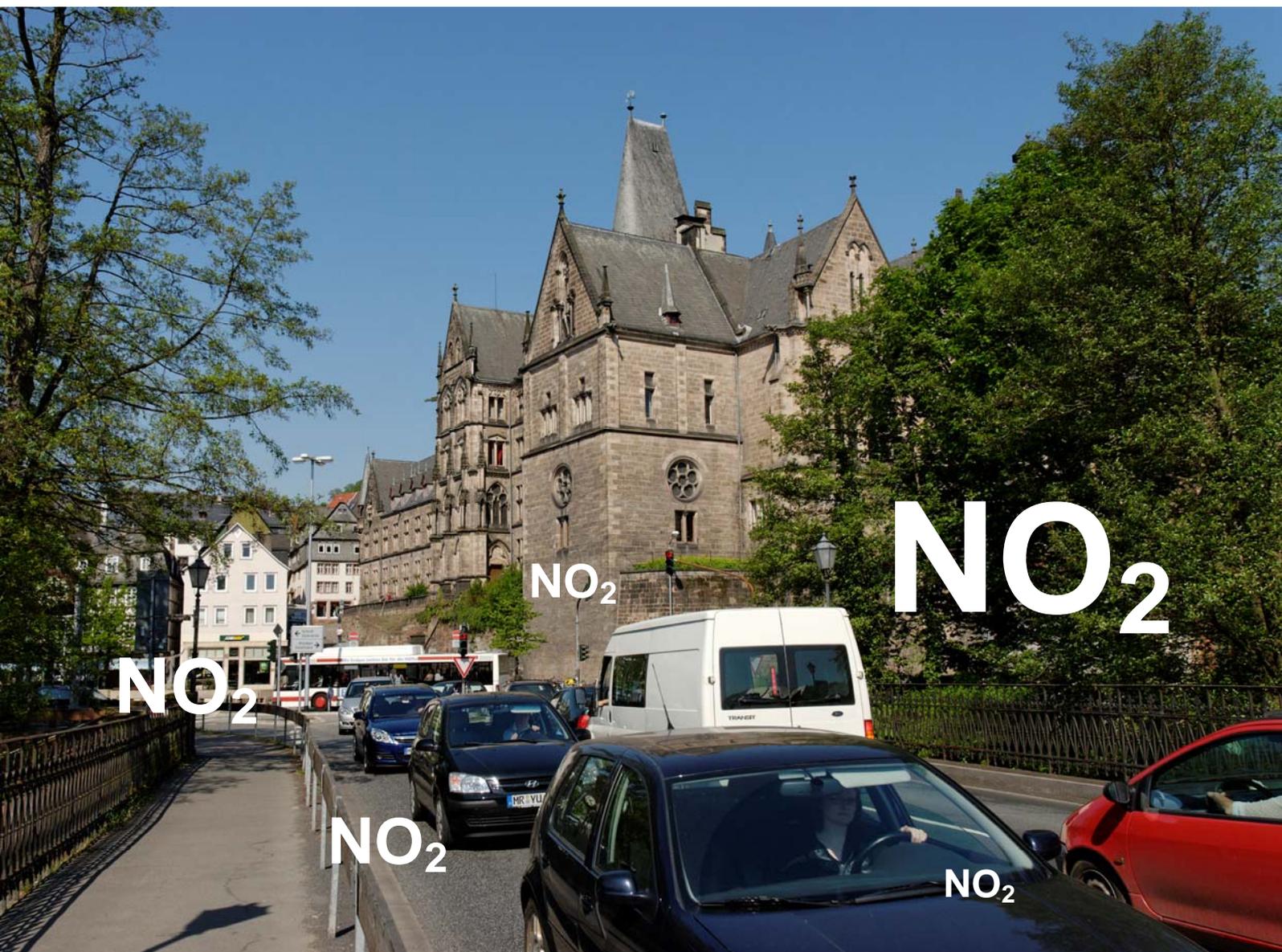




Luftreinhalteplan Marburg



Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen des Luftreinhalteplanes	5
1.1	Begriffsbestimmungen	5
1.2	Rechtsgrundlage und Aufgabenstellung	6
1.3	Zuständige Behörden	8
2	Allgemeine Informationen zum Gebiet	10
2.1	Abgrenzung des Gebietes Mittel- und Nordhessen	10
2.2	Landkreis Marburg-Biedenkopf	11
2.3	Stadt Marburg	12
2.4	Charakterisierung des Klimas	14
2.5	Einwohner, Arbeitsplätze und Flächennutzung	15
2.6	Verkehrsstruktur	17
2.7	Standort der Messstationen	18
3	Art und Beurteilung der Verschmutzung	21
3.1	Auslösende Kriterien für die Erstellung des Planes	21
3.2	Beurteilung der Luftqualität aufgrund von Messungen	22
3.2.1	<i>Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in Marburg</i>	23
3.2.2	<i>Entwicklung der Immissionsbelastung von NO₂ im Zeitraum von 1988 bis 2006</i>	25
3.2.3	<i>Analyse auf Basis der Immissionsmessung von NO und NO₂</i>	27
3.2.4	<i>Jahresgänge von NO und NO₂</i>	27
3.2.5	<i>Wochengänge von NO und NO₂</i>	29
3.3	Analyse auf der Basis von Ausbreitungsrechnungen	31
3.3.1	<i>Aufgabenstellung und verwendete Rechenmodelle</i>	31
3.3.2	<i>Grenzüberschreitender Transport von NO₂</i>	32
3.3.3	<i>Regionaler Hintergrund von NO₂</i>	32
3.3.4	<i>Berechnung der Immissionskonzentrationen unter Berücksichtigung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung</i>	34
3.4	Bewertung der Belastungssituation	35
3.5	Betroffenheit der Bevölkerung	36
4	Ursprung der Verschmutzung	39
4.1	Liste der wichtigsten Emittenten	39
4.2	Gesamtmenge der Emissionen	39
5	Analyse der Lage	42
5.1	Analyse der Industrie-Emissionen	42
5.2	Analyse der Gebäudeheizungs-Emissionen	43

5.3	Analyse der Verkehrs-Emissionen	44
5.3.1	<i>Allgemeines</i>	44
5.3.2	<i>Verkehr in Marburg</i>	46
6	Angaben zu bereits durchgeführten Maßnahmen	48
6.1	Maßnahmen zur Emissionsminderung	48
6.1.1	<i>Maßnahmen bei der Emittentengruppe Industrie</i>	49
6.1.2	<i>Maßnahmen bei der Emittentengruppe Gebäudeheizung</i>	49
6.1.3	<i>Maßnahmen bei der Emittentengruppe Kfz-Verkehr</i>	49
7	Geplante Maßnahmen	51
7.1	Europäische Maßnahmen	51
7.1.1	<i>Einführung neuer Abgasstandards</i>	51
7.2	Nationale Maßnahmen	53
7.2.1	<i>Industrie</i>	53
7.2.2	<i>Fördermaßnahmen zur schnelleren Erneuerung der Fahrzeugflotte</i>	53
7.3	Lokale Maßnahmen	54
7.3.1	<i>Verkehr</i>	54
7.3.2	<i>Sonstige Maßnahmen</i>	57
8	Zusammenfassung	61
9	Literatur	62
10	Anhänge	64
10.1	Abbildungsverzeichnis	64
10.2	Tabellenverzeichnis	66
10.3	Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Gebiet Mittel- und Nordhessen	67
10.4	Beschreibung der Luftmessstationen	69
10.4.1	<i>Luftmessstation Fulda</i>	69
10.4.2	<i>Luftmessstation Fulda-Mitte</i>	70
10.4.3	<i>Luftmessstation Fulda-Petersberger-Straße</i>	71
10.4.4	<i>Luftmessstation Grebenau</i>	72
10.4.5	<i>Luftmessstation Marburg</i>	73
10.4.6	<i>Luftmessstation Marburg-Universitätsstraße</i>	74
10.5	Abkürzungsverzeichnis	75
11	Gründe und Erwägungen für die Entscheidung	77

Stand: Februar 2009

1 Grundlagen des Luftreinhalteplanes

1.1 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 Quadratkilometer 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 grö ßenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

PM_{2,5} sind die Partikel, die einen grö ßenselektierenden 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.

1.2 Rechtsgrundlage und Aufgabenstellung

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt insgesamt 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. Sie hat zum Ziel:

- Definition und Festlegung von Luftqualitätszielen für die Gemeinschaft im Hinblick auf die Vermeidung, Verhütung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt;
- Beurteilung der Luftqualität innerhalb der Mitgliedstaaten anhand einheitlicher Methoden und Kriterien;
- Erhaltung einer guten Luftqualität bzw. Verbesserung einer schlechten Luftqualität.

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 (SO₂),
- Stickstoffoxide (NO_x) und Stickstoffdioxid (NO₂),
- Partikel (PM₁₀),
- Blei,
- Benzol und
- Kohlenmonoxid (CO)

Immissionsgrenzwerte fest, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten werden sollen. Bei den genannten Stoffen, mit Ausnahme von Stickstoffdioxid und Benzol, sind die Grenzwerte seit dem 1. Januar 2005 verbindlich einzuhalten. Für Stickstoffdioxid und Benzol wird der Grenzwert derzeit noch zuzüglich bestimmter Toleranzmargen bestimmt. Die Toleranzmarge, die bei der Umsetzung der 1. Tochterrichtlinie in deutsches Recht im Jahr 2002 z.B. für NO₂ noch bei 16 µg/m³ lag, verringert sich jährlich um 2 µg/m³, bis sie im Jahr 2010 auf Null reduziert sein wird und der endgültige Grenzwert von 40 µg/m³ in Kraft tritt.

Mit Umsetzung der 4. Tochterrichtlinie [6] sind für die Stoffe

- Arsen,
- Kadmium,
- Nickel und
- Benzo(a)pyren (Marker für polyzyklische, aromatische Kohlenwasserstoffe),

über ein Kalenderjahr gemittelte Zielwerte im Gesamtgehalt der PM₁₀-Fraktion festgesetzt worden. Diese Zielwerte sollen ab dem 31. Dezember 2012 nach Möglichkeit nicht überschritten werden.

Schadstoff	Kenngroße	Einheit	Grenzwert (zulässige Überschreitungen)	gültig ab	Grenzwert + Toleranzmarge (für 2006)	Schutzziel	Kategorie
22. BImSchV							
SO₂	1-h-Wert	µg/m ³	350 (24-mal)	2005		Gesundheit	Grenzwert
	24-h-Wert	µg/m ³	125 (3-mal)	2005		Gesundheit	Grenzwert
	Jahresmittel	µg/m ³	20	2001		Ökosystem ¹⁾	Grenzwert
	Wintermittel ²⁾	µg/m ³	20	2001		Ökosystem ¹⁾	Grenzwert
NO₂	1-h-Wert	µg/m ³	200 (18-mal)	2010	240	Gesundheit	Grenzwert
	Jahresmittel	µg/m ³	40	2010	48	Gesundheit	Grenzwert
NO_x	Jahresmittel	µg/m ³	30	2001		Vegetation ¹⁾	Grenzwert
PM10	24-h-Wert	µg/m ³	50 (35-mal)	2005		Gesundheit	Grenzwert
	Jahresmittel	µg/m ³	40	2005		Gesundheit	Grenzwert
Blei	Jahresmittel	µg/m ³	0,5	2005		Gesundheit	Grenzwert
Benzol	Jahresmittel	µg/m ³	5	2010	9	Gesundheit	Grenzwert
CO	max. 8-h-Wert	mg/m ³	10	2005		Gesundheit	Grenzwert
Arsen	Jahresmittel	ng/m ³	6	2012		Gesundheit	Zielwert
Cadmium	Jahresmittel	ng/m ³	5	2012		Gesundheit	Zielwert
Nickel	Jahresmittel	ng/m ³	20	2012		Gesundheit	Zielwert
B(a)P	Jahresmittel	ng/m ³	1	2012		Gesundheit	Zielwert

Abkürzungen: siehe Seite 75

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

²⁾ 01.10. – 31.03.

Tabelle 1: Grenzwerte nach der 22. BImSchV [5]

Während die Kenngröße Jahresmittelwert für die Bewertung der Langzeiteinwirkung erhalten bleibt, wird die Kurzeiteinwirkung durch Konzentrationsschwellen charakterisiert, die mit einer geringen, je nach Komponente unterschiedlichen Häufigkeit im Kalenderjahr überschritten werden dürfen (siehe Tabelle 1). Vor dem In-Kraft-Treten der Grenzwerte in 2005 bzw. 2010 galten bzw. gelten die Summen aus Grenzwerte plus Toleranzmargen. In der Phase der Übergangsregelung werden die Toleranzmargen von Jahr zu Jahr abgesenkt, um im Zieljahr schließlich zu verschwinden (siehe Tabelle 2).

Jahr	SO ₂	NO ₂	NO ₂	PM10	PM10	Benzol	CO
	1-h-Wert [µg/m ³]	1-h-Wert [µg/m ³]	Jahresmittel [µg/m ³]	24-h-Wert [µg/m ³]	Jahresmittel [µg/m ³]	Jahresmittel [µg/m ³]	8-h-Wert [mg/m ³]
2002	440	280	56	65	44,8	10	16
2003	410	270	54	60	43,2	10	14
2004	380	260	52	55	41,6	10	12
2005	350	250	50	50	40	10	10
2006	350	240	48	50	40	9	10
2007	350	230	46	50	40	8	10
2008	350	220	44	50	40	7	10
2009	350	210	42	50	40	6	10
2010	350	200	40	50	40	5	10

Tabelle 2: Grenzwerte inklusive Toleranzmargen bis 2010 (22. BImSchV);
 endgültige Grenzwerte;
fett markiert: im Jahr 2006 geltende Grenzwerte (inkl. Toleranzmargen)

Wird für eine oder mehrere Komponenten der Immissionsgrenzwert (zuzüglich Toleranzmarge) überschritten, muss ein Luftreinhalteplan erstellt werden. In diesem werden Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung der Luftverunreinigungen festgelegt. Der Inhalt des zu erstellenden Luftreinhalteplanes wird durch die in Anlage 6 der 22. BImSchV [5] angegebene Liste der zu berücksichtigenden Informationen bestimmt.

