet, die anerkannte Einkommensgrenzen darstellen, mit denen ein Lebensunterhalt für eine Person nebst unterhaltspflichtigen Personen (inklusive Miete und allen anderen Kosten) bestritten werden kann.

Bei Annahme eines pfändbaren Betrages von 100 € als Grenze würden nach der Pfändungstabelle vom 01.07.2011 die Grenzeinkommen für die Zumutbarkeit einer Fahrzeugersatzbeschaffung bei folgenden Beträgen liegen:

nicht unterhaltspflichtige Personen 1180,00 €

mit einer unterhaltspflichtigen Person 1620,00 €

mit zwei unterhaltspflichtigen Personen 1890,00 €

mit drei unterhaltspflichtigen Personen 2190,00 €

mit vier unterhaltspflichtigen Personen 2570,00 €

mit fünf unterhaltspflichtigen Personen 3154,15 €

Bei Gewerbetreibenden ist durch eine begründete Stellungnahme eines Steuerberaters zu belegen, dass die Ersatzbeschaffung eines für die Zufahrt zur Umweltzone geeigneten Fahrzeugs zu einer Existenzgefährdung führen würde.

### **Ausnahme:**

Für Bewohner oder Gewerbetreibende mit Sitz in der Umweltzone oder ausländische Gewerbebetriebe sind die Voraussetzungen nach A.1.2 und A.1.4 nicht kumulativ, sondern lediglich alternativ nachzuweisen. Diese Regelung ist befristet bis zum 1. Januar 2014.

## **A.2 Besondere Voraussetzungen für bestimmte Fahrtzwecke**

Liegen die allgemeinen Voraussetzungen nach Nr. A.1 vor, kann für folgende Fahrtzwecke eine Ausnahme von Verkehrsverboten erteilt werden:

### **A.2.1 Private / gewerbliche Fahrtzwecke**

- A.2.1.1 Fahrten zum Erhalt und zur Reparatur von technischen Anlagen, zur Behebung von Gebäudeschäden einschließlich der Beseitigung von Wasser-, Gas- und Elektro-schäden,
- A.2.1.2 Fahrten für soziale und pflegerische Hilfsdienste,
- A.2.1.3 Fahrten für notwendige regelmäßige Arztbesuche und Fahrten bei medizinischen Notfällen,
- A.2.1.4 Quell- und Zielfahrten von Reisebussen sowie
- A.2.1.5 Fahrten von Berufspendlern zu ihrer Arbeitsstätte, wenn zum Arbeitsbeginn oder zum Arbeitsende keine öffentlichen Verkehrsmittel verfügbar sind.

### **A.2.2 Öffentliche Fahrtzwecke**

- A.2.2.1 Fahrten zur Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwendigen Gütern des Lebensmitteleinzelhandels, von Apotheken, Altenheimen, Krankenhäusern und ähnlichen Einrichtungen; von Wochen- und Sondermärkten sowie
- A.2.2.2 Fahrten für die Belieferung und Entsorgung von Baustellen, die Warenanlieferung zu Produktionsbetrieben und Versand von Gütern aus der Produktion, inkl. Werkverkehr, wenn Alternativen nicht zur Verfügung stehen.

### **A.2.3 Besondere Voraussetzungen aus sozialen oder kraftfahrzeugbezogenen Gründen**

- A.2.3.1 Sonderkraftfahrzeuge mit besonderer Geschäftsidee (z.B. historische Busse, die für Hochzeitsfahrten oder Stadtrundfahrten eingesetzt werden),
- A.2.3.2 Sonderkraftfahrzeuge mit hohen Anschaffungs- bzw. Umrüstkosten und geringen Fahrleistungen innerhalb der Umweltzone (Schwerlasttransporter, Zugmaschinen von Schaustellern, als Arbeitsstätte genutzte Kraftfahrzeuge mit festen Auf-/Einbauten, d.h. Kraftfahrzeugen, die auf Grund ihres speziellen Einsatzzweckes technische Besonderheiten aufweisen (z.B. Messwagen, Mediensonderfahrzeuge und Werkstattwagen von Handwerksbetrieben),
- A.2.3.3 Reisebusse, soweit durch eine technische Umrüstung die Garantie des Herstellers für die Motorlaufleistung erlischt sowie
- A.2.3.4 Besondere Härtefälle, etwa der Existenzgefährdung eines Gewerbetreibenden durch ein Verkehrsverbot. Solche Härtefälle sind durch eine begründete Stellungnahme eines Steuerberaters zu belegen.

## **B. Ausnahmegenehmigungen, die von anderen Stellen erteilt worden sind**

### **B.1 Vereinfachter Nachweis im Genehmigungsverfahren**

Beantragt der Inhaber einer Ausnahmegenehmigung, die vor nicht mehr als einem Jahr erteilt worden ist, eine weitere Ausnahmegenehmigung nach Nr. A.2 dieser Ausnahmeregelungen für eine andere Umweltzone, müssen die Genehmigungsvoraussetzungen nach Nr. A.1 nicht erneut geprüft werden. Zum Nachweis dieser Voraussetzungen reicht die bereits erteilte Ausnahmegenehmigung aus.

## B.2 Gegenseitige Anerkennung

Die örtlich zuständigen Behörden erkennen innerhalb Hessens erteilte Ausnahmegenehmigungen nach Nr. A.2.3 dieser Ausnahmeregelungen gegenseitig an. Zum Nachweis muss die erteilte Ausnahmegenehmigung auf Nr. A.2.3 dieser Ausnahmeregelungen verweisen und gut sichtbar im Kraftfahrzeug ausgelegt werden.

## C. Befreiungen von Amts wegen

In einer Allgemeinverfügung der Stadt Frankfurt werden neben den in Anhang 3 zur 35. BImSchV bereits aufgeführten Maschinen, Geräten und Kraftfahrzeugen

- C.1 Fahrzeuge bei Prüfungs-, Probe- oder Überführungsfahrten mit Kurzzeitkennzeichen, mit roten Kennzeichen nach § 16 Fahrzeugzulassungsverordnung (FZV) oder mit Ausfuhrkennzeichen nach § 19 FZV,
- C.2 Fahrzeuge, mit denen Personen fahren oder gefahren werden, die über den orangenen Parkausweis für besondere Gruppen schwerbehinderter Personen nach § 46 Abs. 1 Nr. 11 StVO verfügen und diesen gut sichtbar hinter der Windschutzscheibe auslegen sowie
- C.3 Versuchs- und Erprobungsfahrzeuge nach § 70 Abs. 1a oder § 19 Abs. 6 der StVZO von der Kennzeichnungspflicht ausgenommen.

### 6.3.2.9 Zuständige Behörde

Für die genannten Ausnahmemöglichkeiten ist grundsätzlich ein Antrag erforderlich. Anträge auf Ausnahmegenehmigungen können formlos schriftlich beim

Straßenverkehrsamt (36.33)  
60275 Frankfurt am Main

[Ausnahmen.stvo@stadt-frankfurt.de](mailto:Ausnahmen.stvo@stadt-frankfurt.de)

gestellt werden. Die Art der Genehmigung variiert von einer Einzelgenehmigung, gültig von 1 Tag bis zu 1 Monat bis zu einer Jahresgenehmigung.

Keine Ausnahmegenehmigungen zur Einfahrt in die Umweltzone gibt es für Fahrten

- ▶ von Touristen,
- ▶ zu Einkaufs- oder Besuchszwecken,
- ▶ zum Transport von Kindern zur Kindertagesstätte, Schule o. ä.,
- ▶ zum Besuch von Abendschulen,
- ▶ zur privaten Pflege von Angehörigen, die in der Umweltzone leben, sofern die allgemeinen Voraussetzungen nicht eingehalten werden,

- ▶ von Arbeitnehmern mit ungünstigen Arbeitszeiten, deren Arbeitsstelle nicht mehr als 400 m vom Rand der Umweltzone entfernt liegt (hier ist der Fußweg zumutbar),

Außerdem erhält keine Ausnahmegenehmigung, wer die formalen Bedingungen bei Antragstellung nicht erfüllt und die folgenden Unterlagen nicht vorlegt.

#### **6.3.2.10 Notwendige Unterlagen für einen Ausnahmeantrag**

Dem Antrag auf Erteilung einer Ausnahmegenehmigung sind folgende Unterlagen beizufügen:

- ▶ Kopie des Fahrzeugscheins bzw. der Zulassungsbescheinigung I,
- ▶ Herstellerbescheinigung, dass das Fahrzeug technisch nicht nachrüstbar ist,
- ▶ Einkommensnachweis bzw. Bescheinigung eines Steuerberaters, dass der Kauf eines anderen Fahrzeugs wirtschaftlich nicht zumutbar ist,
- ▶ ausführliche Begründung, warum die Umweltzone befahren werden muss.

#### **6.3.2.11 Kosten für Ausnahmegenehmigungen**

Die Kosten für die Plakette sowie die Entscheidung über eine Ausnahme nach § 1 Abs. 2 der 35. BImSchV (Kennzeichnungsverordnung) sind in der Anlage zur Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz [30] geregelt. Demnach liegt der Rahmen für die Gebühr für eine Ausnahmegenehmigung nach § 1 Abs. 2 der 35. BImSchV je Fahrzeug zwischen 10 bis 100 €.

Die Stadt Frankfurt am Main hat folgende Staffelung vorgesehen:

- 20 € für Genehmigungen mit einer Laufzeit von bis zu einem Monat.
- 50 € für Genehmigungen mit einer Laufzeit von sechs Monaten.
- 100 € für Genehmigungen mit einer Laufzeit von einem Jahr.
- 20 € für ablehnende Bescheide. In diesem Fall wird der Antragsteller vorher schriftlich informiert, damit er die Gelegenheit hat, den Antrag schriftlich zurückzuziehen.

#### **6.3.2.12 Nachrüstbarkeit**

Die Nachrüstung von Dieselfahrzeugen mit Partikelfilter bietet in vielen Fällen die Möglichkeit, zu einem kennzeichnungsfähigen Fahrzeug zu kommen. Bei einer Nachrüstung sollte immer beachtet werden, welche Schadstoffgruppe damit erlangt werden kann. Infolge der gestuften Vorgehensweise der Umweltzonen in Deutschland, erlaubt eine Nachrüstung ggf. nur für ein oder zwei Jahre die Einfahrt in die Umweltzone. Hier empfiehlt es sich, einen Preisvergleich zwischen der mit einer Nachrüstung zu erzielenden Schadstoffgruppe, dem Kauf eines entsprechenden eingestuftes Gebrauchtfahrzeugs oder einem Neukauf durchzuführen.

Spezielle Informationen hierzu bieten z.B. die Gesellschaft für Technische Überwachung (GTÜ) unter <http://www.gtue.de/apps2/feinstaub/plakette.php> oder Internetplattformen verschiedener Hersteller und dem Verkehrsclub Deutschland unter [http://www.partikelfilter-nachrueten.de/DB\\_Interface\\_User/PFilterSucheSchluesselNr.php](http://www.partikelfilter-nachrueten.de/DB_Interface_User/PFilterSucheSchluesselNr.php) bzw. <http://www.dieselpartikelfilter.net/>.

### **6.3.2.13 Überwachung des Fahrverbots in der Umweltzone**

Aufgrund der Größe der Umweltzone sieht die Stadt Frankfurt am Main ein umfassendes Überwachungskonzept des Fahrverbots vor. Sowohl der fließende als auch der ruhende Verkehr werden überwacht. Neben Kontrollen des fließenden Verkehrs überwacht darüber hinaus die Stadtpolizei Verkehrssicherheit den ruhenden Verkehr in der Umweltzone dahingehend, dass das ausgewiesene Fahrverbot, entsprechend der Kennzeichnung der zugelassenen Schadstoffgruppen eingehalten wird. Diese Kontrollen erfolgen im Rahmen der regelmäßigen Überwachung der Bewohnerparkregelungen.

Das Befahren einer Umweltzone ohne entsprechende Plakette bzw. ohne generelle oder individuelle Ausnahmegenehmigung wird mit einem Bußgeld in Höhe von 40 € und der Eintragung eines Punktes im Verkehrszentralregister beim Kraftfahrt-Bundesamt geahndet.

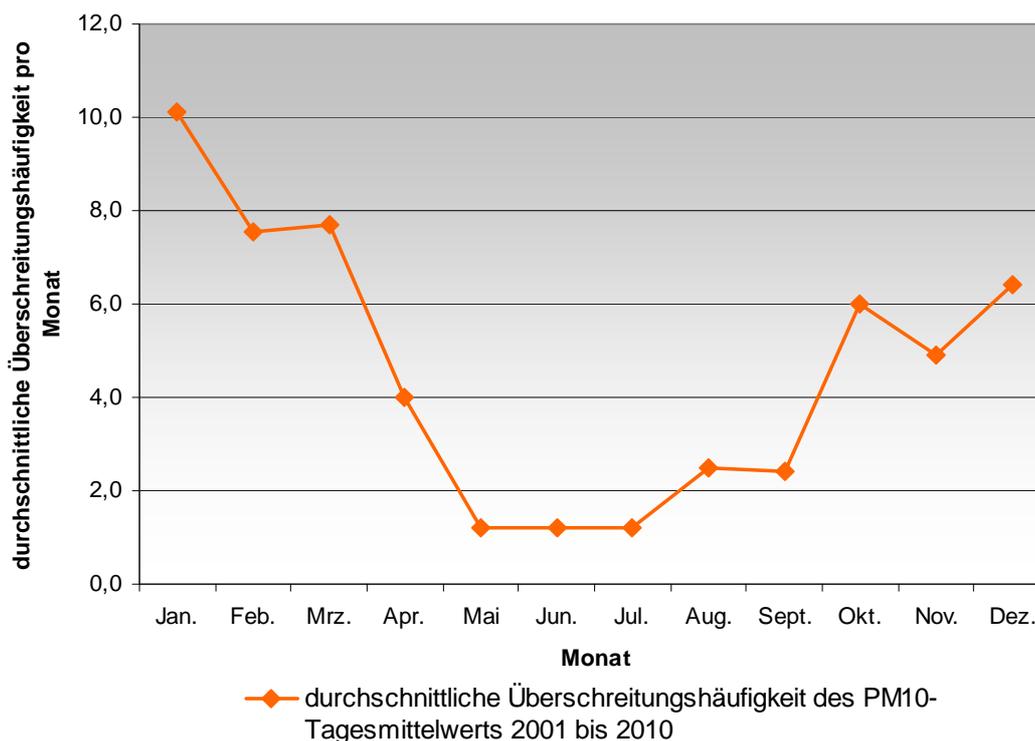
### **6.3.2.14 Evaluation der Umweltzone**

Die Umweltzone in Frankfurt am Main startete am 1. Oktober 2008 mit zulässiger Einfahrt für Fahrzeuge mit einer roten, gelben oder grünen Plakette. Im Aktionsplan Frankfurt am Main 2008 war die Wirksamkeit der Umweltzone auf der Grundlage der Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr (HBEFA 2.1) abgeschätzt worden. Danach wären als maximale Minderung bei einer 100 %igen Befolgung des Fahrverbots sowie ohne Ausnahmegenehmigungen ca. 10 % der PM<sub>10</sub>- und 5 % der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen, bezogen auf den Jahresmittelwert, erzielbar gewesen.

Tatsächlich reduzierten sich der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert 2008 um 2,7 % und der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert um 0,8 % gegenüber den Jahresmittelwerten im Jahr 2007. Dagegen wurden für das Jahr 2009 deutlich höhere Jahresmittelwerte gemessen als in den beiden vorangegangenen Jahren. Dies würde darauf schließen lassen, dass die Einrichtung einer Umweltzone als Maßnahmen zur Verminderung der Luftschadstoffbelastung unwirksam sei.

Dieser einfache Vergleich greift jedoch zu kurz. So finden sich die höchsten Feinstaubkonzentrationen und damit die häufigsten Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerts im Winterhalbjahr. Die Zusatzbelastung durch die Feinstaubemissionen aus dem Bereich der Gebäudeheizung ist fast ausschließlich im Winterhalbjahr relevant. Wesentlich für die im Winterhalbjahr höheren Konzentrationen sind aber die in dieser Zeit häufiger auftretenden Inversionswetterlagen, die einen natürlichen Luftaustausch verhindern und so eine Anreicherung der Luftschadstoffe verursachen. Insbesondere in den Jahren 2007 und 2008 waren der Januar – der i. d. R. die höchsten Konzentrationen im Jahresverlauf aufweist – durch Tiefdruckwetterlagen bestimmt, d. h. feuchter und häufig warmer Luft, die einen guten Luftaustausch bewirkten und den Feinstaub zusätzlich durch den Regen aus der Luft auswusch. In diesen Jahren lag die Anzahl der Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwertes bei ein bis zwei pro Monat. Der Monat Januar der Jahre 2009 und 2010 war dagegen geprägt von Trockenheit, sehr kalter Luft und deutschlandweit ausgeprägten Inversionswetterlagen, die zu einem Ansteigen des PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwertes bis zu 140 µg/m<sup>3</sup> führten. Dabei kam es zu 11 bis 16 Überschreitungen des Tagesmittelwertes. Das bedeutet, ein einfacher Vergleich der Jahresmittelwerte vor und nach Einführung einer Umweltzone ist aufgrund der nicht vergleichbaren Meteorologie nicht möglich.

Zur Verdeutlichung des meteorologischen Einflusses zeigt Abbildung 34 die durchschnittliche Überschreitungshäufigkeit des PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwertes im Jahresverlauf.



**Abbildung 34:** Durchschnittliche Überschreitungshäufigkeit des PM10-Tagesmittelwerts im jeweiligen Monat an der Messstation Frankfurt-Friedberger Landstraße (Auswertezeitraum: 2001 bis 2010)

Im Januar 2010 trat die zweite Stufe zur Einfahrt in die Frankfurter Umweltzone in Kraft. Derzeit sind nur Fahrzeuge mit gelber oder grüner Plakette erlaubt bzw. Fahrzeuge mit einer Ausnahme. Fahrzeuge mit roter Plakette dürfen nun nicht mehr in die Umweltzone einfahren. Die Bevölkerung wurde rechtzeitig durch Presseinformationen und Texte im Internet informiert. Die Verkehrsschilder wurden mit Jahresbeginn der neuen Situation angepasst.

Im Februar 2010 wurde das neue Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 3.1) veröffentlicht, das aufgezeigt hat, dass die bei Aufstellung des HBEFA 2.1 angenommenen Emissionsminderungen insbesondere bei Euro-3- und Euro-4-Diesel-Pkw nicht eingetreten waren. Im Gegenteil zeigte sich, dass sie deutlich höhere PM10- und Stickstoffoxidemissionen verursachen als im HBEFA 2.1 angegeben war. Damit war klar, dass die berechneten Emissionsminderungen zu optimistisch waren, da i.d.R. der Pkw-Anteil das Fahrzeugaufkommen dominiert und der Anteil an dieselbetriebenen Fahrzeugen kontinuierlich ansteigt

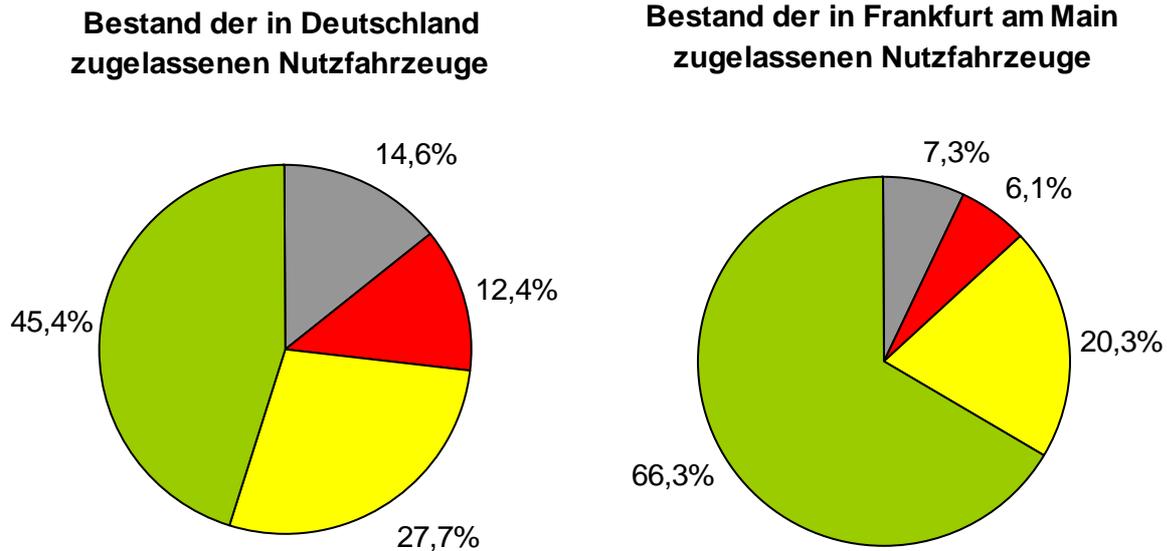
Ein Ziel der Umweltzone, nämlich die beschleunigte Modernisierung der Fahrzeugflotte, wurde nach Auswertung der Fahrzeuge im Zulassungsbezirk Frankfurt am Main erreicht. Während in Frankfurt am Main mit Stand 1. Januar 2011 bereits 90,7 % der Pkw eine grüne Plakette erhalten haben, sind es zum gleichen Zeitpunkt für den Pkw-Bestand in Darmstadt nur 88,0 %.

	Kfz-Bestand Stand: 01.01.2008		Kfz-Bestand Stand: 01.01.2009		Kfz-Bestand Stand: 01.01.2010		Kfz-Bestand Stand: 01.01.2011	
	Pkw	Nfz	Pkw	Nfz	Pkw	Nfz	Pkw	Nfz
keine Plakette	4,5 %	16,1 %	3,5 %	12,3 %	3,1 %	9,4 %	2,9 %	7,3 %
rote Plakette 	2,4%	12,6 %	2,0 %	10,5 %	1,3 %	8,4 %	0,9 %	6,1 %

gelbe Plakette 	8,6 %	40,4 %	7,1%	30,7 %	6,4 %	25,2 %	5,6 %	20,3 %
grüne Plakette 	84,5 %	30,9 %	87,4 %	46,5 %	89,3 %	56,9 %	90,7%	66,3 %

**Tabelle 18:** Kraftfahrzeugstatistik für die in Frankfurt am Main zugelassenen Kraftfahrzeuge; Aufteilung nach Schadstoffgruppen (Quelle: Zulassungsbehörde der Stadt Frankfurt am Main)

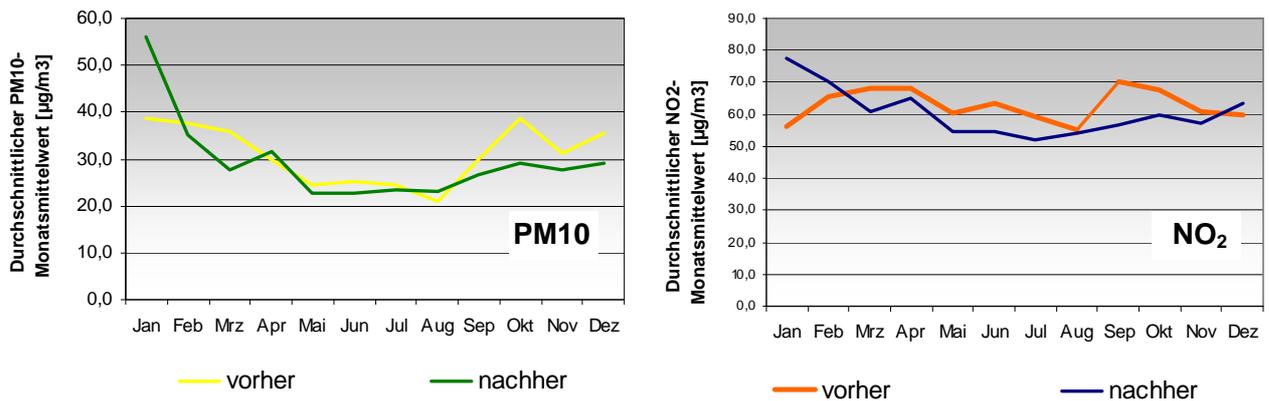
Noch deutlicher wird der Unterschied jedoch bei den Nutzfahrzeugen (Nfz).



**Abbildung 35:** Gegenüberstellung des Bestandes an Nutzfahrzeugen nach Schadstoffgruppen; Stand: 1. Januar 2011 (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

Die in Abbildung 35 gezeigte Gegenüberstellung der Zuordnung nach Schadstoffgruppen der in Frankfurt am Main zugelassenen Nutzfahrzeuge mit dem Bestand der Nutzfahrzeuge in Deutschland zeigt die Wirkung der Frankfurter Umweltzone sehr deutlich. Die beabsichtigte Wirkung einer schnelleren Fahrzeugmodernisierung ist in Frankfurt am Main gerade bei den Fahrzeugen gelungen, die noch den ältesten Emissionsstandards entsprachen.

Wie bereits dargelegt, kann der Einfluss der Umweltzone auf die Immissionskonzentrationen von Feinstaub und Stickstoffdioxid anhand eines reinen Messwertevergleichs der Jahre vor und nach Einführung der Umweltzone nicht nachgewiesen werden. Ein direkter Vergleich vor und nach Einführung der Umweltzone könnte nur bei zumindest annähernd gleichen Witterungsbedingungen im Jahresverlauf erfolgen. Um dennoch eine Abschätzung der Minderungswirkung vorzunehmen, wurde ein monatlicher Durchschnittswert für den Zeitraum vor Einrichtung der Umweltzone (Januar 2005 bis September 2008) und nach Einrichtung der Umweltzone (Oktober 2008 bis April 2011) gebildet.



**Abbildung 36:** Vergleich der durchschnittlichen Monatsmittelwerte vor und nach Einrichtung der Umweltzone an der Friedberger Landstraße in Frankfurt am Main

Auch dieser Vergleich ist nur bedingt aussagekräftig, da die dem Vergleich zugrunde liegende Anzahl an Monaten für eine seriöse Statistik im Grunde nicht ausreicht.

