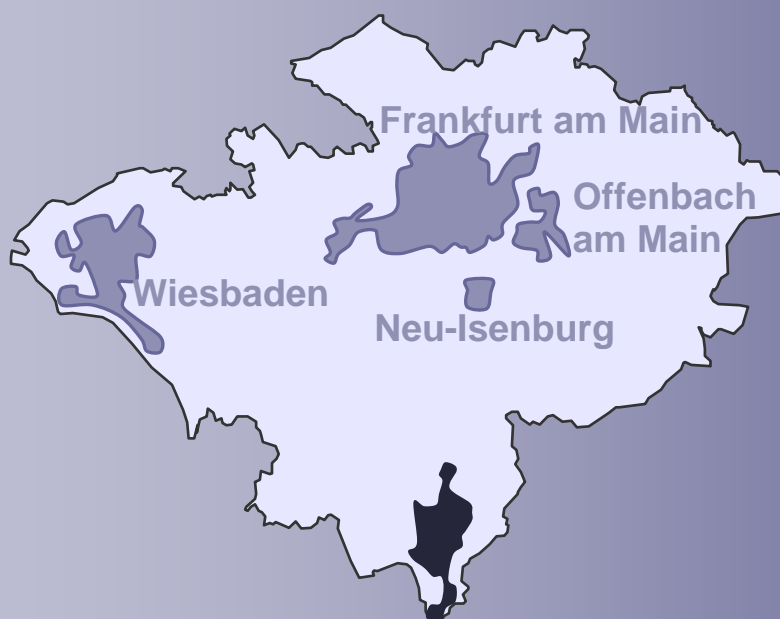




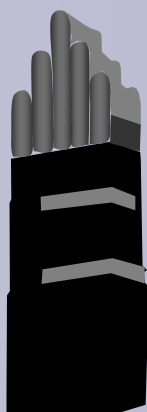
1. Fortschreibung

Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main

Teilplan Darmstadt



Darmstadt



Impressum

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
(HMUELV)
Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden
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: Februar 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen des Luftreinhalteplans	6
1.1	Rechtsgrundlage und Aufgabenstellung	6
1.2	Zuständige Behörden	7
1.3	Öffentlichkeitsbeteiligung	8
2	Allgemeine Informationen zum Gebiet	9
2.1	Der Ballungsraum Rhein-Main	9
	2.1.1 <i>Naturräumliche und orographische Gliederung</i>	11
	2.1.2 <i>Charakterisierung des Klimas</i>	12
	2.1.3 <i>Verkehrsstruktur</i>	14
2.2	Bereits erfolgte Luftreinhalteplanungen	15
2.3	Auslösende Kriterien für die Fortschreibung des Luftreinhalteplans	16
3	Art und Beurteilung der Verschmutzung	20
3.1	Beurteilung der Luftqualität im Ballungsraum Rhein-Main aufgrund von Messungen	20
	3.1.1 <i>Standorte der Luftmessstationen</i>	20
	3.1.1.1 Darmstadt	22
	3.1.1.2 Frankfurt am Main	23
	3.1.1.3 Neu-Isenburg	23
	3.1.1.4 Offenbach	24
	3.1.1.5 Wiesbaden	25
	3.1.2 <i>Entwicklung der Messwerte</i>	25
	3.1.2.1 Schwefeldioxid	25
	3.1.2.2 Benzol	26
	3.1.2.3 Feinstaub	27
	3.1.2.4 Stickstoffoxide (NO und NO ₂)	29
3.2	Beurteilung der Luftqualität aufgrund von Ausbreitungsrechnungen	31
4	Ursprung der Verschmutzung	35
4.1	Verursacher von Luftschadstoffen	35
4.2	Liste der wichtigsten Emittenten	35
4.3	Gesamtmenge der Emissionen	36
	4.3.1 <i>Stickstoffoxide</i>	36
	4.3.2 <i>Feinstaub</i>	37
5	Analyse der Lage	39
5.1	Analyse der Industrie-Emissionen	39
5.2	Analyse der Gebäudeheizungs-Emissionen	40
5.3	Analyse der Verkehrs-Emissionen	40
	5.3.1 <i>Allgemeines</i>	40

5.3.2	<i>Verkehr in Darmstadt</i>	42
5.4	Entwicklung der Emissionssituation	45
6	Angaben zu bereits durchgeführten Maßnahmen	46
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 Darmstadt	52
6.3.1	<i>Durchfahrtsverbot für Lkw ab 3,5 t in West-Ost- und Ost-West-Richtung</i>	52
6.3.2	<i>Nachtfahrverbot für Lkw > 3,5 t</i>	53
6.3.3	<i>Lkw-Fahrverbot (ab 3,5 t) mittlere Rheinstraße</i>	53
6.3.4	<i>Feucht-Kehren in der Hügelstraße</i>	53
6.3.5	<i>Einsatz abgasarmer Busse im ÖPNV</i>	54
6.3.6	<i>Umrüstung des städtischen Fuhrparks</i>	54
6.3.7	<i>Information der Öffentlichkeit</i>	54
6.3.8	<i>Ausbau der Straßenbahn nach Arheilgen</i>	55
7	Geplante Maßnahmen	56
7.1	Europäische Maßnahmen	56
7.1.1	<i>Einführung neuer Abgasstandards</i>	56
7.2	Nationale Maßnahmen	59
7.2.1	<i>Industrie</i>	59
7.2.1.1	Verschärfung von Emissionsgrenzwerten	59
7.2.2	<i>Verkehr</i>	59
7.2.2.1	Förderung von Euro-6-Diesel-Pkw	59
7.2.2.2	Förderung zur Beschaffung von Euro-VI-Lkw	59
7.3	Lokale Maßnahmen	60
7.3.1	<i>Verkehr</i>	60
7.3.1.1	Weitere Verbesserung der Emissionsstandards der städtischen Busflotte	60
7.3.1.2	Verbesserung des Verkehrsflusses	61
7.3.1.3	Einrichtung von Park&Ride-Parkplätzen	63
7.3.1.4	Sanierung von Straßen	63
7.3.1.5	Förderung des Radverkehrs	64
7.3.1.6	ÖPNV-Ausbau	65
7.3.1.7	Schulisches Mobilitätsmanagement	65

7.3.1.8	Betriebliches Mobilitätsmanagement	66
7.3.2	<i>Sonstiges</i>	67
7.3.2.1	Nutzung von Öko-Strom	67
7.3.2.2	Baustellenmanagement	67
7.3.2.3	Öffentlichkeitsarbeit	67
7.4	Prognose	67
7.4.1	<i>Feinstaub</i>	68
7.4.2	<i>Stickstoffoxide</i>	70
8	Behandlung der Einwendungen	73
9	Gründe und Erwägungen, auf denen die Entscheidung beruht	75
10	Literatur	77
11	Anhänge	79
11.1	Begriffsbestimmungen	79
11.2	Abbildungsverzeichnis	80
11.3	Tabellenverzeichnis	82
11.4	Beschreibung der Luftmessstationen	83
11.4.1	<i>Luftmessstation Darmstadt</i>	83
11.4.2	<i>Luftmessstation Darmstadt-Hügelstraße</i>	84
11.4.3	<i>Luftmessstation Fürth im Odenwald</i>	85
11.5	Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main	86
11.6	Abkürzungsverzeichnis	88

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 (SO₂), Stickstoffdioxid (NO₂), Partikel (PM₁₀), Blei, Benzol und Kohlenmonoxid (CO) Immissionsgrenzwerte und für die Luftschadstoffe Ozon und Partikel (PM_{2,5}) Zielwerte fest, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten werden sollen. Für die in der PM₁₀-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_x) wurde ein Immissionsgrenzwert zum Schutz der Vegetation festgelegt.

Luftschadstoff	Kenngroße	Einheit	Grenzwert (Anzahl zulässiger Überschreitungen pro Jahr)	gültig seit (ab)	Schutzziel
Arsen ¹⁾	Jahresmittel	ng/m ³	6	(2013)	Gesundheit / Umwelt
Benzo(a)pyren ¹⁾	Jahresmittel	ng/m ³	1	(2013)	Gesundheit / Umwelt
Benzol	Jahresmittel	µg/m ³	5	2010	Gesundheit
Blei	Jahresmittel	µg/m ³	0,5	2005	Gesundheit
CO	max. 8-h-Mittel	mg/m ³	10	2005	Gesundheit
Kadmium ¹⁾	Jahresmittel	ng/m ³	5	(2013)	Gesundheit / Umwelt
Nickel ¹⁾	Jahresmittel	ng/m ³	20	(2013)	Gesundheit / Umwelt
NO₂	1-h-Mittel	µg/m ³	200 (18-mal)	2010	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m ³	40	2010	Gesundheit
NO_x	Jahresmittel	µg/m ³	30	2001	Vegetation ²⁾
Ozon ¹⁾	8-h-Mittel	µg/m ³	120 (25)	2010	Gesundheit
PM_{2,5} ³⁾	Jahresmittelwert	µg/m ³	25	2010 / (2015)	Gesundheit
PM₁₀	24-h-Mittel	µg/m ³	50 (35-mal)	2005	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m ³	40	2005	Gesundheit

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

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

¹⁾ Zielwert

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

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

⁴⁾ 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 die Stadt Darmstadt, 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 Darmstadt beteiligt.

Die Maßnahmen wurden von der Stadt Darmstadt 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 Darmstadt
Neues Rathaus
Luisenplatz 5a
64283 Darmstadt

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 Planentwurfs am 15. November 2010 im Staatsanzeiger des Landes Hessen (StAnz. 46/2010, S. 2517) sowie durch Pressemeldungen des Umweltministerium sowie der Stadt Darmstadt. Der Planentwurf konnte in der Zeit vom 15. November 2010 bis einschließlich 14. Dezember 2010 beim Magistrat der Stadt Darmstadt eingesehen werden. An den Offenlegungszeitraum schloss sich eine Frist von zwei Wochen bis einschließlich 29. Dezember 2010 an, innerhalb dieser ebenfalls noch Bedenken, Anregungen oder Einwände beim HMUELV geltend gemacht werden konnten. In der Zeit vom 15. November bis einschließlich 29. Dezember 2010 stand der Planentwurf auch auf den Internetseiten des Umweltministeriums sowie des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie zur Einsicht und zum Herunterladen bereit.

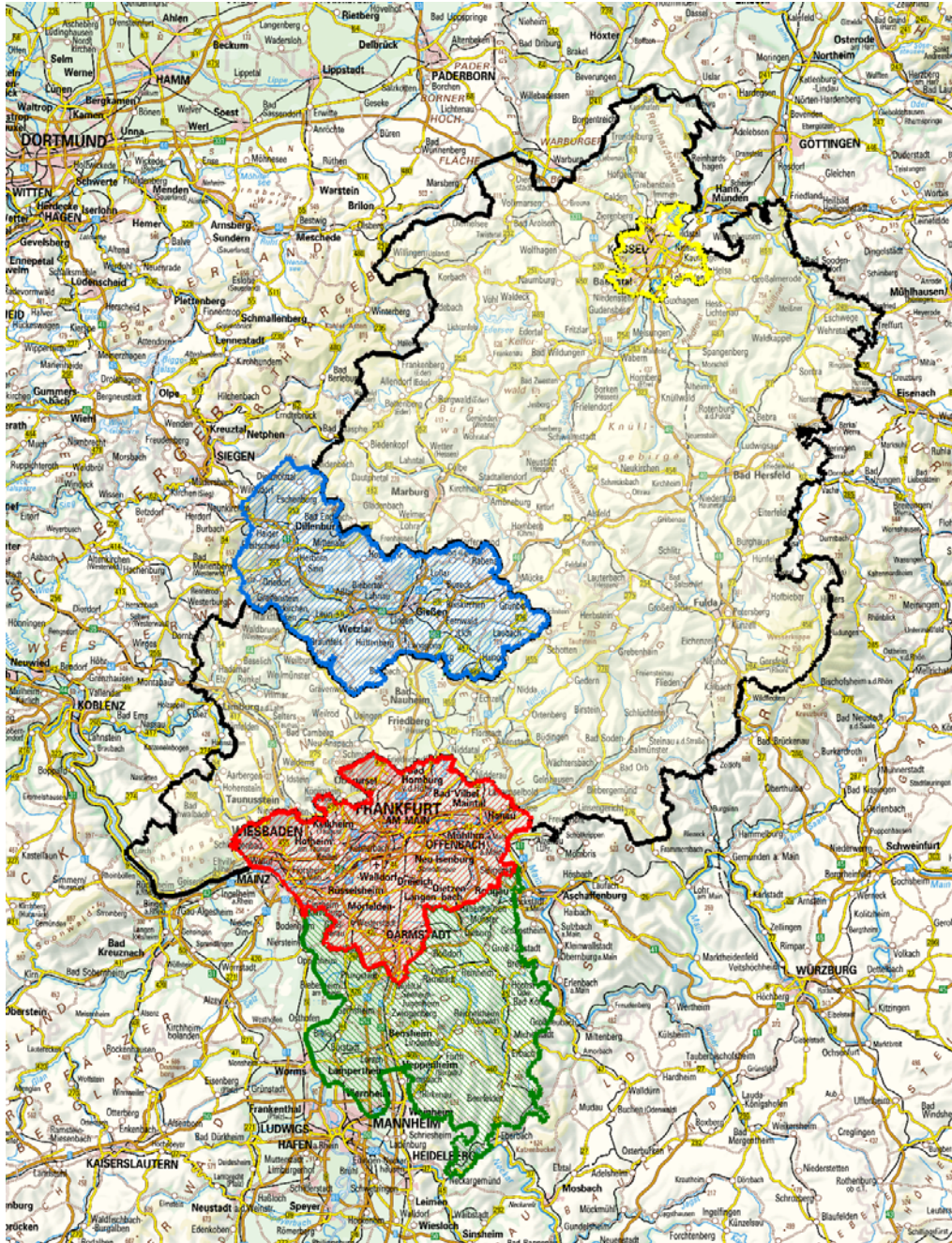
Zu dem Planentwurf gingen fristgerecht zwei Einwendungen ein. Auf sie wird unter Punkt 8 „Behandlung der Einwendungen“ näher eingegangen.

Mit der abschließenden Veröffentlichung der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Darmstadt, am 28. Februar 2011 im Staatsanzeiger des Landes Hessen tritt der Luftreinhalteplan in Kraft.

2 Allgemeine Informationen zum Gebiet



2.1 Der Ballungsraum Rhein-Main

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



Kartengrundlage: © GeoBasis-DE /BKG [2008]

Ballungsräume:

-  Rhein-Main
-  Kassel

Gebiete:




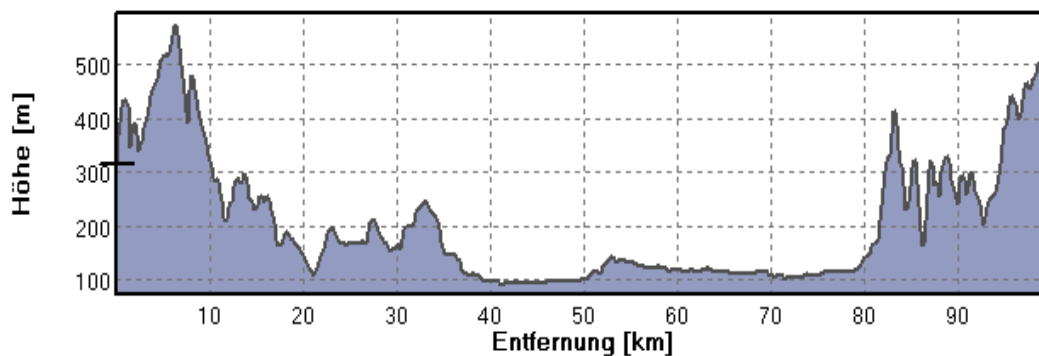
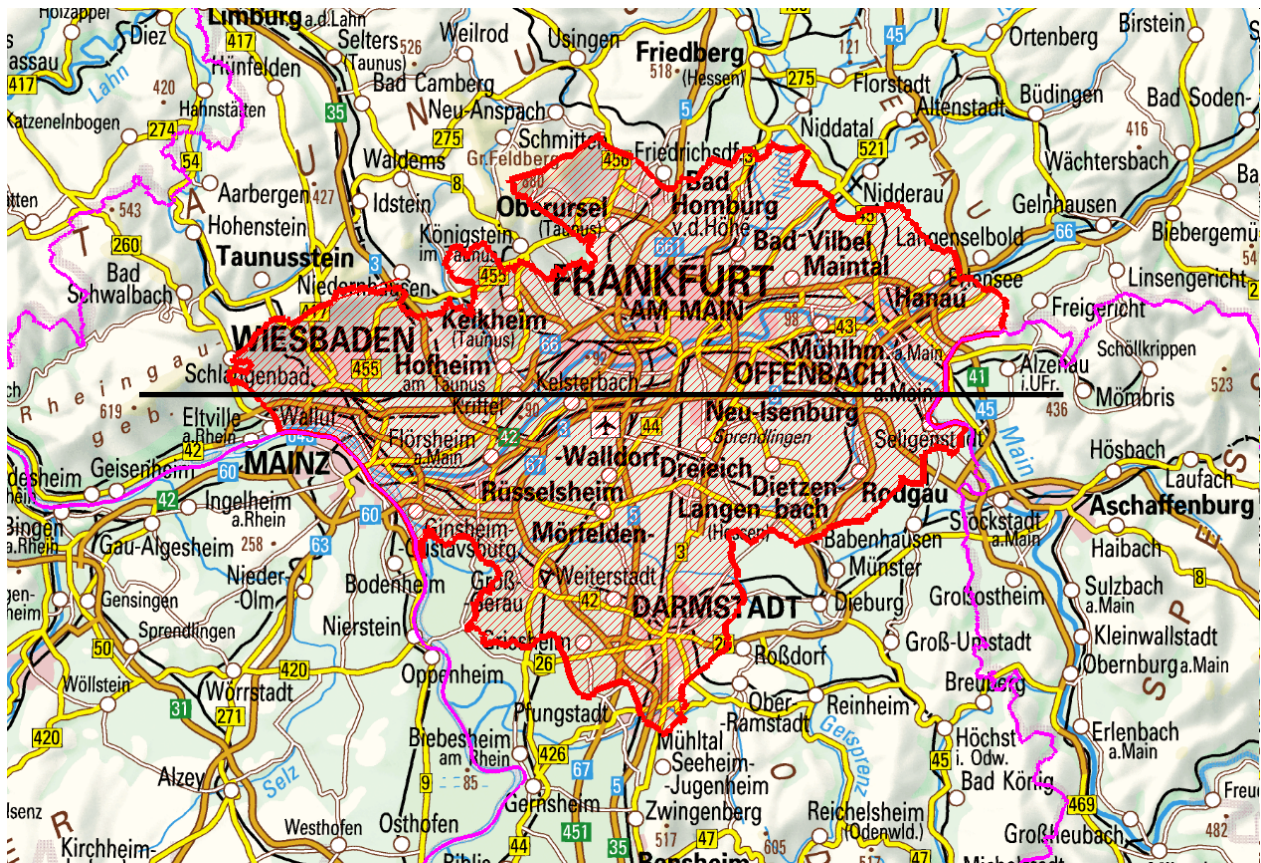
-  Mittel- und Nordhessen
-  Lahn-Dill
-  Südhessen

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 (km²) und geht über eine Fläche von mindestens 100 km².

Der Ballungsraum Rhein-Main erfüllt mit einer Einwohnerzahl von 2,36 Millionen Einwohnern (Stand 30. September 2009), einer Fläche von 1.850,71 km² und einer Einwohnerdichte von 1.274 Einwohnern pro km² 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 ²]	Landkreis	Einwohnerzahl (Stand: 30.09.2009)	Einwohner je km ²
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
Ballungsraum Rhein-Main	1.850,57		2.358.456	1.274
Hessen	21.114,32		6.063.683	287

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.

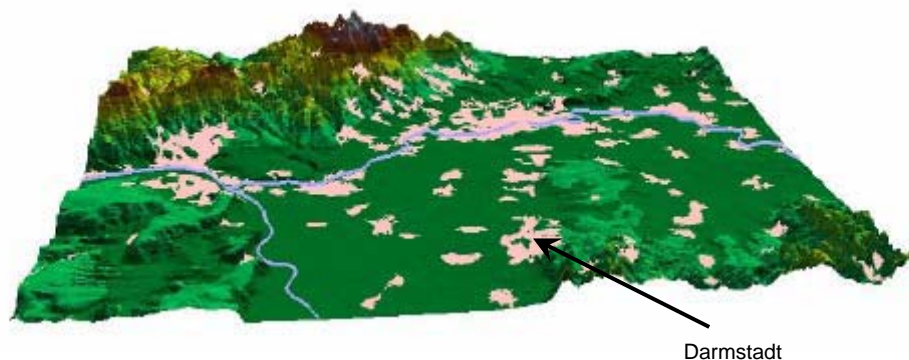


Abbildung 3: Höhenprofil des Ballungsraums Rhein-Main

Die Stadt Darmstadt befindet sich im südlichen Teil des Ballungsraums an der Grenze zwischen dem Naturraum Messeler Hügelland, dem Naturraum Griesheim-Weiterstädter Sand und dem Naturraum Eberstädter Becken.

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 Klimaelemente 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).

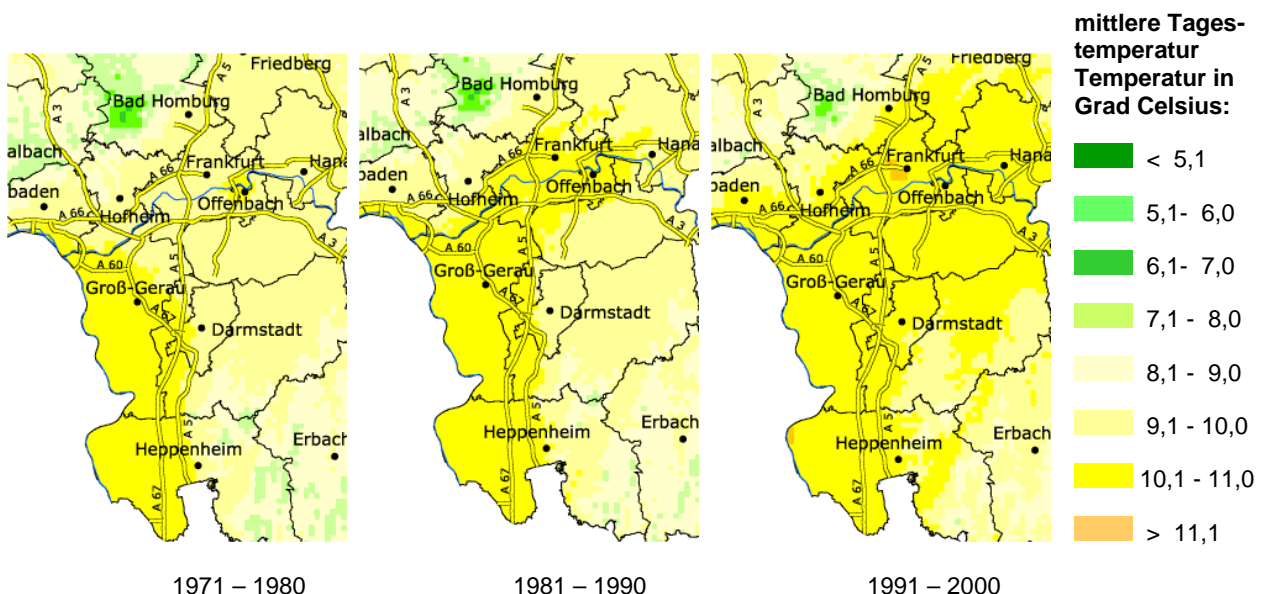


Abbildung 4: Entwicklung der mittleren Tagestemperaturen im Bereich des Ballungsraums Rhein-Main in der Zeit von 1971 bis 2000 (Quelle: Umweltatlas Hessen)

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.