Der vorliegende Luftreinhalteplan enthält eine Dokumentation der Belastungssituation sowie eine emittentenbezogene Ursachenanalyse, die aufzeigt, welche Emittentengruppen die erhöhten Immissionsbelastungen verursachen. Der darin enthaltene Maßnahmenplan enthält die Maßnahmen, mit denen die Immissionsbelastung abgesenkt werden soll. Mit der Veröffentlichung nach der Öffentlichkeitsbeteiligung wird der Maßnahmenplan verbindlich und zwar nicht nur für die Behörde, die für die Erstellung des Luftreinhalteplans zuständig ist, sondern für alle Institutionen, die Verantwortung in den verschiedenen Maßnahmenbereichen haben.

1.3 Zuständige Behörden

Nach § 5 der Hessischen Zuständigkeitsverordnung für den Immissionsschutz ist das Hessische Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zuständige Behörde für die Erstellung der Luftreinhaltepläne nach § 47 BImSchG [7].

An der Aufstellung des Luftreinhalteplans Marburg waren neben dem Hessischen Umweltministerium das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (HMWVL), das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) sowie die Stadt Marburg beteiligt.

Die Behörden haben folgende Anschriften:

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

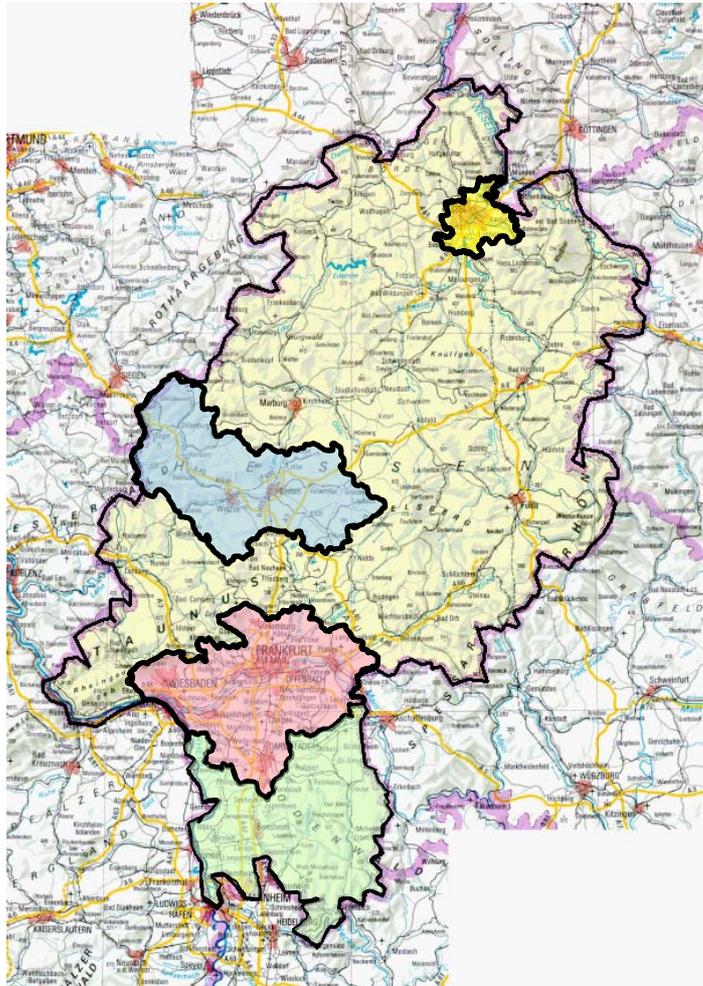
Hessisches Landesamt für
Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Magistrat der Stadt Marburg
35035 Marburg

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.



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 hessische Gebiet. Er besteht aus 265 Gemeinden mit einer Fläche von 14.910 km² und 2.270.194 Einwohnern (Stand 31.12.2006). Das Gebiet ist in Abbildung 1 dargestellt. Folgende Landkreise sind ganz oder teilweise in dem Gebiet Mittel- und Nordhessen enthalten:

- Hochtaunuskreis (79,1 %),
- Landkreis Fulda (100 %),
- Landkreis Hersfeld-Rotenburg (100 %),

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

Die Prozentzahl gibt an, welcher Flächenanteil des Landkreises im Gebiet liegt. Im Anhang unter Nummer 9.3 ist eine alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Gebiet Mittel- und Nordhessen enthalten.

2.2 Landkreis Marburg-Biedenkopf

Der Landkreis Marburg-Biedenkopf liegt im westlichen Teil des Gebiets Mittel- und Nordhessen.

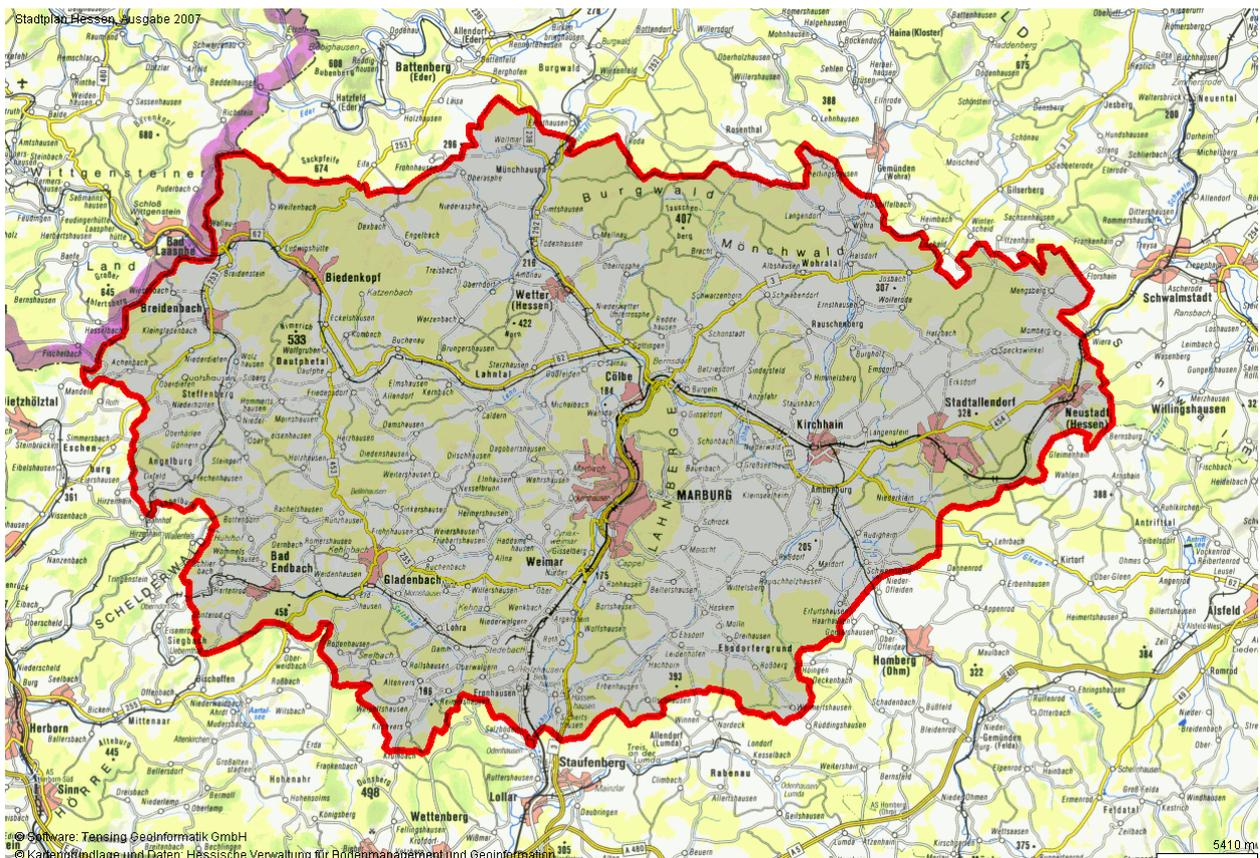


Abbildung 2: Landkreis Marburg-Biedenkopf

Der Landkreis umfasst 22 Städte und Gemeinden.

- Amöneburg
- Angelburg
- Lahntal
- Lohra

- Breitenbach
- Colbe
- Bad Endbach
- Biedenkopf
- Daughtetal
- Ebsdorfergrund
- Fronhausen
- Gladenbach
- Kirchhain
- Marburg
- Münchhausen
- Neustadt
- Rauschenberg
- Stadtallendorf
- Steffenberg
- Weimar
- Wetter
- Wohratal

Die Universitätsstadt Marburg ist die größte davon.

2.3 Stadt Marburg



Abbildung 3: Stadtgebiet Marburg

Das Stadtgebiet umfasst eine Fläche von 123,93 km². Marburg erfüllt im mittelhessischen Raum die Funktion eines Oberzentrums, das durch eine Vielzahl überregional bedeutsamer Dienstleistungen und der Philipps-Universität gekennzeichnet ist. So ist Marburg mit seinen hochwertigen spezialisierten Einrichtungen ein Anziehungspunkt in der Region und darüber hinaus.

Die Lage von Marburg im Lahntal mit seiner ausgeprägten Nord-Süd-Ausdehnung prägt auch den Verlauf der Hauptverkehrsachsen. Die umgebende Region ist durch eine weit fortgeschrittene Zerschneidung der Landschaft gekennzeichnet. Große unzerschnittene Räume über 10

km² (ohne Straßen mit einer Verkehrsbelastung < 1 000 KFZ/Tag) sind nur noch vereinzelt nördlich von Marburg vorhanden. Die Abbildung 4 zeigt in einer dreidimensionalen Darstellung die Geländestruktur des Lahntals bei Marburg.

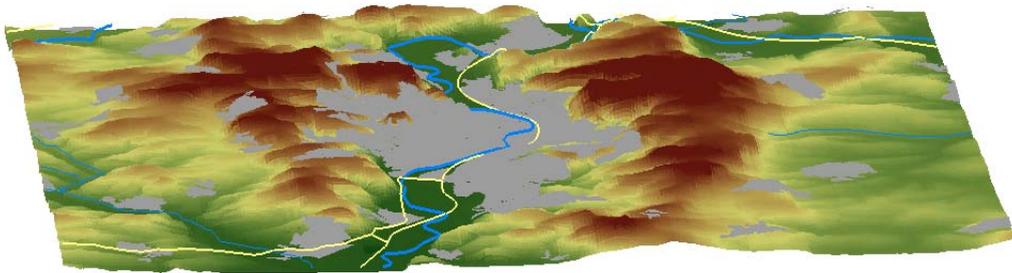


Abbildung 4: Höhenprofil von Marburg mit Blick in das Lahntal von Süden (Überhöhungsfaktor 4)

In der Abbildung 5 ist ein Geländeschnitt durch das Lahntal dargestellt. Der Schnitt beginnt am Dammelsberg, geht über das Marburger Schloss, die Lahn und den Kaiser-Wilhelm-Turm Richtung Bauerbach. Der Höhenmaßstab ist vierfach überhöht. Das Geländeprofil zeigt den Einschnitt des Lahntals mit steilen Flanken nach Osten und Westen. Die beiden Messstationen, die in Marburg betrieben werden, liegen im Tal der Lahn.

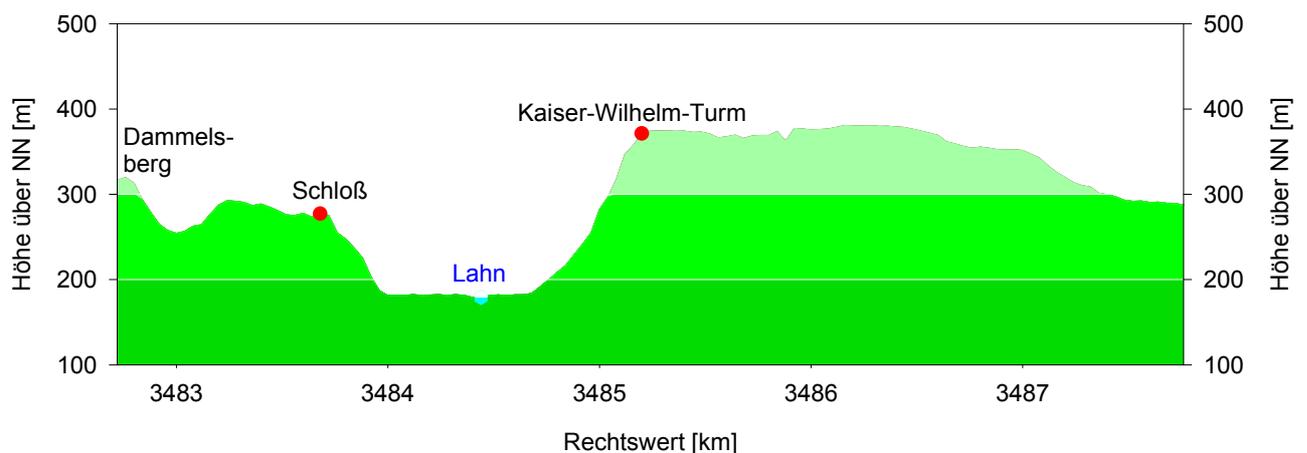


Abbildung 5: Geländeschnitt durch das Lahntal in Marburg

Marburg wird in der naturräumlichen Gliederung Hessens (nach Klausning 1986) dem westhessischen Berg- und Senkenland zugerechnet und gehört zur Haupteinheit des Marburg-Gießener Lahntals. Der östliche Teil Marburgs ab einer Linie von Michelbach im Norden nach Gisselberg im Süden gehört strukturnräumlich zur Hessischen Senke, während das westliche Stadtgebiet zum Rheinischen Schiefergebirge gerechnet wird. Die Hessische Senke wird in Marburg durch die Gesteine des *Buntsandstein* (Zeitalter: mittlere Trias; Gesteine: rotbraune Sandsteine mit Schluff- und Tonlagen) repräsentiert, während das Rheinische Schiefergebirge aus gefalteten Gesteinen des Paläozoikums (Zeitalter: Karbon bis Silur; Gesteine tonschiefer, Kaldsteine, Sandsteine etc.) aufgebaut wird. Den Übergang von jüngerem zu älterem Gebirge entlang der Linie Michelbach-Gisselberg kennzeichnen die Gesteinsschichten des Zechssteins (Zeitalter: oberes Perm; Gesteine überwiegend Gipse, Karbonate, Sand- und Schluffstein).