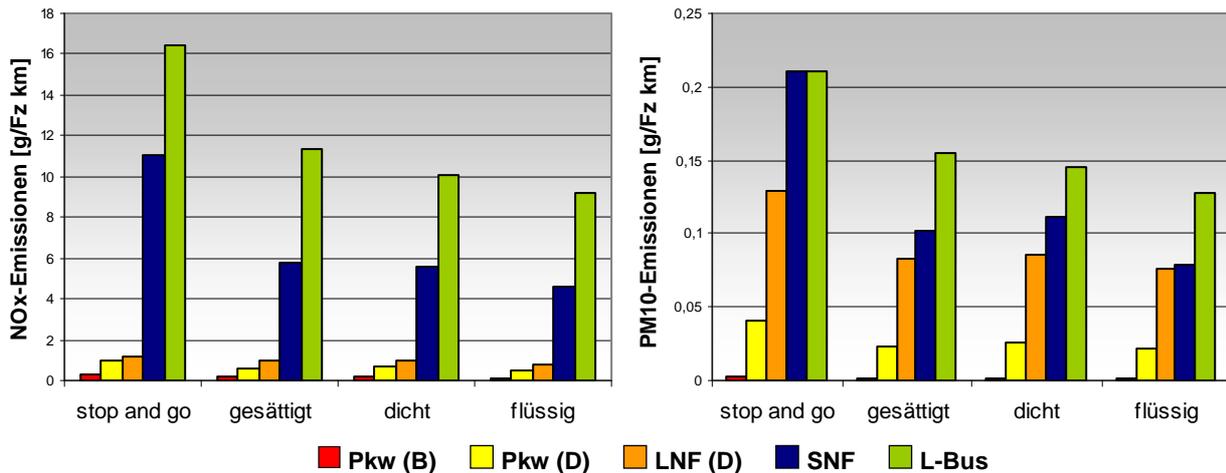
Auch wenn es sich nicht an den Messwerten direkt ablesen lässt, ist doch bei Feinstaub eine deutliche Minderungswirkung durch die Einrichtung einer Umweltzone belegbar. So emittieren Dieselfahrzeuge mit eingebautem Partikelfilter ca. 99 % weniger Feinstaub als Dieselfahrzeuge ohne Partikelfilter. I. d. R. sind Fahrzeuge ab Euro 4 serienmäßig mit Partikelfilter ausgerüstet. Die schnellere Modernisierung der Fahrzeugflotte bewirkt somit eine deutliche Minderung der abgasbedingten Feinstaubemissionen. Das bedeutet, dass wahrscheinlich ohne Umweltzone, die Feinstaubkonzentrationen in Frankfurt am Main in den Wintermonaten 2009 und 2010 noch höher ausgefallen wären.

Der Witterungseinfluss bei den Stickstoffdioxidkonzentrationen ist deutlich geringer als bei Feinstaub. Aber auch die Stickstoffdioxidkonzentrationen werden durch Inversionswetterlagen oder Regen beeinflusst. Auch bei Stickstoffdioxid lässt sich nach Einrichtung der Umweltzone eine Minderung beobachten. Der Vergleich der durchschnittlichen Monatsmittelwerte vor Einrichtung der Umweltzone und nach ihrer Einrichtung zeigt eine durchschnittliche Minderung an der Messstation Friedberger Landstraße um  $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$  oder knapp 6 %.

Vor allem nach dem Verbot von Fahrzeugen mit roter Plakette ab 1. Januar 2010 verminderte sich die Stickstoffdioxidbelastung an der Messstation Friedberger Landstraße überproportional stark um mehr als  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gegenüber dem Jahresmittel 2009, während an anderen verkehrsbezogenen Messstationen oder auch Messstationen des städtischen Hintergrunds zwar ebenfalls eine Minderung zu verzeichnen war, jedoch nur in der Größenordnung von ca.  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Selbst bei Berücksichtigung des Zeitraums, in dem von Mitte Juli bis Mitte August 2010 die Friedberger Landstraße aufgrund von Bautätigkeiten für den Verkehr gesperrt war, liegt die Minderung in der gleichen Größenordnung.

### 6.3.3 Staufreie Friedberger Landstraße (Optimierung des Verkehrsflusses)

Um den Verkehr auf der Friedberger Landstraße möglichst flüssig zu halten, wurde im Oktober 2005 eine Beschilderung angebracht, die das Parken in zweiter Reihe verhindern sollte. Eine gezielte Überwachungsstrategie führte zu einem merklichen Rückgang der Verwarnungen und damit den Behinderungen, die durch das unzulässige Parken hervorgerufen wurden.



**Abbildung 37:** Emissionsverhalten von Fahrzeugen bei unterschiedlicher Durchlässigkeit des Verkehrs; HBEFA 3.1; Hauptverkehrsstraße, Geschwindigkeitsbeschränkung 50 km/h; Bezugsjahr 2010

Wie Abbildung 37 zeigt, kann mit einer Verflüssigung des Verkehrs eine deutliche Verminderung sowohl des abgasbezogenen als auch des abrieb- und aufwirbelungbezogenen Emissionsverhaltens von Fahrzeugen bewirkt werden. Bereits eine Verkehrsverflüssigung von gesättigtem zu dichtem Verkehr kann im Durchschnitt die NO<sub>x</sub>-Emissionen um 11 %, die PM10-Emissionen um 6,5 % vermindern.

Die Maßnahme bleibt weiterhin in Kraft und wird im Rahmen des Streifendienstes überwacht.

#### 6.3.4 Zufahrtsdosierung (Pförtnerlichtsignalanlagen) auf der Friedberger Landstraße zwischen der Anschlussstelle Friedberger Landstraße A 661 und dem Alleening

Ende Oktober 2005 wurden im Bereich der Friedberger Landstraße die Lichtsignalanlagen so umprogrammiert, dass mit der Verminderung der Grünphasen ein um ca. 10 % reduzierter Verkehrsfluss erzielt wurde. Die geringere Verkehrsmenge trägt zu einem flüssigeren Ablauf des Verkehrs in der Innenstadt bei.

Die Maßnahme wird auch weiterhin beibehalten.

#### 6.3.5 Lkw-Fahrverbot auf der Friedberger Landstraße und der Höhenstraße zwischen 2005 und 2008

Da insbesondere Lkw > 3,5 t überproportional zur Feinstaubbelastung beitragen, wurden zwei besonders durch hohe Feinstaubkonzentrationen betroffene und durch Lkw-Verkehr belastete Straßenzüge für den Lkw-Durchgangsverkehr gesperrt.

Mit Einführung der Umweltzone wurde diese Maßnahme aufgehoben.

### 6.3.6 Umrüstung des städtischen Fuhrparks

Entsprechend einem Magistratsbeschluss aus dem Jahr 2005 wird der städtische Fuhrpark bei Neubeschaffungen auf Erdgasfahrzeuge umgestellt. Derzeit sind im Bereich der Stadtverwaltung und städtischen Gesellschaften etwa 400 Erdgas-Pkw im Einsatz.

### 6.3.7 Information der Öffentlichkeit

Die Stadt Frankfurt am Main stellt im Internet ein umfassendes Angebot zur Information der Öffentlichkeit zu folgenden Themen bereit: Luft, Luftschadstoffbelastung, Luftreinhalteplanung, Umweltzone, gesundheitliche Auswirkungen, Verkehrsinformationen, Stadtklima, Klimaschutz, Energiesparmaßnahmen.

Auf den 18 im Stadtgebiet zur Verfügung stehenden Verkehrsinformationstafeln wird u. a. aktuell auf die Feinstaubbelastung aufmerksam gemacht. Mit Faltschirmen, Presseinformationen, Pressekonferenzen, Artikeln in Fachzeitschriften und Radiospots wurde die Einführung der Umweltzone begleitet.

### 6.3.8 Ausbau des ÖPNV

Mit dem Ausbau und der Attraktivitätssteigerung des ÖPNV sollen die Bürger und Besucher der Stadt Frankfurt am Main zur Nutzung des ÖPNV motiviert werden. Dass die bisherigen Maßnahmen und Angebote der Stadt Frankfurt am Main Wirkung zeigen, wird durch die Steigerung der Fahrgastzahlen in den letzten Jahren deutlich.

Jahr	Fahrgäste in Mio	%-Veränderung zum Vorjahr
2005	181,9	
2006	186,2	+2,39
2007	186,0	-0,10
2008	190,9	+2,58
2009	195,6	+2,47

**Tabelle 19:** Entwicklung der Fahrgastzahlen in der Stadt Frankfurt am Main (Quelle: traffiQ Frankfurt am Main)

Mit der Fahrgaststeigerung ist letztendlich eine Reduzierung der Verkehrsemissionen verbunden.

#### 6.3.8.1 Einsatz abgasarmer Busse im ÖPNV

Seit 2005 erfolgt eine kontinuierliche Anpassung der Fahrzeugausstattung an die sich verschärfenden Abgasnormen. Im Zuge der Ausschreibungen der Teilnetze wurden die (zukünftigen) gesetzlichen Vorgaben berücksichtigt. Bei jeder Neuvergabe ist die Fahrzeugausstattung hinsichtlich des Abgasverhaltens für alle eingesetzten Fahrzeuge verbindlich vorgeschrieben. Bis 2010 wurden die Busse der Bündel A, B, C (ohne „Bündelchen“) mit EEV-Standard ausgerüstet.

Da Busse insbesondere in dicht besiedelten Gebieten fahren, ist der Einsatz einer emissionsarmen Technik von besonderer Bedeutung.

#### **6.3.8.2 Optimierung von Netz- und Fahrplänen (ITF - Integraler Taktfahrplan)**

Das vorhandene Fahrplanangebot wurde in den letzten Jahren mit vielen Einzelmaßnahmen ständig optimiert. Als bedeutende Maßnahme herauszustellen ist die im Dezember 2005 erfolgte Ausdehnung des 15-Minuten-Taktes auf den Linien U1, U2 und U3 bis 24 Uhr, wodurch auf der Stadtbahnstrecke A zwischen Sachsenhausen und Heddernheim ein 5-Minuten-Takt angeboten werden konnte. Weitere Optimierungen ergeben sich aus den Maßnahmen des Nahverkehrsplans. Hier sei beispielhaft die Ausdehnung des Betriebszeitraums bis 1:00 Uhr erwähnt, die im Wesentlichen zum Jahresfahrplan 2008 verwirklicht werden konnte.

#### **6.3.8.3 Ausbau schienengebundener ÖPNV**

Im Berichtszeitraum gab es Taktverdichtungen und Fahrplanmaßnahmen im Stadtbahn- und Straßenbahnbereich. Die bedeutendste Veränderung des lokalen Schienennetzes in dem hier in Rede stehenden Zeitraum ist die Verlängerung der Stadtbahnlinie U4 über den ehemaligen Endpunkt „Seckbacher Landstraße“ hinaus zunächst im Sommer 2008 bis in den Stadtteil Riederwald und zum Fahrplanwechsel im Dezember 2008 nach Enkheim.

Mit dem neuen Haltepunkt Zeilsheim an der S 2 ist der Frankfurter Westen besser an das S-Bahn-Netz angebunden.

#### **6.3.8.4 Ausbau des Busnetzes**

Aufgrund der Vielzahl der Maßnahmen erfolgt hier eine zusammenfassende Darstellung. Beispielhaft sind folgende Maßnahmen zu nennen: Zwischen 2005 und 2010 wurden zahlreiche Buslinien gänzlich neu eingerichtet. So wurde mit den neuen Linien 45 und 47 das Netz der „Quartierbuslinien“ zum Fahrplanjahr 2005 implementiert und in den Folgejahren um die Buslinien 48, 57 und 69 sukzessive erweitert. Darüber hinaus kamen in Ergänzung des Busliniennetzes die Linien 24, 33 und 53 hinzu. Zusätzlich gab es bei zahlreichen Buslinien Verlängerungen der Linienwege (bspw. Linie 64 zum Hauptbahnhof, Linie 72 nach Rödelheim und Linie 73 zum Westbahnhof). Neben weiteren Fahrplanmaßnahmen, die eine Ausweitung des Betriebszeitraumes oder eine Verdichtung der Takte zur Folge hatten, ist die Ausweitung des Nachtbusangebots auf alle Tage der Woche herauszuheben (bis Dezember 2009 Verkehr nur in Wochenendnächten). In der Summe wurden im Busverkehr im Jahr 2009 über 18% Mehrleistung gegenüber dem Jahr 2005 erbracht (gemessen an der Zahl der gefahrenen Kilometer).

#### **6.3.8.5 Schließung der im aktuellen Nahverkehrsplan festgestellten Erschließungslücken**

Durch Anpassungen im Busliniennetz und im Fahrplanangebot konnten die im Jahr 2005 beschlossenen Nahverkehrsplan festgestellten Erschließungslücken mittlerweile geschlossen werden. Alle Siedlungsgebiete werden jetzt gemäß dem aktuellen Anforderungsprofil erschlossen.

### **6.3.9 Förderung Radverkehr**

Im Jahr 2009 hat die Stadt Frankfurt am Main eine „Radverkehrsstrategie für Frankfurt am Main“ aufgestellt.

Grundsätze dieser Radverkehrsstrategie sind:

- ▶ Das Fahrrad ist selbstverständlicher Bestandteil einer integrierten Verkehrspolitik.
- ▶ Der Radverkehr ist bei allen Maßnahmen im öffentlichen Straßenraum angemessen zu berücksichtigen: insbesondere bei der Zuweisung von Flächen und Mitteln, bei der Lichtsignalsteuerung, bei der Wegweisung, an Baustellen und Umleitungen sowie bei Straßenreinigung und Winterdienst.
- ▶ Entscheidend für die Förderung des Radverkehrs ist, dass die Radverkehrsinfrastruktur sichtbar wird. Die Stadt muss so gestaltet sein, dass sich die Menschen zum Radfahren eingeladen fühlen und dass auch die Kraftfahrer sehen: Der Radverkehr ist erwünscht! Radfahrer gehören hierher!
- ▶ Radverkehr ist als komplexes System zu verstehen und zu fördern im Sinne des Radverkehrsszenarios des Gesamtverkehrsplanes der Stadt Frankfurt am Main und des Nationalen Radverkehrsplans 2002 bis 2012.

Hiermit verbunden sind eine Vielzahl von Infrastruktur- und Öffentlichkeitsmaßnahmen, die durch die Gründung eines Radfahrbüros effizient umgesetzt werden sollen, um kurz- und mittelfristig den Radverkehr zu weiter zu stärken.

### **6.3.10 Förderung Fußgängerverkehr / Wohn- und Mischflächenentwicklung**

Aufbauend auf der Beschlussfassung zum Gesamtverkehrsplan werden seit 2006 im Pilotprojekt Nahmobilität im Nordend Methoden und Maßnahmen zur Verbesserung der Bedingungen für den Fußverkehr auf Stadtteilebene erfolgreich erprobt. Die im Pilotprojekt gewonnenen Erfahrungen werden über einen verwaltungsinternen Erfahrungsaustausch in das stadtweite Verwaltungshandeln implementiert. Zur Verstetigung der gezielten Förderung des Fußverkehrs auf Stadtteilebene wurde eine Stelle im Amt für Straßenbau und Erschließung neu geschaffen und Investitionsmittel im Haushalt verankert.

Die Stadt Frankfurt am Main verfolgt eine verkehrsvermeidende Siedlungsentwicklung. Durch die Ausweisung gemischter Siedlungsgebiete mit einem Vorrang für die Binnenentwicklung vor der Außenentwicklung und einer besonderen Förderung der Wohnfunktion im Innenstadtbereich und anderen bisher monofunktional gewerblich genutzten Bereichen werden die Voraussetzungen für eine verkehrssparsame Verhaltensweise geschaffen. Aktuelle Beispiele sind das Europaviertel auf dem ehemaligen Gleisfeld des Hauptgüter- und Rangierbahnhofs, die Stadtentwicklungsgebiete Frankfurter Bogen und Riedberg, die geplante Weiterentwicklung der Bürostadt Niederrad zu einem Mischgebiet.

### **6.3.11 Weitere Maßnahmen zur Verkehrsreduzierung**

- ▶ Reduzierung von Parksuchverkehr durch die Einrichtung von Verkehrsbeeinflussungssystemen (Messe, Commerzbank Arena, hier: Fahrstreifensignalisierung und Wechselwegweisung)

- ▶ Inbetriebnahme der Integrierten Gesamtverkehrsleitzentrale (IGLZ) zur Verbesserung des Verkehrsablaufs inklusive der Aufstellung von 18 frei programmierbaren Verkehrsinformationstafeln, auf denen z. B. auch auf die Luftschadstoffbelastung hingewiesen werden kann oder Umsteigeempfehlungen gegeben werden können
- ▶ Einrichtung von Gemeinschaftsstraßen (shared space)
- ▶ Reduzierung von Parksuchverkehr durch die Einrichtung von Bewohnerparkzonen
- ▶ Planung und Installation von verkehrabhängigen Steuerungsprogrammen für Lichtsignalanlagen
- ▶ Verbesserung der Fahrgastinformation (z. B. Installation DFI – Dynamische Fahrgast-Information an den Haltestellen)
- ▶ Car-Sharing
- ▶ Mobilitätsberatung (z. B. in Unternehmen)
- ▶ Mobilitätserziehung (z. B. in Kindergärten und Schulen)
- ▶ Förderung der Selbstständigkeit von Kindern im Verkehr

## **6.3.12 Energieeinsatz**

### **6.3.12.1 Energiesparendes Bauen**

Frankfurt am Main ist weltweiter Spitzenreiter in der Passivhausbauweise. Über 1.000 Wohneinheiten und über 100.000 m<sup>2</sup> Nutzfläche (hierbei 2 Schulen, 2 Turnhallen, Kindertagesstätten) wurden bereits als Passivhaus (PH) gebaut. Die Stadt baut eigene Gebäude und die ABG-Holding Wohnungen nur noch in PH-Bauweise. Beim Verkauf städtischer Grundstücke wird die PH-Bauweise vertraglich vorgeschrieben. Auch wenn der Anteil an allen Gebäuden noch gering ist, zeigt die Passivhausbauweise, wie mit minimalem Energieverbrauch (und damit geringsten Luftschadstoffemissionen) ein höchster Wohnkomfort erreicht werden kann. Diese Bauweise wurde inzwischen auch bei zwei Modernisierungsprojekten erfolgreich eingesetzt, so dass hier eine wesentliche und große Perspektive für den Gebäudebestand besteht. In Frankfurt am Main stehen einige der energieeffizientesten Hochhäuser und Bürogebäude der Welt. Ältere Bürogebäude werden zunehmend modernisiert, verbunden mit einer Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung um mehr als 50 % und Senkung der Luftschadstoffemissionen (modernere Heizung, Fernwärme, Absorptionskälte aus Fernwärme) um mehr als 80 %. Der Hochhausrahmenplan 2009 sieht für neue Hochhäuser einen Grenzwert von 150 kWh/m<sup>2</sup> Primärenergie vor, einige neue Bürogebäude haben diesen Wert schon unterschritten.

### **6.3.12.2 Energieberatung**

Angebot der Energieberatung für Hauseigentümer zur Modernisierung von Heizungsanlagen, sowie Wärmedämmung, Nutzung der Solarenergie. In Zusammenarbeit mit freien Energieberatern und dem Handwerk werden Hauseigentümer informiert, wie energetisch optimal modernisiert werden kann. Gemeinsam mit Unternehmen wird das Projekt "Ökoprofit" durchgeführt, bei dem auch gezielt die Thematik der Senkung von Emissionen aus Gewerbebetrieben behandelt wird. Dies trägt neben der Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auch zur Senkung der Emissionen von Luftschadstoffen bei.

### **6.3.12.3      *Städtische Gebäude und Heizungsanlagen***

Heizungsanlagen der städtischen Gebäude sowie deren Bauteile werden systematisch und Schritt für Schritt modernisiert. Hierbei konnten seit 1990 die Emissionen der Heizungsanlagen von NO<sub>x</sub> (von 67 auf 37 t) und Staub (von 5 auf 2,9 t) um ca. 40 % gesenkt werden. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sanken um 32 % von 150.000 auf 100.000 t. Beim Einbau von Holzheizungsanlagen ist der Beschluss zu beachten, dass die Anlagen die Grenzwerte des "Blauen Engels" für Holzheizungen um die Hälfte unterschreiten müssen.

### **6.3.12.4      *Kraft-Wärme-Kopplung mit Blockheizkraftwerken***

Seit 1990 wurden in Frankfurt am Main ca. 150 BHKW Anlagen errichtet mit zusammen ca. 20.000 kW elektrischer Leistung. Diese Anlagen tragen durch das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung zu höherer Energieeffizienz bei und senken die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu getrennter Strom- und Wärmeerzeugung um mehr als 30 %. Entsprechend tragen diese Anlagen auch zur Senkung der NO<sub>x</sub>-Emissionen bei, insbesondere wenn diese Anlagen mit den 15 Nahwärmenetzen verbunden sind und hierbei unkontrollierte Emissionen von tausenden von Einzelheizungsanlagen vermieden werden. Siehe auch Kap. 7.3.2.3

### **6.3.12.5      *Stromeinsparprogramm***

Die Stadt Frankfurt am Main hat ein bundesweit bisher einzigartiges Stromsparförderprogramm aufgelegt. Stromeinsparung ist meist wirtschaftlich, effizienteste Energienutzung spart Geld und senkt am kostengünstigsten die Emissionen. Strom hat mit ca. 600 kg CO<sub>2</sub> und 1 kg NO<sub>x</sub> pro MWh die relativ höchsten Emissionsfaktoren. Gefördert wird die eingesparte Kilowattstunde (kWh) Strom mit einmalig 10 ct / gesparter kWh Strom gemessen an den Stromrechnungen aufeinanderfolgender Jahre. Bis Ende 2010 wurden ca. 400 Prämien mit durchschnittlich 70 € ausbezahlt, was einer jährlichen Einsparung von 230 Tonnen CO<sub>2</sub> und 500 kg NO<sub>x</sub> entspricht. Weitere 3.500 Teilnehmer haben sich bei der Aktion angemeldet. Dazu erfolgte im Sommer 2010 eine „Abwrackaktion“ der Stadt Frankfurt am Main gemeinsam mit Unterstützung durch die Mainova und den örtlichen Fachhandel. Etwa 1.000 alte Kühlschränke wurden gegen neue Geräte mit der Energieeffizienzklasse A++ ausgetauscht. Die Förderung betrug jeweils 50 €. Durch den geforderten Entsorgungsnachweis für das Altgerät wurde auch neben der Stromeinsparung (Senkung von Emissionen) sichergestellt, dass die im Kühlgerät enthaltenen als Treibhausgas und Ozonbildner wirkenden Kühlmittel fachgerecht entsorgt wurden.

# 7 Geplante Maßnahmen

## 7.1 Europäische Maßnahmen

### 7.1.1 Einführung neuer Abgasstandards

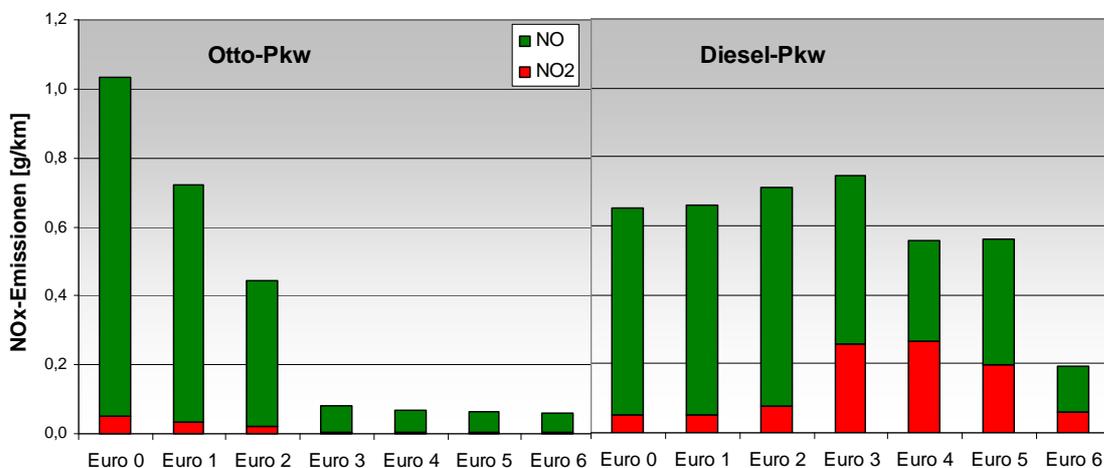
Nachdem offensichtlich wurde, dass mit den geltenden Abgasgrenzwerten die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte nicht erreicht werden kann, hat die Europäische Union eine weitere Absenkung der Fahrzeugemissionen sowohl für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge als auch für schwere Nutzfahrzeuge vorgesehen.

Pkw und leichte Nutzfahrzeuge			Lkw und Busse		
Norm	Jahr	Richtlinie	Norm	Jahr	Richtlinie
Euro 6	2014/2015	2007/715/EG	Euro VI	2013	2009/595/EG

**Tabelle 20:** Zukünftige Abgasnorm

Die mit Einführung der Euro-6/VI-Norm erfolgten Verschärfungen betreffen vor allem den Bereich der Stickstoffoxide. Die PM-Grenzwerte bleiben bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen gegenüber dem Grenzwert nach der Euro-5-Norm unverändert. Nur bei schweren Nutzfahrzeugen wird auch der Partikelgrenzwert gesenkt.

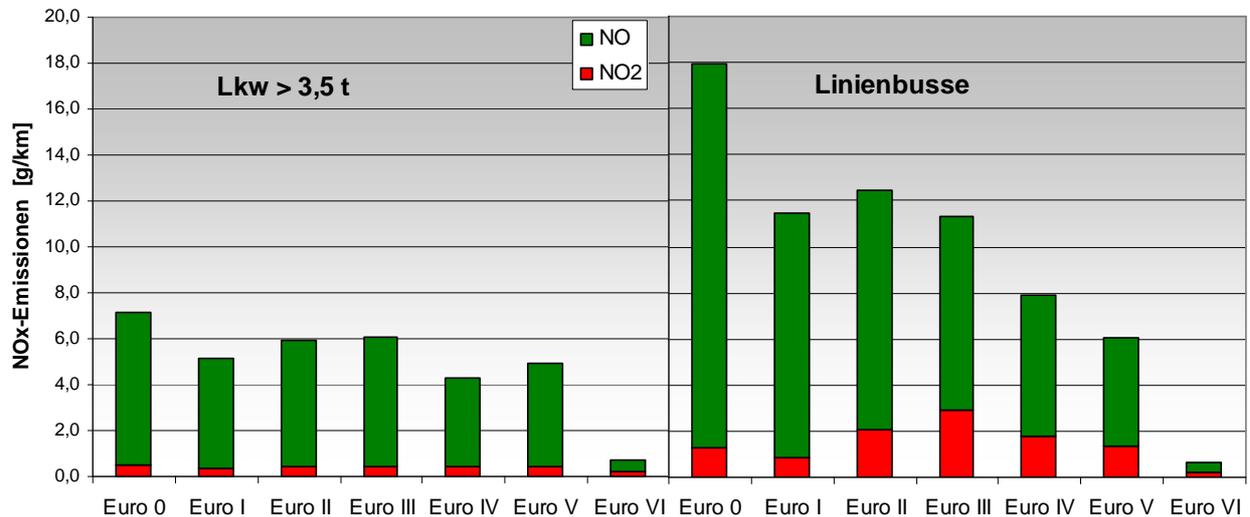
Dabei ist zu beachten, dass die verschärften Abgasnormen (Emissionsgrenzwerte) zunächst nur für Neuwagen gelten und erst über das Ausscheiden von Altfahrzeugen eine Senkung der mittleren Emissionswerte der Fahrzeugflotte erfolgt. Bis zu einer merklichen Minderung der Abgasemissionen aufgrund einer modernisierten Fahrzeugflotte vergehen etwa 10 Jahre und mehr. Neue Untersuchungen über das Ausmaß verkehrsbedingter Luftschadstoffbelastungen mehrerer EU-Staaten und der Schweiz, dargestellt im Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) Version 3.1 vom Januar 2010 [13] zeigen, dass vor allem die direkten NO<sub>2</sub>-Emissionen der Diesel-Pkw mit der Euro-3-Norm drastisch gegenüber denen älterer Dieselmotoren zunahm. Da auch der Gesamtausstoß von Stickstoffoxiden nicht geringer wurde, stellen Diesel-Pkw nach Euro-3-Norm aufgrund ihrer weiten Verbreitung derzeit die kritischste Gruppe von Fahrzeugen im Straßenverkehr dar.