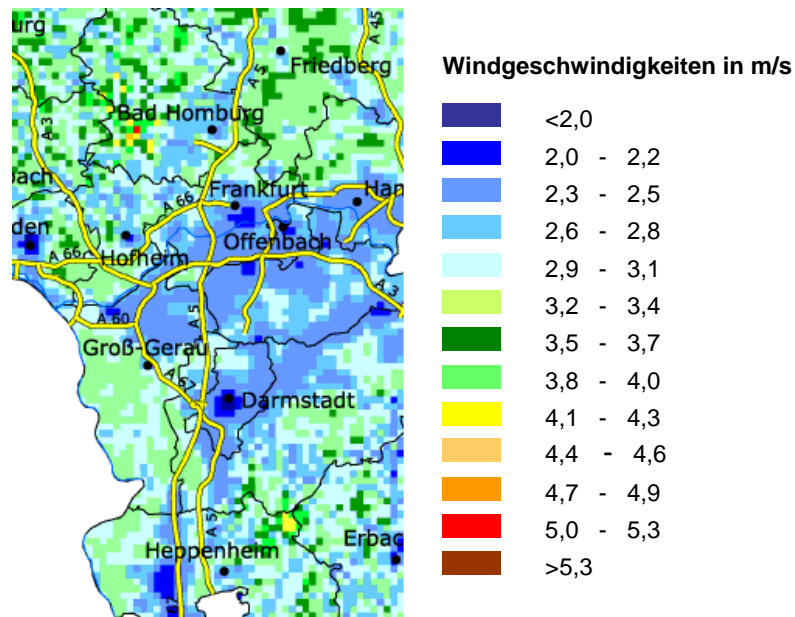


Abbildung 5: Mittlere Windgeschwindigkeiten im Bereich des Ballungsraums Rhein-Main der Jahre 1981 – 1990 (Quelle: Umweltatlas HLUg)

Nach den Messungen an den Luftmessstationen des städtischen Hintergrunds Darmstadt-Woog, Frankfurt-Ost und Wiesbaden-Süd 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.

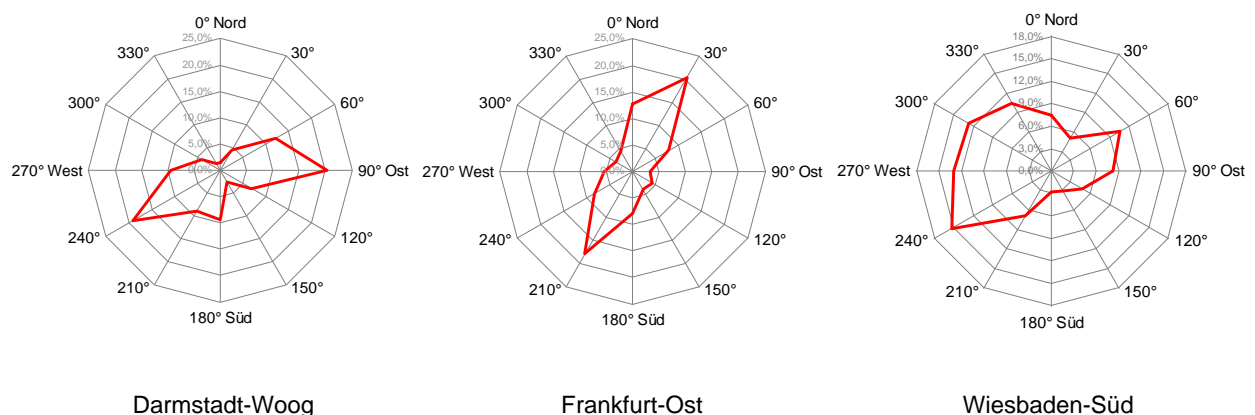


Abbildung 6: Windrichtungsverteilung an den Stadtstationen Darmstadt-Woog, Frankfurt-Ost und Wiesbaden-Süd (Zeitraum: Januar bis Dezember 2009)

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.

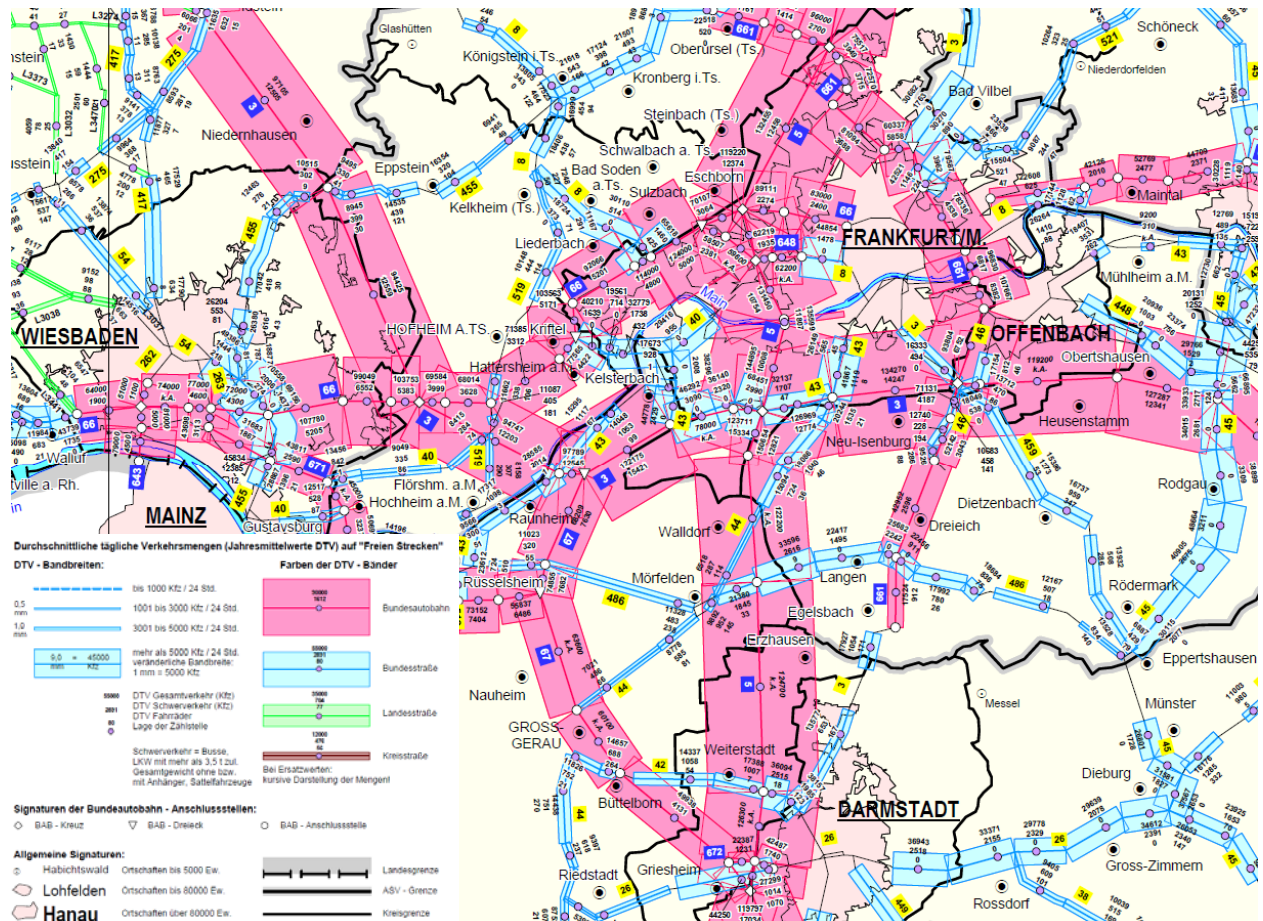


Abbildung 7: Ausschnitt aus der Hessischen Verkehrsmengenkarte 2005 für den Ballungsraum Rhein-Main (Quelle: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen [12])

2.2 Bereits erfolgte Luftreinhalteplanungen

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

Ab Januar 2005 traten neben anderen Luftschadstoffgrenzwerten auch die Kurzzeit- und Langzeitimmissionsgrenzwerte für Feinstaub (PM₁₀) 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 PM₁₀ 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 Darmstadt, werden der Aktionsplan Darmstadt 2007 und der die Stadt Darmstadt 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 NO₂ in Höhe von 40 µg/m³ 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 (NO₂) auch Stickstoffmonoxid (NO), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Benzol (C₆H₆) gemessen. Neben den fest installierten Luftmessstationen werden zur Bestimmung der Stickstoffdioxidkonzentrationen auch so genannte NO₂-Passivsammler eingesetzt. In Tabelle 3 werden die Messergebnisse des Jahres 2009 dargestellt.

Komponente	PM10		NO ₂		NO _x	SO ₂			CO	C ₆ H ₆
	µg/m ³		µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³			mg/m ³	µg/m ³
Kenngroße	24-h	JM	1-h	JM	JM ¹⁾	1-h	24-h	JM/WM ¹⁾	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
Darmstadt	5	16,8	0	27,3	39,6	0	0	1,8	0	-
Da-Hügelstraße	30	29,6	43	65,4	197,4	-	-	-	0	2,0
Ffm-Friedberger Landstraße	26	29,0	5	56,2	126,4	-	-	-	0	1,9
Ffm-Höchst	8	18,9	0	48,0	90,8	0	0	3,0	-	-
Ffm-Ost	7	21,6	0	34,9	63,3	-	-	-	-	-
Ffm-Sindlingen	11	21,4	0	32,6	52,5	0	0	2,4	0	1,2

Komponente	PM10		NO ₂		NO _x	SO ₂			CO	C ₆ H ₆
Einheit	µg/m ³		µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³			mg/m ³	µg/m ³
Kenngroße	24-h	JM	1-h	JM	JM ¹⁾	1-h	24-h	JM/WM ¹⁾	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
Hanau	2	17,2	0	37,8	78,7	0	0	2,3	-	-
Neu-Isenburg ²⁾	14	26,0	0	44,0	93,2	-	-	-	-	1,7
Of-Mainstraße ³⁾	-	-	-	53	-	-	-	-	-	-
Of-Bieberer Straße ³⁾	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-
Of-Untere Grenzstraße ³⁾	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-
Raunheim	1	16,0	0	32,6	56,8	0	0	2,6	0	-
Wi-Ringkirche	5	22,4	1	58,7	145,9	-	-	-	0	1,9
Wi-Süd	1	17,5	0	34,8	56,0	0	0	2,0	-	1,0

¹⁾ Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt

²⁾ Durch die Stadt Neu-Isenburg finanzierte Messstation

³⁾ Messung durch NO₂-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, bereit 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/m³, die dem Jahresmittelwert zugeschlagen wurde und von 10 µg/m³, 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 NO₂-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 NO₂-Stundenmittels von 200 µg/m³ nicht eingehalten werden konnte.

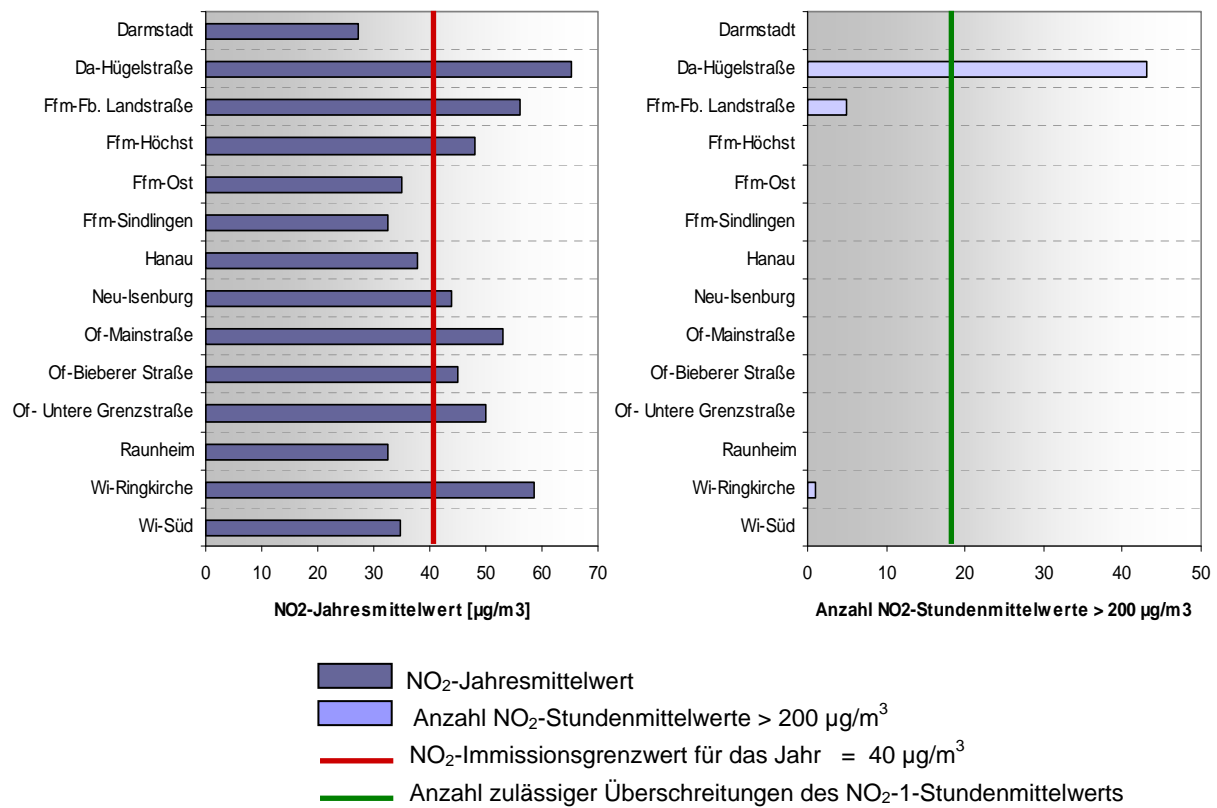
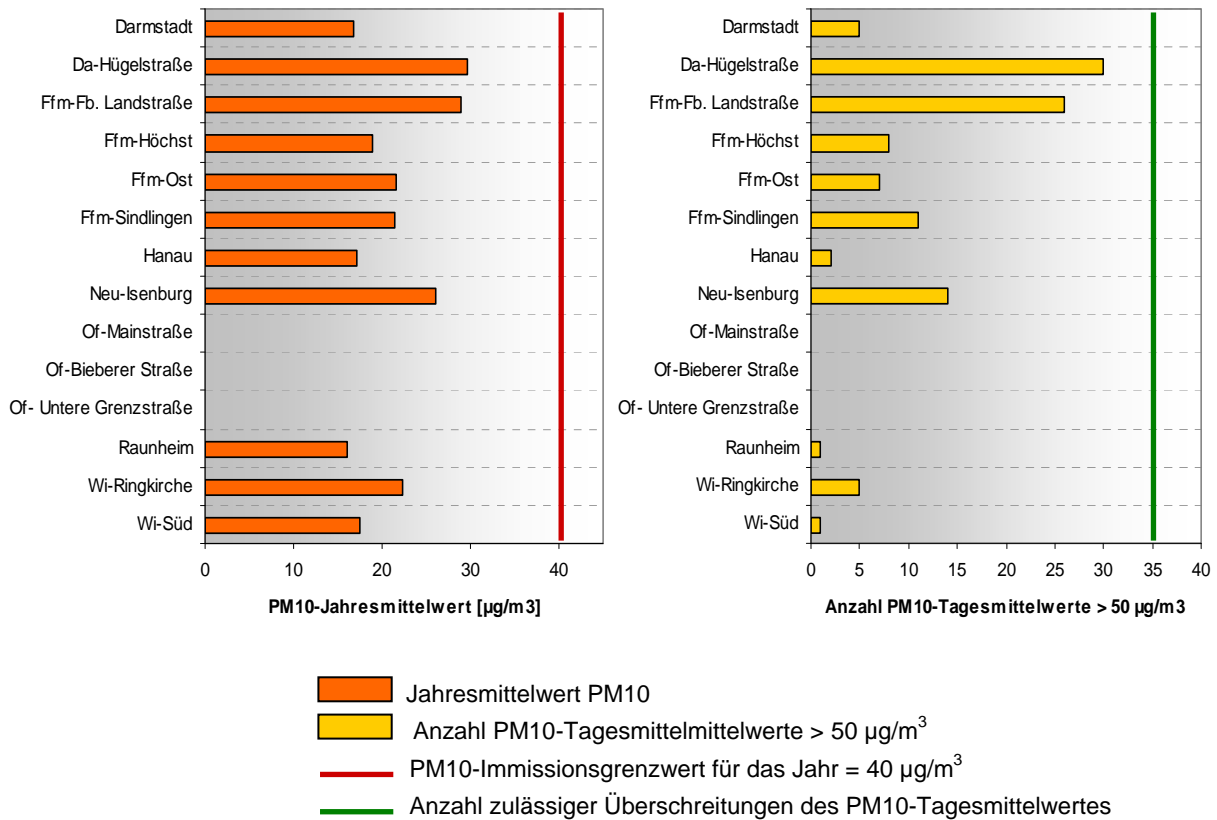


Abbildung 8: Immissionskenngrößen von PM10 und NO₂ für das Jahr 2010, Ballungsraum Rhein-Main

Trotz bereits bestehender Luftreinhaltepläne und der Umsetzung vielfältiger Maßnahmen zur Reduzierung der Luftschadstoffbelastung ist aufgrund der im Jahr 2009 gemessenen Luft-

schadstoffkonzentrationen 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 violettes 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, 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 NO₂-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*,

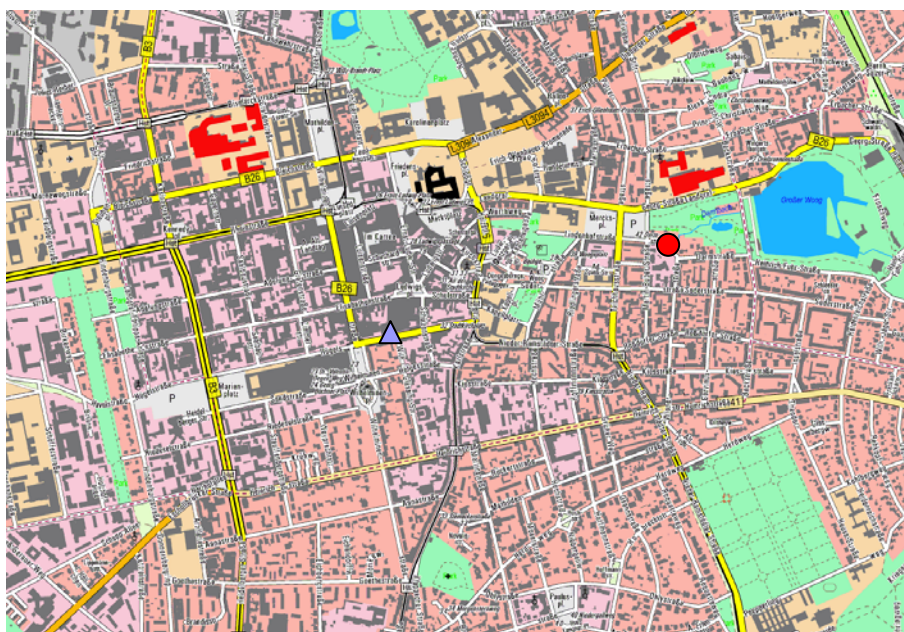
- der *regionalen Hintergrundbelastung* in der Region, d. h. den Luftschadstoffkonzentrationen wie sie fern von anthropogenen Einflüssen an den ländlichen Luftmessstationen gemessen werden, die sich zusammen mit dem grenzüberschreitenden Ferneintrag zur regionalen Hintergrundbelastung summiert;
- den 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 Hängelstraße (Da-Hängelstraße)
- Messstation des städtischen Hintergrunds im Bereich des Woog (Darmstadt)

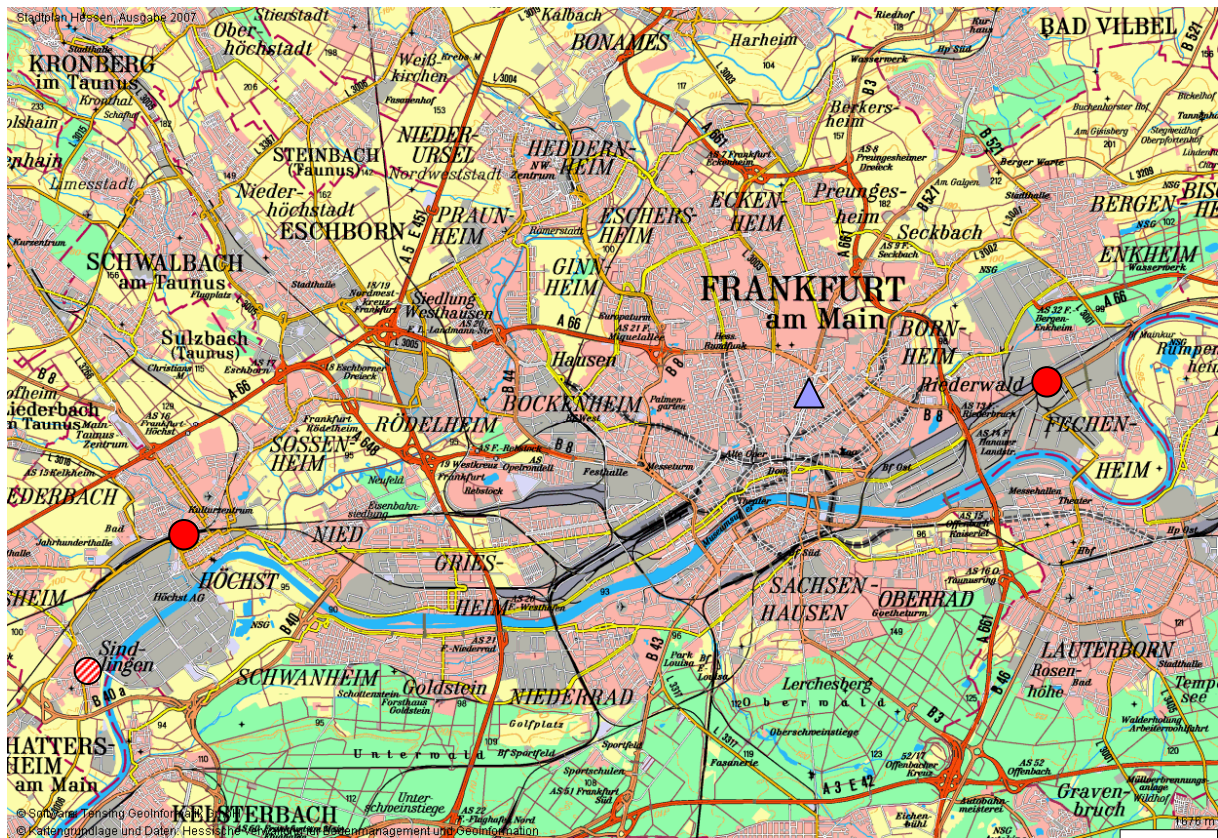
Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

Abbildung 10: Lage der Luftmessstationen in Darmstadt (Detailangaben siehe Kapitel 11.4)

Die Messstation Hängelstraße 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 Woogs (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 (Fm-Friedberger Landstraße)
-  Messstationen des städtischen Hintergrunds am Bahnhof in Höchst (Fm-Höchst) sowie an der Hanauer Landstraße (Fm-Ost)
-  temporäre Messstation des städtischen Hintergrunds an der Küferstraße in Sindlingen (Fm-Sindlingen)

Abbildung 11: Lage der Luftmessstationen in Frankfurt am Main

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 (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.



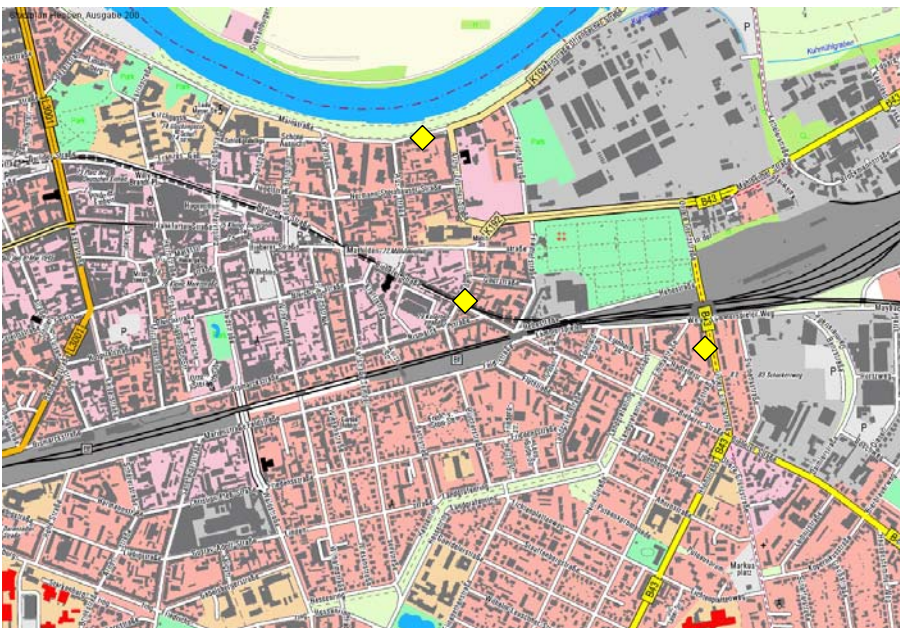
▲ verkehrsbezogene
Messstation an der Frankfurter
Straße

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 NO₂-Passivsammlern ermittelt.



◆ verkehrsbezogene
Messungen durch NO₂-
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 (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 verkehrsbezogenen 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.