Die Marburger Lahntalsenke zwischen dem Marburger Rücken im Westen und den Lahnbergen im Osten weist einen ausgeprägten Nord-Süd-Verlauf auf und ist Teil der nördlichen Fortsetzung der Bruchstrukturen des Oberrheintalgrabens.

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

Aus lufthygienischer Sicht sind 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 Luftmessstation an der Gutenbergstraße im Jahr 2006 und 2007 wurden an ca. 130 Tagen pro Jahr sehr schwache umlaufende oder Windgeschwindigkeiten von 0 m/s gemessen.

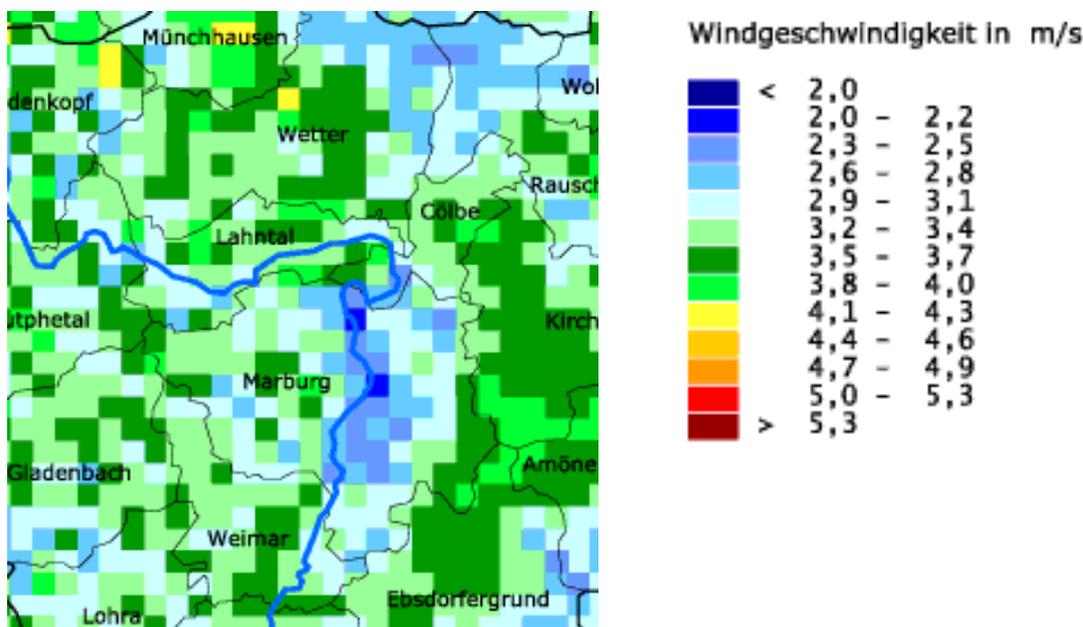


Abbildung 6: Mittlere Windgeschwindigkeit für den Großraum Marburg der Jahre 1981 – 1990
Quelle: Umweltatlas HLUG

Für die Klimaökologie Marburgs sind weiter Kaltluftschneisen sehr wichtig, die vom Marburger Rücken und den Lahnbergen von Westen bzw. Osten senkrecht auf das Lahntal zulaufen. Über diese Schneisen erfolgt in der Nacht im Lahntal ein Luftaustausch durch bodennah zuströmende kältere Luft.

Die mittlere Durchschnittstemperatur lag für Marburg in 2006 bei 10,2 °C mit Maximalwerten von 35,4 °C bzw. -10,6 °C. Für 2007 wurden 10,5 °C im Durchschnitt mit Extremwerten bei 34,9 °C bzw. -8,3 °C ermittelt. Verglichen mit dem langjährigen Mittel für Hessen (Normalperiode 1961-1990) von 8,2 °C lagen die Jahresdurchschnittswerte der vergangenen zwei Jahre in Marburg über diesen Werten.

An durchschnittlich ca. 20 Tagen im Jahr tritt eine Wärmebelastung auf, die aufgrund hoher gefühlter Temperaturen als starker Stress wahrgenommen werden. Wärmebelastung tritt hauptsächlich bei sommerlichen, strahlungsreichen Hochdruckwetterlagen mit geringer Luftbewegung auf.

2.5 Einwohner, Arbeitsplätze und Flächennutzung

In Tabelle 3 sind die Angaben zur Bevölkerung in Marburg aufgeführt [9] Im Vergleich zu Hessen weist Marburg eine höhere Einwohnerdichte auf.

Stadt/Land	Bevölkerung	Änderung gegenüber Vorjahr	Einwohner pro km ²
Marburg	79.240	- 135	639
Hessen	6.072.555	- 2.804	288

Tabelle 3: Bevölkerung in Marburg (Stand: 31. Dezember 2007)
Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [9]

Die Verteilung der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Arbeitnehmer am Arbeitsort auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche ist in Tabelle 4 aufgelistet [9]. Marburg weicht mit dem Hauptanteil im Bereich „öffentliche und private Dienstleister“ deutlich von der hessenweiten Verteilung ab. Hier sind insbesondere die Philipps-Universität Marburg und das Universitätsklinikum als wichtige öffentliche und private Dienstleister zu nennen. Im Bereich des produzierenden Gewerbes spielen die Pharma- und Medizintechnikbranche in Marburg eine wichtige Rolle.

Stadt/ Land	Beschäftigte Arbeitnehmer (= 100 %)	Land- und Forst- wirtschaft, Fischerei	Produzie- rendes Gewerbe	Handel, Gastgewerbe und Verkehr	Finanzierung, Vermietung u. Unter- nehmens- dienstleister	öffentliche und private Dienstleister
Marburg	36.256	103	6.053	5.614	6.028	18.467
Hessen	2.129.618	14.542	573.690	536.630	491.805	512.951

Tabelle 4: Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer am Arbeitsort und deren Verteilung auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche (Stand: 30. Juni 2007)
Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [9]

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 Marburg sind in Tabelle 5 dargestellt [9]. Der hohe Anteil an Pendlern verursacht somit für Marburg ein erhebliches Verkehrsaufkommen.

Stadt/Land	Einpendler	Auspender	Pendlersaldo
Marburg	22.889	6.383	16.506
Hessen	1.453.092	1.324.160	128.932

Tabelle 5: Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Pendler über die Gemeindegrenzen (Stand: 30. Juni 2007)

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [9]

Abbildung 7 enthält die Angaben zur Flächennutzung (Stand 1. Januar 2005) in Marburg 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 [9]. Der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche (bestehend aus Gebäude- und Freifläche, Betriebsfläche, Erholungsfläche, Verkehrsfläche sowie Friedhofsfläche (hier enthalten in Fläche anderer Nutzung) liegt für Marburg bei ca. 21 % (Hessen: ca. 15 %). Die tatsächlich versiegelte Fläche bei den Siedlungs- und Verkehrsflächen ist jedoch geringer als die Siedlungs- und Verkehrsfläche und wird für Hessen insgesamt mit einem Anteil von etwa 46,7 % angesetzt.

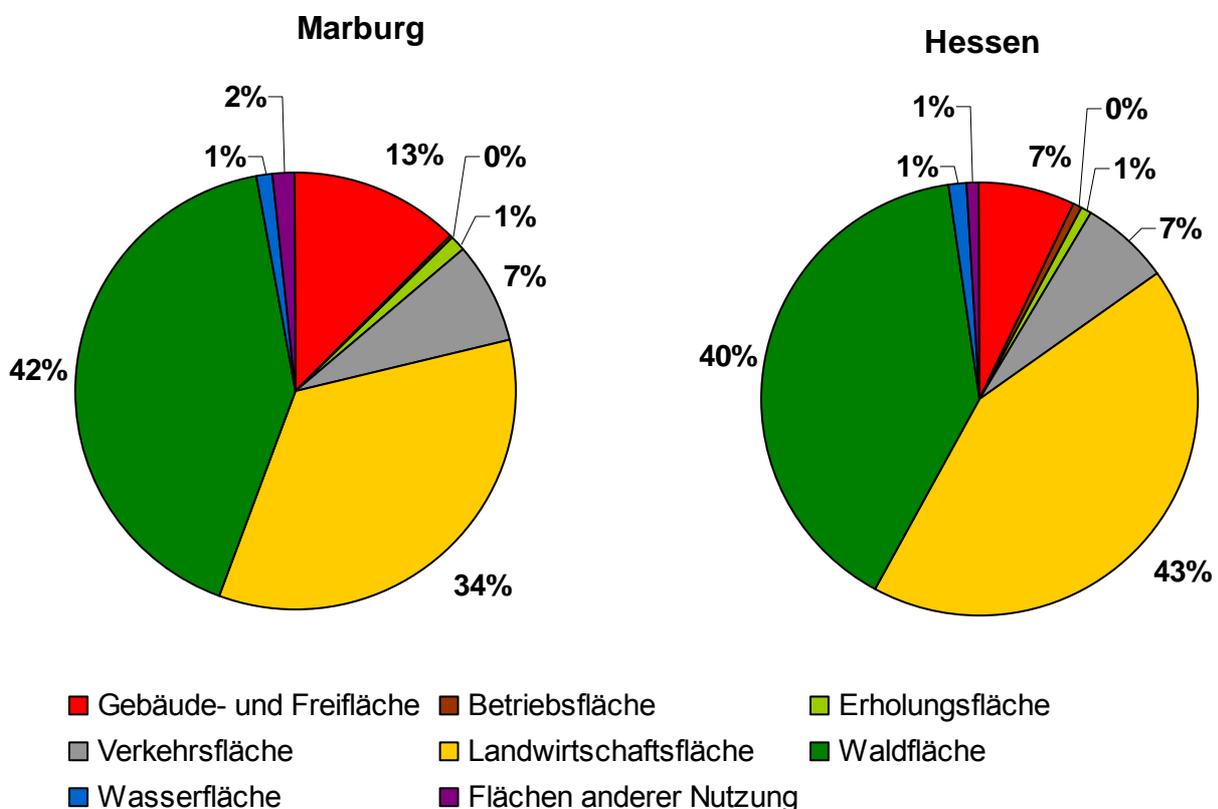


Abbildung 7: Flächennutzung im Stadtgebiet Marburg
Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [9]

2.6 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 Marburg 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 Rolle.

Die Verkehrssituation in Marburg wird anhand von Ausschnitten der Verkehrsmengenkarten 2005 des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV) dargestellt. Die Straßentypen Bundesautobahn, Bundesstraße, Landstraße und Kreisstraße lassen sich durch die Farbe der Linien unterscheiden. Ergänzend ist noch die mittlere Verkehrsdichte als DTV-Wert (Durchschnittlicher täglicher Verkehr in Kfz pro Tag) als Linienstärke angegeben. Die Zahlen an den Linien geben den DTV-Wert für den Gesamtverkehr, Schwerverkehr und Fahrräder an. Der Schwerverkehr ist definiert als Busse und Lkw mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht ohne bzw. mit Anhänger sowie Sattelfahrzeuge. Eingezeichnet sind die Straßenabschnitte, die für die Straßenverkehrszählung 2005 durch das HLSV gezählt wurden. Abbildung 8 zeigt den Ausschnitt für Marburg aus der Teilkarte Marburg [10]. Durch das Stadtgebiet von Marburg führen keine Autobahnen. Die Bundesstraße B3 als wichtige Nord-Süd-Verbindung weist einen DTV-Wert von über 40.000 Fahrzeugen auf.

