

# Luftreinhalteplan Fulda



## **Impressum**

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

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

**Druck:** HMUELV

**Titelbild:** Dr. Mang

**Kartengrundlagen:** Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen des Luftreinhalteplanes</b>	<b>6</b>
1.1	Rechtsgrundlage und Aufgabenstellung	6
1.2	Zuständige Behörden	7
1.3	Öffentlichkeitsbeteiligung	7
<b>2</b>	<b>Allgemeine Informationen zum Gebiet</b>	<b>8</b>
2.1	Abgrenzung des Gebietes Mittel- und Nordhessen	8
2.2	Landkreis Fulda	9
2.3	Stadt Fulda	10
	<i>2.3.1 Naturräumliche und orographische Gliederung</i>	<i>11</i>
	<i>2.3.2 Charakterisierung des Klimas</i>	<i>12</i>
	<i>2.3.3 Einwohner, Arbeitsplätze und Flächennutzung</i>	<i>14</i>
	<i>2.3.4 Verkehrsstruktur</i>	<i>15</i>
	<i>2.3.5 Standort der Luftmessstationen</i>	<i>17</i>
<b>3</b>	<b>Art und Beurteilung der Verschmutzung</b>	<b>20</b>
3.1	Auslösende Kriterien für die Erstellung des Planes	20
3.2	Verursacher und Verhalten von Luftschadstoffen	21
3.3	Beurteilung der Luftqualität aufgrund von Messungen	22
	<i>3.3.1 Entwicklung der allgemeinen Schadstoffbelastung in Fulda</i>	<i>23</i>
	<i>3.3.2 Entwicklung der Immissionsbelastung bei den Stickoxiden (NO und NO<sub>2</sub>)</i>	<i>24</i>
	<i>3.3.3 Analyse auf Basis der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen</i>	<i>25</i>
	<i>3.3.4 Analyse auf der Basis der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen</i>	<i>26</i>
	<i>3.3.5 Jahresgänge von NO und NO<sub>2</sub></i>	<i>29</i>
	<i>3.3.6 Wochengang von NO<sub>2</sub></i>	<i>31</i>
3.4	Analyse auf Basis von der Ausbreitungsrechnungen	32
	<i>3.4.1 Aufgabenstellung und verwendete Rechenmodelle</i>	<i>32</i>
	<i>3.4.2 Grenzüberschreitender Transport von NO<sub>2</sub></i>	<i>32</i>
	<i>3.4.3 Regionaler Hintergrund von NO<sub>2</sub></i>	<i>33</i>
	<i>3.4.4 Berechnung der Immissionskonzentrationen unter Berücksichtigung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung</i>	<i>35</i>
3.5	Bewertung der Belastungssituation	37
3.6	Betroffenheit der Bevölkerung	37
<b>4</b>	<b>Ursprung der Verschmutzung</b>	<b>40</b>
4.1	Liste der wichtigsten Emittenten	40
4.2	Gesamtmenge der Emissionen	40
<b>5</b>	<b>Analyse der Lage</b>	<b>43</b>

5.1	Analyse der Industrie-Emissionen	43
5.2	Analyse der Gebäudeheizungs-Emissionen	44
5.3	Analyse der Verkehrs-Emissionen	45
	5.3.1 Allgemeines	45
	5.3.2 Verkehr in Fulda	47
<b>6</b>	<b>Angaben zu bereits durchgeführten Maßnahmen</b>	<b>50</b>
6.1	Maßnahmen zur Emissionsminderung	50
	6.1.1 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Industrie	51
	6.1.2 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Gebäudeheizung	51
	6.1.3 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Kfz-Verkehr	51
	6.1.3.1 Verbesserung der Emissionsstandards von Fahrzeugen (Europa)	51
	6.1.3.2 Fördermaßnahmen zur schnelleren Erneuerung der Fahrzeugflotte (Deutschland)	52
	6.1.4 Erhaltung und Modernisierung des Gleisanschlusses im Industriegebiet „Eisweiher“ (Stadt Fulda)	53
<b>7</b>	<b>Geplante Maßnahmen</b>	<b>54</b>
7.1	Europäische Maßnahmen	54
	7.1.1 Einführung neuer Abgasstandards	54
7.2	Nationale Maßnahmen	57
	7.2.1 Industrie	57
	7.2.1.1 Verschärfung von Emissionsgrenzwerten	57
	7.2.2 Verkehr	57
	7.2.2.1 Aktive Förderung des Partikelfiltereinbaus	57
7.3	Lokale Maßnahmen	58
	7.3.1 Verkehr	58
	7.3.1.1 Brennpunkt Leipziger Straße	58
	7.3.1.2 Brennpunkt Frankfurter Straße	61
	7.3.1.3 Brennpunkt Petersberger Straße	62
	7.3.1.4 Öffentlicher Nahverkehr	66
	7.3.1.5 Ausbau des Radverkehrsnetzes	69
	7.3.2 Industrie	70
7.4	Prognose	70
<b>8</b>	<b>Gründe und Erwägungen für die Entscheidung</b>	<b>73</b>
<b>9</b>	<b>Literatur</b>	<b>75</b>
<b>10</b>	<b>Anhänge</b>	<b>77</b>
10.1	Begriffsbestimmungen	77
10.2	Abbildungsverzeichnis	78
10.3	Tabellenverzeichnis	80

10.4	Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Gebiet Mittel- und Nordhessen	81
10.5	Beschreibung der Luftmessstationen	84
	10.5.1 <i>Luftmessstation Fulda (nicht mehr in Betrieb)</i>	84
	10.5.2 <i>Luftmessstation Fulda-Mitte</i>	85
	10.5.3 <i>Luftmessstation Fulda-Petersberger Straße</i>	86
	10.5.4 <i>Luftmessstation Grebenau</i>	87
	10.5.5 <i>Luftmessstation Wasserkuppe</i>	88
10.6	Abkürzungsverzeichnis	89

Stand: Juni 2010

# 1 Grundlagen des Luftreinhalteplanes

## 1.1 Rechtsgrundlage und Aufgabenstellung

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt hat die Europäische Gemeinschaft am 27. September 1996 die Richtlinie 96/62/EG des Rates über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität [1] (Luftqualitätsrahmenrichtlinie) verabschiedet.

Mit der Verabschiedung der 1. und 2. Tochterrichtlinie [2, 3] zur Luftqualitätsrahmenrichtlinie vom 22. April 1999 und 16. November 2000 wurden definierte Grenzwerte für eine Reihe von Luftschadstoffen festgelegt, die ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr überschritten werden sollen.

Die aufgeführten Richtlinien wurden im Bundes-Immissionsschutzgesetz [4] in der 22. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV [5]) in deutsches Recht umgesetzt.

Die Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft legt für die Stoffe Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), Partikel (PM<sub>10</sub>), Blei, Benzol und Kohlenmonoxid (CO) Immissionsgrenzwerte fest, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten werden sollen.

Schadstoff	Kenngröße	Einheit	Grenzwert (Anzahl zulässiger Überschreitungen pro Jahr)	gültig seit	Schutzziel
SO <sub>2</sub>	1-h-Wert	µg/m <sup>3</sup>	350 (24-mal)	2005	Gesundheit
	24-h-Wert	µg/m <sup>3</sup>	125 (3-mal)	2005	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	20	2001	Ökosystem <sup>1)</sup>
	Wintermittel <sup>2)</sup>	µg/m <sup>3</sup>	20	2001	Ökosystem <sup>1)</sup>
NO <sub>2</sub>	1-h-Wert	µg/m <sup>3</sup>	200 (18-mal)	2010	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	40	2010	Gesundheit
NO <sub>x</sub>	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	30	2001	Vegetation <sup>1)</sup>
PM <sub>10</sub>	24-h-Wert	µg/m <sup>3</sup>	50 (35-mal)	2005	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	40	2005	Gesundheit
Blei	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	0,5	2005	Gesundheit
Benzol	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	5	2010	Gesundheit
CO	max. 8-h-Wert	mg/m <sup>3</sup>	10	2005	Gesundheit

**Tabelle 1:** Immissionsgrenzwerte nach der 22. BImSchV [5]

<sup>1)</sup> Messung an einem emissionsfernen Standort (mehr als 20 km entfernt von Ballungsräumen oder 5 km von Bebauung, Industrie oder Bundesfernstraßen)

<sup>2)</sup> in der Zeit vom 01. Oktober eines Jahres bis 31. März des Folgejahres

Während die Kenngröße „Jahresmittelwert“ für die Bewertung der Langzeitwirkung steht, wird die Kurzzeitwirkung durch 1-24-h-Werte mit jeweils höheren Konzentrationsschwellen charakte-

riert, 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 Schadstoffkonzentrationen in und um Fulda, 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 der Luftreinhaltepläne nach § 47 BImSchG [6].

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 Fulda beteiligt.

Die Maßnahmen wurden von der Stadt Fulda 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 Fulda Schlossstraße 1  36037 Fulda

## 1.3 Öffentlichkeitsbeteiligung

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

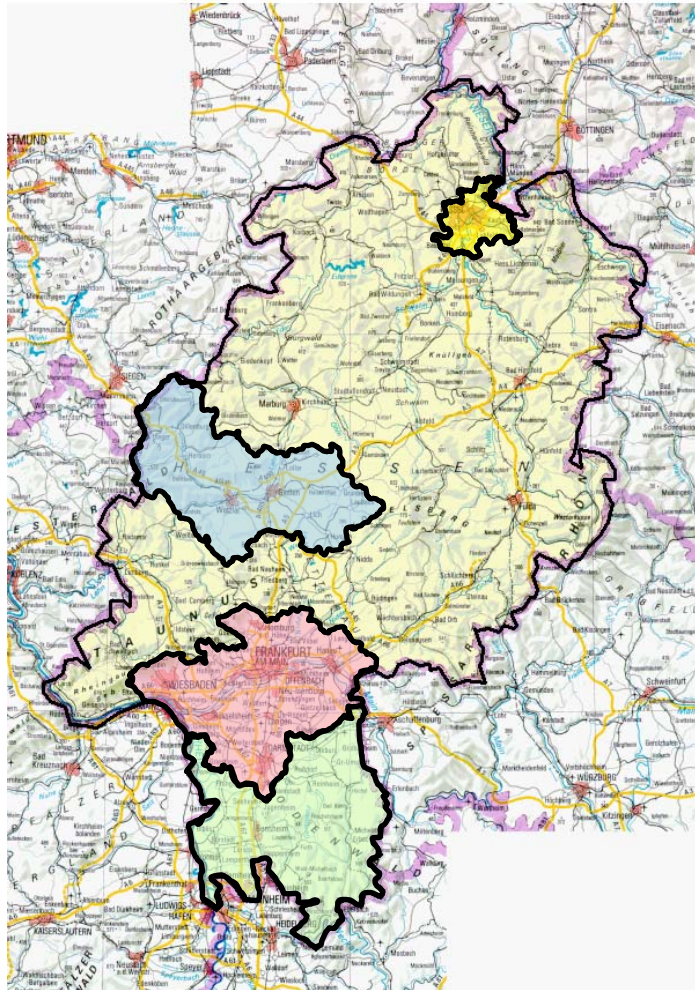
Die Öffentlichkeitsbeteiligung erfolgte am 26. April 2010 im Staatsanzeiger des Landes Hessen (StAnz. 17/2010, S. 1272) sowie durch Pressemeldung des HMUELV. Der Planentwurf war in der Zeit vom 26. April 2010 bis einschließlich 25. Mai 2010 beim Magistrat der Stadt Fulda, Stadtschloss, Schlossstraße 1, Bürgerbüro sowie auf den Internetseiten des HMUELV und des HLUG einsehbar bzw. auch als Download verfügbar. An den Offenlegungszeitraum schloss sich eine weitere Frist von zwei Wochen bis einschließlich 9. Juni 2010 an, innerhalb dieser ebenfalls noch Bedenken, Anregungen oder Einwände beim HMUELV geltend gemacht werden konnten.

Zu dem Planentwurf wurden keine Einwendungen, Anregungen oder Bedenken erhoben.

## 2 Allgemeine Informationen zum Gebiet

### 2.1 Abgrenzung des Gebietes Mittel- und Nordhessen

Gemäß den Vorgaben der 22. BImSchV [5] wurde das Bundesland Hessen in fünf Ballungsräume und Gebiete eingeteilt.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

#### Ballungsräume:

- Rhein-Main
- Kassel

#### Gebiete:

- Mittel- und Nordhessen
- Lahn-Dill
- Südhessen

**Abbildung 1:** Einteilung von Hessen in Gebiete und Ballungsräume

Das Gebiet Mittel- und Nordhessen ist das größte der hessischen Gebiete. Er besteht aus 265 Gemeinden mit einer Fläche von 14.910 km<sup>2</sup> und 2.287.969 Einwohnern (Stand 30. Juni 2008). Das Gebiet ist in Abbildung 1 dargestellt. Folgende Landkreise sind ganz oder teilweise in dem Gebiet Mittel- und Nordhessen enthalten:



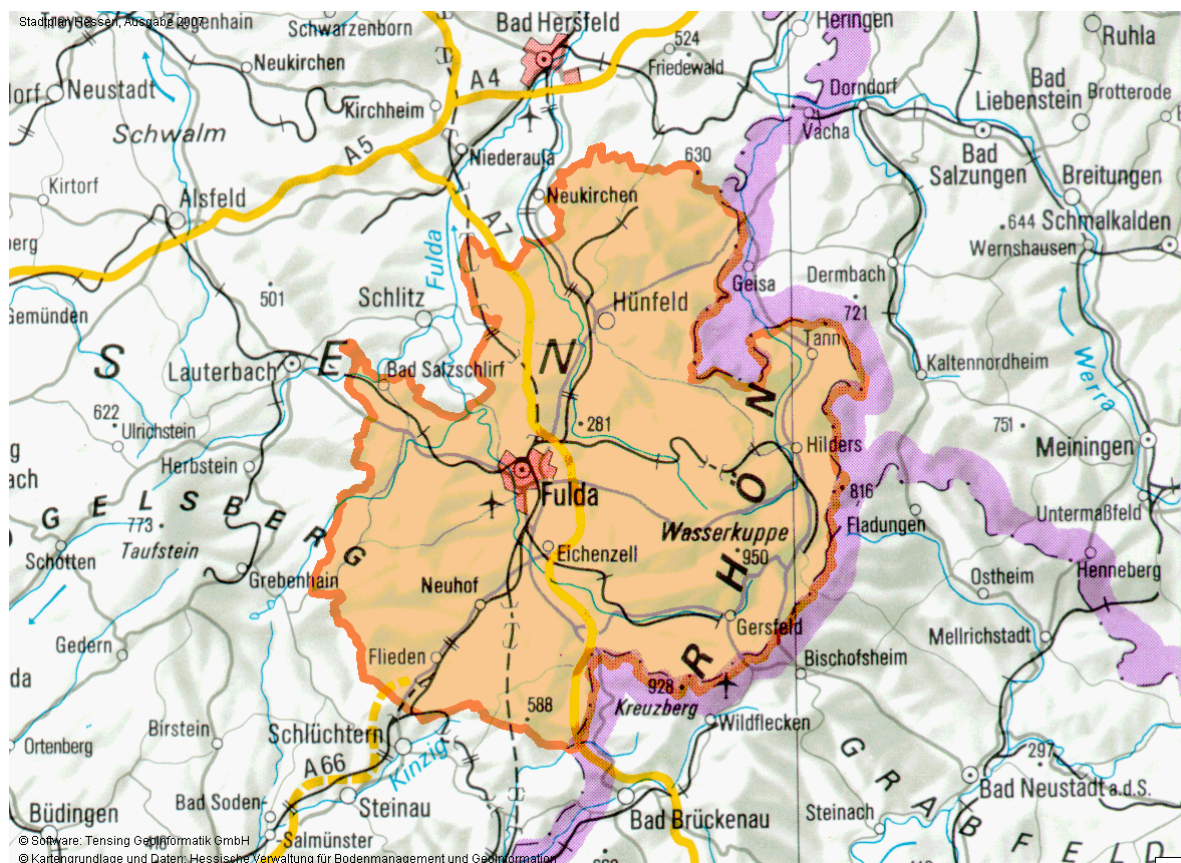
Hochtaunuskreis (79,1 %)	Main-Kinzig-Kreis (85,0 %)
Landkreis Fulda (100 %)	Main-Taunus-Kreis (10,9 %)
Landkreis Hersfeld-Rotenburg (100 %)	Rheingau-Taunus-Kreis (100 %)
Landkreis Kassel (87,0 %)	Schwalm-Eder-Kreis (100 %)
Landkreis Limburg-Weilburg (100 %)	Vogelsbergkreis (100 %)
Landkreis Marburg-Biedenkopf (100 %)	Werra-Meißner-Kreis (100 %)
Landkreis Waldeck-Frankenberg (100 %)	Wetteraukreis (93,7 %)

**Tabelle 2:** Flächenbezogene Anteile der Landkreise am Gebiet Mittel- und Nordhessen

Die Prozentzahl gibt an, welcher Flächenanteil des Landkreises im Gebiet Mittel- und Nordhessen liegt. Im Anhang unter Nummer 10.4 ist eine alphabetische Liste der in diesem Gebiet liegenden Städte und Gemeinden enthalten.

## 2.2 Landkreis Fulda

Der Landkreis Fulda liegt im östlichen Teil des Gebiets Mittel- und Nordhessen.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 2:** Landkreis Fulda

Der Landkreis umfasst 23 Städte und Gemeinden:

Bad Salzschlirf	Fulda	Künzell
Burghaun	Gersfeld	Neuhof
Dipperz	Großenlüder	Nüsttal
Ebersburg	Hilders	Petersberg
Ehrenberg	Hofbieber	Poppenhausen
Eichenzell	Hosenfeld	Rasdorf
Eiterfeld	Hünfeld	Tann
Flieden	Kalbach	

**Tabelle 3:** Städte und Gemeinden des Landkreises Fulda

Fulda ist nach Marburg die zweitgrößte Stadt im Gebiet Mittel- und Nordhessen.

## 2.3 Stadt Fulda



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 3:** Stadtgebiet Fulda

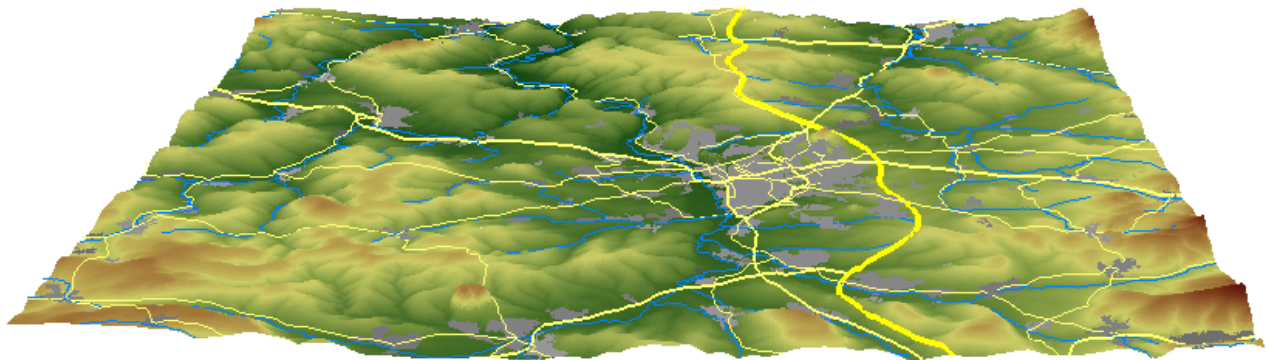
Das Stadtgebiet umfasst eine Fläche von 104,04 km<sup>2</sup>. Die Stadt Fulda stellt das wirtschaftliche, politische und kulturelle Zentrum im Osthessen dar. In der zentralörtlichen Hierarchie ist die Stadt Fulda als Oberzentrum eingestuft.

Fulda markiert einen Knotenpunkt zwischen Hamburg, München, Köln und Berlin und ist durch hervorragende Autobahn- und Zugverbindungen gekennzeichnet.

### 2.3.1 Naturräumliche und orographische Gliederung

Fulda wird in der naturräumlichen Gliederung Hessens dem Osthessischen Bergland zugerechnet. Es liegt in der Haupteinheit Fuldaer Senke und im Naturraum Fuldaer Becken.

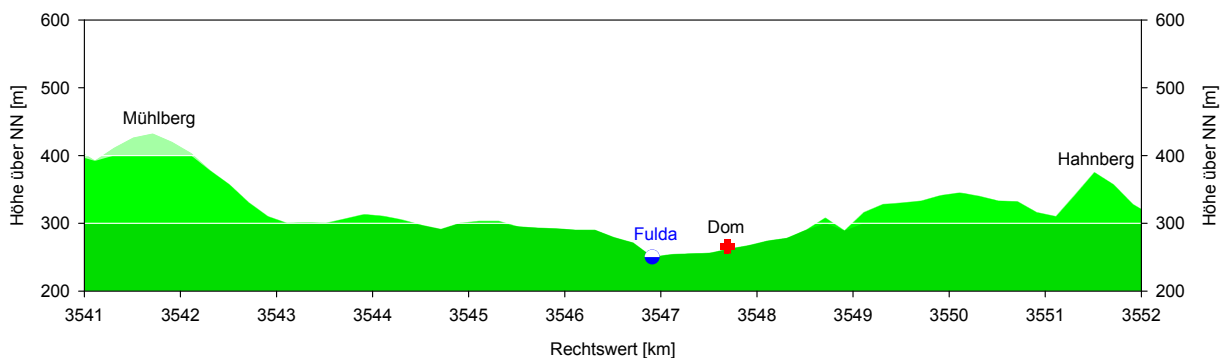
Der im Nordosten des Vogelsberges tektonisch eingesenkte Großenlüder-Lauterbacher Graben trifft mit dem im Südosten des Vogelsberges ebenfalls auf tektonisch vorgezeichneter Linie eingetieften Fliedetal im Fuldaer Becken zusammen. Das Fliedetal, welches der gleichen Störung wie das Kinzigtal aber in entgegengesetzter Richtung folgt, bildet nördlich des Landrückens das kleinere Fliedener Becken, welches über das schmalere Kerzeller Fliedetal mit der Weitung des Fuldaer Beckens verbunden ist [19]. Abbildung 4 versucht durch eine dreidimensionale Darstellung die Struktur des Fuldaer Beckens zu veranschaulichen.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 4:** Dreidimensionale Darstellung des Fuldaer Beckens

In Abbildung 5 ist ein Geländeschnitt durch das Fuldaer Becken dargestellt. Der Schnitt beginnt am Mühlberg, geht über die Fulda, den Dom zum Hahnberg. Der Höhenmaßstab ist viermal größer als der Längenmaßstab.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 5:** Geländeschnitt durch das Stadtgebiet von Fulda

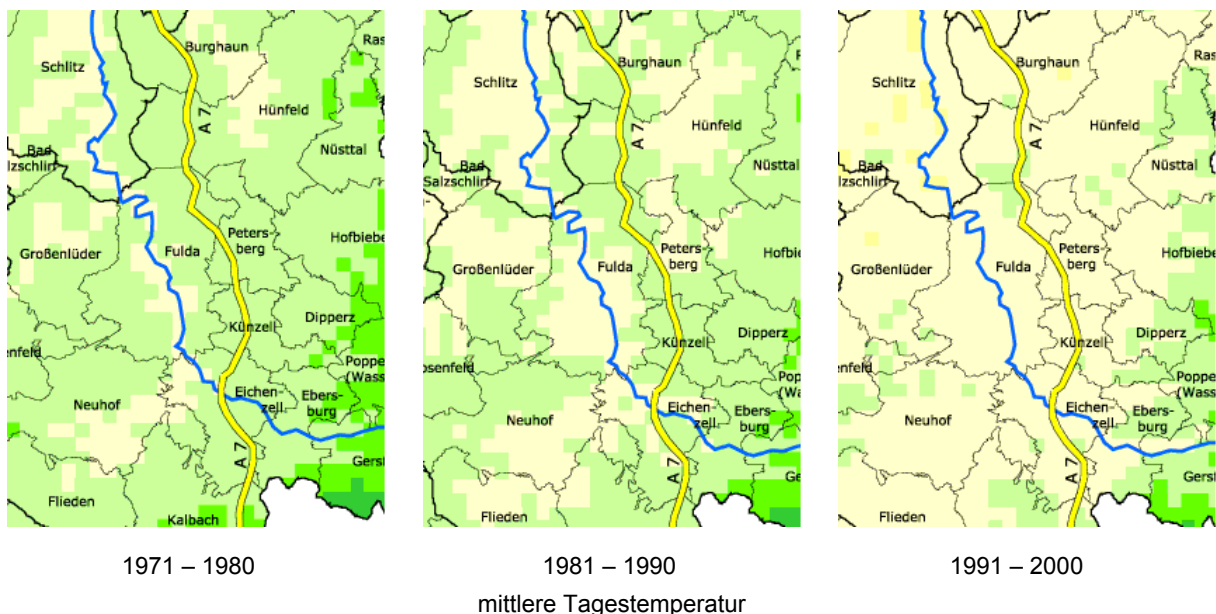
Die insgesamt waldfreie Fuldaer Senke mit den überwiegend aus Muschelkalk, Keuper und Löß gebildeten Böden wird, abgesehen von den meist grünlandgenutzten grundfeuchten Talböden, als Ackerland genutzt. Mit Niederschlägen um 650 mm liegt es deutlich im Regenschatten des Vogelsberges.

### 2.3.2 Charakterisierung des Klimas

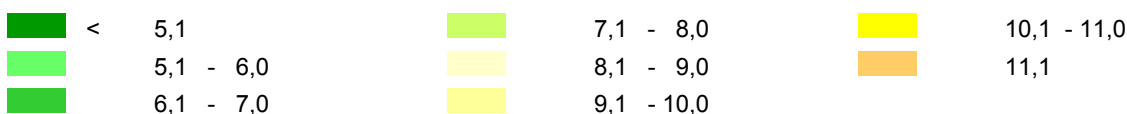
Das Bundesland Hessen gehört insgesamt zum warm-gemäßigten Regenklima der mittleren Breiten. Mit überwiegend westlichen Winden werden das ganze Jahr über relativ feuchte Luftmassen vom Atlantik herangeführt, die zu Niederschlägen führen. Der ozeanische Einfluss, der von Nord-West nach Südost abnimmt, 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.

Für den Großraum Fulda lässt sich ein Anstieg der mittleren Tagestemperatur in den letzten 40 Jahren beobachten (siehe Abbildung 6). Waren in den siebziger Jahren noch vor allem der enge Bereich um die Fulda herum wärmer als die Umgebung, hat sich die mittlere Temperatur in den Folgejahrzehnten weit über die Stadtgrenzen von Fulda hinaus erhöht.

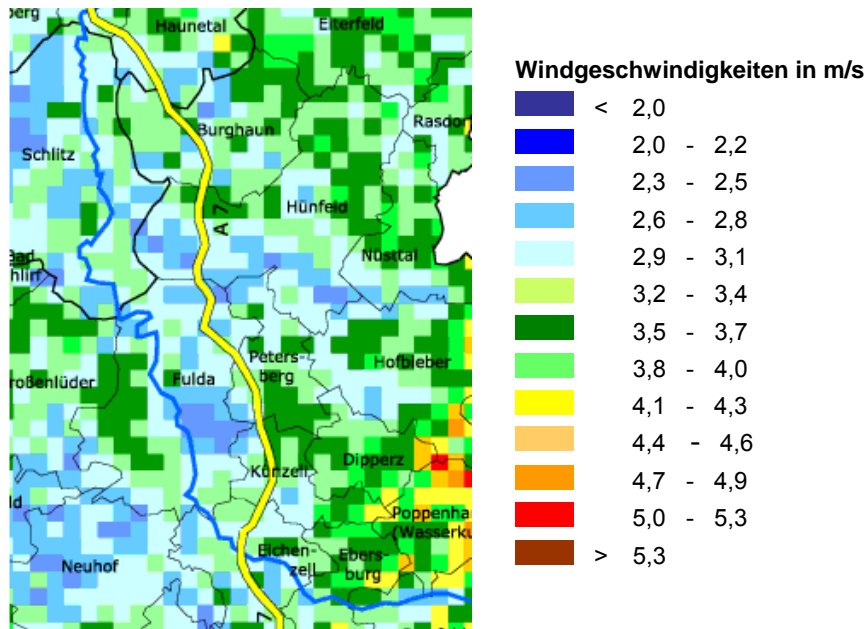


#### Temperatur in Grad Celsius



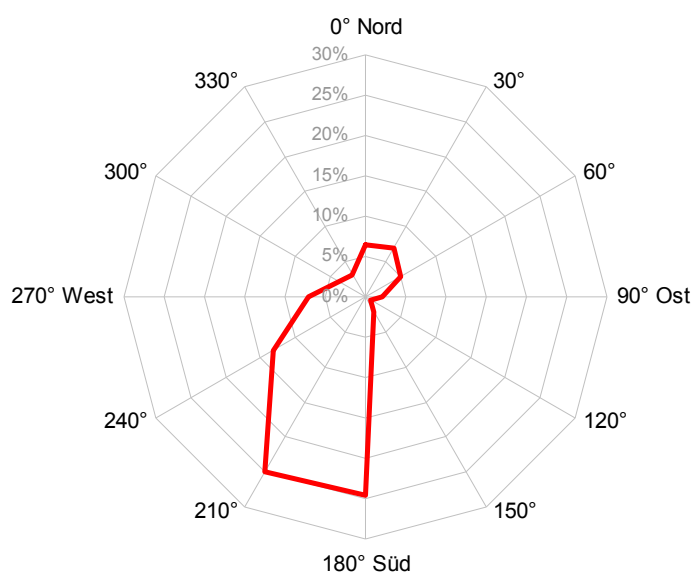
**Abbildung 6:** Entwicklung der mittleren Tagestemperaturen im Großraum Fulda in der Zeit von 1971 bis 2000 (Quelle: Umweltatlas Hessen)

Aus lufthygienischer Sicht sind für den Großraum Fulda vor allem die oft niedrigen Windgeschwindigkeiten und im Zusammenhang damit die Häufigkeit von Zeiten mit ungünstigem Luftaustausch in den Talniederungen charakteristisch. Nach den Messungen an der Fuldaer Luftmessstation Mitte in den Jahren 2007 und 2008 wurden an 70 Tagen Windgeschwindigkeiten kleiner 1,0 m/s gemessen.



**Abbildung 7:** Mittlere Windgeschwindigkeit für den Großraum Fulda der Jahre 1981 – 1990  
(Quelle: Umweltatlas HLUG)

Die in der freien Atmosphäre vorherrschenden westlichen Winde werden in Bodennähe durch die Topographie im Fuldaer Becken abgelenkt. In Fulda wehen am häufigsten Winde aus Süd-Südwest. Durch den Einfluss der Tallage wird die Windgeschwindigkeit gegenüber der Umgebung verringert (siehe Abbildung 7).



**Abbildung 8:** Windrichtungsverteilung an der Stadtstation Fulda-Mitte (Zeitraum: Okt. 2005 – Apr. 2009)

Bei abnehmenden Windgeschwindigkeiten nimmt der Einfluss der unmittelbaren Umgebung auf die Windrichtung zu. Kleinräumige Windsysteme machen sich bemerkbar. Die Windrichtung ist dann nur noch repräsentativ für kleine Gebiete.

### 2.3.3 Einwohner, Arbeitsplätze und Flächennutzung

In Tabelle 4 sind die Angaben zur Bevölkerung in Fulda aufgeführt [7]. Im Vergleich zu Hessen weist Fulda eine höhere Einwohnerdichte auf.

Stadt/Land	Bevölkerung	Änderung gegenüber Vorjahr	Einwohner pro km <sup>2</sup>
Fulda, Stadt	64.097	+ 211	616
Hessen	6.072.555	- 2.804	288

**Tabelle 4:** Bevölkerung der Stadt Fulda (Stand: 31. Dezember 2007)  
(Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [7])

Die Verteilung der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Arbeitnehmer am Arbeitsort auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche ist in Tabelle 5 aufgelistet [7]. Mit Ausnahme der Land- und Forstwirtschaft sowie des Fischereigewerbes liegen die Beschäftigtenzahlen in Fulda in den übrigen Bereichen in vergleichbarer hessischer Größenordnung.