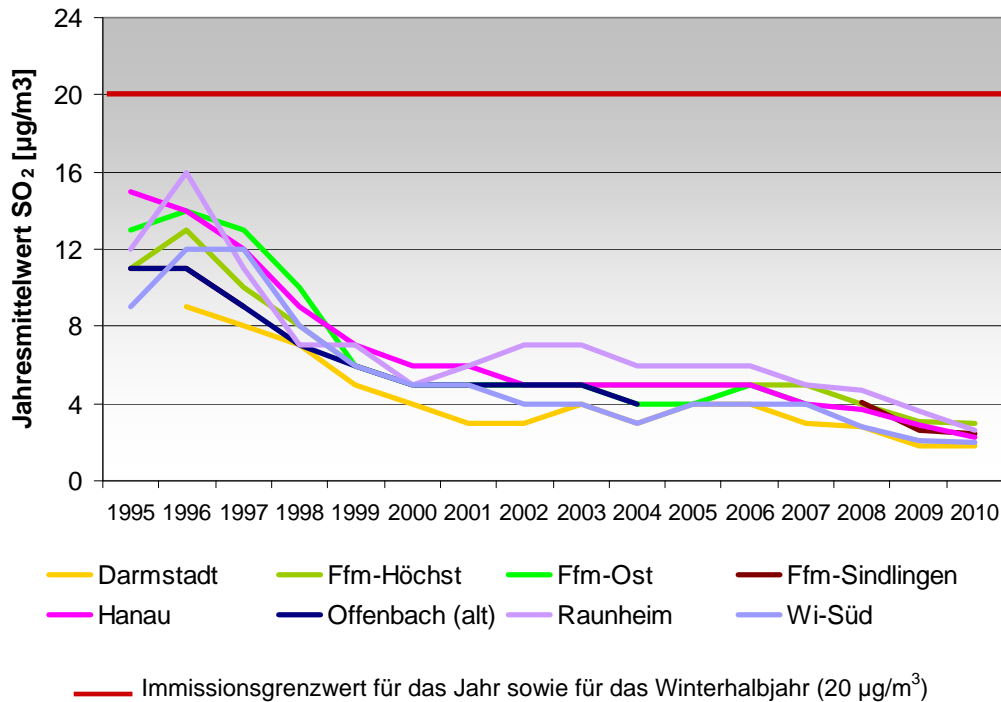


Abbildung 15: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Schwefeldioxid (SO₂)

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 80er und 90er 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 SO₂ 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.

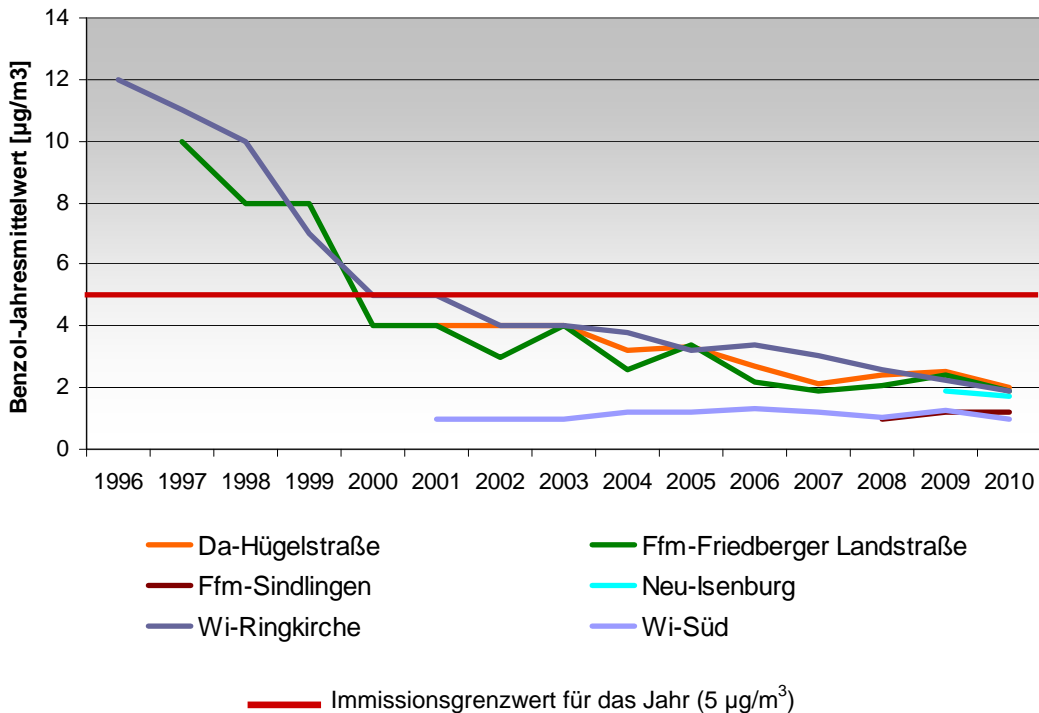


Abbildung 16: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Benzol

3.1.2.3 Feinstaub

Unter dem Begriff „Feinstaub“ (PM10) ist kein definierter Stoff zu verstehen, sondern es werden alle Partikel, also Teilchen, mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 10 Mikrometer (μm) 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 PM_{2,5}, der nach Möglichkeit nicht überschritten werden soll. Dieser Zielwert wird im Jahr 2015 in gleicher Höhe zu einem Grenzwert umgewandelt. PM_{2,5} wird im Ballungsraum Rhein-Main an den beiden verkehrsbezogenen Messstationen Frankfurt-Friedberger Landstraße und Wiesbaden-Ringkirche 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/medien/luft/planung/publikationen.htm>). 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.

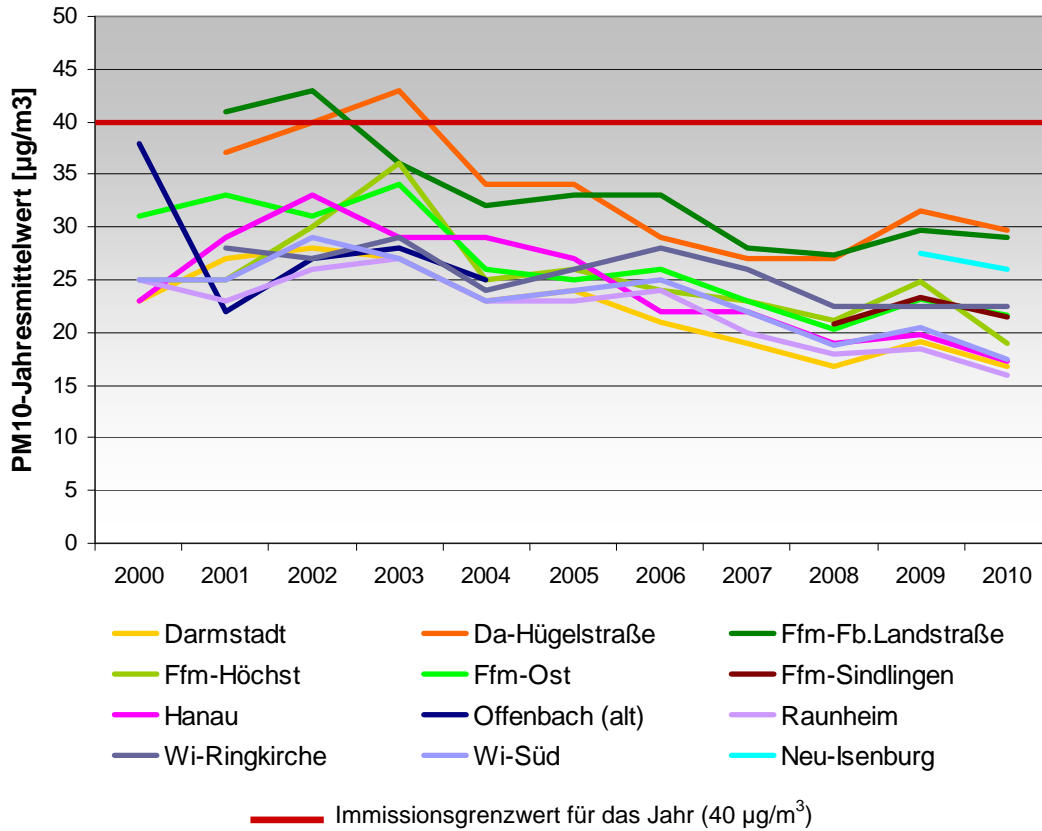


Abbildung 17: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Feinstaub als Jahresmittel (PM10)

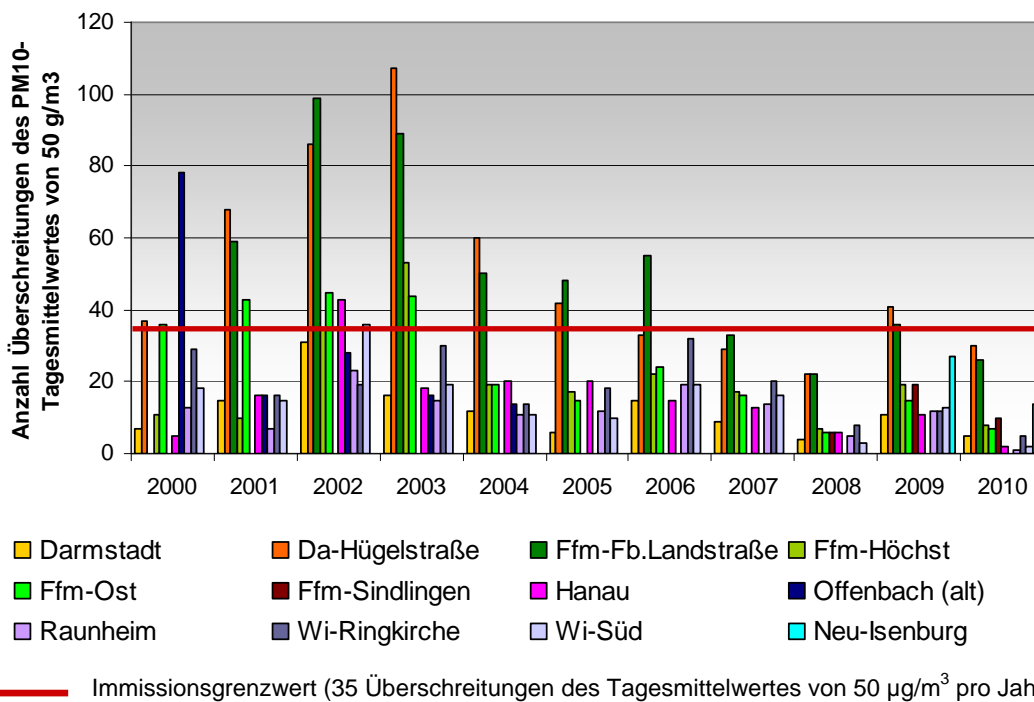


Abbildung 18: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Feinstaub als Anzahl an Überschreitungen des PM10-Tagesmittelwertes im Jahr

Da die Einhaltung des Jahresmittelwertes auch im Ballungsraum Rhein-Main unproblematisch ist, wird im Weiteren wenn es um die Einhaltung des Feinstaubgrenzwertes geht, immer auf die Einhaltung dieses Kurzzeitgrenzwertes bezogen auf ein Jahresmittel Bezug genommen.

3.1.2.4 Stickstoffoxide (NO und NO₂)

Stickstoffoxide, d. h. Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) entstehen im Wesentlichen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe. Direkt nach der Verbrennungseinrichtung werden die Stickstoffoxide überwiegend in Form von NO emittiert und nur in geringem Anteil in Form von NO₂. Das NO wird an der Luft relativ schnell zu NO₂ oxidiert, weshalb vor allem an emissionsfernen Standorten, wie den Luftmessstationen des ländlichen Raums, fast nur noch NO₂ gemessen wird.

Um die Gesamtemissionen der Stickstoffoxide besser einschätzen zu können, wird die gemessene Konzentration des Stickstoffmonoxids so umgerechnet, als wenn es sich bereits zu Stickstoffdioxid umgewandelt hätte. Zusammen mit der gemessenen Konzentration von Stickstoffdioxid erhält man eine Gesamtstickstoffoxidkonzentration (NO_x). Diese Gesamtstickstoffoxidkonzentration ist auch deshalb von Bedeutung, weil z.B. Emissionsgrenzwerte bei Fahrzeugen oder Industrieanlagen ausschließlich auf NO_x bezogen sind.

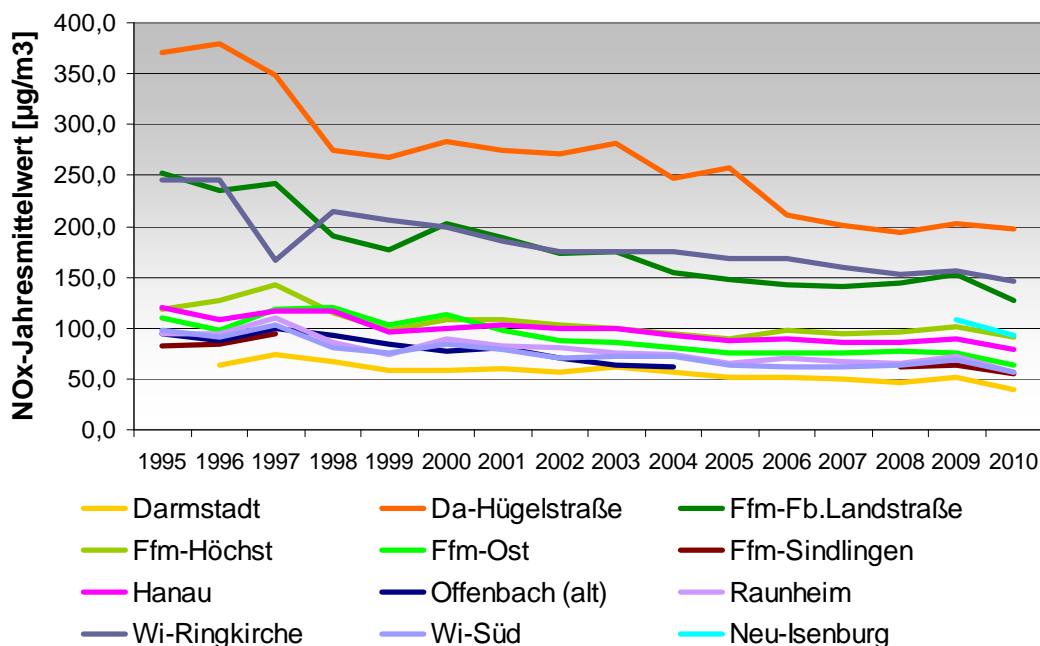


Abbildung 19: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Stickstoffoxiden (NO₂ + NO, gerechnet als NO₂ = NO_x)

Die NO_x-Emissionsgrenzwerte wurden in den letzten Jahrzehnten sukzessive verschärft. Dies betrifft sowohl Emissionsgrenzwerte für die Industrie als auch für den Verkehrsbereich, wobei der Anteil von NO₂ selbst nicht begrenzt wurde. Die Messergebnisse an allen verkehrsbezogenen Messstationen belegen den Trend deutlich abnehmender NO_x-Konzentrationen. Die Wirksamkeit der verschärften Emissionsgrenzwerte bei Fahrzeugen durch die Euro-Normen lässt sich gerade an verkehrsbezogenen Luftmessstationen beobachten, die die Luftschadstoffkonzentrationen in direkter Nachbarschaft zu den Fahrzeugemissionen messen. Die Reduzierung der Gesamtkonzentration von Stickstoffoxiden ist zwar erfreulich, zeigt sie doch, dass emissi-

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 (NO₂) ist dagegen nahezu überall in der Außenluft einzuhalten. Die Messungen zeigen, dass die zulässigen NO₂-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.

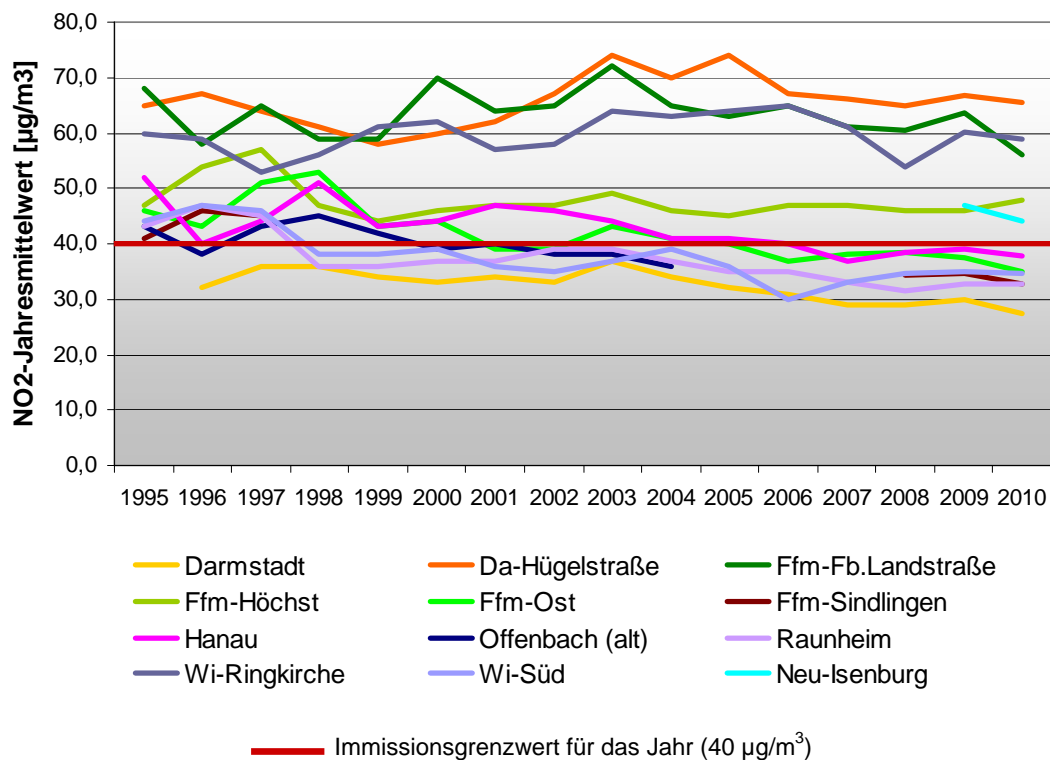


Abbildung 20: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Stickstoffdioxid (NO₂)

Die entgegen dem deutlich fallenden Trend der NO_x-Konzentrationen unverändert hohen NO₂-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 NO₂ inzwischen deutlich höher liegt, als dies noch vor 10 Jahren der Fall war. Mitte der 90er Jahre betrug der Anteil des direkt emittierten NO₂ 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 NO₂ zum Gesamtstickstoffoxidausstoß (NO_x) niedrig (siehe auch Abbildungen 29 und 30). 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 PM₁₀ und NO₂ 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 eingestellt und kann dort eingesehen oder heruntergeladen werden. Hier werden auch die genauen Eingangsparameter aufgeführt, die Grundlage der Berechnungen waren.

	Gesamtbelastung [µg/m ³]	Ferntransport/ Hintergrund [%]	Städtische Zusatzbelastung [%]			Zusatzbelastung lokaler Verkehr [%]
			Industrie	Gebäude	Verkehr	
Darmstadt:						
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
Frankfurt am Main:						
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 ³]	Ferntransport/ Hintergrund [%]	Städtische Zusatzbelastung [%]			Zusatzbelastung lokaler Verkehr [%]
			Industrie	Gebäude	Verkehr	
Offenbacher Landstraße	45,2	24,6	3,7	12,5	37,9	21,3
Hanau:						
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
Mörfelden-Walldorf:						
Westendstraße	49,6	21,4	2,9	7,3	29,2	39,2
Neu-Isenburg:						
Frankfurter Straße	54,4	19,8	2,6	9,2	33,0	35,3
Offenbach:						
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
Wiesbaden:						
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
Mittelwert	51,9	22,8	3,7	10,6	30,7	32,3

Tabelle 4: Berechnete Anteile der verschiedenen Emittenten an (berechneten) Jahresmittelwerten von NO₂ (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/m³ 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 ³]	Ferntransport/ Hintergrund [%]	Städtische Zusatzbelastung [%]			unbekannt [%]	Zusatzbelastung lokaler Verkehr [%]
			Industrie	Gebäude	Verkehr		
Darmstadt:							
Bleichstraße	30,7	40,8	2,3	3,2	10,2	17,0	
Heinrichstraße	32,2	38,9	2,2	3,0	8,8	15,9	

	Gesamtbelastung	Ferntransport/ Hintergrund	Städtische Zusatzbelastung [%]			unbekannt	Zusatzbelastung lokaler Verkehr
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[%]	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
Frankfurt am Main:							
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 Landstraße	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 Landstraße	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
Hanau:							
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
Mörfelden-Walldorf:							
Westendstraße	25,0	48,9	2,6	2,9	10,2	19,4	15,9
Neu-Isenburg:							
Frankfurter Straße	28,6	42,3	2,0	3,1	12,7	18,0	21,8
Offenbach:							
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
Wiesbaden:							
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
Mittelwert	28,3	43,7	2,5	4,1	12,1	18,7	18,8

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

Für beide Luftschadstoffe (PM10 und NO₂) 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/medien/luft/planung/publikationen.htm>) entnommen werden.

Die Ursache für die Unterschätzung der NO₂-Immissionskonzentrationen liegt in der Unterschätzung der NO_x-Kfz-Emissionen durch das Handbuch der Emissionsfaktoren 2.1, das den Berechnungen zugrunde lag. Eine Anpassung wie bei PM10 erfolgte bei NO₂ nicht.

	PM10			NO ₂		
	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 ¹⁾					
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	

¹⁾ 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

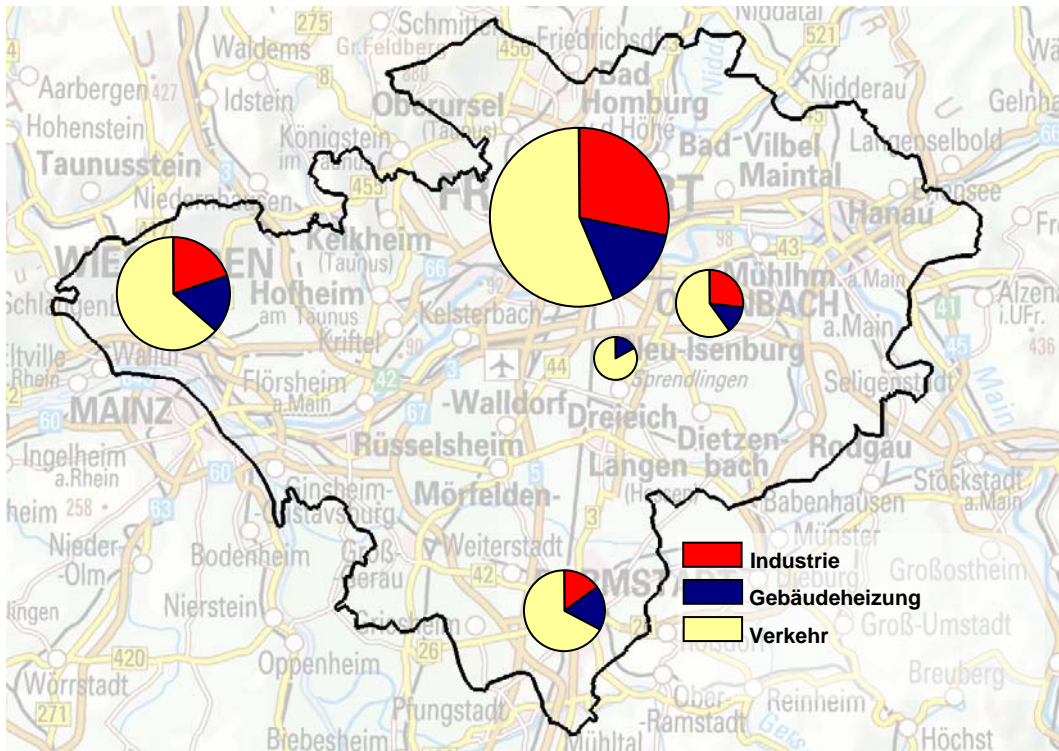
Die Tabelle 8 beschreibt die Emissionsbilanz der Stickstoffoxide NO_x (NO₂ + NO, berechnet als NO₂) für die Stadt Darmstadt, den Ballungsraum Rhein-Main und Hessen. Es werden die aktuellen Erhebungen dargestellt. Die Emissionsbilanz ist aufgegliedert nach den Emissionsbeiträgen der Emittentengruppen Industrie, Gebäudeheizung und Kfz-Verkehr.