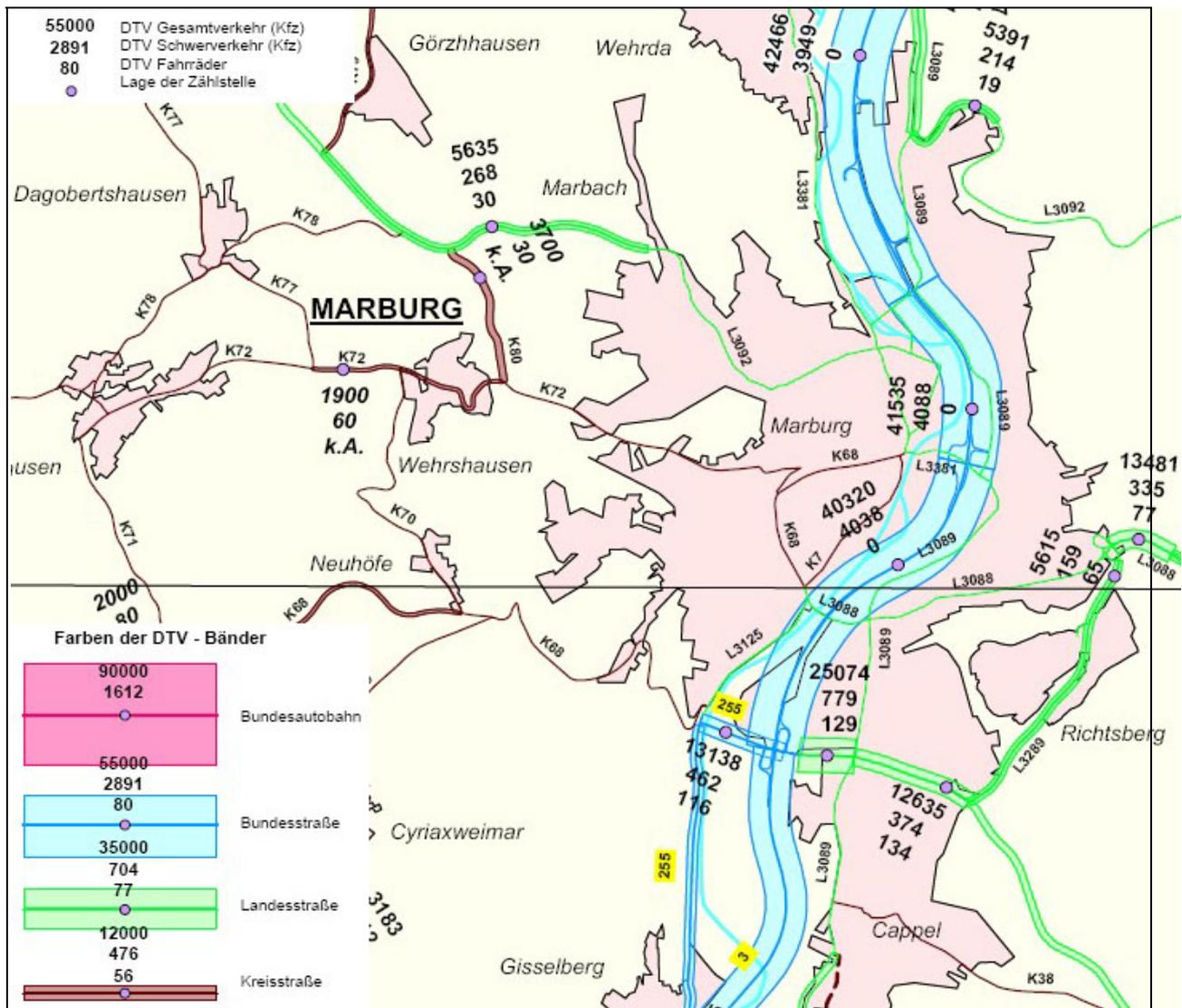


Abbildung 8: Ausschnitt für Marburg aus der Hessischen Verkehrsmengenkarte 2005
Herausgeber: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen [10]

2.7 Standort der Messstationen

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 9).



Abbildung 9: 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.

In Marburg befinden sich

- ▲ eine verkehrsbezogene Messstation im Bereich der Universitätsstraße und
- eine Messstation für den städtischen Hintergrund im Bereich der Gutenbergstraße.



Abbildung 10: Lage der Luftmessstationen in Marburg

Die Messstation Universitätsstraße entspricht den Vorgaben zu a), da hier die höchsten Konzentrationen in Marburg auftreten. Zur Erfassung der allgemeinen Exposition der Bevölkerung dient die Station im Bereich der Gutenbergstraße (b).

Die hohe Datenqualität beruht auf spezifischen gesetzlichen Vorgaben zur Messgenauigkeit kontinuierlicher Messungen und den eingesetzten Methoden sowie auf der langjährigen Erfahrung des HLUg im Umgang mit Messungen. Mehrmals täglich werden die erfassten Messdaten per Telefon an die Messnetzzentrale des HLUg übertragen. Mit Ausnahme von Blei werden die Messwerte stündlich aktualisiert und auf der Homepage des HLUg dargestellt. Die ausgewerteten Ergebnisse des Luftmessnetzes werden im Lufthygienischen Monatsbericht des HLUg veröffentlicht. Der Lufthygienische Jahresbericht basiert auf den gleichen Messergebnissen, erlaubt aber die Betrachtung der Immissionsituation 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 2006 [8] wies die Überschreitung des Jahresmittelwertes zuzüglich der Toleranzmarge für Stickstoffdioxid an der Messstation Marburg-Universitätsstraße aus. Tabelle 6 enthält die Immissionskenngrößen der Stationen im Gebiet Mittel- und Nordhessen. Die festgestellte Überschreitung von Grenzwert bzw. Grenzwert plus Toleranzmarge im Jahr 2006 ist rot markiert. An der Luftmessstation Marburg-Universitätsstraße überschreitet bei der Komponente NO₂ der Jahresmittelwert den Immissionsgrenzwert, während an der Station Fulda-Petersberger-Straße der NO₂-Immissionswert nicht überschritten, aber gerade erreicht wird. Für die Komponenten Feinstaub (PM10), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Benzol (C₆H₆) werden die Grenzwerte im Messjahr 2006 eingehalten.

Komponente	PM10		NO ₂		NOx	SO ₂			CO	C ₆ H ₆
	µg/m ³		µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³			mg/m ³	µg/m ³
Kenngroße	24-h	Jm	1-h	Jm	Jm ¹⁾	1-h	24-h	Jm/Wm ¹⁾	8-h	Jm
GW (+ TM)	50	40	240	48	30	350	125	20	10	9
zul. Übersch.	35		18			24	3		-	
	Anz.	Wert	Anz.	Wert	Wert	Anz.		Wert	Anz.	Wert
Bad Arolsen	7	18	0	12	17	0	0	3/4		
Bebra	16	24	0	18	30	0	0	3/4		
Fulda-Mitte	16	23	0	27	47	0	0	3/4	0	
Fulda-Petersberger-Straße	24	29	0	48	138				0	2,95
Grebenau			0	12	17	0	0	3/3	0	
Kellerwald	2	16	0	8	13	0	0	3/3	0	
Kleiner Feldberg			0	11	15	0	0	3/3		
Limburg	12	22	0	30	62	0	0	3/4	0	
Marburg	13	20	0	25	47	0	0	4/5		
Marburg-Universitätsstr.	18	26	0	53	161				0	
Spessart			0	10	15	0	0	3/3		
Wasserkuppe	0	10	0	6	10	0	0	3/3		
Witzenhausen	8	16	0	8	13	0	0	3/3		

¹⁾ Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt

Tabelle 6: Immissionskenngrößen nach der 22. BImSchV für das **Messjahr 2006**

In der Abbildung 11 sind die Immissionskenngrößen für NO₂ als der relevanten Komponente dargestellt. Der rechte Teil der Abbildung zeigt, dass an keiner Messstation im Gebiet Mittel- und Nordhessen ein NO₂-Stundenmittel größer 200 µg/m³ gemessen [8] wurde. Damit ist der Grenzwert, der erst ab dem Jahr 2010 gilt, bereits jetzt eingehalten. Bei dem Jahresmittelwert als Langzeitkenngroße ist die Situation kritischer. An der Verkehrsstation Marburg-Universitätsstraße ist der 2006 gültige Grenzwert plus Toleranzmarge überschritten. Damit war das Auslösekriterium für die Erstellung eines Luftreinhalteplanes erfüllt.

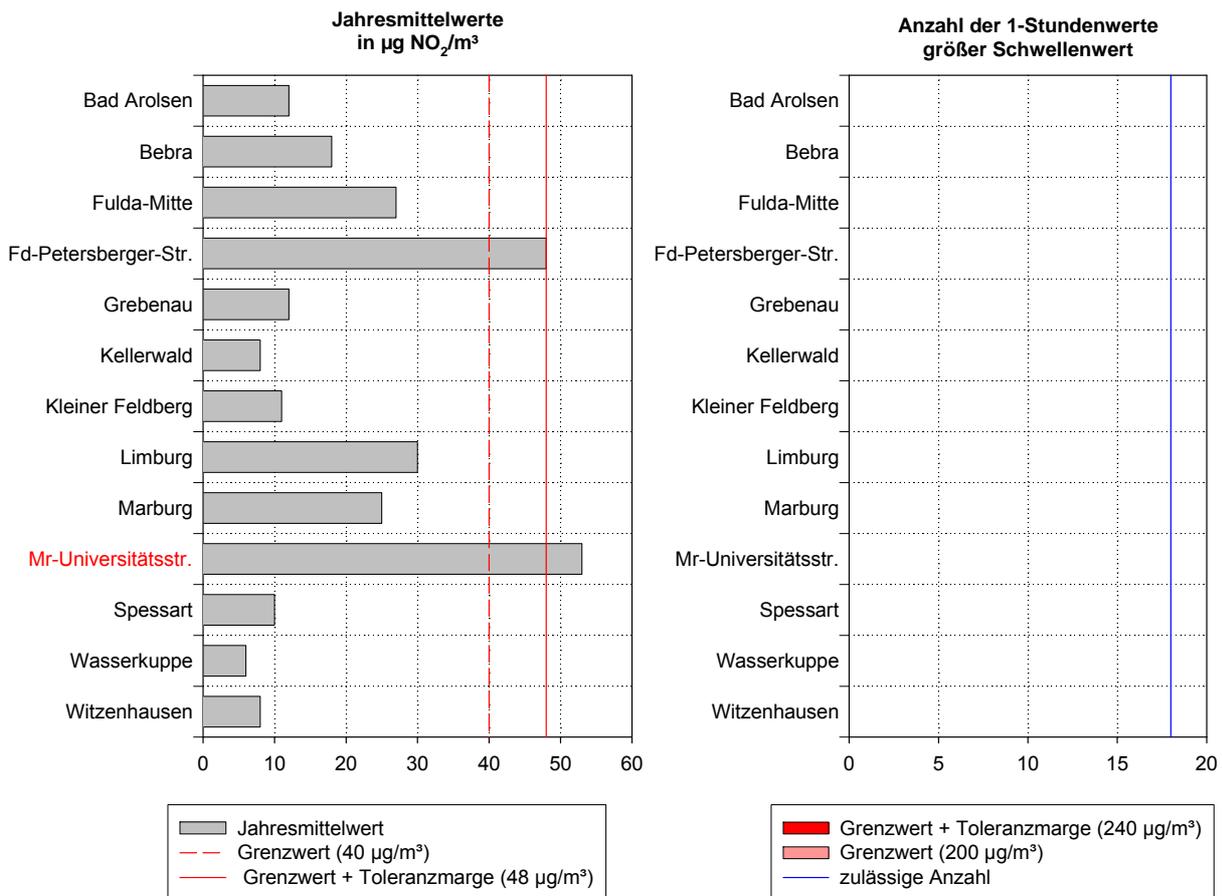


Abbildung 11: Immissionskenngrößen von NO_2 für das Jahr 2006

Da nur Marburg im Gebiet Mittel- und Nordhessen von der Überschreitung betroffen ist, beziehen sich die statistischen Angaben in diesem Kapitel auf diese Stadt. Die Angaben zu den anderen Kommunen sind in der hessischen Gemeindestatistik publiziert [9].

3.2 Beurteilung der Luftqualität aufgrund von Messungen

Die an den Messstationen gemessene Immissionsbelastung setzt sich aus verschiedenen Beiträgen zusammen:

- der von außen in das Untersuchungsgebiet eingetragenen Schadstoffkonzentrationen (Hintergrundbelastung),
- der von den Emissionen im städtischen Gebiet (städtische Vorbelastung) verursachten Schadstoffkonzentrationen und
- der Emissionen aus dem direkten Umfeld der Messstation in einer Straßenschlucht (verkehrsbedingte Zusatzbelastung).

Die Beiträge dieser drei Bereiche addieren sich zu der Immissionskonzentration, wobei an ländlichen Stationen ohne direkte Emittenten von Luftschadstoffen im näheren Umfeld die Hintergrundbelastung repräsentieren. Die Messergebnisse an Stationen des städtischen Hintergrunds geben im Wesentlichen die Summe der allgemeinen Hintergrundbelastung und der durch die städtischen Emittenten verursachten Schadstoffkonzentrationen wieder. Die i.d.R. hohen Kon-

zentrationen an verkehrsbezogenen Messstationen addieren sich noch zu diesen bereits örtlich vorhandenen Belastungen hinzu (siehe Abbildung 12).

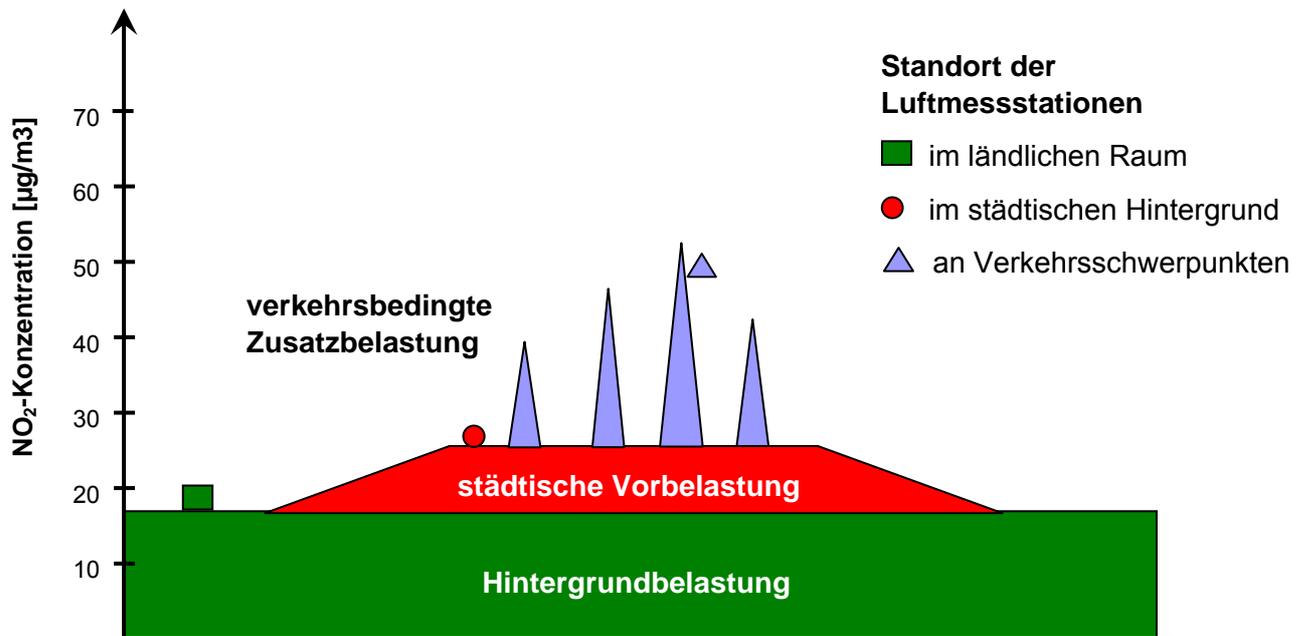


Abbildung 12: Beiträge zur Immissionsbelastung der Stadt Marburg

Die verschiedenen Beiträge addieren sich an den jeweiligen Standorten der Luftmessstationen. Die höchsten Immissionskonzentrationen sind demnach an den verkehrsbezogenen Standorten der Luftmessstationen zu finden. Die einzelnen Beiträge genau zu trennen ist jedoch schwierig. Die drei Quellbereiche tragen an den betrachteten Aufpunkten aufgrund wechselnder Wetterlagen und variierender Emissionsverhältnisse in unterschiedlichem Maß bei, so dass diese Betrachtung nur im Mittel über ein Jahr betrachtet gilt.