Stadt/Land	Beschäftigte Arbeitnehmer (= 100 %)	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Produzierendes Gewerbe	Handel, Gastgewerbe und Verkehr	Finanzierung, Vermietung u. Unternehmensdienstleister	öffentliche und private Dienstleister
Fulda, Stadt	43.166	129	12.812	9.969	9.023	11.233
Hessen	2.129.618	14.542	573.690	536.630	491.805	512.951

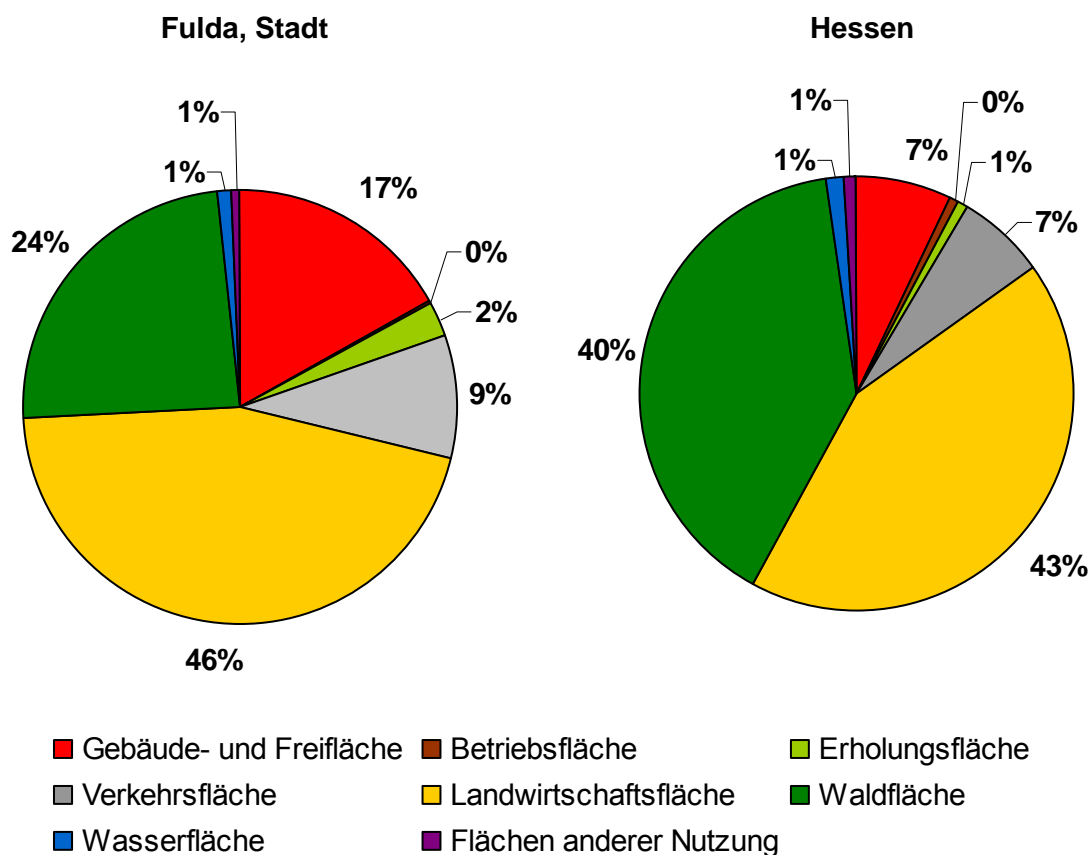
**Tabelle 5:** Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer am Arbeitsort und deren Verteilung auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche (Stand: 30. Juni 2007)  
(Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [7])

Als Pendler gelten Beschäftigte, deren Wohnortgemeinde nicht mit dem gemeindebezogenen Sitz des Beschäftigungsbetriebes übereinstimmt. Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, die nicht am angegebenen Wohnort arbeiten, werden in der Ergebnisdarstellung als "Auspendler" bezeichnet. Beschäftigte, die nicht am Arbeitsort wohnen bzw. nicht am Arbeitsort gemeldet sind (mit Haupt- oder Nebenwohnsitz), werden als "Einpendler" bezeichnet. Der Pendlersaldo ist die Differenz zwischen Einpendlern und Auspendlern bzw. Beschäftigten am Arbeitsort und Beschäftigten am Wohnort. Eine positive Differenz ist ein Einpendlerüberschuss, eine negative ein Auspendlerüberschuss. Die Pendlerzahlen für Fulda sind in Tabelle 6 dargestellt [7]. Insbesondere der hohe Anteil an Einpendlern verursacht in Fulda ein erhebliches Verkehrsaufkommen.

Stadt/Land	Einpendler	Auspendler	Pendlersaldo
Fulda, Stadt	30.603	6.656	23.947
Hessen	1.453.092	1.324.160	128.932

**Tabelle 6:** Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Pendler über die Gemeindegrenzen (Stand: 30. Juni 2007)  
(Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [7])

Abbildung 9 enthält die Angaben zur Flächennutzung (Stand: 2005) in Fulda sowie zum Vergleich die Aufteilung für Hessen. Die Erhebung der Bodenflächen nach der tatsächlichen Nutzung erfolgt auf der Grundlage des Liegenschaftskatasters. Die Nutzungsartenbezeichnungen entsprechen dem von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (ADV) erstellten Nutzungsartenkatalog [7].



**Abbildung 9:** Flächennutzung im Stadtgebiet Fulda und in Hessen  
(Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [7])

### 2.3.4 Verkehrsstruktur

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

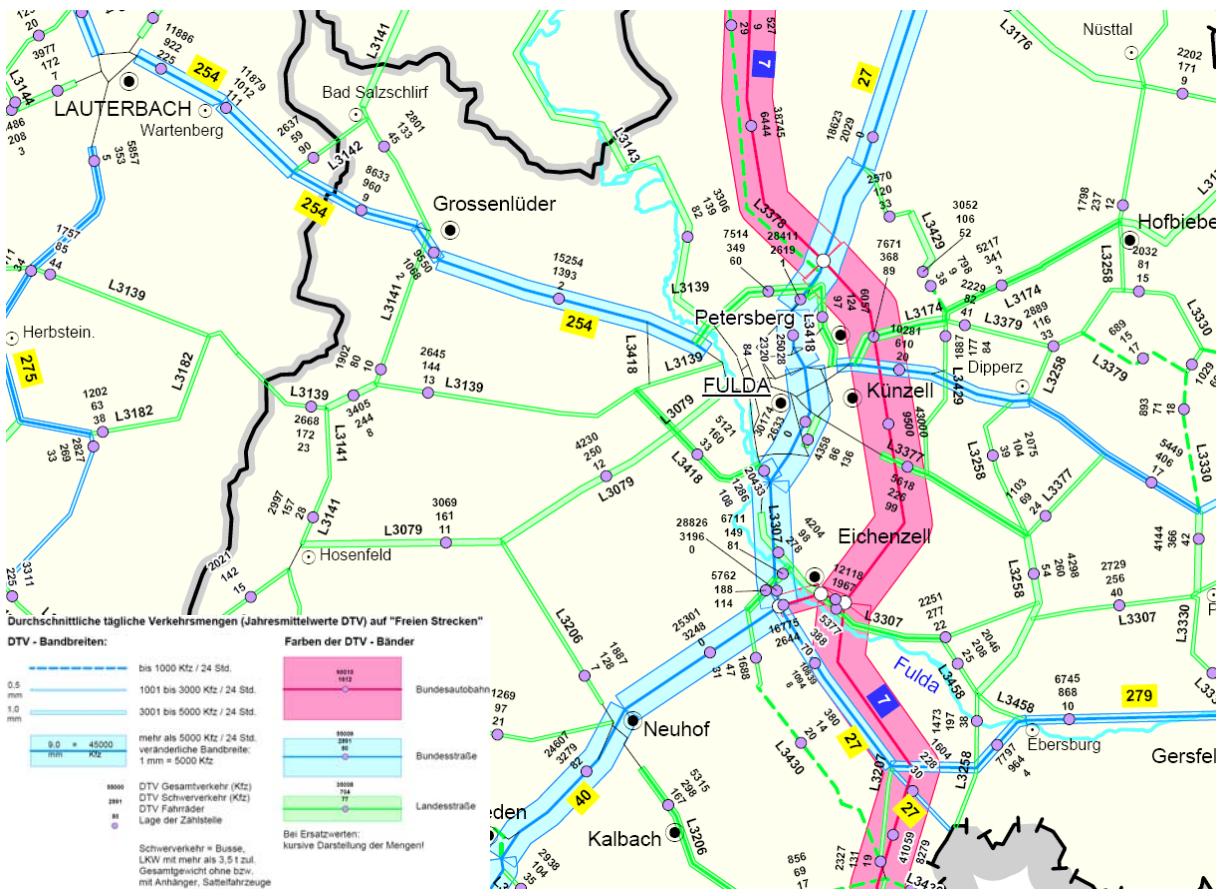
- Die Struktur des Straßennetzes aus Autobahnen, Bundesstraßen sowie Gemeinde-, Kreis- und Landesstraßen,
- die Verkehrsströme auf diesen Straßen,

- 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 Verkehrsstruktur innerhalb des Gebietes Mittel- und Nordhessen wird durch die Autobahnen als wichtige Fernverbindungen geprägt. Neben diesem Durchgangsverkehr spielt auch der Quell- und Zielverkehr in Fulda hinsichtlich der Emissionen eine wesentliche Rolle. Die Emissionen des Flug-, Schiffs- und Bahnverkehrs sind im Vergleich zu den Emissionen des Autoverkehrs im Gebiet Mittel- und Nordhessen von untergeordneter Bedeutung.

Die Verkehrssituation in Fulda wird anhand von Ausschnitten der Verkehrsmengenkarten 2005 des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV) dargestellt (siehe Abbildung 10) [8]. 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. Durch das Stadtgebiet von Fulda selbst führt keine Autobahn. Im Bereich der Petersberger Straße weisen Zählungen ein durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen von mehr als 24.000 Kraftfahrzeugen aus.



**Abbildung 10:** Ausschnitt für Fulda aus der Hessischen Verkehrsmengenkarte 2005 (Quelle: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen [8])



### 2.3.5 Standort der Luftmessstationen

Die Überwachung der Einhaltung der Immissionsgrenzwerte erfolgt mit Hilfe von kontinuierlich arbeitenden, stationären Messstationen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG). Die Standorte der Probenahmestellen sind so gewählt, dass eine flächendeckende Immissionsüberwachung in Hessen gewährleistet werden kann. Die Standorte befinden sich überwiegend in Städten, aber auch im ländlichen Raum sowie an Verkehrsschwerpunkten (siehe Abbildung 11).

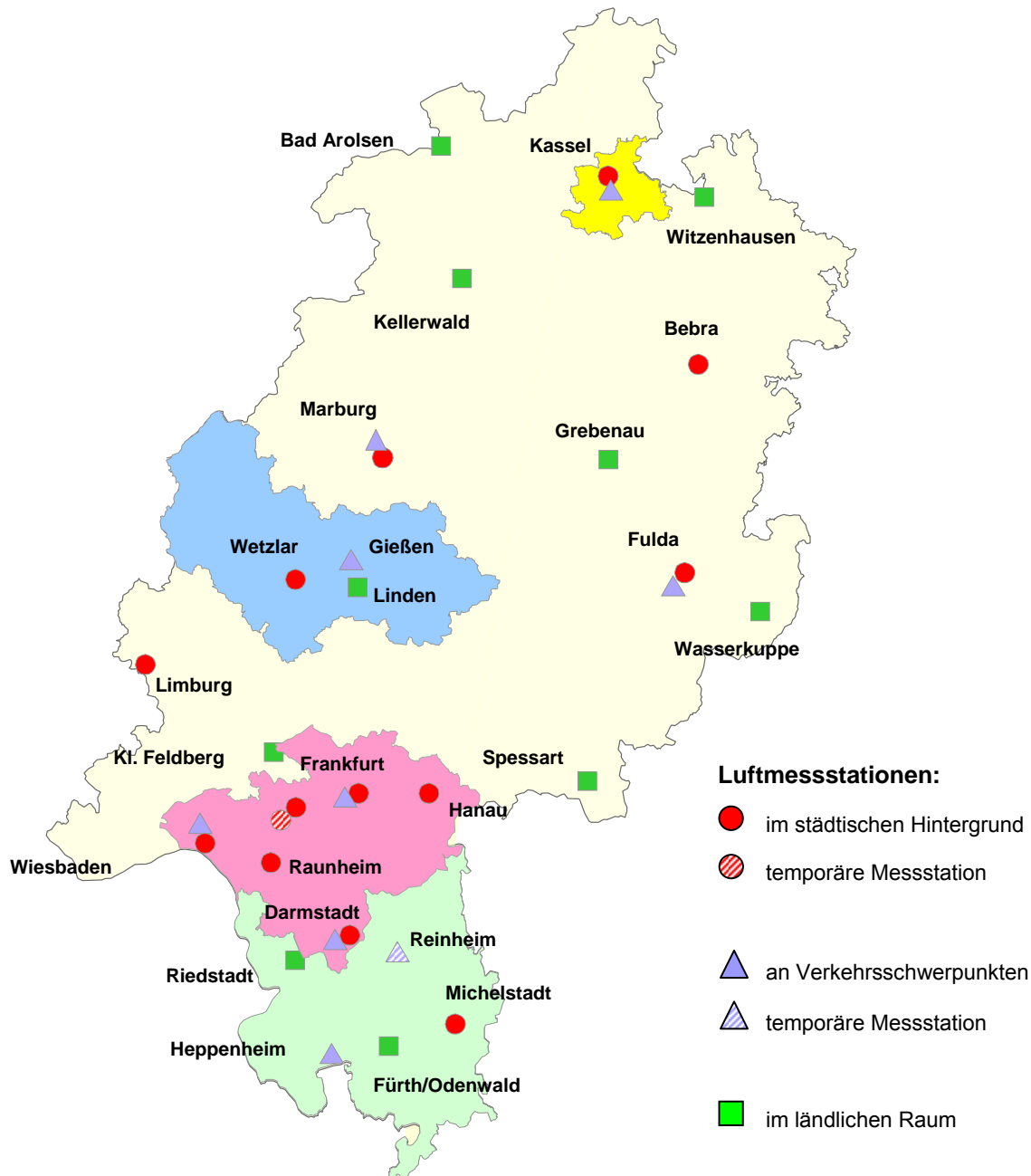
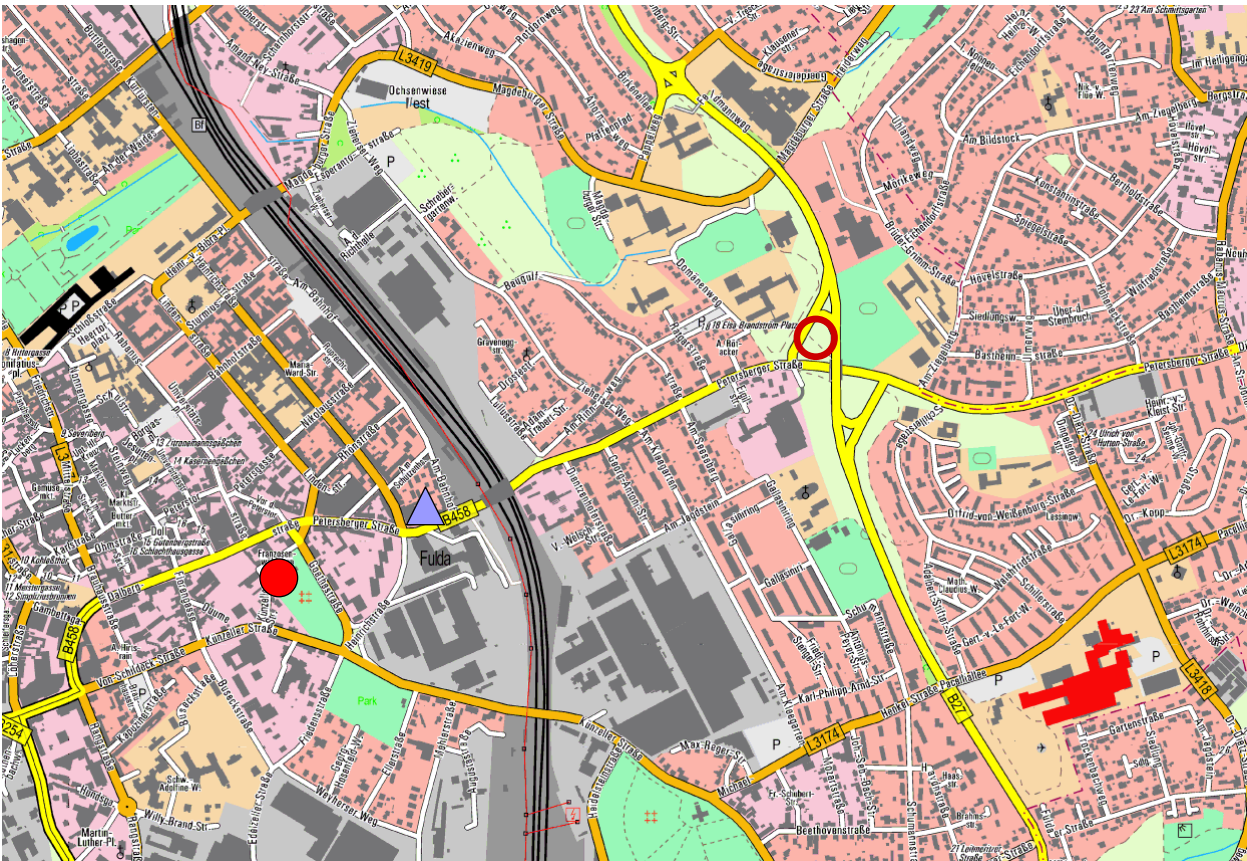


Abbildung 11: Luftmessstationen in Hessen (Stand: Januar 2008)

Die Lage der Messstationen ist durch eindeutige gesetzliche Vorgaben geregelt [5]. 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,
- b) Daten zu Konzentrationen in anderen Bereichen innerhalb von Gebieten und Ballungsräumen gewonnen werden, die für die Exposition der Bevölkerung im Allgemeinen repräsentativ sind.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

- ▲ verkehrsbezogene Messstation an der Petersberger Straße
- Messstation des städtischen Hintergrunds im Bereich des Franzosenwäldchens (Fulda-Mitte)
- ehemalige Messstation des städtischen Hintergrunds (Fulda: 1988 bis 2005)

**Abbildung 12:** Lage der Luftmessstationen in Fulda (Detailangaben siehe Kapitel 10.5)

Die Messstation Petersberger Straße entspricht den Vorgaben zu a), da hier die höchsten Konzentrationen in Fulda auftreten. Zur Erfassung der allgemeinen Exposition der Bevölkerung dient die Station im Bereich des Franzosenwäldchens (b).

Die hohe Datenqualität beruht auf spezifischen gesetzlichen Vorgaben zur Messgenauigkeit kontinuierlicher Messungen und den eingesetzten Methoden sowie auf der langjährigen Erfahrung des HLUK im Umgang mit Messungen. Mit Ausnahme von Blei werden die Messwerte stündlich aktualisiert und auf der Homepage des HLUK dargestellt. Die ausgewerteten Ergebnisse des Luftmessnetzes werden im Lufthygienischen Monatsbericht des HLUK veröffentlicht.

Der Lufthygienische Jahresbericht basiert auf den gleichen Messergebnissen, erlaubt aber die Betrachtung der Immissionssituation über einen längeren Zeitraum.

## 3 Art und Beurteilung der Verschmutzung

### 3.1 Auslösende Kriterien für die Erstellung des Planes

Das HLUG publiziert in den jährlich erscheinenden Lufthygienischen Jahresberichten die nach den Anforderungen der 22. BImSchV [5] gemessenen Immissionskenngrößen für die Stationen des Luftmessnetzes. Der Lufthygienische Jahresbericht 2007 [9] wies die Überschreitung des Jahresmittelwertes zuzüglich der Toleranzmarge für Stickstoffdioxid an der Messstation Fulda-Petersberger Straße aus. Tabelle 7 enthält die Immissionskenngrößen der Stationen im Gebiet Mittel- und Nordhessen. Die festgestellte Überschreitung von Grenzwert bzw. Grenzwert plus Toleranzmarge im Jahr 2007 ist rot markiert. An der Luftmessstation Fulda-Petersberger Straße überschreitet bei der Komponente NO<sub>2</sub> der Jahresmittelwert den Immissionsgrenzwert, während an der Station Fulda-Mitte der NO<sub>2</sub>-Immissionswert weit unterschritten wird. Für die Komponenten Feinstaub (PM10), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO) und Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) werden die Grenzwerte im Messjahr 2007 eingehalten.

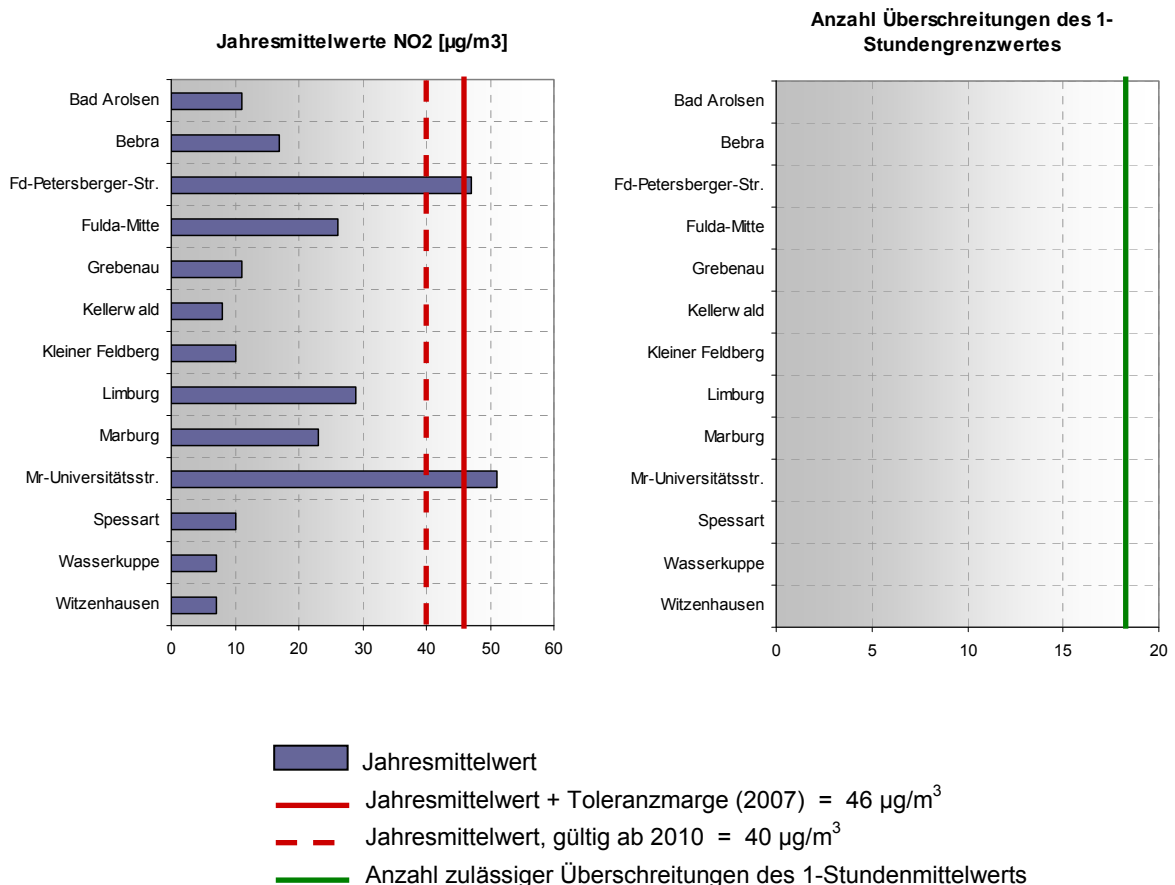
Komponente	PM10		NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>			CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>			mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Einheit	24-h	Jm	1-h	Jm	Jm <sup>1)</sup>	1-h	24-h	Jm/Wm <sup>1)</sup>	8-h	Jm
Kenngröße	24-h	Jm	1-h	Jm	Jm <sup>1)</sup>	1-h	24-h	Jm/Wm <sup>1)</sup>	8-h	Jm
GW (+ TM)	50	40	230	46	30	350	125	20	10	8
zulässige Überschreitungen	35		18			24	3		-	
	Anz.	Wert	Anz.	Wert	Wert	Anz.	Wert	Anz.	Wert	Wert
Bad Arolsen	2	16	0	11	16	0	0	3/3	-	-
Bebra	7	20	0	17	28	0	0	3/3	-	-
<b>Fulda-Mitte</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3/3</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
<b>Fulda-Petersberger Str.</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>47</b>	<b>134</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0</b>	<b>3,03</b>
Grebenau	-	-	0	11	17	0	0	3/3	0	-
Kellerwald	1	13	0	8	12	0	0	3/3	0	-
Kleiner Feldberg	-	-	0	10	14	0	0	3/3	-	-
Limburg	9	19	0	29	58	0	0	3/3	0	-
Marburg	6	16	0	23	43	0	0	3/3	-	-
Marburg-Universitätsstr.	11	22	0	<b>51</b>	158	-	-	-	0	-
Spessart	-	-	0	10	14	0	0	3/3	-	-
Wasserkuppe	1	12	0	7	11	0	0	3/3	-	-
Witzenhausen	1	14	0	7	11	0	0	3/3	-	-

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

- Anz. = Anzahl
- GW = Grenzwert
- h = Stunde
- Jm = Jahresmittelwert
- TM = Toleranzmarge
- Wm = Wintermittel (01.10. bis 31.03. des Folgejahres)

**Tabelle 7:** Immissionskenngrößen nach der 22. BImSchV für das **Messjahr 2007** im Gebiet Mittel- und Nordhessen

In Abbildung 13 sind die Immissionskenngrößen für NO<sub>2</sub> als der relevanten Komponente dargestellt. Der rechte Teil der Abbildung zeigt, dass an keiner Messstation im Gebiet Mittel- und Nordhessen ein NO<sub>2</sub>-Stundenmittel größer 200 µg/m<sup>3</sup> gemessen [9] wurde. Damit ist der Grenzwert, der erst ab dem Jahr 2010 gilt, bereits jetzt eingehalten. Bei dem Jahresmittelwert als Langzeitkenngröße ist die Situation kritischer. An der Verkehrsstation Fulda-Petersberger Straße ist der 2007 gültige Grenzwert plus Toleranzmarge überschritten. Damit ist das Auslösekriterium für die Erstellung eines Luftreinhalteplanes erfüllt.



**Abbildung 13:** Immissionskenngrößen von NO<sub>2</sub> für das Jahr 2007, Gebiet Mittel- und Nordhessen

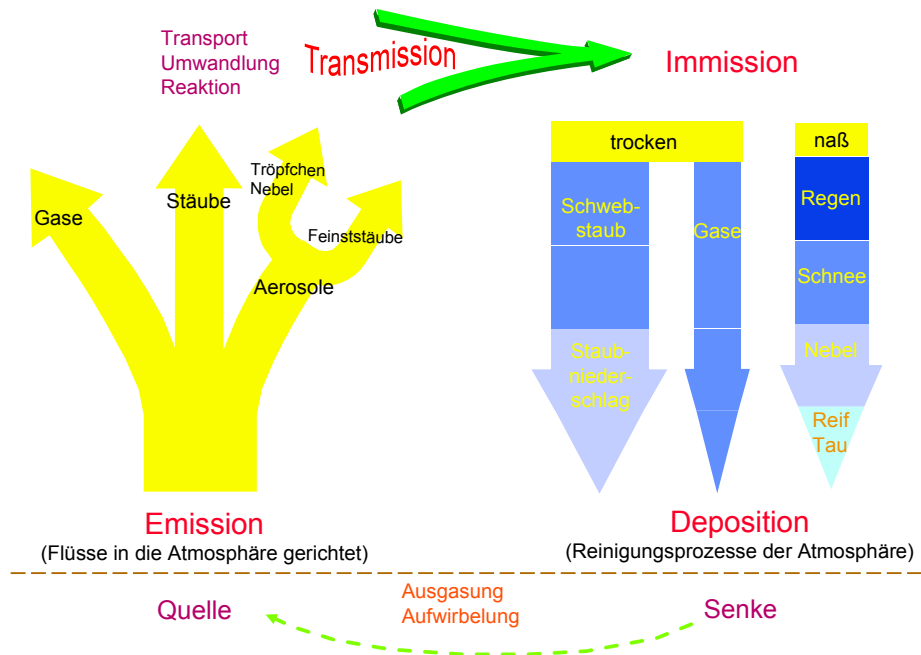
Nach Marburg ist im Gebiet Mittel- und Nordhessen nun auch Fulda von der Überschreitung des Immissionsgrenzwertes plus Toleranzmarge von Stickstoffdioxid betroffen. Für Marburg wurde bereits ein Luftreinhalteplan aufgestellt, daher beziehen sich die weiteren Ausführungen im Wesentlichen auf die Stadt Fulda.

### 3.2 Verursacher und Verhalten 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 (PM<sub>10</sub>) 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 Stickoxide insgesamt zu den ganz überwiegend anthropogen verursachten Schadstoffen. 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.

Stickoxide entstehen in erste Linie bei Verbrennungsvorgängen. Wesentliche Verursacher sind der Verkehrs, Industrieanlagen – hier vor allem Kraftwerke – sowie die Gebäudeheizung. Das Verhalten von Luftschadstoffen in der Atmosphäre ist in Abbildung 14 dargestellt.



**Abbildung 14:** Verhalten von Schadstoffen in der Atmosphäre

Das zunächst überwiegend in Form von  $\text{NO}$  emittierte Gas wandelt sich mit Luftsauerstoff recht schnell zu  $\text{NO}_2$  um.  $\text{NO}_2$  wird in der Atmosphäre langsam weiter zu Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) oxidiert, lagert sich an Aerosole an und wird in der partikelgebundenen Form durch nasse und trockene Deposition aus der Atmosphäre ausgetragen. Durch die Bildung von sekundären Staubpartikeln trägt das  $\text{NO}_2$  damit auch zur  $\text{PM}_{10}$ -Belastung bei. Maßnahmen zu Reduzierung der  $\text{NO}_2$ -Belastung verringern somit auch die  $\text{PM}_{10}$ -Belastung.

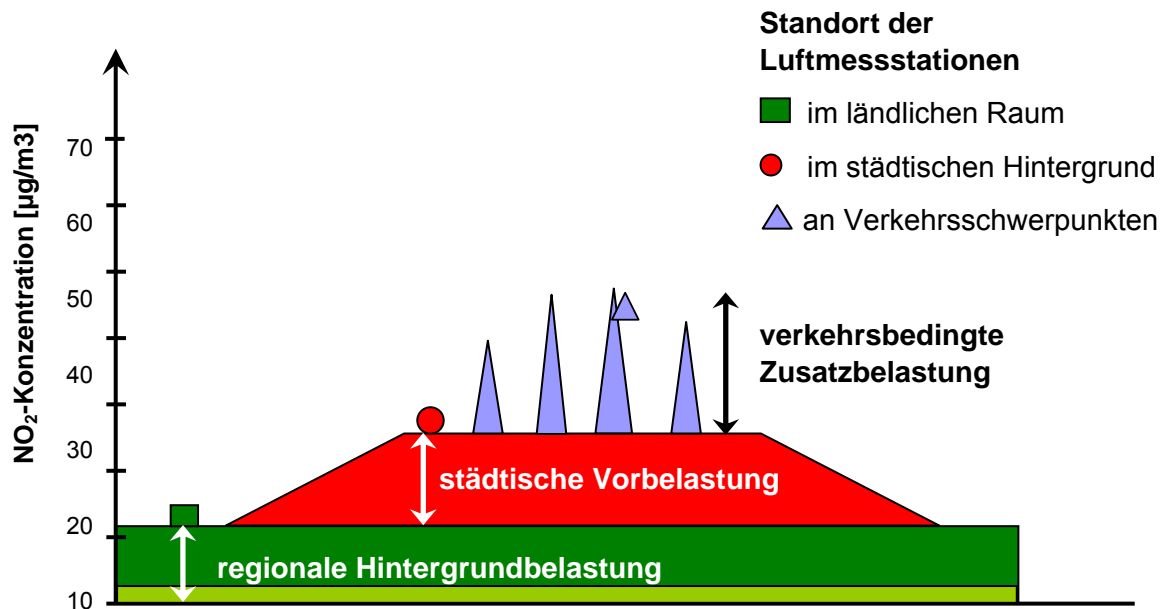
### 3.3 Beurteilung der Luftqualität aufgrund von Messungen

Die an den verkehrsbezogenen Messstationen gemessene Immissionsbelastung setzt sich aus verschiedenen Beiträgen zusammen (siehe auch Abbildung 15):

- Dem *grenzüberschreitenden Ferneintrag* (in der Abb. 15 als hellgrüner Anteil gekennzeichnet),
- der *regionalen Hintergrundbelastung* in der Region, d.h. den Schadstoffkonzentrationen wie sie fern von anthropogenen Einflüssen an den ländlichen Luftmessstationen gemessen werden; diese Messwerte beinhalten auch den grenzüberschreitenden Eintrag,
- den von den Emissionen durch Industrie, Verkehr, Gebäudeheizung im gesamten städtischen Gebiet verursachten Schadstoffkonzentrationen (*städtische Vorbelastung*) und

- den Emissionen aus dem direkten Umfeld der Messstation in einer Straßenschlucht (*verkehrsbedingte Zusatzbelastung*).

Die Messergebnisse an Stationen des städtischen Hintergrunds geben im Wesentlichen die Summe der allgemeinen Hintergrundbelastung (Ferneintrag und regionale Hintergrundbelastung) sowie der durch die städtischen Emittenten verursachten Schadstoffkonzentrationen wieder.