**Abbildung 38:** Mittlere NO<sub>2</sub>- und NO-Emissionsfaktoren für Pkw im Innerortsverkehr, HBEFA 3.1, Bezugsjahr: 2010

Erst mit Einführung der Euro-6-Norm ist auch bei Diesel-Pkw mit einem deutlichen Rückgang nicht nur der NO<sub>2</sub>-Direktemissionen, sondern auch des Gesamtstickstoffoxidausstoßes zu rechnen.

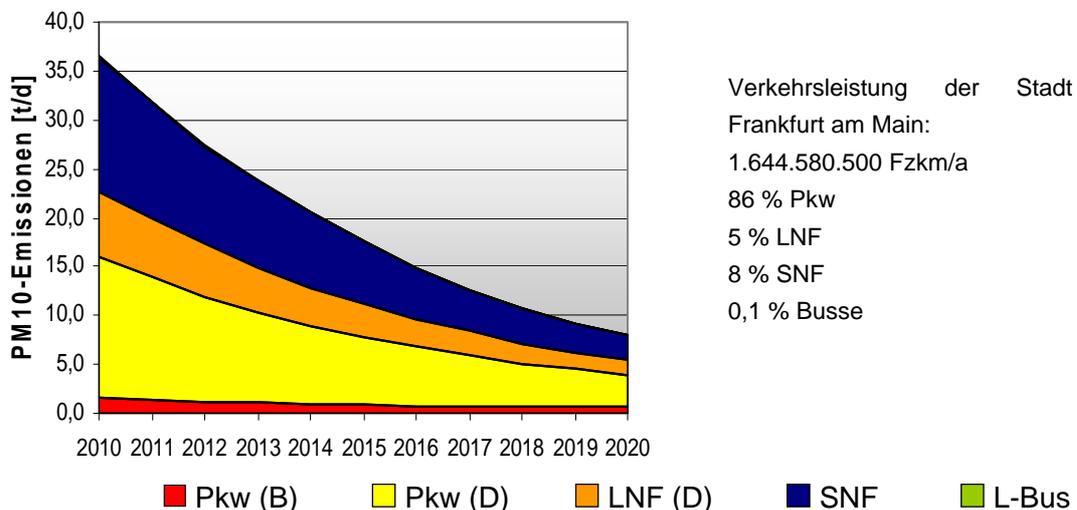
Gegenüber den Ergebnissen des HBEFA 2.1 emittieren schwere Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse) weniger Luftschadstoffe als ursprünglich angenommen. Auffällig ist die geringe Abnahme der Emissionen mit zunehmender Euro-Norm. Ein Lkw mit Euro-V-Standard emittiert nahezu genauso viel Gesamtstickstoffoxid wie ein Lkw mit Euro-I-Standard.

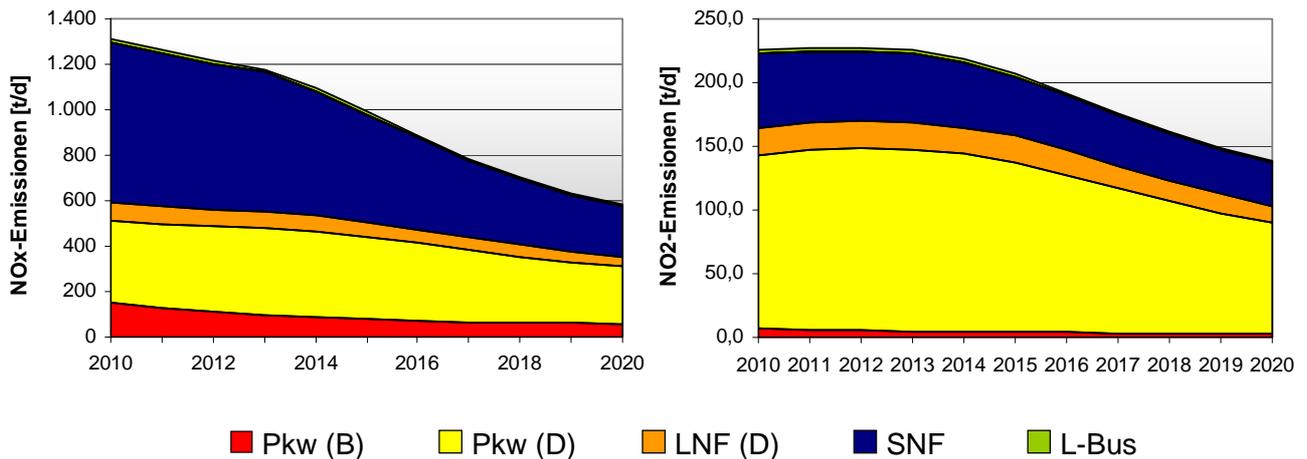


**Abbildung 39:** Mittlere NO<sub>2</sub>- und NO-Emissionsfaktoren für Lkw und Busse im Innerortsverkehr, HBEFA 3.1, Bezugsjahr: 2010

Das bedeutet, dass über zwanzig Jahre hinweg die Emissionen im realen Betrieb trotz großer technischer Fortschritte kaum gesunken sind. Auch hier wird erst mit Einführung von Euro-VI-Fahrzeugen eine merkliche Reduktion der Belastung eintreten, sofern das Emissionsverhalten im normalen Betrieb die vorgegebenen Emissionsgrenzwerte einhält.

Im HBEFA wurden Emissionsfaktoren (= tatsächliche Emissionen) für mittlere Innerortssituationen ermittelt, die sich an den Emissionsstandards der Fahrzeuge für das jeweilige Bezugsjahr orientieren. So kann eine Entwicklung der Fahrzeugemissionen bei gleichbleibendem Verkehrsaufkommen und Fahrzeugzusammensetzung über mehrere Jahre hin abgeschätzt werden.





**Abbildung 40:** Prognose der Feinstaub-, Stickstoffoxid- und Stickstoffdioxidemissionen in der Stadt Frankfurt am Main für eine mittleren Innerortssituation für die Bezugsjahre 2010 bis 2020; HBEFA 3.1

Während die Gesamtstickstoffoxidemissionen ( $\text{NO}_x$ ) von Jahr zu Jahr weniger werden, ist bei den  $\text{NO}_2$ -Emissionen noch bis zum Jahr 2012 ein Anstieg zu verzeichnen. 2012 wird erst wieder der Wert des Jahres 2010 erreicht und bis zum Jahr 2015 kann mit einem Rückgang der  $\text{NO}_2$ -Direktemissionen um 8,3 % und mit einem Rückgang der Gesamtstickstoffoxidemissionen um 24,3 % gegenüber dem Jahr 2010 gerechnet werden.

Die Feinstaubemissionen sind deutlich rückläufig. So ist im Jahr 2015 gegenüber 2010 ein Rückgang um fast 52 % zu erwarten.

Diese Werte werden durch Untersuchungen des ifeu-Instituts an hoch belasteten Straßen in Baden-Württemberg bestätigt [28]. Demnach wird voraussichtlich erst ab 2020 mit deutlich rückläufigen  $\text{NO}_2$ -Immissionskonzentrationen zu rechnen sein.

Um die Wirkung der verminderten Emissionen auf die Immissionsbelastung zu ermitteln, sind aufwändige Berechnungen erforderlich, da eine direkte und einfache Korrelation zwischen Emissionen und den daraus resultierenden Immissionen nicht existiert. Das ifeu-Institut hat in seiner Studie [28] auch die Entwicklung der  $\text{NO}_2$ -Immissionskonzentration über die Zeit berechnet, die für die verschiedenen Straßen zwischen 14,7 und 20 % lagen.

**Prognostizierte Minderung:** Bis zum Jahr 2015 (gerechnet ab 2010), Rückgang der verkehrsbedingten  $\text{NO}_x$ -Emissionen in Frankfurt am Main um ca. 24 %, der verkehrsbedingten  $\text{NO}_2$ -Emissionen um gut 8 % und der verkehrsbedingten  $\text{PM}_{10}$ -Emissionen um ca. 52 %.

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Laufend durch kontinuierliche Verbesserung der Emissionsstandards der Fahrzeugflotte

## 7.2 Nationale Maßnahmen

### 7.2.1 Industrie

#### 7.2.1.1 Verschärfung von Emissionsgrenzwerten

Industrieanlagen mit erheblichen Stickstoffoxidemissionen sind vor allem große Kraftwerke und Abfallverbrennungsanlagen. Trotz bereits bestehender hoher Anforderungen werden diese In-

dustrieanlagen zukünftig weiter in ihren NO<sub>x</sub>-Emissionen (gerechnet als NO<sub>2</sub>) beschränkt. Mit Verordnung vom 27. Januar 2009 (BGBL. I S. 129, 131) wurden bei Anlagen nach der 13. BImSchV (Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen [17]) und der 17. BImSchV (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen [22]) zu den bestehenden Halbstunden- und Tagesmittelwerten zusätzlich Jahresmittelwerte als Emissionsgrenzwert für NO<sub>x</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>, eingeführt. Die Vorgaben gelten deutschlandweit und unabhängig von Standorten in Belastungsgebieten, jedoch erst für Anlagen, die nach dem 31. Dezember 2012 in Betrieb gehen bzw. für wesentliche Änderungen bestehender Anlagen nach diesem Zeitpunkt.

Industrieanlagen tragen aufgrund der Ableitung der Emissionen über relativ hohe Schornsteine i. d. R. nur zum geringen Prozentsatz zu den örtlichen Luftschadstoffkonzentrationen bei. Deswegen ungeachtet sind die emittierten Luftschadstoff-Massenströme relativ hoch. Sie verteilen sich mit der freien Luftströmung in einem weiten Umkreis. Emissionsmindernde Maßnahmen tragen hier zu einer Absenkung des allgemeinen Hintergrundniveaus bei.

**Prognostizierte Minderung:** Nicht abschätzbar

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Für neu in Betrieb gehende oder wesentlich geänderte Verbrennungsanlagen ab 1. Januar 2013

## 7.2.2 Verkehr

### 7.2.2.1 Förderung von Euro-6-Diesel-Pkw

Als Anreizsystem für eine frühzeitige Einführung von Euro-6/VI-Fahrzeugen wird ab 1. Januar 2011 für Diesel-Pkw, die die Euro-6-Norm erfüllen und seit dem 1. Januar 2011 erstmalig zugelassen wurden, eine einmalige Steuerbefreiung in Höhe von 150 € gewährt.

**Prognostizierte Minderung:** Nicht abschätzbar

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Ab 1. Januar 2011 befristet bis 31. Dezember 2013

### 7.2.2.2 Förderung zur Beschaffung von Euro-VI-Lkw

Als Anreizsystem für eine frühzeitige Einführung von Euro-6-Fahrzeugen wird die Anschaffung von schweren Nutzfahrzeugen der Euro-VI-Norm ab 1. Juli 2011 über das Förderprogramm zur Anschaffung emissionsarmer schwerer Nutzfahrzeuge gefördert werden. Die Höhe der Zuwendung liegt in Abhängigkeit von der Größe des Unternehmens zwischen 1.400 und 2.200 € pro Euro-VI-Fahrzeug.

**Prognostizierte Minderung:** Nicht abschätzbar

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Ab 1. Juli 2011

## 7.3 Lokale Maßnahmen

### 7.3.1 Verkehr

#### 7.3.1.1 Umweltzone – 3. Stufe

Im Januar 2012 tritt die 3. Stufe der Umweltzone in Kraft. Dann dürfen nur noch Fahrzeuge in die Umweltzone einfahren, die entweder

- ▶ von der Plakettenpflicht nach Kennzeichnungsverordnung ausgenommen sind oder
- ▶ mit einer grünen Feinstaubplakette gekennzeichnet sind oder
- ▶ mit Allgemeinverfügung von der Kennzeichnungspflicht ausgenommen sind oder
- ▶ über eine gültige Ausnahmegenehmigung verfügen.

#### Abschätzung der Wirksamkeit der 3. Stufe

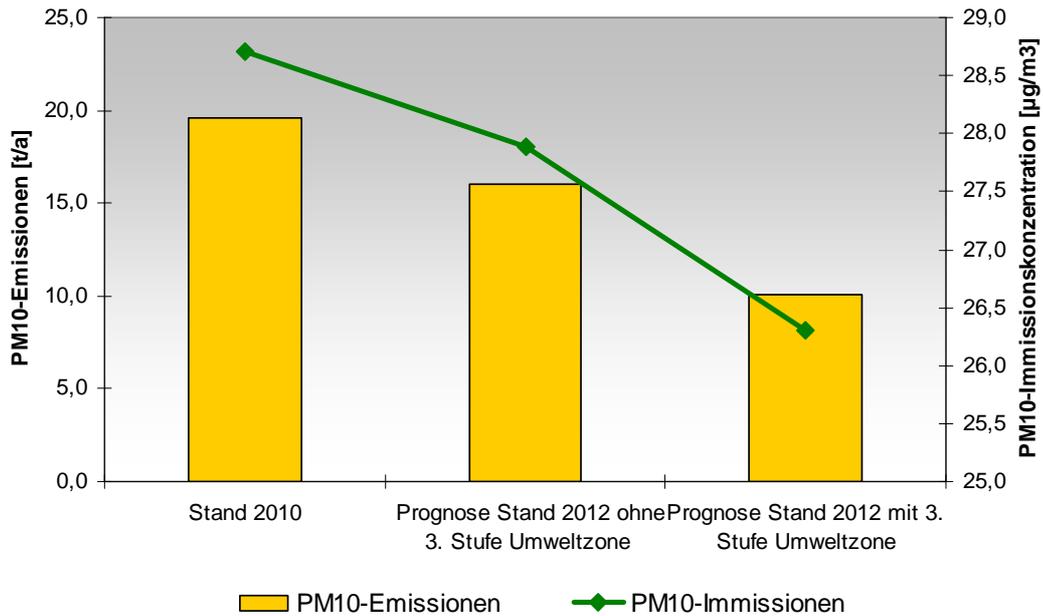
Die Wirkung der 3. Stufe der Umweltzone auf die PM<sub>10</sub>- und NO<sub>2</sub>-Immissionskonzentrationen wird anhand der Verminderung des Ausstoßes von Stickstoffoxiden und dem Anteil der verkehrsbezogenen Stickstoffoxidemissionen an der Gesamtbelastungssituation abgeschätzt.

Um die Reduktion der verkehrsbedingten Stickstoffoxidemissionen zu bestimmen, wurde die allgemeine Verbesserung der Fahrzeugflotte mit den Kenntnissen des Jahres 2011 auf das Jahr 2012 extrapoliert. Vor allem die deutliche Zunahme an Nutzfahrzeugen der Schadstoffgruppe 4 mit Stand 1. Januar 2011 (66 % gegenüber 57 % zum Stand 1. Januar 2010) übertraf die im Planentwurf angenommenen Verbesserungen. Daher wurde die Wirkung der dritten Stufe der Umweltzone auf der Grundlage der neuen Erkenntnisse neu berechnet. Für die Einführung der dritten Stufe wurden die jetzt für 2012 prognostizierten Zahlen so verändert, dass sie bei gleichbleibender Fahrzeugzahl die Anforderungen an eine „grüne“ Umweltzone erfüllen.

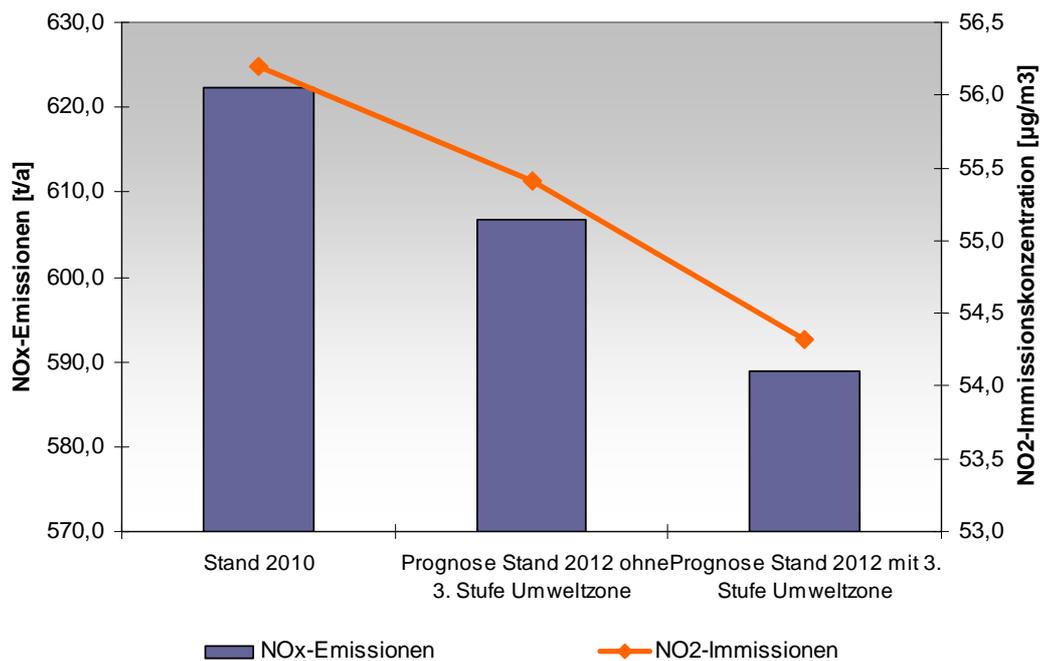
Der Anteil des Verkehrs an der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung wurde durch ein Gutachten der ivu ermittelt

[http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse\\_rhein\\_main\\_b90.pdf](http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse_rhein_main_b90.pdf). Er beträgt z.B. für die Friedberger Landstraße insgesamt 62,5 % als Summe des Verkehrsanteils aus der städtischen Zusatzbelastung und der lokalen verkehrsbezogenen Zusatzbelastung. Dabei wird ein Teil des NO<sub>2</sub> – insbesondere von Diesel-Pkw – direkt als Stickstoffdioxid emittiert, ein anderer Teil als Stickstoffmonoxid, der zusammen mit Ozon bzw. Luftsauerstoff in einer Gleichgewichtsreaktion ebenfalls zu Stickstoffdioxid umgesetzt wird. Dieser Gesamtstickstoffoxidausstoß ist bei Diesel-Pkw Euro 3 besonders hoch (siehe Abbildung 38). Er nimmt bei Euro-4-Diesel-Pkw deutlich ab, wobei der Anteil des direkt emittierten NO<sub>2</sub> praktisch unverändert hoch bleibt. D. h., der Vorteil von Umweltzonen mit Zugangsberechtigung für Fahrzeuge, die ausschließlich eine grüne Plakette besitzen, gegenüber einer Umweltzone mit Berechtigung für gelb oder grün plakettierte Fahrzeuge, liegt in der geringeren Menge ausgestoßenen Stickstoffmonoxids, die den Stickstoffdioxidanteil aus der Reaktion von Stickstoffmonoxid und Sauerstoff vermindert.

In den Abbildungen 41 und 42 werden am Beispiel der Messstation Frankfurt-Friedberger Landstraße der Stand der Emissionen und Immissionen im Jahr 2010, die Prognose für 2012 ohne Einführung der dritten Stufe der Umweltzone und die Prognose für 2012 mit Einführung der dritten Stufe der Umweltzone gegenüber gestellt.



**Abbildung 41:** Prognose der Wirksamkeit der dritten Stufe der Umweltzone für PM10



**Abbildung 42:** Prognose der Wirksamkeit der dritten Stufe der Umweltzone für NO<sub>2</sub>

Gegenüber dem Stand der Fahrzeuge am 1. Januar 2010 und den für das Jahr 2010 an der Messstation Frankfurt-Friedberger Landstraße gemessenen Immissionskonzentrationen für Feinstaub und Stickstoffdioxid ergeben sich durch die Einführung der dritten Stufe inklusive des verbesserten Emissionsstandards zusätzliche Minderungen bei Feinstaub von 8,5 % oder ca.  $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und bei Stickstoffdioxid um 3,5 % oder ca.  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Diese Minderungen liegen höher, als es ohne dritte Stufe möglich wäre. Diese Minderungen können aber nur dann erreicht werden, wenn die Einführung der dritten Stufe der Umweltzone entsprechend kontrolliert und durchgesetzt wird. So liegt die Verbesserung der Luftqualität auch in der Hand des Einzelnen, ob er sich an die Vorgaben hält.

**Prognostizierte Minderung:** Minderung der PM10-Konzentration um 8,5 % und der NO<sub>2</sub>-Immissionskonzentration um 3,5 % an der Friedberger Landstraße gegenüber dem Stand 2010.

**Zeitpunkt der Umsetzung:** 01. Januar 2012.

### 7.3.1.2 Wirtschaftsverkehr

Die Maßnahmen im Bereich des Wirtschaftsverkehrs sollen eine Bündelung des Lkw-Verkehrs im Außenbereich der Stadt Frankfurt am Main erreichen und damit eine Reduzierung der Lkw-Emissionen im belasteten Innenstadtbereich ermöglichen:

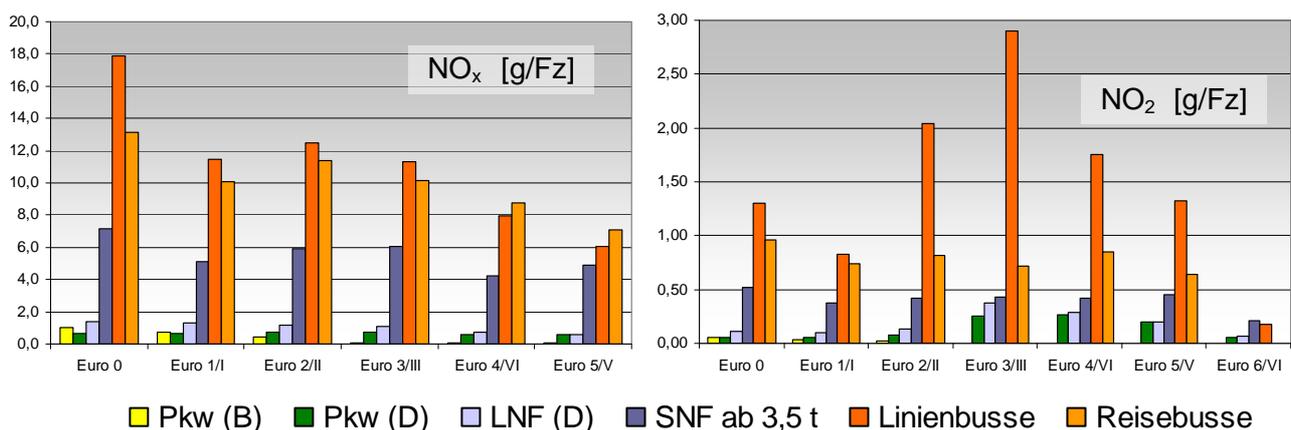
- ▶ Weiterentwicklung der Logistikschwerpunkte zu Güterverkehrszentren
- ▶ Trimodal-Port im Industriepark Höchst als Teil des GVZ-Güterverteilungszentrum Rhein-Main West
- ▶ Container-Terminal und Osthafen als GVZ Frankfurt Ost
- ▶ Cargo-City Flughafen
- ▶ Ausweisung von Lieferzonen

**Prognostizierte Minderung:** Die Minderungswirkung ist nicht abschätzbar.

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Ab 2011

### 7.3.1.3 Weitere Verbesserung der Emissionsstandards der städtischen Busflotte

Nachdem bereits in den vergangenen Jahren damit begonnen wurde, die innerstädtische Busflotte auf emissionsarme Abgasstandards umzustellen, soll dies auch zukünftig fortgeführt werden.

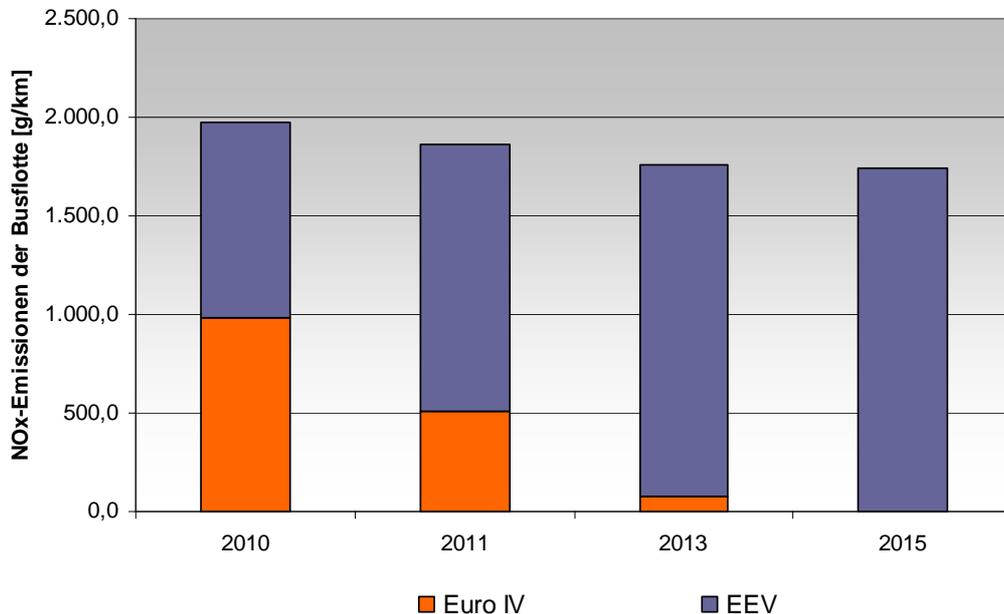


**Abbildung 43:** Durchschnittliche Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub> (gerechnet als NO<sub>2</sub>) und NO<sub>2</sub>-Direktemissionen für Fahrzeuge innerorts, HBEFA 3.1, Bezugsjahr 2010

Die Emissionen von Stickstoffoxiden sind bei Bussen im Vergleich zu anderen Fahrzeugen besonders hoch (siehe Abbildung 43). Derzeit werden die geringsten Luftschadstoffemissionen bei Bussen nach Euro-V- oder EEV-Standard verzeichnet.

Von insgesamt 288 Fahrzeugen wurden bereits 163 Busse (d. h. ca. 57 %) mit dem EEV-Standard ausgerüstet. Durch Ausschreibung und Inbetriebnahme (12/2010) des Linienbündels

„E“ wurde der EEV-Standard auf weitere 54 Fahrzeuge ausgedehnt. Die restlichen Busse entsprechen Euro-IV-Standard. Bei der Neu-Ausschreibung des Linienbündels „D“ (12/2011) sowie der Integration des Bündels „F“ in das Teilnetz „C“ (12/2014) wird von den Bewerbern auch für diese Teilnetze die Erfüllung des EEV-Standards verlangt, so dass dann das ganze Frankfurter Busnetz diesen Standard erfüllt.



**Abbildung 44:** Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen der Frankfurter Busflotte bis zum Jahr 2015 bei gleicher Busanzahl

Trotz des bereits hohen Standards, den die Frankfurter Busflotte bereits erfüllt, können die Emissionen von Stickstoffoxiden damit nochmals gesenkt werden.