3.2.1 Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in Marburg

Die Luftmessstation des städtischen Hintergrunds in Marburg (Gutenbergstraße) misst bereits seit Januar 1988 die Schadstoffkonzentrationen der Stoffe

- Schwefeldioxid (SO₂),
- Stickstoffmonoxid (NO),
- Stickstoffdioxid (NO₂),
- Ozon und
- Schwebstaub.

Die Schwebstaubmessung wurde aufgrund der 1. Tochterrichtlinie Ende 1999 auf die Messung von Feinstaub umgestellt.

Marburg, Stadtstation

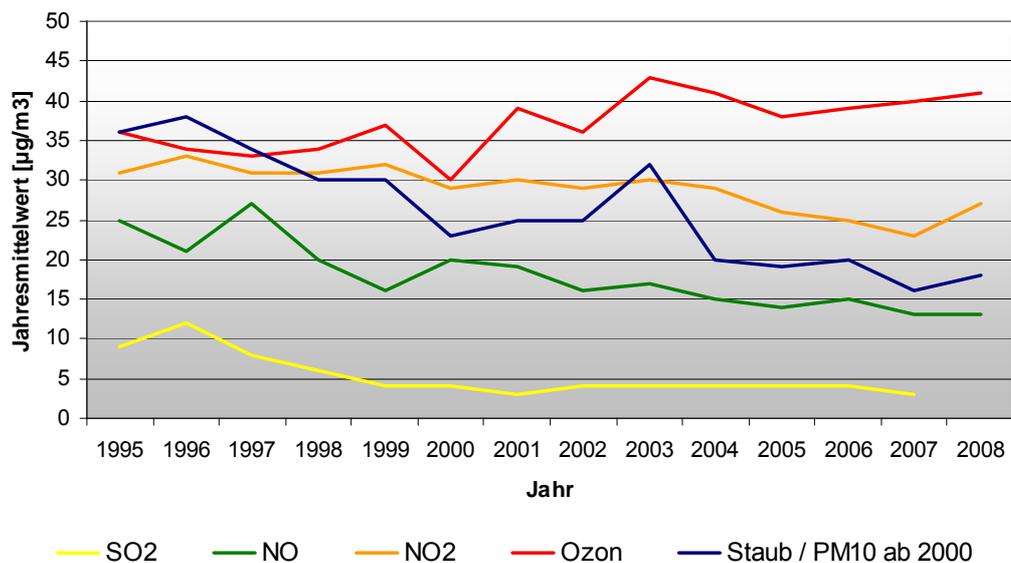


Abbildung 13: Entwicklung der Schadstoffbelastung an der Messstation des städtischen Hintergrunds in Marburg seit 1995

Die verkehrsbezogene Messstation an der Universitätsstraße kam erst Ende 2005 hinzu. Seit 1. Januar 2006 misst sie die Schadstoffe

- Stickstoffmonoxid,
- Stickstoffdioxid,
- Kohlenmonoxid und
- Feinstaub.

Marburg, Verkehrsstation

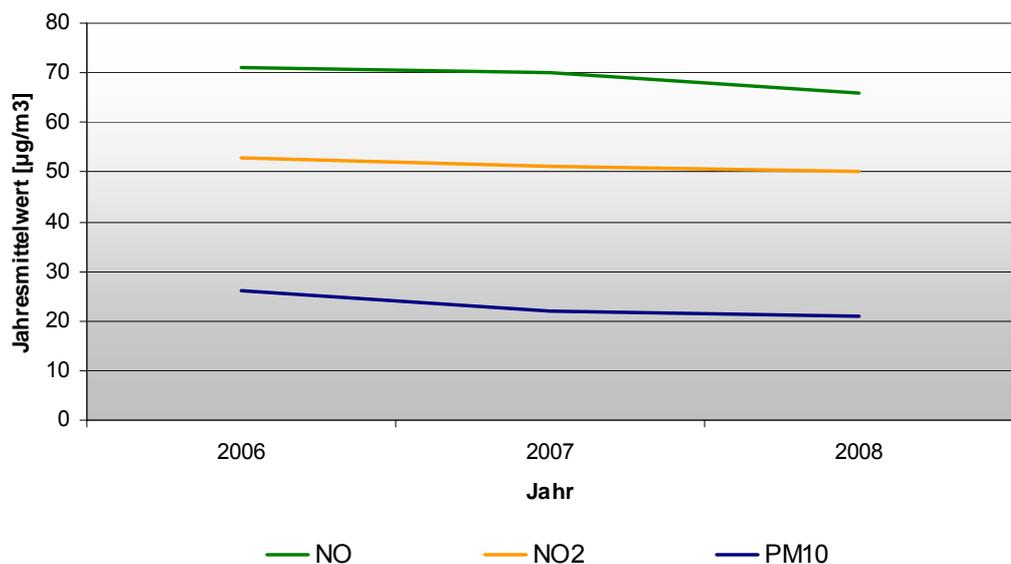


Abbildung 14: Entwicklung der Schadstoffkonzentration an der verkehrsbezogenen Messstation in Marburg seit 2006

3.2.2 Entwicklung der Immissionsbelastung von NO₂ im Zeitraum von 1988 bis 2006

Um einen Überblick über die allgemeine Entwicklung der NO₂-Konzentrationen über die Jahre zu erhalten zeigt Abbildung 15 die Zeitreihen der NO₂-Jahresmittelwerte seit Beginn der Messreihe für die beiden Stadtstationen Fulda und Marburg als auch die im ländlichen Raum gelegene Station Grebenau. Ab dem Messjahr 2006 sind auch die neuen Messstationen Fulda-Mitte (städtischer Hintergrund), Fulda-Petersbergerstraße (Verkehr) und Marburg-Universitätsstraße (Verkehr) eingetragen. Als Vergleich zu den Verkehrsstationen Fulda und Marburg wurde die hoch belastete Verkehrsstation Frankfurt-Friedberger-Landstraße ebenfalls eingezeichnet.

Die längste Zeitreihe liegt für die Stadtstation Marburg vor. Der Trend der NO₂-Belastung ist nicht sehr eindeutig. An der Vergleichsstation Grebenau ist dagegen weitgehend ein Rückgang der NO₂-Belastung festzustellen. Der Rückgang an dieser emissionsfern gelegenen Station ist als Erfolg der im Rahmen der Großfeuerungsanlagenverordnung erreichten Emissionsminderungen zu sehen. Die über hohe Schornsteine abgeleiteten Emissionsraten der Kraftwerke führen zwar zu vergleichsweise kleinen Immissionszusatzbelastungen am Boden, beaufschlagen aber ein großes Umfeld. Diese durch die Maßnahmen an den Großfeuerungsanlagen erreichte Minderung der NO₂-Belastung wird in den Städten von dem Immissionsbeitrag überdeckt, der aus den Kfz-Emissionen resultiert. Als dann der Anteil der Pkws, die mit Katalysator ausgerüstet sind, anfängt erkennbar zu steigen, beginnt dann auch an den Stadtstationen, die den städtischen Hintergrund erfassen, die NO₂-Belastung leicht abzusinken. Für 2006 weist die Verkehrsstation Marburg-Universitätsstraße den höchsten Jahresmittelwert auf [8].

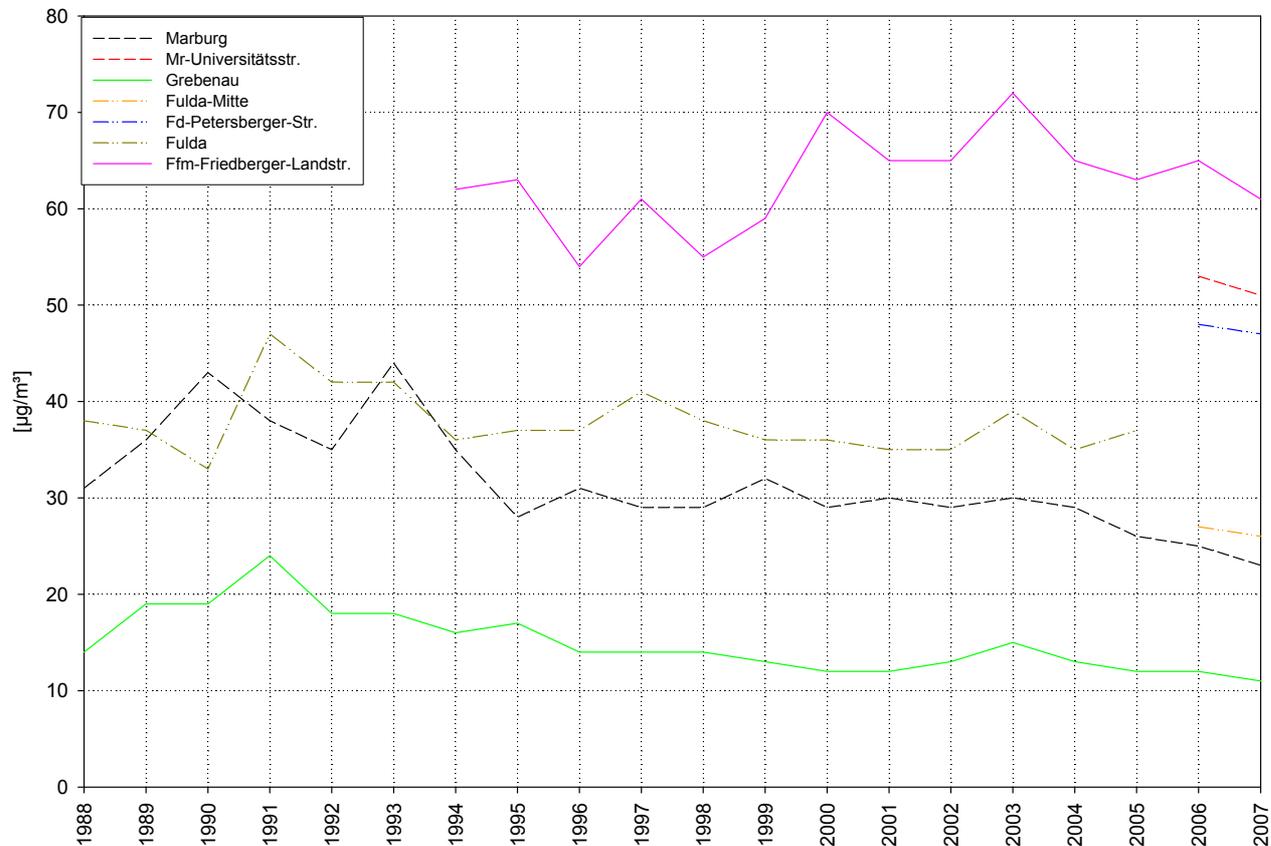


Abbildung 15: Trendkurven der NO₂-Jahresmittelwerte

Das bei Verbrennungsprozessen gebildete NO_x besteht im Allgemeinen überwiegend aus NO . Das NO wird schrittweise in der Atmosphäre zu NO_2 umgesetzt. An emissionsfernen Standorten ist daher die NO -Konzentration gegenüber der NO_2 -Konzentration meist vernachlässigbar. In dem Kapitel 6.1 wird als Komponente für den Emissionstrend daher NO_x (Summe von NO und NO_2) angegeben. In Ergänzung zur NO_2 -Trendkurve zeigt Abbildung 16 deshalb die Trendkurven für NO_x und zwar für denselben Zeitraum und dieselben Stationen wie in Abbildung 15. Wesentliche Aussage aus dem Vergleich der NO_x - und NO_2 -Trendkurven ist dabei, dass - im Gegensatz zur Situation bei NO_2 - die NO_x -Belastung an den Stationen deutlich zurückgegangen ist. Dies bedeutet, dass sich das NO/NO_2 -Verhältnis in der städtischen Atmosphäre geändert hat. Eine Ursache kann die Verschiebung des NO/NO_2 Verhältnisses am Auspuff von Kraftfahrzeugen sein. Darüber hinaus haben Dieselmotore im Allgemeinen einen höheren NO_2 -Anteil im Abgas als Fahrzeuge mit Ottomotor [25, 26, 27]. Wie bei anderen Verkehrsstationen ist auch an den Stationen Fulda-Petersberger-Straße und Marburg-Universitätsstraße der NO_x -Jahresmittelwert gegenüber den Stadtstationen erhöht.