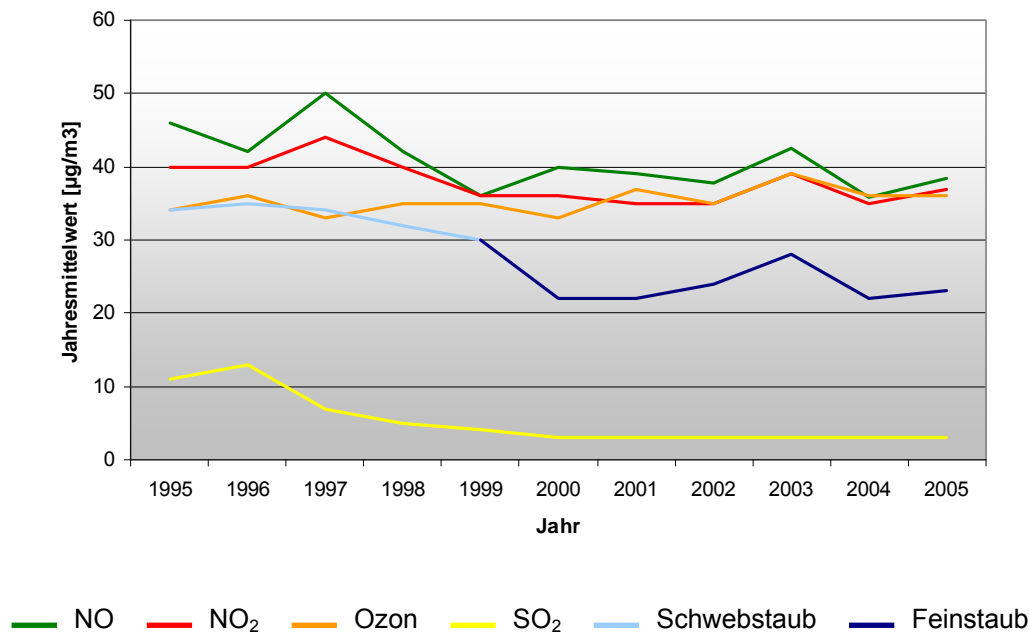
**Abbildung 15:** Beiträge zur Immissionsbelastung in Städten am Beispiel Fulda

Die Quellbereiche tragen an den betrachteten Aufpunkten aufgrund wechselnder Wetterlagen und variierender Emissionsverhältnisse in unterschiedlichem Maß bei, so dass die in Abbildung 15 gezeigte schematische Betrachtung nur im Mittel über ein Jahr gilt.

### 3.3.1 Entwicklung der allgemeinen Schadstoffbelastung in Fulda

Bereits seit dem 1. Januar 1988 wurde eine Luftmessstation in Fulda betrieben. Sie stand ebenfalls an der Petersberger Straße, jedoch weiter Richtung Stadtrand gelegen. Folgende Luftschadstoffe wurden gemessen, wobei die Schwebstaubmessung (Gesamtstaub) ab dem Jahr 2000 durch eine Feinstaubmessung abgelöst wurde:

- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>),
- Kohlenmonoxid (CO),
- Stickstoffmonoxid (NO),
- Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>),
- Ozon und
- Feinstaub (PM10).



**Abbildung 16:** Entwicklung der Schadstoffbelastung an der ehemaligen Messstation des städtischen Hintergrunds in Fulda von 1995 bis 2005

Alle Grenzwerte, selbst der erst ab Januar 2010 geltende Immissionsgrenzwert für NO<sub>2</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> wurden 2005 eingehalten. Bis 1999 ist ein deutlich rückläufiger Trend bei den Schadstoffkonzentrationen zu beobachten, der ab 2000 allerdings nicht mehr weiter geht.

Die Messstation des städtischen Hintergrunds Fulda wurde im Jahr 2006 durch die neuen Messstationen sowohl des städtischen Hintergrunds Fulda-Mitte als auch der verkehrsbezogenen Messstation Fulda-Petersberger Straße abgelöst. Die beiden Luftmessstationen liegen sehr nah beieinander, wobei die Station Fulda-Mitte abseits vom Straßengeschehen in einer Grünanlage steht. Im Vergleich der Messwerte der beiden Stationen besteht die Möglichkeit, den direkten Verkehrseinfluss abzulesen.

Beide Ende 2005 installierte Messstationen messen die Komponenten Feinstaub (PM<sub>10</sub>), Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) sowie Kohlenmonoxid (CO). Während an der verkehrsbezogenen Messstation noch Benzol gemessen wird, wird an der Station des städtischen Hintergrunds noch Ozon (O<sub>3</sub>) und bis einschließlich 2007 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) gemessen. Die jährlichen Konzentrationen von Schwefeldioxid haben sich seit Ende der neunziger Jahre auf einem sehr niedrigen Niveau stabilisiert, so dass eine weitere Messung des Luftschadstoffs nicht weiter erforderlich erscheint.

### 3.3.2 Entwicklung der Immissionsbelastung bei den Stickoxiden (NO und NO<sub>2</sub>)

Um einen Überblick über die allgemeine Entwicklung der Stickoxid-Konzentrationen über die Jahre zu erhalten wurden die Messergebnisse der Luftmessstationen



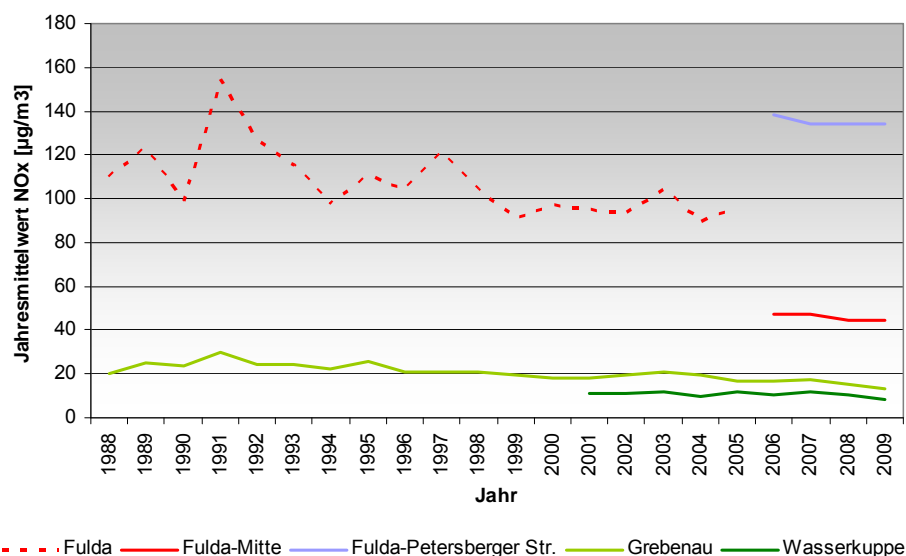
- **Grebenau**, als von direkten Emissionen aus Industrie, Gebäudeheizung und Verkehr wenig belasteter Station des ländlichen Raums;
  - **Fulda(-Mitte)**, der bis 2005 betriebenen Station Fulda und der seit 2006 betriebenen Station Fulda-Mitte des städtischen Hintergrunds;
  - **Wasserkuppe**, der seit 2001 betriebenen ländlichen Station sowie
  - **Fulda-Petersberger Straße**, der seit 2006 betriebenen verkehrsbezogenen Station,
- verglichen.

Stickoxide, d.h. Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) entstehen im Wesentlichen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe. Direkt nach der Verbrennungseinrichtung werden die Stickoxide überwiegend in Form von NO emittiert und nur in geringem Anteil in Form von NO<sub>2</sub>. Das NO wird an der Luft relativ schnell zu NO<sub>2</sub> oxidiert, weshalb vor allem an emissionsfernen Standorten, wie den Luftmessstationen des ländlichen Raums, fast nur noch NO<sub>2</sub> 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 wird somit eine Gesamtstickoxidkonzentration (NO<sub>x</sub>) erhalten. Diese Gesamtstickoxidkonzentration ist auch deshalb von Bedeutung, dass z.B. Emissionsgrenzwerte bei Fahrzeugen oder Industrieanlagen ausschließlich auf NO<sub>x</sub> bezogen sind.

### 3.3.3 Analyse auf Basis der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen

Die NO<sub>x</sub>-Emissionsgrenzwerte wurden in den letzten Jahrzehnten sukzessive verschärft. Dies betrifft sowohl Emissionsgrenzwerte für die Industrie als auch für den Verkehrsbereich, wobei der Anteil von NO<sub>2</sub> selbst nicht begrenzt wurde.

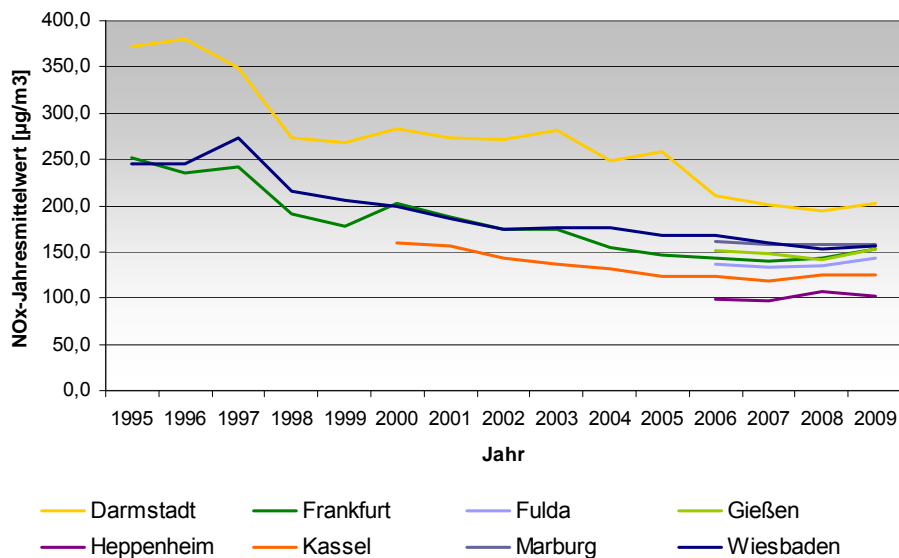


**Abbildung 17:** Messwerte der NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwerte (Summe NO + NO<sub>2</sub>, berechnet als NO<sub>2</sub>)

Die Station Fulda-Petersberger Straße wird noch nicht lange genug betrieben, um einen eindeutigen Trend ablesen zu können. Die Hintergrundstationen belegen jedoch die Wirksamkeit

der vorgenommenen NO<sub>x</sub>-Emissionsgrenzwertverschärfungen bei Verkehr und Industrie, wenn auch nicht in dem Maß, wie es zur Einhaltung des Immissionsgrenzwertes von NO<sub>2</sub> notwendig wäre.

Um die Messwerte der verkehrsbezogenen Station Fulda-Petersberger Straße besser einschätzen zu können, werden die Messwerte langjährig betriebener verkehrsbezogener Luftmessstationen als Vergleich herangezogen.



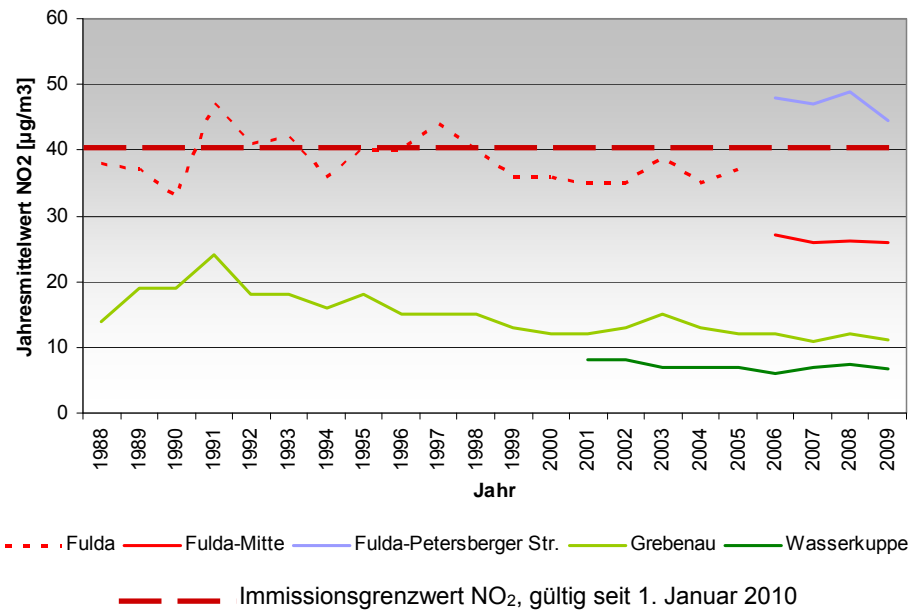
**Abbildung 18:** Vergleich der Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen an verkehrsbezogenen Messstationen in Hessen

Die Messergebnisse an allen verkehrsbezogenen Messstationen belegen den Trend deutlich abnehmender NO<sub>x</sub>-Konzentrationen. Die Wirksamkeit der verschärften Emissionsgrenzwerte bei Fahrzeugen durch die Euro-Normen lässt sich gerade an verkehrsbezogenen Luftmessstationen beobachten, die die Schadstoffkonzentrationen in direkter Nachbarschaft zu den Fahrzeugemissionen messen. Auch wenn die Messungen an der Petersberger Straße dies nicht ganz eindeutig belegen, kann davon ausgegangen werden, dass über einen längeren Zeitraum betrachtet, eine ganz ähnliche Entwicklung beobachtet werden dürfte.

Die Reduzierung der Gesamtkonzentration von Stickoxiden ist zwar erfreulich, zeigt sie doch, dass emissionsmindernde Maßnahmen greifen, sie reicht aber nicht aus, um das Problem gesundheitsgefährdend hoher Stickstoffdioxidkonzentrationen zu lösen.

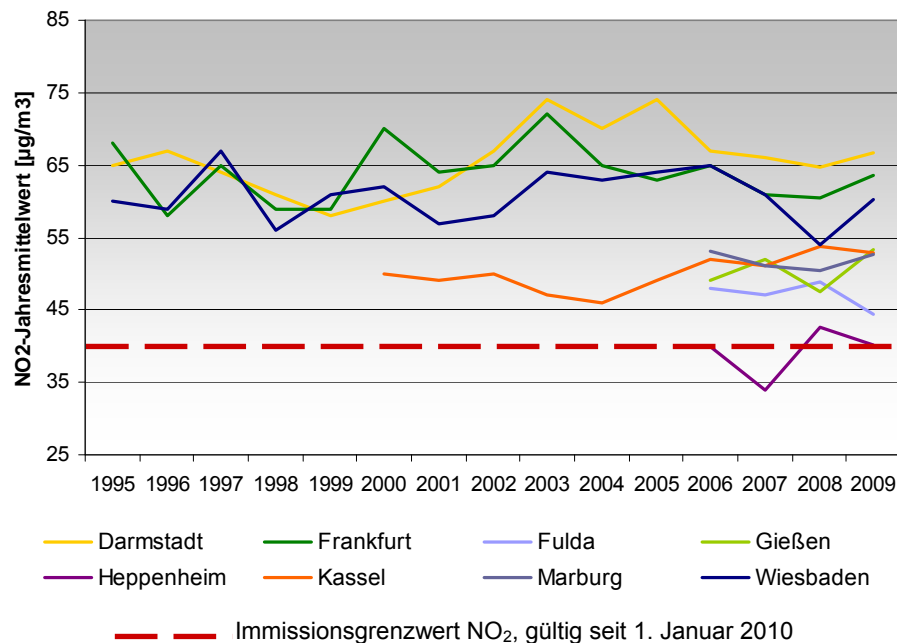
### 3.3.4 Analyse auf der Basis der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen

Der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) ist überall in der Außenluft einzuhalten. Die Messwerte der Stationen in Fulda und der beiden ländlichen Stationen Grebenau und Wasserkuppe werden in Abbildung 19 dargestellt.



**Abbildung 19:** Messergebnisse der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte

Die beiden Messstationen des regionalen Hintergrunds Grebenau und Wasserkuppe weisen einen leicht rückläufigen Trend der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf. Eine eindeutige Aussage zur Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Belastung ist bei der verkehrsbezogenen Messstation Fulda-Petersberger Straße aufgrund der kurzen Messdauer noch nicht möglich. Eine derartige Prognose ist aber selbst bei den langjährig messenden anderen verkehrsbezogenen Luftmessstationen in Hessen schwierig.

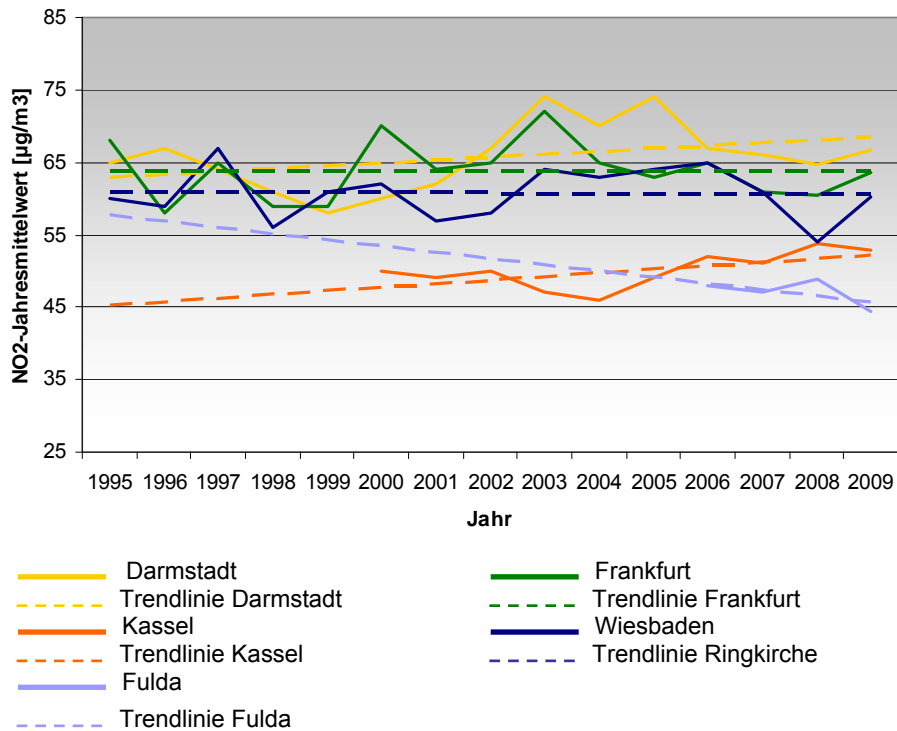


**Abbildung 20:** Vergleich der Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an verkehrsbezogenen Messstationen in Hessen

Die Messungen zeigen, dass die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen nahezu 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.

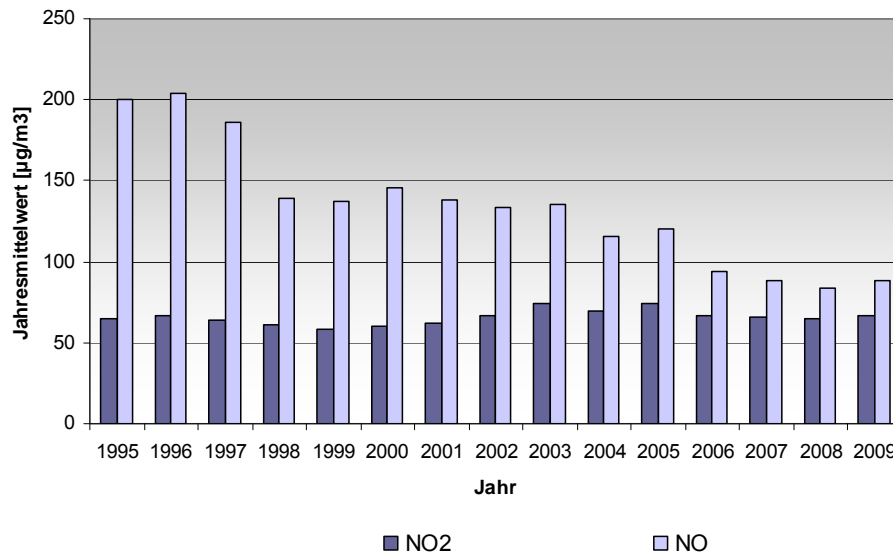
Ist der Trend der  $\text{NO}_x$ -Konzentrationen an allen – gerade auch an den verkehrsbezogenen – Messstationen abnehmend, zeigen die Trendkurven der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen an den Hintergrundstationen überwiegend einen gleichbleibenden Verlauf, teilweise sogar einen Anstieg der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen. Nur die verkehrsbezogene Messstation in Fulda zeigt einen abnehmenden Trend, was aber auch damit zusammenhängt, dass erst seit 2006 gemessen wird.



**Abbildung 21:** Trendkurven der  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte an verkehrsbezogenen Messstationen

Die Entwicklung der Stickoxidkonzentrationen bedeutet, dass der Anteil des direkt emittierten  $\text{NO}_2$  inzwischen deutlich höher liegt, als dies noch vor 10 Jahren der Fall war. Mitte der neunziger Jahre betrug der Anteil des direkt emittierten  $\text{NO}_2$  ca. 5 %. Innerhalb von nur zehn Jahren stieg er bereits auf 20 bis 25 % an [10]. Dies wird bestätigt durch Untersuchungen der Anteile direkt emittierten Stickstoffdioxids im Abgas von Fahrzeugen [11]. Bei Fahrzeugen mit Otto-Motor (Benziner) sind die Stickoxidemissionen insgesamt sehr gering und auch das Verhältnis von  $\text{NO}_2$  zu  $\text{NO}_x$  niedrig. Dieselfahrzeuge emittieren generell mehr Stickoxide, wobei ab Euro 3 der Anteil des Stickstoffdioxids bei gleichzeitig sinkendem Gesamtstickoxidausstoß steigt. Dieselfahrzeuge der Euro-4-Norm mit eingebautem Partikelfilter führen (teilweise) zu noch höheren Direktmissionen von Stickstoffdioxid.

Da sich der Anteil an Dieselfahrzeugen in den letzten Jahren stetig erhöht hat, zeigen sich die Auswirkungen der gestiegenen  $\text{NO}_2$ -Direktmissionen an den verkehrsbezogenen Luftmessstationen. Dieser Trend lässt sich an der Entwicklung des Verhältnisses an gemessenem  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$  an der verkehrsbezogenen Messstation Darmstadt-Hügelstraße sehr gut nachverfolgen (siehe Abbildung 22).



**Abbildung 22:** Entwicklung der an der verkehrsbezogenen Luftmesstation Darmstadt-Hügelstraße gemessenen NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen

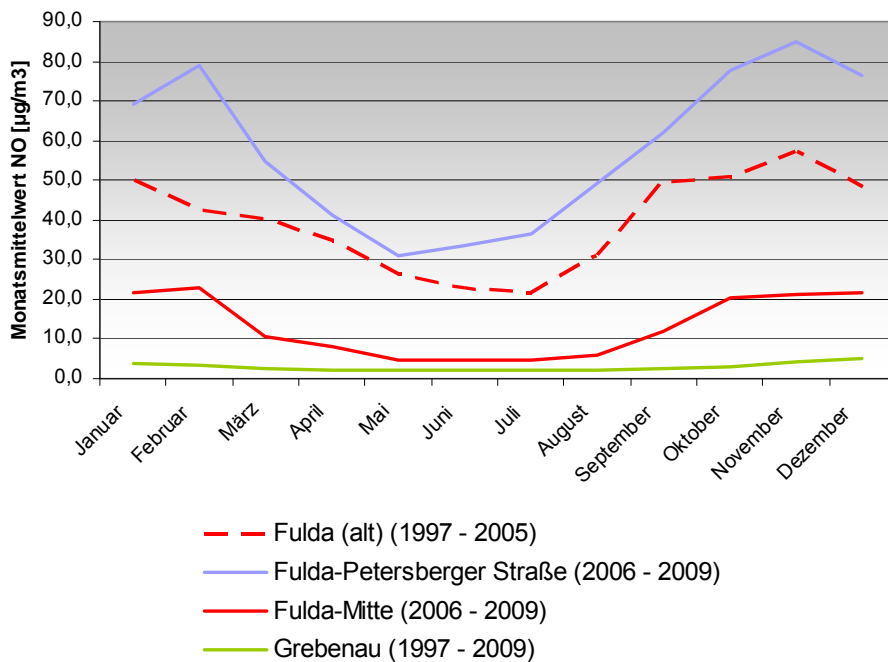
Zur Einhaltung des NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwertes ist zukünftig weniger die Höhe der Direktmissionen von NO<sub>2</sub> von Bedeutung, als eine weitere deutliche Reduzierung der Gesamtstickoxidemissionen.

### 3.3.5 Jahrgänge von NO und NO<sub>2</sub>

Der Konzentrationsverlauf der Schadstoffkomponenten weist im Mittel oft einen Jahrgang auf. Je nach Komponente und Standort sind die Jahrgänge der Immissionskonzentration unterschiedlich ausgeprägt. Diese Jahrgänge der Immissionskonzentration sind ein charakteristisches Merkmal der Immissionssituation an einem Standort. Jahrgänge der Immissionskonzentrationen können entstehen durch:

- Einen Jahrgang der Emissionen,
- den Jahrgang meteorologischer Parameter (insbesondere der Austauschbedingungen),
- jahreszeitliche Unterschiede bei den für die Produktion oder den Abbau der betrachteten Komponente wesentlichen chemischen Reaktionen bzw. Reaktionsgeschwindigkeit oder auch
- durch die Kombination dieser Einflussgrößen.

In Abbildung 23 ist der mittlere Jahrgang von NO für die Stationen in Fulda sowie für die ländliche Station Grebenau dargestellt. Das Maximum liegt entweder im ersten oder im letzten Quartal des Jahres. Diese Jahrgänge können durch die unterschiedlichen Ausbreitungsverhältnisse im Sommer und Winter erklärt werden. Hinzu kommt, dass die Emissionen aus der Quelle Gebäudeheizung ebenfalls einen Jahrgang aufweisen, dessen Maximum im Winter liegt. Die Station Grebenau, die emissionsfern im ländlichen Raum liegt, zeigt auf dem niedrigsten Konzentrationsniveau einen Jahrgang ohne jahreszeitliche Schwankungen.

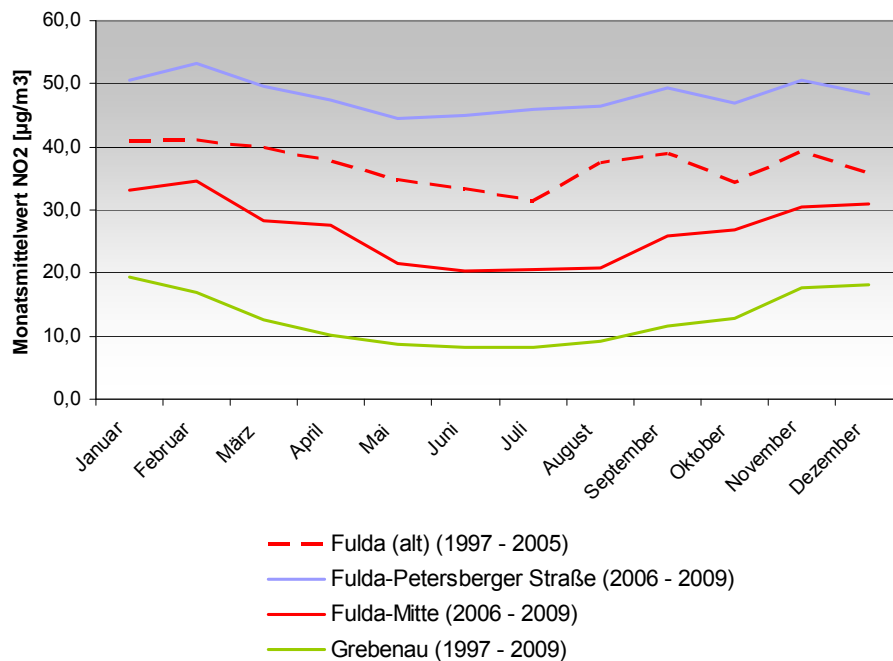


**Abbildung 23:** Mittlerer Jahrgang von Stickstoffmonoxid (NO); in Klammer der Auswertzeitraum

Abbildung 24 zeigt den mittleren Jahrgang von Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ). Die  $\text{NO}_2$ -Jahrgänge an den Stationen zeigen ein anderes Bild als die entsprechenden NO-Jahrgänge. Die Unterschiede zwischen den Jahreszeiten sind bei den Stadtstationen nicht so deutlich ausgeprägt wie bei NO. Bei den Verkehrsstationen ist der Unterschied zwischen den Jahreszeiten minimal. Die Auswertungen an weiteren Messstationen bestätigen diese beiden Aussagen.

Die schwächere Ausprägung der  $\text{NO}_2$ -Maxima hängt mit verstärkten chemischen Reaktionen der Stickstoffoxide im Sommerhalbjahr zusammen. Dabei wird Stickstoffmonoxid zusammen mit Ozon ( $\text{O}_3$ ) in einer Gleichgewichtsreaktion zu Stickstoffdioxid umgesetzt. Durch energiereiche Sonneneinstrahlung bildet sich aus dem vorhandenen Luftsauerstoff Ozon, der wiederum durch das von Fahrzeugen und der Industrie emittierte Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid umgewandelt wird.

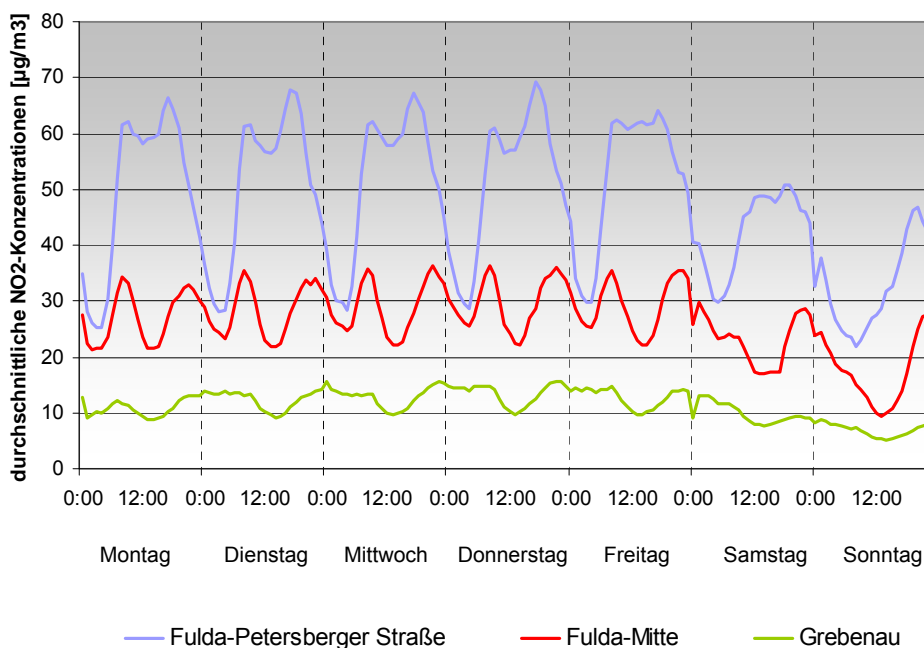
Ein Jahrgang analog zu NO ist dagegen bei den ländlichen Stationen zu erkennen. Hier ist davon auszugehen, dass auf dem Weg von der Emissionsquelle bis zur ländlichen Station das emittierte NO dann schon - unabhängig von der Jahreszeit - weitgehend zu  $\text{NO}_2$  umgewandelt ist.



**Abbildung 24:** Mittlerer Jahrgang von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>); in Klammer der Auswertzeitraum

### 3.3.6 Wochengang von NO<sub>2</sub>

Am mittleren Wochengang von NO<sub>2</sub> ist der starke Einfluss der Kfz-Emissionen auf die Schadstoffbelastung zu beobachten.



**Abbildung 25:** Mittlerer Wochengang von NO<sub>2</sub> (Auswertzeitraum: Januar 2006 bis November 2009)

Der Konzentrationsverlauf bildet die Hauptverkehrszeiten deutlich ab und weist auch das geringere Verkehrsaufkommen am Wochenende aus. Hieran zeigt sich auch, dass der Verkehr den größten Beitrag zur Schadstoffbelastung liefert, da weder Industrieemissionen noch Hausbrand in vergleichbarer Weise schwanken.

Auffällig ist der große Unterschied der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zwischen der Verkehrsmessstation und der Messstation des städtischen Hintergrunds am Standort Franzosenwäldchen. Dies belegt, dass die Schadstoffkonzentrationen bereits in relativ geringer Entfernung zur Quelle erheblich abnehmen.

## **3.4 Analyse auf Basis von der Ausbreitungsrechnungen**

### **3.4.1 Aufgabenstellung und verwendete Rechenmodelle**

Durch die Immissionswertüberschreitung für NO<sub>2</sub> im Jahr 2007 (siehe Kapitel 3.1) muss für Fulda ein Luftreinhalteplan erstellt werden. Das Ziel der Ausbreitungsrechnungen ist die Ermittlung von NO<sub>2</sub>-Kenngrößen, wie der durchschnittlichen Belastung der Region mit Stickstoffdioxid (regionaler Hintergrund), der grenzüberschreitenden NO<sub>2</sub>-Belastung sowie der verkehrsbedingten Zusatzbelastung an dreizehn besonders verkehrsreichen Straßenzügen in Fulda.