Emittentengruppe	Jahr	Darmstadt		Ballungsraum Rhein-Main		Hessen	
		t/a	%	t/a	%	t/a	%
Gebäudeheizung	2006	263,5	17,6	4.086	13,0	10.900	13,2
Industrie	2008	226,7	15,1	6.646	21,2	11.634	14,1
davon Großfeuerungsanlagen [17]	2008	94,1	6,3	4.847,3	15,4	5.988,1	7,2
Kfz-Verkehr	2005	1.009,7	67,3	15.287	48,7	54.813	66,3
Flughafen Frankfurt am Main*	2005			5.383	17,1	5.383	6,5
Summe		1.499,9	100	31.402	100	82.730	100

* Vorfeldverkehr sowie Starts und Landungen bis 300 m Höhe

Tabelle 8: Emissionsbilanz von NO_x (Summe von NO und NO₂, angegeben als NO₂)

Die räumliche Verteilung der NO_x-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_x-Emissionen (Summe von NO + NO₂, angegeben als NO₂) im Ballungsraum Rhein-Main

4.3.2 Feinstaub

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

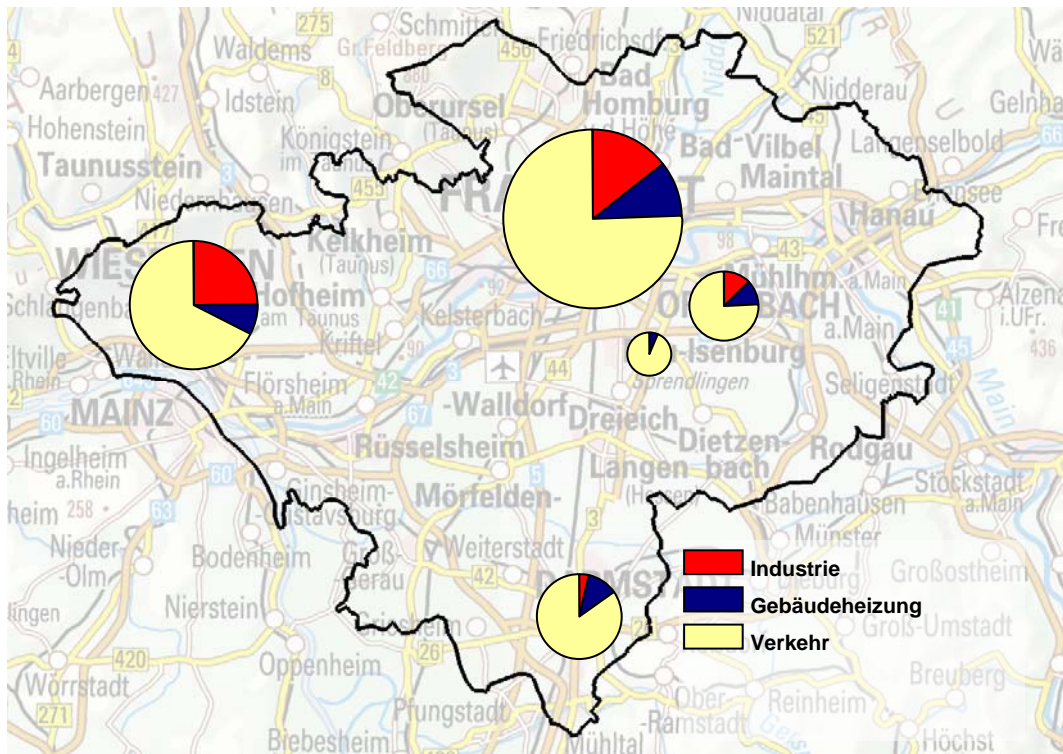
Emittentengruppe	Jahr	Darmstadt		Ballungsraum Rhein-Main		Hessen	
		t/a	%	t/a	%	t/a	%
Gebäudeheizung	2006	13,2	11,7	186	10,0	894	14,1
Industrie	2008	4,1	3,6	260	14,0	1.217	19,2
davon Großfeuerungsanlagen [17]	2008	0,02	0,01	113,8	6,1	117,5	1,9
Kfz-Verkehr	2005	95,8	84,7	1.356	73,3	4.176	65,9
Flughafen Frankfurt am Main	2005			49	2,6	49	0,8
Summe		113,1	100	1.851	100	6.336	100

* Vorfeldverkehr sowie Starts und Landungen bis 300 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_x-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_x als Summe von NO und NO₂, angegeben als NO₂. Die ganz überwiegenden Anteile der NO_x-Emissionen stammen aus der Hauptgruppe „Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie“.

Hauptgruppe	Beschreibung	Darmstadt			Ballungsraum Rhein-Main		
		Anzahl	NO _x [t/a]	PM10 [t/a]	Anzahl	NO _x [t/a]	PM10 [t/a]
01	Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie	10	128,7	0,03	64	5.112,3	114,6
02	Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe	1	1,3	1,6	27	277,9	68,0
03	Stahl, Eisen und sonstige Metalle einschließlich Verarbeitung	0	0	0	40	25,9	3,2
04	Chemische Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraffination und Weiterverarbeitung	4	2,6	0,3	106	216,8	33,9
05	Oberflächenbehandlung mit org. Stoffen, Herst. bahnförmiger Materialien aus Kunststoffen, sonst. Verarbeitung von Harzen und Kunststoffen	1	0	0,05	12	34,1	9,2
06	Holz, Zellstoff	0	0	0	1	45,0	0,6
07	Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, landwirtschaftliche Erzeugnisse	0	0	0	10	9,1	15,4
08	Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen	1	94,2	2,2	22	908,8	8,6
09	Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen und Zubereitungen	0	0	0	8	0	6,6
10	Sonstiges	0	0	0	7	16,4	0,2
	Summe	17	226,8	4,18	297	6.646,3	260,3

Tabelle 10: Aufteilung der Industrieemissionen der Stadt Darmstadt 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_x aufgelistet. Vor allem bei PM10 sind die Unterschiede zwischen Gas und den festen Brennstoffen deutlich.

Energieträger	Heizwert [kWh/kg]	PM10 [g/MWh]	NO _x ¹⁾ [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

¹⁾ Summe aus NO und NO₂, angegeben als NO₂

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_x 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_x 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 _x [g / Fz km]	NO ₂ [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_x und NO₂ innerorts nach HBEFA 3.1 für das Bezugsjahr 2010 [13]

Die Emissionsfaktoren der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) und Busse sind deutlich höher als die der Pkws. Neue Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere Diesel-Pkw in hohem Maß zur Belastung mit Stickstoffdioxid beitragen, da vor allem Modelle mit eingebautem Partikelfilter einen sehr hohen Direktausstoß von Stickstoffdioxid generieren. Gegenüber älteren Untersuchungen tragen schwere Nutzfahrzeuge nicht mehr in dem ursprünglich angenommenen Maß zur Belastung bei, auch wenn ihre Emissionen immer noch hoch sind. Fahrzeuge mit Ottomotor tragen insgesamt nur in geringem Umfang zur Belastungssituation bei. Aufgrund des steigenden Anteils an Fahrzeugen mit Dieselmotor – nach einer Statistik des Kraftfahrt-Bundesamtes waren im Jahr 2010 bereits knapp 42 % der neu zugelassenen Pkw mit Dieselmotoren ausgestattet – verschärft sich das Problem trotz insgesamt geringerer Abgasemissionen der neuen Fahrzeuge.

Darüber hinaus wirkt sich die in den letzten Jahren gestiegene Verkehrsleistung negativ auf die Luftbelastung aus. Vor allem die Zunahme der Verkehrsleistung im Güterverkehr trägt in erheblichem Maß dazu bei. So stiegen die zurückgelegten Entfernungskilometer innerhalb von nur vier Jahren um 23 % oder 1,18 Milliarden km.

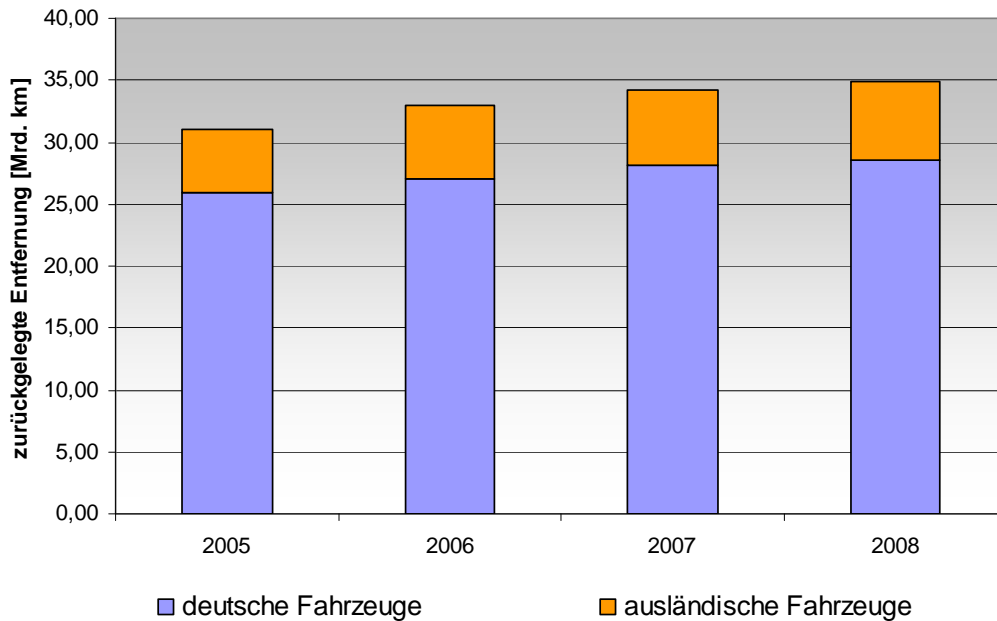


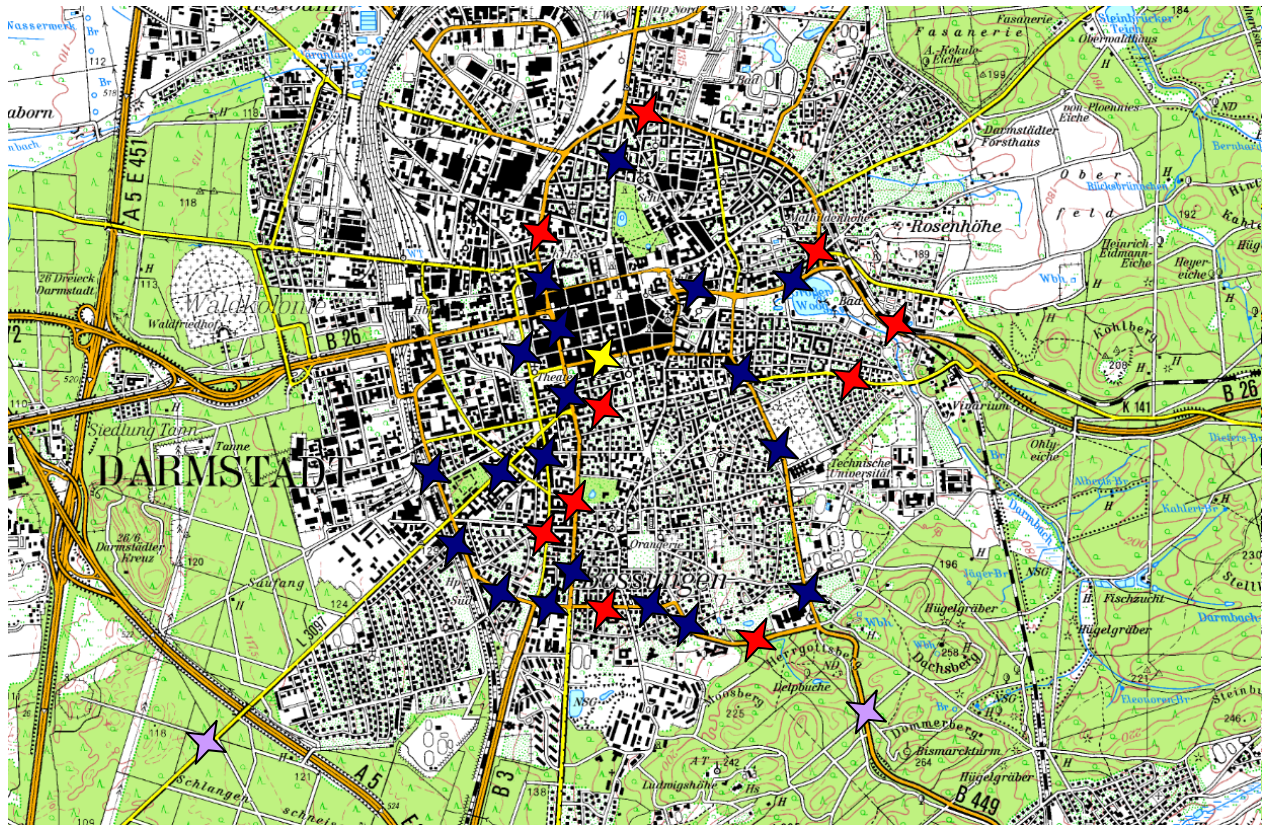
Abbildung 23: Zurückgelegte Entfernung mit deutschen und ausländischen Lastkraftfahrzeugen
(Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

5.3.2 Verkehr in Darmstadt

Um einen besseren Überblick über das Verkehrsaufkommen in Darmstadt zu erhalten wurden bereits wiederholt Verkehrszählungen und auch Befragungszählungen zum Anteil des Transitverkehrs durchgeführt.

Die in den Jahren 2004 bis 2006 durchgeführten Zählungen waren i. d. R. Zählungen über jeweils 24 Stunden. Diese über nur einen sehr kurzen Zeitraum erhobenen Verkehrszahlen können zwar unter Berücksichtigung mehrerer Faktoren für das Wochenende, Ferienzeiten u.ä.m auf einen durchschnittlichen täglichen Verkehr hoch gerechnet werden. Das Ergebnis ist aber sehr viel weniger belastbar, als Messungen über einen längeren Zeitraum. Daher hat das HLUG zusammen mit den Verkehrsbehörden weitere, über einen längeren Zeitraum dauernde Zählungen in den Jahren 2008 und 2009 vorgenommen, die aber nur bedingt mit den vorherigen Zählungen vergleichbar sind. Die Verkehrszählungen erfolgten mittels Seitenbandradargeräte über mehrere Wochen und lieferten somit einen validen Wert für den durchschnittlich täglichen Verkehr (DTV), während die 24h-Zählungen nur einen kurzen Augenblick des jährlichen Verkehrsgeschehens wiedergeben.

Die Messstellen sind in Abbildung 24 dargestellt. Darüber hinaus liegt seit dem Jahr 2007 an der Messstation Darmstadt-Hügelstraße eine Zähl Schleife, die kontinuierlich die Anzahl und die Art der Fahrzeuge erhebt.



Kartengrundlage: © GeoBasis-DE /BKG [2008]

- ★ Zählstellen des HLUG
 ★ Zählschleife
 ★ Kurzzeitzählungen
 ★ Zählstellen des ASV

Abbildung 24: Standorte der Messstellen für Verkehrszählungen

	Messjahr	DTV [Fz/d]	SNF [%]	LNf [%]	Krad [%]	Pkw [%]	nkKfz [%]
Alexanderstraße	2009	12.600	3,7	7,9	4,6	79,4	4,4
Bleichstraße	2005	17.450	6,6				
Donnersberggring*	2008	14.600	2,2	2,0	9,1	86,6	0,0
Donnersberggring	2009	23.800	2,3				
Eschollbrücker Straße	2008	10.100	3,3	4,9	1,4	89,7	0,8
Eschollbrücker Straße	2010	16.200	3,2				
Fiedlerweg	2008	14.000	4,2	10,9	3,5	80,8	0,6
Frankfurter Straße	2004	10.200	1,3				
Haardtring	2006	23.900	3,2				
Haardtring	2006	23.500	2,4				
Hanauer Straße	2008	22.800	8,3	6,0	1,7	83,2	1,0
Heidelberger Straße*	2008	17.000	5,1	7,8	1,3	85,6	0,2
Heidelberger Straße	2009	17.700	1,8				
Heinrichstraße 15	2008	20.600	2,8	8,6	2,9	84,3	1,9
Heinrichstraße 186	2008	14.500	3,2	14,4	0,6	81,5	0,2
Hindenburgstraße	2005	17.800	2,7				
Hindenburgstraße	2005	21.400	3,1				

	Messjahr	DTV [Fz/d]	SNF [%]	LNF [%]	Krad [%]	Pkw [%]	nkKfz [%]
Kasinostraße	2004	27.400	2,6				
Kasinostraße*	2009	29.700	0,6	1,4	1,0	95,6	1,3
Klappacher Straße	2009	17.700	2,6				
Landgraf-Georg-Straße	2005	20.400	3,0				
Landgraf-Georg-Straße	2006	22.200	3,5				
Landskronstraße	2009	19.700	2,2				
Landskronstraße	2009	17.000	2,5				
Neckarstraße	2005	24.400	4,1				
Nieder-Ramstädter-Straße	2006	23.200	2,3				
Nieder-Ramstädter-Straße	2006	17.200	3,1				
Nieder-Ramstädter-Straße	2006	21.200	2,6				
Nieder-Ramstädter-Straße	2008	19.700	2,9	5,3	2,1	88,5	1,2
Rhönring	2009	17.000	2,6	5,2	5,9	85,2	1,1
Rüdesheimer Straße	2009	22.300	2,6				
Rüdesheimer Straße	2009	17.800	3,0				

*nur eine Richtung gezählt und verdoppelt

DTV	durchschnittlicher täglicher Verkehr
SNF	schwere Nutzfahrzeuge (Lkw ab 3,5 t Gesamtgewicht und Busse)
LNF	leichte Nutzfahrzeuge (Lkw unterhalb 3,5 t Gesamtgewicht)
Pkw	Personenkraftwagen
nkKfz	nicht klassifizierbare Kraftfahrzeuge

Tabelle 13: Ergebnisse der Verkehrsuntersuchungen in Darmstadt

Von besonderem Interesse ist jedoch die Hügelstraße, für die ein Vergleich der Verkehrsentwicklung aufgrund der vorhandenen Zählschleife gemacht werden kann.

	Messjahr	DTV [Fz / d]	SNF / Busse [%]	LNF [%]	Krad [%]	Pkw [%]	nkKfz [%]
Hügelstraße	2007	25.881	4,9	3,6	1,8	82,7	6,5
Hügelstraße	2010	26.148	3,2	4,0	1,5	85,7	5,7

Tabelle 14: Ergebnisse der über die Zählschleife erhaltenen Verkehrszahlen

Trotz des gegenüber dem Jahr 2007 leicht gestiegenen Verkehrsaufkommens im Jahr 2010 ist die Anzahl der schweren Lkw weiter gesunken. Dies bestätigt die Ergebnisse des Aktionsplans Darmstadt 2007, wo im Rahmen der Evaluation der Maßnahmen des Aktionsplans Darmstadt 2005 ein Rückgang des Lkw-Aufkommens in der Hügelstraße um bis zu 40 % im Vergleich von Kurzzeitmessungen im Jahr 2005 mit Werten der Zählschleife im Jahr 2007 ermittelt wurde.

Für einige der Straßenzüge mit besonders hohem Verkehrsaufkommen und/oder hohem Anteil an Wohnanliegern wurden Berechnungen der Belastung mit Feinstaub und Stickstoffdioxid vorgenommen (siehe Kapitel 3.2). Dabei wurde deutlich, dass nicht nur das Verkehrsaufkommen für eine hohe Luftschadstoffbelastung verantwortlich ist, sondern insbesondere auch die Be-

bauungssituation. In Straßenschluchten, d. h. in Straßenzügen mit beidseitig hoher und geschlossener Bebauung, können sich die Luftschadstoffe eher anreichern und zu hohen Konzentrationen führen, als bei einer offener Bebauung mit vielen Baulücken, die zu einer besseren Durchlüftung der Straßen führt. Offensichtlich wird dies insbesondere an der Kasinostraße, die trotz des hohen Verkehrsaufkommens geringer belastet ist als z.B. der westliche Teil der Bleichstraße.

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 25 erst im Jahr 2000. Die Entwicklung für die vier hessischen Untersuchungsgebiete seit 1979 ist im Umweltatlas Hessen [26] veröffentlicht. Für die Jahre, in denen keine Erhebung durchgeführt wurde, sind die Daten durch Interpolation aus den Daten der Erhebungsjahre berechnet.

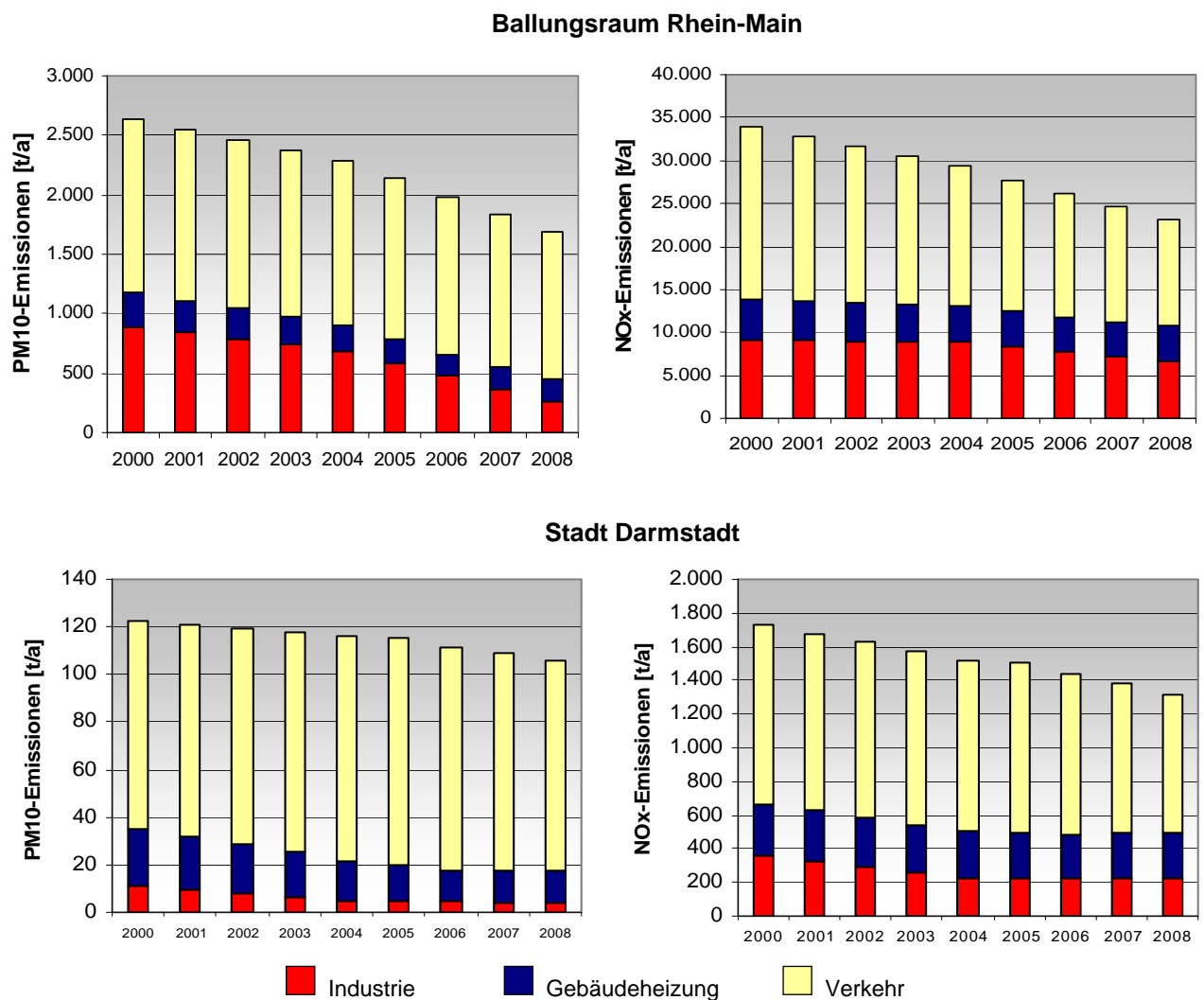


Abbildung 25: Entwicklung der PM10- und NO_x-Emissionen im Ballungsraum Rhein-Main und in der Stadt Darmstadt in den Jahren 2000 bis 2008

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_x verzeichnet werden. Im Rahmen der Umsetzung der Anforderungen der Luftqualitätsrahmenrichtlinie und der 1. Tochterrichtlinie wurden die Emissionsgrenzwerte für Industrieanlagen [20] 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_x umsetzen. Auch die Anforderungen an Abfallverbrennungsanlagen (17. BImSchV [21]) 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 [22] und die Energieeinsparverordnung [23] festgelegt.