**Prognostizierte Minderung:** Minderung der durch den Busverkehr verursachten NO<sub>x</sub>-Emissionen um 12 % gegenüber dem Stand 2010.

**Zeitpunkt der Umsetzung:** 2010 bis 2013

### 7.3.1.4 Weitere Verbesserung beim öffentlichen Nahverkehr

Zur Förderung der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs soll mit verschiedenen Maßnahmen die Attraktivität des ÖPNV für den Einzelnen weiter erhöht werden. Folgende weitere Verbesserungen sind vorgesehen:

#### 7.3.1.4.1 U-Bahn / S-Bahn / Straßenbahn

- ▶ Verlängerung der Linie U5 zum Frankfurter Berg, sowie in das Europaviertel. Ab Dezember 2010 gehen die den Riedberg erschließenden U-Bahnlinien U8 und U9 in Betrieb.
- ▶ Verlängerung der Straßenbahnlinie 18 nach Sachsenhausen zum Lokalbahnhof und zu bestimmten Zeiten auch bis Oberrad.
- ▶ Ausbau der Linie S6 mit Haltepunkt Ginnheim und der Nordmainischen S-Bahn S-Bahn Anbindung Gateway Gardens; Regionaltangente West incl. Verlängerung U6 bis RTW

- ▶ Straßenbahn: Neue Linie 18 zum Neubaugebiet „Frankfurter Bogen“  
1. Teilabschnitt Ringlinie über Stresemannallee
- ▶ Ausbau des Eisenbahnknotens Frankfurt gemäß Programm Frankfurt RheinMain plus
- ▶ Untersuchung weiterer Verbesserungen im Hinblick auf
  - die Einrichtung einer Straßenbahn-Ringlinie um den geschlossenen Stadtkörper,
  - die Erhöhung der Kapazität und Beschleunigung der Stadtbahnlinie U5,
  - eine Veränderung der Führung der Straßenbahnlinie 14 mit neuem Streckenabschnitt zwischen Hauptbahnhof und Briefzentrum Gutleutstraße,
  - die Verlängerung der Stadtbahnlinie U4 (im Osten) bis Seckbach-Atzelberg sowie
  - die Verlängerung der Stadtbahnlinie U4 (im Westen) bis Bahnhof Höchst.
- ▶ Mobilitätsmanagement
  - Marketingmaßnahmen  
traffiQ (die lokale Nahverkehrsgesellschaft der Stadt Frankfurt am Main) führt regelmäßig im Vorlauf zum Fahrplanwechsel im Dezember Marketingmaßnahmen mit unterschiedlichen Schwerpunkten durch.
  - Mobilitätsberatung (z. B. in Unternehmen)  
In Zusammenhang mit der Betriebsverlagerung der Fa. Ticona von Kelsterbach in den Industriepark Höchst sind Beratungsaktionen für die Mitarbeiter des Unternehmens vorgesehen.
  - Verbesserung der Fahrgastinformation (z. B. an Haltestellen).  
Die Verbesserung der Fahrgastinformation liegt vor allem in der Verantwortung der VGF, die bereits ein Programm zur Ausstattung von Haltestellen und Stationen mit Dynamischen Fahrgastinformations-Anzeigern (DFI-Anzeigern) aufgelegt hat und auch sukzessive umsetzt. Im Rahmen der laufenden EU-Projekte wird derzeit an die Einrichtung von Echtzeit-Fahrgastinformationen in Behörden und öffentlichen Einrichtungen geplant. In 2010 soll im Zentralgebäude der Uniklinik der erste Informationsbildschirm aufgehängt werden. Weitere werden folgen (z. B. Agentur für Arbeit, Flughafen, Messe).

**Prognostizierte Minderung:** Nicht abschätzbar; abhängig von der Akzeptanz des Einzelnen, öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen.

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Zwischen 2011 und 2020

### 7.3.1.5 Weitere Verbesserung beim Individualverkehr

Zur Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr soll der Rad- und Fußgängerverkehr mit Hilfe verschiedener Maßnahmen weiter gefördert werden.

#### 7.3.1.5.1 Fußgängerverkehr

Der Fußgängerverkehr ist durch verschiedene Maßnahmen, wie fußgängerfreundliche Lichtsignalanlagen (Reduzierung von Wartezeiten für Fußgänger an Lichtsignalanlagen, Verlängerung der Fußgängerphasen), direkte und oberirdische Wegeföhrung attraktiver zu gestalten, um den Umstieg von der motorisierten Mobilität zu fördern.

#### 7.3.1.5.2 Radverkehr

Die im Kapitel 6.3.9 Radverkehr beschriebene Radverkehrsstrategie für Frankfurt am Main und die dort aufgeführten Maßnahmen haben im Jahr 2009 begonnen und werden fortgeführt. Dazu gehören folgende Infrastrukturmaßnahmen:

- ▶ Konsequente Ausschilderung des Radroutennetzes entsprechend der aktuell geforderten Standards (ERA); ggf. intelligentes Leitsystem.
- ▶ Fortschreibung und Aktualisierung des Radroutennetzplanes.
- ▶ Fortsetzung der Umsetzung des Radroutenkonzepts auf der Grundlage des aktualisierten und fortgeschriebenen Radroutennetzplanes (in den Jahren 2005 bis 2010 wurden ca. 50 km Radrouten beschildert und zum teil umgebaut, für die Jahre 2011 bis 2013 sind weitere 30 km Radrouten geplant).
- ▶ Entwicklung von Stadteilnetzen radial zum Stadtteilzentrum bzw. wichtigsten Einzelzielen. Bündelung des Alltagsverkehrs auf (zeit-)kürzesten, umwegfreien Routen.
- ▶ Schaffung eines engmaschigen Nachbarschaftsnetzes durch Verbesserung der Feinerschließung durch Beseitigung von Netzhindernissen (Sackgassen, Treppen), Kennzeichnung von offenen Sackgassen, Befahrbarkeit von Straßen in Gewerbegebieten.
- ▶ Planung von sicheren und bequemen Führungen über Knotenpunkte, z.B. aufgeweitete Aufstellstreifen, Radfahrschleusen für Linksabbieger, Anpassung von Signalregelungen bzw. separat geschalteten Fahrradampeln, Bordsteinabsenkungen auf der Grundlage der Fortschreibung und Aktualisierung des Routennetzplanes.

Zur Umsetzung dieser Ziele hat die Stadt Frankfurt am Main im Jahr 2009 ein Radfahrbüro gegründet. Das Radfahrbüro im Straßenverkehrsamt der Stadt Frankfurt am Main übernimmt die ämterübergreifende Koordination aller Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs und fungiert als Aufgreifer von guten Ideen aus aller Welt zum Radverkehr und als Impulsgeber für neue Aktivitäten zur Radverkehrsförderung. Gleichzeitig ist das Radfahrbüro der Ansprechpartner der Bürger. Hierfür wurde ein eigenes Fahrradportal im Internet eingerichtet ([www.radfahren-ffm.de](http://www.radfahren-ffm.de)), welches auch über eine Online-Bürger-Plattform verfügt und die Bürger-Hotline des Straßenverkehrsamtes steht für telefonische Anfragen zur Verfügung. Ein wesentliches Ziel ist die Schaffung eines fahrradfreundlichen Klimas durch Kommunikation mit allen am Radverkehr Beteiligten durch Kommunikations-Kampagnen sowie Aufklärungsarbeit zur Erhöhung der Verkehrssicherheit.

#### 7.3.1.5.3 Stadt der kurzen Wege

Im Rahmen der integrierten Stadt- und Verkehrsplanung werden die Bemühungen, eine Stadt der kurzen Wege zu schaffen, durch die Ausweisung und Sicherung stadtnaher Wohn- und Mischflächen, die Verbesserung der Wohnumfeldqualität und die systematische Förderung von Fuß- und Radverkehr sowie des öffentlichen Personennahverkehrs fortgesetzt.

#### 7.3.1.5.4 Bewohnerparken

Das Konzept des Bewohnerparkens (Reservierung von Stellplätzen für Bewohner eines entsprechend gekennzeichneten Wohngebietes) hat sich als Maßnahme zur Reduzierung des Parksuchverkehrs und der Erhöhung der Wohnumfeldqualität bewährt und trägt somit auch zur Verbesserung der Luftschadstoffsituation bei. Im Stadtgebiet von Frankfurt am Main wurden

bislang 36 Bewohnerparkzonen eingerichtet. Für das Jahr 2011 ist die Einrichtung einer Bewohnerparkzone für den Bereich Gallus-Ost geplant.

**Prognostizierte Minderung:** Nicht abschätzbar; abhängig von der Akzeptanz des Einzelnen, öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen.

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Bereich Gallus-Ost: 1. Mai 2011; ansonsten sukzessive Umsetzung

## 7.3.2 Energie und Klimaschutz

### 7.3.2.1 Ausbau der Fernwärmenutzung

Von der AVA Nordweststadt ausgehend wird eine Fernwärmetransportleitung zum Uni-Campus Westend verlegt werden. Dies wird ca. 30.000 t CO<sub>2</sub> und 50 t NO<sub>x</sub> im Jahr einsparen. Die Fernwärmeleitung soll in den nächsten Jahren in Richtung Bockenheim verlängert werden. Die drei großen Fernwärmenetze der Mainova AG werden miteinander verbunden. Damit werden weitere bestehende Gebäude sowie Neubaugebiete (ehemaliger Uni Campus Bockenheim) mit Fernwärme versorgt werden, was zur Senkung von CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen führen wird.

**Prognostizierte Minderung:** Durch die Fernwärmenutzung lassen sich ca. 50 t/a NO<sub>x</sub>-Emissionen reduzieren; die Umsetzung ist jedoch abhängig von der Akzeptanz des Einzelnen

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Fertigstellung Leitung der AVA zum Campus Westend: 2011; Leitung nach Bockenheim: 2012 bis 2014

### 7.3.2.2 Stromsparprogramm

Das Förderprogramm „Stromsparen“ soll in den Jahren 2010 und 2011 im Bereich Haushalte intensiviert werden. Seine Ausdehnung auf kleine und mittelständige Unternehmen (KMU), Vereine und Kirchen wurde im Jahr 2010 beschlossen und startet im Jahr 2011.

### 7.3.2.3 Energieberatung

Der Verein Energieberatungszentrum Frankfurt am Main („Haus der Zukunft“) wurde im Mai 2010 mit 15. Mitgliedern gegründet. Der Verein wird seine Öffentlichkeitsarbeit im Frühjahr 2011 beginnen und sämtliche Energieberatungsangebote von Unternehmen, Ingenieuren, Innungen und Organisationen gezielt und gebündelt darbieten. Dies soll mit der Schaffung von Qualitätsstandards bei der Modernisierung (Gebäude, Heizung) verbunden werden und auch der besseren Nutzung von Förderprogrammen des Bundes und des Landes dienen. Die Arbeit des Vereins wird wesentlich auch auf die Senkung von Heizenergie, Heizkosten und Schadstoffemissionen aus dem Heizungsbereich ausgerichtet sein. Ziel ist auch anstelle des Imports immer teurer werdender Brennstoffe die lokale und regionale Wertschöpfung und Beschäftigung durch das Handwerk zu fördern.

**Prognostizierte Minderung:** Nicht abschätzbar; abhängig von der Akzeptanz des Einzelnen

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Im Jahr 2011

## 7.4 Prognose

Im Folgenden wird versucht, die Auswirkungen der festgelegten Maßnahmen auf die Entwicklung der Luftschadstoffbelastungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid bis zum Jahr 2015 abzuschätzen.

Die Immissionsbelastung setzt sich zusammen aus dem grenzüberschreitenden Ferneintrag, der jedoch nur bei Feinstaub eine relevante Höhe erreicht, dem regionalen Hintergrund, der den grenzüberschreitenden Ferneintrag bereits beinhaltet, dem städtischen Zusatzbeitrag sowie dem lokalen, verkehrsbezogenen Zusatzbeitrag.

Der grenzüberschreitende Beitrag kann einer Berechnung des Umweltbundesamtes entnommen werden. Für diese Berechnungen wurde das REM-CALGRID-Modell genutzt, mit dem auch die Berechnung der Anteile der einzelnen Emittenten an der Gesamtbelastung für den Ballungsraum Rhein-Main berechnet wurde. Dabei werden die berechneten Konzentrationen in einem Raster von ca. 15 km<sup>2</sup> für ganz Deutschland dargestellt.

Für die weiteren Anteile wurden die aktuellen Messwerte der Stationen in Frankfurt am Main – Friedberger Landstraße und Frankfurt-Ost – und in Fürth im Odenwald genutzt. Dabei wurden verwendet für

- ▶ den **Anteil Ferntransport** der Wert aus den Berechnungen des UBA für die Region Frankfurt am Main,
- ▶ den **Anteil Zusatzbelastung regionaler Hintergrund** der Jahresmittelwert der ländlichen Station Fürth im Odenwald (abzüglich des Anteils Ferntransport),
- ▶ den **Anteil Zusatzbelastung städtischer Hintergrund** die Anteile der städtischen Zusatzbelastung aus dem ivu-Gutachten, die sehr gut mit dem Jahresmittelwert der Stadtstation Frankfurt-Ost (abzüglich dem Jahresmittelwert der ländlichen Station Fürth im Odenwald) übereinstimmten,
- ▶ den **Anteil Zusatzbelastung lokaler Verkehr** der Jahresmittelwert der verkehrsbezogenen Messstation Frankfurt am Main Friedberger Landstraße (abzüglich dem Jahresmittelwert der Stadtstation Frankfurt-Ost) bzw. aus den berechneten Zusatzbelastungen des Verkehrs aus dem ivu-Gutachten.

Für die Prognose der Entwicklung der Belastung im regionalen Hintergrund (incl. des Ferntransport) bis zum Jahr 2015 wurde das oben beschriebene Modell des Umweltbundesamtes genutzt.

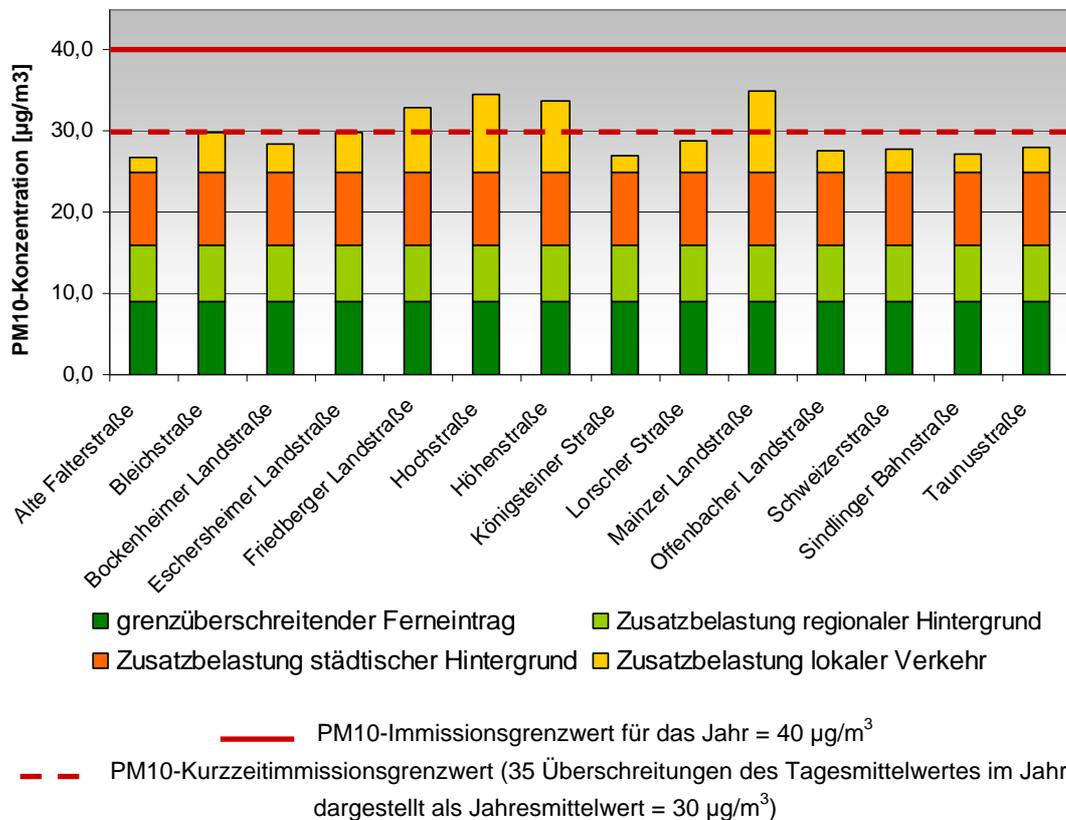
### 7.4.1 Feinstaub

Die Feinstaubkonzentrationen sind seit Jahren rückläufig (siehe Abbildungen 17 und 18), auch wenn im Jahr 2009 noch an zwei Stellen in Hessen, darunter auch in Frankfurt am Main, die Immissionsgrenzwerte nicht eingehalten werden konnten. In Frankfurt am Main war die Überschreitung aufgrund des Silvesterfeuerwerks dafür ausschlaggebend, dass nach Einhaltung der PM10-Grenzwerte in den Jahren 2007 und 2008, im Jahr 2009 erneut eine Überschreitung des Tagesmittelwertes mehr als zulässig erfolgte.

Abbildung 45 zeigt die Höhe der einzelnen Beiträge aus Ferneintrag, regionalem Hintergrund, städtischer Zusatzbelastung und lokaler, verkehrsbedingter Zusatzbelastung für die am stärksten belasteten Straßenzüge in Frankfurt am Main auf wie sie für 2005 berechnet bzw. am Beispiel der Friedberger Landstraße gemessen wurden. An den sehr unterschiedlichen Anteilen

der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr zeigt sich nicht nur die unterschiedliche Verkehrsbelastung der untersuchten Straßenzüge, sondern auch der Einfluss der Bebauung.

### Ist-Zustand 2005



**Abbildung 45:** Beiträge zur PM10-Immissionsbelastung im Jahr 2005 in den untersuchten Straßenzügen in Frankfurt am Main

Der hohe Anteil an grenzüberschreitendem Ferneintrag, der 2005 fast ein Drittel des Kurzzeitgrenzwerts ausmachte, kann weder durch lokale noch durch nationale Maßnahmen beeinflusst werden. Infolge der europäischen Maßnahmen hinsichtlich der Einführung niedriger PM-Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge ist aber auch hier mit einem leichten Rückgang des Ferneintraganteils zu rechnen.

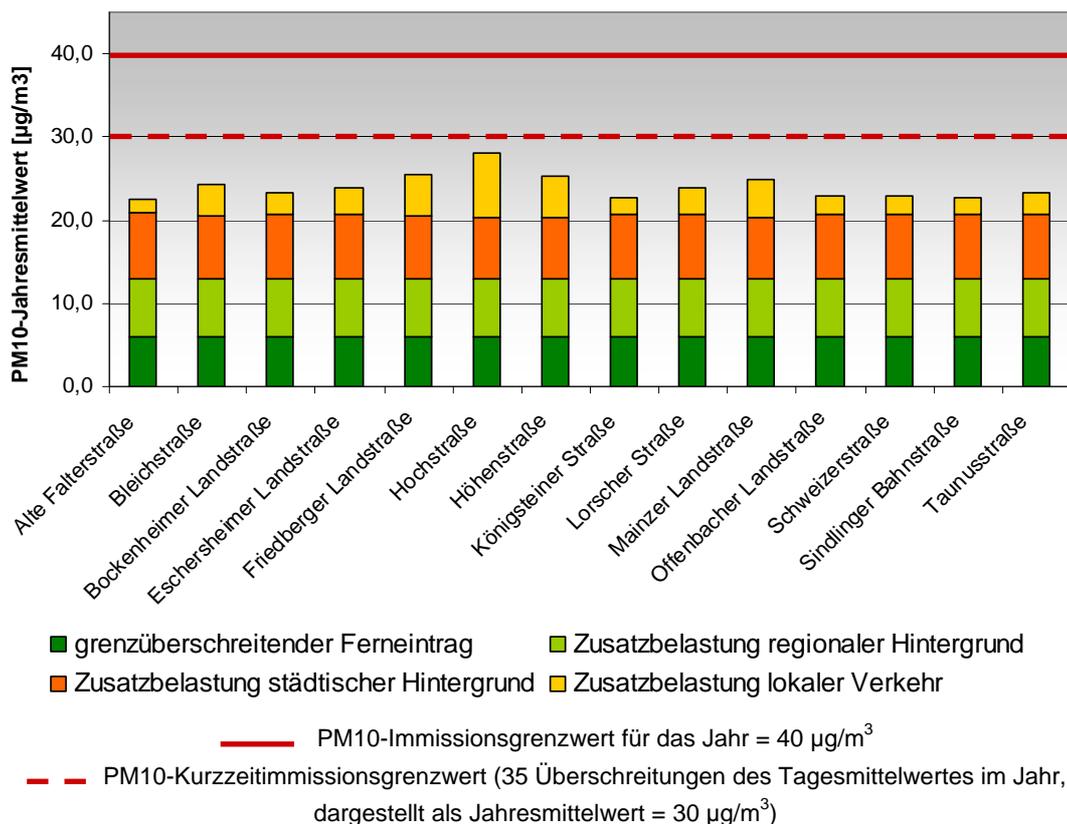
Die regionale Hintergrundbelastung setzt sich aus Feinstaubbeiträgen aller bekannten Quellen zusammen. Infolge der Maßnahmen auf nationaler und regionaler Ebene ist davon auszugehen, dass die Hintergrundbelastung in den nächsten Jahren weiter sinken wird. Einen wesentlichen Beitrag werden die inzwischen standardmäßig mit Partikelfilter ausgerüsteten Dieselfahrzeuge liefern, aber auch die schärferen Anforderung an die Einhaltung von Grenzwerten beim Einsatz fester Brennstoffe insbesondere in Einzelraumfeuerungsanlagen (Kaminöfen u. ä.) werden zur Verminderung der Belastung beitragen.

Die städtische Zusatzbelastung liegt deutlich niedriger als die Summe als Ferneintrag und Hintergrundbelastung, macht jedoch noch etwa ein Viertel bis ein Drittel der Gesamtbelastung aus. Auch sie setzt sich im Wesentlichen aus Beiträgen der Emittenten Industrie, Verkehr und Gebäudeheizung zusammen. Hier wird die Kombination aus Maßnahmen auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene geringere Emissionen bewirken, die die Immissionskonzentration positiv beeinflussen werden.

Sehr unterschiedlich sind die Zusatzbelastungen durch den Verkehr. So liegt der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) in der Alten Falterstraße bei weniger als 5.000 Fahrzeugen pro Tag, während in Bereichen der Mainzer Landstraße ca. 47.000 Fahrzeuge pro Tag gezählt wurden. Dementsprechend sind auch die verkehrsbezogenen Zusatzbelastungen unterschiedlich hoch. Da viele der aufgenommenen Maßnahmen verkehrsbezogen sind, wirken sie sich naturgemäß auch am meisten bei der lokalen Zusatzbelastung aus, wobei auch in der städtischen Zusatzbelastung mit über 30 % ebenfalls ein großer Anteil Verkehr enthalten ist und sich auch dort Maßnahmen wie die 3. Stufe der Umweltzone bemerkbar machen werden.

Entsprechend den Berechnungen des Umweltbundesamtes wird der Ferneintrag sowie die Hintergrundbelastung bis zum Jahr 2015 um ca. 20 % oder  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sinken, wobei das UBA in seinem Basislauf für das Jahr 2005 von höheren Werten ausgegangen ist, als sie beispielsweise an der ländlichen Messstation Fürth im Odenwald oder Kleiner Feldberg gemessen wurden. Die städtische Zusatzbelastung wird zu durchschnittlich einem Drittel durch den abgasbezogenen Teil der Verkehrsemissionen geprägt. Nach den Emissionsfaktoren des HBEFA 3.1 bis zum Jahr 2015 soll die abgasbezogenen PM10-Belastung um 52 % sinken (siehe Abbildung 40). Damit würde die städtische Zusatzbelastung mindestens um 17 % sinken. Dies resultiert insbesondere aus der Verbreitung von Dieselfahrzeugen mit eingebautem Partikelfilter. Durch die 3. Stufe der Umweltzone kann die verkehrsbezogene Zusatzbelastung ebenfalls weiter reduziert werden, was sich je nach Verkehrsbelastung der einzelnen Straßenzüge bemerkbar machen wird.

### Prognose 2015



**Abbildung 46:** Prognose der Minderungswirkung auf die PM10-Immissionsbelastung im Jahr 2015 in den untersuchten Straßenzügen in Frankfurt am Main

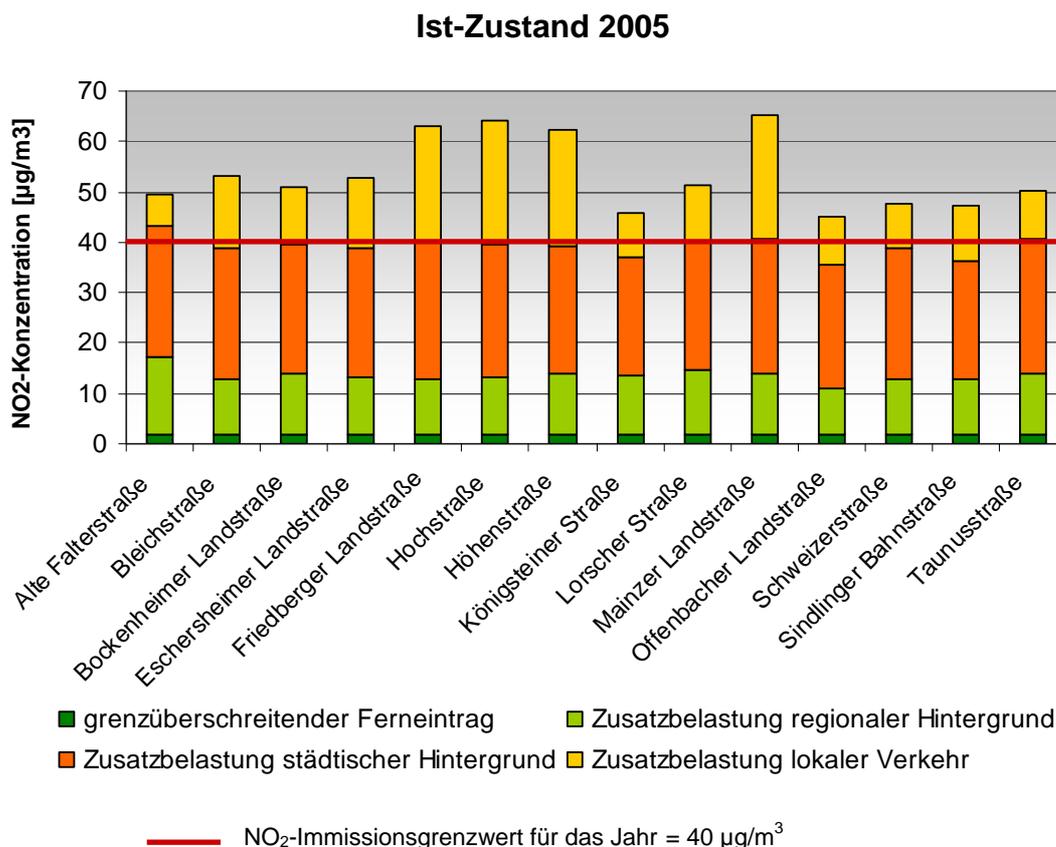
Bis zum Jahr 2015 sollten die Feinstaubimmissionsgrenzwerte an allen Straßenzügen in Frankfurt am Main sicher eingehalten werden können.