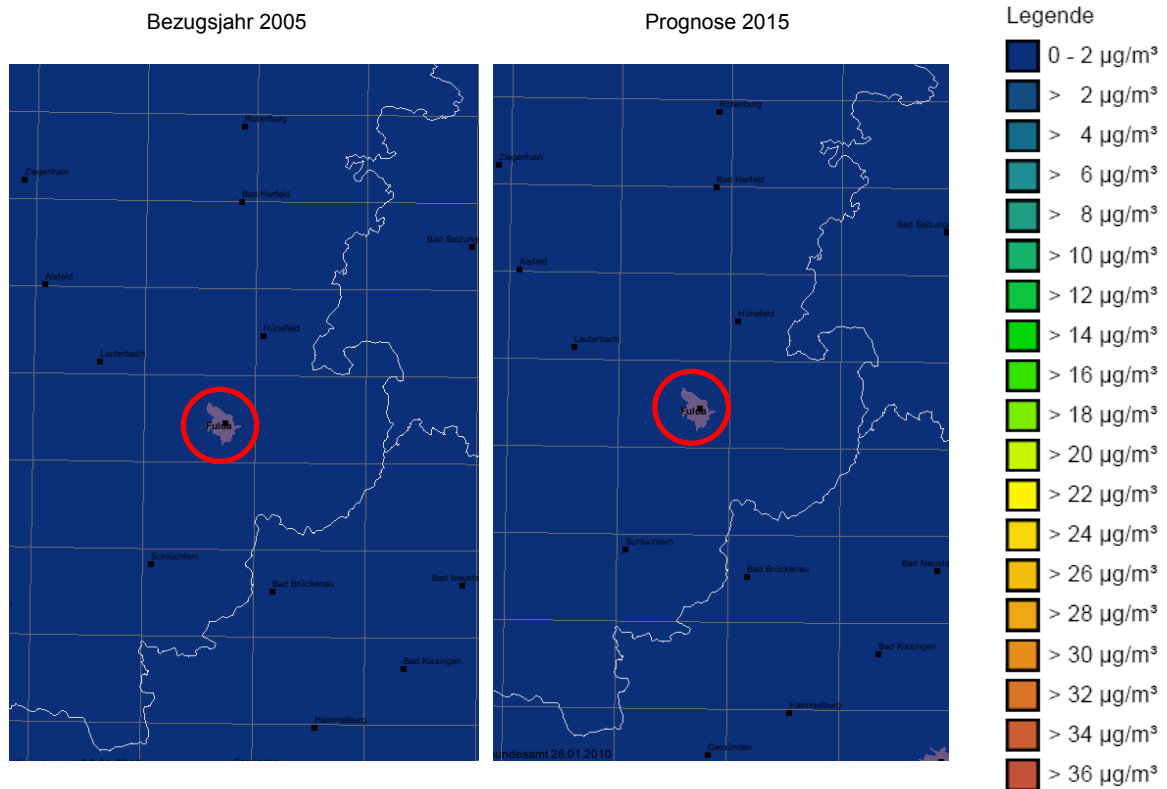
Das Bundesumweltamt hat aus einer Kombination von Messungen und Modellrechnungen die Entwicklung des grenzüberschreitenden Ferneintrags von NO<sub>2</sub> für Deutschland sowie die Entwicklung der regionalen Hintergrundbelastungen von NO<sub>2</sub> in Deutschland simuliert. Für die Berechnung wurde das Chemie-Transportmodell REM-CALGRID (RCG) genutzt. Das RCG-Modell wurde mit Unterstützung des Umweltbundesamtes an der Freien Universität Berlin entwickelt und wird zur Berechnung von Luftschadstoffbelastungen in der europaweiten, der nationalen sowie der regional-urbanen Skala eingesetzt. Die horizontale Auflösung beträgt 0.125° geografischer Breite und 0.25° geografischer Länge. Als meteorologisches Basisjahr wird das Jahr 2005 verwendet. Die Berechnungsergebnisse wurden in Form einer Karte für Deutschland, unterteilt in Quadranten mit einer Maschenweite von ca. 14 bis 16 km<sup>2</sup> dargestellt, die je nach Höhe der Konzentrationen unterschiedlich eingefärbt wurden. Für die einzelnen Quadranten kann die direkt berechnete Konzentration einzeln abgerufen werden.

Der durch den Kfz-Verkehr resultierende Immissionsbeitrag für NO<sub>2</sub> (verkehrsbedingte Zusatzbelastung) für die ausgewählten Straßenabschnitte innerhalb des Stadtgebietes wurde mit dem Screening-Modell IMMIS<sup>luft</sup> berechnet. Die wesentlichen Eingangsdaten sind die DTV-Werte (Durchschnittlicher täglicher Verkehr) und die Bebauungsstrukturen der jeweiligen Straßenabschnitte. Die Vorbelastung wird anhand der vorhandenen Kenngrößen der Stadtstation Fulda ermittelt.

### **3.4.2 Grenzüberschreitender Transport von NO<sub>2</sub>**

Nach den Berechnungen ergibt sich für das Jahr 2005 lediglich ein geringer Beitrag in Höhe von ca. 2 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>, der als grenzüberschreitender Transport in das Gebiet und damit in die Stadt Fulda eingetragen wird (siehe Abbildung 26). In der Prognose für das Jahr 2015 vermindert sich dieser Eintrag auf ca. 1 µg/m<sup>3</sup>, was sich jedoch nicht an der Färbung des betroffenen Bereichs ablesen lässt, sondern nur aus den Zusatzinformationen des UBA ergibt.



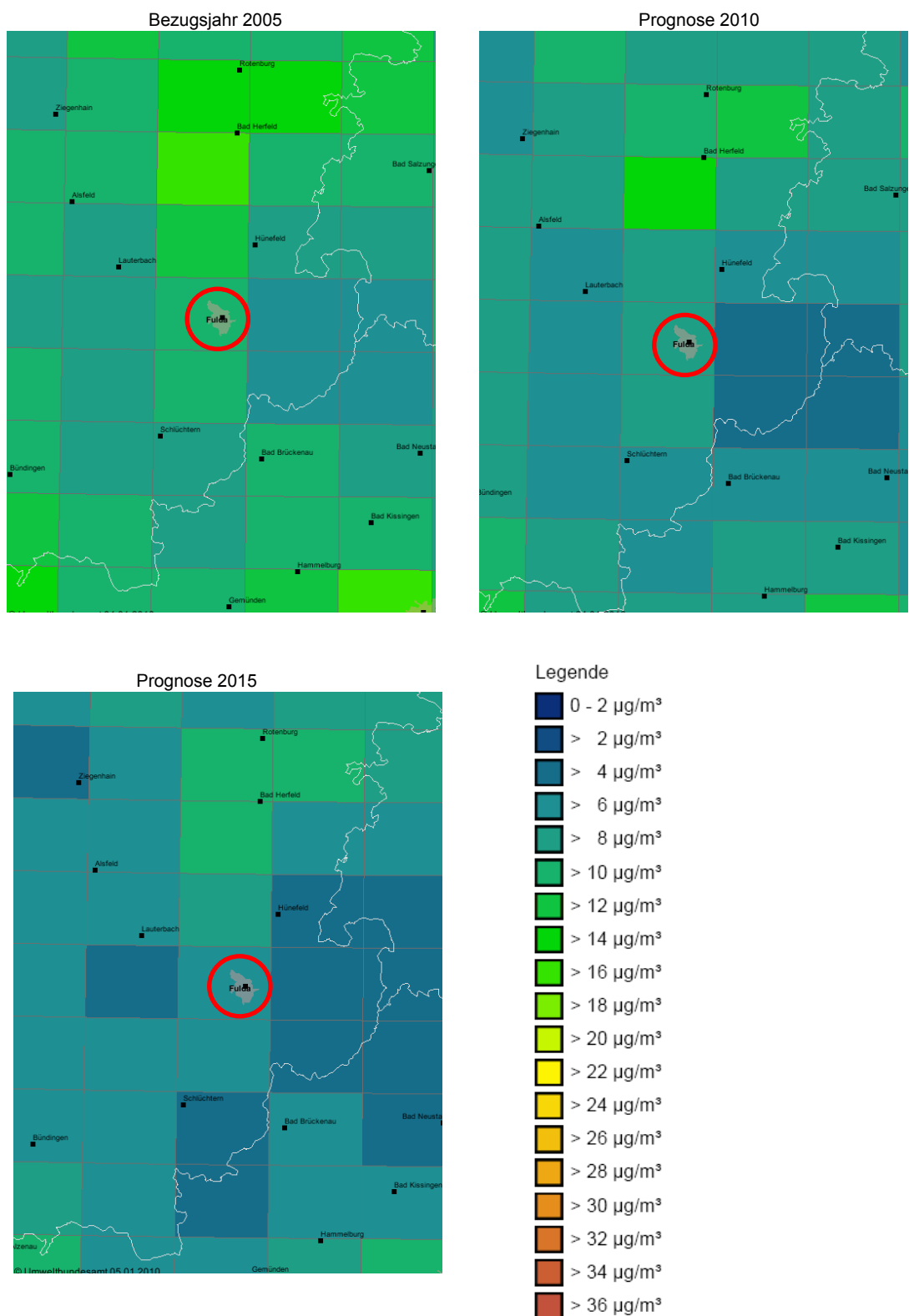


**Abbildung 26:** Berechnete NO<sub>2</sub>-Konzentration des grenzüberschreitenden Ferneintrags, Bezugsjahr 2005 und Prognose 2015; zur besseren Orientierung wurde der Bereich der Stadt Fulda rot umrandet (Quelle: Umweltbundesamt)

Der grenzüberschreitende Stickoxid-Eintrag in die Bundesrepublik und damit auch nach Hessen ist sehr gering; nur direkt an der östlichen Grenze der Bundesrepublik und im Westen ist ein höherer Eintrag zu verzeichnen.

### 3.4.3 Regionaler Hintergrund von NO<sub>2</sub>

Die Berechnungen und Prognosen der regionalen Hintergrundniveaus wurden für die gesamte Bundesrepublik ebenfalls vom Umweltbundesamt durchgeführt. Hier zeigt sich, dass der Konzentrationsgradient zwischen Ballungsraum und Umgebung deutlich höher liegt, da die NO<sub>2</sub>-Immission zum überwiegenden Teil aus lokalen Stickoxidemissionen entsteht.



**Abbildung 27:** Berechnungen der NO<sub>2</sub>-Konzentration des regionalen Hintergrunds im Gebiet um Fulda, Bezugsjahr 2005 sowie Prognosen 2010 und 2015 (Quelle: Umweltbundesamt)

Das regionale Hintergrundniveau (inkl. des grenzüberschreitenden Ferneintrags) für NO<sub>2</sub> in Fulda lag für das Jahr 2005 demnach bei ca. 12 µg/m<sup>3</sup> und reduziert sich in der Prognose 2010 auf etwa 9 µg/m<sup>3</sup>, in der Prognose 2015 auf ca. 8 µg/m<sup>3</sup>.

Die Qualität der Berechnungen zeigt sich am Vergleich mit den gemessenen Werten der Stationen im ländlichen Raum Grebenau und Wasserkuppe. Nach der Berechnung lag das Hinter-

grundniveau 2005 für NO<sub>2</sub> im Bereich Grebenau zwischen 10 und 12 µg/m<sup>3</sup>, was in sehr guter Übereinstimmung mit dem für das Jahr 2005 gemessenen Stickstoffdioxid-Jahresmittelwert von 12 µg/m<sup>3</sup> liegt. Auch bei der Station Wasserkuppe stimmt der berechnete Wert von 8 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> ebenfalls gut mit dem gemessenen Wert von 7 µg/m<sup>3</sup> überein.

Die prognostizierten Werte von 8 bis 10 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> für Grebenau und 6 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> für die Wasserkuppe im Jahr 2010 liegen im Vergleich zu den im Jahr 2009 gemessenen Werte zwar etwas zu hoch, sind aber doch noch in Anbetracht der komplexen Berechnungen als sehr gut zu bezeichnen. Im Jahr 2009 lag der Jahresmittelwert für NO<sub>2</sub> an der Station Wasserkuppe bei 6,6 µg/m<sup>3</sup>, also nur knapp unterhalb des Wertes von 7 µg/m<sup>3</sup>, der bereits 2005 gemessen wurde. An der Station Grebenau lag der Jahresmittelwert NO<sub>2</sub> im Jahr 2009 bei 11,1 µg/m<sup>3</sup>. Da die Prognose 2015 im Bereich Grebenau weiterhin mit 8 µg/m<sup>3</sup> rechnet und im Bereich der Wasserkuppe mit 5 µg/m<sup>3</sup>, könnten die berechneten Werte bis dahin erreicht werden.

### 3.4.4 Berechnung der Immissionskonzentrationen unter Berücksichtigung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung

Die Aufpunkte für die Berechnung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung wurden in Absprache mit Vertretern der Stadt Fulda und dem HLUG festgelegt. Entscheidend für die Auswahl der Aufpunkte ist die Kombination von einer verkehrsreichen Straße mit beidseitiger, geschlossener Randbebauung. Der Aufpunkt in der Petersberger Straße neben der verkehrsbezogenen Messstation wurde für die Validierung des Modells festgelegt.

Die Vorbelastung für Fulda beruht auf den Messdaten der Stadtstation Fulda-Mitte (Abbildung 13) und ist für alle Aufpunkte identisch. Auf der Grundlage der gemessenen Kenngrößen wird die Vorbelastung für den Bereich von Fulda für NO<sub>2</sub> mit 26 µg/m<sup>3</sup> (bzw. 48 µg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>) als Jahresmittelwert angenommen. Davon resultieren ca. 12 µg/m<sup>3</sup> aus der allgemeinen Hintergrundbelastung und 14 µg/m<sup>3</sup> aus dem Beitrag der Stadt (Industrie, Verkehr, Gebäudeheizung).

Die Aussage, ob die für die Aufpunkte berechneten Immissionskenngrößen die Immissionsgrenzwerte einhalten oder überschreiten ist für NO<sub>2</sub> und PM10 in Tabelle 8 zusammengestellt. Die Immissionskenngröße „Jahresmittelwert“ ist mit dem Zahlenwert angegeben. Für die Kurzzeitkenngröße ist nur eingetragen, ob der Immissionsgrenzwert eingehalten oder überschritten ist. Die Lage der Aufpunkte in Fulda ist in der Abbildung 28 dargestellt.

Straße	NO <sub>2</sub>			PM10		
	Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Grenzwert Jahr <sup>1)</sup>	Grenzwert 1-h-Wert <sup>1)</sup>	Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Grenzwert Jahr <sup>1)</sup>	Grenzwert 24-h-Wert <sup>1)</sup>
Frankfurter Straße 16	41	ja	nein	23	nein	nein
Frankfurter Straße 127	35	nein	nein	21	nein	nein
Haimbacher Straße 38	28	nein	nein	18	nein	nein
Heinrichstraße	32	nein	nein	22	nein	nein
Horaser Weg 40	29	nein	nein	18	nein	nein
Königstraße 44	34	nein	nein	21	nein	nein

Straße	NO <sub>2</sub>			PM <sub>10</sub>		
	Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Grenzwert Jahr <sup>1)</sup>	Grenzwert 1-h-Wert <sup>1)</sup>	Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Grenzwert Jahr <sup>1)</sup>	Grenzwert 24-h-Wert <sup>1)</sup>
Kohlhäuser Straße 125	30	nein	nein	19	nein	nein
Kreuzbergstraße 27	26	nein	nein	17	nein	nein
Künzeller Straße	32	nein	nein	19	nein	nein
Leipziger Straße	47	ja	nein	27	nein	nein
Niesiger Straße 26	37	nein	nein	21	nein	nein
Petersberger Straße	44	ja	nein	27	nein	nein
Zieherser Weg 43	30	nein	nein	19	nein	nein

<sup>1)</sup> Erläuterung der Grenzwerte in Kapitel 1.1

**rot:** (voraussichtliche) Überschreitung des Grenzwertes, gültig ab 2005;

**blau:** Überschreitung des Grenzwertes, gültig ab 2010.

**Tabelle 8:** Überschreitung der Grenzwerte der 22. BImSchV für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> als Ergebnis der Modellrechnungen für Fulda (Bezugsjahr 2007)

Der NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwert für das Jahr (Jahresmittelwert) von 40 µg/m<sup>3</sup>, gültig ab Januar 2010, wird nach den Berechnungen an 3 Aufpunkten überschritten. Diese Aufpunkte liegen in Straßenabschnitten mit hoher, geschlossener Bebauung. Die NO<sub>2</sub>-Kurzzeitkenngroße „1-Stunde“ ist an allen Aufpunkten eingehalten. Der PM<sub>10</sub>-Immissionsgrenzwert für das Jahr (Jahresmittelwert) von 40 µg/m<sup>3</sup> wurde im Jahr 2007 nach den Ergebnissen der Modellrechnung an keiner der untersuchten Aufpunkte überschritten. Das gleich gilt für den PM<sub>10</sub>-Immissionsgrenzwert „Tag“, der ebenfalls nach der Berechnung an keinem Aufpunkt überschritten wird.

Die Validierung der Modellrechnung erfolgt durch Vergleich von Rechenergebnissen mit Immissionsmessungen. Für den Standort der verkehrsbezogenen Messstation Fulda-Petersberger Straße ist ein solcher Vergleich möglich. In Tabelle 9 sind die Ergebnisse gegenübergestellt. Mit Verweis auf die Qualitätsanforderungen an Ausbreitungsrechnungen gemäß Anhang 4 der 22. BImSchV [5] wird dort bei der Simulation von **Jahresmittelwerten** als Qualitätsziel

- kleiner 30 % bei NO<sub>2</sub> und
- kleiner 50 % bei PM<sub>10</sub> genannt.

Diese Qualitätsziele werden von den vorgelegten Ausbreitungsrechnungen sicher eingehalten. Bei dem Jahresmittelwert als Kenngröße für die Langzeitbelastung bildet das Modell die Messung gut ab. Das 90,4-Perzentil für PM<sub>10</sub> ist von dem Grenzwert für den Tagesmittelwert abgeleitet. Das 98-Perzentil für NO<sub>2</sub> ist vom Grenzwert für die Stunde abgeleitet.

	Rechnung	Messung
<b>NO<sub>2</sub></b>		
Jahresmittelwert	44 µg/m <sup>3</sup>	47 µg/m <sup>3</sup>
98-Perzentil	101 µg/m <sup>3</sup>	95 µg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>10</sub></b>		

	Rechnung	Messung
Jahresmittelwert	27 µg/m <sup>3</sup>	23 µg/m <sup>3</sup>
90,4-Perzentil	47 µg/m <sup>3</sup>	45 µg/m <sup>3</sup>

**Tabelle 9:** Jahresmittelwerte der Modellrechnung und der Messung für das Jahr 2007 an der Messstation Fulda-Petersberger Straße

### 3.5 Bewertung der Belastungssituation

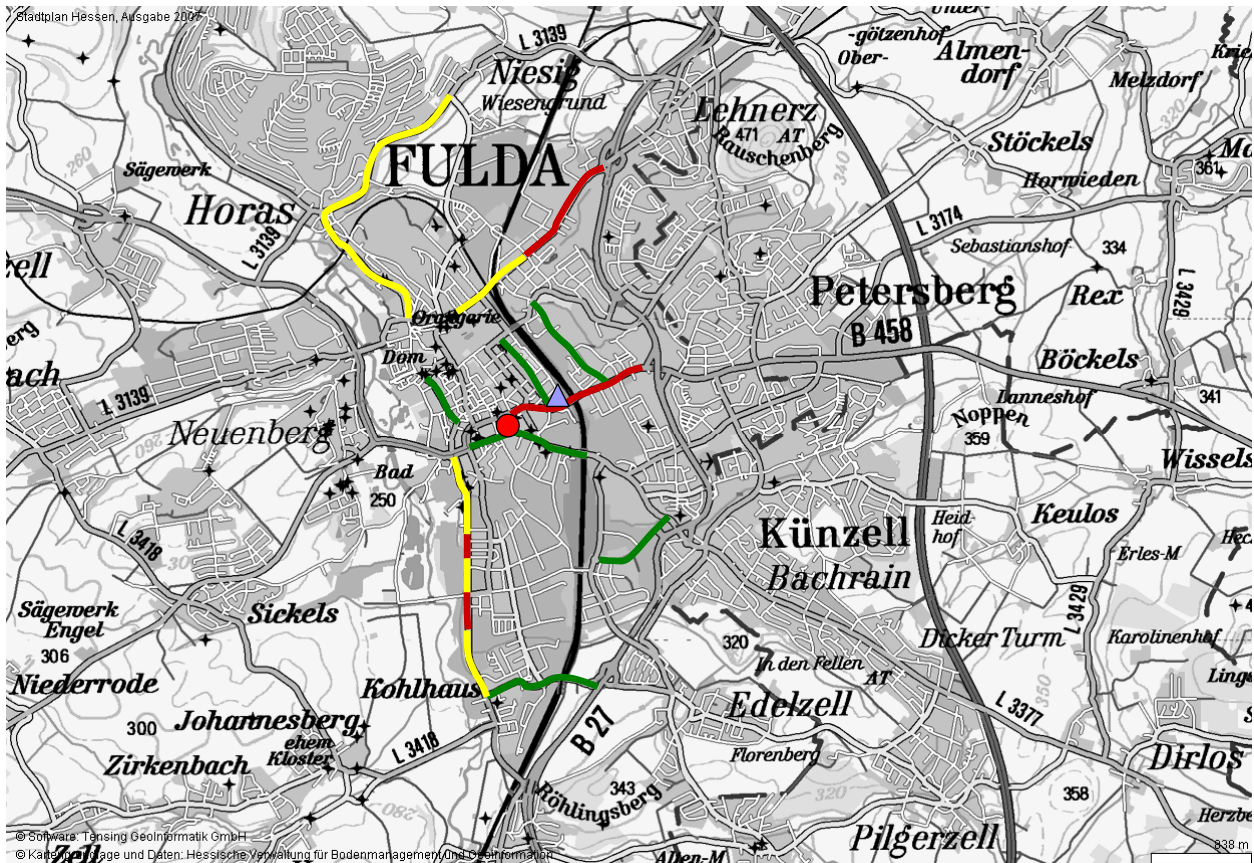
Die Messstation Grebenau liegt an einem emissionsfernen Standort im ländlichen Raum (siehe Abbildung 11). Die dort gemessene, niedrige Immissionsbelastung repräsentiert die Hintergrundbelastung für die städtischen Gebiete. An der Stadtstation in Fulda addiert sich zu der Hintergrundbelastung die durch städtische Quellen (z. B. Gebäudeheizung) verursachte Zusatzbelastung. Die an den Stadtstationen im Gebiet Mittel- und Nordhessen gemessenen Immissionsbelastungen sind daher höher als an den Stationen im ländlichen Raum, überschreiten i.d.R. die Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV [5] jedoch nicht (siehe Kapitel 2.3). Die Verkehrsstation Fulda-Petersberger Straße liegt an einem Straßenabschnitt mit hohem Verkehrsaufkommen und hoher, geschlossener Bebauung. Zu Hintergrund- und städtischer Vorbelastung addiert sich nun noch der Straßenanteil. Dies hatte zu Folge, dass seit 2007 der jeweils gültige Grenzwert für den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert (Grenzwert zuzüglich Toleranzmarge) an dieser verkehrsbezogenen Station überschritten wurde (siehe Kapitel 2.3).

Die beiden Luftmessstation des städtischen Hintergrunds und verkehrbezogen liegen in Fulda mit einer Entfernung von ca. 200 Meter Luftlinie dicht beieinander (Abbildung 12). Dieser Abstand reicht bereits aus, um die Immissionsbelastung an der Stadtstation gegenüber der Verkehrsstation deutlich zu reduzieren. Dies zeigt, dass die Zone mit der Immissionswertüberschreitung kleinräumig im betroffenen Straßenabschnitt liegt. In Kapitel 3.3.6 wurde aufgezeigt, wie stark die NO<sub>2</sub>-Konzentration vom Wochengang der Kfz-Emissionen beeinflusst wird. Relevant für die Kfz-Emissionen ist sowohl die Anzahl der Fahrzeuge, als auch die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte (siehe Kapitel 5.3).

### 3.6 Betroffenheit der Bevölkerung

Nach Anlage 6 der 22. BImSchV [5] ist in einem Luftreinhalteplan die Ausdehnung des Gebietes mit Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten und die der Verschmutzung ausgesetzte Bevölkerung abzuschätzen. Im Jahr 2007 überschritt der Jahresmittelwert von NO<sub>2</sub> an der Verkehrsstation in Fulda den für dieses Jahr gültigen Grenzwert plus Toleranzmarge (siehe Kap. 3.1). Die PM<sub>10</sub>-Grenzwerte wurden bisher an der Messstation eingehalten. Deshalb ist für die Betroffenheit der Bevölkerung das Gebiet der Immissionswertüberschreitung von NO<sub>2</sub> relevant.

Die PM<sub>10</sub>-Immissionsgrenzwerte wurden bisher an beiden Messstationen eingehalten.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**berechnete Jahresmittelwerte NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]**

- 0 – 35
- 35 – 40
- 40 – 50

**Standort Luftmessstationen**

- ▲ verkehrsbezogene Station Petersberger Straße
- Station des städtischen Hintergrunds Fulda-Mitte

**Abbildung 28:** Auf Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerts hin untersuchte Straßenzüge in Fulda (Bezugsjahr 2007)

Mit dem Screening-Modell IMMIS<sup>luft</sup> wurde die Immissionssituation von Stickstoffdioxid als Jahresmittelwert an 13 Aufpunkten in Fulda für das Bezugsjahr 2007 simuliert (siehe Kap. 3.4.4). Die Ergebnisse dieser Berechnung sind für NO<sub>2</sub> in Tabelle 8 und Abbildung 28 dargestellt.

Die Berechnungsergebnisse sind für die Straßenabschnitte repräsentativ, die annähernd die gleiche Bebauungssituation, gleiche Straßengeometrie und gleiche Verkehrsstärken aufweisen. So reduziert sich die Belastung bereits deutlich bei einem Übergang von geschlossener zu offener Bebauung trotz gleicher Verkehrsstärke.

Bei Überschreitung einer Konzentration von 40 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>, berechnet als Jahresmittelwert, wurde der Straßenabschnitt, für den die berechnete Immissionsbelastung als repräsentativ angesehen wird, rot markiert. Da das Berechnungsprogramm die Jahresmittelwerte etwas unterschätzt, wurden die Bereiche, in denen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen als Jahresmittelwert zwischen 35 und 40 µg/m<sup>3</sup> lag, gelb markiert, da nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden kann, dass doch vereinzelt der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> überschritten wird. Die Bereiche, die unterhalb von 35 µg/m<sup>3</sup> liegen, wurden grün markiert.

Die gelb und rot markierten Straßenabschnitte haben eine Gesamtlänge von ca. 1000 m. Die Wohnbebauung unterscheidet sich in den vier Straßenzügen deutlich. Herrscht in der Niesiger

Straße eine lockere Bebauung mit Einfamilienhäusern vor, ist in der Leipziger Straße und teilweise in der Petersberger Straße die Bebauungssituation deutlich dichter mit einem überwiegenden Anteil von Mehrfamilienhäusern und einem hohen Anteil an gewerblicher Nutzung. In der Frankfurter Straße ist der gesamte Straßenzug nur zum geringen Teil durch Wohnbebauung gekennzeichnet. Demnach sind ca. 2.000 Personen in Fulda von möglicherweise überschrittenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen betroffen, wahrscheinlich sind es jedoch weniger.

## 4 Ursprung der Verschmutzung

### 4.1 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 [12]. Von den sechs Emittentengruppen

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

haben Industrie, Gebäudeheizung und Kfz-Verkehr 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 10).

Emittentengruppen	Grundlage	Erhebungsjahr <sup>1)</sup>				
Gebäudeheizung	5. BImSchVwV [13]			1994	2000	2006
Industrie	11. BImSchV [14]	1992	1994	1996	2000	2004
Kfz-Verkehr	5. BImSchVwV [13]	1990/91		1995	2000	2005

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

**Tabelle 10:** 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.

### 4.2 Gesamtmenge der Emissionen

Die Tabelle 11 beschreibt die Emissionsbilanz der Stickstoffoxide NO<sub>x</sub> (NO, berechnet als NO<sub>2</sub> + NO<sub>2</sub>) für das Gebiet Mittel- und Nordhessen sowie für Fulda. Es werden die aktuellen Erhebungen dargestellt. Die Emissionsbilanz ist aufgegliedert nach den Emissionsbeiträgen der Emittentengruppen Industrie, Gebäudeheizung und Kfz-Verkehr.

Emittentengruppe	Jahr	Fulda		Mittel- und Nordhessen		Hessen	
		t/a	%	t/a	%	t/a	%
Gebäudeheizung	2006	140	13,7	4.120	12	10.900	13
Industrie	2004	415	40,6	3.490	10	15.500	19

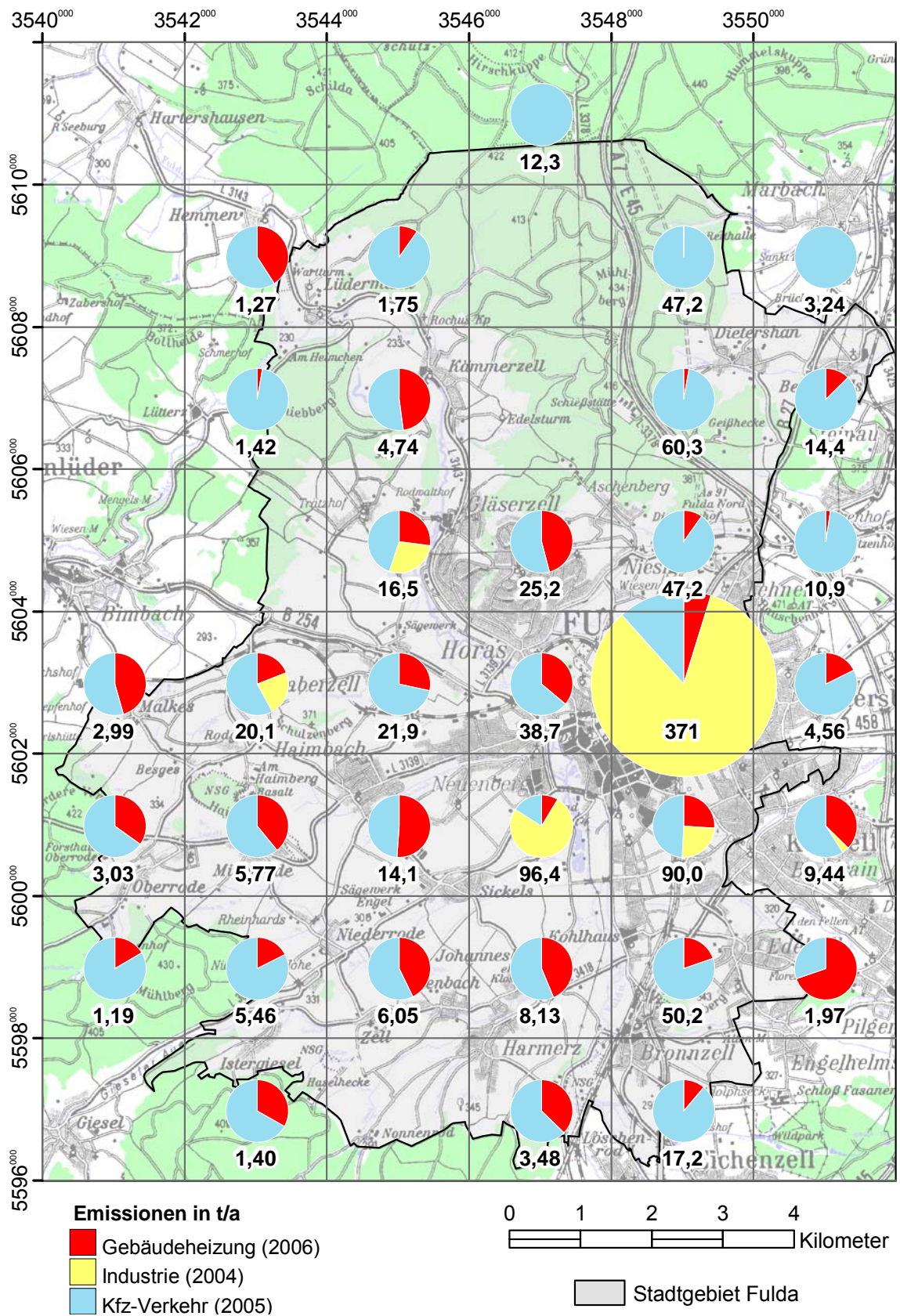


Emittentengruppe	Jahr	Fulda		Mittel- und Nordhessen		Hessen	
		t/a	%	t/a	%	t/a	%
davon Großfeuerungsanlagen [21]	2004	333	32,7	1.180		6.990	
Kfz-Verkehr	2005	466	45,7	26.600	76	55.100	66
<b>Summe</b>		<b>1.021</b>	<b>100</b>	<b>34.100</b>	<b>100</b>	<b>81.200</b>	<b>100</b>

**Tabelle 11:** Emissionsbilanz von NO<sub>x</sub> (Summe von NO und NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>)

Die räumliche Verteilung der NO<sub>x</sub>-Emissionen der drei Emittentengruppen Gebäudeheizung, Industrie und Kfz-Verkehr ist für Fulda in Abbildung 29 dargestellt. Es wurden nur die Quellen im Stadtgebiet von Fulda berücksichtigt. Für jede Fläche eines 2 km × 2 km-Rasters sind jeweils die Summe der Emissionen als Zahl angeben sowie durch einen farbigen Kreis, dessen Größe proportional zur Emissionsrate ist, visualisiert. Die Kreisfläche ist hierbei in drei Sektoren mit unterschiedlichen Farben entsprechend dem Anteil der drei Emittentengruppen an der Emissionsrate unterteilt.

Die auf die Fläche von 4 km<sup>2</sup> bezogenen Emissionsraten werden oft von den Kfz-Emissionen verursacht. Die Verkehrsemissionen sind meist über fast alle Flächen verteilt und treten bei der Summenbetrachtung deutlich hervor. Bei einzelnen Rastern ist durch die Höhe der Kfz-Emissionen der Verlauf von Bundesfernstraßen erkennbar. Im Innenstadtbereich macht sich der Einfluss der Emittentengruppe Gebäudeheizungen bemerkbar. Industrieemissionen konzentrieren sich auf wenige Flächen und sind dann dort dominant.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 29:** Räumliche Struktur der NO<sub>x</sub>-Emissionen (Summe von NO + NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>) in Fulda

## 5 Analyse der Lage

### 5.1 Analyse der Industrie-Emissionen

Das Emissionskataster Industrie erfasst die Emissionen der im Anhang der 4. BImSchV [15] genannten genehmigungsbedürftigen Anlagen. Die 11. BImSchV [14] 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 [14] geregelt.