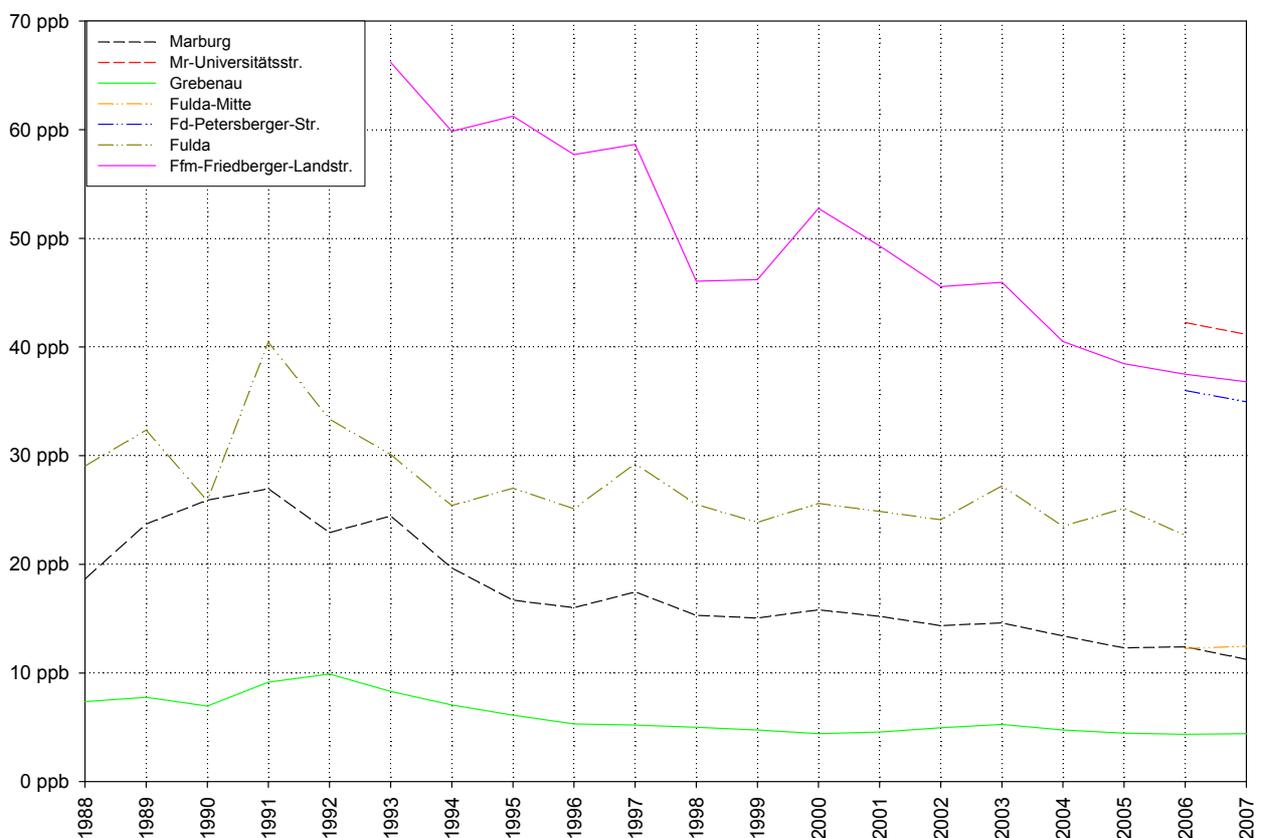


Abbildung 16: Trendkurven der NO_x -Jahresmittelwerte (Summe $\text{NO} + \text{NO}_2$)

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die vor dem In-Kraft-Treten der Richtlinie 96/62/EWG [1] durchgeführten und eingeleiteten Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität zu einer lang- und mittelfristig eindeutigen Minderung der NO_x -Emissionen geführt haben. Weniger deutlich ist die Immissionsentwicklung bei NO_2 . Hier ist der Belastungsrückgang an den Vergleichsstationen im ländlichen Raum besser dokumentiert als an den für die Stadtstationen vorliegenden Messreihen. Dagegen ist der Rückgang der NO -Belastung - und damit auch der NO_x -Belastung - durch die Immissionsmessungen belegt.

3.2.3 Analyse auf Basis der Immissionsmessung von NO und NO₂

Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) entstehen hauptsächlich als Nebenprodukt bei der Verbrennung durch die Oxidation von Luftstickstoff. Bei hohen Temperaturen liegen die Stickstoffoxide überwiegend als NO vor, das dann in der Atmosphäre zügig zu NO₂ oxidiert wird. Deshalb werden an den emissionsfernen Messstationen z. B. in Grebenau im Allgemeinen NO-Konzentrationen kleiner 10 % der NO₂-Konzentration gefunden. Bei der Analyse der Messwerte wird deshalb das NO zusammen mit NO₂ betrachtet.

Die Messstation Marburg-Universitätsstraße repräsentiert mit ihrem Standort in einer verkehrsreichen Straßenschlucht einen Bereich hoher Immissionsbelastung. Die städtische Vorbelastung wird über die Messstation Marburg-Gutenbergstraße erfasst. Zur Abschätzung der Hintergrundbelastung dient auf Grund ihres Standortes die Messstation Grebenau. Da die Situation in Fulda und Marburg vergleichbar ist, wurden die Messstationen in Fulda ebenfalls ausgewertet. Für die Messstationen Fulda-Mitte, Fulda-Petersberger-Straße und Marburg-Universitätsstraße liegen erst seit 2006 Messdaten vor, deshalb wurden auch die Daten der bis 2005 betriebenen Stadtstation Fulda herangezogen. Der Anhang enthält unter 10.4 alle Angaben zu den oben genannten Messstationen.

3.2.4 Jahrgänge von NO und NO₂

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 17 ist der mittlere Jahrgang von NO für die Stationen in Marburg sowie den Vergleichsstationen dargestellt. Da es an der Stadtstation Fulda-Mitte im Frühjahr 2006 einen Datenausfall gegeben hat, wurde auf die Auswertung verzichtet. Die Stationen weisen einen deutlichen Jahrgang auf. 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.

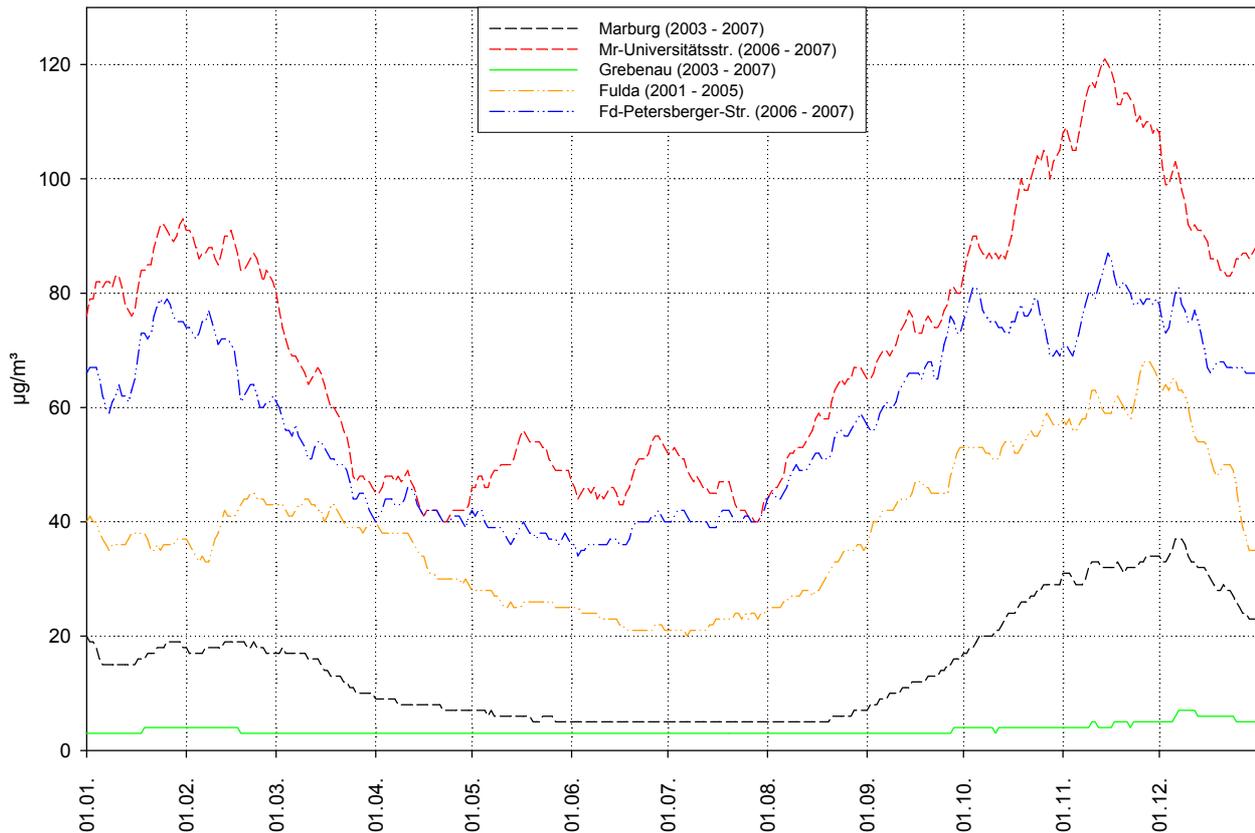


Abbildung 17: Mittlerer Jahresgang von Stickstoffmonoxid (NO)

Abbildung 18 zeigt den mittleren Jahresgang von Stickstoffdioxid (NO_2). Die NO_2 -Jahresgänge an den Stationen zeigen ein anderes Bild als die entsprechenden NO-Jahresgänge. 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 NO_2 -Maxima hängt mit verstärkten chemischen Reaktionen der Stickstoffoxide im Sommerhalbjahr zusammen. Dabei wird Stickstoffmonoxid zusammen mit Ozon (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 Jahresgang 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 NO_2 umgewandelt ist.

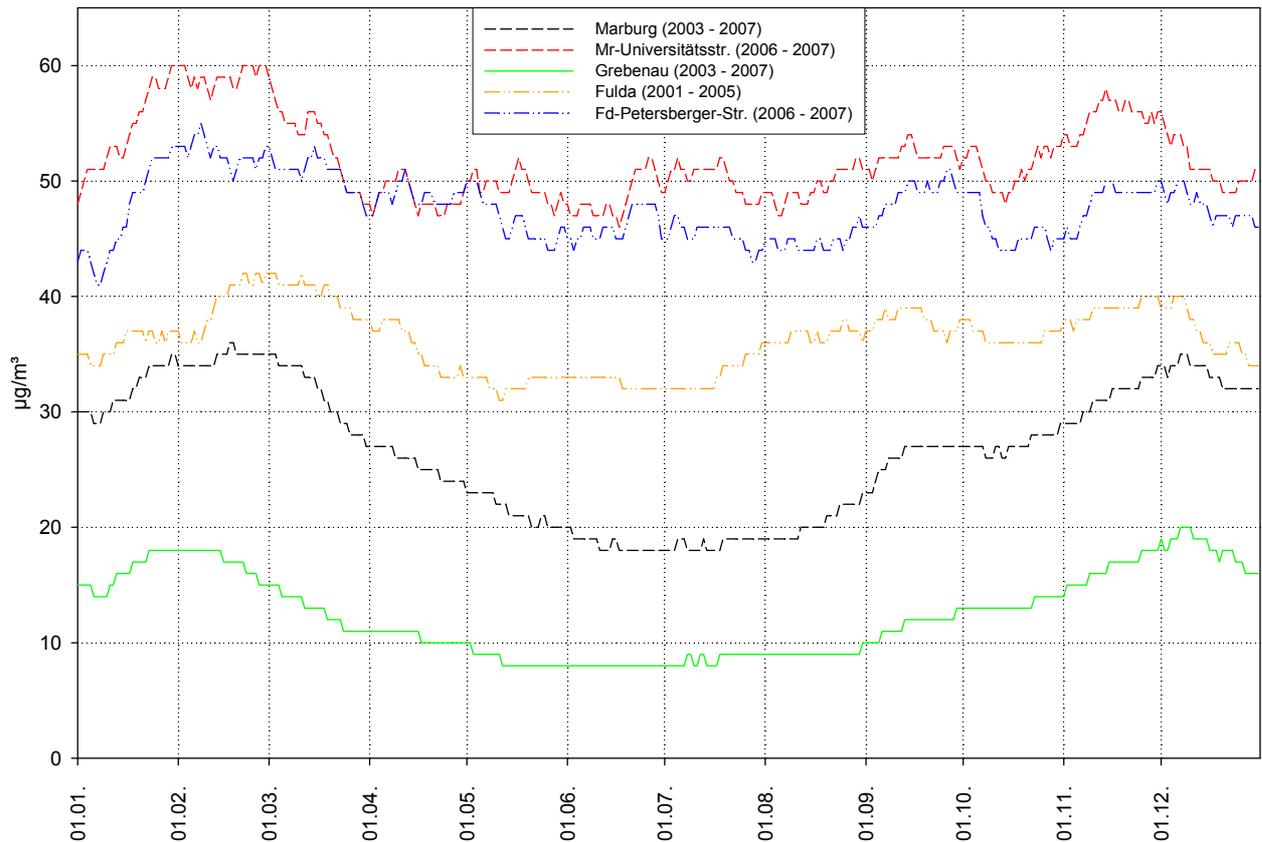


Abbildung 18: Mittlerer Jahresgang von Stickstoffdioxid (NO₂)

3.2.5 Wochengänge von NO und NO₂

Wegen unterschiedlicher Emissionsverhältnisse gibt es Unterschiede bei den Konzentrationsverhältnissen im Verlauf einer Woche. Dies gilt insbesondere für Komponenten, die durch Kfz-Emissionen geprägt werden.