6.1.3 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Kfz-Verkehr

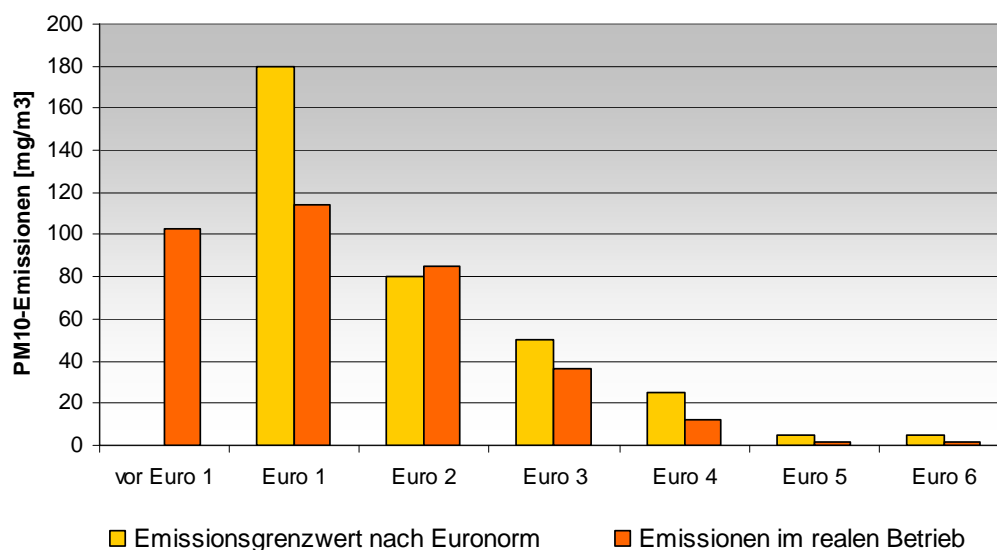
6.1.3.1 Verbesserung der Emissionsstandards von Fahrzeugen (Europa)

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 15 und 16 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 15: 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 26 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.



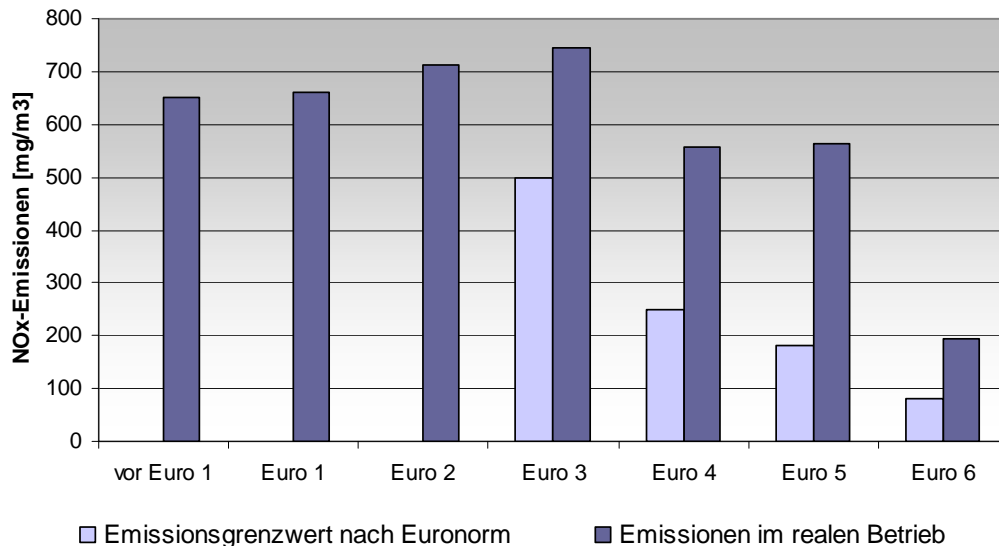


Abbildung 26: Vergleich der Emissionsgrenzwerte nach Euronormen mit den für den realen Betrieb ermittelten Emissionen (Emissionsfaktoren) für PM₁₀ und NO_x von Diesel-Pkw für die durchschnittliche Verkehrssituation innerorts, HBEFA 3.1, Bezugsjahr 2010 [13]

Für NO_x 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 26 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.

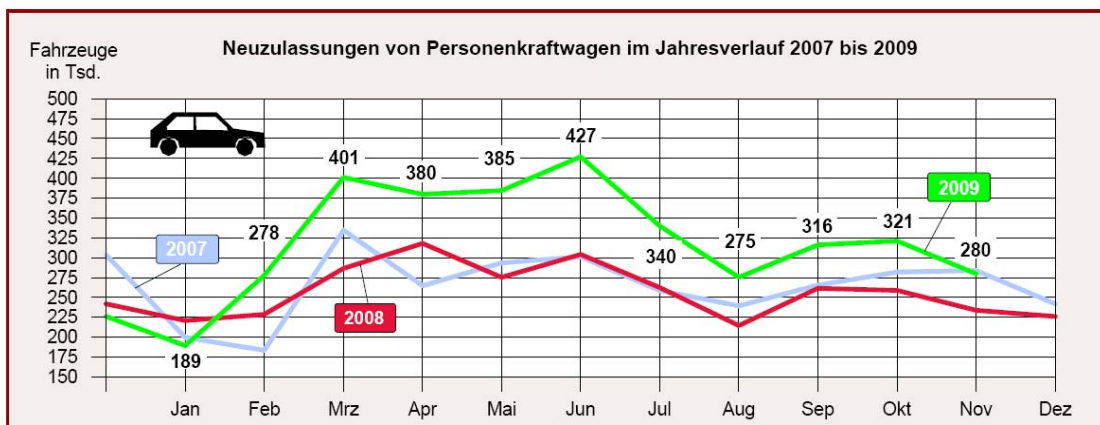


Abbildung 27: Neuzulassungen von Personenwagen im Jahresverlauf 2007 bis 2009 (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt [24])

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 [24]. Den Vergleich zwischen den Neuzulassungen ab Januar 2009 mit den vorangegangenen Jahren zeigt Abbildung 27.

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 [25] kann der Ersatz der alten Fahrzeuge durch Pkw mit moderner Abgastechnik die durch die Fahrzeuge verursachten NO_x-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_x) 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 cm³ 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 [28] ergab sich bei nachgerüsteten Diesel-Pkw und leichten Nutzfahrzeugen mit Oxidationskatalysator der Euro 3-Norm eine Minderung des NO₂-anteils am NO_x 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>.

Die Wissenschaftsstadt Darmstadt ist Kooperationspartner des Projektes ZEBRA. Die Stadtverwaltung nimmt an der Untersuchung zum Projekt bike + business 2.0 teil und hat 10 Pedelecs für den dienstlichen Gebrauch angeschafft mit dem Ziel, Dienstwagen zu reduzieren. Außerdem ist der Einsatz von zwei Elektrofahrzeugen für die öffentliche Abfallbeseitigung geplant (Herbst 2010) sowie der Einsatz von drei Hybridbussen in der Darmstädter Innenstadt für den öffentlichen Nahverkehr verbunden mit dem Forschungsvorhaben zur Verbesserung der Hybridtechnik durch die HEAG mobilo, VDL Buschbach und TU Darmstadt.

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, 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 Darmstadt

6.3.1 Durchfahrtsverbot für Lkw ab 3,5 t in West-Ost- und Ost-West-Richtung

Die Sperrung der Durchfahrt für Lkw ab 3,5 t gilt für den Transitverkehr, d. h. für Fahrten, die nicht Ziel oder Quelle in Darmstadt oder den Landkreisen Darmstadt-Dieburg und Odenwald haben. Die Maßnahme wurde mit dem Aktionsplan Darmstadt 2005 festgelegt und Anfang 2006 umgesetzt.



Kartengrundlage: Stadt Darmstadt

Abbildung 28: Bereich der Lkw-Fahrverbote (Durchfahrts- und Nachtfahrverbot) in Darmstadt innerhalb der violett markierten Grenze

Verkehrszählungen vor und nach Inkrafttreten der Maßnahmen haben gezeigt, dass der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge innerhalb des markierten Bereichs teilweise deutlich verringert werden konnte (siehe auch Kap. 5.3.2). Die Maßnahme hat zur Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes von PM10 beigetragen, der in den Jahren 2006 bis einschließlich 2008 eingehalten wer-

den konnte. Trotz des harten Winters 2009 mit lang anhaltenden Inversionswetterlagen wären auch 2009 die Feinstaub-Immissionsgrenzwerte einzuhalten gewesen, wenn nicht Bautätigkeiten an der Messstation Darmstadt-Hügelstraße zu mindestens sechs Überschreitungen des PM10-Tagesmittelwertes geführt hätten. Zusammen mit den bereits aufgrund der Inversionswetterlagen im Winterhalbjahr höheren Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes führte dazu, dass der Kurzzeitgrenzwert im Jahr 2009 nicht mehr eingehalten werden konnte.

Dass die Maßnahmen nicht zur Einhaltung des NO₂-Grenzwertes geführt haben, ist dem zunehmenden Direktausstoß von Stickstoffdioxid vor allem durch Diesel-Pkw anzulasten. Die Verkehrszählungen belegen den ansteigenden Pkw-Verkehr in der Hügelstraße, der die Immissionskonzentration von Stickstoffdioxid zunehmend beeinflusst.

Die Maßnahme soll weiter beibehalten werden.

6.3.2 Nachtfahrverbot für Lkw > 3,5 t

Gleichzeitig mit dem Lkw-Durchfahrtsverbot wurde auch ein Lkw-Nachtfahrverbot innerhalb des für das Durchfahrtsverbot geltenden Bereichs festgelegt. Das Nachtfahrverbot betrifft alle Lkw ab 3,5 t, die in der Zeit zwischen 20:00 Uhr und 6:00 Uhr Darmstadt in dem gekennzeichneten Bereich durchfahren wollen.

Aufgrund der geringeren Windgeschwindigkeiten in der Nachtzeit führen die dann niedrigeren Verkehrszahlen nicht zwangsläufig zu einer deutlichen Minderung der Luftschadstoffkonzentrationen. Trotz der insgesamt geringen Anzahl der vom nächtlichen Fahrverbot betroffenen Lkw-Fahrten soll eine Anreicherung der hierdurch verursachten Emissionen aufgrund dieses meteorologischen Effekts nach Möglichkeit vermieden werden.

Die Maßnahme soll auch weiterhin beibehalten werden.

6.3.3 Lkw-Fahrverbot (ab 3,5 t) mittlere Rheinstraße

Ebenfalls als Maßnahme des Aktionsplans Darmstadt 2005 wurde die mittlere Rheinstraße ab Kasinostraße bzw. ab Grafenstraße für Lkw ab 3,5 t gesperrt. Der Lieferverkehr ist frei.

Das Lkw-Aufkommen wird so durch den Tunnel geleitet, dass innerhalb des Tunnels möglichst geringe Fahrzeugemissionen auftreten. Dies ist nur dadurch zu erreichen, dass eine Zuführung zu dem Problempunkt Tunnelausfahrt Hügelstraße mit seiner abgasträchtigen Steigung für Lkw gesperrt wird. Dies verhindert, dass aufgrund der scharfen, für Lkw schwierigen und daher nur langsam zu befahrenden Linkskurve innerhalb des Tunnels, dann mit Vollgas die nachfolgende Steigung genommen werden muss. Mit der Umleitung des Lkw-Verkehrs über die Neckarstraße und die Hügelstraße können Lkw durch das Gefälle geradeaus bis zur Tunnelsohle leicht so viel Schwung erreichen, dass sie mit wenig Gas und damit geringeren Emissionen die folgende kurze Steigung am Messpunkt Hügelstraße bewältigen können.

Die Maßnahme soll auch weiterhin beibehalten werden.

6.3.4 Feucht-Kehren in der Hügelstraße

Die seit Mitte 2005 durchgeführte Maßnahme sieht morgens um 5:00 Uhr bzw. am frühen Nachmittag 2 x werktäglich eine feuchte Reinigung der Hügelstraße mit Aufnahme des Straßenschmutzes vor.

Damit soll die Aufwirbelung von im Straßenschmutz enthaltenen Feinstäuben zumindest teilweise vermieden werden.

Die Maßnahme soll weiterhin beibehalten werden.

6.3.5 Einsatz abgasarmer Busse im ÖPNV

Seit Inkrafttreten des Aktionsplanes Darmstadt 2005 wurden sukzessive Busse an neue Emissionsstandards angepasst.

Linienbündel Ried (Linien K 59, K 62)

Es wurden acht Fahrzeuge mit Emissionsstandard Euro 3 und vier Fahrzeuge nach Emissionsstandard Euro 4 eingesetzt, sämtliche Fahrzeuge mit Rußpartikelfilter.

Linien 671, 678, 681, 693

Bei der Neuvergabe der Buslinien erfolgte der Austausch von insgesamt 28 Fahrzeugen; die Fahrzeuge erfüllen den Emissionsstandard nach Euro 4 und sind mit Rußpartikelfiltern ausgestattet.

Linien H und U/ Darmstadt-Kranichstein

Es erfolgte ein Austausch durch HEAGmobibus von acht Bussen, die jetzt jeweils den EEV-Standards entsprechen.

Linien K 55, 5513 und 5515

Die Linien wurden ab 1. Juli 2007 mit 17 Bussen entsprechend dem EEV-Standard befahren. Darüber hinaus wurden seit 1. Februar 2007 vier Fahrzeuge mit dem EEV-Standard und vier weitere mit dem Euro-5-Standard eingesetzt. Das städtische Tochterunternehmen HEAG mobibus hat sämtliche Linienfahrzeuge mit Partikelfiltern ausgestattet und vorbildlich die Busflotte erneuert: Rund 50 % der Busse fahren mit Euro V oder EEV-Standard.

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

6.3.6 Umrüstung des städtischen Fuhrparks

Seit 2006 wurden nur Fahrzeuge nach dem neuesten Stand der Technik (mind. Euro IV Abgasnorm) beschafft. Diese Beschaffungsstrategie wird gemäß dem Magistratsbeschluss vom 17. August 2005 weiter fortgesetzt.

6.3.7 Information der Öffentlichkeit

Die Stadt Darmstadt hat auf ihrer Internetseite unter dem Stichwort „Luftreinhaltung“ allgemeine Informationen zum Thema Umweltzone und Feinstaub eingestellt. Die aktuellen Luftmesswerte der Messstationen an der Hängelstraße und am Woog können stundengenau beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie abgerufen werden. Hierzu wurde ein entsprechender Link eingerichtet.

Das Angebot soll auch weiterhin aufrechterhalten werden.

6.3.8 Ausbau der Straßenbahn nach Arheilgen

Im Jahr 2008 begann der Ausbau einer Straßenbahn in den Darmstädter Vorort Arheilgen. Der erste Bauabschnitt wurde fertig bereits gestellt; der 2. Bauabschnitt befindet sich in Umsetzung. Die Fertigstellung ist bis Ende 2011 vorgesehen.

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 16: 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 NO₂-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.

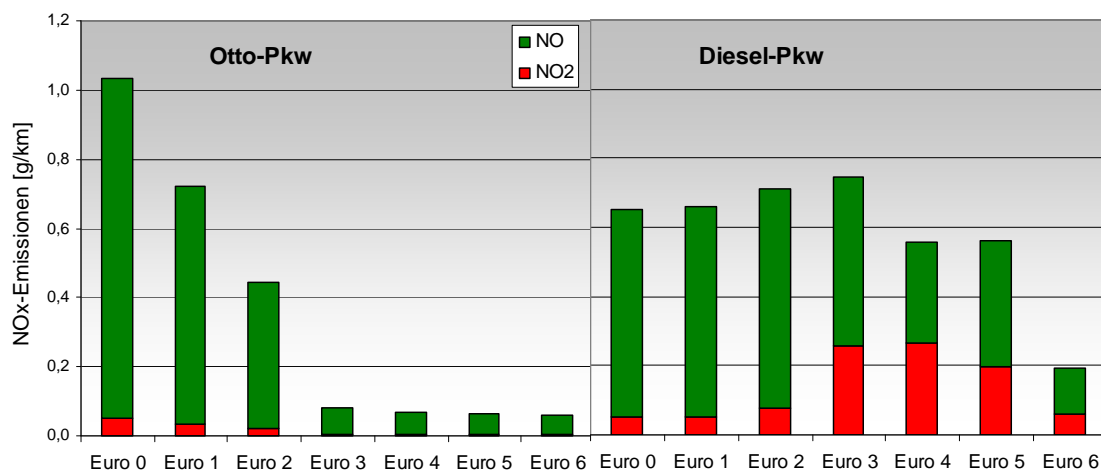


Abbildung 29: Mittlere NO₂- und NO-Emissionsfaktoren für Pkw im Innerortsverkehr, HBEFA 3.1, Bezugsjahr: 2010

Erst mit Einführung der Euro-6-Norm ist auch bei Diesel-Pkw mit einem deutlichen Rückgang nicht nur der NO₂-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.

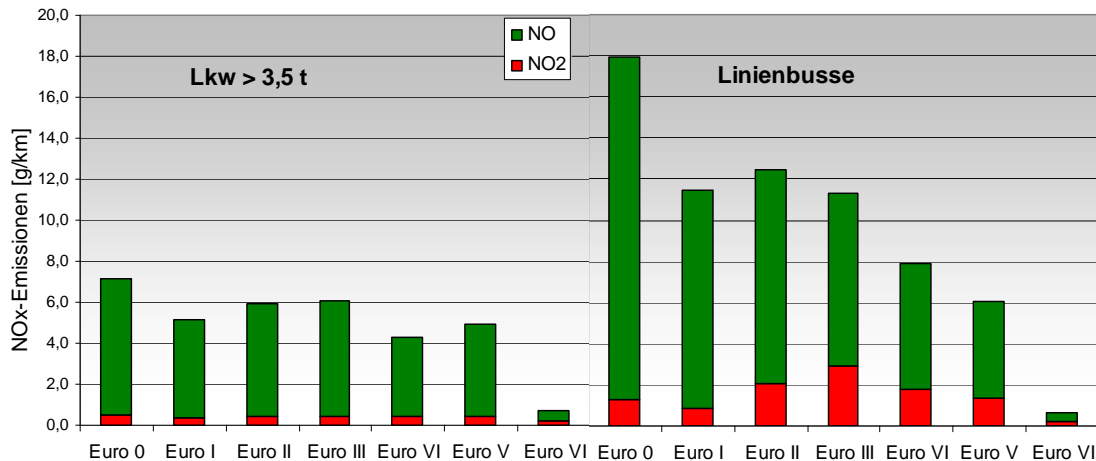
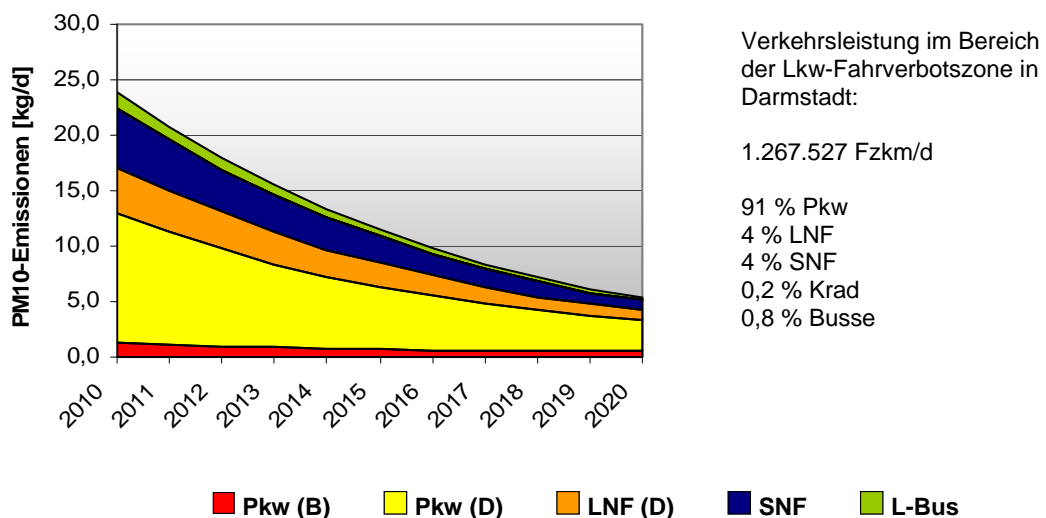


Abbildung 30: Mittlere NO₂- und NO-Emissionsfaktoren für Lkw und Busse im Innerortsverkehr, HBEFA 3.1, Bezugsjahr: 2010

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.



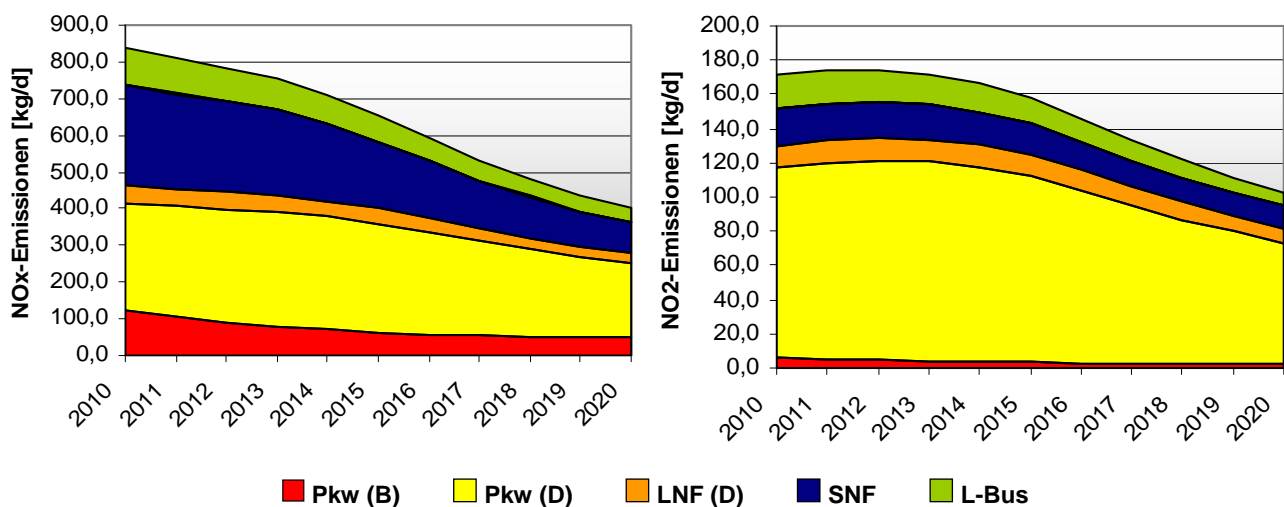


Abbildung 31: Prognose der Stickstoffoxid- und Stickstoffdioxidemissionen in der Stadt Darmstadt für eine mittleren Innerortssituation für die Bezugsjahre 2010 bis 2020; HBEFA 3.1

Während die Gesamtstickstoffoxidemissionen (NO_x) von Jahr zu Jahr weniger werden, ist bei den NO_2 -Emissionen noch bis zum Jahr 2012 ein Anstieg zu verzeichnen. 2013 wird erst wieder der Wert des Jahres 2010 erreicht und bis zum Jahr 2015 kann mit einem Rückgang der NO_2 -Direktemissionen um 8,6 % und mit einem Rückgang der Gesamtstickstoffoxidemissionen um 22,1 % 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 [27]. Demnach wird voraussichtlich erst ab 2020 mit deutlich rückläufigen 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 [27] auch die Entwicklung der 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 NO_x -Emissionen in Darmstadt um ca. 22 %; der verkehrsbedingten NO_2 -Emissionen um ca. 9 % und der verkehrsbedingten 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 Industrieanlagen zukünftig weiter in ihren NO_x-Emissionen (gerechnet als NO₂) 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 [21]) zu den bestehenden Halbstunden- und Tagesmittelwerten zusätzlich Jahresmittelwerte als Emissionsgrenzwert für NO_x, angegeben als NO₂, 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 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 Weitere Verbesserung der Emissionsstandards der städtischen Busflotte

Nachdem bereits in den vergangenen Jahren damit begonnen wurde, die innerstädtische Busflotte auf emissionsarme Abgasstandards umzustellen, soll dieses Projekt auch zukünftig fortgeführt werden. Wurde im Nahverkehrsplan für 2010 lediglich ein Anteil der Busse mit EEV- bzw. Euro-V-Standard in Höhe von 40 % vorgesehen, erreichten bis zu Beginn des Jahres 2010 bereits 65 % der innerstädtischen Busflotte diesen Standard. Bis zum Jahr 2012 ist sogar ein Anteil von 80 % vorgesehen.

Die Direktemissionen von Stickstoffdioxid sind insbesondere bei Euro-III-Bussen im Vergleich mit Euro-II-Bussen bei nahezu gleichbleibenden Gesamtstickstoffoxidemissionen besonders hoch.