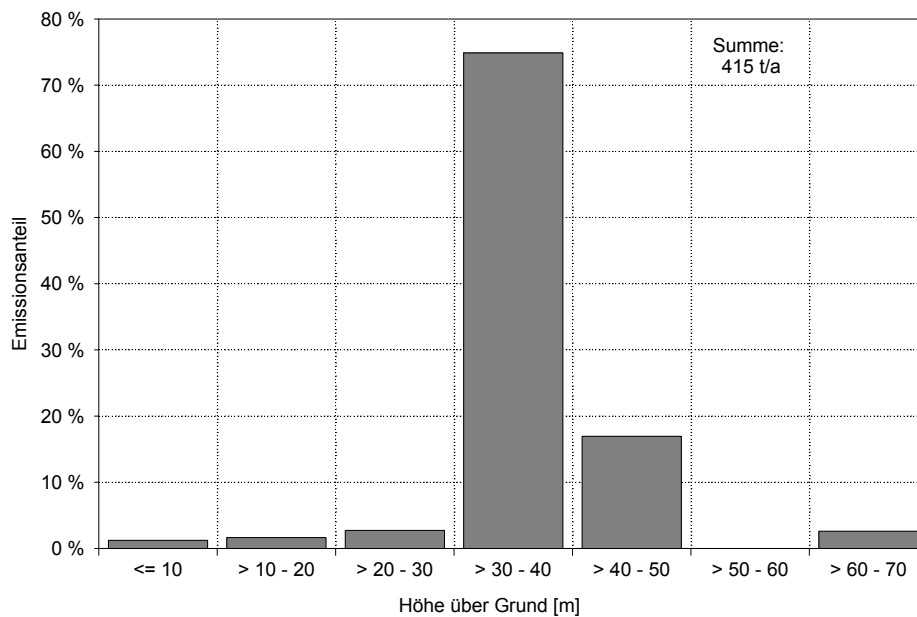
Die Auswertungen beruhen auf den Daten der Emissionserklärungen für das Jahr 2004. In der nachstehenden Tabelle sind die Emissionen aus dem Bereich Industrie getrennt nach den Hauptgruppen der 4. BImSchV [15] aufgelistet. Dargestellt ist NO<sub>x</sub> als Summe von NO und NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>. Die ganz überwiegenden Anteile der NO<sub>x</sub>-Emissionen stammen aus der Hauptgruppe „Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie“.

Hauptgruppe	Beschreibung	Fulda	
		Anlagenzahl	NO <sub>x</sub> [t NO <sub>2</sub> /a]
01	Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie	10	398,34
02	Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe		
03	Stahl, Eisen und sonstige Metalle einschließlich Verarbeitung		
04	Chemische Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraffination und Weiterverarbeitung		
05	Oberflächenbehandlung mit org. Stoffen, Herst. bahnförmiger Materialien aus Kunststoffen, sonst. Verarbeitung von Harzen und Kunststoffen	4	15,92
06	Holz, Zellstoff		
07	Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, landwirtschaftliche Erzeugnisse		
08	Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen	1	0
09	Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen und Zubereitungen		
10	Sonstiges	5	0,44
<b>Summe</b>		<b>20</b>	<b>414,7</b>

**Tabelle 12:** Aufteilung der Industrieemissionen der Stadt Fulda auf die Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2004)

Die Quelhöhe über Grund ist für die lufthygienische Bewertung der immissionsseitigen Auswirkung von Emissionen ein wichtiges Kriterium. Ausreichend dimensionierte Schornsteine bewir-

ken eine relativ gleichmäßige Verteilung der Emissionen in der Atmosphäre. Selbst bei hohen Emissionsmassenströmen ist damit die resultierende Immissionsbelastung im Einwirkungsbereich relativ gering. Bei größeren Quellentfernungen verliert die ursprüngliche Emissionsmenge durch den Verdünnungseffekt für die resultierende Immissionsbelastung an Bedeutung. Wenn die Emissionen dagegen über niedrige Schornsteine freigesetzt werden, können auch geringe Emissionsmassenströme zu deutlichen Immissionseinwirkungen im Nahbereich um die Quelle führen. In Abbildung 30 sind für NO<sub>x</sub> die Emissionen nach den Quellhöhen aufgegliedert. Die Quellhöhen sind hierbei zu Höhenklassen zusammengefasst.



**Abbildung 30:** Quellhöhe für die NO<sub>x</sub>-Emissionen (Summe von NO + NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>) der Emittentengruppe Industrie im Bezugsjahr 2004

## 5.2 Analyse der Gebäudeheizungs-Emissionen

Das Emissionskataster Gebäudeheizung enthält die Daten der nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen [12]. 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 [4] in Verbindung mit § 1 der 4. BImSchV [15] der Genehmigungspflicht unterliegen. Sie unterliegen der 1. BImSchV [16]. Die Emittentengruppe Gebäudeheizung setzt sich deshalb aus den Bereichen „private Haushalte“ und „sonstige Kleinverbraucher“ zusammen.

In der Tabelle 13 sind für einige Energieträger die Emissionsfaktoren von PM10 und NO<sub>x</sub> aufgelistet. Vor allem bei PM10 sind die Unterschiede zwischen Gas und den festen Brennstoffen deutlich. Durch einen Wechsel des Energieträgers können die Emissionen deutlich reduziert werden.

Energieträger	Heizwert [kWh/kg]	PM10 [g/MWh]	NO <sub>x</sub> <sup>1)</sup> [g/MWh]
Heizöl EL	11,9	5,4	162
Erdgas	12,8	0,1	151
Flüssiggas	12,8	0,1	299
Holz, natur luftgetrocknet	4,2	140,4	216
Stroh	4,3	1188,0	198
Braunkohlebrikett Lausitz	5,3	129,6	324
Braunkohlebrikett Rheinland	5,5	262,8	360
Koks (Steinkohle)	8,0	82,8	234
Anthrazit (Steinkohle)	8,9	19,4	126

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

**Tabelle 13:** Beispiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung [12]

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

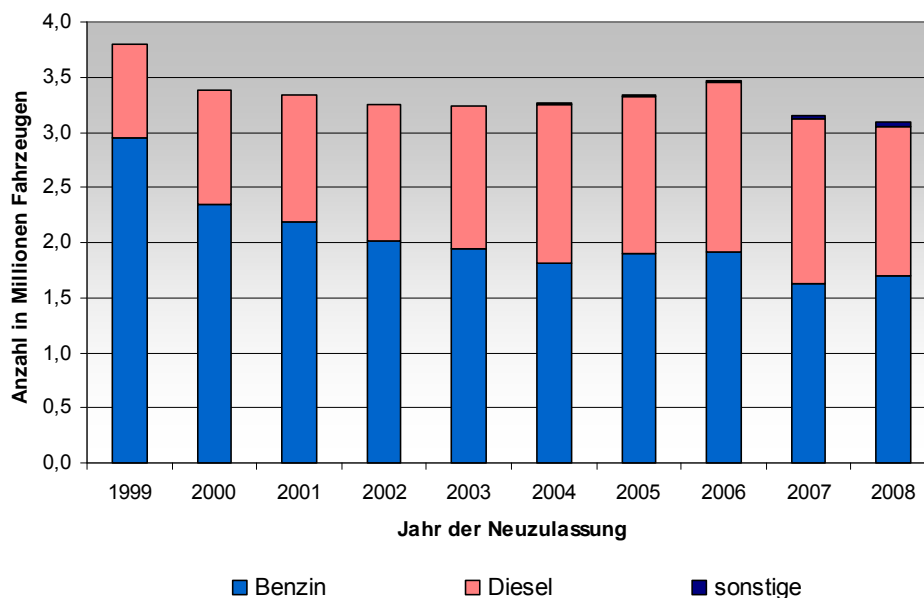
Entscheidend für die Höhe der Emissionen ist nicht nur ein hohes Verkehrsaufkommen, sondern auch die Zusammensetzung der Kfz-Flotte. Der Ersatz von älteren Fahrzeugen gegen neuere reduziert sowohl die NO<sub>x</sub>-Emissionen wie auch die PM10-Emissionen. Maßnahmen zur Minderung der Immissionsbelastung beim Kfz-Verkehr sind für NO<sub>x</sub> und PM10 am effizientesten bei den schweren Lkws und Bussen mit Dieselmotor, soweit diese noch keinen leistungsfähigen Partikelfilter und keine funktionsfähige Vorrichtung zur NO<sub>x</sub>-Minderung haben.

In Tabelle 14 sind die Emissionsfaktoren für PM10 und NO<sub>x</sub> zur Berechnung der Kfz-Emissionen aufgelistet. Die Anteile von Benzin- und Dieselmotoren an der jeweiligen Fahrzeugkategorie für das Bezugsjahr 2007 bilden die Grundlage für die Berechnung der durchschnittlichen Emissionsfaktoren [17]. Die Emissionsfaktoren der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) und Busse sind deutlich höher als die der Pkws. Insbesondere die schweren Nutzfahrzeuge können aufgrund der hohen Emissionsfaktoren die Immissionssituation innerorts verschärfen. Bei Fahrzeugen mit Benzinmotor wird grundsätzlich von keinen PM10-Auspuffemissionen ausgegangen. Durch die Ausrüstung der Benzin-Pkws mit Katalysatoren sind die NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren für diese Fahrzeuge relativ niedrig.

Fahrzeugkategorie	PM10 [g / Fzkm]	NO <sub>x</sub> [g / Fzkm]
Pkw Benzin	0	0,113834
Pkw Diesel	0,027835	0,458511
Kraftrad	0	0,099093
leichte Nutzfahrzeuge Benzin	0	0,351416
leichte Nutzfahrzeuge Diesel	0,047022	0,572473
schwere Nutzfahrzeuge	0,221137	7,702816
Reisebus	0,294865	12,62186
Linienbus	0,260527	10,33547

**Tabelle 14:** Durchschnittliche Emissionsfaktoren in Gramm pro Fahrzeugkilometer nach Fahrzeugkategorien für PM10 und NO<sub>x</sub> innerorts für das Bezugsjahr 2007 [17]

Ein Problem stellt der steigende Anteil der Pkws mit Dieselmotor dar (siehe Abbildung 31). Zwar gilt für Pkws bei den Erstzulassungen zurzeit noch die Euro-4-Norm, doch sind die Grenzwerte für Diesel- und Ottomotoren unterschiedlich. Für Pkws mit Ottomotor liegt der NO<sub>x</sub>-Grenzwert bei 0,08 g/km, während der Grenzwert für Diesel-Fahrzeuge 0,25 g/km beträgt. Diese Grenzwerte werden allerdings nach den Untersuchungen der Fahrzeugemissionen im realen Straßenverkehr nicht eingehalten.

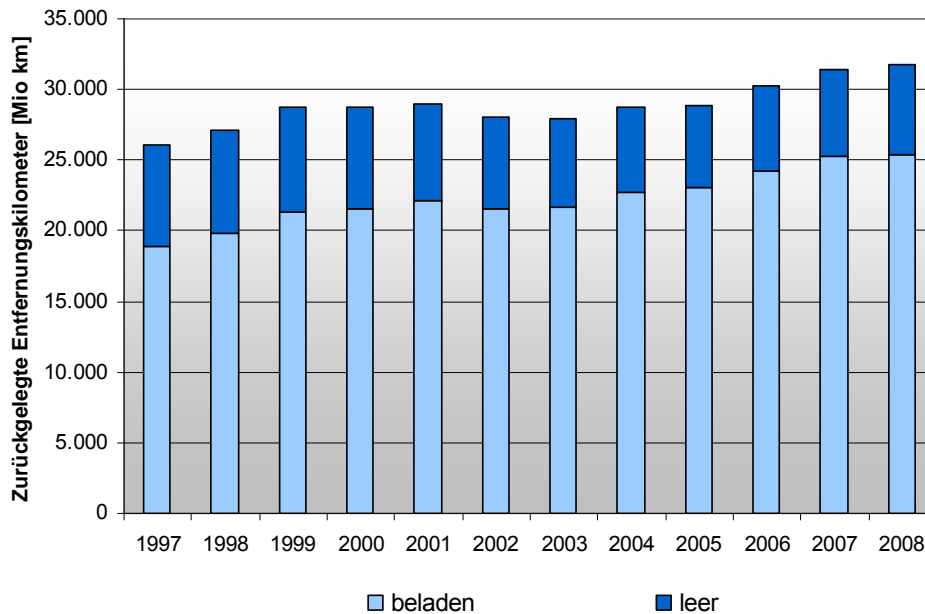


**Abbildung 31:** Neuzulassungen von Personenkraftwagen von 1999 bis 2008 in der Bundesrepublik Deutschland (Quelle: Kraftfahrzeugbundesamt [18])

Im Vergleich verursachen moderne Dieselmotoren (Euro 4) in Personenkraftwagen mehr als 10mal so viel NO<sub>x</sub> wie Fahrzeuge mit Ottomotor (siehe Abbildung 35). Dies resultiert zumindest teilweise daraus, dass die neue Generation von Diesel-Pkw mit eingebautem Partikelfilter einen

Überschuss an Stickstoffdioxid produziert, um die Rußpartikel auf dem Filter vollständig abzureinigen zu können. Selbst der bei Dieselmotoren geringere Kraftstoffverbrauch von ca. 20 % gegenüber einem Ottomotor kann diesen Emissionsnachteil nicht ausgleichen.

Negativ auf die Luftbelastung wirkt sich die in den letzten Jahren gestiegene Verkehrsleistung insgesamt aus. Vor allem die Zunahme der Verkehrsleistung im Güterverkehr trägt in erheblichem Maß dazu bei. Gegenüber dem Jahr 1997 ist allein das jährliche Verkehrsaufkommen deutscher Lastkraftwagen um 22 % oder mehr als 5.000 Mio km gestiegen. Trotz insgesamt rückläufiger Abgasemissionen auch in diesem Bereich werden die Minderungen durch die zunehmende Zahl an Lkw-Fahrten mehr als kompensiert.



**Abbildung 32:** Zeitreihe – Verkehrsaufkommen (nur) deutscher Lastkraftwagen  
(Quelle: Kraftfahrzeugbundesamt [18])

### 5.3.2 Verkehr in Fulda

Um einen besseren Überblick über das Verkehrsaufkommen zu erhalten und als Grundlage für die Berechnung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung, wurden an 13 Straßen in Fulda, die augenscheinlich das höchste Fahrzeugaufkommen besitzen, Verkehrszählungen durchgeführt (siehe Tabelle 15).

	DTV (Kfz/d)	SNF		LNF		Pkw		Busse		Motorräder	
		Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %
Frankfurter Straße 107	17.000	1.241	7,3	2.006	11,8	12.954	76,2	119	0,7	680	4,0
Frankfurter Straße 127	17.900	1.235	6,9	1.862	10,4	14.034	78,4	125	0,7	644	3,6
Haimbacher Straße	11.500	368	3,2	955	8,3	9.810	85,3	92	0,8	276	2,4
Heinrichstraße	6.700	54	0,8	288	4,3	6.244	93,2	0	0,0	114	1,7

	DTV (Kfz/d)	SNF		LNF		Pkw		Busse		Motorräder	
		Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %
Horaser Weg	8.000	64	0,8	432	5,4	7.160	89,5	168	2,1	176	2,2
Königstraße	4.000	20	0,5	324	8,1	3.356	83,9	176	4,4	124	3,1
Kohlhäuser Straße 121	5.100	128	2,5	301	5,9	4.406	86,4	128	2,5	138	2,7
Kreuzbergstraße	7.500	330	4,4	563	7,5	6.345	84,6	60	0,8	203	2,7
Künzeller Straße	12.400	756	6,1	719	5,8	10.143	81,8	174	1,4	608	4,9
Leipziger Straße	16.800	1.411	8,4	1.260	7,5	12.751	75,9	118	0,7	1.260	7,5
Niesiger Straße	10.400	603	5,8	728	7,0	8.778	84,4	94	0,9	198	1,9
Petersberger Straße	24.100	506	2,1	771	3,2	21.184	87,9	48	0,2	1.591	6,6
Ziehser Weg	8.800	202	2,3	810	9,2	7.550	85,8	0	0,0	238	2,7

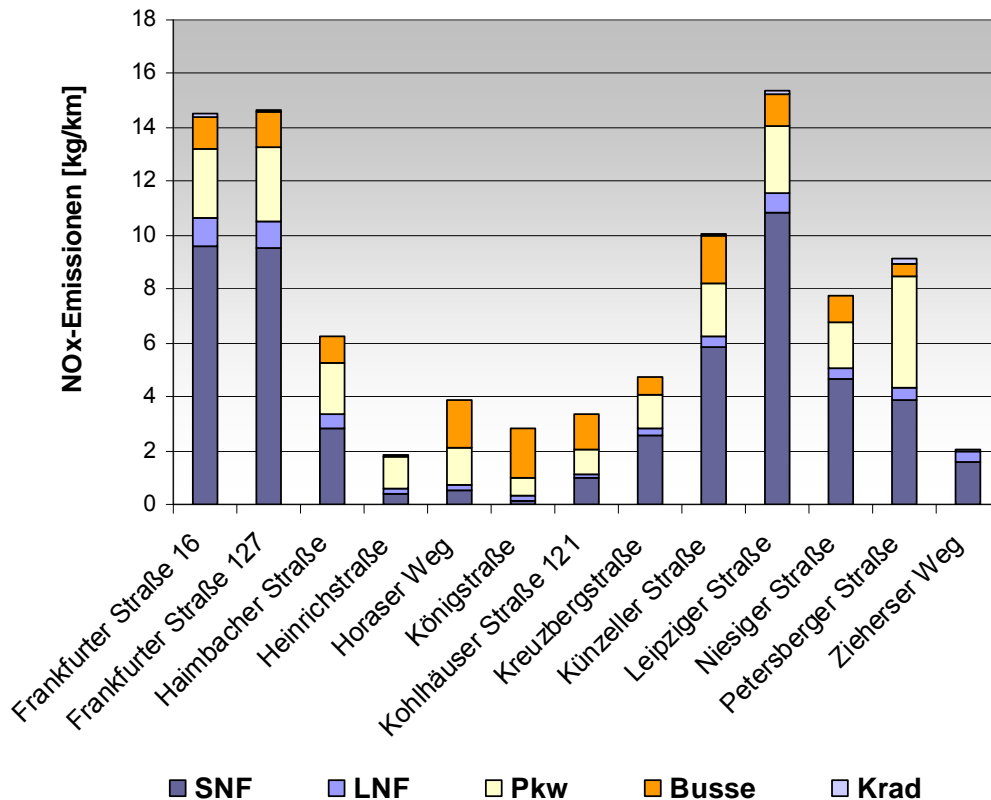
- DTV** durchschnittlicher täglicher Verkehr  
**SNF** schwere Nutzfahrzeuge (Lkw ab 3,5 t Gesamtgewicht)  
**LNF** leichte Nutzfahrzeuge (Lkw unterhalb 3,5 t Gesamtgewicht)  
**Pkw** Personenkraftwagen

**Tabelle 15:** Ergebnisse der Verkehrsuntersuchungen 2008 in Fulda

Der Standort der Luftmessstation an der Petersberger Straße als Verkehrsschwerpunkt ist offensichtlich richtig gewählt. Nach den Erfahrungen aus Immissionsmessungen an Autobahnen ist jedoch nicht allein die Höhe des Verkehrsaufkommens für die Überschreitung von Immissionsgrenzwerten verantwortlich, sondern ganz wesentlich auch die Bebauungssituation. Enge Straßen, beidseitig begrenzt durch eine hohe und geschlossene Bebauung tragen ganz wesentlich zur Verschlechterung der Durchlüftung bei und führen selbst bei deutlich geringerem Verkehrsaufkommen zu einer Schadstoffanreicherung und damit zur Grenzwertüberschreitungen.

Der Beitrag des Verkehrs zur NO<sub>x</sub>-Emissionsbelastung in den untersuchten Straßen wurde durch Multiplikation der Anzahl der Fahrzeuge aus den verschiedenen Fahrzeugkategorien (Pkw, Lkw, Busse u.s.w.) mit den jeweiligen NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren verdeutlicht. Die Summe der emittierten Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) wurde deshalb gewählt, weil die Emissionsfaktoren für den Verkehr nur NO<sub>x</sub> ausweisen, nicht aber NO<sub>2</sub>.





**Abbildung 33:** Verteilung der NO<sub>x</sub>-Emissionen auf die Fahrzeugtypen am Beispiel der Verkehrsaufkommen in den untersuchten Straßen in Fulda 2008 auf der Grundlage der durchschnittlichen Emissionsfaktoren für innerorts, Bezugjahr 2007

Dabei wird deutlich, dass vor allem Diesel-Fahrzeuge und hier insbesondere die schweren Nutzfahrzeuge zur NO<sub>x</sub>-Belastung beitragen. In den Straßenzügen mit hohem Aufkommen an Schwerlastverkehr werden die höchsten NO<sub>x</sub>-Schadstoffmengen emittiert.

Zusätzlich zum Verkehrsaufkommen sind Störungen im Verkehrsablauf wie Lichtsignalanlagen, Fußgängerüberwege, vorfahrtsberechtigende Seitenstraßen und ähnliches mehr von Bedeutung, denn sie führen zu vermehrten Brems- und Anfahrtsvorgängen, die besonders emissionsrelevant sind. Eine geschlossene Bebauung verschlechtert die Austauschverhältnisse, d.h. die Schadstoffe können sich nur unzureichend mit der deutlich geringer belasteten Umgebungsluft vermischen. Gleichzeitig ist durch die geschlossene Bebauung ein Abtransport der belasteten Luft im Straßenraum mit der freien Luftströmung deutlich eingeschränkt.

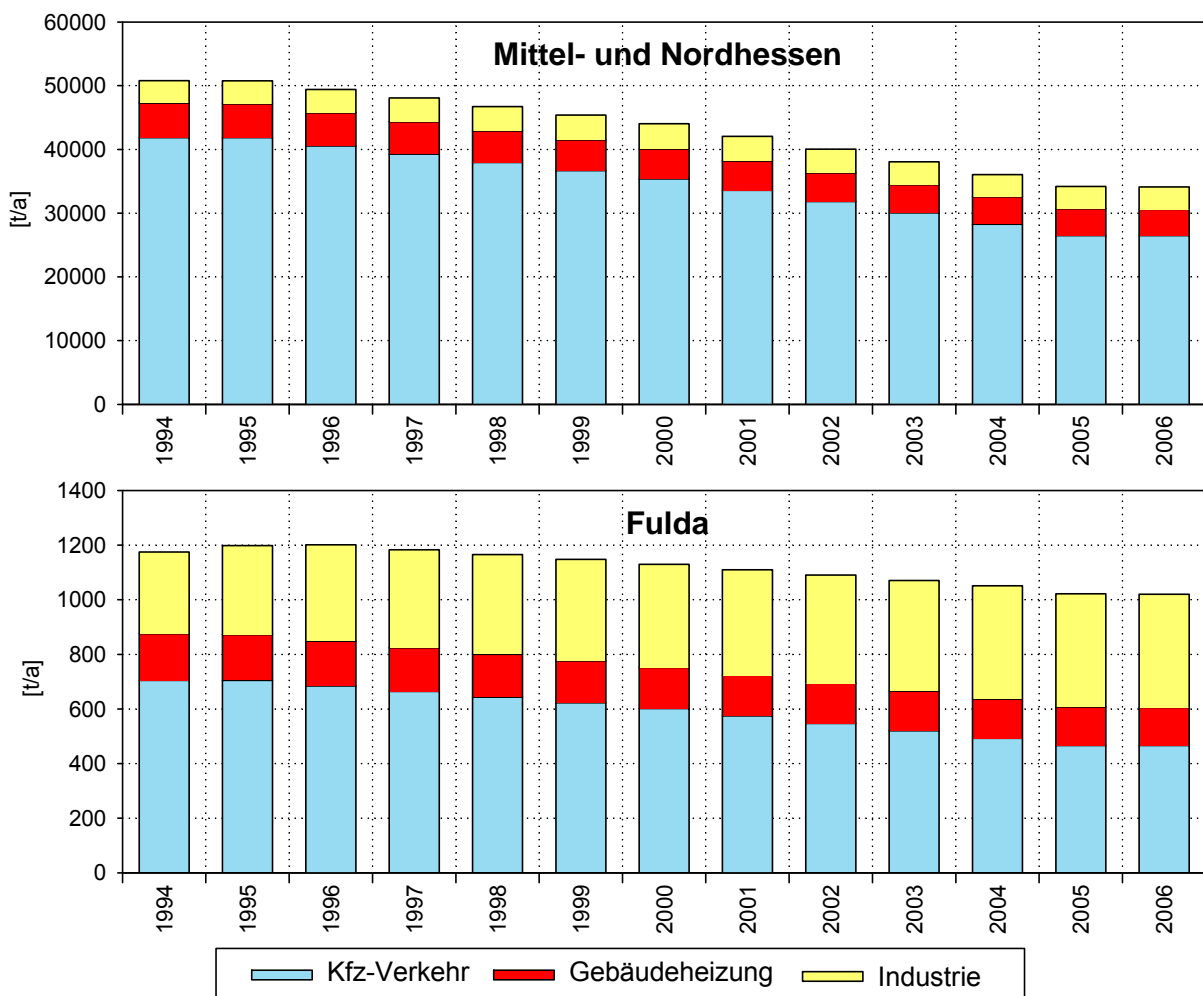
Diese Besonderheiten werden bei der Berechnung der Immissionskonzentrationen berücksichtigt. Daher finden sich die höchsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen nicht zwangsläufig in den Straßen mit dem höchsten Verkehrsaufkommen.

## 6 Angaben zu bereits durchgeführten Maßnahmen

### 6.1 Maßnahmen zur Emissionsminderung

Die Erfolge der früheren Maßnahmen zur Emissionsminderung werden mit den langjährigen Trendkurven zur Emissionsentwicklung aufgezeigt. Da am Anfang nur die Emissionsdaten in den damaligen Belastungsgebieten erhoben wurden, fängt die Trendbetrachtung in Abbildung 34 erst Mitte der neunziger Jahre an. Die Trendbetrachtung für die vier hessischen Untersuchungsgebiete seit 1979 ist im Umweltatlas Hessen [19] veröffentlicht. Für die Jahre, in denen keine Erhebung durchgeführt wurde, sind die Daten durch Interpolation aus den Daten der Erhebungsjahre berechnet.

In Abbildung 34 ist die Entwicklung der Emissionen von  $\text{NO}_x$  im Gebiet Mittel- und Nordhessen sowie für Fulda dargestellt. Mit  $\text{NO}_x$  wird die Summe aus  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ , angegeben als  $\text{NO}_2$ , bezeichnet. Die Emissionsdaten einzelner Städte wie Fulda werden nur durch wenige Anlagen geprägt (siehe Abbildung 29).



**Abbildung 34:** Entwicklung der  $\text{NO}_x$ -Emissionen (Summe von  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ , angegeben als  $\text{NO}_2$ ; interpolierte Angaben)

### **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 NO<sub>x</sub> verzeichnet werden. In Abbildung 34 sind die Trends der NO<sub>x</sub>-Emissionen in Mittel- und Nordhessen sowie für die Stadt Fulda für die Emittentengruppen Kfz-Verkehr, Gebäudeheizung und Industrie zusammengestellt.

Im Rahmen der Umsetzung der Anforderungen der Luftqualitätsrahmenrichtlinie und der 1. Tochterrichtlinie wurden die Emissionsgrenzwerte für Industrieanlagen [20] insgesamt sowie der Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV [21]) im Besonderen deutlich verschärft. Im Zeitraum von August 2002 bis Oktober 2007 mussten sowohl neue wie auch alte Industrieanlagen einen um 60 % abgesenkten Emissionsgrenzwert für Staub und einen um 30 % abgesenkten Emissionsgrenzwert für NO<sub>x</sub> umsetzen. Auch die Anforderungen an Abfallverbrennungsanlagen (17. BImSchV [22]) wurden verschärft.

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

Bei der Emittentengruppe Gebäudeheizung gab es zwischen 1980 und 2002 erhebliche Veränderungen. Günstige Gas- und Heizöl-Preise sowie die Bedienungsfreundlichkeit dieser Heizungsanlagen haben in den 70er und 80er Jahren verbreitet zu einem Ersatz von veralteten Kohlefeuerungen durch mit Gas oder Heizöl betriebene Heizungsanlagen im Bereich der Wohnhäuser geführt. Die 1979 in Kraft gesetzte und seither mehrfach novellierte 1. BImSchV (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen) [16] 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.

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

### **6.1.3 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Kfz-Verkehr**

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

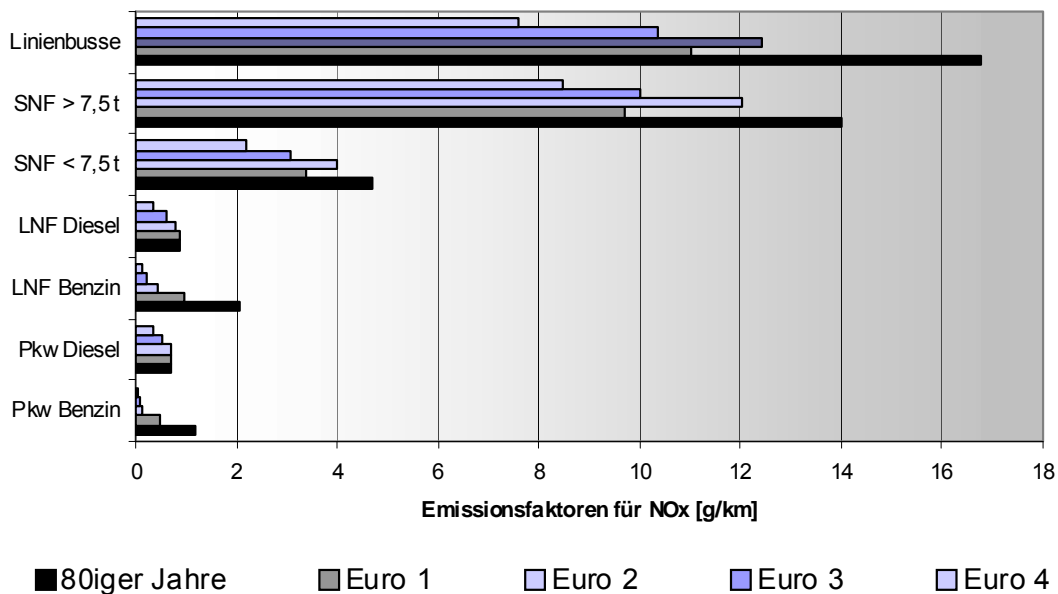
Bei den Maßnahmen zur Minderung der Emissionen des Kfz-Verkehrs muss unterschieden werden zwischen den Maßnahmen zur Minderung der spezifischen Emissionen der einzelnen Fahrzeuge und planerischen Maßnahmen zur Vermeidung von Kfz-Fahrten und zur Lenkung der Verkehrsströme.

Die Minderung der spezifischen Emissionen am Fahrzeug erfolgt sowohl über die Begrenzung der Fahrzeugemissionen in Form der Euro-Normen als Abgasstandards als auch durch erhöhte Anforderungen an die Qualität der zum Betrieb der Kraftfahrzeuge eingesetzten Otto- und Diesel-Kraftstoffe. Beide Bereiche werden durch EG-Richtlinien geregelt. In den Tabellen 16 und 17 ist die Entwicklung der Abgasgesetzgebung (Euro-Normen) aufgeführt.

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

**Tabelle 16:** Übersicht über die geltenden Abgasnormen der EU

Wie die rückläufigen Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub> in Abbildung 35 zeigen, konnten die abgasbezogenen NO<sub>x</sub>-Emissionen zwar reduziert werden, aber noch immer nicht in dem Maß wie es für eine Einhaltung der NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwerte notwendig wäre.

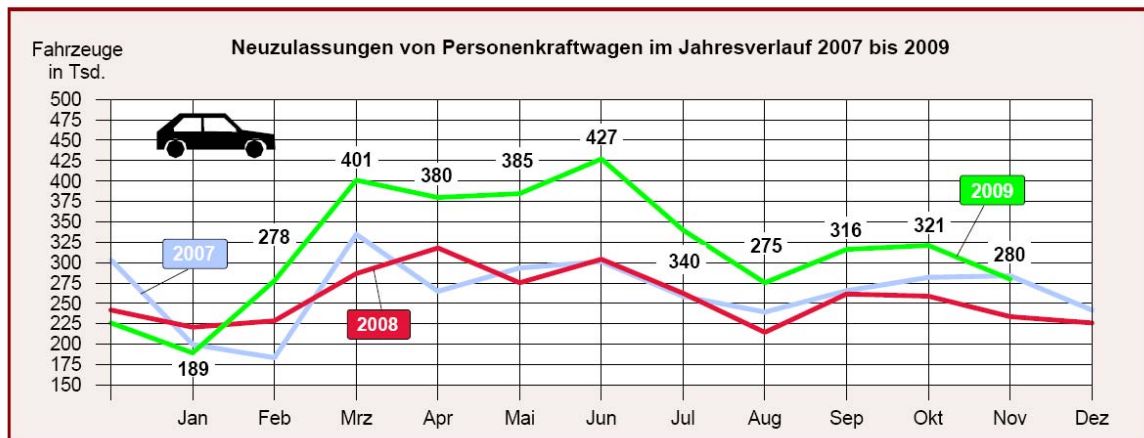


**Abbildung 35:** Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub>, gewichtete Verkehrssituation innerorts, Bezugsjahr 2005 [17]; LNF = leichte Nutzfahrzeuge; SNF = schwere Nutzfahrzeuge

### 6.1.3.2 Fördermaßnahmen zur schnelleren Erneuerung der Fahrzeugflotte (Deutschland)

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 „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.