## 7.4.2 Stickstoffoxide

Entgegen der positiven Entwicklung bei der Feinstaubbelastung wird die Belastung mit Stickstoffdioxid nur langfristig abnehmen.

Abbildung 47 zeigt die Höhe der einzelnen Beiträge aus Ferneintrag, regionalem Hintergrund, städtischer Zusatzbelastung und lokaler, verkehrsbedingter Zusatzbelastung an der Gesamtbelastung für die am stärksten belasteten Straßenzüge in Frankfurt am Main auf wie sie für 2005 berechnet bzw. am Beispiel der Friedberger Landstraße gemessen wurden.

Entsprechend den Berechnungen des Umweltbundesamtes liegt der Anteil des Ferntransportes bei Stickstoffdioxid in der sehr niedrigen Größenordnung von ca.  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ .



**Abbildung 47:** Beiträge zur  $\text{NO}_2$ -Immissionsbelastung im Jahr 2005 in den kritischen Straßenzügen in Frankfurt am Main

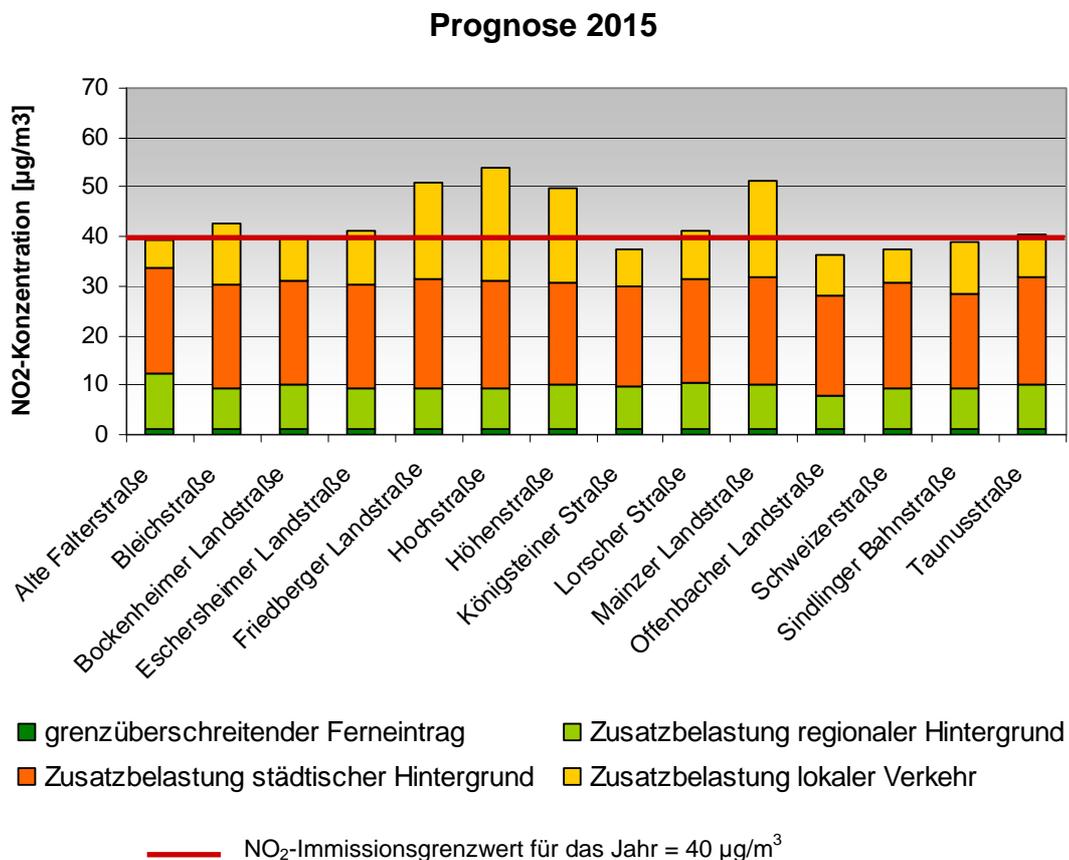
Abbildung 47 zeigt sehr deutlich, dass im Jahr 2005 der zulässige Jahresmittelwert bereits durch die Belastung aus dem regionalen bzw. städtischen Hintergrund ausgeschöpft wurde. Dies belegen die Jahresmittelwerte der Luftmessstation des städtischen Hintergrunds Frankfurt-Ost. Die Zusatzbelastung aus dem lokalen Verkehr erreichte je nach Verkehrsaufkommen in den einzelnen Straßenzügen ein ähnliches Niveau wie die gesamte städtische Belastung.

Im Vergleich zur  $\text{PM}_{10}$ -Konzentration ist die Hintergrundbelastung bei Stickstoffdioxid relativ gering. Stickstoffdioxid wirkt somit eng begrenzt um seine Quellen und wird nicht wie Feinstaub über weite Strecken hinweg transportiert. Zur Einhaltung des Immissionsgrenzwertes bedarf es daher einer drastischen Reduzierung des Luftschadstoffs vor Ort. Die Maßnahmen zur Verringerung der Abgasemissionen, die Verkehrsvermeidung und die Verbesserung des Verkehrsflusses tragen zur Zielerreichung bei. Dabei ist der Verringerung der Abgasemissionen die größte Wirkung zuzuschreiben.

Um beispielsweise an der Messstation Friedberger Landstraße den Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid einhalten zu können, müsste der Immissionsanteil des lokalen Verkehrs von im Jahr 2010 gut  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$  auf  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sinken. Das würde einer Reduzierung um drei Viertel entsprechen, d. h. es dürfte nur noch 25 % der Fahrzeuge fahren, um den Immissionsgrenzwert einhalten zu können. Eine solche Maßnahme wäre unverhältnismäßig.

Neben den entsprechenden lokalen Maßnahmen in Frankfurt am Main – insbesondere der dritten Stufe der Umweltzone – wird vor allem die Einführung der Euro-6/VI-Norm für Fahrzeuge (siehe Maßnahme 7.1.1.) die  $\text{NO}_x$ - aber insbesondere auch die  $\text{NO}_2$ -Emissionen zumindest längerfristig soweit vermindern, dass mit einer flächendeckenden Einhaltung des Immissionsgrenzwertes bis ca. 2020 gerechnet werden kann.

Bis zum Jahr 2015 ist jedoch nicht mit einer Einhaltung des  $\text{NO}_2$ -Immissionsgrenzwertes an allen betroffenen Straßenzügen in Frankfurt am Main zu rechnen.



**Abbildung 48:** Prognose der Minderungswirkung auf die  $\text{NO}_2$ -Immissionsbelastung im Jahr 2015 in den kritischen Straßenzügen in Frankfurt am Main

Das UBA hat einen Rückgang des Ferneintrags bis 2015 auf  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$  berechnet und geht in seinen Kalkulationen auch von einem Rückgang der Zusatzbelastung des regionalen Hintergrunds inkl. Ferneintrag um 28 % gegenüber der Belastung im Jahr 2005 aus. Aus der Trendentwicklung an der Messstation des städtischen Hintergrunds Frankfurt-Ost lässt sich für 2015 ein Immissionswert von ca.  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnen, der einer Minderung um 18 % entsprechen würde und was insbesondere die allgemeine Verbesserung des Emissionsstandards der Fahrzeuge widerspiegelt. Zusammen mit den Auswirkungen der dritten Stufe der Umweltzone kann damit ein Rückgang der Stickstoffdioxidimmissionskonzentration (am Beispiel der Friedberger Landstraße) von knapp 20 % oder  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Zeitraum zwischen 2005 und 2015 erreicht werden. Diese Prognose liegt in der gleichen Größenordnung wie sie das ifeu-Institut für verschie-

dene Städte in Baden-Württemberg berechnet hat [28]. Danach nehmen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den verkehrsbezogenen Messstationen im Schnitt um 17,5 % im Zeitraum zwischen 2010 und 2015 ab. Die Berechnung geht nicht nur von einer Minderung der lokalen verkehrsbezogenen Zusatzbelastung aus, sondern auch von einer starken Minderung der städtischen Hintergrundbelastung. Für die verkehrsbezogene Station Stuttgart-Mitte hat das ifeu-Institut eine Minderung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung im Zeitraum zwischen 2010 und 2015 um ca. 20 % berechnet.

Die Prognose zeigt, dass im Gegensatz zum Jahr 2005 voraussichtlich im Jahr 2015 die Immissionsgrenzwerte für NO<sub>2</sub> nur noch an einigen wenigen der am höchsten belasteten Straßenzüge in Frankfurt am Main nicht eingehalten werden können. Der NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> würde nach dieser Prognose bis zum Jahr 2020 auch in diesen Straßenzügen erreicht werden.

## **8 Behandlung der Einwendungen**

Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung gingen 50 Einwendungen zum Planentwurf ein, die zu über 90 % inhaltsgleich waren.

Soweit die Einwände bei der Darstellung und Maßnahmenfestlegung berücksichtigt werden konnten, wurde der Luftreinhalteplan entsprechend angepasst. Auf Bedenken, die nicht zu einer Änderung oder Ergänzung des Luftreinhalteplans geführt haben, wird im Folgenden im Einzelnen eingegangen, wobei die Punkte teilweise thematisch zusammengefasst wurden. Dazu gehören:

### **1. Ausgestaltung der Umweltzone**

- 1.1 Gründe für die Festlegung der derzeitigen Abgrenzung
- 1.2 Ausweitung der Umweltzone
- 1.3 Verzicht auf die dritte Stufe

### **2. Beitrag der Industrie**

- 2.1 Einbeziehung der Industrie in die Schadstoffreduzierung
- 2.2 Verzicht auf den Bau weiterer Kohlekraftwerke
- 2.3 Nachrüstung bestehender Müllverbrennungsanlagen

### **3. Beitrag des Flughafens Frankfurt am Main**

### **4. Prognose für den Standort Frankfurt-Höchst (Messstation)**

### **5. Umsetzung weiterer Maßnahmenvorschläge**

- 5.1 Festsetzung von Geschwindigkeitsbeschränkungen
- 5.2 Prüfung von Lkw-Durchfahrtsverboten

### **6. Gesundheitsschutz**

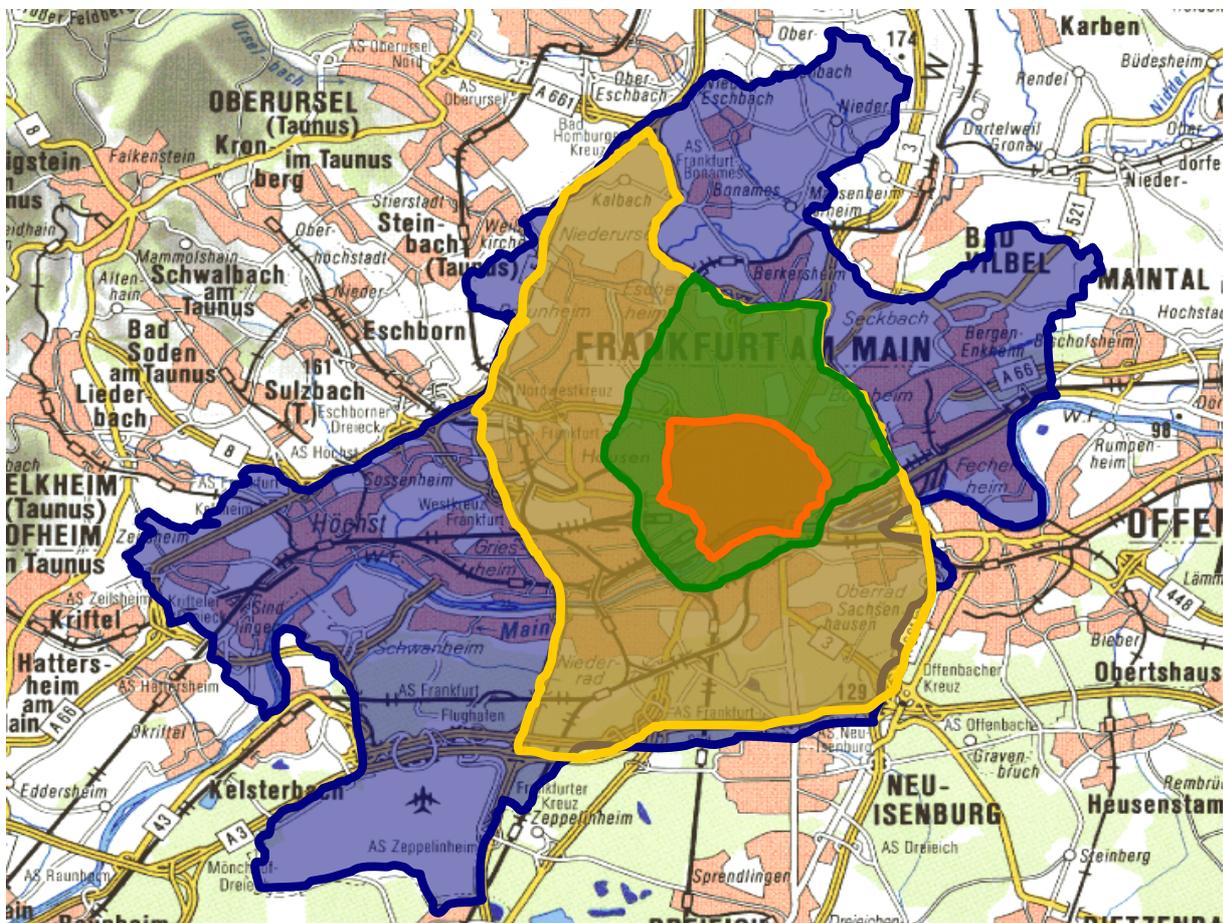
# 1. Ausgestaltung der Umweltzone

## 1.1. Gründe für die Festlegung der derzeitigen Abgrenzung

Die Umweltzone in Frankfurt am Main wurde im Jahr 2008 unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit festgelegt. Diese Vorgabe ist zwingend bei der Festlegung von Maßnahmen zu beachten.

Die Gründe für die derzeitige Abgrenzung wurden erstmalig bereits im Entwurf des Aktionsplans Frankfurt am Main 2008 ausführlich erläutert, der im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung vom 3. Juni bis einschließlich 16. Juli 2008 offen lag. Da mit Inkrafttreten der Fortschreibung des Luftreinhalteplans Frankfurt am Main der Aktionsplan Frankfurt am Main 2008 außer Kraft tritt, wird hier die damalige Begründung übernommen.

Untersucht wurden vier unterschiedlich große Zonen, die neben der jetzt ausgewiesenen Umweltzone zwei kleinere Bereiche sowie das gesamte Stadtgebiet der Stadt Frankfurt am Main umfassten (siehe Abbildung 49).



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

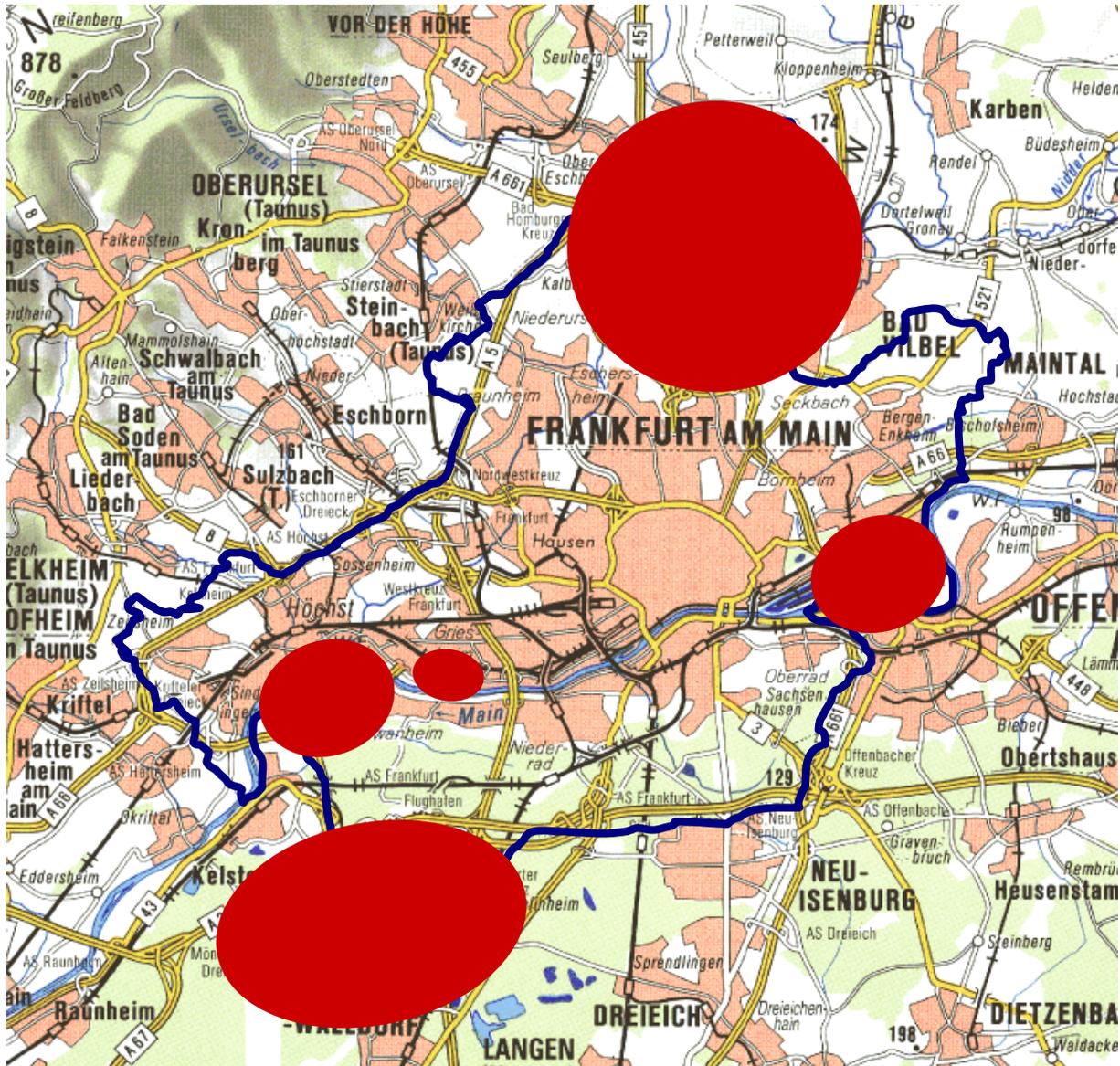
- Alleenring
- Eisenbahnring
- Autobahnring
- Stadtgebiet Frankfurt am Main

Abbildung 49: Untersuchte Zuschnitte für eine Umweltzone in Frankfurt am Main

Grundlage der Entscheidung waren die Minderungsmargen, die bei der Festlegung der verschiedenen großen Umweltzonen zu erzielen waren sowie die Verhältnismäßigkeit der Abgrenzung im Hinblick auf die Einschränkungen, die Betroffene damit auferlegt bekommen.

Das gesamte Stadtgebiet der Stadt Frankfurt am Main bietet naturgemäß aufgrund seiner Ausdehnung die höchsten Einsparungen. Im Stadtgebiet liegen jedoch Gebiete, die zum einen

selbst nur wenig zur allgemeinen Schadstoffbelastung beitragen oder deren Beitrag zur Einsparung nur gering ist wie z.B. im Nordosten des Stadtgebiets sowie Gebiete, deren Erreichbarkeit im öffentlichen Interesse liegt (Flughafen Frankfurt am Main) oder bei denen aufgrund eines hohen Anteils an Schichtpersonal sehr viele Ausnahmegenehmigungen hätten erteilt werden müssen, um die Erreichbarkeit zu gewährleisten wie in den großen Industriegebieten Höchst, Griesheim oder Fechenheim.



Kartgrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 50:** Stadtgebiet Frankfurt am Main (blau umrandet) mit „kritischen“ Gebieten (rot umrandet)

Die Einhaltung von Immissionsgrenzwerten, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt wurden, besitzt einen hohen Stellenwert, da gemäß Artikel 2 Abs. 2 des Grundgesetzes (GG) das Recht auf körperliche Unversehrtheit besteht. Hier galt es abzuwägen, wie diesem Recht mit den mildesten Mitteln entsprochen werden kann.

Im Vergleich der Minderungswirkung der verschiedenen Zonen fiel auf, dass neben einer Umweltzone „Stadtgebiet“ die Abgrenzung „Autobahnring“ voraussichtlich annähernd vergleichbar hohe Einsparungen ergeben würde. Gleichzeitig wurden mit einer Umweltzone Autobahn-

ring auch alle Straßenzüge erfasst, die rein rechnerisch einen Jahresmittelwert für PM10 von mehr als 30 µg/m<sup>3</sup> überschreiten.

Bereits damals zeigten die noch auf der Grundlage des HBEFA 2.1 angestellten Berechnungen, dass Umweltzonen nur bedingt geeignet sind, um die Stickstoffdioxidkonzentrationen nachhaltig und in dem eigentlich erforderlichen Maß zu verringern. Jedoch war es ein erster Schritt zu einer Verminderung der durch diesen Luftschadstoff verursachten Belastungen.

Eine Ausweitung der Umweltzone hätte neben dem Verlust der klaren Abgrenzung und der Umfahrungsmöglichkeit durch den Autobahnring auch sehr viel höhere Kosten bei der Beschilderung verursacht, die ansonsten an jeder Zufahrtsstraße anzubringen gewesen wäre.

Die positiven Auswirkungen einer Umweltzone machen nicht direkt an der Grenze einer Zone halt. Da die meisten der Bewohner der Stadt Frankfurt am Main, die außerhalb der Umweltzone leben, auch weiterhin in die Innenstadt fahren wollen, wirkt sich die Umweltzone auch auf die direkten Randbereiche aus. Nur der Gewerbeverkehr, der über die Autobahnen als Ziel die verschiedenen Industrieparks hat, kann ggf. auch ohne entsprechende Plakette die nicht von der Umweltzone umfassten Bereiche in Frankfurt befahren. Aber gerade große Lkw, die Güter überregional transportieren, gehören zu den modernsten Nutzfahrzeugen überhaupt. Aufgrund der hohen Fahrleistung dieser Fahrzeuge werden sie i.d.R. im fünfjährigen Turnus gegen Neufahrzeuge ausgetauscht und entsprechen daher bereits sehr weitgehend dem Euro-V-Standard.

## 1.2. Ausweitung der Umweltzone

96 % der Einwender haben eine Ausweitung der Frankfurter Umweltzone gefordert. Dabei wurden unterschiedliche Ausdehnungen diskutiert. Überwiegend wurde für die Ausdehnung auf das gesamte Stadtgebiet plädiert, teilweise aber auch eine Ausdehnung auf weitere Städte wie z.B. Offenbach am Main gefordert.

Wie bereits dargelegt, wurde der Eingriff, den eine Umweltzone darstellt, versucht mit den mildesten Mitteln umzusetzen. Gegen die Ausweitung der Umweltzone auf das gesamte Stadtgebiet sprechen auch Bestimmungen der zwischenzeitlich novellierten Luftqualitätsrichtlinie. Danach wird die Einhaltung der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Immissionsgrenzwerte an folgenden Orten nicht beurteilt (Anlage 3 A. Nr. 2 der 39. BImSchV):

- ▶ an Orten innerhalb von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt,
- ▶ nach Maßgabe von § 1 Nr. 20 auf dem Gelände von Arbeitsstätten, für die alle relevanten Bestimmungen über Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten und
- ▶ auf Fahrbahnen der Straßen und, sofern Fußgänger und Fußgängerinnen für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben, auf dem Mittelstreifen der Straßen.

Die fehlende Beurteilung ist gleich zu setzen mit fehlenden Vorgaben zur Minderung der Schadstoffbelastung an diesen Orten. Im Bereich des Stadtgebiets der Stadt Frankfurt am Main gehören dazu die Industrieparks Höchst, Griesheim und Fechenheim sowie der Flughafen Frankfurt. D.h., selbst wenn es auf diesen Flächen zu Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten käme, wären keine Minderungsmaßnahmen zu ergreifen.

Von einer Einbeziehung in die Umweltzone würde ggf. der Stadtteil Höchst profitieren. An der Messstation Frankfurt-Höchst wurden aber nie Überschreitungen der Feinstaubgrenzwerte registriert. Auch die Stickstoffdioxidbelastung lag im Jahr 2005 relativ niedrig im Vergleich zu den anderen untersuchten Straßenzügen (siehe Abbildungen 45 und 47). Daher wurde der Stadtteil

bei der Aufstellung des Aktionsplans Frankfurt am Main 2008 nicht in die Umweltzone mit einbezogen.

Die im vorliegenden Plan enthaltene Prognose 2015 zeigt für die Königsteiner Straße in Höchst auch ohne Umweltzone eine wahrscheinlich ausreichende Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Belastung, die sich insbesondere aus der allgemeinen Verbesserung der Emissionsstandards von Fahrzeugen ergibt. Der Aufwand, um die Beschilderung für die Umweltzone dementsprechend auf alle Zufahrtsstraßen auszuweiten und die Anforderungen, der sich die Bewohner des Stadtteils ausgesetzt sehen würden im Fall der Einbeziehung in die Umweltzone, erscheinen daher unverhältnismäßig hoch.

Eine beliebige Ausdehnung der Umweltzone auf weitere Kommunen im Ballungsraum Rhein-Main ist aus Gründen der Verhältnismäßigkeit nicht möglich. Die Einrichtung einer Umweltzone ist auf Bereiche mit Immissionsgrenzwertüberschreitungen beschränkt, wobei eine sinnvolle Abgrenzung auch die Einbeziehung kleinere Teilbereiche ohne Grenzwertüberschreitungen rechtfertigen kann. Das Interesse an einer Ausdehnung der Umweltzone auf den gesamten Ballungsraum Rhein-Main wurde im Rahmen einer Abfrage bei allen Kommunen des Ballungsraums Rhein-Main ermittelt. Die Idee fand bei der Mehrheit der Kommunen jedoch keine Zustimmung. Im Falle von Kommunen mit Immissionsgrenzwertüberschreitungen im Ballungsraum Rhein-Main wird auf die jeweiligen Teilpläne verwiesen, die z.B. für die Stadt Offenbach am Main im Rahmen der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main eigens aufgestellt werden.

### 1.3. Verzicht auf die dritte Stufe

Zwei Einwendungen haben sich auch gegen eine weitere Verschärfung der Umweltzone gerichtet. Die erfolglose Maßnahme würde unverhältnismäßig hohe Kosten für die öffentliche Hand wie auch für Unternehmer bedeuten. Gefordert werden unbefristete, unbürokratischere und deutlich preiswertere Ausnahmegenehmigungen für alle Gewerbebetriebe und Busunternehmen.