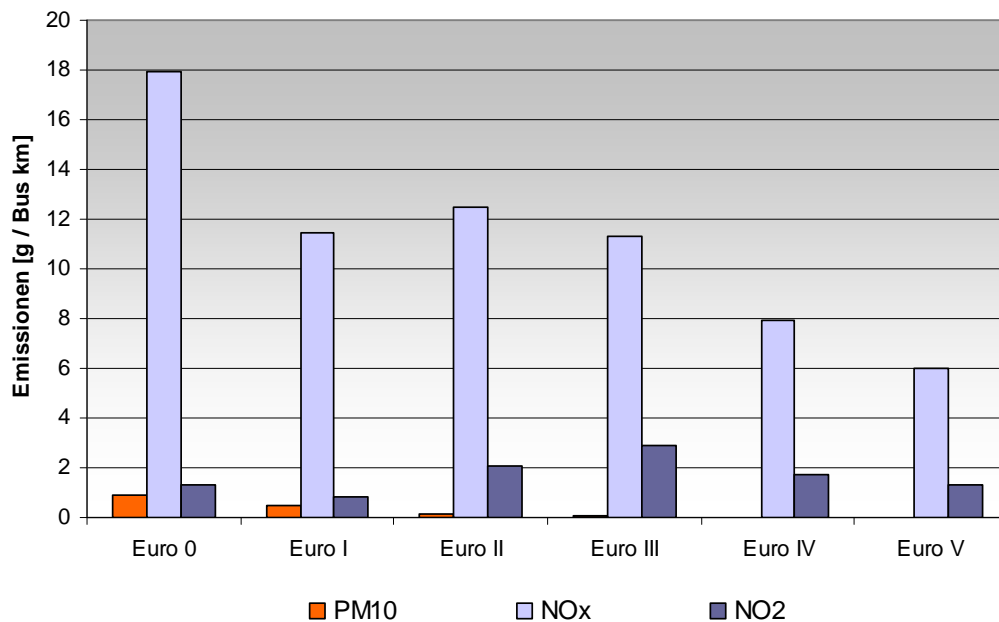


Abbildung 32: Durchschnittliche Emissionsfaktoren für Linienbusse innerorts, HBEFA 3.1, Bezugsjahr 2010

Daher ist ein möglichst schneller Ersatz dieser Fahrzeuge durch moderne Euro-V- oder noch besser durch Euro-VI-Fahrzeuge erforderlich.

Die Fortschreibung des Nahverkehrsplans 2011 – 2015 der Stadt Darmstadt und des Landkreises Darmstadt-Dieburg sieht für den Zeitraum 2010 bis 2015 die Einhaltung eines Partikelgrenzwertes von 2 mg/kWh im ESC-Prüfzyklus vor. Darüber hinaus müssen in den ersten vier Jahren seit einer neu vergebenen Konzession 70 statt früher 40 % und nach dem 4. Jahr 80 statt früher 70 % der Leistung mit Euro-V-Bussen erbracht werden.

Unter Berücksichtigung der jährlichen Fahrleistung der Linienbusse in Darmstadt können bis Ende 2012 gegenüber dem Jahr 2010 die Emissionen von Feinstaub deutlich und die Emissionen von Stickstoffoxiden in mäßigem Umfang gesenkt werden. Gegenüber einer „normalen“ Entwicklung der Emissionsstandards bei Linienbussen wird damit 18 % mehr Feinstaub und 3,5 % mehr Stickstoffdioxid eingespart.

Prognostizierte Minderung: Minderung der NO₂-Emissionen um 9,5 %, der NO_x-Emissionen um 13 % und der PM₁₀-Emissionen um 48 % gegenüber dem Stand 2010.

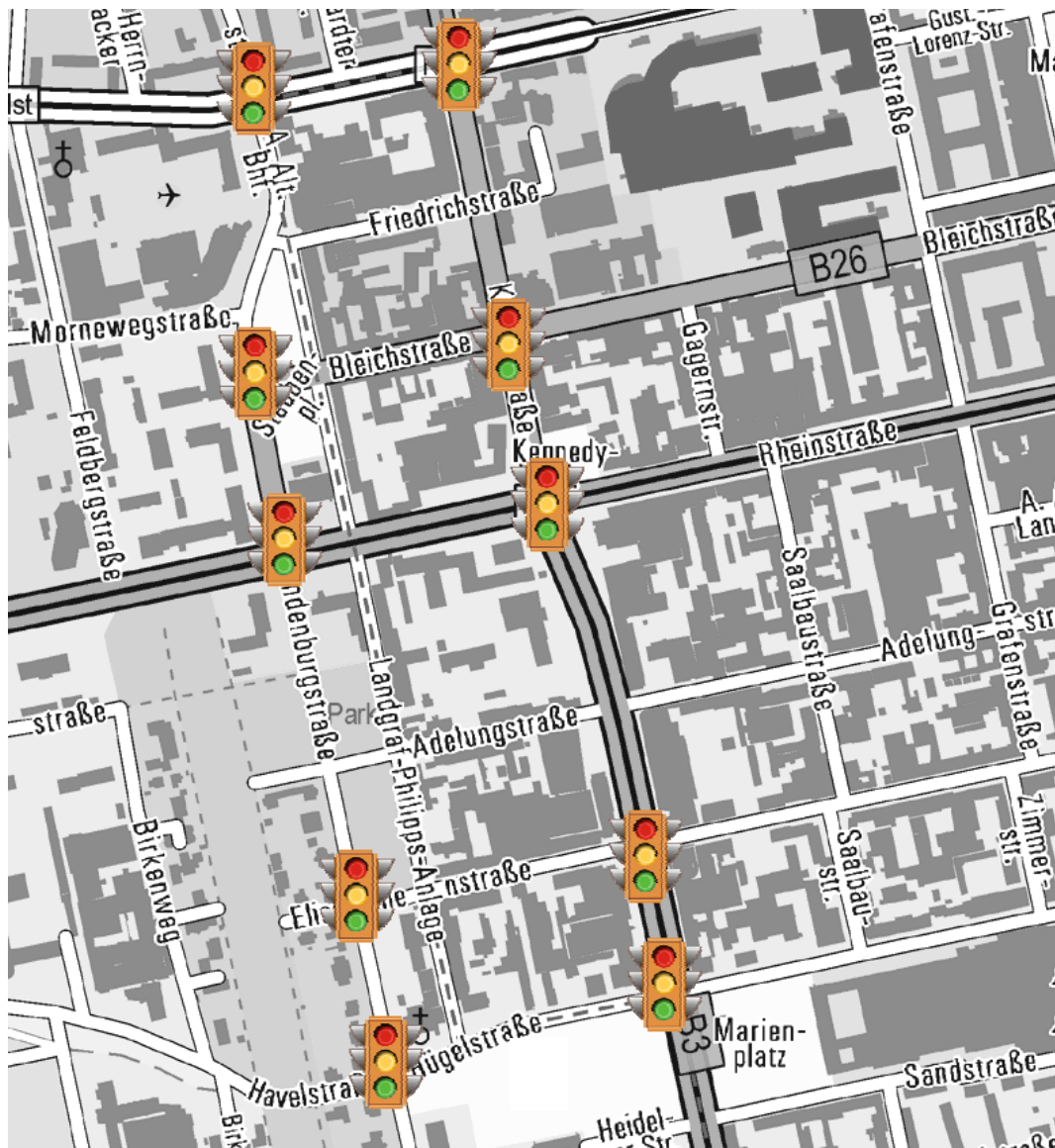
Zeitpunkt der Umsetzung: Bis Ende 2012.

7.3.1.2 Verbesserung des Verkehrsflusses

In zwei Stufen soll der Verkehrsfluss in der Darmstädter Innenstadt verbessert werden.

Dazu wird in der 1. Stufe bei der Ampelsteuerung eine Versatzzeitoptimierung vorgenommen. Dies betrifft die westliche Kernstadt mit insgesamt 11 Ampelanlagen:

Kasinostraße – Neckarstraße – Heidelberger Straße und Dolivostraße – Steubenplatz – Hindenburgstraße zwischen der Julius-Reiber-Straße im Norden und der Hängelstraße im Süden.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

Abbildung 33: Für eine Versatzzeitoptimierung und Einführung einer verkehrsadaptiven Netzsteuerung vorgesehene Ampelnetz

Die bei einer Versatzeitoptimierung reduzierbaren Wartezeiten und Halte führen nach ersten Erfahrungen aus anderen Kommunen und begleitenden Evaluationsuntersuchungen zu einer Verminderung von Anhalten in Höhe von ca. 5-10 %.

Bei hohem Verkehrsaufkommen werden aufgrund der beträchtlichen Anzahl an Ampelhalten hohe Abgasemissionen frei. Wie in Abbildung 34 dargestellt, kann eine Verkehrsverflüssigung die Emissionen deutlich vermindern.

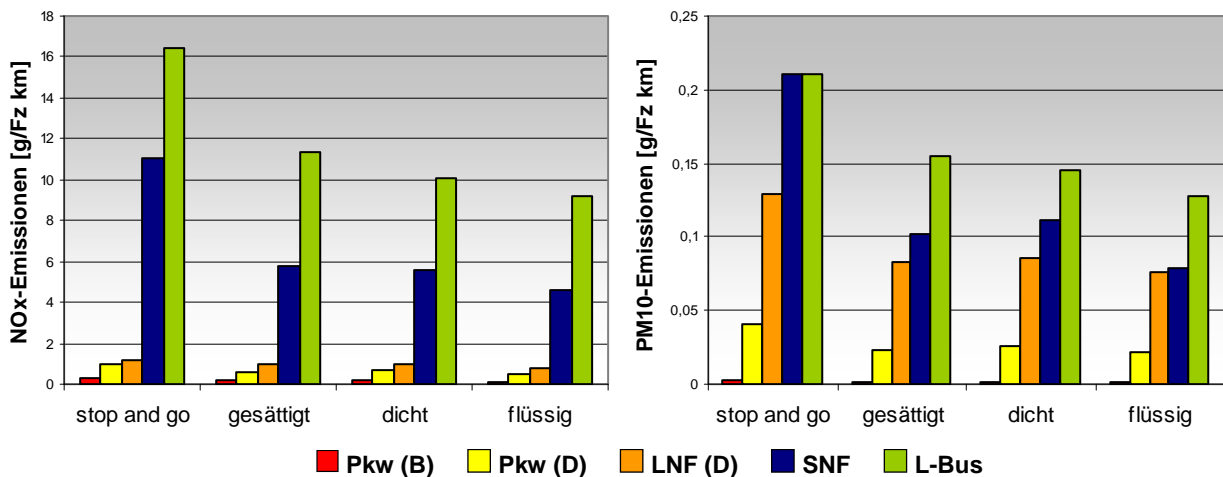


Abbildung 34: Emissionsverhalten von Fahrzeugen bei unterschiedlicher Durchlässigkeit des Verkehrs; HBEFA 3.1; Hauptverkehrsstraße, Geschwindigkeitsbeschränkung 50 km/h; Bezugsjahr 2010

Am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Neckarstraße werden die Emissionen der Fahrzeuge bei den unterschiedlichen Durchlässigkeiten dargestellt. Da hier nur Straßenbahnen fahren, entfällt zwar die hohe Minderung, die bei Bussen zu verzeichnen ist, dennoch kann die Verkehrsverflüssigung eine Minderung erzielen. Im Idealfall läge sie bei einer Verflüssigung von dicht zu flüssigem Verkehr bei ca. 20 %, was jedoch nicht in der Praxis realisierbar erscheint.

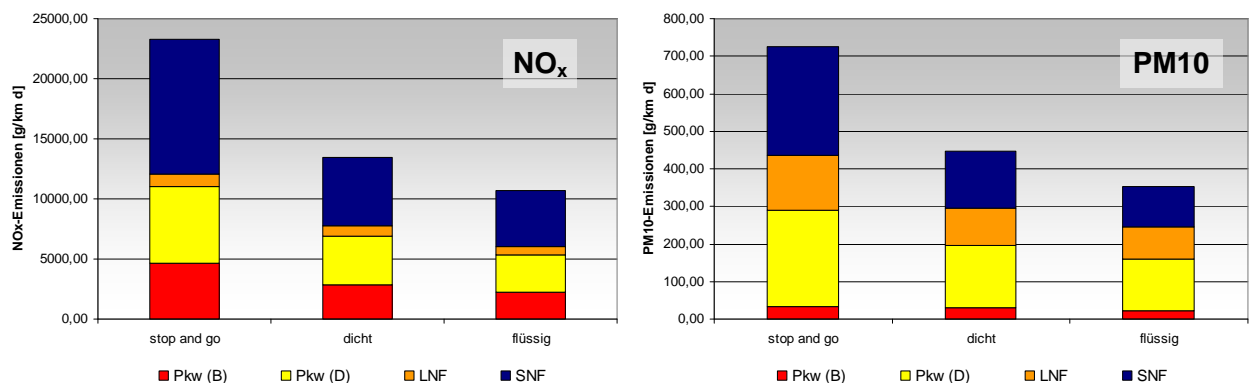


Abbildung 35: Minderungswirkung der unterschiedlichen Durchlässigkeiten des Verkehrs am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Neckarstraße; Bezugsjahr 2010

Als 2. Stufe soll in dem beschriebenen Teilnetz die verkehrsadaptive Netzsteuerung eingeführt werden. Die verkehrsadaptive Netzsteuerung ermöglicht es, die Schaltung der Ampeln optimal an wechselnde Verkehrsverhältnisse anzupassen. In einem Hamburger Pilotprojekt wurde so die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit um rund 10% erhöht.

Prognostizierte Minderung: Da eine komplette Verflüssigung des Verkehrs nicht realistisch erscheint, wird auf die Minderungen der NO_x-Emissionen von ca.

5-10 % und der PM10-Emissionen um ca. 6 bis 7 % verwiesen, die in anderen Projekten erzielbar waren.

Zeitpunkt der Umsetzung: Bis Ende 2012, 1. Stufe - Versatzzeitoptimierung

7.3.1.3 Einrichtung von Park&Ride-Parkplätzen

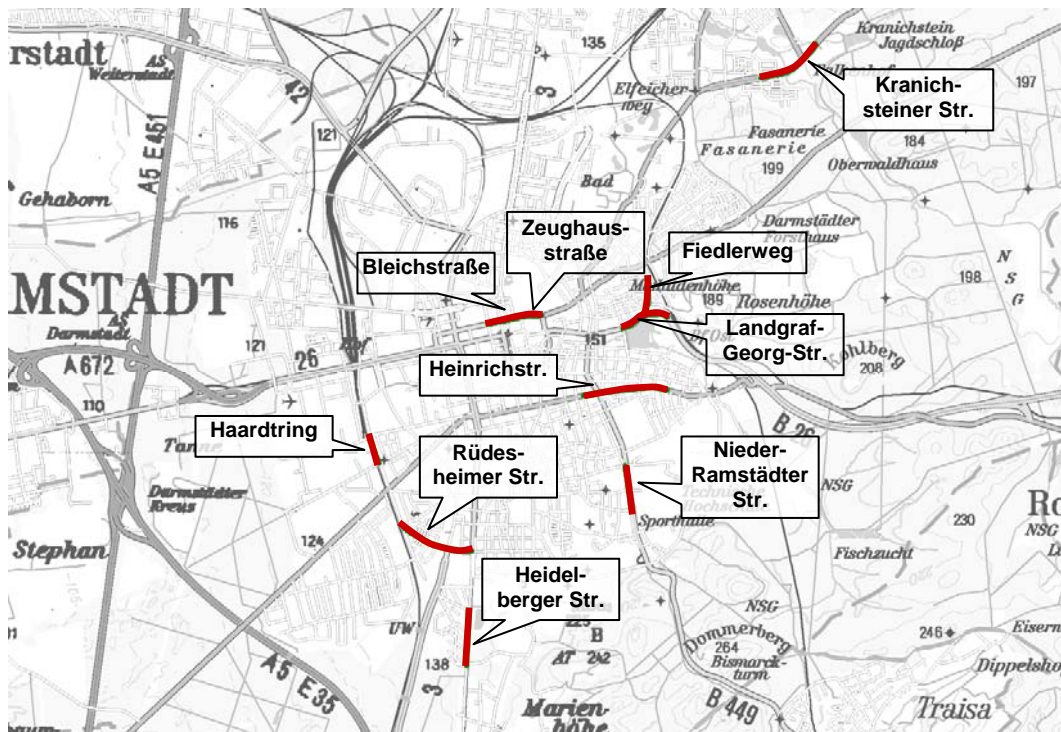
Zur Erhöhung der Akzeptanz öffentlicher Nahverkehrsmittel sollen am Darmstädter Hauptbahnhof, am Nordbahnhof, am Bahnhof Darmstadt-Eberstadt, am Ostbahnhof sowie Endpunkt der neuen Straßenbahnlinie nach Arheilgen Park&Ride-Parkplätze geschaffen werden.

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

Zeitpunkt der Umsetzung: Die Planungen haben begonnen; der Zeitpunkt der Umsetzung der Einzelmaßnahmen ist noch nicht abschätzbar

7.3.1.4 Sanierung von Straßen

Der Einfluss der Fahrbahn auf die Entstehung von Feinstaub und die Bedeutung eines gleichmäßigen Verkehrsflusses auf die fahrzeugbedingten Emissionen wurden bereits in vielen Untersuchungen nachgewiesen. Die Sanierung beschädigter Fahrbahnen kann zu einer Verbesserung des Verkehrsflusses beitragen, da häufiges Abbremsen und Wiederanfahren aufgrund von Schlaglöchern oder ähnlichen vermieden wird.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

Abbildung 36: Straßensanierungsmaßnahmen in Darmstadt

Die Stadt Darmstadt wird in den nächsten Jahren in einer Reihe von Hauptverkehrsstraßen eine grundlegende Erneuerung der Fahrbahn vornehmen. Wie sich ein verbesserter Verkehrsfluss auf

das Emissionsverhalten der Fahrzeuge auswirkt, zeigt Abbildung 34. Je flüssiger der Verkehrsablauf, desto geringer sind die Fahrzeugemissionen. Dabei ist eine Fahrbahnsanierung natürlich nicht in der Lage, die Verkehrsdichte insgesamt zu verringern.

Prognostizierte Minderung: In Abhängigkeit vom bisherigen Fahrbahnzustand und der jeweiligen Verkehrsdichte kann eine Emissionsminderung in Höhe von 1 bis 5 % erfolgen.

Zeitpunkt der Umsetzung: Kranichsteiner Straße – abgeschlossen in 4/2010
Heidelberger Straße – abgeschlossen in 5/2010
Fiedlerweg – abgeschlossen in 10/2010

Gesicherte Planung: Haardtring – Bauausführung geplant im Frühjahr 2011
Heinrichstraße – Bauausführung geplant im Frühjahr 2011

Finanziell noch nicht gesicherte Planung:
Zeughausstraße/Bleichstraße – voraussichtlich in 2011
Ländgraf-Georg-Straße – vorgesehen im Jahr 2012
Rüdesheimer Straße – vorgesehen im Jahr 2012
Nieder-Ramstädter-Straße – vorgesehen im Jahr 2011/2012

Bis 2015 sind die geplanten Sanierungen im Mehrjahresinvestitionsprogramm dargestellt, d. h. die Finanzierung ist eingeplant, die Realisierung kann sich jedoch angesichts der angespannten Haushaltslage verzögern.

7.3.1.5 Förderung des Radverkehrs

Zur Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr soll der Radverkehr mit Hilfe verschiedener Maßnahmen weiter gefördert werden. Eine zeitliche Festlegung der Einzelmaßnahmen ist schwierig, da die Förderung sukzessive entsprechend der Haushaltsmittel erfolgt.

Infrastruktur:

- Kontinuierlicher Ausbau des Haupttroutennetzes für den Radverkehr (z.B. Fuß- und Radwegbrücke Mozartturm, Hochschulstraße, Radstreifen Heidelberger Landstraße, Eberstadt-Süd, Wiesenthalweg),
- Sanierung vorhandener Radwege,
- Errichtung von Fahrradabstellanlagen,
- Errichtung von Bike & Ride –Anlagen.

Service:

- Fahrradverleihsysteme,
- Fahrradstation,
- bewachtes Parken bei Großveranstaltungen.

Öffentlichkeitsarbeit:

- Flyer-Fahrradtouren,
- Modellprojekte „Fahrradfreundlichster Arbeitgeber“ (bereits abgeschlossen)

Ausweislich der Ergebnisse der Studie „Mobilität in Deutschland“ (MiD) werden derzeit rund 23 % aller Wege der Darmstädter Bevölkerung mit dem Pkw auf einer Wegelänge von weniger als 5 km zurückgelegt. Der Pkw-Besetzungsgrad beträgt dabei 1,4 Personen pro Weg. Dies entspricht 79.000 Pkw-Wegen pro Tag in der fahrradfreundlichen Distanz von weniger als 5 km. Bei einer Verlagerung von nur 10 % dieser Fahrten vom Pkw auf das Fahrrad und einer Wegelänge von 2,5 km würden damit 19.800 Pkw km/d eingespart.

Prognostizierte Minderung: Einsparung von 1,7 % der NO_x- und PM10-Emissionen der durch den täglichen Pkw-Verkehr verursachten Luftschadstoffe

Zeitpunkt der Umsetzung: Sukzessive Umsetzung.

7.3.1.6 ÖPNV-Ausbau

Zur Förderung der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs soll mit verschiedenen Maßnahmen die Attraktivität des ÖPNV für den Einzelnen erhöht werden. Dazu sind – teilweise im Verbund mit anderen Projektträgern – vorgesehen:

- Zweigleisiger Ausbau der Straßenbahn Arheilgen (II. Bauabschnitt),
- Bau einer Busbeschleunigungsspur Darmstadt Böllenfalltor – Mühlthal,
- Neubau einer Nahverkehrsspur in der Bismarckstraße,
- Ausbau des ÖPNV-Knotenpunkts Willy-Brandt-Platz,
- Reaktivierung der Schienenverbindung Darmstadt - Pfungstadt.

Prognostizierte Minderung: Nicht abschätzbar, da die Anzahl eingesparter Pkw-Fahrten nicht ermittelt werden kann.

Zeitpunkt der Umsetzung: Im Zeitraum 2011 bis 2015.

7.3.1.7 Schulisches Mobilitätsmanagement

Ein Schulwegkonzept soll die Verringerung von Fahrten der Eltern zu den Schulen ihrer Kinder beitragen und gleichzeitig die Mobilität und die Gesundheit der Kinder fördern.

Nach den Ergebnissen der Studie „Mobilität in Deutschland“ (MiD) werden in Darmstadt rund 16 % aller Wege zu Schule/Ausbildung mit dem Pkw zurückgelegt. Angesichts des bestehenden alternativen Angebots zum Pkw gerade auf den üblicherweise kurzen Schulwegen kann davon ausgegangen werden, dass mit dem Schulischen Mobilitätsmanagement eine Reduzierung der Pkw-Wege um mindestens ein Drittel möglich ist. Bezogenen auf die allgemeinbildenden Schulen und Hochschulen in Darmstadt könnten so täglich rund 4.200 Pkw-km eingespart werden.

Dabei bleibt der langfristige Effekt unberücksichtigt, der erfahrungsgemäß beim Erlernen nachhaltiger Mobilitätsweisen in Kindheit und Jugend auch im Erwachsenenalter erhalten bleibt

Prognostizierte Minderung: Einsparung von 0,4 % der NO_x- und PM10-Emissionen der durch den täglichen Pkw-Verkehr verursachten Luftschadstoffe

Zeitpunkt der Umsetzung: Laufendes und andauerndes Engagement der Stadt Darmstadt

7.3.1.8 Betriebliches Mobilitätsmanagement

Das Betriebliche Mobilitätsmanagement (BMM) umfasst die Beratung von Unternehmen, Verwaltungen und Institutionen für eine effiziente Mobilität. Maßnahmen, die herbei angestoßen werden, sind u.a. Jobtickets, Fahrgemeinschaften-Förderung und Fahrradleasing. Nach den Ergebnissen der Studie „Mobilität in Deutschland“ liegt in der Darmstädter Bevölkerung der Anteil der mit dem Privat-Pkw zurückgelegten Arbeitswege bei 46,8 % aller Arbeitswege. Durch Maßnahmen des Betrieblichen Mobilitätsmanagements kann nach Erfahrungen im europäischen Ausland und in Deutschland der Pkw-Verkehr an einem Unternehmensstandort um bis zu 20 % reduziert werden.

Unter der Annahme, dass bis 2015

- 5 % der rund 120.600 Erwerbstätigen in Darmstadt mit den Maßnahmen des BMM erreicht werden,
- dabei eine Reduzierung der Pkw-Arbeitswege um 15 % erzielt werden kann und
- die durchschnittliche Länge jedes dieser Arbeitswege lediglich 7 km beträgt

könnten täglich rund 5.900 Pkw-km eingespart werden.

Unter diesem Aspekt haben die Stadt Darmstadt, der Landkreis Darmstadt-Dieburg, die ivm GmbH (integrierte Verkehrsmanagement), die DADINA und die Industrie- und Handelskammer Rhein-Main-Neckar Mitte 2010 das Programm „Betriebliches Mobilitätsmanagement Südhessen“ initiiert.

Im Rahmen von Workshops erhalten Unternehmen und Behörden alle notwendigen Informationen zur Umsetzung von Maßnahmen des Mobilitätsmanagements. Ein begrenzter Kreis besonders interessierter Unternehmen und Behörden wird darüber hinaus bei der Erstellung eines eigenen Mobilitätskonzeptes unterstützt. Auf diese Weise wird effiziente Mobilität an konkreten Beispielen in der Region erlebbar.