Für den Zeitraum Januar bis November 2009 registrierte das Kraftfahrzeugbundesamt (KBA) ein Plus von 25,4 % bei den Neuzulassungen von Pkw gegenüber Januar bis November 2008 [25].



**Abbildung 36:** Neuzulassungen von Personenwagen im Jahresverlauf 2007 bis 2009 (Quelle: Kraftfahrzeugbundesamt, [25])

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 27,5 % der Emissionsklasse Euro 5 und 0,1 % der Emissionsklasse Euro 6. Die doch geringe Anzahl an Neuzulassungen mit Euro 5 und 6 hängt mit dem hohen Anteil an Kleinwagen zusammen, die zusammen einen Anteil von 63 % an den Neuzulassungen hatten. Diese Fahrzeuge wurden nur in geringem Umfang bereits mit Euro-5-Standard angeboten.

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

#### 6.1.4 Erhaltung und Modernisierung des Gleisanschlusses im Industriegebiet „Eisweiher“ (Stadt Fulda)

Im Jahr 2008 wurde im Zuge der Verlängerung der Hermann-Muth-Straße das vorhandene Stammgleis, welches von der Bahntrasse Kassel-Würzburg direkt in das Industriegebiet „Eisweiher“ führt, dem Straßenausbau angepasst und modernisiert. Durch die Möglichkeit der weiteren Nutzung des Gleisanschlusses können nach Angaben der in diesem Bereich ansässigen Papierfabrik rund 150 t Papier pro Woche auf dem Schienenweg transportiert werden, wodurch ca. 12 Lkw-Fahrten pro Woche eingespart werden.

# 7 Geplante Maßnahmen

## 7.1 Europäische Maßnahmen

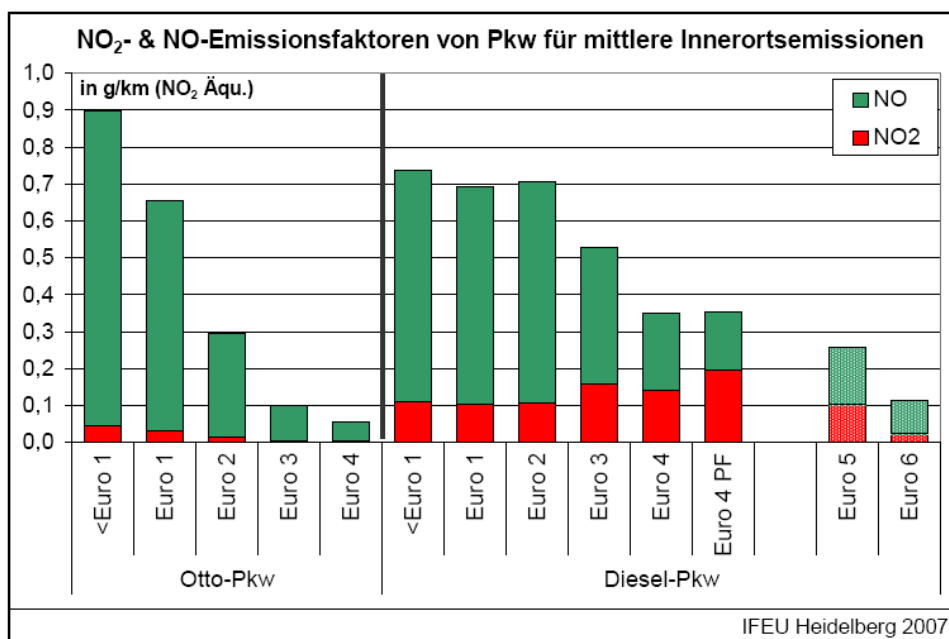
### 7.1.1 Einführung neuer Abgasstandards

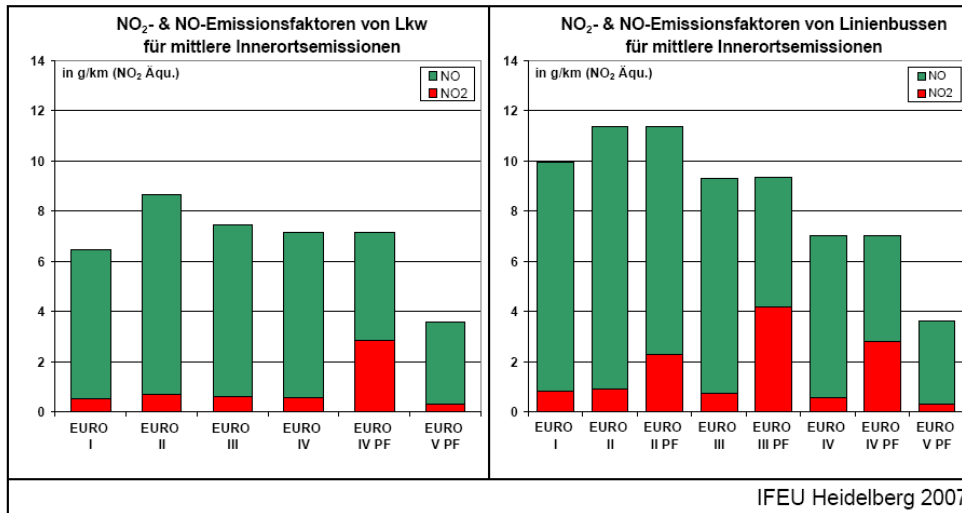
Nachdem offensichtlich wurde, dass mit den geltenden Abgasgrenzwerten die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte nicht erreicht werden kann, hat die Europäische Union eine weitere Absenkung der Fahrzeugemissionen sowohl für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge als auch für schwere Nutzfahrzeuge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

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

**Tabelle 17:** Zukünftige Abgasnorm

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 merkbaren Minderung der Abgasemissionen aufgrund einer modernisierten Fahrzeugflotte vergehen leicht 10 Jahre und mehr. Daher wird voraussichtlich erst ab 2020 mit einer deutlich rückläufigen NO<sub>2</sub>-Konzentration zu rechnen sein. Diesbezügliche Untersuchungen führte das ifeu-Institut durch [11].

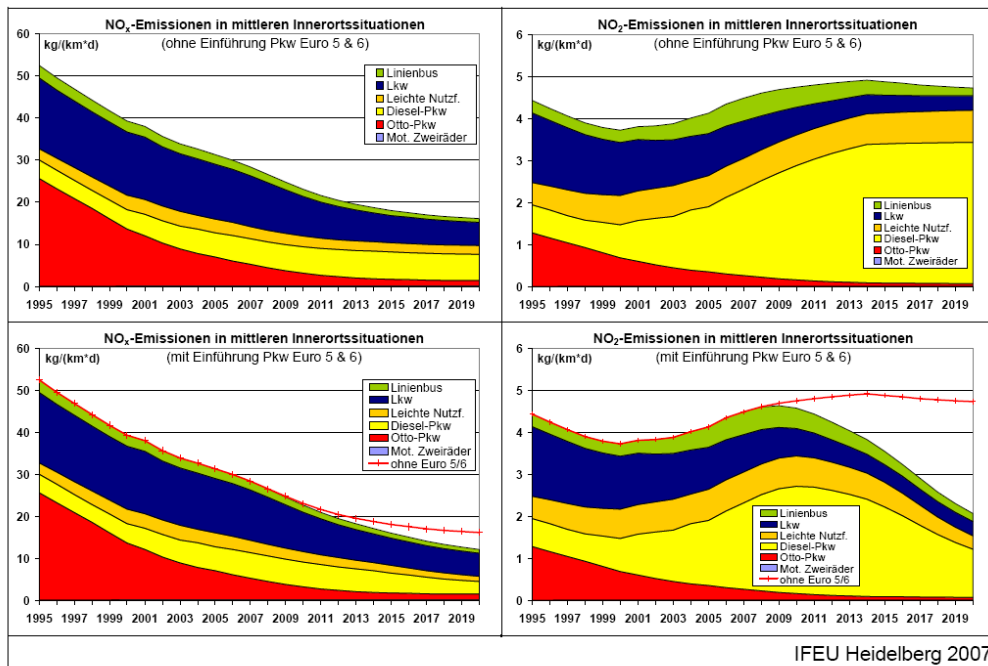




**Abbildung 37:** NO<sub>2</sub>- und NO-Emissionsfaktoren für Pkw, Lkw und Busse im Innerortsverkehr (Quelle: ifeu, Heidelberg 2007 [11])

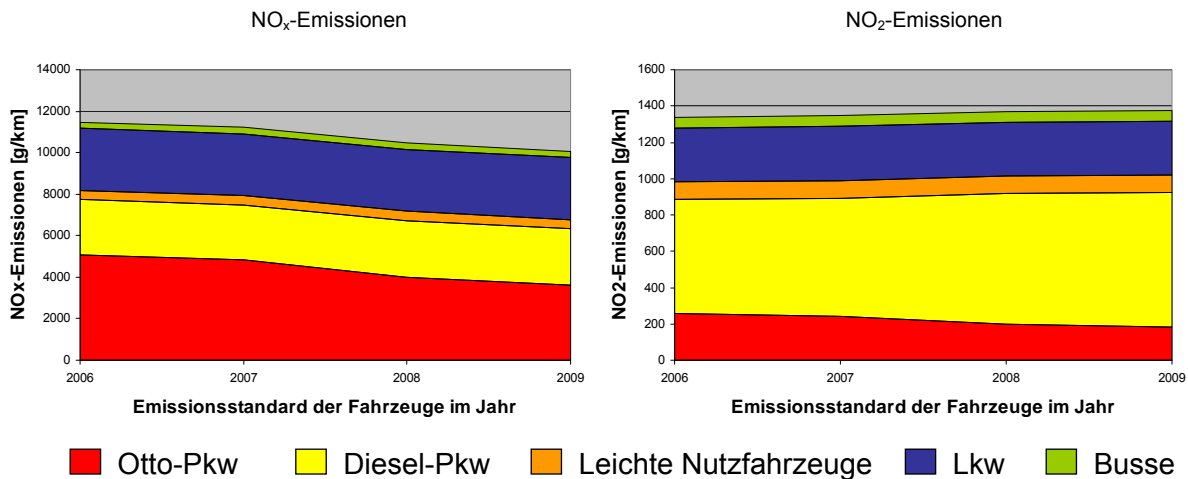
Vor allem die NO<sub>2</sub>-Emissionen moderner Dieselfahrzeuge liegen nochmals erheblich über denen älterer Dieselmotoren. Erst mit Einführung Euro 6 ist bei Pkw mit einem deutlichen Rückgang des NO<sub>2</sub>-Ausstoßes zu rechnen.

Im Abgas von schweren Nutzfahrzeugen (Lkw und Busse) **ohne Abgasnachbehandlung** liegt der Anteil an direkt emittiertem NO<sub>2</sub> bei durchschnittlich 8 %. Die NO<sub>2</sub>-Direktemissionen steigen teilweise jedoch sehr stark mit Einbau von CRT-Systemen (Continuous Regeneration Trap), einem Abgasreinigungssystem für Feinstaub, an. Dieser Nachteil wurde aber bereits erkannt und kann durch eine zusätzliche Harnstoffbehandlung des Abgases ausgeglichen werden.



**Abbildung 38:** Berechnung / Prognose der Stickoxid- und Stickstoffdioxidemissionen in einer mittleren Innerortssituation (Quelle: ifeu, Heidelberg 2007 [11])

Das ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH in Heidelberg hat im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg die Entwicklung der NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen im Innerortsverkehr in Baden-Württemberg und Deutschland bis zum Jahr 2020 untersucht [11]. Nach diesen Berechnungen werden die NO<sub>x</sub>-Emissionen weiter sinken, die NO<sub>2</sub>-Emissionen bis ca. 2010 weiter zunehmen. Mit Einführung der Euro-5 und Euro-6-Normen gehen auch die verkehrsbedingten Stickstoffdioxidemissionen kontinuierlich zurück. Minderungen der verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen zwischen 2005 und 2020 in Höhe von ca. 60 % erscheinen demnach möglich, in etwa gleicher Größenordnung auch bei Stickstoffdioxid.



**Abbildung 39:** Entwicklung der verkehrsbezogenen Stickoxidemissionen für gleichbleibendes Verkehrsaufkommen, aber entsprechend der in den Jahren 2006 bis 2009 verbesserten Emissionsstandards der Fahrzeuge am Bsp. des Verkehrsaufkommens in der Petersberger Straße

Für den Zeitraum 2006 bis 2009 wurden die Berechnungen der verkehrsbedingten Zusatzbelastungen von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Petersberger Straße nachvollzogen. An diesem Beispiel wird deutlich, wie groß der Anteil der Diesel-Pkw in der Petersberger Straße an der NO<sub>2</sub>-Belastung ist. Obwohl im Jahr 2009 der Anteil der in Fulda zugelassenen Diesel-Pkw bei „nur“ 26,3 % lag, sind die Diesel-Pkw für mehr als die Hälfte der NO<sub>2</sub>-Emissionen in der Straße verantwortlich.

Erst in den nächsten Jahren wird sich eine Verbesserung aufgrund der insbesondere mit Einführung von Euro 6/VI sinkenden NO<sub>x</sub>-Emissionen ergeben.

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 diesen Rückgang für die Stadt Stuttgart berechnet [11] und kam zu einer Verminderung der NO<sub>2</sub>-Immissionskonzentration zwischen 2005 und 2010 von 6 %, zwischen 2005 und 2015 von 20 % und zwischen 2005 und 2020 von 33 %. Dabei wurde neben dem Rückgang der Verkehrsemissionen auch der Rückgang der Hintergrundbelastung mit berücksichtigt.

**Prognostizierte Minderung:** Bis zum Jahr 2015 (gerechnet ab 2009), Rückgang der verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen um ca. 35 %; der verkehrsbedingten NO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 23 %

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Je nach Angebot von Fahrzeugen nach neuen Euro-Normen und Einhaltung der prognostizierten Standards



## 7.2 Nationale Maßnahmen

### 7.2.1 Industrie

#### 7.2.1.1 Verschärfung von Emissionsgrenzwerten

Industrieanlagen mit erheblichen Stickoxidemissionen sind vor allem Kraftwerke und Abfallverbrennungsanlagen. Trotz bereits bestehender hoher Anforderungen werden diese Industrieanlagen zukünftig weiter in ihren NO<sub>x</sub>-Emissionen (gerechnet als NO<sub>2</sub>) beschränkt. Mit Verordnung vom 27. Januar 2009 (BGBL. I S. 129, 131) wurden bei Anlagen nach der 13. BImSchV (Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen [21]) und der 17. BImSchV (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen [22]) zu den bestehenden Halbstunden- und Tagesmittelwerten zusätzlich Jahresmittelwerte als Emissionsgrenzwert für NO<sub>x</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>, eingeführt. Die Vorgaben gelten deutschlandweit und unabhängig von Standorten in Belastungsgebieten, jedoch erst für Anlagen, die nach dem 31. Dezember 2012 in Betrieb gehen bzw. für wesentliche Änderungen bestehender Anlagen nach diesem Zeitpunkt.

Industrieanlagen tragen aufgrund der Ableitung der Emissionen über relativ hohe Schornsteine i.d.R. nur zum geringen Prozentsatz zu den örtlichen Schadstoffkonzentrationen bei. Dessen ungeachtet sind die emittierten Schadstoff-Massenströme 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 Aktive Förderung des Partikelfiltereinbaus

Nach einem Beschluss der Bundesregierung wird rückwirkend seit dem 1. Januar 2006 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. Seit 1. August 2009 wird die Nachrüstung von Partikelfiltern für Diesel-Pkw auch mit einem Festbetrag von 330 Euro gefördert, der als Zuschuss direkt gezahlt wird.

Zunächst war die Förderung bis Ende Dezember 2009 befristet. Inzwischen soll auch im Jahr 2010 die Nachrüstung bezuschusst werden. Darüber hinaus soll die Förderung auch auf leichte Nutzfahrzeuge erweitert werden. Dies gilt jedoch nur für Diesel-Fahrzeuge, die vor dem 31. Dezember 2006 zugelassen wurden und die nach ihrer Nachrüstung mit einem Partikelminderungssystem einer festgelegten Partikelminderungsstufe oder -klasse entsprechen.

Im Gegenzug wurde für Dieselfahrzeuge, die nicht dem Partikelgrenzwert der Euro 5 entsprechen, die Kfz-Steuer um 1,20 € je 100 cm<sup>3</sup> Hubraum angehoben.

Nach Angaben des Bundesumweltministeriums wurden von Anfang bis Mitte 2009 noch weniger als 6.000 Pkw pro Monat nachgerüstet. Nach der Umstellung der Förderung auf einen direkten Zuschuss ab dem 1. August dieses Jahres hat sich die Zahl der Nachrüstungen fast vervierfacht.

**Prognostizierte Minderung:** Bei nachgerüsteten Diesel-Pkw und leichten Nutzfahrzeugen mit Oxidationskatalysator der Euro 3-Norm ergibt sich eine Minderung des NO<sub>2</sub>-anteils am NO<sub>x</sub> im Abgas von ca. 30 % zu einem nicht nachgerüsteten baugleichen Fahrzeug [27]

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Seit 2007 fortlaufend bis Ende 2010.

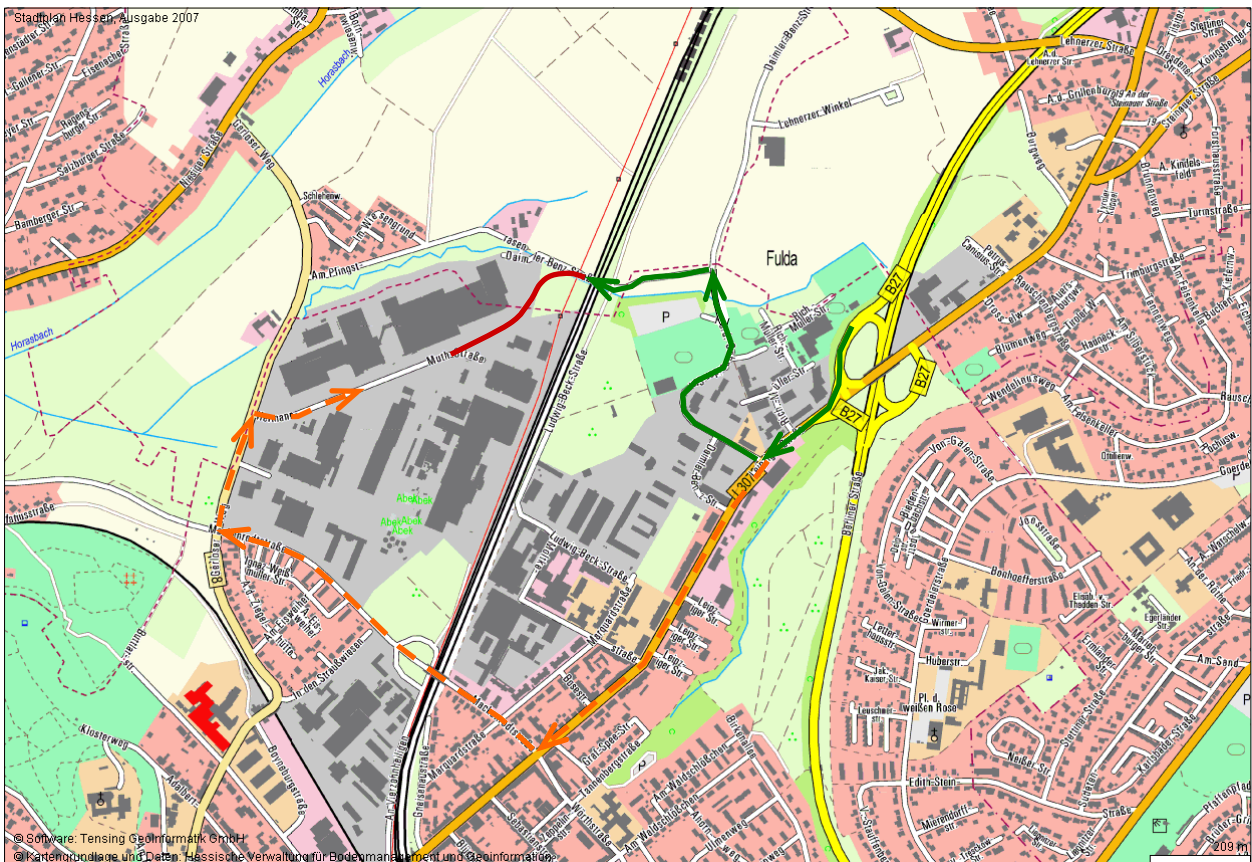
## 7.3 Lokale Maßnahmen

### 7.3.1 Verkehr

#### 7.3.1.1 Brennpunkt Leipziger Straße

##### 7.3.1.1.1 Verbessertes Anschluss des Industriegebiets „Eisweiher“

Zur Verbesserung der Anbindung des Industriegebiets „Eisweiher“ wird die Hermann-Muth-Straße verlängert und über die bereits ausgebaute Daimler-Benz-Straße an die B 27 angeschlossen. Bisher verläuft der Schwerverkehr im Wesentlichen über die Leipziger Straße – Mackenrodtstraße – Gerloser Weg bzw. Lehnerzer Straße – Niesiger Straße – Gerloser Weg.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 40:** Umbau und Verlängerung der Hermann-Muth-Straße (rote Linie); bisherige Lkw-Fahrstrecke (orange gestrichelte Pfeile); zukünftige Lkw-Fahrstrecke (grüne Pfeile)

Mit dem Ausbau wird die Leipziger Straße, aber insbesondere auch die Strecke Lehnerzer Straße – Niesiger Straße – Gerloser Weg von Schwerlastverkehr entlastet. Aus dem Verkehrsmodell für die Stadtregion Fulda errechnet sich eine Entlastung für den Bereich Leipziger Straße – Mackenrodtstraße – Gerloser Weg von ca. 400 Fahrzeugen pro Tag, davon ca. 100 Lkw. Für die Strecke Lehnerzer Straße – Niesiger Straße – Gerloser Weg wird sogar mit ca. 1.650 Fahrzeugen weniger gerechnet, die täglich die Strecke passieren, davon ca. 190 Lkw.

Bezogen auf den Emissionsstandard der in Fulda zugelassenen Pkw zum Stand 1. Januar 2009 sowie der zum gleichen Zeitpunkt erhobenen deutschlandweiten Emissionsstandard von Lkw und Bussen ergibt sich eine Emissionsminderung von ca. 33 % der verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen im Bereich Niesiger Straße und ca. 15 % im Bereich der Leipziger Straße.

Die geänderte Streckenführung führt trotz unverändertem Verkehrsaufkommen zu einer Minderung der verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen, da die Strecke für viele Fahrzeuge kürzer sein dürfte als vorher. Sie führt aber ganz wesentlich zu einer Entlastung der an den beiden bisher genutzten Strecken wohnenden Personen, die bisher hohen NO<sub>2</sub>-Immissionskonzentrationen durch den Schwerlastverkehr ausgesetzt waren, die doch in teils erheblichem Maß gesenkt werden können.

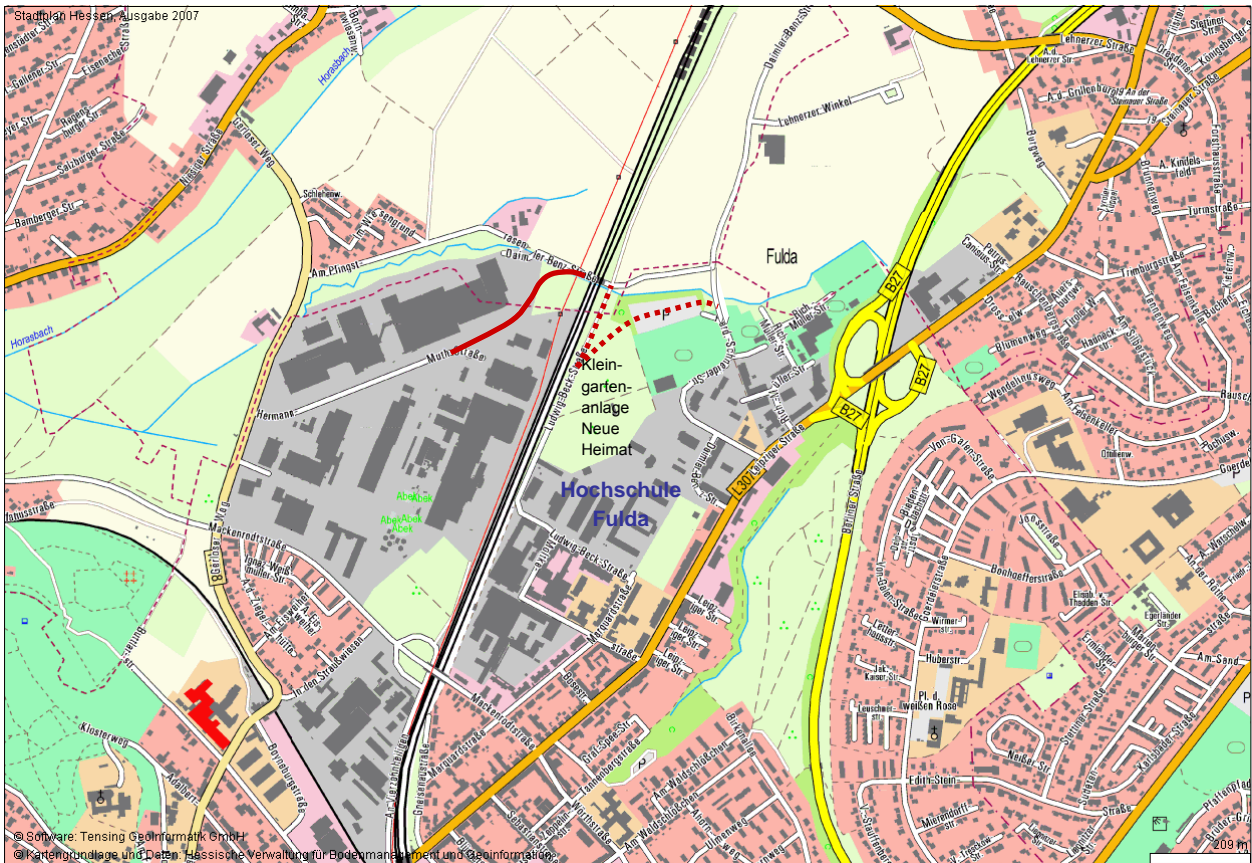
**Prognostizierte Minderung:** 23 % der verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen im Bereich Niesiger Straße; 5,2 % der verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen im Bereich Leipziger Straße

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Die Fertigstellung der Maßnahme ist für das Jahr 2010 vorgesehen

#### 7.3.1.1.2 Neue Anbindung der Hochschule Fulda

Im Zuge des Ausbaus der Hochschule Fulda soll die HAUPTerschließung des Hochschulgeländes anstatt über die Marquardstraße über eine neu zu bauende An- und Abfahrt an die Daimler-Benz-Straße erfolgen. Darüber hinaus werden ca. 500 Stellplätze auf dem Hochschulgelände verlegt.

Damit kann die Leipziger Straße sowohl von bereits bestehendem als auch zunehmendem künftigen Verkehrsaufkommen entlastet werden. Trotz des voraussichtlich ansteigenden Verkehrsaufkommens wird mit einer Entlastung von ca. 1.000 Fahrzeugen pro Tag in der Leipziger Straße gerechnet.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 41:** Geplante verkehrliche Anbindung der Hochschule Fulda an die Daimler-Benz-Straße (rot gepunktete Linie)

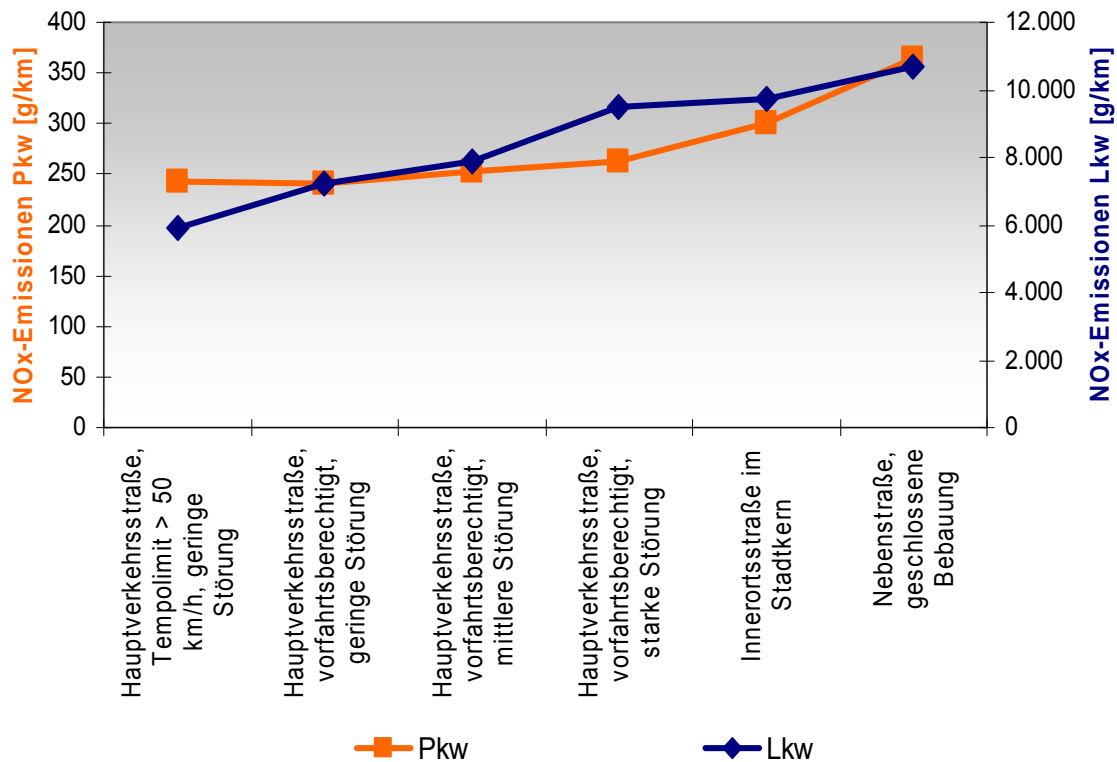
Auch diese Maßnahme dient in erster Linie der Entlastung von Anliegern.

**Prognostizierte Minderung:** Nicht abschätzbar

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Geplant 2010 / 2011.

### 7.3.1.1.3 Einführung „Grüne Welle“

Die Einführung einer „Grünen Welle“ im Streckenabschnitt der Leipziger Straße (Kurfürstenstraße bis zur B 27) soll den Verkehr auf der Leipziger Straße verflüssigen und somit Emissionen, die durch Stop-and-Go-Verkehr verursacht werden, reduzieren. Wie hoch eine Einsparung verkehrsbezogener Emissionen durch Verbesserung des Verkehrsflusses ist, zeigt die nachstehende Abbildung.



**Abbildung 42:** Einfluss des „Störungsgrades“ auf die Abgasemissionen im Straßenverkehr (Quelle: Streckenbezogene Emissionsfaktoren, HBEFA 2.1, für das Jahr 2005)

Bereits die Verringerung des Störungsgrades von „mittel“ auf „gering“ führt am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Leipziger Straße zu einer tatsächlichen Verminderung um ca. 15 % der NO<sub>x</sub>-Emissionen. Die Vergleichmäßigung des Verkehrsflusses ist insbesondere bei schweren Nutzfahrzeugen von Bedeutung. Sie emittieren fast das 25-fache an NO<sub>x</sub> im Vergleich mit einem Pkw und sollten daher nach Möglichkeit auf Strecken geführt werden, die weniger Störungen aufweisen.

**Prognostizierte Minderung:** Ca. 15 % der verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen im Bereich der Leipziger Straße

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Abhängig von der Bereitstellung der Fördermittel (Förderantrag wurde bereits gestellt).

### 7.3.1.2 Brennpunkt Frankfurter Straße

#### 7.3.1.2.1 Neubau Westring

Mit der Fertigstellung des Westrings im Jahr 2008 wurde insbesondere für den Schwerlastverkehr eine attraktive Alternativstrecke zwischen der Autobahn A 7 in Richtung Süden bzw. B 27 und dem Industriegebiet West geschaffen. Die überarbeitete Wegweisung, die ab dem Bronnzeller Kreisel den Verkehr über den Westring direkt zum Industriegebiet West führen soll, leitet damit insbesondere den Schwerlastverkehr an den kritischen Bereichen der Frankfurter Straße vorbei.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 43:** Rot: Westring Fulda; grün: Entlastete Strecke (Frankfurter Straße)

Das Verkehrsaufkommen auf der B 254 im Teilabschnitt Mainstraße / Westring bis B 458 lag bis zur Fertigstellung des Westrings bei ca. 22.300 Kfz pro Tag, mit einem Anteil von ca. 11 % Lkw. Der in Abbildung 42 grün gekennzeichnete Bereich der Frankfurter Straße soll nach einer Eingewöhnungszeit auf ca. 15.800 Kfz pro Tag bzw. 1.820 Lkw pro Tag reduziert werden.

**Prognostizierte Minderung:** 26 % der verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen im Bereich der Frankfurter Straße

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Nach vollständiger Akzeptanz der Umgehungsstrecke durch den Verkehr.