Gerade die dritte Stufe der Umweltzone soll einen weiteren Beitrag zur Senkung der Stickstoffdioxidbelastung leisten. Wie in den Abbildungen 38 und 39 dargestellt emittieren Lkw > 3,5 t im Schnitt 10-mal mehr Stickstoffoxide wie Diesel-Pkw und Busse sogar bis zum siebzehnfachen. Insofern stellt der Nutzfahrzeugverkehr (leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Busse) auch bei einem Anteil von nur etwa 10 % am Verkehrsaufkommen, 56 % der gesamten verkehrsbezogenen NO<sub>x</sub>-Emissionen. Aus diesem Grund ist gerade eine Verbesserung der Emissionsstandards bei den Nutzfahrzeugen für eine merkliche Verbesserung der Luftqualität so besonders wichtig. Darüber hinaus reduzieren sich erstmalig ab der Euro-VI-Norm (grüne Plakette) die NO<sub>x</sub>-Emissionen dieser Fahrzeugtypen.

Die geforderten verlässlichen Rahmenbedingungen wurden gerade mit der Einrichtung der Umweltzone in Frankfurt am Main im Jahr 2008 gegeben. Bereits damals wurde die Verschärfung der Anforderungen mit Angabe der jeweiligen Daten des Inkrafttretens angekündigt. Damit hatte jeder die Möglichkeit selbst abzuwägen, ob und wie schnell ggf. in ein Ersatzfahrzeug investiert werden muss. In Frankfurt am Main zugelassene Nutzfahrzeuge besitzen zwischenzeitlich bereits zu zwei Dritteln eine grüne Plakette und können damit ungehindert in die Umweltzone einfahren. Lediglich 13,5 % verfügen entweder über eine rote oder gar keine Plakette und dürften damit auch kaum Chancen auf eine Nachrüstung ihrer Fahrzeuge haben. Ggf. werden diese erst im Laufe des Jahres ein neues Fahrzeug anschaffen. Für diese Fahrzeughalter bestand aber die Möglichkeit, Neuanschaffungen hinauszuzögern, um dann über laufende Förderprogramme die Neuanschaffung z.B. eine Euro-6/VI-Fahrzeugs leichter finanzieren zu können.

nen, was ihn dann für die kommenden Jahre von möglichen weiteren Fahrverboten unabhängig machen würde.

Wenn jedem gewerblichen Fahrzeughalter die geforderte unbefristete und unbürokratische Ausnahmegenehmigung erteilt würde, wäre die Umweltzone tatsächlich unverhältnismäßig. Aber nur für die Stadt Frankfurt am Main, die hohe Kosten für die Beschaffung und Aufstellung der Schilder, die Personalbereitstellung für die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen und die Kontrolle der Einhaltung des Fahrverbots hat. Eine Minderung der Belastung wäre dann auf keinen Fall mehr erzielbar.

## 2. Beitrag der Industrie

### 2.1. Einbeziehung der Industrie in die Schadstoffreduzierung

Die örtlichen wie auch regionalen und nationalen Industrieanlagen werden sehr viel weitergehend als z.B. der Verkehr in die Schadstoffreduzierung mit einbezogen. Dies wird nur in der Maßnahmenfestlegung weniger deutlich als z.B. beim Verkehr oder auch bei der Gebäudeheizung, da die Umsetzung bereits gesetzlich geregelt ist und durch nachträgliche Anordnungen der zuständigen Behörden erfolgen und nicht in den Luftreinhalteplänen.

Wie bereits in Kapitel 6.1.1 dargelegt, haben alle immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Industrieanlagen nach Festlegung der Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit mit der 1. Tochterrichtlinie erhebliche Anstrengungen zur Emissionsminderung bei Staub und Stickstoffoxiden unternehmen müssen. Und dies ungeachtet, ob sich die Anlage in einem belasteten Gebiet befindet oder nicht.

Abbildung 26 zeigt auch bereits den Erfolg der seit dem Jahr 2002 verfügbaren Minderungsmaßnahmen bei (Fein-)Staub. Weniger deutlich ist die Minderung der Stickstoffoxidemissionen.

Da insbesondere große Verbrennungsanlagen Hauptemittenten für Stickstoffoxide sind, ist zur weiteren Verminderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen für ab dem 1. Januar 2013 neu in Betrieb gehende Anlagen oder wesentlich geänderte Anlagen nach der 13. BImSchV (Großfeuerungsanlagen) oder der 17. BImSchV (Abfallverbrennungsanlagen) eine Verschärfung des NO<sub>x</sub>-Grenzwertes vorgesehen. Diese Maßnahmen wurde als nationale Maßnahme – da es alle entsprechenden Kraftwerke und Abfallverbrennungsanlagen in Deutschland betrifft – unter Nr. 7.2.1.1. aufgenommen.

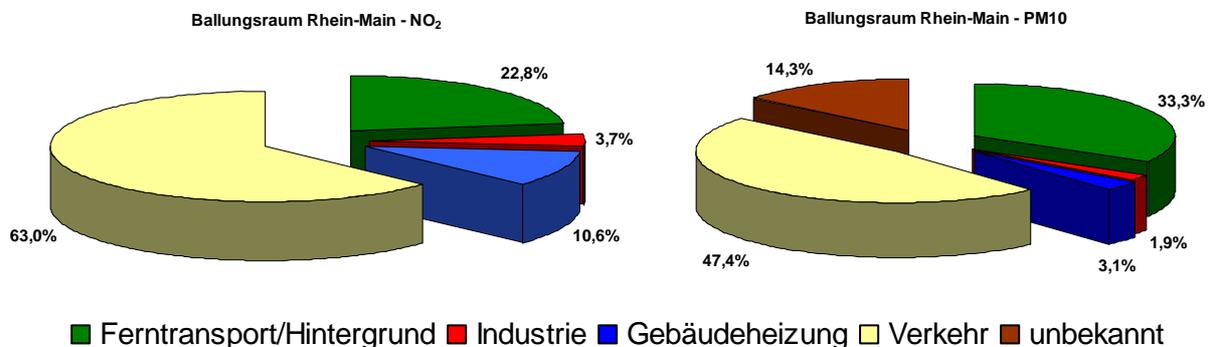
### 2.2. Verzicht auf den Bau weiterer Kohlekraftwerke

Die Genehmigung von Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz ist eine gebundene Entscheidung und beinhaltet kein Ermessen der Behörden. Bei Vorliegen der Genehmigungsvoraussetzung nach § 6 Bundes-Immissionsschutzgesetz, hat die Behörde die Genehmigung zu erteilen.

Die Genehmigungsvoraussetzungen sind gegeben, wenn die immissionsschutzrechtlichen Betreiberpflichten erfüllt sind und anderes öffentliches Recht und Belange des Arbeitsschutzes nicht entgegenstehen. Mit den immissionsschutzrechtlichen Pflichten sind insbesondere ein Anlagenbetrieb gemäß dem Stand der Technik und die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen gemeint. Das bedeutet, die einzuhaltenen Emissionsgrenzwerte müssen nicht nur Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen bieten, sondern auch im Zusammenspiel mit den Emissionen anderer Industrieanlagen diesen Schutz gewährleisten.

Für Kohlekraftwerke gelten höhere Emissionsgrenzwerte bei Staub und Stickstoffoxiden als für gasbetriebene Kraftwerke. Die fortgeschrittene Abluftreinigungstechnik erlaubt aber heute bereits die Einhaltung deutlich niedrigerer Grenzwerte auch bei diesen Anlagen. Sofern Betreiber freiwillig bereit sind, diese Grenzwerte zu akzeptieren, werden diese auch verpflichtend zur Einhaltung im Genehmigungsbescheid festgelegt. Die Genehmigungsbehörde kann jedoch von sich aus keine geringeren Grenzwerte als gesetzlich vorgeschrieben festlegen. Aber bereits aufgrund der bestehenden Emissionsgrenzwerte und der notwendigen Schornsteinhöhe, werden die Abgase schnell mit der freien Luftströmung verteilt und tragen nur zu einem sehr geringen Teil zur Belastung vor Ort bei.

Anhand der Ausbreitungsrechnungen konnten die Verursacheranteile an der Belastungssituation für den Ballungsraum Rhein-Main ermittelt werden. Hauptemittenten für Feinstaub als auch für Stickstoffoxide sind die Industrie, die Gebäudeheizung sowie der Verkehr. Darüber hinaus werden bei beiden Luftschadstoffen auch noch Beiträge über den Ferntransport von außen in den Ballungsraum eingetragen. Die jeweiligen Verursacheranteile werden in der nachstehenden Abbildung verdeutlicht.



**Abbildung 51:** Aufteilung der Verursacheranteile für NO<sub>2</sub> und PM10 im Ballungsraum Rhein-Main

Die Abbildung zeigt, dass der durch die Industrie verursachte Belastungsanteil trotz der hohen Präsenz an Industrieanlagen im Ballungsraum Rhein-Main sehr gering ist. Dies ist den für Industrieanlagen vorgegebenen Emissionsstandards (Emissionsgrenzwerten) und Ableitungsbedingungen) geschuldet. Demgegenüber verursacht der Hauptverursacher Verkehr sowohl bei Feinstaub als insbesondere auch bei den Stickstoffoxiden die höchsten Emissionen durch Fahrzeugabgase, die häufig nicht einmal den vorgegebenen EU-Emissionsstandards in Form der Euronormgrenzwerte genügen.

Für die 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main wurden u.a. für Aufpunkte in Frankfurt Ausbreitungsrechnungen zur Ermittlung der Verursacheranteile der verschiedenen Emittenten (Industrie, Gebäudeheizung, Verkehr) an der Luftschadstoffbelastung durchgeführt. Im Bereich des Industriegebiets Fechenheim lag der Industrieanteil an der Gesamtbelastung mit Feinstaub (PM10) bei 2 bis 3 % und an der Stickstoffdioxidbelastung (NO<sub>2</sub>) bei 3 bis 4 %. Ähnliche Werte wurden für Höchst ermittelt, wonach an der Königsteiner Straße der Industrieanteil an der PM10-Belastung bei 4,7 % und an der NO<sub>2</sub>-Belastung bei 5,7 % lag. Diese Belastung stammt aber jeweils aus der Gesamtzahl aller ansässigen Industriebetriebe. Das bedeutet, selbst wenn alle Industrieanlagen abgeschaltet würden, würde sich die Luftqualität kaum verbessern oder anders ausgedrückt, spielen Industrieanlagen für die Luftqualität in Frankfurt am Main nur eine untergeordnete Rolle.

Entsprechend den gesetzlichen Vorgaben ist eine Industrieanlagen auch dann zu genehmigen, wenn die bestehende Immissionsbelastung (Vorbelastung) bereits den Immissionsgrenzwert

überschreitet und die Zusatzbelastung innerhalb von drei Prozent des stoffbezogenen Immissionsgrenzwertes liegt.

Die bisher erteilten Genehmigungen von Kraftwerken wurden daher zu Recht erteilt, da ansonsten die Antragstellerin ihren Genehmigungsanspruch hätte einklagen können. Auch im Falle weiterer Genehmigungsanträge für Kraftwerke im Ballungsraum Rhein-Main ist bei Vorliegen der Genehmigungsvoraussetzung eine Genehmigung zu erteilen. An dieser Situation könnte nur der Bundesgesetzgeber etwas ändern.

### 2.3. Nachrüstung bestehender Müllverbrennungsanlagen

Auch Müllverbrennungsanlagen müssen alle gesetzlichen Anforderungen im Hinblick auf einen Betrieb nach dem Stand der Technik und die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten genügen. Diese Anlagen unterliegen teilweise der kontinuierlichen Überwachung von Emissionen, die jederzeit registrieren, ob die vorgegebenen Emissionsgrenzwerte eingehalten sind. Über diese Einhaltung ist die Öffentlichkeit jährlich zu unterrichten. Solange eine entsprechende Anlage durch ihre Messungen die Einhaltung der vorgegebenen Emissionsgrenzwerte nachweisen kann, besteht für die Behörde keine gesetzliche Handhabe, darüber hinausgehende Minderungen zu verlangen.

Zukünftig werden sowohl Großfeuerungsanlagen als auch Müllverbrennungsanlagen schärfere Emissionsgrenzwerte für Stickstoffoxide einhalten müssen. Bis dahin gelten jedoch die bestehenden Emissionsgrenzwerte.

## 3. Beitrag des Flughafens Frankfurt am Main

Bewohner des Stadtteils Schwanheim befürchten durch einen Ausbau des Frankfurter Flughafens Grenzwertüberschreitungen des NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwertes.

Der Beitrag des bestehenden Flughafens Frankfurt wurde unter Nr. 4.3 des Luftreinhalteplans für das Bezugsjahr 2005 aufgeführt. Darin enthalten sind die Emissionen aus dem Flugverkehr (Starts bis in 914 m Höhe bei 13.000 m Entfernung sowie Landungen bis in 914 m Höhe und 21.800 m Entfernung) sowie des Kfz-Verkehrs und der stationären Quellen auf dem Flughafengelände sowie die Bodenemissionen des Flughafengeländes. Diese Emissionen sind in die Berechnung der Immissionsbelastungsanteile für den Ballungsraum Rhein-Main eingeflossen. Irrtümlich waren in der Entwurfsfassung des Luftreinhalteplans die Emissionen des Flugverkehrs mit dem Hinweis auf eine Höhe von 300 m aufgenommen worden. In den veröffentlichten Ausbreitungsrechnungen zur Ursachenanalyse der ivu Umwelt GmbH

[http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse\\_rhein\\_main.b90.pdf](http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse_rhein_main.b90.pdf) sind die exakten Daten, die den Berechnungen zugrunde lagen, ausgewiesen.

Der Immissionsbeitrag des Frankfurter Flughafens fließt in die allgemeine Belastung des städtischen Hintergrunds, d.h., in die Messwerte der städtischen Hintergrundstationen rund um den Flughafen mit ein. An den Messstationen des städtischen Hintergrunds in Raunheim, Kelsterbach und Frankfurt-Ost wurden der NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwert im Jahresmittel 2005 mit 35 µg/m<sup>3</sup>, 32 µg/m<sup>3</sup> und 40 µg/m<sup>3</sup> eingehalten. Da in Schwanheim (Goldstein) mit Ausnahme des Schwanheimer Ufers nur geringes Verkehrsaufkommen herrscht, können die Messwerte als repräsentativ auch für diesen Bereich gelten.

Um die durch den Ausbau des Flughafens vermutlich resultierenden Zusatzbelastungen für den Stadtteil Schwanheim zu ermitteln, muss in die Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren zum Ausbau des Flughafens zurückgegriffen werden.

In den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren zum Ausbau des Flughafens Frankfurt erfolgte eine detaillierte Darstellung der Belastungssituation für alle relevanten Luftschadstoffe. Dazu gehörte auch die Darstellung der Ist-Situation zum Bezugsjahr 2005.

Neben den allgemeinen Angaben im Textteil des entsprechenden Luftschadstoffgutachtens wurde in einzelnen Karten räumlich hoch aufgelöst (Planquadrat der Größe 1\*1 km) der flugverkehrinduzierte Anteil, der durch Kfz-Verkehr und stationäre Quellen auf dem Flughafen verursacht wurde, der durch den Flughafen induzierte Kfz-Verkehr im Umland verursachte Anteil sowie die Gesamtbelastung pro Planquadrat dargestellt.

Die Untersuchungen waren weiträumig um den Flughafen Frankfurt durchgeführt worden. Im Bereich Schwanheim lagen die vom Gutachter ermittelten  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte zwischen 36 und 39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$ ; in direkter Nachbarschaft zur Autobahn A 5 bei bis zu 53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Immissionsanteile des gesamten Flughafens bei ca. 13-14 % an der Gesamtbelastung.

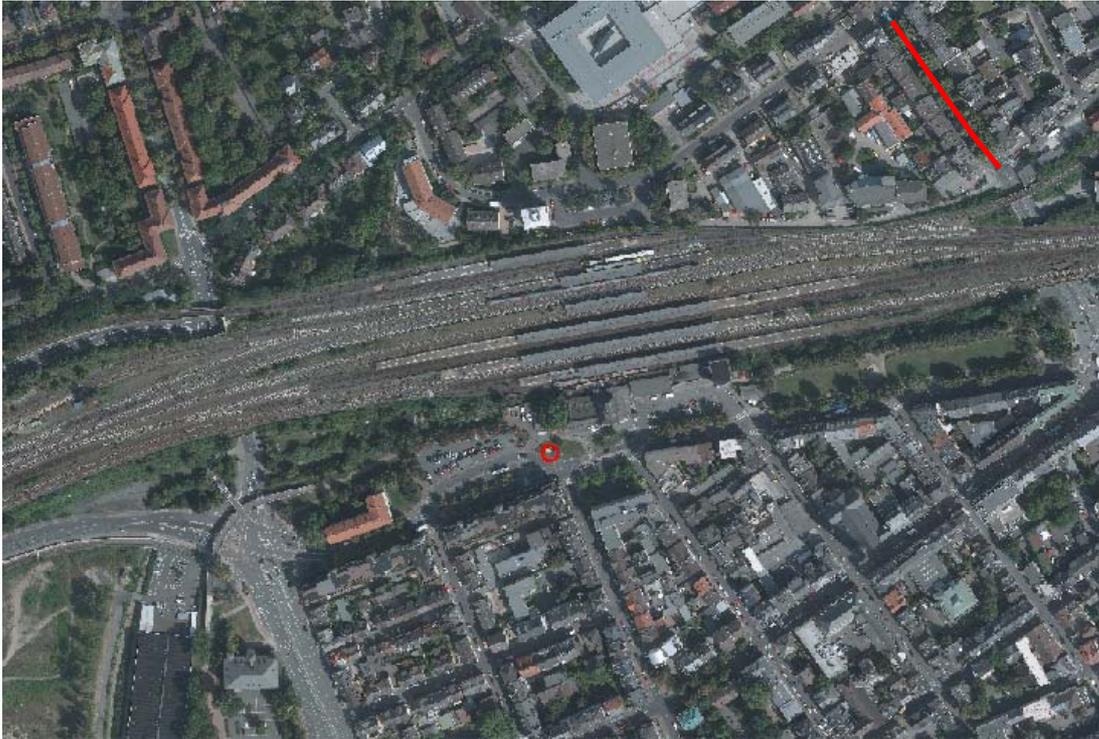
Die von einem Vorhaben in der Zukunft ausgehende Zusatzbelastung ist grundsätzlich in dem diesbezüglichen Genehmigungs- bzw. Planfeststellungsverfahren zu betrachten und bewerten. Dies erfolgte im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für den Ausbau des Flughafens Frankfurt.

Für den Ausbau des Flughafens wurde für das Jahr 2020 im Bereich Schwanheim in etwa gleich bleibende Gesamtbelastungswerte zwischen 34 und 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  prognostiziert, allerdings mit einem etwas gestiegenen Immissionsanteil des Flughafens von 24-26,5 %. Die Emissionen und die daraus resultierenden Immissionsanteile im Falle eines Ausbaus des Frankfurter Flughafens wurden von der Genehmigungsbehörde als im Einklang mit dem Stand der Technik bewertet, da es voraussichtlich nicht zu Überschreitungen des  $\text{NO}_2$ -Immissionsgrenzwertes kommen wird. Der u.a. bzgl. der  $\text{NO}_x$ -Emissionen angegriffene Bescheid wurde durch den Hessischen Verwaltungsgerichtshof bestätigt. Daher besteht rechtlich keine Handhabe, Forderungen zur weiteren Verminderung der Luftschadstoffbelastung zu stellen.

#### **4. Prognose für den Standort Frankfurt-Höchst (Messstation)**

Für den Standort der Messstation in Frankfurt-Höchst wurde zu Recht eine Prognose der Luftschadstoffentwicklung von Stickstoffdioxid gefordert, da es sich hier um eine Station mit Grenzwertüberschreitungen handelt.

In Kapitel 7.4 „Prognose“ wird lediglich auf die voraussichtliche Entwicklung im Bereich der Königsteiner Straße in Höchst abgestellt. In den Ausbreitungsrechnungen, die die Fa. ivu zur Ermittlung der Verursacheranteile an der Luftschadstoffbelastung angefertigt hat, wurde die Königsteiner Straße im Bereich zwischen der Gerlachstraße und der Konrad-Glatt-Straße untersucht. Auf dieser Haupteinfallsstraße im Stadtteil Frankfurt-Höchst fahren durchschnittlich knapp 10.000 Fahrzeuge täglich. Die Straße liegt in der Nähe des Bahnhofs Höchst, auf dessen Vorplatz die Luftmessstation Frankfurt-Höchst steht.



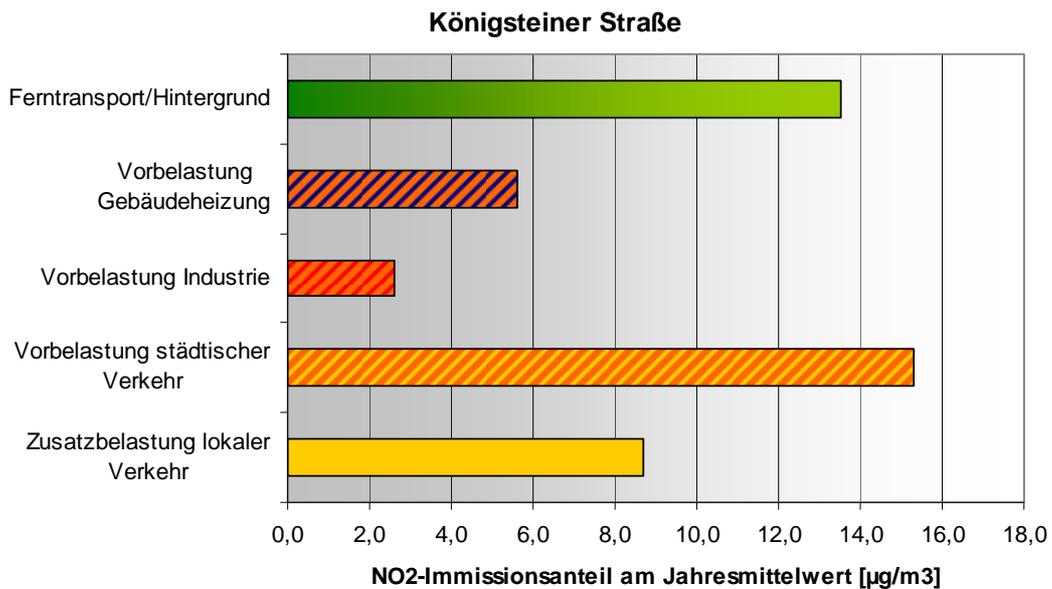
Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation 2009

○ Standort Messstation Frankfurt-Höchst

— untersuchter Straßenabschnitt

**Abbildung 52:** Bahnhof Höchst

Nach den Berechnungsergebnissen für diesen Bereich der Königsteiner Straße, die im Einzelnen unter [http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse\\_rhein\\_main.b90.pdf](http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftreinhalteplaene/ursachenanalyse_rhein_main.b90.pdf) nachgelesen werden können, wurde für das Bezugsjahr 2005 ein  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert von  $45,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet.

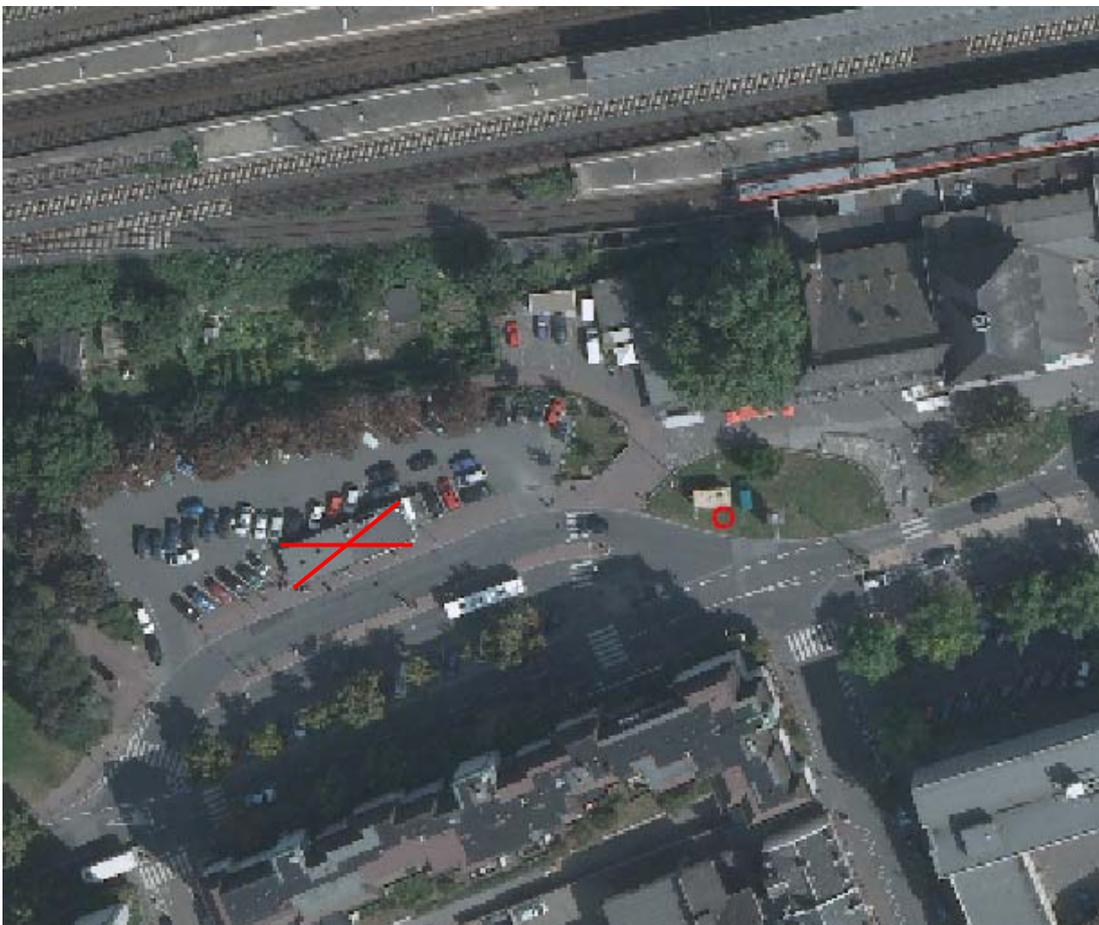


**Abbildung 53:** Berechnete  $\text{NO}_2$ -Immissionsanteile der verschiedenen Emittenten an der Belastung im Jahresmittel (Bezugsjahr 2005) im Bereich der Königsteiner Straße

Der Anteil der Industrie an der Gesamtbelastung ist trotz der Nähe zum Industriepark Höchst am geringsten. Das bedeutet, nicht die Industrieemissionen tragen wesentlich zur Überschreitung des Grenzwertes bei, sondern insbesondere der Verkehr.

Diese Aufteilung kann in gewissen Grenzen auch auf die Messstation am Bahnhof in Frankfurt-Höchst übertragen werden. Der  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert lag im Jahr 2005 bei  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , stimmt also sehr gut mit dem berechneten Wert an der Königsteiner Straße überein. Obwohl auf der Dalbergstraße nicht das Verkehrsaufkommen der Königsteiner Straße herrscht, ist auch hier der Verkehr für die Überschreitung des Immissionsgrenzwertes verantwortlich.