Das Programm „Betriebliches Mobilitätsmanagement Südhessen“ nutzt

- den Unternehmen und Behörden, in dem es zu einer effizienteren und damit auch kostengünstigeren Mobilität beiträgt,
- den Beschäftigten, in dem es ihre Mobilitätsmöglichkeiten verbessert,
- den Städten und Landkreisen, die das Programm tragen, da es sich dabei um aktive Wirtschaftsförderung handelt,
- der Allgemeinheit, in dem es hilft, das Verkehrsaufkommen zu reduzieren und so Umweltbelastungen, Staus und Unfälle zu verringern.

Hierzu gehören folgende Einzelprojekte:

- Die Anschaffung von 10 Pedelecs (ist bereits erfolgt),
- der weitere Ausbau der Nutzung von Car-Sharing für Mitarbeiter/innen städtischer Dienststellen,
- die Einführung eines Jobtickets und die Unterstützung von entsprechenden Aktivitäten Darmstädter Unternehmen sowie
- die Durchführung von obligatorischen Spritsparkursen für städtische Angestellte, die Dienstfahrzeuge nutzen sowie ein öffentlich zugängliches Angebot.

Prognostizierte Minderung: Nicht abschätzbar

Zeitpunkt der Umsetzung: Laufende Umsetzung

7.3.2 Sonstiges

7.3.2.1 Nutzung von Öko-Strom

Nach einem Beschluss des Magistrats der Stadt Darmstadt sollen die städtischen Liegenschaften zukünftig mit Öko-Strom versorgt werden. Abhängig von der Energiequelle (Wasserkraft, Photovoltaik, nachwachsende Rohstoffe) können auch bei der Nutzung von Öko-Strom Luftschadstoffe freigesetzt werden.

Prognostizierte Minderung: Nicht abschätzbar, da die Energiequelle nicht immer bekannt ist.

Zeitpunkt der Umsetzung: Bereits in Umsetzung

7.3.2.2 Baustellenmanagement

Baustellen können insbesondere bei Abbruch- oder Schleifarbeiten einen zwar zeitlich begrenzten, aber hohen Beitrag zur Feinstaubsituation liefern. Dies hat im Jahr 2009 zu mehreren Überschreitungen des PM10-Tagesmittelwertes geführt, wodurch im Endeffekt der Kurzzeitmissionsgrenzwert nicht eingehalten werden konnte.

Zukünftig soll bei stadtinternen Ausschreibungen sowie bei Baugenehmigungen den Verantwortlichen ein Hinweisblatt betreffend den Einsatz partikelgeminderter Baumaschinen, der Feuchtreinigung von Betriebsstraßen und Verkehrsflächen bei Abbrucharbeiten, einer Geschwindigkeitsverringerung von Fahrzeugen auf Betriebsstraßen sowie der Abdeckung von Fahrzeugen, die mit Abbruchmaterial oder Sand beladen sind, an die Hand gegeben werden.

Prognostizierte Minderung: Nicht pauschal anzugeben; kann im Einzelfall aber sehr hoch sein.

Zeitpunkt der Umsetzung: Im Rahmen von Bauausführungen

7.3.2.3 Öffentlichkeitsarbeit

Neben den vorhandenen Angeboten ist ein „Neubürgerpaket“ vorgesehen. Es soll Zuzüglern und Eltern von Neugeborenen Informationen zu Mobilität im ÖPNV, Radverkehr, Car-Sharing u.s.w. bieten.

Prognostizierte Minderung: Aus dazu deutschlandweit durchgeführten Untersuchungen ergibt sich ein mögliches Einsparpotential von ca. 1,5 bis 2 % der Luftschadstoffe.

Zeitpunkt der Umsetzung: Im Frühjahr 2011; zusätzliche Marketing-Maßnahmen im regionalen Kontext geplant.

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 km² für ganz Deutschland dargestellt.

Für die weiteren Anteile wurden die aktuellen Messwerte der Stationen in Darmstadt und im Odenwald genutzt. Dabei wurden verwendet für

- ▶ den **Anteil grenzüberschreitender Ferneintrag** der Wert aus den Berechnungen des UBA für die Region Darmstadt,
- ▶ den **Anteil Zusatzbelastung regionaler Hintergrund** der Jahresmittelwert der ländlichen Station Fürth im Odenwald (abzüglich des Anteils Ferntransport),
- ▶ den **Anteil Zusatzbelastung städtischer Hintergrund** der Jahresmittelwert der Stadtstation Darmstadt am Woog (abzüglich dem Jahresmittelwert der ländlichen Station Fürth im Odenwald),
- ▶ den **Anteil Zusatzbelastung lokaler Verkehr** der Jahresmittelwert der verkehrsbezogenen Messstation Darmstadt-Hügelstraße (abzüglich dem Jahresmittelwert der Stadtstation Darmstadt).

7.4.1 Feinstaub

Die Feinstaubkonzentrationen sind seit Jahren rückläufig, auch wenn im Jahr 2009 noch an zwei Stellen in Hessen, darunter auch in Darmstadt, die Immissionsgrenzwerte nicht eingehalten werden konnten. In Darmstadt waren zumindest für sechs Überschreitungen des Tagesmittelwertes im Jahr 2009 nachweislich der Baustellenbetrieb in der Nähe der Messstation Darmstadt-Hügelstraße verantwortlich. Bei 41 gemessenen Überschreitungen des Tagesmittelwertes im Jahr 2009 wäre ohne diese Baustellen der Immissionsgrenzwert trotz der ungünstigeren meteorologischen Verhältnisse im Jahr 2009 gegenüber den Jahren 2007 und 2008 eingehalten worden. Die ergriffenen Maßnahmen zeigten Wirkung und auch der Kurzzeitgrenzwert für PM10 konnte im Jahr 2010 wieder eingehalten werden.

Abbildung 37 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 Darmstadt auf wie sie für 2005 berechnet bzw. am Beispiel der Hügelstraße 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

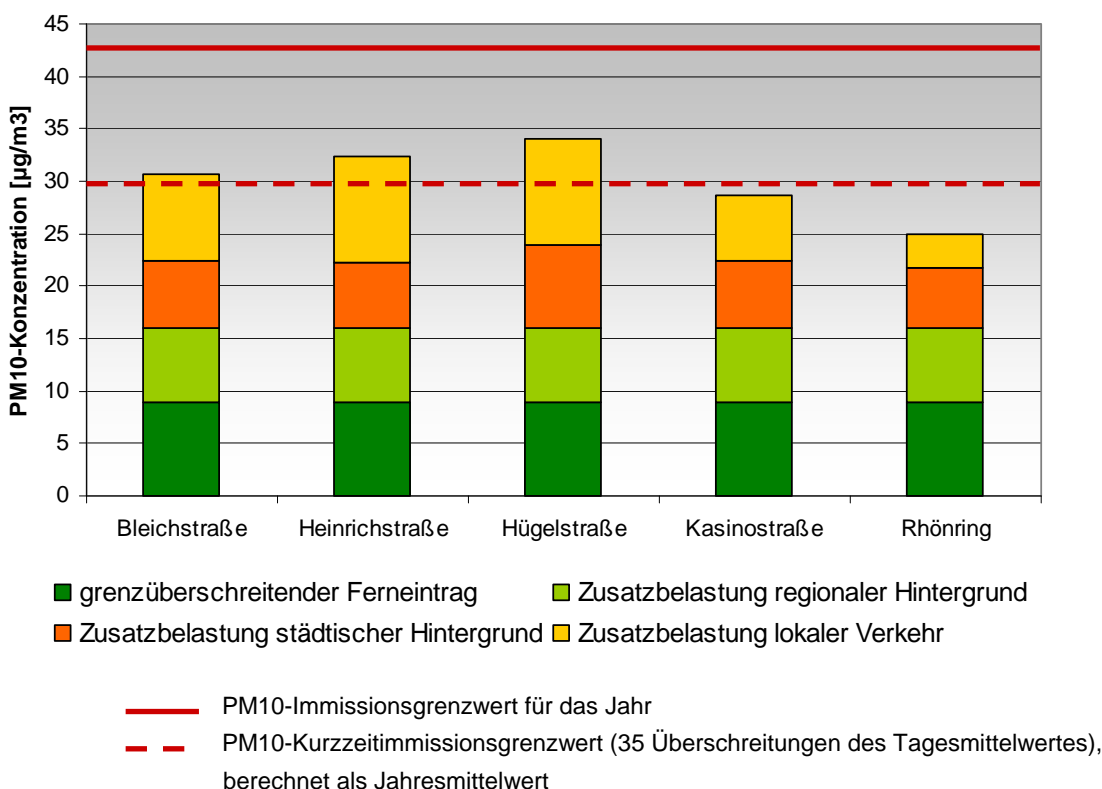


Abbildung 37: Beiträge zur PM10-Immissionsbelastung im Jahr 2005 in den kritischen Straßenzügen in Darmstadt (Hängelstraße gemessene Werte, ansonsten berechnete Werte)

Der hohe Anteil an grenzüberschreitendem Ferneintrag ist weder durch lokale noch durch nationale Maßnahmen zu beeinflussen. 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.

Da die städtische Zusatzbelastung ist beim Feinstaub ebenfalls im Wesentlichen durch den Verkehr geprägt (siehe Tabelle 5). Daher sind hier wie auch bei der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr durch die Kombination aus Maßnahmen auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene im Verkehrsbereich die höchsten Minderungswirkungen zu erwarten.

Neben den lokalen Maßnahmen wie dem Lkw-Durchfahrtsverbot, den diversen Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrsflusses und der Verkehrsvermeidung sowie der weiteren Umrüstung der städtischen Busse auf emissionsarme Standards wird die wesentliche Entlastung durch die abgesenkten Euronormen und den inzwischen serienmäßigen Einbau von Partikelfiltern erfolgen. Entsprechend den Prognosen eines gut 50 %igen Rückgangs der fahrzeugbedingten Verkehrsemissionen nach HBEFA 3.1, ist mit einem deutlichen Rückgang der verkehrsbedingten Belastung zu rechnen.

Prognose 2015

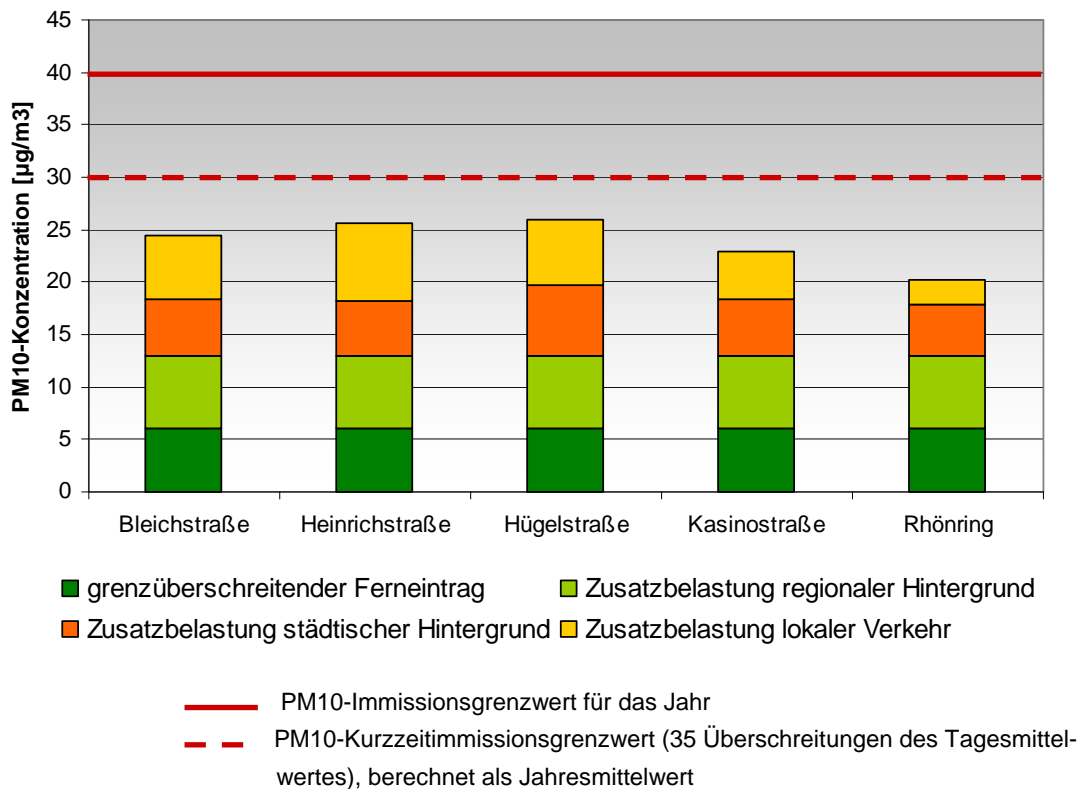


Abbildung 38: Prognose der Minderungswirkung auf die PM10-Immissionsbelastung im Jahr 2015 in den kritischen Straßenzügen in Darmstadt

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

7.4.2 Stickstoffoxide

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

Abbildung 39 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 Darmstadt auf wie sie für 2005 berechnet bzw. am Beispiel der Hügelstraße gemessen wurden.

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

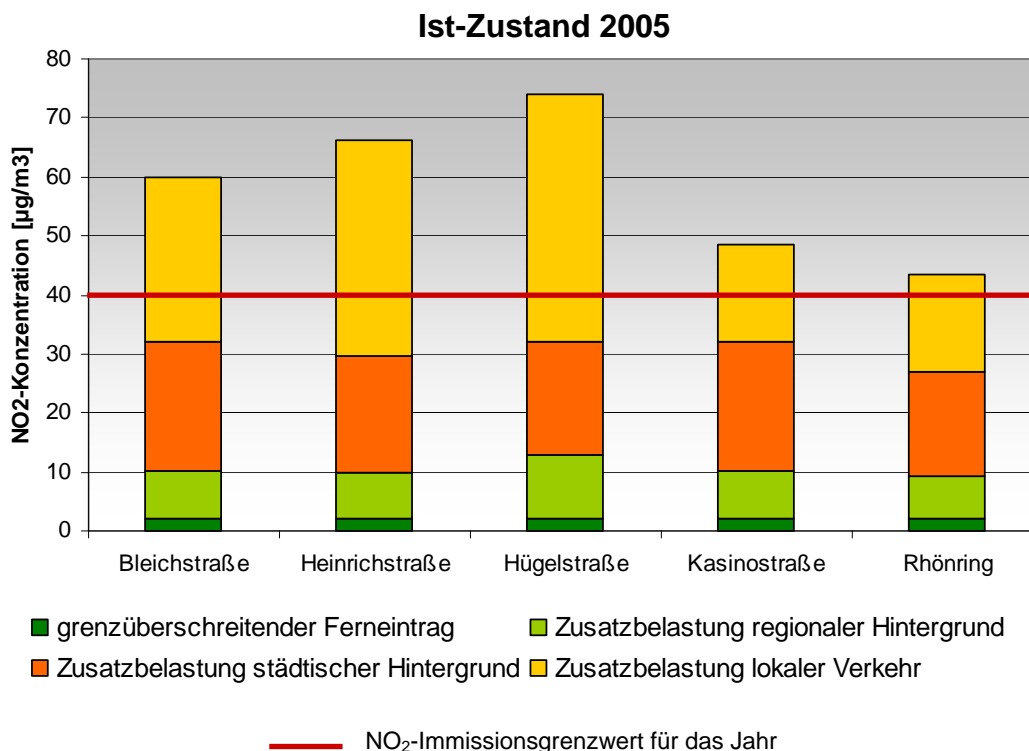


Abbildung 39: Beiträge zur NO₂-Immissionsbelastung im Jahr 2005 in den kritischen Straßenzügen in Darmstadt (Hügelstraße gemessene Werte, ansonsten berechnete Werte)

Abbildung 39 zeigt sehr deutlich, dass ein großer Teil des zulässigen Jahresmittelwertes bereits durch die Belastung aus dem regionalen bzw. städtischen Hintergrund ausgeschöpft wird. In den beiden am meisten vom Verkehr belasteten Straßen übertrifft die Zusatzbelastung aus dem lokalen Verkehr für sich allein genommen sogar nochmals die Summe aus der regionalen und städtischen Zusatzbelastung.

Im Vergleich zur PM₁₀-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 in der Hügelstraße den Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid einhalten zu können, müsste der Immissionsanteil der Zusatzbelastung aus dem lokalen Verkehrs von aktuell 38,1 µg/m³ NO₂ (Messwert Verkehrsstation von 65,4 µg/m³ abzüglich Messwert Station städtischer Hintergrund von 27,3 µg/m³, Stand auf 2010) auf ca. 12,5 µg/m³ sinken. Das würde einer Reduzierung um zwei Drittel entsprechen; der Verkehr müsste also auf ein Drittel reduziert werden, um den Immissionsgrenzwert von NO₂ einhalten zu können. Eine solche Maßnahme wäre unverhältnismäßig.

Neben den entsprechenden lokalen Maßnahmen in Darmstadt wird vor allem die Einführung der Euro-6/VI-Norm für Fahrzeuge (siehe Maßnahme 7.1.1.) die NO_x- aber insbesondere auch die NO₂-Emissionen zumindest längerfristig soweit vermindern, dass mit einer Einhaltung des Immissionsgrenzwertes bis ca. 2020 gerechnet werden kann.

Bis zum Jahr 2015 ist jedoch nicht mit einer Einhaltung des NO₂-Immissionsgrenzwertes an allen betroffenen Straßenzügen in Darmstadt zu rechnen. Das ifeu-Institut hat für verschiedene

Städte in Baden-Württemberg berechnet, wie sich die Immissionskonzentrationen bis 2015 bzw. 2020 durch die sich verbessernden Emissionsstandards für Fahrzeuge entwickeln werden [27]. Danach nehmen die NO₂-Konzentrationen im städtischen Hintergrund im Zeitraum 2008 bis 2015 um 28-37 % und die NO₂-Konzentrationen an Verkehrsschwerpunkten im gleichen Zeitraum um 20-25 % ab.

Ausgehend von einem Rückgang des Ferneintrags inkl. der regionalen Hintergrundbelastung um 27,3 % nach UBA-Prognose für 2015, wird der Anteil der städtischen Zusatzbelastung aus der Trendentwicklung der Messwerte der Stationen Darmstadt abgeschätzt. Gemäß der Trendentwicklung von NO₂ an der Stadtstation Darmstadt wird sich die Immissionskonzentration bis zum Jahr 2015 gegenüber dem Jahr 2005 um ca. 34 % vermindern. Der doch relativ starke Rückgang entspricht den auch vom ifeu-Institut berechneten Prognosen für die Entwicklung der Hintergrundbelastung in verschiedenen baden-württembergischen Städten bis zum Jahr 2015.

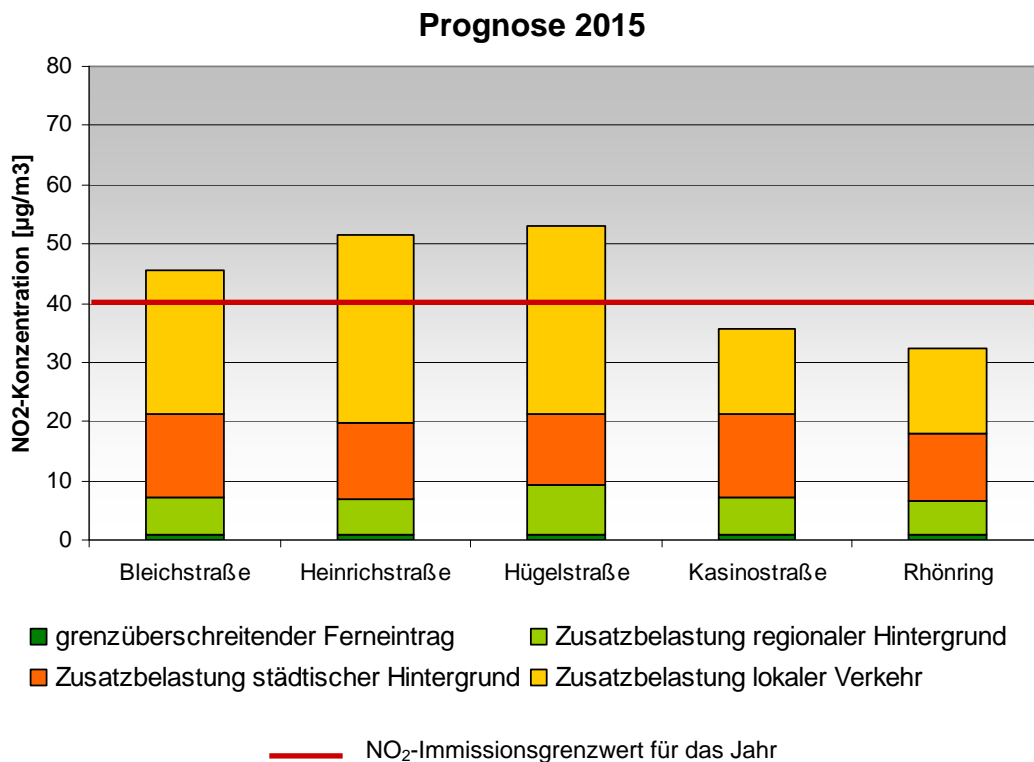


Abbildung 40: Prognose der Minderungswirkung auf die NO₂-Immissionsbelastung im Jahr 2015 in den kritischen Sträßenzügen in Darmstadt

Auch die Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr wird sich weiter verringern, jedoch nicht ganz so schnell wie bei Feinstaub. Nach den Berechnungen auf der Grundlage der Emissionsfaktoren für NO_x und NO₂ für das Jahr 2015 kommt es in der Stadt Darmstadt (siehe Abbildung 31) zu einer Reduzierung des NO_x-Ausstoßes von 22,1 % und des direkten NO₂-Ausstoßes von knapp 9 %. Diese Hochrechnungen beziehen sich ausschließlich auf die Entwicklung der Abgasemissionen der Fahrzeuge aufgrund der fortschreitenden Euronormen. Aufgrund der Maßnahmen, die die Stadt Darmstadt zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens ergreifen will (Maßnahmen nach 7.3.1), wird von einer zusätzlichen Reduzierung der Luftschadstoffemissionen bei Stickstoffoxiden um 11,6 % ausgegangen.

Die Prognose zeigt, dass bis zum Jahr 2015 die Immissionsgrenzwerte für NO₂ zumindest an den drei am höchsten belasteten Sträßenzügen in Darmstadt voraussichtlich zwar nicht eingehalten werden, aber doch deutlich reduziert werden können.

8 Behandlung der Einwendungen

In der Zeit vom 15. November bis 29. Dezember 2010 sind zu dem Planentwurf zwei Schreiben aus der Öffentlichkeit eingegangen, die von den Verfassern ausdrücklich als Anregungen bzw. Anmerkungen gekennzeichnet waren.

Sofern es sich um Missverständnisse in Folge nicht unklarer oder zu kurz gefasster Beiträge handelte, wurden die entsprechenden Textpassagen eindeutiger gefasst. Auf die Anregungen wird im Folgenden eingegangen:

Aufstellung einer zusätzlichen Messstation:

Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens und der Nähe zur Autobahn wird vorgeschlagen, im Bereich der Kreuzung Rheinstraße / Berliner Allee eine zusätzliche Luftmessstation aufzustellen, da eine schlechtere Luftqualität vermutet wird, als im Bereich der Messstation Hügelstraße.

Tatsächlich ist das Verkehrsaufkommen im Bereich der Kreuzung Rheinstraße / Berliner Allee hoch. Das bedeutet jedoch nicht automatisch, dass auch die Luftqualität in diesem Bereich besonders schlecht ist. Die Straßenkreuzung ist aufgrund der breit angelegten Straßen mit jeweils mehreren Fahrspuren sehr ausgedehnt. Die Bebauungssituation an den Ecken ist geprägt durch einzelne große Gebaue, die teilweise etwas zurückversetzt an der Straße stehen und von unterschiedlicher Höhe sind (Autohaus, Hotel etc.). Aufgrund der Straßen- bzw. Kreuzungsbreite, der eher lockeren Bebauung in den Randbereichen, die darüber hinaus nur teilweise höher sind und dem Verlauf der Rheinstraße in West-Ost-Richtung – der Hauptwindrichtung in Darmstadt –, kann der Kreuzungsbereich gut durchlüftet werden. Damit ist die Wahrscheinlichkeit einer Anreicherung der verkehrsbedingten Abgase und einer Überschreitung von Immissionsgrenzwerten eher gering. Messungen an Autobahnen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von über 70.000 Fahrzeugen, darüber hinaus mit einem hohen Lkw-Anteil, belegen, dass bei guter Durchlüftung die Immissionsgrenzwerte trotz allem deutlich unterschritten werden.