In der Abbildung 19 sind die Wochengänge von NO dargestellt. Die Station Grebenau weist das niedrigste Konzentrationsniveau auf mit minimalen Unterschieden. Das Konzentrationsniveau an den Stadtstationen Fulda-Mitte und Marburg liegt bereits deutlich über dem der Station Grebenau. Von Montag bis Freitag zeigen die Wochengänge an diesen Stationen eine Doppelspitze wie sie typisch für die beiden Hauptverkehrszeiten an den Verkehrsstationen ist. Am Wochenende reduziert sich die NO-Konzentration und erreicht fast das Niveau der Station Grebenau. Die Verkehrsstationen Fulda-Petersberger-Straße und Marburg-Universitätsstraße haben das höchste Konzentrationsniveau. Deutlich erkennbar ist auch bei den Verkehrsstationen die Auswirkung der geringeren Kfz-Emissionen am Wochenende durch den Rückgang der NO-Konzentration.

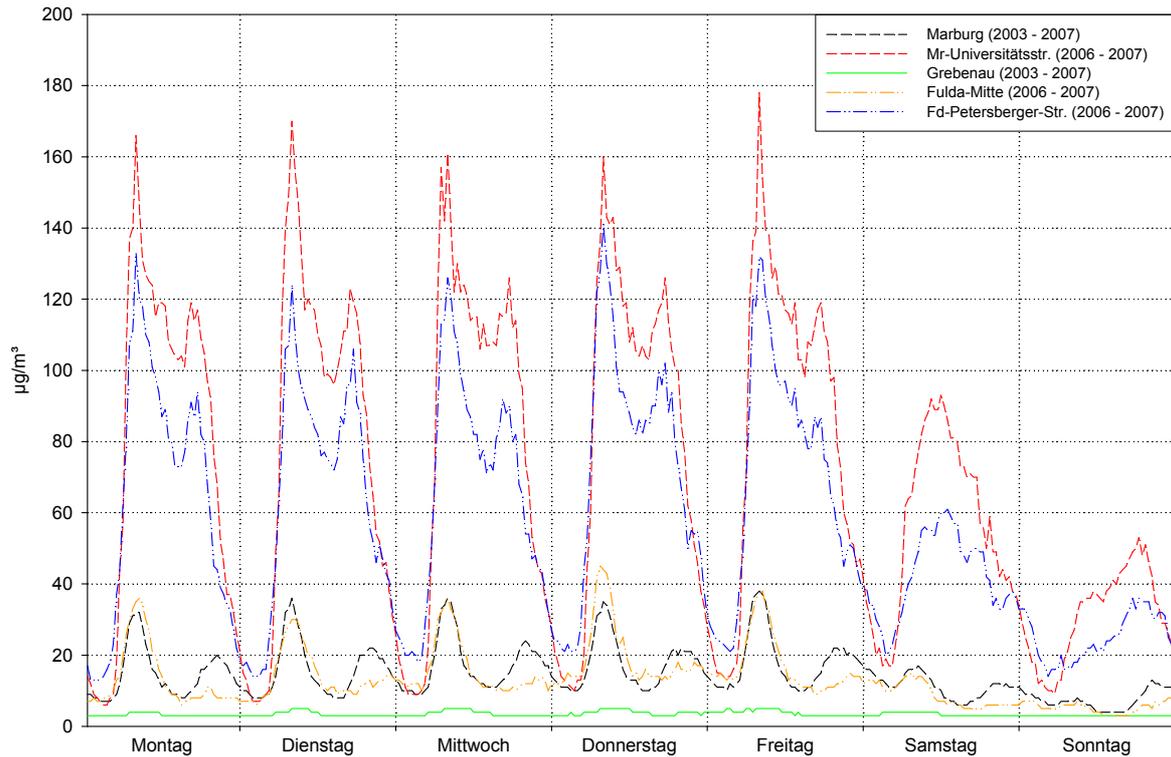


Abbildung 19: Mittlerer Wochengang von NO

Im Gegensatz zum Jahresgang ähnelt der Wochengang von NO₂ (Abbildung 20) dem Wochengang von NO. Die Unterschiede zu NO können durch die längere Verweilzeit von NO₂ erklärt werden. An der Station Grebenau ist nun auch ein Wochengang zu erkennen. An den drei Stadtstationen Fulda-Mitte und Marburg ist der Sonntag deutlich niedriger belastet als die Werk-tage, das Konzentrationsniveau der Station Grebenau wird aber nicht mehr erreicht. Die Ver-kehrsstationen Fulda-Petersberger-Straße und Marburg-Universitätsstraße wiesen auch bei NO₂ das höchste Konzentrationsniveau auf mit einem Rückgang am Wochenende.

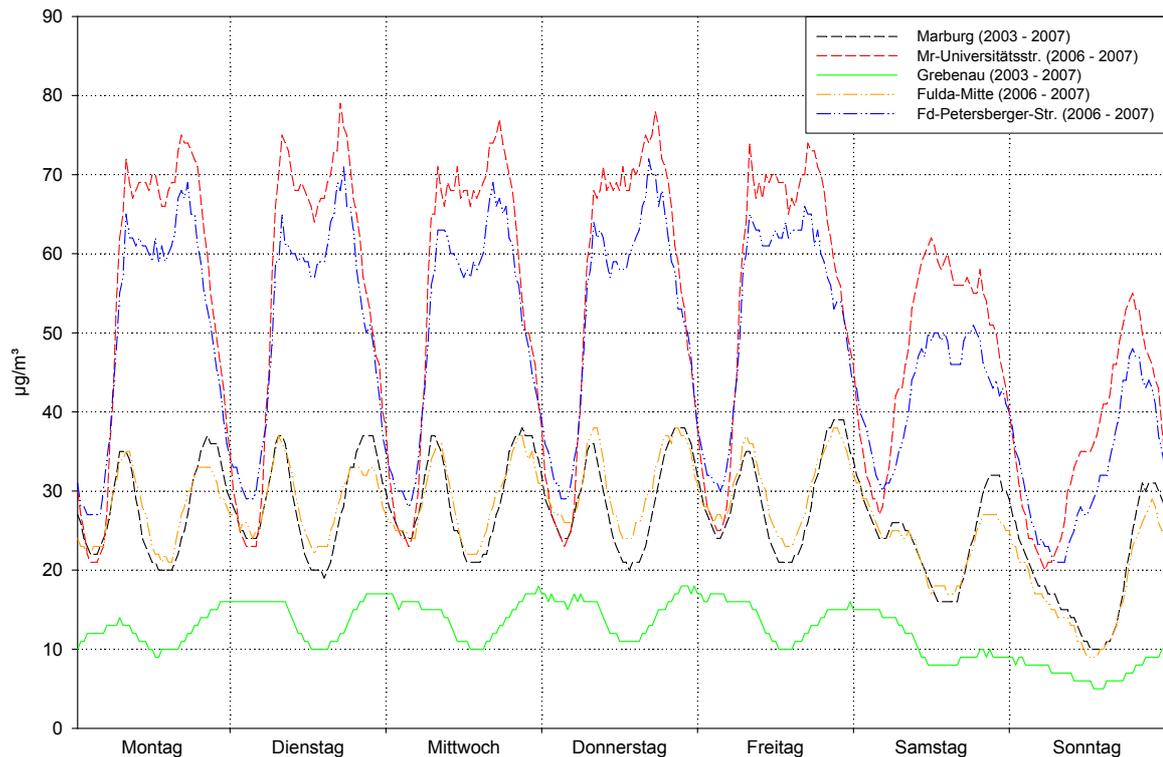


Abbildung 20: Mittlerer Wochengang von NO₂

3.3 Analyse auf der Basis von Ausbreitungsrechnungen

3.3.1 Aufgabenstellung und verwendete Rechenmodelle

Durch die Immissionswertüberschreitung für NO₂ im Jahr 2006 (siehe Kapitel 3.1) musste für Marburg ein Luftreinhalteplan erstellt werden. Das Ziel der Ausbreitungsrechnungen ist die Ermittlung von NO₂-Kenngrößen wie der durchschnittlichen Belastung der Region mit Stickstoffdioxid (regionaler Hintergrund), der grenzüberschreitenden NO₂-Belastung sowie der verkehrsbedingten Zusatzbelastung an sechs besonders verkehrsreichen Straßenzügen in Marburg.

Für die Berechnung des regionalen Hintergrunds und der grenzüberschreitenden Belastung 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. Dies entspricht in Mitteleuropa einer Maschenweite von ca. 14 bis 16 km². Als meteorologisches Basisjahr wird das Jahr 2005 verwendet.

Der durch den Kfz-Verkehr resultierende Immissionsbeitrag für NO₂ (verkehrsbedingte Zusatzbelastung) für die ausgewählten Straßenabschnitte innerhalb des Stadtgebietes wurde mit dem Screening-Modell IMMIS^{luft} [11] 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 Marburg ermittelt.

3.3.2 Grenzüberschreitender Transport von NO₂

Auf der Grundlage der Datenbasis aus 2005 wurde auch eine Berechnung des grenzüberschreitenden Transports von NO₂ für Hessen erstellt. Danach ergibt sich lediglich ein geringer Beitrag in Höhe von ca. 2 µg/m³ NO₂, der aus anderen Gebieten in das Gebiet und damit in die Stadt Marburg eingetragen wird (siehe Abbildung 21).

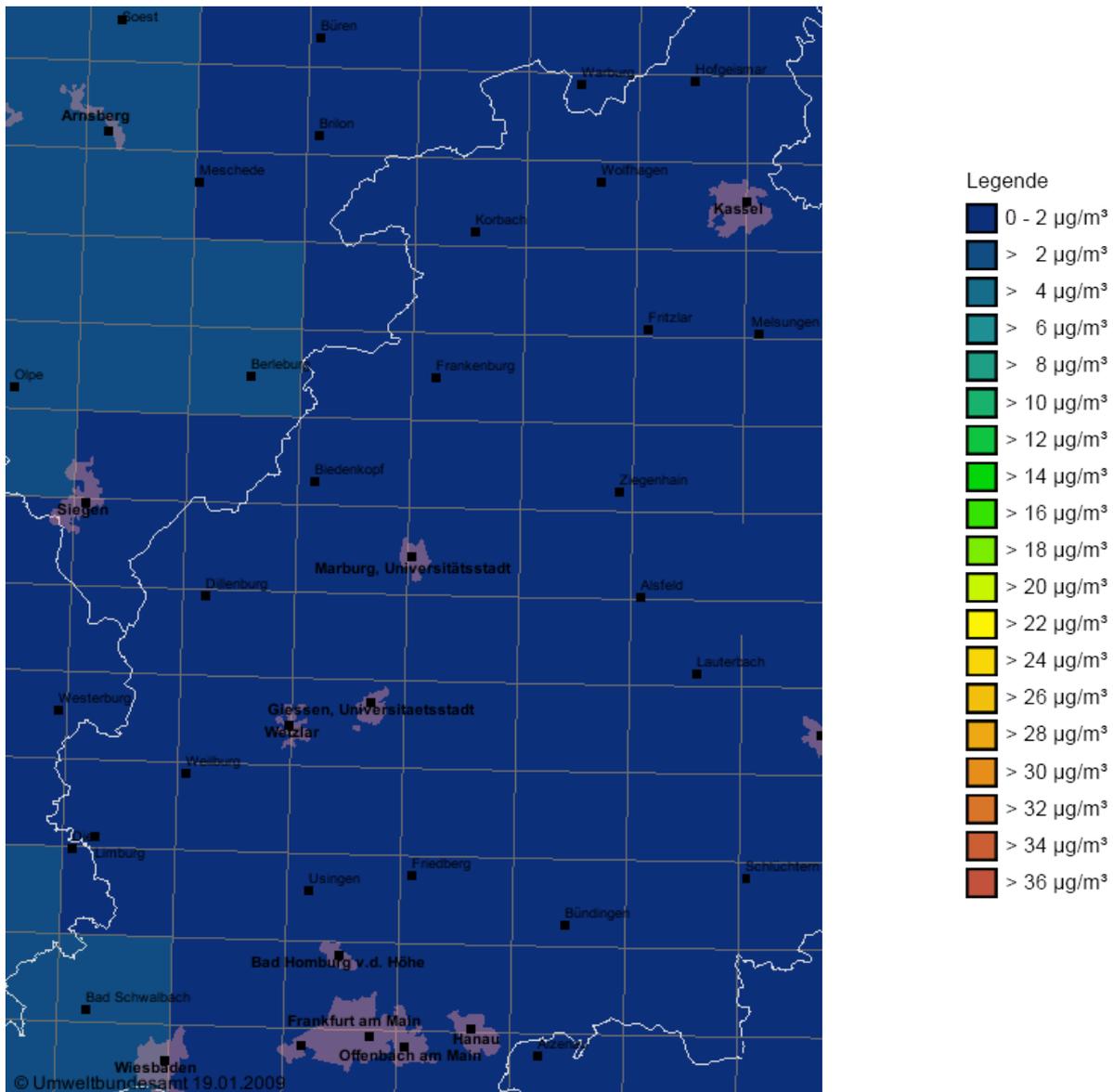


Abbildung 21: Berechnete NO₂-Konzentration des grenzüberschreitenden Transports, Bezugsjahr 2005

Die Belastung durch grenzüberschreitenden Transport von NO₂ aus den Nachbarländern nach Hessen und damit auch nach Marburg liegt mit ca. 2 µg/m³ sehr niedrig.