Direkt westlich des Bahnhofs Höchst liegt der Busbahnhof. Dort fahren allein 11 Buslinien mit mehr als 1.100 Busfahrten täglich (Montag-Freitag) in die verschiedenen Richtungen ab. Um die Fahrt mit öffentlichen Verkehrsmitteln attraktiv zu gestalten, stellen die Busse ihre Heizungen im Winter und ihre Klimaanlage im Sommer während des Aufenthalts am Busbahnhof nicht ab. Die Messstation Frankfurt-Höchst liegt genau in der Abgasfahne der Bushaltestelle.



Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation 2009

○ Standort Messstation Frankfurt-Höchst

✗ Standort Busbahnhof

**Abbildung 54:** Lage des Höchster Busbahnhofs zur Luftmessstation Frankfurt-Höchst

Obwohl die Frankfurter Busflotte bereits über Busse mit gutem Emissionsstandard verfügt, sind die  $\text{NO}_x$ -Emissionen der Linienbusse noch immer vergleichsweise hoch (siehe Abbildungen 39 und 43).

Um den Konflikt zwischen Luftreinhaltung und attraktivem ÖPNV nach Möglichkeit zu entschärfen, soll die Busflotte weiter erneuert werden, um bis zum Jahr 2015 komplett dem EEV-Standard zu genügen. Der EEV-Standard ist derzeit der beste Abgasstandard für Busse.

Trotz allem ist eine Prognose der zukünftigen NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung an der Messstation Frankfurt-Höchst. problematisch. Aufgrund des Beschlusses zum Umbau des Bahnhofs Höchst und des näheren Umfelds bis zum Jahr 2015, muss die Luftmessstation etwas versetzt werden. Nach derzeitigem Planungsstand wird sie voraussichtlich im näheren Umfeld der jetzigen Station wieder aufgestellt werden. Verändert werden soll aber auch der Busbahnhof, so dass derzeit noch keine Prognose möglich ist, wie sich die zukünftige Position der Messstation in Bezug auf die Abgasfahne der Busse darstellen wird. Darüber hinaus wird ggf. während der Bauzeit die Messstation zusätzlich durch die Emissionen der Baumaschinen beaufschlagt werden. Da die EU-weit geltenden Grenzwerte für Baumaschinen noch hohe Emissionen zulassen, können diese nicht weiter begrenzt werden.

Aus Berechnungen des Umweltbundesamtes zur Entwicklung des grenzüberschreitenden Ferneintrags und der Hintergrundbelastung in Deutschland, ist für die Region Frankfurt am Main zwischen 2005 und 2015 eine Minderung um knapp 30 % zu erwarten. Auch die städtische Hintergrundbelastung wird sich vor allem aufgrund der kontinuierlichen Verbesserung der Fahrzeugflotte verringern. Ob sich allerdings die lokale Verkehrsbelastung verringern wird, hängt in erster Linie mit der Ausrichtung des Busbahnhofs (Abgasfahne weiter in Richtung der Messstation) und dem Emissionsstandard der eingesetzten Busse zusammen. Bei den Bussen kann bis zum Jahr 2015 eine Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen um ca. 12 % erzielt werden.

Ohne Berücksichtigung des geplanten Umbaus könnte der NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwert bis zum Jahr 2015 eingehalten werden.

## **5. Umsetzung weiterer Maßnahmenvorschläge**

### **5.1. Festsetzung von Geschwindigkeitsbeschränkungen**

Zur weiteren Schadstoffminderung wurde die Einführung von Tempolimits sowohl innerorts als auch auf überörtlichen Straßen, insbesondere den Autobahnen, vorgeschlagen.

Eine Geschwindigkeitsbeschränkung für Pkw auf den Autobahnen würde die Stickstoffdioxidbelastung tatsächlich leicht senken. Da sich jedoch mit zunehmender Entfernung von der Emissionsquelle die Schadstoffkonzentration sehr schnell verringert, würde sich die Minderung praktisch nicht messbar an den weiter innerstädtisch gelegenen Messpunkten auswirken.

Das österreichische Umweltbundesamt hat die räumliche Konzentrationsverteilung von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> mit zunehmender Entfernung von der Straße modelliert (<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0116.pdf>). Danach sinkt die NO<sub>2</sub>-Belastung bereits in weniger als 100 m Entfernung von der Emissionsquelle (Straße) auf die Hälfte im Vergleich zum Nahbereich. Die Messstationen in Frankfurt am Main liegen in einer Entfernung von mindestens einem Kilometer von der am nächsten gelegenen Autobahn. Die mit einem Tempolimit einhergehende Minderung der NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen würde die Immissionskonzentrationen an den über mehr als 1.000 m entfernt liegenden Messstationen nicht beeinflussen. Bestenfalls könnte eine geringe Verminderung der Hintergrundbelastung erzielt werden.

Die Wirksamkeit innerörtlicher Tempolimits wie z.B. die Einführung von Tempo-30 auf Hauptverkehrsstraßen, ist umstritten. In Berlin zeigen sich Minderungen bei der Schadstoffbelastung, an anderer Stelle sind sie sogar kontraproduktiv. Nachweislich gilt, dass das langsame Tempo

bei schweren Nutzfahrzeugen zu höheren Emissionen führt, da ihre Motoren auf Geschwindigkeiten zwischen 60 und 80 km/h optimiert sind. Untersuchungen haben gezeigt, dass es dann zu einer Verringerung von Abgasemissionen kommt, wenn durch das Tempolimit der Verkehrsfluss optimiert wird. Je geringer die Anzahl von Halten, desto geringer sind die Emissionen. Nicht bei jeder Straße ist mit Einführung eines Tempolimits jedoch eine Verstärkung des Verkehrs verbunden. Um zu vermeiden, dass es durch ein Tempolimit zu einer Erhöhung der Emissionen kommt, müssten spezifische Untersuchungen erfolgen und ein Abgleich der Bedingungen mit Straßen, bei denen diese Maßnahme mit Erfolg angewandt wurde, erfolgen. Darüber hinaus bedarf es bei der Einführung eines Tempolimits des Einvernehmens der zuständigen Straßenverkehrsbehörden.

## 5.2. Prüfung von Lkw-Durchfahrtsverboten

Hier gilt es zu unterscheiden zwischen einem (großräumigen) Lkw-Transitfahrverbot und einem generellen Lkw-Fahrverbot in einzelnen Straßen.

Durchfahrtsverbote sind überall dort wirksam, wo ein hohes Lkw-Aufkommen mit einem großen Anteil an Transitverkehr verbunden ist. Um die Wirksamkeit eines solchen Lkw-Transitfahrverbots zu berechnen, bedarf es aber einer genauen Untersuchung der Verhältnisse. Neben der Ermittlung des Lkw-Aufkommens an sich, müssen z.B. durch Befragungszählungen der Anteil der Fahrzeuge festgestellt werden, der weder Ziel noch Quelle in der jeweiligen Stadt hat. Darüber hinaus muss es eine zumutbare und geeignete Umleitungsstrecke für den Transitverkehr geben. Bei hohem Transitaufkommen und geeigneten (weiträumiger) Umleitungsstrecken kann die Wirksamkeit eines Transitudurchfahrtsverbots sehr gut sein. Dazu bedarf es aber aufwändiger und regelmäßiger Kontrollen. Unter den gegebenen Umständen kann aber bei einem hohen Transitaufkommen die  $\text{NO}_2$ -Schadstoffbelastung um ca. 4-6 % gesenkt werden.

Lkw-Fahrverbote in einzelnen Straßenzügen erfordern eine kleinräumige Umleitung über benachbarte Straßen. Dabei besteht die Gefahr, dass es nur zu einer Verlagerung des hot-spots kommt. Die aufnehmende Straße muss nicht nur so leistungsfähig sein, dass sie den zusätzlichen Verkehr aufnehmen kann, sondern vor allem deutlich weniger Betroffene aufweisen. Eine kleinräumige Umleitung trägt nicht zur Verminderung des Verkehrsanteils an der städtischen Hintergrundbelastung bei, weshalb sie bereits weniger wirksam ist, als ein Lkw-Transitfahrverbot. Auch hier ist eine regelmäßige Kontrolle erforderlich, da aus Untersuchungen der Stadt Hagen zu einer immissionsabhängigen dynamischen Verkehrssteuerung [31] deutlich wurde, dass sich Lkw-Fahrer nicht immer an Verbotsschilder halten.

Auch diese Maßnahme bedarf des Einvernehmens mit den zuständigen Straßenverkehrsbehörden.

## 6. Gesundheitsschutz

Immissionsgrenzwerte wurden von der EU zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgesetzt. Mit Ausnahme von  $\text{PM}_{2,5}$ , einer feineren Fraktion des bereits seit längerem bekannten Feinstaubs  $\text{PM}_{10}$ , wurden die derzeit geltenden Grenzwerte mit der 1. Tochterrichtlinie [2] festgelegt, die im Jahr 1999 in Kraft trat. Die Höhe der Grenzwerte wurde auf der Grundlage von Untersuchungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) festgelegt, aber auch durch politische Überlegungen beeinflusst. Wirkungsforscher sehen z.B. bei der gesundheitsschädigenden Wirkung von Feinstaub keine klar definierte Konzentrationsschwelle, unterhalb derer keine Beeinträchtigungen mehr zu erwarten wären. Da die Feinstaubbelastung aber nicht nur durch anthro-

pogene Quellen verursacht wird, sondern zum nicht unerheblichen Teil aus biogenen Quellen wie Saharastaub, Pollen, Waldbrände, Meersalzaerosole, Staub von brach liegenden Feldern und ähnlichem mehr stammt, die auch mit Maßnahmen praktisch nicht beeinflusst werden können, musste eine Schwelle festgelegt werden. Den schärferen Grenzwert bei Feinstaub stellt der Kurzzeitgrenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dar, der lediglich 35-mal im Jahr überschritten werden darf und nicht der Jahresmittelwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Zu Beginn des 21.sten Jahrhunderts wurden in Hessen die Feinstaubgrenzwerte noch an vielen Stellen überschritten (siehe Abbildung 18). Inzwischen kommt es nur noch bei extremen Wetterlagen wie lang anhaltenden Inversionsperioden im Winterhalbjahr, zu Grenzwertüberschreitungen an einzelnen Messstationen. Ursächlich hierfür sind die Maßnahmen, die in den letzten Jahren, aber auch zukünftig, durchgeführt wurden oder noch werden. So musste die Industrie um 60 % geringere Staubemissionsgrenzwerte in Deutschland einhalten, ab Euro-4/VI (seit 2005/2006 verpflichtend) wurden Dieselfahrzeuge serienmäßig mit Partikelfilter ausgestattet und Kaminöfen und ähnliche Einzelraumfeuerungsanlagen müssen zukünftig Staubemissionsgrenzwerte einhalten.

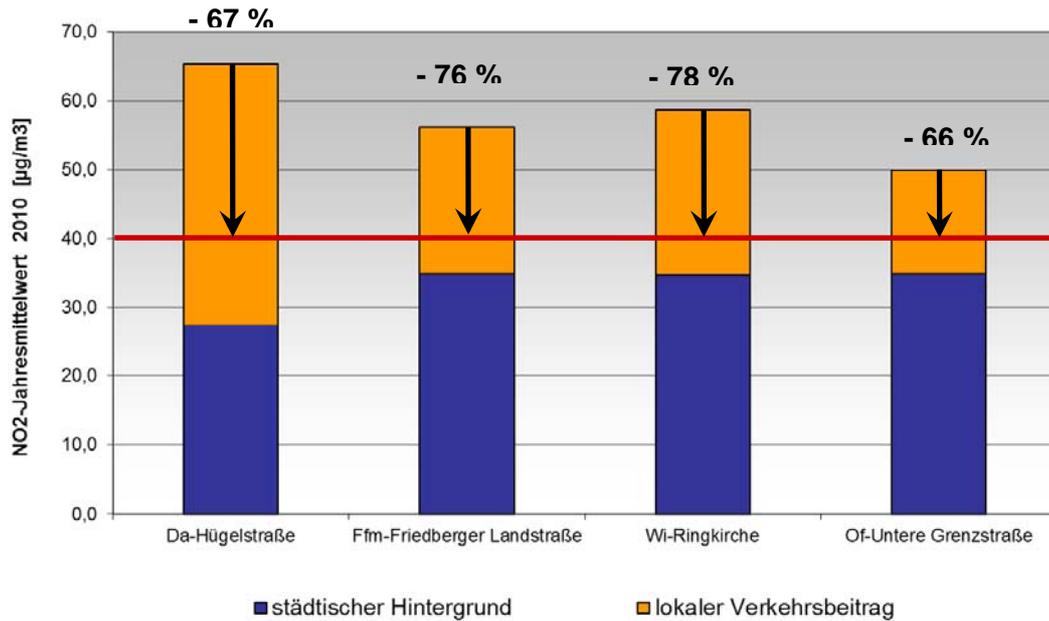
Die Feinstaubkonzentrationen zeigen sich insgesamt rückläufig und ihre Einhaltung wird in den nächsten Jahren immer wahrscheinlicher.

Bei Festsetzung der Höhe des Stickstoffdioxidgrenzwertes war man ursprünglich noch von anderen Voraussetzungen ausgegangen. Mitte der 90er Jahre emittierten Fahrzeuge noch sehr viel Stickstoffoxide, insbesondere in Form von Stickstoffmonoxid (NO) und nur zu einem geringen Teil (ca. 5 %) in Form von direktem Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). Mit der europäischen Abgasgesetzgebung (Euronormen) sollte dieser Ausstoß weiter gesenkt werden. Der deutlich höhere NO<sub>x</sub>-Ausstoß von Diesel-Fahrzeugen im Vergleich zu Ottomotoren führte dazu, dass die NO<sub>x</sub>-Euronormgrenzwerte für Diesel deutlich höher angesetzt wurden als die für Benzinfahrzeuge. Dies war Mitte der 90er Jahre noch unerheblich, betrug doch der Diesel-Anteil bei den verkauften Neuwagen nur ca. 15 %.

Mit der Einführung der Direkteinspritzung bei Dieselfahrzeugen begann ein Dieselfahrzeugboom, der seinen Höhepunkt im Jahr 2007 mit einem Anteil von 47,7 % an den Neuzulassungen hatte. Darüber hinaus wurden zur Minderung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid, später auch von Partikeln, zunehmend Oxidationskatalysatoren in Dieselmotoren eingebaut. Sie haben jedoch den Nachteil einer erhöhten NO<sub>2</sub>-Bildung, was dazu geführt hat, dass die NO<sub>x</sub>-Emissionen nicht gesunken und die direkten NO<sub>2</sub>-Emissionen stark angestiegen sind.

Aber es sind nicht die einzigen Gründe für die derzeit hohen Stickstoffoxidkonzentrationen. Die Einhaltung der europäischen Abgasnormen war bei Neufahrzeugen durch eine vorgeschriebene Typprüfung NEDC (New European Driving Cycle) nachzuweisen. Demnach hätten sich die NO<sub>x</sub>-Emissionen von Diesel-Pkw von Euro-1 bis Euro-4 auf etwa 40 % verringern sollen. Messungen mit realistischen Testzyklen haben gezeigt, dass gerade in hoch belasteten Innenstadtstraßen mit häufigem stop-and-go-Verkehr die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Diesel-Fahrzeuge kaum abnehmen und für Euro-4-Fahrzeuge nahezu so hoch sind wie für Euro-1-Fahrzeuge.

Diese Entwicklungen waren nicht vorhersehbar. Trotz der zwischenzeitlich vorliegenden Erkenntnisse hat die EU-Kommission im Rahmen der Novelle der Luftqualitätsrichtlinien im Jahr 2008 die Grenzwerte – auch den NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwert – unverändert gelassen. Sie hat lediglich die Möglichkeit eröffnet, dass unter der Voraussetzung, dass alles Mögliche und Verhältnismäßige getan wird, um die NO<sub>2</sub>-Konzentration zu vermindern, eine Fristverlängerung für die Einhaltung des Immissionsgrenzwertes bis zum Jahr 2015 möglich wird. Bei einem Anteil des Verkehrs an der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung zwischen 60 und 80 %, müsste der Verkehr an verkehrsbezogenen Messstationen im Ballungsraum Rhein-Main um zwei Drittel bis gut drei Viertel reduziert werden, um den NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwert einhalten zu können.



**Abbildung 55:** Notwendige Minderung des Verkehrsbeitrags an den verkehrsbezogenen Messstationen im Ballungsraum Rhein-Main

Diese Minderungen wären praktisch nur durch komplette Sperrungen zu erreichen. Keine der Minderungsmaßnahmen in den Luftreinhalteplänen wird dazu führen, dass an bisher hoch belasteten Bereichen kurzfristig der NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwert eingehalten werden können. Aber sie tragen ein Stück zur Verbesserung der Luftqualität bei.

Der Schutz der menschlichen Gesundheit ist ein hohes Gut. Es ist richtig, Grenzwerte zu setzen, um diesen Schutz zu gewährleisten. Aber diese Grenzwerte müssen auch mit verhältnismäßigen Maßnahmen erreichbar sein.

## 9 Gründe und Erwägungen, auf denen die Entscheidung beruht

In vielen der in Frankfurt am Main untersuchten Straßenzüge ist mit Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) zu rechnen. Dagegen dürfte der Feinstaubgrenzwert inzwischen weitgehend eingehalten werden, wenn auch an manchen Stellen nur knapp. Das größte lufthygienische Problem in Frankfurt am Main wie in ganz Hessen besteht in den teilweise sehr hohen Stickstoffdioxidkonzentrationen in Straßenschluchten.

Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) entstehen bei der Verbrennung insbesondere fossiler Brennstoffe. Das dabei zunächst überwiegend entstehende Stickstoffmonoxid ( $\text{NO}$ ) wandelt sich mit Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) zu Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) um. Die Summe aus beiden Luftschadstoffen wird als Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) bezeichnet, wobei das  $\text{NO}$  nach einer bestimmten Formel als  $\text{NO}_2$  berechnet wird.

Stickstoffdioxid ist ein Reizgas und kann aufgrund seiner geringen Wasserlöslichkeit bis in tiefe Bereiche der Atemwege eindringen. Dort kann es entzündliche Prozesse verursachen oder sogar Zellschäden auslösen, die insbesondere bei Kindern und Jugendlichen zu Verschlechterungen der Lungenfunktion führen.

Die Anteile der Emittentengruppen Industrie, Gebäudeheizung und Verkehr an der Belastung sind sehr unterschiedlich. Der niedrigste Anteil an den Stickstoffoxidemissionen in Frankfurt am Main liegt mit 17 % bei der Gebäudeheizung. Ihr Anteil an der  $\text{NO}_2$ -Immissionsbelastung liegt mit ca. 12 % in etwa gleicher Größenordnung. Obwohl in Frankfurt am Main Industrieanlagen in nennenswertem Umfang angesiedelt sind und auch 32 % der Stickstoffoxidemissionen ausstoßen, tragen sie doch nur zum geringen Teil von 3 bis 4 % zur Immissionsbelastung mit  $\text{NO}_2$  bei. Aufgrund der Quellhöhe können sich die industriebedingten Abgase und – in gewissen Grenzen – auch die Emissionen der Gebäudeheizungen mit der freien Luftströmung sehr schnell verteilen. Dagegen werden die verkehrsbedingten Abgase in nur geringer Höhe emittiert und können sich vor allem in Straßenschluchten sehr schnell anreichern. Der Anteil des Verkehrs an den Stickstoffoxidemissionen ist mit 51 % deutlich geringer als ihr Anteil an der  $\text{NO}_2$ -Immissionssituation, der im Schnitt bei knapp 60 % liegt.

Bei der Emittentengruppe Verkehr sind es sowohl bei Feinstaub als auch bei den Stickstoffoxiden insbesondere die Dieselfahrzeuge, die für den wesentlichen Teil der Belastung verantwortlich zu machen sind.

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz sieht eine Festlegung von Maßnahmen entsprechend dem Verursacheranteil vor. Demnach kommt Maßnahmen im Verkehrsbereich eine besondere Bedeutung zu. Die bereits in den letzten Jahren im Rahmen der Aktionspläne Frankfurt am Main 2005 und 2008 ergriffenen Maßnahmen wie die Verkehrsverflüssigung, die Lkw-Durchfahrtsverbote und insbesondere die Einrichtung der Umweltzone haben die Feinstaubkonzentrationen, aber auch die Stickstoffdioxidkonzentrationen in den letzten Jahren soweit sinken lassen, dass zumindest die Feinstaubgrenzwerte inzwischen eingehalten werden.

Doch allein mit lokalen Maßnahmen kann die Stadt Frankfurt am Main die Belastung mit Stickstoffdioxid nicht so weit verringern, dass eine flächendeckende Einhaltung des  $\text{NO}_2$ -Immissionsgrenzwertes bis zum Jahr 2015 gewährleistet werden kann. Aufgrund des hohen Anteils des Verkehrs an der Luftschadstoffbelastung käme als zusätzliche Maßnahme lediglich eine teilweise oder vollständige Sperrung der Stadt in Betracht. Diese Maßnahme wäre aber unverhältnismäßig und daher nicht umsetzbar.

Um die Bevölkerung nach Möglichkeit vor gesundheitsschädlichen Luftschadstoffkonzentrationen zu schützen, wurden dennoch weitere Maßnahmen vorgesehen, obwohl wirksame Minderungsmaßnahmen bereits weitestgehend umgesetzt wurden. Im Bereich der Emissionen aus Kraftwerken und Gebäudeheizungen wird durch Stromsparprogramme und Energieberatungen das Bewusstsein für energie- und damit emissionsarmes Wohnen und Arbeiten gefördert. Da die wesentlichen Emissionen jedoch vom Verkehr ausgehen, soll der bereits in den vergangenen Jahren gut ausgebaute öffentliche Nahverkehr weiter ausgebaut und der noch nicht auf EEV-Standard umgestellte Rest der Busflotte dem derzeit verfügbaren besten Emissionsstandard angepasst werden. Die wahrscheinlich wirksamste Maßnahme wird jedoch in der weiteren Verschärfung der Umweltzone liegen, die die Erneuerung der Fahrzeugflotte weiter beschleunigen wird, so dass für viele Straßen in Frankfurt am Main bis zum Jahr 2015 auch die Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid eingehalten werden können.

Um die Abgasemissionen der Fahrzeuge auf ein Mindestmaß zu beschränken, sind darüber hinaus nicht nur lokal für Frankfurt am Main, sondern für das gesamte Rhein-Main-Gebiet bzw. sogar ganz Hessen eine Reihe von Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrsflusses vorgesehen. Doch nur in Kombination mit einer deutlichen Verringerung der Abgasemissionen jedes einzelnen Fahrzeugs kann ohne Einschränkungen der Mobilität die Belastung mit Stickstoffdioxid auf das notwendige Maß verringert werden. Dieses Ziel verfolgt die Europäische Union mit der Einführung eines Euro-6/VI-Standards, wo insbesondere die zulässigen NO<sub>x</sub>-Emissionen von Diesel-Fahrzeugen drastisch herabgesetzt wurden. Allerdings wird diese Maßnahme erst mit einer ausreichenden Durchmischung des Straßenverkehrs mit Euro-6/VI-Fahrzeugen wirksam werden.

Die Prognosen zeigen, dass bis zum Jahr 2015 zwar nicht alle Straßenzüge in Frankfurt am Main, aber doch eine Reihe, den Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid voraussichtlich einhalten werden können. Aber in den ausgeprägten Straßenschluchten oder Bereichen mit sehr hohem Verkehrsaufkommen wird dieses Ziel wahrscheinlich erst bis zum Jahr 2020 erreicht.

## 10 Literatur

- [1] Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität – Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie vom 21.11.1996 (ABl. L 296, S. 25)
- [2] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22.4.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft – 1. Tochterrichtlinie vom 29.06.1999 (ABl. L 163, S. 41 - 60)
- [3] Richtlinie 2000/69/EG des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft – 2. Tochterrichtlinie vom 12.12.2000 (ABl. L 313, S. 12 - 21)
- [4] Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft – 3. Tochterrichtlinie vom 9. März 2002 (ABl. L 67, S. 14 – 30)
- [5] Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft – 4. Tochterrichtlinie vom 26. Januar 2005 (ABl. L 23, S. 3 – 16)
- [6] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa – Luftqualitätsrichtlinie vom 11. Juni 2008 (ABl. L 152, S. 1 – 44)
- [7] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Gesetz vom 26. November 2010 (BGBl. I, S. 1728)
- [8] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065)
- [9] Verordnung über immissionsschutzrechtliche Zuständigkeiten, zur Bestimmung der federführenden Behörde nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung und über Zuständigkeiten nach dem Benzinbleigesetz vom 13. Oktober 2009 (GVBl. I S. 406)
- [10] Hessische Gemeindestatistik 2009, Hessisches Statistisches Landesamt, [www.statistik-hessen.de](http://www.statistik-hessen.de)
- [11] Deutscher Wetterdienst, Das Bioklima in der Bundesrepublik Deutschland (Zeitraum: 1971 – 2000), [www.dwd.de](http://www.dwd.de)
- [12] Verkehrsmengenkarte für Hessen, Ausgabe 2005, Herausgeber: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Dezernat Verkehrssicherheit, Verkehrstechnik und Straßenausstattung
- [13] HBEFA - Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, 30. Januar 2010; Umweltbundesamt Berlin, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft Bern, Umweltbundesamt, Lebensministerium und Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie Wien
- [14] Emissionskataster Hessen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, [www.hlug.de/medien/luft/emiss\\_wi/index.htm](http://www.hlug.de/medien/luft/emiss_wi/index.htm)

- [15] Fünfte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Emissionkataster in Untersuchungsgebiete (5. BImSchVwV) Vom 24. April 1992 (GMBI. S. 317, ber. GMBI. 1993, S. 343)
- [16] Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen und Emissionsberichte - 11. BImSchV) vom 5. März 2007 (BGBl. I S. 289)
- [17] Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungsanlagen - 13. BImSchV) vom 20. Juli 2004 (BGBl. I S. 1717), zuletzt geändert durch Verordnung vom 27. Januar 2009 (BGBl. I; S. 129)
- [18] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes 4. BImSchV - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 504 ff), geändert durch Gesetz vom 11. August 2009 (BGBl. I, S. 2723)
- [19] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV ) vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 490), geändert durch Verordnung vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38)
- [20] Umweltatlas Hessen, <http://www.umwelt.hessen.de>
- [21] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) – vom 24. Juli 2002 (GMBI. I S. 511)
- [22] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV – vom 14. August 2003 (BGBl. I S. 1633), geändert durch Verordnung vom 27. Januar 2009 (BGBl. I, S. 129)
- [23] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (EnEG - Energieeinsparungsgesetz) vom 1. September 2005 (BGBl. I S. 2684), geändert durch Gesetz vom 28. März 2009 (BGBl. I, S. 643)
- [24] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (EnEV - Energieeinsparverordnung) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I 2007, S. 1519), geändert durch Verordnung vom 29. April 2009 (BGBl. I, S. 954)
- [25] Kraftfahrzeugbundesamt, [http://www.kba.de/cln\\_016/nn\\_124832/DE/Presse/PressemitteilungenStatistiken/Fahrzeugzulassungen/n\\_11\\_09\\_pm\\_text.html](http://www.kba.de/cln_016/nn_124832/DE/Presse/PressemitteilungenStatistiken/Fahrzeugzulassungen/n_11_09_pm_text.html); abgerufen am 4. Dezember 2009
- [26] U. Höpfner, J. Hanusch, U. Lambrecht, ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, „Abwrackprämie und Umwelt – eine erste Bilanz“, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, August 2009
- [27] [http://www1.adac.de/Auto\\_Motorrad/Umwelt/default/default.asp](http://www1.adac.de/Auto_Motorrad/Umwelt/default/default.asp); abgerufen am 28. Dezember 2009
- [28] F. Dünnebeil, U. Lambrecht, A. Schacht, C. Kessler: Auswirkungen zukünftiger NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen des Kfz-Verkehrs auf die Luftqualität in hoch belasteten Straßen in Baden-Württemberg, ifeu-Institut für Energie und Umweltforschung GmbH, Heidelberg Februar 2010
- [29] Fünfunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung – 35. BImSchV) vom 10. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2218), geändert durch 1. ÄndVO vom 5. Dezember 2007 (BGBl. I, S. 2793)

- [30] Anlage zur Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz vom 16. Dezember 2003 (GVBl. I S. 362), zuletzt geändert durch Verordnung vom 1. April 2008 (GVBl. I S. 656)
- [31] G. Ludes, B. Siebers, T. Kuhlbusch, U. Quass, M. Beyer, F. Weber, Feinstaub und NO<sub>2</sub> – Entwicklung und Validierung einer Methode zur immissionsabhängigen dynamischen Verkehrssteuerung, UBA Texte 25/2010

# 11 Anhänge

## 11.1 Begriffsbestimmungen

*Ballungsraum* ist ein Gebiet mit mindestens 250.000 Einwohnern, das aus einer oder mehreren Gemeinden besteht oder ein Gebiet, das aus einer oder mehreren Gemeinden besteht, welche jeweils eine Einwohnerdichte von 1.000 Einwohnern oder mehr je Quadratkilometern bezogen auf die Gemarkungsfläche haben und die zusammen mindestens eine Fläche von 100 Quadratkilometern darstellen.