Ausbau von Car-Sharing:

Es wird gefordert, Stellplätze für Car-Sharing-Fahrzeuge im öffentlichen Straßenraum z. B. durch Straenteilflachen-Entwidmungs-Verfahren einzurichten.

Entwidmungsverfahren sind grundsätzlich sehr aufwändige Verfahren. Um Stellflächen für Car-Sharing-Fahrzeuge zu erhalten, besteht die weit einfachere Möglichkeit, Stellplätze z. B. auf privaten städtischen Grundstücken einzurichten.

Konkretisierung des Nutzens der (lokalen) Maßnahmen:

Es wird gefordert, die lokalen Maßnahmen um den absoluten Minderungseffekt hinsichtlich der Immissionsminderung zu ergänzen, den finanziellen Aufwand zu quantifizieren und die Auswirkungen auf die Anzahl der betroffenen Personen vor Ort zu berücksichtigen.

Bei vielen Maßnahmen wurde versucht, die Minderungswirkung abzuschätzen. Dazu wurden umfangreiche Verkehrsuntersuchungen durchgeführt wie aus Abbildung 23 ersichtlich wird. Sofern möglich, wurden die Maßnahmen auch mit konkreten Umsetzungszeitpunkten versehen (z. B. die Sanierung von Straßen). Um jedoch den absoluten Minderungseffekt der Maßnahmen auf die Situation vor Ort ermitteln zu können, wären an allen Punkten, an denen Maßnahmen

umgesetzt werden sollen, mindestens halbjährige Messungen der vorhandenen Immissionskonzentrationen der Luftschadstoffe vor der Umsetzung als auch nach der Umsetzung der Maßnahme erforderlich. Unter dem Aspekt, dass z. B. bereits eine PM10- und NO₂-Messung für die Dauer eines Jahres ca. 25.000 € kosten und dies an einer Vielzahl von Stellen nötig wäre, wird von einer detailgenauen Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen Abstand genommen, da der Aufwand in keinem Verhältnis zum Ergebnis stünde.

Die Minderungswirkung ist von vielen Einzelfaktoren abhängig, die im Vorfeld nur sehr vereinfacht berücksichtigt werden können. So wurden Emissionsminderungen bei Fahrzeugen auf eine bestimmte Zusammensetzung des Verkehrs berechnet, die zwar in dieser Form tatsächlich durch Verkehrszählungen ermittelt wurde, bei der aber nicht abzusehen ist, ob sie tatsächlich so bleibt. Baustellen, Konjunkturerinbrüche bzw. Jahre mit Hochkonjunktur können z. B. gerade die Anzahl an zulässigen Lkw in Darmstadt deutlich vermindern bzw. erhöhen, was aber wiederum starken Einfluss auf die Berechnungsergebnisse hat.

Viele der „weichen“ Maßnahmen wie z. B. das Mobilitätsmanagement zielen auf eine sukzessive Veränderung im Verhalten des Einzelnen. Auch hier wurde versucht eine Abschätzung der Minderungswirkung vorzunehmen. Da sich aber Verhaltensänderungen nur schwer vorhersagen lassen, können diese Zahlen nur einen Anhalt dafür geben, was ggf. mit diesen Maßnahmen erzielbar wäre.

Die Benennung der für die Umsetzung der Maßnahmen notwendigen Mittel wäre – zumindest in Teilbereichen – zwar möglich, würde aber einen hohen Aufwand für die Ermittlung der aus allen Bereichen resultierenden Maßnahmen bedeuten. Die Angabe der Kosten von Maßnahmen, die im Vorfeld vielleicht zunächst nur überschlägig ermittelt wurden, führt leicht zu Diskussionen, die im Rahmen der Luftreinhalteplanung nicht zielführend ist.

Eine Analyse der Anwohnerdichte als Grundlage für eine priorisierte Vorgehensweise ist im Sinne der Luftreinhaltung durchaus sinnvoll, kann jedoch unter anderen Aspekten falsch sein. So wäre eine Straßensanierung in Bereichen mit hoher Anwohnerdichte für die Verbesserung des Verkehrsflusses und der damit verbundenen Verringerung verkehrsbedingten Emissionen sinnvoll. Die Sanierung einer Straße mit lediglich geringer Einwohnerdichte kann aber wichtiger werden, wenn die Gefahr besteht, dass ohne unmittelbare Sanierung der Straßenunterbau so stark in Mitleidenschaft gezogen wird, dass die Straße komplett erneuert werden müsste, wofür die Mittel aber nicht ausreichen. Die damit verbundenen Gefahren für Auto-, Motorrad- oder Fahrradfahrer sind gewichtige Faktoren und müssen bei derartigen Maßnahmen ebenfalls mit berücksichtigt werden. Aber, soweit möglich, wird bei der Umsetzung von Maßnahmen die Anzahl von betroffenen Personen berücksichtigt.

9 Gründe und Erwägungen, auf denen die Entscheidung beruht

In fünf Straßenzügen in Darmstadt ist derzeit mit Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von Stickstoffdioxid (NO_2) zu rechnen. Dagegen besteht lediglich an der Hügel- und der Heinrichstraße die Gefahr, dass die Grenzwerte von Feinstaub (PM_{10}) berschritten werden, wobei die vergangenen Jahre gezeigt haben, dass ohne den Einfluss benachbarter Bauarbeiten auch diese eingehalten werden können. Das größte lufthygienische Problem in Darmstadt besteht in den teilweise sehr hohen Stickstoffdioxidkonzentrationen in Straßenschluchten.

Stickstoffoxide (NO_x) entstehen bei der Verbrennung insbesondere fossiler Brennstoffe. Das dabei zunächst überwiegend entstehende Stickstoffmonoxid (NO) wandelt sich mit Luftsauerstoff zu Stickstoffdioxid (NO_2) um. Die Summe aus beiden Luftschadstoffen wird als Stickstoffoxide (NO_x) bezeichnet, wobei das NO nach einer bestimmten Formel als 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. Obwohl in Darmstadt Industrieanlagen in nennenswertem Umfang angesiedelt sind, tragen sie doch nur in geringem Teil zur Belastung bei. Ihr Anteil an den Stickstoffoxidemissionen liegt mit ca. 17 % noch unterhalb des Anteils der Gebäudeheizungen in Höhe von ca. 20 %. Aufgrund der Quellhöhe können sich die industriebedingten Abgase und – in gewissen Grenzen – auch die Emissionen der Gebäudeheizungen mit der freien Luftströmung sehr schnell verteilen und tragen damit zur Immissionsbelastung vor Ort nur noch mit ca. 2 bis 5 % bei. Die verkehrsbedingten Abgase dagegen werden in geringer Höhe emittiert und können sich vor allem in Straßenschluchten sehr schnell anreichern. Der Anteil des Verkehrs an den Stickstoffoxidemissionen ist mit ca. 63 % geringer als ihr Anteil an der Immissionssituation, der bei 70 % 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. Schwere Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse) stoßen dabei im Schnitt das 8- bis 20fache eines Diesel-Pkw der gleichen Euronorm an Stickstoffoxiden aus.

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz sieht eine Festlegung von Maßnahmen entsprechend dem Verursacheranteil vor. Demnach kommt Maßnahmen im Verkehrsbereich eine besondere Bedeutung zu. Die bereits im Jahr 2006 im Rahmen des Aktionsplans Darmstadt 2005 ergriffenen Maßnahmen wie das Lkw-Transitfahrverbot und das Lkw-Nachtfahrverbot haben die Feinstaubkonzentration in den letzten Jahren soweit sinken lassen, dass die Feinstaubgrenzwerte eingehalten werden konnten. Zusammen mit neuen Maßnahmen zum Baustellenmanagement soll zukünftig eine Einhaltung dieser Grenzwerte sicher gewährleistet werden.

Doch allein mit lokalen Maßnahmen kann die Stadt Darmstadt die Belastung mit Stickstoffdioxid kaum verringern. Aufgrund des hohen Anteils des Verkehrs an der Luftschadstoffbelastung käme lediglich eine teilweise oder vollständige Sperrung der Stadt als wirksame Maßnahme in Betracht, die aber nicht umgesetzt werden kann, da sie unverhältnismäßig wäre. Zur Vermeidung von privaten Fahrten in und nach Darmstadt wurden verschiedene Maßnahmen zur weiteren Verbesserung des ÖPNV-Angebots, der Ausbau des Radwegenetzes und zum Mobilitätsmanagement aufgenommen, die für sich allein betrachtet jedoch nur einen kleinen Beitrag zur Verbesserung der NO_2 -Belastung liefern können.

Um die Abgasemissionen der Fahrzeuge auf ein Mindestmaß zu beschränken, sind darüber hinaus nicht nur lokal für Darmstadt, 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_x-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 Darmstadt, aber doch eine Reihe, den Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid voraussichtlich einhalten werden können. Aber in den ausgeprägten Straßenschluchten wie der Hügelstraße oder in Bereichen der Bleichstraße 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 11. August 2010 (BGBl. I, S. 1163)
- [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 2008, Hessisches Statistisches Landesamt, www.statistik-hessen.de
- [11] Deutscher Wetterdienst, Das Bioklima in der Bundesrepublik Deutschland (Zeitraum: 1971 – 2000), 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

- [15] Fünfte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Emissionskataster 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. 1 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 1. BImSchV – Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 490), geändert durch Verordnung vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38)
- [20] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) – vom 24. Juli 2002 (GMBI. I S. 511)
- [21] 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)
- [22] 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)
- [23] 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)
- [24] Kraftfahrzeugbundesamt,
http://www.kba.de/cln_016/nn_124832/DE/Presse/PressemitteilungenStatistiken/Fahrzeugzulassungen/n_11_09_pm_text.html; abgerufen am 4. Dezember 2009
- [25] 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
- [26] Umweltatlas Hessen, <http://www.umwelt.hessen.de>
- [27] F. Dünnebeil, U. Lambrecht, A. Schacht, C. Kessler: Auswirkungen zukünftiger NO_x- und NO₂-Emissionen des Kfz-Verkehrs auf die Luftqualität in hoch belasteten Straßen in Baden-Württemberg, ifeu-Institut für Energie und Umweltforschung GmbH, Heidelberg Februar 2010
- [28] http://www1.adac.de/Auto_Motorrad/Umwelt/default/default.asp; abgerufen am 28. Dezember 2009

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 Luftschadstoff, 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 PM₁₀ und NO₂ für das Jahr 2010, Ballungsraum Rhein-Main
- Abbildung 9: Luftmessstationen in Hessen (Stand: Januar 2009)
- Abbildung 10: Lage der Luftmessstationen in Darmstadt (Detailangaben siehe Kapitel 11.4)
- Abbildung 11: Lage der Luftmessstationen in Frankfurt am Main
- 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 (SO₂)
- Abbildung 16: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Benzol
- 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
- Abbildung 19: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Stickstoffoxiden (NO₂ + NO, gerechnet als NO₂ = NO_x)
- Abbildung 20: Entwicklung der Luftschadstoffbelastung mit Stickstoffdioxid (NO₂)
- Abbildung 21: Räumliche Struktur der NO_x-Emissionen (Summe von NO + NO₂, angegeben als NO₂) im Ballungsraum Rhein-Main
- Abbildung 22: Räumliche Struktur der PM₁₀-Emissionen im Ballungsraum Rhein-Main
- Abbildung 23: Zurückgelegte Entfernung mit deutschen und ausländischen Lastkraftfahrzeugen (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)
- Abbildung 24: Standorte der Messstellen für Verkehrszählungen
- Abbildung 25: Entwicklung der PM₁₀- und NO_x-Emissionen im Ballungsraum Rhein-Main und in der Stadt Darmstadt in den Jahren 2000 bis 2008

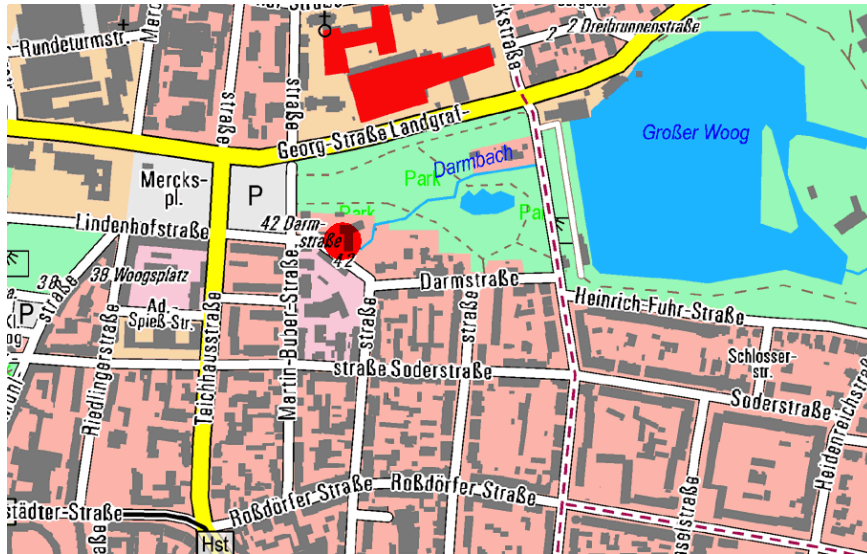
- Abbildung 26: Vergleich der Emissionsgrenzwerte nach Euronormen mit den für den realen Betrieb ermittelten Emissionen (Emissionsfaktoren) für PM₁₀ und NO_x von Diesel-Pkw für die durchschnittliche Verkehrssituation innerorts, HBEFA 3.1, Bezugsjahr 2010 [13]
- Abbildung 27: Neuzulassungen von Personenwagen im Jahresverlauf 2007 bis 2009 (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt [24])
- Abbildung 28: Bereich der Lkw-Fahrverbote (Durchfahrts- und Nachtfahrverbot) in Darmstadt innerhalb der violett markierten Grenze
- Abbildung 29: Mittlere NO₂- und NO-Emissionsfaktoren für Pkw im Innerortsverkehr, HBEFA 3.1, Bezugsjahr: 2010
- Abbildung 30: Mittlere NO₂- und NO-Emissionsfaktoren für Lkw und Busse im Innerortsverkehr, HBEFA 3.1, Bezugsjahr: 2010
- Abbildung 31: Prognose der Stickstoffoxid- und Stickstoffdioxidemissionen in der Stadt Darmstadt für eine mittleren Innerortssituation für die Bezugsjahre 2010 bis 2020; HBEFA 3.1
- Abbildung 32: Durchschnittliche Emissionsfaktoren für Linienbusse innerorts, HBEFA 3.1, Bezugsjahr 2010
- Abbildung 33: Für eine Versatzzeitoptimierung und Einführung einer verkehrsadaptiven Netzsteuerung vorgesehene Ampelnetz
- Abbildung 34: Emissionsverhalten von Fahrzeugen bei unterschiedlicher Durchlässigkeit des Verkehrs; HBEFA 3.1; Hauptverkehrsstraße, Geschwindigkeitsbeschränkung 50 km/h; Bezugsjahr 2010
- Abbildung 35: Minderungswirkung der unterschiedlichen Durchlässigkeiten des Verkehrs am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Neckarstraße; Bezugsjahr 2010
- Abbildung 36: Straßensanierungsmaßnahmen in Darmstadt
- Abbildung 37: Beiträge zur PM₁₀-Immissionsbelastung im Jahr 2005 in den kritischen Straßenzügen in Darmstadt (Hügelstraße gemessene Werte, ansonsten berechnete Werte)
- Abbildung 38: Prognose der Minderungswirkung auf die PM₁₀-Immissionsbelastung im Jahr 2015 in den kritischen Straßenzügen in Darmstadt
- Abbildung 39: Beiträge zur NO₂-Immissionsbelastung im Jahr 2005 in den kritischen Straßenzügen in Darmstadt (Hügelstraße gemessene Werte, ansonsten berechnete Werte)
- Abbildung 40: Prognose der Minderungswirkung auf die NO₂-Immissionsbelastung im Jahr 2015 in den kritischen Straßenzügen in Darmstadt

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 2009 im Ballungsraum Rhein-Main
Tabelle 4:	Berechnete Anteile der verschiedenen Emittenten an (berechneten) Jahresmittelwerten von NO ₂
Tabelle 5:	Berechnete Anteile der verschiedenen Emittenten an (berechneten) Jahresmittelwerten von PM10
Tabelle 6:	Vergleich der gemessenen Jahresmittelwerte 2005 mit der modellierten Gesamtbelastung für das Bezugsjahr 2005
Tabelle 7:	Übersicht der bislang landesweit erstellten Emissionserhebungen
Tabelle 8:	Emissionsbilanz von NO _x (Summe von NO und NO ₂ , angegeben als NO ₂)
Tabelle 9:	Emissionsbilanz von PM10
Tabelle 10:	Aufteilung der Industrieemissionen der Stadt Darmstadt 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 _x und NO ₂ innerorts nach HBEFA 3.1 für das Bezugsjahr 2010 [13]
Tabelle 14:	Ergebnisse der Verkehrszählungen über die Zähl Schleife in der Hügelstraße
Tabelle 15:	Übersicht über die geltenden Abgasnormen der EU
Tabelle 16:	Zukünftige Abgasnorm

11.4 Beschreibung der Luftmessstationen

11.4.1 Luftmessstation Darmstadt



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für
Bodenmanagement und Geoinformation

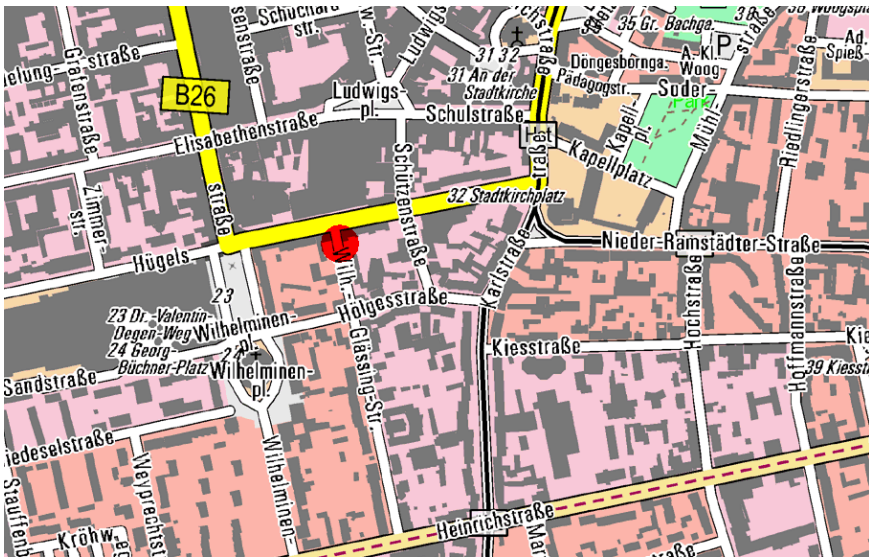
Beschreibung:

Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	städtischer Hintergrund
EU-Code:	DEHE001
Gemeinde:	Darmstadt
Straße:	Rudolf-Müller-Anlage
Rechtswert:	3475965
Hochwert:	5526257
Längengrad:	8°39'52,63"
Breitengrad:	49°52'20,29"
Höhe über NN:	158
Lage:	Innenstadt, Wohnbezirk
Messzeitraum:	seit 1977

Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	1977
Kohlenmonoxid	1977
Stickstoffmonoxid	1977
Stickstoffdioxid	1977
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	-
Ozon	1984
Feinstaub PM10	2000
Windrichtung	2003
Windgeschwindigkeit	2003
Temperatur	2003
Relative Luftfeuchte	2003
Luftdruck	2003
Globalstrahlung	-

11.4.2 Luftmessstation Darmstadt-Hügelstraße



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für
Bodenmanagement und Geoinformation

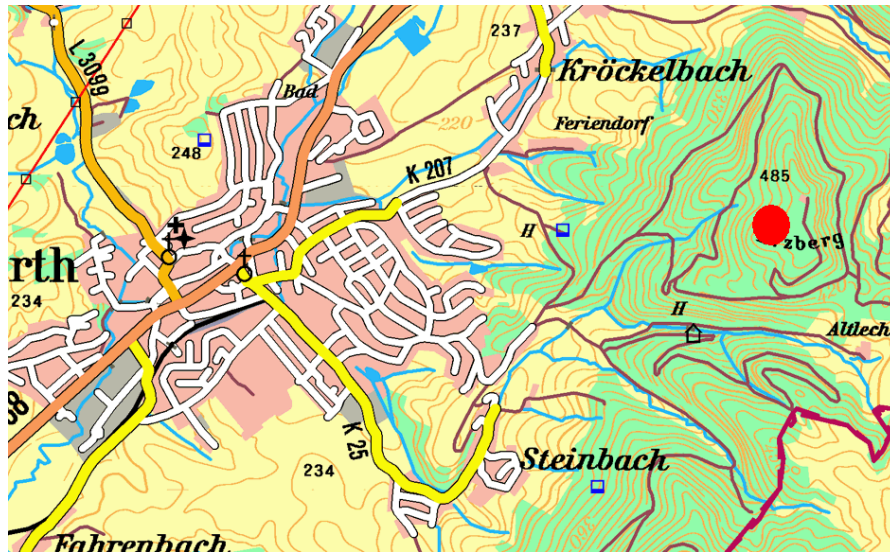
Beschreibung:

Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Verkehr
EU-Code:	DEHE040
Gemeinde:	Darmstadt
Straße:	Hügelstraße
Rechtswert:	3475182
Hochwert:	5525944
Längengrad:	8°39'13,51"
Breitengrad:	49°52'10,04"
Höhe über NN:	158
Lage:	Innenstadt, Straßenschlucht
Messzeitraum:	seit 1994

Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	-
Kohlenmonoxid	1994
Stickstoffmonoxid	1994
Stickstoffdioxid	1994
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	1999
Ozon	-
Feinstaub PM10	2001
Windrichtung	-
Windgeschwindigkeit	-
Temperatur	-
Relative Luftfeuchte	-
Luftdruck	-
Globalstrahlung	-
Niederschlag	-

11.4.3 Luftmessstation Fürth im Odenwald



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für
Bodenmanagement und Geoinformation

Beschreibung:

Gebiet:	Südhessen
Standortcharakter:	ländlicher Raum
EU-Code:	DEHE028
Gemeinde:	Fürth im Odenwald
Straße:	-
Rechtswert:	3486878
Hochwert:	5501879
Längengrad:	8°49'2,10"
Breitengrad:	49°39'12,46"
Höhe über NN:	484
Lage:	Wald, Mittelgebirge
Messzeitraum:	seit 1987

Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	-
Kohlenmonoxid	-
Stickstoffmonoxid	1987
Stickstoffdioxid	1987
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	-
Ozon	1987
Feinstaub PM10	2003
Windrichtung	1987
Windgeschwindigkeit	1987
Relative Feuchte	1987
Temperatur	1987
Luftdruck	1990
Globalstrahlung	1987
Niederschlag	1987

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

Stadt / Gemeinde	Fläche [km ²]	Landkreis	Einwohnerzahl (Stand: 30.09.2009)	Einwohner je km ²
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 Tau- nus	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 Tau- nus, 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 m^3 ; $10^{-6} \text{ g}/\text{m}^3$
μm	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
BBM	Betriebliches Mobilitätsmanagement
BGA	Bundesgesundheitsamt
BGBI	Bundesgesetzblatt
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BTX	Benzol, Toluol, Xylol
C_6H_6	Benzol
Cd	Cadmium / Kadmium
CO	Kohlenmonoxid
DIN	Deutsches Institut für Normung
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG/EU	Europäische Gemeinschaften / Europäische Union
GMBI	Gemeinsames Ministerialblatt
GVBI	Gesetz- und Ordnungsblatt für das Land Hessen
GW	Grenzwert
HLSV	Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
HMUDELV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
JM	Jahresmittelwert
Kfz	Kraftfahrzeug
L-Bus	Linienbus
LAI	Bund / Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
LNF	leichte Nutzfahrzeuge
LRP	Luftreinhalteplan
max. 8-h-Wert	höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages aus stündlich gleitenden 8-Stunden-Mittelwert
mg/m^3	Milligramm (1 tausendstel Gramm) pro Kubikmeter (m^3)
MiD	Studie „Mobilität in Deutschland“

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mikrogramm (1 millionstel Gramm) pro Kubikmeter (m^3)
MIV	Motorisierter Individualverkehr (i. d. R. Privat-Pkw)
NH_3	Ammoniak
NH_4^+	Ammonium
Ni	Nickel
NO	Stickstoffmonoxid
NO_2	Stickstoffdioxid
NO_3^-	Nitrat
NO_x	Stickstoffoxide bzw. Stickstoffoxide (Summe NO + NO_2 , angegeben als NO_2)
O_3	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 (Lkw ab 3,5 t oder Busse), wobei hier im Wesentlichen schwere Lkw damit bezeichnet und Busse extra aufgeführt werden
SO_2	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