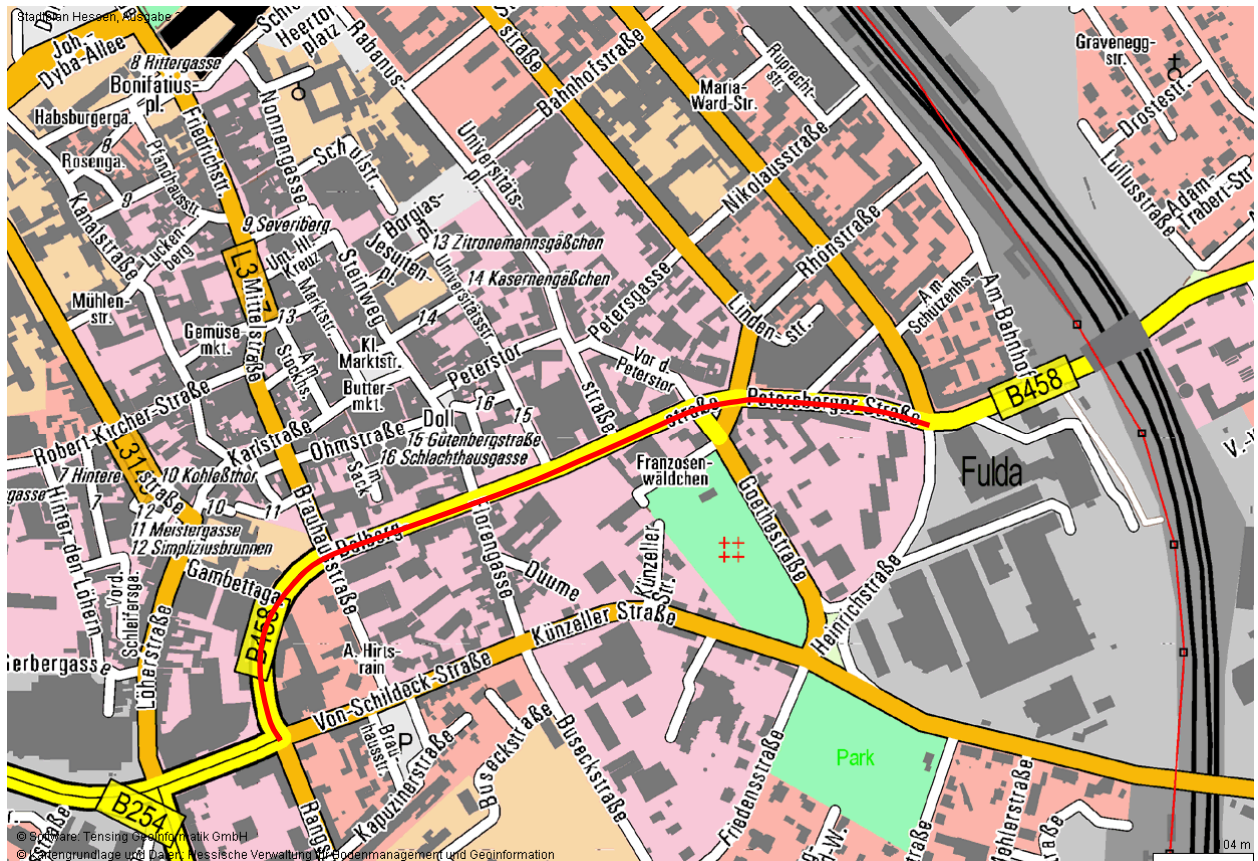
### 7.3.1.3 Brennpunkt Petersberger Straße

Im Gegensatz zur Leipziger oder Frankfurter Straße spielt der Schwerlastverkehr in der Petersberger Straße nur eine untergeordnete Rolle. Daher kommt einer Verlagerung des Schwerlastverkehrs auch kaum Bedeutung zu. Beträgt der Anteil schwerer Lkw in der Leipziger Straße entsprechend dem Ergebnis der Verkehrszählungen 8,4 % und in der Frankfurter Straße 7,3 %, liegt er in der Petersberger Straße bei gerade einmal 2,1 %. Hier ist das allgemein hohe Verkehrsaufkommen Ursache der Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwertes. Ohne den Verkehr einzuschränken kann nur eine Verflüssigung des Verkehrsablaufs zu einer Minderung des Schadstoffausstoßes führen.

#### 7.3.1.3.1 Maßnahmen zur Verkehrsverflüssigung

Die Verminderung von Störungen führt wie in Abbildung 42 gezeigt zu einer deutlichen Reduzierung von verkehrsbedingten Schadstoffemissionen. Bis 2008 wurden im Bereich zwischen der B 254 und der Heinrichstraße folgende verkehrsverflüssigende Maßnahmen durchgeführt:

- Herstellung der durchgängigen Befahrbarkeit auf 4 Fahrstreifen,
- Anlage einer zweiten Linksabbiegespur am Knotenpunkt mit der B 254,
- (teilweiser) Einbau neuer Steuerungsgeräte.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 44:** Petersberger Straße; rot gekennzeichnet: Bereich mit bereits umgesetzten Maßnahmen zur Verkehrsverflüssigung

Im Zuge des anstehenden Straßenausbaus sollen auf dem Streckenabschnitt der Petersberger Straße von der Heinrichstraße bis zur Schillerstraße ebenfalls verkehrsverflüssigende Maßnahmen vorgenommen werden. Hierbei werden die Anbindungen der Nebenstraßen durch zusätzliche Signalanlagen und Verkehrsregelungen optimiert, um Staueffekte weiter reduzieren zu können.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

**Abbildung 45:** Petersberger Straße; grün gekennzeichnet: Bereich mit zukünftig umzusetzenden Maßnahmen zur Verkehrsverflüssigung

Mit diesen Maßnahmen sollen in der Petersberger Straße die noch bestehenden Störungen so weit verringert werden, um von einer Einstufung als „Hauptverkehrsstraße mit mittleren Störungen“ in die Kategorie einer „Hauptverkehrsstraße mit geringen Störungen“ (siehe Abbildung 42) zu gelangen. Dabei wird der Ausstoß von NO<sub>x</sub> bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen um ca. 7,5 %, bei schweren Nutzfahrzeugen und Bussen um ca. 17,5 % reduziert.

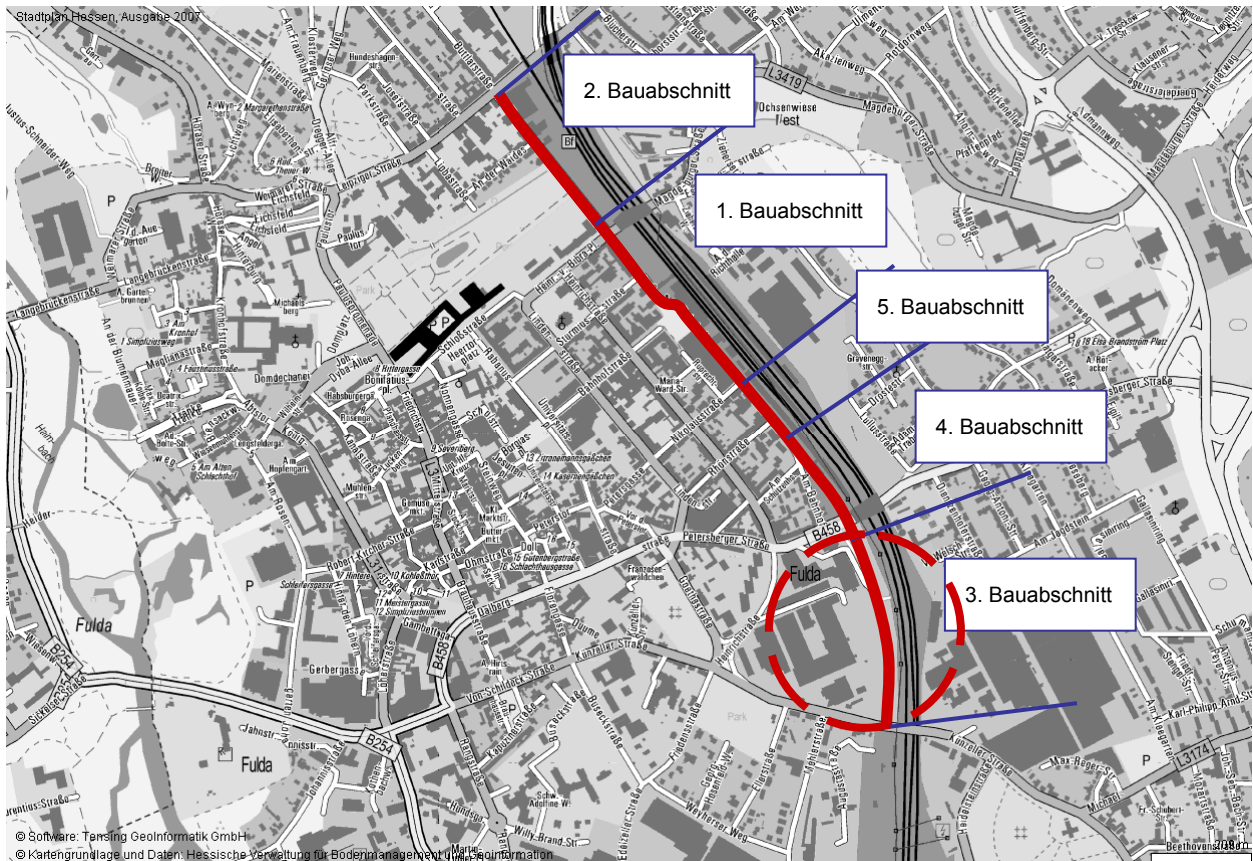
**Prognostizierte Minderung:** Ca. 11,4 % der verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen im Bereich der Petersberger Straße

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Baubeginn voraussichtlich 2010, Abschluss voraussichtlich Ende 2011.

### 7.3.1.3.2 Neubau „Ostumfahrung“

Eine weitere Entlastung des besonders kritischen Bereichs zwischen den Kreuzungen Petersberger Straße / Goethestraße und Petersberger Straße / Heinrichstraße soll durch den Bau der Ostumfahrung (siehe Abbildung 46) erzielt werden.





Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation



betroffener Straßenabschnitt

**Abbildung 46:** Geplante Ostumfahrung (rote Linie) nach Bauabschnitten

**Prognostizierte Minderung:**

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Geplanter Baubeginn 2010.

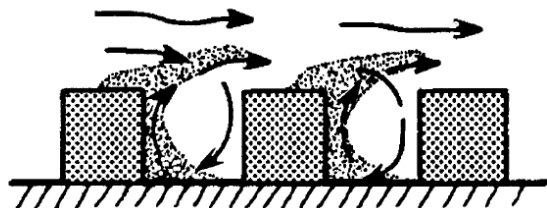
### 7.3.1.3.3 Einbau von stickoxidminderndem Pflaster

Im Rahmen der Straßenbaumaßnahmen wird ein photokatalytisch wirksames stickoxidminderndes Betonsteinpflaster im Bereich zwischen der Heinrich- und Schillerstraße auf einer Länge von ca. 800 bis 1000 m im Gehwegbereich sowie in den Parkstreifen verlegt. Das Airclean-Pflaster der Fuldaer Firma Nüdling ist mit Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ) beschichtet, das als Katalysator zusammen mit Sonnenlicht die Umwandlung der Stickoxide ( $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ) zu Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) bewirkt. Das Nitrat kann als wässrige Lösung über die Kanalisation in der Kläranlage abgebaut wird. Das Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie hat die Versuche begleitet und die Wirksamkeit der Beschichtung beim Abbau von Stickoxiden bestätigt. Die Wirkung ist abhängig von der Lichtstärke. Die Beleuchtungsstärke von Tageslicht schwankt zwischen 100.000 Lux an einem wolkenlosen Julisommertag und 3.000 Lux an einem trüben Winternachmittag. „5.000 Lux entsprechen etwa der Außenbeleuchtungsstärke in Höhe Kassel bei gleichmäßig bedecktem Himmel am 10. Dezember gegen 10:00 Uhr“ [28].

Um die Minderungswirkung des Airclean-Pflasters zu ermitteln wurden seitens der Herstellerfirma zwei identische parallele künstliche Straßenschluchten von ca. 50 m Länge, 6,50 m Breite

und 5 m Höhe aufgebaut. Eine der „Gassen“ wurde mit Airclean-Pflaster belegt, die andere mit herkömmlichem Betonpflaster. Mit Hilfe eines Dieselmotors wurden in beide Fahrgassen jeweils die gleichen Schadstoffbelastungen eingespeist und in drei Meter Höhe (entsprechend den Messhöhen von Luftmessstationen) die NO und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen messtechnisch bestimmt. Die höchsten Abbauraten wurden bei windstillem und sonnigem Wetter erzielt. Im Schnitt wurden bei den Untersuchungen auf der Testfläche von Mitte August bis Mitte Oktober 2009 (jeweils ca. 6:00 bis 15:00 Uhr) ca. 29 % NO und 18 % NO<sub>2</sub> der Stickoxide auf der Airclean-Fläche gegenüber der mit unbeschichtetem Betonpflaster belegten Fläche reduziert.

In Fulda wird das Pflaster jedoch nicht auf der gesamten Fläche (Fahrbahn + Gehwege), sondern nur auf den Gehwegen und Parkplätzen daneben verlegt werden. Die Schadstoffemissionen der Fahrzeuge werden aufgrund der besonderen Strömungs- und Ausbreitungsbedingungen in Straßenschluchten verwirbelt und hohe Konzentrationen treten vor allem an der windabgewandten Straßenseite auf.



**Abbildung 47:** Strömungsverhältnisse in Straßenschluchten. Die Ausbildung des Strömungswirbels innerhalb der Straße führt zu hohen Konzentrationen an der windabgewandten Seite [29]

Ob die Verwirbelungen ausreichen, um die Schadgase in ausreichenden Kontakt mit dem Pflaster zu bringen und damit eine wirksame Reduzierung der Stickoxide zu erzielen, wird anhand von Messungen mit so genannten NO<sub>2</sub>-Passivsammlern überprüft. Diese werden an nahezu gegenüberliegenden Punkten etwa im mittleren Bereich des zu sanierenden Straßenabschnittes aufgestellt. Sie messen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in 10 cm und ca. 3 m Höhe über Straßenniveau (entsprechend den Probenahmehöhen von Luftmessstationen). Zur Überprüfung der Messgenauigkeit der Sammler wird auch im Bereich der bestehenden Luftmessstation Petersberger Straße ein Sammelgefäß aufgestellt. Die Probenahme beginnt im Januar 2010, so dass bereits vor Einbau des Airclean-Pflasters die genauen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in dem Straßenabschnitt bekannt sind, um einen Vorher-Nachher-Vergleich anstellen zu können.

**Prognostizierte Minderung:** Derzeit nicht abschätzbar.

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Verlegung im Sommer 2010.

### 7.3.1.4 Öffentlicher Nahverkehr

#### 7.3.1.4.1 Festlegung von Abgas-Mindeststandards

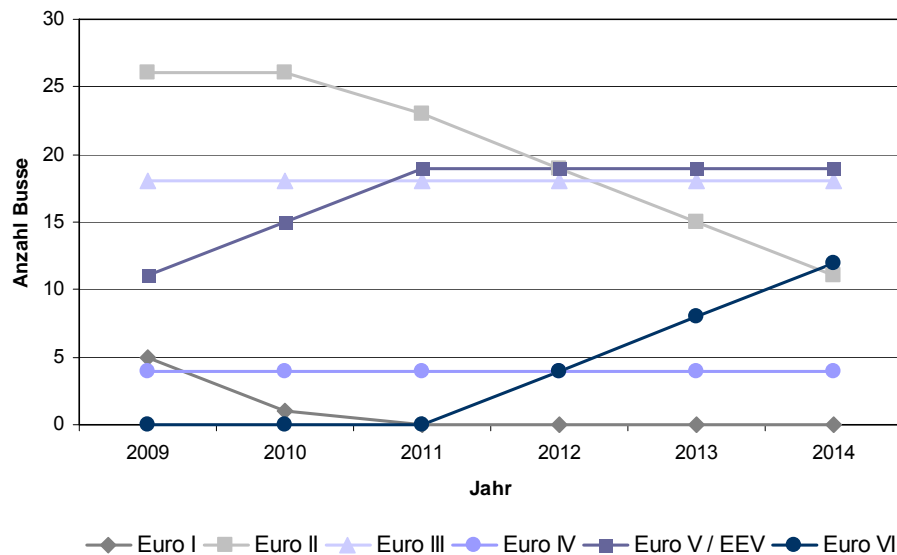
Im Rahmen des Nahverkehrsplans der Stadt Fulda vom Februar 2009 wurde für die Beschaffung von Bussen ein Mindeststandard festgelegt:

*„In Abhängigkeit von den gesetzlichen Vorschriften und vom Zeitpunkt der Erstzulassung des Fahrzeuges müssen die jeweils gültigen EURO-Normen erfüllt werden. (Nachrichtlich: EURO 5 ab Erstzulassung 2009)“*

Zusammen mit der Festlegung:

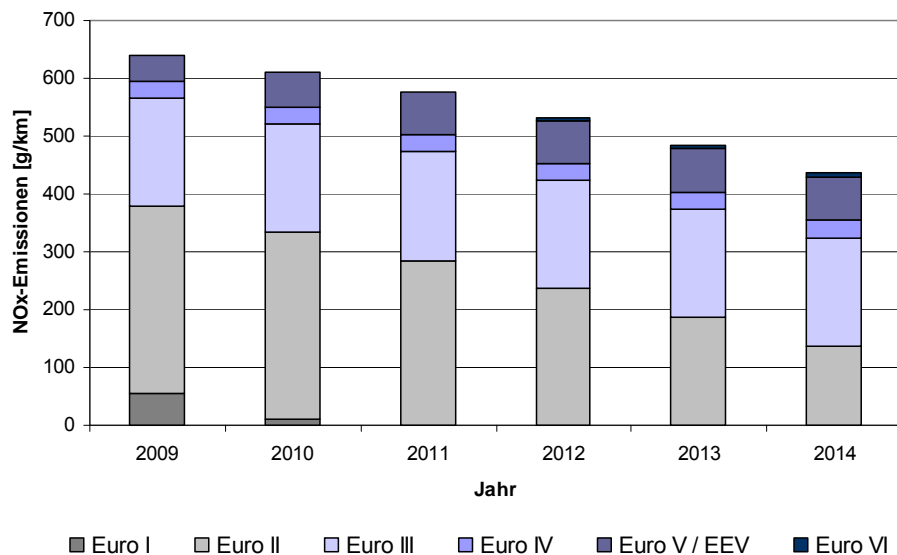
„Maximales Durchschnittsalter aller eingesetzten Fahrzeuge (Bezugszeitraum: Fahrplanjahr): 7 Jahre“

kann von einer sukzessiven Verbesserung der Abgasstandards der eingesetzten Busflotte ausgegangen werden.



**Abbildung 48:** Aktueller und prognostizierter Emissionsstandard der Linienbusflotte in Fulda

Bei einer Neubeschaffung von 3 bis 5 Fahrzeugen pro Jahr ist in den nächsten fünf Jahren mit deutlich sinkenden abgasbedingten Emissionen der Busflotte zu rechnen.



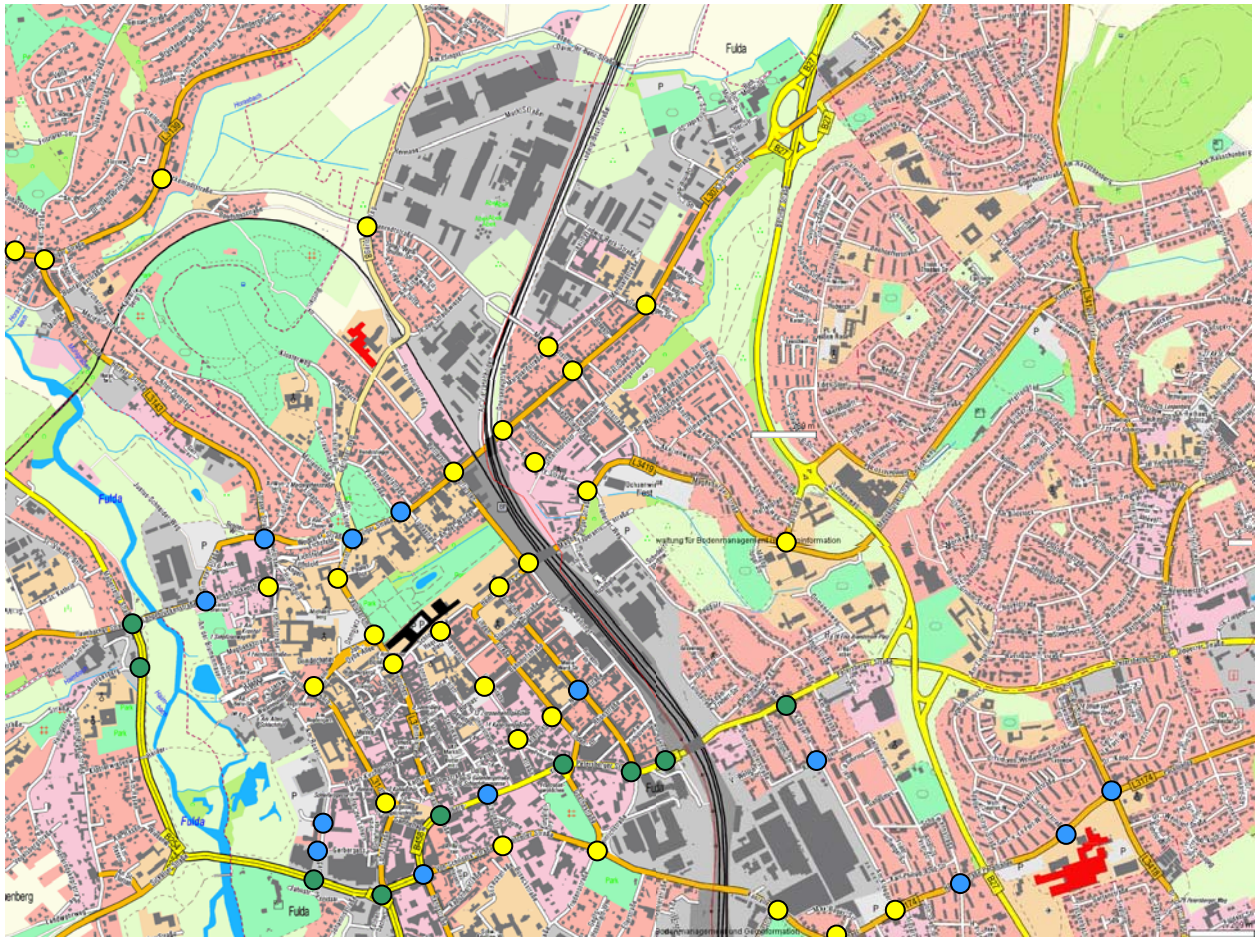
**Abbildung 49:** Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen der Linienbusflotte in Fulda

**Prognostizierte Minderung:** Gut 30 % des NO<sub>x</sub>-Ausstoßes bis 2014.


**Zeitpunkt der Umsetzung:** Laufende Erneuerung

### 7.3.1.4.2 Attraktivitätssteigerung

Ob der Öffentliche Nahverkehr genutzt und damit Individualfahrten eingespart werden, ist häufig abhängig von der Attraktivität des Nahrverkehrsangebotes. Zur Attraktivitätssteigerung wurden bereits 26 städtische Lichtzeichenanlagen im Rahmen des Programms zur Busbeschleunigung umgerüstet. Zukünftig sollen weitere 23 Lichtzeichenanlagen eine Bevorrechtigung des Linienverkehrs bewirken.



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

-  bereits umgerüstete Lichtsignalanlage der Förderstufe I
-  neu beantragte Lichtsignalanlage Stadt Fulda (Förderstufe II)
-  erneut beantragte Lichtsignalanlage ASV Fulda (Förderstufe II)

**Abbildung 50:** Modernisierung / Anpassung Lichtzeichenanlagen zur Busbeschleunigung

Darüber hinaus soll die barrierefreie Gestaltung der Haltestellen fortgeführt werden. Bis zum Jahr 2009 waren von den ca. 370 Haltepunkten im Stadtgebiet insgesamt rund 100 Haltestellen auf Niederflurtechnik umgerüstet. In 2009 werden 17 Haltestellen hinzukommen. Bis 2011 ist vorgesehen, rund 30 Haltepunkte mit Warthallen auszustatten. Hierbei soll im Rahmen der zur Verfügung stehenden Mittel auch eine Umrüstung auf Niederflurtechnik erfolgen. Grundsätzlich wird angestrebt, alle Haltepunkte des Linienverkehrs auf Niederflurtechnik umzurüsten und die Haltepunkte, an denen ein- bzw. umgestiegen wird, mit Warthallen auszustatten.

**Prognostizierte Minderung:** Nicht zu beziffern.

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Laufende Verbesserung.

### **7.3.1.5 Ausbau des Radverkehrsnetzes**

Zur Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr sind auch der Ausbau und die sichere Gestaltung von Radverkehrsanlagen vorgesehen. Schwerpunkt der Ausbaumaßnahmen im Radverkehrsnetz wird in den kommenden Jahren die Herstellung der durchgehenden Befahrbarkeit des Radial- und Tangentialroutennetzes darstellen. Daneben sollen die beiden letzten Streckenabschnitte im Zuge der Hessischen Fernradwege R1-R3 radverkehrsgerecht hergestellt werden. Parallel erfolgt ein Ausbau der Radverkehrsanlagen im Rahmen laufender und anstehender Straßenbauprojekte.

#### **In der Bauphase befinden sich:**

- Neubau eines Geh- und Radweges entlang der L 3139 Niesiger Straße zwischen Lehnerz und Niesig
- Neubau eines Geh- und Radweges entlang der B 27 zwischen Lehnerz und Bernhards
- Neuanlage von Angebotsstreifen in der Leipziger Straße in den Teilabschnitten Moltkestraße bis Daimler-Benz-Straße sowie zwischen der B 27 und der Lehnerzer Straße in Lehnerz
- Neuanlage von Angebotsstreifen in der Rangstraße zwischen Martin-Luther-Platz und Wallweg
- Verlängerung eines getrennten Geh- und Radweges in der Straße Am Rosengarten im Rahmen des Straßenbauprojektes „Abtstor“

#### **In Bauvorbereitung befinden sich:**

- Ausbau der B 458 Petersberger Straße zwischen Heinrichstraße und Schillerstraße mit Neuanlage von Radfahrstreifen bzw. getrennten Geh- und Radwegen
- Neubau der Ostumfahrung zwischen Künzeller Straße und Petersberger Straße inkl. getrennte Geh- und Radwege bzw. Radfahrstreifen

#### **In der Planungsphase befinden sich:**

- Radverkehrsgerechter Ausbau der Hess. Fernradwege R1 – R2 zwischen Ziegeler Straße und Löschenrod
- Radverkehrsgerechter Ausbau des Hess. Fernradweges R1 zwischen Fuldaer Weg und Kläranlage Gläserzell
- Neuanlage eines kombinierten Geh- und Radweges in der Schirrmannstraße / Johannstraße zwischen DJH und Hornungsbrücke
- Neuanlage eines kombinierten Geh- und Radweges entlang der L 3139 zwischen Haimbach und Mittelrode

**Prognostizierte Minderung:** Nicht zu beziffern.

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Projekte der Bauphase: Fertigstellung bis spätestens 2010  
Projekte der Bauvorbereitung: Baubeginn 2010  
Projekte der Planungsphase: angestrebter Baubeginn ab 2011

### 7.3.2 Industrie

In Fulda emittieren 18 nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigungsbedürftige Anlagen Stickoxide. Die Emittenten mit den höchsten NO<sub>x</sub>-Emissionen sind dabei Kraftwerke, die entweder als reine Energieversorger tätig sind oder Energie für diverse Anlagentypen bereitstellen.

Derartige Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von 50 Megawatt oder mehr unterliegen den Anforderungen der Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen – 13. BImSchV [21], die je nach eingesetzten Brennstoffen die Einhaltung von bestimmten Emissionsgrenzwerten vorschreibt. In einem Gebiet, in dem Immissionsgrenzwerte überschritten sind, dürfen diese Anlagen auch dann weiter genehmigt und betrieben werden, wenn sie in nur irrelevantem Umfang zum Immissionsgrenzwert beitragen. Das bedeutet, sofern der Zusatzbeitrag einer Anlage an dem Punkt höchster Belastung kleiner als 3 % des Immissionsgrenzwertes beträgt (Nachweispflicht), muss die Behörde diese Anlage auch bei vorliegenden Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes zulassen.

In Fulda existieren nur wenige Anlagen, die in nennenswertem Umfang NO<sub>x</sub> emittieren. Bereits im Rahmen der Genehmigungserteilung wurden diese Anlagen daraufhin überprüft, ob entsprechende Emissionsgrenzwerte eingehalten werden und, bei der Emission von Schadstoffen, für die Immissionsgrenzwerte festgelegt sind, die Immissionsgrenzwerte auch zukünftig eingehalten werden können bzw. der Beitrag zur Immissionsbelastung irrelevant ist.

Da das BImSchG im Rahmen der Luftreinhalteplanung eine Maßnahmenfestlegung entsprechend dem Verursacheranteil vorsieht, wurden an den Straßenzügen, die die Immissionsgrenzwerte für NO<sub>2</sub> knapp unterschreiten bzw. überschreiten, berechnet, welchen Beitrag als Zusatzbelastung NO<sub>2</sub> die relevanteste dieser Anlagen durch ihre Industrieemissionen in diesem Straßenzug liefert. Danach liegen die höchsten Zusatzbelastungen als Jahresmittel der Konzentration bei 0,4 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>, was bei der im Jahr gemessenen Gesamtbelastung von 45 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> an der Petersberger Straße praktisch keine Rolle spielt. Selbst an der Messstation Fulda-Mitte, die lediglich knapp 26 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> im Jahresmittel 2009 aufweist, ist die industriell verursachte NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastung mit deutlich unter einem µg/m<sup>3</sup> vollkommen unerheblich.

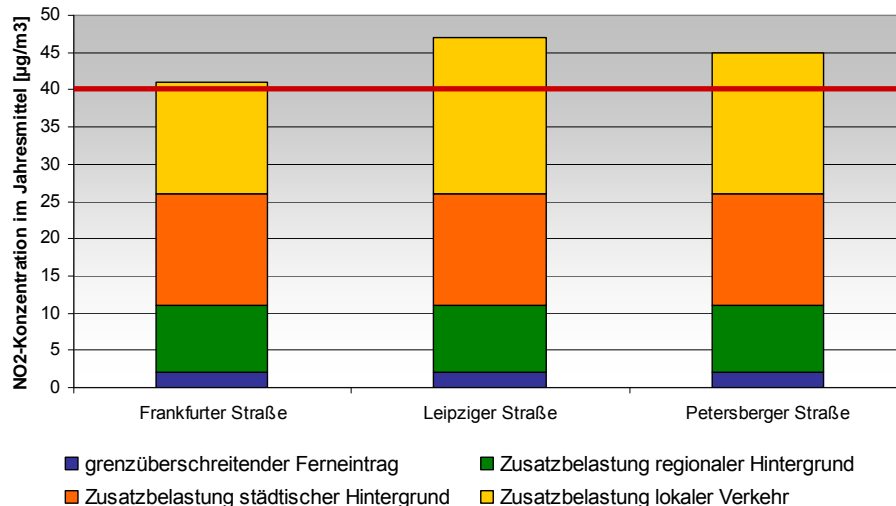
Dessen ungeachtet wird in 2010 eine emissionsmindernde Maßnahme aufgrund der Anforderungen der 13. BImSchV umgesetzt werden, die die Stickoxidemissionen der Anlage weiter verringern wird.

**Prognostizierte Minderung:** Nicht abschätzbar

**Zeitpunkt der Umsetzung:** Ende 2010

### 7.4 Prognose

Die Berechnungen haben ergeben, dass mit Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwertes nur an drei Straßenzügen in Fulda gerechnet werden muss. Daher wurde versucht, speziell in diesen Straßen die Anwohner mit entsprechenden Maßnahmen vor den Gesundheitsgefahren durch zu hohe Stickstoffdioxidkonzentrationen zu schützen.



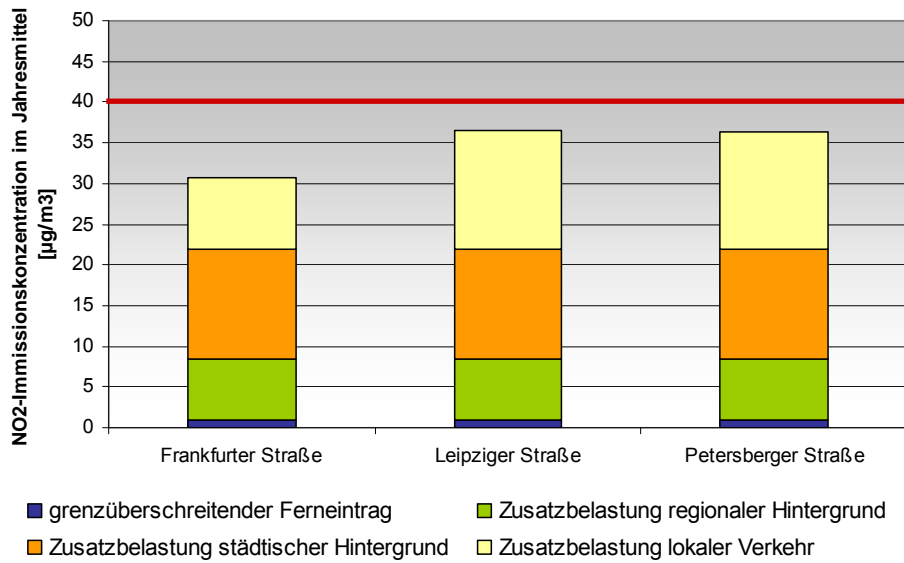
**Abbildung 51:** Aktuelle Beiträge zur Immissionsbelastung in den kritischen Straßenzügen (2009)  
— Immissionsgrenzwert NO<sub>2</sub>, gültig seit 1. Januar 2010

Der grenzüberschreitende Ferneintrag ist weder durch lokale noch durch nationale Maßnahmen zu beeinflussen, wird sich aber nach Berechnungen des Bundesumweltamtes bis 2015 von 2 auf 1 µg/m<sup>3</sup> halbieren.