*Beurteilung* ist die Ermittlung und Bewertung der Luftqualität durch Messung, Rechnung, Vorhersage oder Schätzung anhand der Methoden und Kriterien, die in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) [8] genannt sind.

*Emissionen* sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen.

*Gebiet* ist ein von den zuständigen Behörden festgelegter Teil der Fläche eines Landes im Sinne des § 1 Nr. 9 der 39. BImSchV [8].

*Immissionen* sind auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen.

*Immissionsgrenzwert* ist ein Wert für einen bestimmten Schadstoff, der nach den Regelungen der §§ 2 bis 9 der 39. BImSchV [8] bis zu dem dort genannten Zeitpunkt einzuhalten ist und danach nicht überschritten werden darf.

*Immissionskenngrößen* kennzeichnen die Höhe der Vorbelastung, der Zusatzbelastung oder der Gesamtbelastung für den jeweiligen luftverunreinigenden Stoff.

*Kurzzeitkenngröße* beschreibt den im Vergleich zu einer Langzeitkenngröße wie z. B. den Jahresmittelwert für den jeweiligen Luftschadstoff spezifisch festgesetzten kurzzeitig einzuhaltenen Immissionsgrenzwert wie z. B. Stunden- oder Tagesmittelwert.

*Luftverunreinigungen* sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe.

*PM10* sind die Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

*PM2,5* sind die Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

*Toleranzmarge* bezeichnet einen in jährlichen Stufen abnehmenden Wert, um den der Immissionsgrenzwert bis zur jeweils festgesetzten Frist überschritten werden darf, ohne die Erstellung von Plänen zu bedingen

*Zielwert* ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, die mit dem Ziel festgelegt wird, die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern.

## 11.2 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Einteilung von Hessen in Gebiete und Ballungsräume
- Abbildung 2: Ballungsraum Rhein-Main (rot schraffiert) mit Geländeschnitt
- Abbildung 3: Höhenprofil des Ballungsraums Rhein-Main
- Abbildung 4: Entwicklung der mittleren Tagestemperaturen im Bereich des Ballungsraums Rhein-Main in der Zeit von 1971 bis 2000 (Quelle: Umweltatlas Hessen)
- Abbildung 5: Mittlere Windgeschwindigkeiten im Bereich des Ballungsraums Rhein-Main der Jahre 1981 – 1990
- Abbildung 6: Windrichtungsverteilung an den Stadtstationen Darmstadt-Woog, Frankfurt-Ost und Wiesbaden-Süd (Zeitraum: Januar bis Dezember 2009)
- Abbildung 7: Ausschnitt aus der Hessischen Verkehrsmengenkarte 2005 für den Ballungsraum Rhein-Main (Quelle: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen [12])
- Abbildung 8: Immissionskenngrößen von PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> für das Jahr 2010, Ballungsraum Rhein-Main
- Abbildung 9: Luftmessstationen in Hessen (Stand: Januar 2009)
- Abbildung 10: Lage der Luftmessstationen in Darmstadt
- Abbildung 11: Lage der Luftmessstationen in Frankfurt am Main (Detailangaben siehe Kapitel 10.4)
- Abbildung 12: Lage der Luftmessstation in Neu-Isenburg
- Abbildung 13: Lage der Passivsammler in Offenbach
- Abbildung 14: Lage der Luftmessstationen in Wiesbaden
- Abbildung 15: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)
- Abbildung 16: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Benzol
- Abbildung 17: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Feinstaub als Jahresmittel (PM<sub>10</sub>)
- Abbildung 18: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Feinstaub als Anzahl an Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwertes im Jahr
- Abbildung 19: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Stickstoffoxiden (NO<sub>2</sub> + NO, gerechnet als NO<sub>2</sub> = NO<sub>x</sub>)
- Abbildung 20: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)
- Abbildung 21: Räumliche Struktur der NO<sub>x</sub>-Emissionen (Summe von NO + NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>) im Ballungsraum Rhein-Main
- Abbildung 22: Räumliche Struktur der PM<sub>10</sub>-Emissionen im Ballungsraum Rhein-Main
- Abbildung 23: Neuzulassungen von Personenkraftwagen von 2000 bis 2010 in der Bundesrepublik Deutschland (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)
- Abbildung 24: Bestand an Personenkraftwagen nach Kraftstoffarten (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)
- Abbildung 25: Verkehrsaufkommen deutscher Lastkraftwagen (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)
- Abbildung 26: Entwicklung der PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen im Ballungsraum Rhein-Main und in der Stadt Frankfurt am Main in den Jahren 2000 bis 2008

- Abbildung 27: Vergleich der Emissionsgrenzwerte nach Euronormen mit den für den realen Betrieb ermittelten Emissionen (Emissionsfaktoren) für PM<sub>10</sub> und NO<sub>x</sub> von Diesel-Pkw für die durchschnittliche Verkehrssituation innerorts, HBEFA 3.1, Bezugsjahr 2010 [13]
- Abbildung 28: Neuzulassungen von Personenwagen im Jahresverlauf 2007 bis 2009 (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt [25])
- Abbildung 29: Umweltzone Frankfurt am Main (gelb markiert)
- Abbildung 30: Beschilderung der Umweltzone
- Abbildung 31: Plakettenmuster gemäß Anhang 1 der Kennzeichnungsverordnung (35. BImSchV)
- Abbildung 32: Kennzeichnung der Emissionsschlüsselnummer bei vor dem 1. Oktober 2005 ausgestellten Fahrzeugscheinen
- Abbildung 33: Kennzeichnung der Emissionsschlüsselnummer bei nach dem 1. Oktober 2005 ausgestellten Zulassungsbescheinigungen Teil I
- Abbildung 34: Durchschnittliche Überschreitungshäufigkeit des PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerts im jeweiligen Monat an der Messstation Frankfurt-Friedberger Landstraße (Auswertezeitraum: 2001 bis 2010)
- Abbildung 35: Gegenüberstellung des Bestandes an Nutzfahrzeugen nach Schadstoffgruppen; Stand: 1. Januar 2011 (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)
- Abbildung 36: Vergleich der durchschnittlichen Monatsmittelwerte vor und nach Einrichtung der Umweltzone an der Friedberger Landstraße in Frankfurt am Main
- Abbildung 37: Emissionsverhalten von Fahrzeugen bei unterschiedlicher Durchlässigkeit des Verkehrs; HBEFA 3.1; Hauptverkehrsstraße, Geschwindigkeitsbeschränkung 50 km/h; Bezugsjahr 2010
- Abbildung 38: Mittlere NO<sub>2</sub>- und NO-Emissionsfaktoren für Pkw im Innerortsverkehr, HBEFA 3.1, Bezugsjahr: 2010
- Abbildung 39: Mittlere NO<sub>2</sub>- und NO-Emissionsfaktoren für Lkw und Busse im Innerortsverkehr, HBEFA 3.1, Bezugsjahr: 2010
- Abbildung 40: Prognose der Feinstaub-, Stickstoffoxid- und Stickstoffdioxidemissionen in der Stadt Frankfurt am Main für eine mittleren Innerortssituation für die Bezugsjahre 2010 bis 2020; HBEFA 3.1
- Abbildung 41: Prognose der Wirksamkeit der dritten Stufe der Umweltzone für PM<sub>10</sub>
- Abbildung 42: Prognose der Wirksamkeit der dritten Stufe der Umweltzone für NO<sub>2</sub>
- Abbildung 43: Durchschnittliche Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub> (gerechnet als NO<sub>2</sub>) und NO<sub>2</sub>-Direktemissionen für Fahrzeuge innerorts, HBEFA 3.1, Bezugsjahr 2010
- Abbildung 44: Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen der Frankfurter Busflotte bis zum Jahr 2015 bei gleicher Busanzahl
- Abbildung 45: Beiträge zur PM<sub>10</sub>-Immissionsbelastung im Jahr 2005 in den untersuchten Straßenzügen in Frankfurt am Main
- Abbildung 46: Prognose der Minderungswirkung auf die PM<sub>10</sub>-Immissionsbelastung im Jahr 2015 in den untersuchten Straßenzügen in Frankfurt am Main
- Abbildung 47: Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung im Jahr 2005 in den kritischen Straßenzügen in Frankfurt am Main

- Abbildung 48: Prognose der Minderungswirkung auf die NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung im Jahr 2015 in den kritischen Straßenzügen in Frankfurt am Main
- Abbildung 49: Untersuchte Zuschnitte für eine Umweltzone in Frankfurt am Main
- Abbildung 50: Stadtgebiet Frankfurt am Main (blau umrandet) mit „kritischen“ Gebieten (rot umrandet)
- Abbildung 51: Aufteilung der Verursacheranteile für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> im Ballungsraum Rhein-Main
- Abbildung 52: Bahnhof Höchst
- Abbildung 53: Berechnete NO<sub>2</sub>-Immissionsanteile der verschiedenen Emittenten an der Belastung im Jahresmittel (Bezugsjahr 2005) im Bereich der Königsteiner Straße
- Abbildung 54: Lage des Höchster Busbahnhofs zur Luftmessstation Frankfurt-Höchst
- Abbildung 55: Notwendige Minderung des Verkehrsbeitrags an den verkehrsbezogenen Messstationen im Ballungsraum Rhein-Main

## 11.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Immissionsgrenz- und Zielwerte nach der 39. BImSchV [8]
Tabelle 2:	Von Immissionsgrenzwertüberschreitungen betroffene Städte des Ballungsraums Rhein-Main (Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [10])
Tabelle 3:	Immissionskenngrößen nach der 39. BImSchV für das Messjahr 2010 im Ballungsraum Rhein-Main
Tabelle 4:	Berechnete Anteile der verschiedenen Emittenten an (berechneten) Jahresmittelwerten von NO <sub>2</sub> (Bezugsjahr: 2005)
Tabelle 5:	Berechnete Anteile der verschiedenen Emittenten an (berechneten) Jahresmittelwerten von PM10 (Bezugsjahr: 2005)
Tabelle 6:	Vergleich der gemessenen Jahresmittelwerte 2005 mit der für das Bezugsjahr 2005 modellierten Gesamtbelastung
Tabelle 7:	Übersicht der bislang landesweit erstellten Emissionserhebungen
Tabelle 8:	Emissionsbilanz von NO <sub>x</sub> (Summe von NO und NO <sub>2</sub> , angegeben als NO <sub>2</sub> )
Tabelle 9:	Emissionsbilanz von PM10
Tabelle 10:	Aufteilung der Industrieemissionen der Stadt Frankfurt am Main und des Ballungsraums Rhein-Main auf die Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2008)
Tabelle 11:	Beispiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung [14]
Tabelle 12:	Durchschnittliche Emissionsfaktoren in Gramm pro Fahrzeugkilometer nach Fahrzeugkategorien für PM10, NO <sub>x</sub> und NO <sub>2</sub> innerorts nach HBEFA 3.1 für das Bezugsjahr 2010 [13]
Tabelle 13:	Übersicht über die geltenden Abgasnormen der EU
Tabelle 14:	Zuordnung der Emissionsschlüsselnummern zu Schadstoffgruppen
Tabelle 15:	Voraussetzungen für die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen für bestimmte Personengruppen
Tabelle 16:	Voraussetzungen für die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen für bestimmte Fahrzeugtypen
Tabelle 17:	Mit Allgemeinverfügung von der Kennzeichnungspflicht ausgenommene Tatbestände
Tabelle 18:	Kraftfahrzeugstatistik für die in Frankfurt am Main zugelassenen Kraftfahrzeuge; Aufteilung nach Feinstaubplaketten (Quelle: Zulassungsbehörde der Stadt Frankfurt am Main)
Tabelle 19:	Entwicklung der Fahrgastzahlen in der Stadt Frankfurt am Main (Quelle: traffiQ Frankfurt am Main)
Tabelle 20:	Zukünftige Abgasnorm

## 11.4 Beschreibung der Luftmessstationen

### 11.4.1 Luftmessstation Frankfurt-Ost



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation



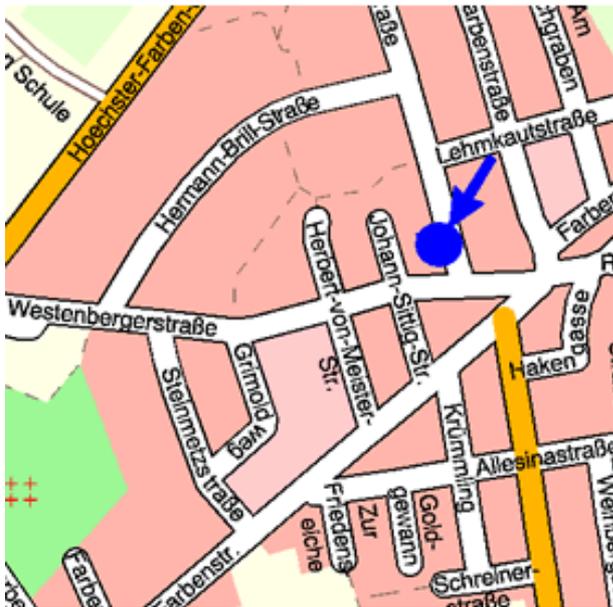
#### Beschreibung:

Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	städtischer Hintergrund
EU-Code:	DEHE008
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Hanauer Landstraße
Rechtswert:	3481935
Hochwert:	5554378
Längengrad:	8°44'46,84"
Breitengrad:	50°7'31,18"
Höhe über NN:	100
Lage:	Stadttrand
Messzeitraum:	seit 1984

#### Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	-
Kohlenmonoxid	-
Stickstoffmonoxid	1984
Stickstoffdioxid	1984
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	-
Ozon	1984
Feinstaub PM10	2000
Windrichtung	1984
Windgeschwindigkeit	1984
Temperatur	1984
Relative Luftfeuchte	1984
Luftdruck	1999
Globalstrahlung	-

## 11.4.2 Luftmessstation Frankfurt-Sindlingen



Kartengrundlage: DATAstreet, © HLBG 2005

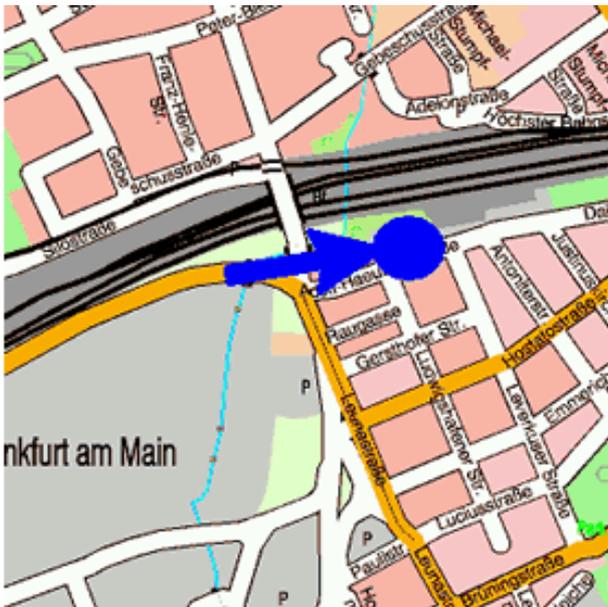
### Beschreibung:

Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtischer Hintergrund
EU-Code:	DEHE009
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Küferstraße
Rechtswert:	3465402
Hochwert:	5549498
Längengrad:	8°30'56,13"
Breitengrad:	50°4'50,61"
Höhe über NN:	99
Lage:	Stadttrand
Messzeitraum:	Wiederinbetriebnahme 13.12.2007

### Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	2008
Kohlenmonoxid	-
Stickstoffmonoxid	2008
Stickstoffdioxid	2008
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	2008
Ozon	-
Feinstaub PM10	2008
Windrichtung	2008
Windgeschwindigkeit	2008
Temperatur	2008
Relative Luftfeuchte	2008
Luftdruck	-
Globalstrahlung	-

### 11.4.3 Luftmessstation Frankfurt-Höchst



Kartengrundlage: DATAstreet, © HLBG 2005

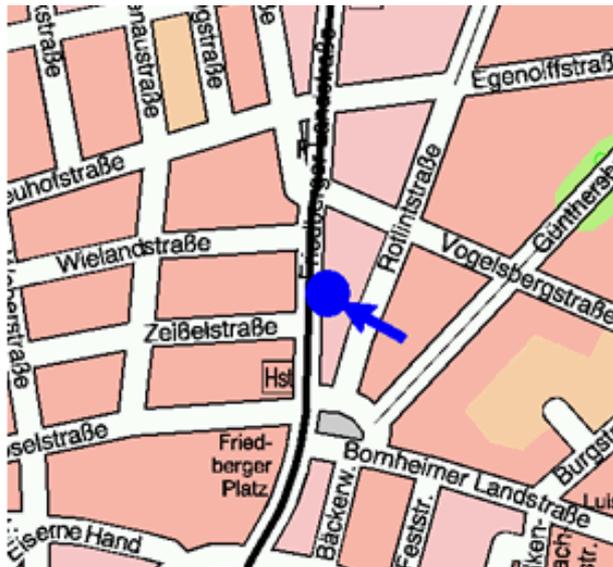
#### Beschreibung:

Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtischer Hintergrund, Industrie, Verkehr
EU-Code:	DEHE005
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Höchst-Bahnhof
Rechtswert:	3467310
Hochwert:	5551838
Längengrad:	8°32'31,37"
Breitengrad:	50°6'6,74"
Höhe über NN:	104
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit 01.07.1979

#### Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	1979
Kohlenmonoxid	-
Stickstoffmonoxid	1980
Stickstoffdioxid	1980
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	-
Ozon	1984
Feinstaub PM10	2000
Windrichtung	2004
Windgeschwindigkeit	2004
Relative Feuchte	2004
Temperatur	2004
Luftdruck	-
Globalstrahlung	-

## 11.4.4 Luftmesstation Frankfurt-Friedberger Landstraße



Kartengrundlage: DATAstreet, © HLBG 2005

### Beschreibung:

Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Innenstadt, Straßenschlucht
EU-Code:	DEHE041
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Friedberger Landstraße
Rechtswert:	3478042
Hochwert:	5554310
Längengrad:	8°41'30,88"
Breitengrad:	50°7'28,53"
Höhe über NN:	119
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit 01.03.1993

### Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	-
Kohlenmonoxid	1993
Stickstoffmonoxid	1993
Stickstoffdioxid	1993
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	1996
Ozon	-
Feinstaub PM10	2001
Feinstaub PM2,5	2010
Windrichtung	-
Windgeschwindigkeit	-
Relative Feuchte	-
Temperatur	-
Luftdruck	-
Globalstrahlung	-

## 11.5 Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main

Stadt / Gemeinde	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Landkreis	Einwohnerzahl (Stand: 30.09.2009)	Einwohner je km <sup>2</sup>
Bad Homburg v. d. Höhe, Stadt	51,17	Hochtaunus	51.820	1.013
Bad Soden am Taunus, Stadt	12,55	Main-Taunus	21.702	1.729
Bad Vilbel, Stadt	25,65	Wetterau	31.637	1.233
Bischofsheim	9,03	Groß-Gerau	12.561	1.391
Bruchköbel, Stadt	29,68	Main-Kinzig	20.641	695
Büttelborn	30,01	Groß-Gerau	13.461	449
Darmstadt, Stadt	122,09	kreisfreie Stadt	143.459	1.175
Dietzenbach, Kreisstadt	21,67	Offenbach	33.194	1.532
Dreieich, Stadt	53,31	Offenbach	40.401	758
Egelsbach	14,82	Offenbach	10.608	716
Erlensee	18,59	Main-Kinzig-Kreis	12.874	693
Erzhausen	7,40	Darmstadt-Dieburg	7.385	998
Eschborn, Stadt	12,14	Main-Taunus-Kreis	20.839	1.717
Flörsheim am Main, Stadt	22,95	Main-Taunus-Kreis	20.266	883
Frankfurt am Main, Stadt	248,31	kreisfreie Stadt	669.992	2.698
Ginsheim-Gustavsburg	13,94	Groß-Gerau	15.974	1.146
Griesheim, Stadt	21,41	Darmstadt-Dieburg	26.115	1.220
Groß-Gerau, Stadt	54,47	Groß-Gerau	23.276	427
Großkrotzenburg	7,45	Main-Kinzig-Kreis	7.349	986
Hainburg	15,95	Offenbach	14.381	902

Hanau, Stadt	76,49	Main-Kinzig-Kreis	88.332	1.155
Hattersheim am Main, Stadt	15,82	Main-Taunus-Kreis	25.476	1.610
Heusenstamm, Stadt	19,03	Offenbach	18.195	956
Hochheim am Main, Stadt	19,43	Main-Taunus-Kreis	16.906	870
Hofheim am Taunus, Kreisstadt	57,38	Main-Taunus-Kreis	38.304	668
Karben, Stadt	43,95	Wetteraukreis	21.801	496
Kelkheim (Taunus), Stadt	30,65	Main-Taunus-Kreis	27.474	896
Kelsterbach, Stadt	15,38	Groß-Gerau	13.423	873
Kriftel	6,76	Main-Taunus-Kreis	10.672	1.579
Langen (Hessen), Stadt	29,12	Offenbach	35.461	1.218
Liederbach am Taunus	6,20	Main-Taunus-Kreis	8.700	1.403
Maintal, Stadt	32,40	Main-Kinzig-Kreis	37.792	1.166
Mörfelden-Walldorf, Stadt	44,16	Groß-Gerau	33.840	766
Mühlheim am Main, Stadt	20,67	Offenbach	26.567	1.285
Nauheim	13,77	Groß-Gerau	10.099	733
Neu-Isenburg, Stadt	24,31	Offenbach	35.677	1.468
Niederdorfelden	6,55	Main-Kinzig-Kreis	3.619	553
Obertshausen, Stadt	13,62	Offenbach	24.147	1.773
Oberursel (Taunus), Stadt	45,37	Hochtaunuskreis	42.479	936
Offenbach am Main, Stadt	44,90	kreisfreie Stadt	119.455	2.660
Raunheim, Stadt	12,61	Groß-Gerau	14.790	1.173

Rodenbach	16,73	Main-Kinzig-Kreis	11.182	668
Rödermark, Stadt	29,99	Offenbach	26.134	871
Rodgau, Stadt	65,04	Offenbach	43.060	662
Rüsselsheim, Stadt	58,30	Groß-Gerau	59.718	1.024
Schöneck	21,49	Main-Kinzig-Kreis	11.974	557
Schwalbach am Taunus, Stadt	6,47	Main-Taunus-Kreis	14.706	2.273
Seligenstadt, Stadt	30,84	Offenbach	20.258	657
Steinbach (Taunus), Stadt	4,40	Main-Taunus-Kreis	9.945	2.260
Sulzbach (Taunus)	7,85	Main-Taunus-Kreis	8.333	1.062
Weiterstadt, Stadt	34,40	Darmstadt-Dieburg	24.205	704
Wiesbaden, Stadt	203,90	kreisfreie Stadt	277.797	1.362

## 11.6 Abkürzungsverzeichnis

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mikrogramm (1 millionstel Gramm) pro $\text{m}^3$ ; $10^{-6} \text{ g}/\text{m}^3$
$\mu\text{m}$	Mikrometer = 1 millionstel Meter
Abl. EWG	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften
AOT40	accumulated exposure over a threshold of 40 ppb; Summe der Differenzen zwischen 1-h-Werten über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (40 ppb) und dem Wert $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Zeitraum 8–20 Uhr von Mai bis Juli
As	Arsen
ASV	Amt für Straßen- und Verkehrswesen
B(a)P	Benzo(a)pyren
BGA	Bundesgesundheitsamt
BGBI	Bundesgesetzblatt
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BTX	Benzol, Toluol, Xylol
$\text{C}_6\text{H}_6$	Benzol
Cd	Cadmium
CO	Kohlenmonoxid
DIN	Deutsches Institut für Normung
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge an einem Werktag
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG/EU	Europäische Gemeinschaften/Europäische Union
GMBI	Gemeinsames Ministerialblatt
GVBl	Gesetz- und Ordnungsblatt für das Land Hessen
GW	Grenzwert
HLSV	Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
HMUeLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
JM	Jahresmittelwert
Kfz	Kraftfahrzeug
LAI	Bund / Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
LNF	leichte Nutzfahrzeuge
LRP	Luftreinhalteplan
max. 8-h-	höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages aus stündlich gleitenden 8-Stunden-

Wert	Mittelwert
mg/m <sup>3</sup>	Milligramm (1 tausendstel Gramm) pro m <sup>3</sup> ; 10 <sup>-3</sup> g/m <sup>3</sup>
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium
Ni	Nickel
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxide bzw. Stickstoffoxide (Summe NO + NO <sub>2</sub> , angegeben als NO <sub>2</sub> )
O <sub>3</sub>	Ozon
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
Pb	Blei
Pkw	Personenkraftwagen
PM	Particulate matter (Staub)
PM10	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
ppb	parts per billion (Verhältnis 1:109)
ppm	parts per million (Verhältnis 1:106)
RP	Regierungspräsidium
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge (z. B. Lkw ab 3,5 t oder Busse)
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
t/a	Tonnen (eintausend Kilogramm) pro Jahr
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TM	Toleranzmarge
TÜV	Technischer Überwachungsverein
UBA	Umweltbundesamt
UMK	Umweltministerkonferenz
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WM	Wintermittelwert (01.10. – 31.03.)



HESSEN



**Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

Abteilung II

Referat II 7  
Mainzer Straße 80  
65189 Wiesbaden