Die Zusatzbelastung regionaler Hintergrund kann durch die aufgeführten nationalen Maßnahmen wie Emissionsminderungen bei großen Verbrennungsanlagen (7.2.1.1), die Abwrackprämie (6.1.3.2) oder die aktive Förderung des Partikelfiltereinbaus bei älteren Dieselfahrzeugen (7.2.2.1) verringert werden. Immissionsmindernd wird sich hier auch die flächendeckende Einführung neuer Abgasstandards (7.1.1) auswirken. Nach einer Prognose des Umweltbundesamtes wird sich die regionale Hintergrundbelastung von Fulda in der Zeit zwischen 2005 und 2010 um 3 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>, bis 2015 um ein weiteres Mikrogramm pro Kubikmeter vermindern. Ausgehend vom Stand 2009 wird mit einem Rückgang von ca. 1,5 µg/m<sup>3</sup> gerechnet.

Die Zusatzbelastung durch den städtischen Hintergrund, der sich wiederum aus den Emissionen der Industrie, der Gebäudeheizung und des Verkehrs zusammensetzt, wird verringert durch die Einführung neuer Abgasstandards (7.1.1), die Verschärfung von Emissionsgrenzwerten bei großen Verbrennungsanlagen (7.2.1.1 i.V.m. 7.3.2) sowie durch die aktive Förderung des Partikelfiltereinbaus (7.2.2.1). Nach Einschätzung des ifeu-Instituts [11] wird die NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung zwischen 2005 und 2010 um 14 % und zwischen 2005 und 2015 um 23 % zurückgehen, wobei der angesprochene Hintergrund sowohl den grenzüberschreitenden Ferneintrag, den regionalen als auch den städtischen Hintergrund beinhaltet. Dies entspricht einem Rückgang zwischen 2010 und 2015 von 10,5 % NO<sub>2</sub>. Bei einer Hintergrundbelastung von derzeit (Stand 2009) 26 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> würde dies einer Minderung der Stickstoffdioxidkonzentration in Fulda von ca. 3 µg/m<sup>3</sup> entsprechen. Abzüglich der berechneten Minderung des regionalen Hintergrunds von 1,5 µg/m<sup>3</sup> würde demnach die städtische Zusatzbelastung in Fulda ebenfalls um ca. 1,5 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> reduziert.

Die lokale Belastung durch den Verkehr wird am stärksten durch die Einführung neuer Abgasstandards (7.1.1) verringert werden. Aber auch die seitens der Stadt Fulda vorgesehenen Maßnahmen (7.3.1) werden zu einer Verminderung beitragen. Zwischen 2009 und 2015 ist hierdurch mit einem Rückgang der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr ausschließlich durch Einführung der neuen Abgasstandards in Höhe von gut 16 %, durch Maßnahmen der Verkehrsvermeidung und durch Vergleichmäßigung der Verkehrsflusses je nach Straße und Verkehrsaufkommen zwischen 8 % und 26 % zu rechnen.



**Abbildung 52:** Prognose der Minderungswirkung der vorgesehenen Maßnahmen bis 2015  
 Immissionsgrenzwert NO<sub>2</sub> 2010  
 — Immissionsgrenzwert NO<sub>2</sub>, gültig seit 1. Januar 2010

Bis zum Jahr 2015 sollte damit eine Einhaltung des Immissionsgrenzwertes NO<sub>2</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> wahrscheinlich sein.



## 8 Gründe und Erwägungen für die Entscheidung

In drei Straßenzügen in Fulda ist derzeit mit Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) zu rechnen. Die Grenzwerte von Feinstaub ( $\text{PM}_{10}$ ) werden dagegen in Fulda sowohl messtechnisch als auch rechnerisch eingehalten.

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

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

Die Anteile der Emittentengruppen Industrie, Gebäudeheizung und Verkehr an der Belastung sind sehr unterschiedlich. Auch wenn die Industrie in Fulda praktisch genauso hohe Stickoxidemengen emittiert wie der Verkehr, ist ihr Immissionsbeitrag speziell in den hoch belasteten Straßenzügen sehr viel niedriger. Aufgrund der Quellhöhe können sich die industriebedingten Abgase mit der freien Luftströmung sehr schnell verteilen. Die verkehrsbedingten Abgase dagegen werden in geringer Höhe emittiert und können sich vor allem in Straßenschluchten sehr schnell anreichern. Der Anteil des Verkehrs an der Belastungssituation ist daher mit ca. 50 % wesentlich höher als die Anteile von Industrie und Gebäudeheizung.

Bei der Emittentengruppe Verkehr tragen im Gegensatz zu Feinstaub alle Fahrzeuge zur Stickoxidbelastung bei. Doch auch hier sind es die Dieselfahrzeuge, die deutlich mehr Stickoxide insgesamt und vor allem mehr Stickstoffdioxid emittieren als Benziner. Schwere Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse) stoßen dabei mehr als das 20fache an  $\text{NO}_x$  aus wie z.B. Diesel-Pkw des vergleichbaren Euro-Standards.

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz sieht eine Festlegung von Maßnahmen entsprechend dem Verursacheranteil vor. Demnach kommt Maßnahmen im Verkehrsbereich eine besondere Bedeutung zu. Doch allein mit lokalen Maßnahmen kann die Stadt Fulda die Belastung mit Stickstoffdioxid kaum verringern. Aufgrund des hohen Anteils des Verkehrs an der Schadstoffbelastung käme lediglich eine teilweise oder vollständige Sperrung der Stadt als wirksame Maßnahme in Betracht, die aber nicht umgesetzt werden kann, da sie völlig unverhältnismäßig wäre. Ohne Einschränkungen der Mobilität kann nur eine geänderte Abgasbehandlung in den Fahrzeugen die  $\text{NO}_x$ -Emissionen effizient verringern. Dieses Ziel verfolgt die Europäische Union mit der Einführung eines Euro-6/VI-Standards, wo die zulässigen  $\text{NO}_x$ -Emissionen insbesondere von Diesel-Fahrzeugen drastisch herabgesetzt wurden. Allerdings wird diese Maßnahme erst mit einer ausreichenden Durchmischung des Straßenverkehrs mit Euro-6/VI-Fahrzeugen wirksam werden.

Mit dem Neubau von Umgehungsstraßen und einer entsprechenden Wegweisung insbesondere für Lkw können die Anwohner der hoch belasteten Straßenzüge schneller entlastet werden, als dies allein mit der Einführung neuer Emissionsstandards möglich wäre. Damit werden insgesamt zwar kaum Schadstoffe eingespart, sie werden aber in Bereichen emittiert, die weniger Bewohner belasten. Hierzu zählen vor allem der Ausbau der Hermann-Muth-Straße, der Westring sowie die Ostumfahrung. Tatsächlich emissionsmindernd wirkt sich eine Verkehrsverflüssigung aus, wie sie sowohl in der Petersberger und Leipziger Straße bereits umgesetzt wurden bzw. geplant sind. Busstandards werden sukzessive verbessert und der Öffentliche Nahverkehr in seiner Attraktivität gesteigert, um Individualverkehr zu vermeiden.

Zusammen genommen sollten die festgelegten Maßnahmen ausreichen, um bis 2015 den Immissionsgrenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{NO}_2$  auch an den derzeit noch hoch belasteten Straßen in Fulda einhalten zu können.

## 9 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. EWG: 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. EWG: 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. EWG: L 313, S. 12 - 21)
- [4] 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 2009 (BGBl. I, S. 2723)
- [5] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionsgrenzwerte – 22. BImSchV) vom 4. Juni 2007 (BGBl. I S. 1006).
- [6] 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)
- [7] Hessische Gemeindestatistik 2008, Hessisches Statistisches Landesamt, [www.statistik-hessen.de](http://www.statistik-hessen.de)
- [8] Verkehrsmengenkarte für Hessen, Ausgabe 2005, Herausgeber: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Dezernat Verkehrssicherheit, Verkehrstechnik und Straßenausstattung
- [9] Lufthygienischer Jahresbericht 2007; Schriftenreihe des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Luftreinhaltung in Hessen, Wiesbaden 2008
- [10] C. Kessler, W. Scholz, D. Ahrens, A. Niederau; Anstieg des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses an Luftmessstationen in Baden-Württemberg zwischen 1995 und 2005, Immissionsschutz 2 (2007)
- [11] F. Dünnebeil, U. Lambrecht, C. Kessler: Zukünftige Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs und deren Auswirkung auf die NO<sub>2</sub>-Luftbelastung in Städten in Baden-Württemberg, ifeu-Institut für Energie und Umweltforschung GmbH, Heidelberg 2007
- [12] Emissionskataster Hessen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, [www.hlug.de/medien/luft/emiss\\_wi/index.htm](http://www.hlug.de/medien/luft/emiss_wi/index.htm)
- [13] Fünfte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Emissionskataster in Untersuchungsgebiete (5. BImSchVwV) Vom 24. April 1992 (GMBI. S. 317, ber. GMBI. 1993, S. 343).
- [14] Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen und Emissionsberichte - 11. BImSchV) vom 5. März 2007 (BGBl. I S. 289)

- [15] 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)
- [16] 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)
- [17] HBEFA - Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1, Februar 2004; Umweltbundesamt Berlin, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft Bern, Umweltbundesamt, Lebensministerium und Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie Wien
- [18] Kraftfahrzeugbundesamt;  
[http://www.kba.de/clin\\_015/nn\\_125310/DE/Statistik/Kraftverkehr/deutscherLastkraftfahrzeuge/Verkehrsaufkommen/vd1\\_z\\_ladung.html](http://www.kba.de/clin_015/nn_125310/DE/Statistik/Kraftverkehr/deutscherLastkraftfahrzeuge/Verkehrsaufkommen/vd1_z_ladung.html); abgerufen am 15. Mai 2009
- [19] Umweltatlas Hessen, <http://www.umwelt.hessen.de>
- [20] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) – vom 24. Juli 2002 (GMBI. I S. 511)
- [21] 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)
- [22] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV – vom 14. August 2003 (BGBl. I S. 1633), geändert durch Verordnung vom 27. Januar 2009 (BGBl. I, S. 129)
- [23] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (EnEG - Energieeinsparungsgesetz) vom 1. September 2005 (BGBl. I S. 2684), geändert durch Gesetz vom 28. März 2009 (BGBl. I, S. 643)
- [24] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (EnEV - Energieeinsparverordnung) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I 2007, S. 1519), geändert durch Verordnung vom 29. April 2009 (BGBl. I, S. 954)
- [25] Kraftfahrzeugbundesamt,  
[http://www.kba.de/clin\\_016/nn\\_124832/DE/Presse/PressemitteilungenStatistiken/Fahrzeugzulassungen/n\\_11\\_09\\_pm\\_text.html](http://www.kba.de/clin_016/nn_124832/DE/Presse/PressemitteilungenStatistiken/Fahrzeugzulassungen/n_11_09_pm_text.html); abgerufen am 4. Dezember 2009
- [26] U. Höpfner, J. Hanusch, U. Lambrecht, ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, „Abwrackprämie und Umwelt – eine erste Bilanz“, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, August 2009
- [27] [http://www1.adac.de/Auto\\_Motorrad/Umwelt/default/default.asp](http://www1.adac.de/Auto_Motorrad/Umwelt/default/default.asp); abgerufen am 28. Dezember 2009
- [28] [http://www.fvlr.de/tag\\_wasistlicht.htm](http://www.fvlr.de/tag_wasistlicht.htm), abgerufen am 28. Dezember 2009
- [29] U. Hartmann, J. Geiger: Ermittlung und Bewertung der Luftqualität an Straßen; Jahresbericht 2002 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

# 10 Anhänge

## 10.1 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 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV) [5] 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 § 9 Abs. 2 der 22. BImSchV [5].

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

*Immissionsgrenzwert* ist ein Wert für einen bestimmten Schadstoff, der nach den Regelungen der §§ 2 bis 7 der 22. BImSchV [5] 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 Stoff spezifisch festgesetzten kurzzeitig einzuhaltenden 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 gröÑenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

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

*Toleranzmarge* ist ein in jährlichen Stufen abnehmender Wert, um den der Immissionsgrenzwert innerhalb der in den §§ 2 bis 7 der 22. BImSchV [5] festgesetzten Fristen überschritten werden darf, ohne die Erstellung von Luftreinhalteplänen 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.

## 10.2 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1 Einteilung von Hessen in Gebiete und Ballungsräume
- Abbildung 2 Landkreis Fulda
- Abbildung 3 Stadtgebiet Fulda
- Abbildung 4 Dreidimensionale Darstellung des Fuldaer Beckens
- Abbildung 5 Geländeschnitt durch das Stadtgebiet von Fulda
- Abbildung 6 Entwicklung der mittleren Tagestemperaturen im Großraum Fulda in der Zeit von 1971 bis 2000
- Abbildung 7 Mittlere Windgeschwindigkeiten für den Großraum Fulda der Jahre 1981 bis 1990
- Abbildung 8 Windrichtungsverteilung an der Stadtstation Fulda-Mitte (Zeitraum: Okt. 2005 – Apr. 2009)
- Abbildung 9 Flächennutzung im Stadtgebiet Fulda und in Hessen
- Abbildung 10 Ausschnitt für Fulda aus der Hessischen Verkehrsmengenkarte 2005
- Abbildung 11 Luftmessstationen in Hessen
- Abbildung 12 Lage der Luftmessstationen in Fulda
- Abbildung 13 Immissionskenngrößen von NO<sub>2</sub> für das Jahr 2007, Gebiet Mittel- und Nordhessen
- Abbildung 14 Verhalten von Schadstoffen in der Atmosphäre
- Abbildung 15 Beiträge zur Immissionsbelastung in Städten am Beispiel Fulda
- Abbildung 16 Entwicklung der Schadstoffbelastung an der ehemaligen Messstation des städtischen Hintergrunds in Fulda von 1995 bis 2005
- Abbildung 17 Messwerte der NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwerte (Summe NO + NO<sub>2</sub>, berechnet als NO<sub>2</sub>)
- Abbildung 18 Vergleich der Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen an verkehrsbezogenen Messstationen in Hessen
- Abbildung 19 Messergebnisse der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte
- Abbildung 20 Vergleich der Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an verkehrsbezogenen Messstationen in Hessen
- Abbildung 21 Trendkurven der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an verkehrsbezogenen Messstationen
- Abbildung 22 Entwicklung der an der verkehrsbezogenen Luftmessstation Darmstadt-Hügelstraße gemessenen NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen
- Abbildung 23 Mittlerer Jahrgang von Stickstoffmonoxid (NO)
- Abbildung 24 Mittlerer Jahrgang von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)
- Abbildung 25 Mittlerer Wochengang von NO<sub>2</sub>
- Abbildung 26 Berechnete NO<sub>2</sub>-Konzentration des grenzüberschreitenden Ferneintrags, Bezugsjahr 2005 und Prognose 2015
- Abbildung 27 Berechnete NO<sub>2</sub>-Konzentration des regionalen Hintergrunds im Gebiet um Fulda, Bezugsjahr 2005 sowie Prognosen 2010 und 2015

- Abbildung 28 Auf Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes hin untersuchte Straßenzüge in Fulda
- Abbildung 29 Räumliche Struktur der NO<sub>x</sub>-Emissionen in Fulda
- Abbildung 30 Quellhöhe für die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Emittentengruppe Industrie im Bezugsjahr 2004
- Abbildung 31 Neuzulassung von Personenkraftwagen von 1960 bis 2008 in der Bundesrepublik Deutschland
- Abbildung 32 Zeitreihe – Verkehrsaufkommen (nur) deutscher Lastwagen
- Abbildung 33 Verteilung der NO<sub>x</sub>-Emissionen auf die Fahrzeugtypen am Beispiel der Verkehrsaufkommen in den untersuchten Straßen in Fulda auf der Grundlage der durchschnittlichen Emissionsfaktoren für innerorts, Bezugsjahr 2007
- Abbildung 34 Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen (Summe von NO und NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>; interpolierte Angaben)
- Abbildung 35 Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub>, gewichtete Verkehrssituation innerorts, Bezugsjahr 2005
- Abbildung 36 Neuzulassungen von Personenkraftwagen im Jahresverlauf 2007 bis 2009
- Abbildung 37 NO<sub>2</sub>- und NO-Emissionsfaktoren für Pkw, Lkw und Busse im Innerortsverkehr
- Abbildung 38 Berechnung / Prognose der Stickoxid- und Stickstoffdioxidemissionen in einer mittleren Innerortssituation
- Abbildung 39 Entwicklung der verkehrsbezogenen Stickoxidemissionen für gleichbleibendes Verkehrsaufkommen, aber entsprechend der in den Jahren 2006 bis 2009 verbesserten Emissionsstandards der Fahrzeuge am Bsp. des Verkehrsaufkommens in der Petersberger Straße
- Abbildung 40 Umbau und Verlängerung der Hermann-Muth-Straße
- Abbildung 41 Geplante verkehrliche Anbindung der Hochschule Fulda an die Daimler-Benz-Straße
- Abbildung 42 Einfluss des „Störungsgrades“ auf die Abgasemissionen im Straßenverkehr
- Abbildung 43 Westring Fulda
- Abbildung 44 Petersberger Straße mit bereits umgesetzten Maßnahmen zur Verkehrsverflüssigung
- Abbildung 45 Petersberger Straße mit zukünftig umzusetzenden Maßnahmen zur Verkehrsverflüssigung
- Abbildung 46 Geplante Ostumfahrung
- Abbildung 47 Strömungsverhältnisse in Straßenschluchten
- Abbildung 48 Aktueller und prognostizierter Emissionsstandard der Linienbusflotte in Fulda
- Abbildung 49 Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen der Linienbusflotte in Fulda
- Abbildung 50 Modernisierung / Anpassung Lichtzeichenanlagen zur Busbeschleunigung
- Abbildung 51 Aktuelle Beiträge zur Immissionsbelastung in den kritischen Straßenzügen
- Abbildung 52 Prognose der Minderungswirkung der vorgesehenen Maßnahmen bis 2015

### 10.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Immissionsgrenzwerte nach der 22. BImSchV
Tabelle 2	Flächenbezogene Anteile der Landkreise am Gebiet Mittel- und Nordhessen
Tabelle 3	Städte und Gemeinden des Landkreises Fulda
Tabelle 4	Bevölkerung der Stadt Fulda
Tabelle 5	Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer am Arbeitsort und deren Verteilung auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche
Tabelle 6	Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Pendler über die Gemeindegrenzen
Tabelle 7	Immissionskenngrößen nach der 22. BImSchV für das Messjahr 2007 im Gebiet Mittel- und Nordhessen
Tabelle 8	Überschreitung der Grenzwerte der 22. BImSchV für NO <sub>2</sub> und PM <sub>10</sub> als Ergebnis der Modellrechnung für Fulda (Bezugsjahr 2007)
Tabelle 9	Jahresmittelwerte der Modellrechnung und der Messung für das Jahr 2007 an der Messstation Fulda-Petersberger Straße
Tabelle 10	Übersicht der bislang landesweit erstellten Emissionserhebungen
Tabelle 11	Emissionsbilanz von NO <sub>x</sub>
Tabelle 12	Aufteilung der Industrieemissionen auf die Hauptgruppen der 4. BImSchV für die Stadt Fulda
Tabelle 13	Bespiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung
Tabelle 14	Durchschnittliche Emissionsfaktoren für PM <sub>10</sub> und NO <sub>x</sub> innerorts für das Jahr 2007
Tabelle 15	Ergebnisse der Verkehrsuntersuchungen in Fulda 2008
Tabelle 16	Übersicht über die geltenden Abgasnormen der EU
Tabelle 17	Zukünftige Abgasnorm



## 10.4 Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Gebiet Mittel- und Nordhessen

Aarbergen	Biedenkopf	Eiterfeld	Gemünden (Wohra)
Ahnatal	Birstein	Elbtal	Gersfeld (Rhön)
Alheim	Borken (Hessen)	Eltville am Rhein	Gilserberg
Allendorf (Eder)	Brachtta	Elz	Glashütten
Alsfeld	Brechen	Eppstein	Glauburg
Altenstadt	Breidenbach	Eschwege	Grävenwiesbach
Amöneburg	Breitenbach a. Herzberg	Espenau	Grebenau
Angelburg	Breuna	Feldatal	Grebenhain
Antrifttal	Bromskirchen	Felsberg	Grebenstein
Bad Arolsen	Büdingen	Flieden	Großalmerode
Bad Camberg	Burghaun	Flörsbachtal	Großenlüder
Bad Emstal	Burgwald	Florstadt	Gründau
Bad Endbach	Butzbach	Frankenau	Gudensberg
Bad Hersfeld	Calden	Frankenberg (Eder)	Gutsbezirk Kaufunger Wald
Bad Karlshafen	Cölbe	Freiensteinau	Gutsbezirk Reinhardswald
Bad Nauheim	Cornberg	Freigericht	Gutsbezirk Spessart
Bad Orb	Dautphetal	Friedberg (Hessen)	Guxhagen
Bad Salzschlirf	Diemelsee	Friedewald	Habichtswald
Bad Schwalbach	Diemelstadt	Friedrichsdorf	Hadamar
Bad Soden-Salmünster	Dipperz	Frielendorf	Haina (Kloster)
Bad Sooden-Allendorf	Dornburg	Fritzlar	Hammersbach
Bad Wildungen	Ebersburg	Fronhausen	Hasselroth
Bad Zwesten	Ebsdorfergrund	Fulda	Hatzfeld (Eder)
Battenberg (Eder)	Echzell	Gedern	Hauneck
Bebra	Edermünde	Geisenheim	Haunetal
Berkatal	Edertal	Gelnhausen	Heidenrod
Beselich	Ehrenberg (Rhön)	Gemünden (Felda)	Helsa

Biebergemünd	Eichenzell	Gladenbach	Herbstein
Heringen (Werra)	Lauterbach (Hessen)	Niddatal	Schlangenbad
Herleshausen	Lautertal (Vogelsberg)	Nidderau	Schlitz
Hessisch Lichtenau	Lichtenfels	Niedenstein	Schlüchtern
Hilders	Liebenau	Niederaula	Schmitten
Hirzenhain	Limburg a.d. Lahn	Niedernhausen	Schotten
Hofbieber	Limeshain	Nieste	Schrecksbach
Hofgeismar	Linsengericht	Nüsttal	Schwalmstadt
Hohenroda	Löhnberg	Oberaula	Schwalmtal
Hohenstein	Lohra	Ober-Mörlen	Schwarzenborn
Homburg (Efze)	Lorch	Oberweser	Selters (Taunus)
Homburg (Ohm)	Ludwigsau	Oestrich-Winkel	Sinntal
Hosenfeld	Malsfeld	Ortenberg	Söhrewald
Hünfeld	Marburg	Ottrau	Sontra
Hünfelden	Meinhard	Petersberg	Spangenberg
Hünstetten	Meißner	Philippsthal (Werra)	Stadtallendorf
Idstein	Melsungen	Poppenhausen	Steffenberg
Immenhausen	Mengerskirchen	Ranstadt	Steinau an der Straße
Jesberg	Merenberg	Rasdorf	Tann (Rhön)
Jossgrund	Morschen	Rauschenberg	Taunusstein
Kalbach	Mücke	Reichelsheim (Wetterau)	Trendelburg
Kefenrod	Münchhausen	Reinhardshagen	Twistetal
Kiedrich	Münzenberg	Ringgau	Ulrichstein
Kirchhain	Naumburg	Rockenberg	Usingen
Kirchheim	Nentershausen	Romrod	Villmar
Kirtorf	Neu-Anspach	Ronneburg	Vöhl
Knüllwald	Neuberg	Ronshausen	Volkmarsen
Königstein im Taunus	Neu-Eichenberg	Rosbach v.d. Höhe	Wabern
Korbach	Neuenstein	Rosenthal	Wächtersbach
Körle	Neuental	Rotenburg a.d. Fulda	Wahlsburg
Kronberg im Taunus	Neuhof	Rüdesheim am Rhein	Waldbrunn (Westerwald)
Künzell	Neukirchen	Schenklengsfeld	Waldeck
Lahntal	Neustadt (Hessen)	Runkel	Waldems

Langenselbold	Nidda	Schauenburg	Waldkappel
Walluf	Weilmünster	Wildeck	Wolfhagen
Wanfried	Weilrod	Willingen (Upland)	Wöllstadt
Wartenberg	Weimar	Willingshausen	Zierenberg
Wehretal	Weinbach	Witzenhausen	
Wehrheim	Weißenborn	Wohratal	
Weilburg	Wetter (Hessen)	Wölfersheim	

## 10.5 Beschreibung der Luftmessstationen

### 10.5.1 Luftmessstation Fulda (nicht mehr in Betrieb)



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation



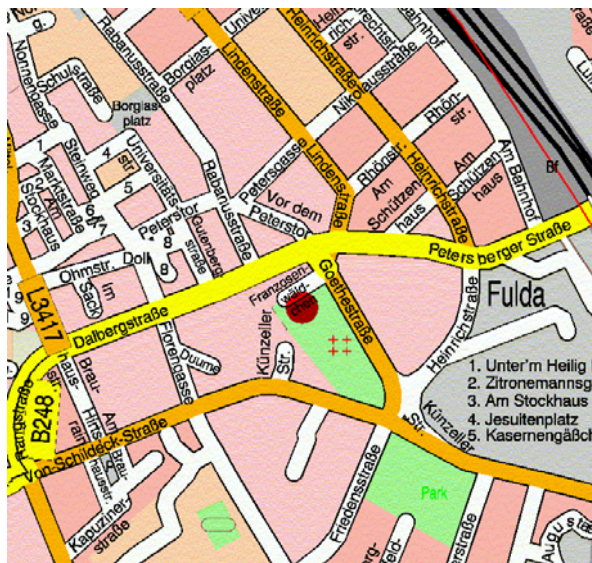
#### Beschreibung:

Gebiet:	Mittel- und Nordhessen
Standortcharakter:	Stadtstation
EU-Code:	DEHE031
Gemeinde:	Fulda
Straße:	Petersberger Straße / B27
Rechtswert:	3 549 600
Hochwert:	5 602 225
Längengrad:	9°41'59,9"
Breitengrad:	50°33'17,5"
Höhe über NN:	310 m
Lage:	Stadttrand
Messzeitraum:	1988 - 2005

#### Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	1988
Kohlenmonoxid	1988
Stickstoffmonoxid	1988
Stickstoffdioxid	1988
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	-
Ozon	1988
Feinstaub PM10	2000
Windrichtung	1988
Windgeschwindigkeit	1988
Temperatur	1988
Relative Luftfeuchte	1988
Luftdruck	-
Globalstrahlung	-

## 10.5.2 Luftmesstation Fulda-Mitte



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

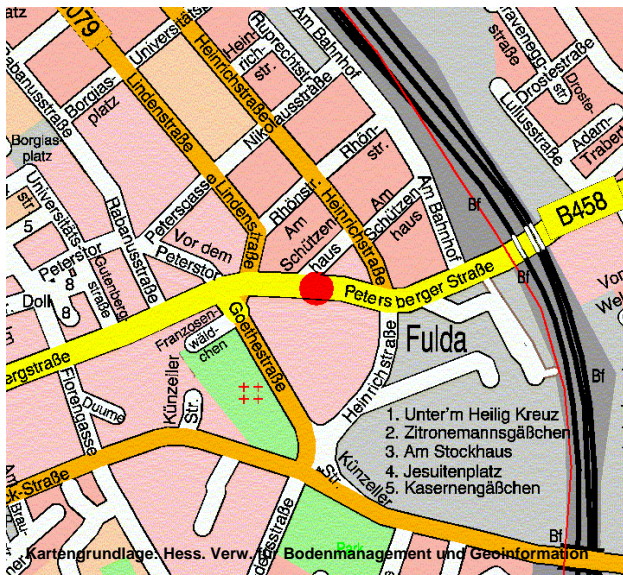
### Beschreibung:

Gebiet:	Mittel- und Nordhessen
Standortcharakter:	Stadtstation
EU-Code:	DEHE058
Gemeinde:	Fulda
Straße:	Franzosenwäldchen
Rechtswert:	3 548 448
Hochwert:	5 601 726
Längengrad:	9°41'01,2"
Breitengrad:	50°33'01,7"
Höhe über NN:	285 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit 2006

### Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	2006
Kohlenmonoxid	2006
Stickstoffmonoxid	2006
Stickstoffdioxid	2006
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	-
Ozon	2006
Feinstaub PM10	2006
Windrichtung	2006
Windgeschwindigkeit	2006
Temperatur	2006
Relative Luftfeuchte	2006
Luftdruck	-
Globalstrahlung	-
Niederschlag	-

### 10.5.3 Luftmesstation Fulda-Petersberger Straße



Kartengrundlage: Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

#### Beschreibung:

Gebiet:	Mittel- und Nordhessen
Standortcharakter:	Verkehrsbezogene Station
EU-Code:	DEHE059
Gemeinde:	Fulda
Straße:	Petersberger Straße 24 - 26
Rechtswert:	3 548 603
Hochwert:	5 601 821
Längengrad:	9°41'09,1"
Breitengrad:	50°33'04,7"
Höhe über NN:	281 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit 2006

#### Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	-
Kohlenmonoxid	2006
Stickstoffmonoxid	2006
Stickstoffdioxid	2006
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	2006
Ozon	-
Feinstaub PM10	2006
Windrichtung	-
Windgeschwindigkeit	-
Temperatur	-
Luftdruck	-
Globalstrahlung	-
Niederschlag	-

## 10.5.4 Luftmessstation Grebenau



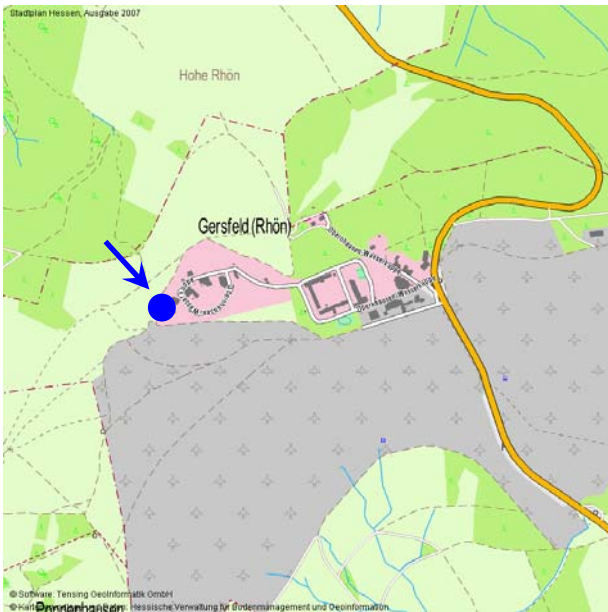
### Beschreibung:

Gebiet:	Mittel- und Nordhessen
Standortcharakter:	Ländlicher Raum
EU-Code:	DEHE023
Gemeinde:	Wallersdorf
Rechtswert:	3 532 850
Hochwert:	5 625 000
Längengrad:	9°27'56,3"
Breitengrad:	50°45'38,8"
Höhe über NN:	378 m
Lage:	Waldgebiet
Messzeitraum:	Seit 1984

### Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	1984
Kohlenmonoxid	-
Stickstoffmonoxid	1984
Stickstoffdioxid	1984
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	-
Ozon	1984
Feinstaub PM10	-
Windrichtung	2001
Windgeschwindigkeit	2001
Temperatur	2000
Relative Luftfeuchte	2000
Luftdruck	-
Globalstrahlung	1984
Niederschlag	2001

## 10.5.5 Luftmessstation Wasserkuppe



### Beschreibung:

Gebiet:	Mittel- und Nordhessen
Standortcharakter:	ländliches Gebiet
EU-Code:	DEHE051
Straße:	Liegenschaft Wasserkuppe
Rechtswert:	3 566 460
Hochwert:	5 596 190
Längengrad:	9°56'12,6"
Breitengrad:	50°29'56,1"
Höhe über NN:	950 m
Lage:	ländlich
Messzeitraum:	05. Juli 2000

### Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	2000
Kohlenmonoxid	-
Stickstoffmonoxid	2000
Stickstoffdioxid	2000
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	-
Ozon	2000
Feinstaub PM10	2000
Windrichtung	2000
Windgeschwindigkeit	2000
Temperatur	2000
Relative Luftfeuchte	2000
Luftdruck	-
Globalstrahlung	2000
Niederschlag	2002



## 10.6 Abkürzungsverzeichnis

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

Wert	Mittelwert
mg/m <sup>3</sup>	Milligramm (1 tausendstel Gramm) pro m <sup>3</sup> ; 10 <sup>-3</sup> g/m <sup>3</sup>
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium
Ni	Nickel
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxide (Summe NO + NO <sub>2</sub> , angegeben als NO <sub>2</sub> )
O <sub>3</sub>	Ozon
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
Pb	Blei
Pkw	Personenkraftwagen
PM	Particulate matter (Staub)
PM10	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
ppb	parts per billion (Verhältnis 1:10 <sup>9</sup> )
ppm	parts per million (Verhältnis 1:10 <sup>6</sup> )
RP	Regierungspräsidium
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge (z.B. Lkw ab 3,5 t oder Busse)
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
t/a	Tonnen (eintausend Kilogramm) pro Jahr
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TM	Toleranzmarge
TÜV	Technischer Überwachungsverein
UBA	Umweltbundesamt
UMK	Umweltministerkonferenz
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WHO	Weltgesundheitsorganisation
Wm	Wintermittelwert (01.10. – 31.03.)



HESSEN



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

Abteilung II

Referat II 7  
Mainzer Straße 80  
65189 Wiesbaden