3.3.3 Regionaler Hintergrund von NO₂

Die Berechnungen wurden deutschlandweit vom Umweltbundesamt durchgeführt. Im Gegensatz zu Feinstaub ist der Konzentrationsgradient zwischen Ballungsraum und Umgebung deut-

lich höher, da die NO₂-Immission zum überwiegenden Teil aus lokalen Stickoxidemissionen entsteht.

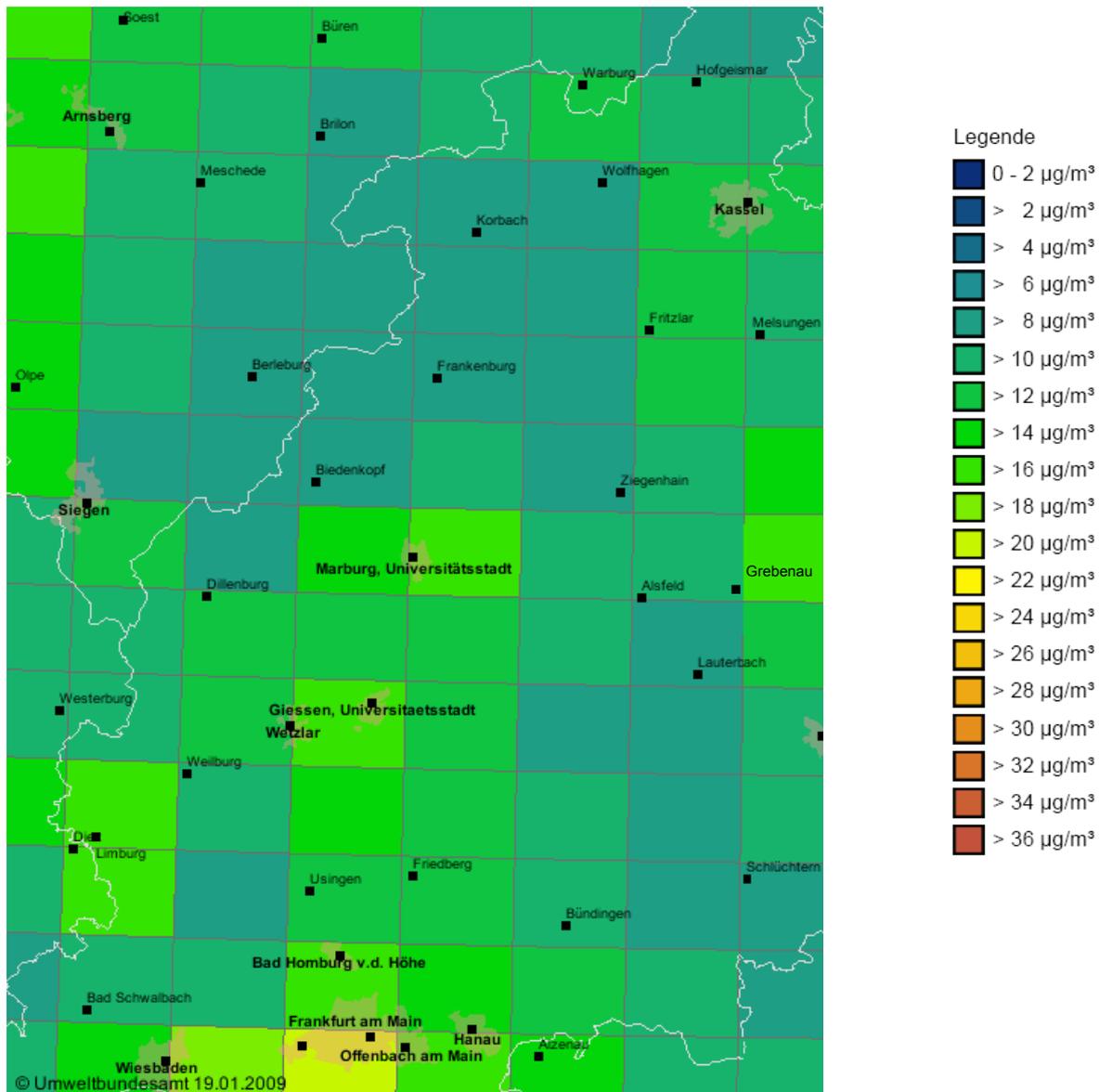


Abbildung 22: Berechnete NO₂-Konzentration des regionalen Hintergrunds, Bezugsjahr 2005

Das Hintergrundniveau für NO₂ in Marburg lag für das Jahr 2005 demnach bei ca. 17 µg/m³. Da in der näheren Umgebung von Marburg keine Messstation im ländlichen Raum liegt, wird die Station in Grebenau (östlich von Alsfeld) als Vergleich herangezogen. Nach der Berechnung liegt das Hintergrundniveau für NO₂ hier in einem Bereich > 10 und < 12 µg/m³, was in sehr guter Übereinstimmung mit dem für das Jahr 2005 gemessenen Stickstoffdioxid-Jahresmittelwert von 12 µg/m³ liegt.

Die langjährigen Messungen an der Stadtstation in Marburg, aber auch an der Station Grebenau zeigen, dass sich die Stickstoffdioxidkonzentrationen in den letzten Jahren praktisch kaum geändert haben. Daher ist nicht davon auszugehen, dass sich seit 2005 das Hintergrundniveau wesentlich geändert hat.

Dieses Hintergrundniveau kann nur sehr bedingt durch kleinräumige Maßnahmen beeinflusst werden.

3.3.4 Berechnung der Immissionskonzentrationen unter Berücksichtigung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung

Die Aufpunkte für die Berechnung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung wurden in Absprache mit Vertretern der Stadt Marburg 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 Universitätsstraße neben der verkehrsbezogenen Messstation wurde für die Validierung des Modells festgelegt (siehe Tabelle 8).

Die Vorbelastung für Marburg beruht auf den Messdaten der Stadtstation Marburg (Abbildung 13) und ist für alle 6 Aufpunkte identisch. Auf der Grundlage der gemessenen Kenngrößen wird die Vorbelastung für den Bereich von Marburg für NO₂ mit 25 µg/m³ (bzw. 47 µg NO_x/m³) als Jahresmittelwert angenommen. Da die Stadtstation Marburg direkt neben einem Parkplatz mit Aufwirbelungen von Staub steht, wurde der Jahresmittelwert von PM10 auf 18 µg/m³ reduziert.

Die Aussage, ob die für die 6 Aufpunkte berechneten Immissionskenngrößen die Immissionsgrenzwerte einhalten oder überschreiten ist für NO₂ und PM10 in Tabelle 7 zusammengestellt. Die Immissionskenngröße „Jahresmittelwert“ mit dem Zahlenwert angegeben. Für die Kurzzeitkenngröße ist nur eingetragen, ob der Immissionsgrenzwert eingehalten oder überschritten ist. Die Lage der Aufpunkte in Marburg und der berechnete NO₂-Jahresmittelwert sind in der Abbildung 24 dargestellt.

Straße	NO ₂			PM10		
	Jahresmittelwert	Grenzwert Jahr ¹⁾	Grenzwert 1-h-Wert ¹⁾	Jahresmittelwert	Grenzwert Jahr ¹⁾	Grenzwert 24-h-Wert ¹⁾
Am Grün 13	42 µg/m ³	ja	nein	29 µg/m ³	nein	nein
Biegenstraße 24	47 µg/m ³	ja	nein	30 µg/m ³	nein	(ja)
Cölber Straße 9	38 µg/m ³	nein	nein	22 µg/m ³	nein	nein
Elisabethstr. 13	56 µg/m ³	ja	nein	28 µg/m ³	nein	nein
Schwanallee 53	34 µg/m ³	nein	nein	20 µg/m ³	nein	nein
Universitätsstr. 8	52 µg/m ³	ja	nein	28 µg/m ³	nein	nein

¹⁾ Erläuterung der Grenzwerte in Kapitel 1.2

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

blau: Überschreitung des Grenzwertes, gültig ab 2010.

Tabelle 7: Überschreitung der Grenzwerte der 22. BImSchV für NO₂ und PM10 als Ergebnis der Modellrechnungen für Marburg (Bezugsjahr 2006)

Der NO₂-Immissionsgrenzwert Jahr von 40 µg/m³, gültig ab dem Jahr 2010, wird nach den Berechnungen an 4 Aufpunkten überschritten. Diese Aufpunkte liegen in Straßenabschnitten mit hoher, geschlossener Bebauung. Die NO₂-Kurzzeitkenngröße „1-Stunde“ ist an allen Aufpunkten eingehalten. Der PM10-Immissionsgrenzwert Jahr von 40 µg/m³ wurde im Jahr 2006 nach den Ergebnissen der Modellrechnung an keiner der untersuchten Aufpunkte überschritten. Dagegen wurde der PM10-Immissionsgrenzwert „Tag“ an einem Aufpunkt überschritten, wobei der Vergleich mit den Messungen zeigt, dass die Berechnung die PM10-Konzentration überschätzt (siehe Tabelle 8).

Die Validierung der Modellrechnung erfolgt durch Vergleich von Rechenergebnissen mit denen von Immissionsmessungen. Für den Standort der verkehrsbezogenen Messstation Marburg-

Universitätsstraße ist ein solcher Vergleich möglich. In Tabelle 8 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 NO₂ und
- kleiner 50 % bei PM10 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. Bei den Kenngrößen für die Kurzbelastung (98%-Perzentil für NO₂ und 90,4%-Perzentil für PM10) überschätzt das Modell die Immissionsbelastung. Das 90,4%-Perzentil für PM10 ist von dem Grenzwert für den Tagesmittelwert abgeleitet. An dem Aufpunkt aus Tabelle 7 mit Überschreitung des PM10-Grenzwertes wird das Modell deshalb die tatsächliche Belastung auch überschätzen.

	Rechnung	Messung
NO₂		
Jahresmittelwert	52 µg/m ³	53 µg/m ³
98%-Perzentil	116 µg/m ³	110 µg/m ³
PM10		
Jahresmittelwert	28 µg/m ³	26 µg/m ³
90,4%-Perzentil	49 µg/m ³	43 µg/m ³

Tabelle 8: Jahresmittelwerte der Modellrechnung und der Messung für das Jahr 2006 an der Messstation Marburg-Universitätsstraße

3.4 Bewertung der Belastungssituation

Die Messstation Grebenau liegt an einem emissionsfernen Standort im ländlichen Raum (siehe Abbildung 9). Die dort gemessene, niedrige Immissionsbelastung repräsentiert die Hintergrundbelastung für die städtischen Gebiete. An der Stadtstation addiert sich zu der Hintergrundbelastung die durch städtische Quellen (z. B.: Gebäudeheizung) verursachte Zusatzbelastung. Die an den Stadtstationen im Gebiet Mittel- und Nordhessen gemessene Immissionsbelastung ist daher höher als an den Stationen im ländlichen Raum ohne aber die Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV [5] zu überschreiten (siehe Kapitel 2.3). Die Verkehrstation Marburg-Universitätsstraße liegt an einem Straßenabschnitt mit hohem Verkehrsaufkommen und hoher, geschlossener Bebauung. Zu Hintergrund- und städtischer Vorbelastung addiert sich nun noch der Straßenanteil. Dies hat zu Folge, dass der 2006 gültige Grenzwert für den NO₂-Jahresmittelwert an der Station Marburg-Universitätsstraße überschritten wurde (siehe Kapitel 2.3).

Das Verhalten von Luftschadstoffen ist in Abbildung 23 dargestellt.

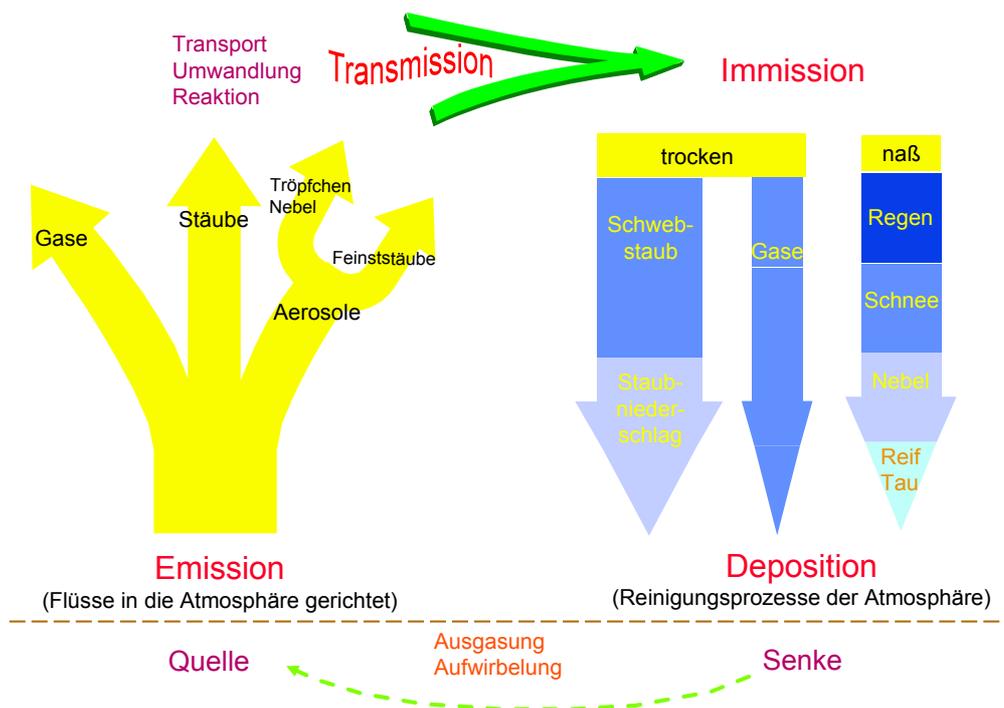


Abbildung 23: Verhalten von Schadstoffen in der Atmosphäre

Stadt- und Verkehrsstation liegen in Marburg mit einer Entfernung von ca. 150 Meter Luftlinie dicht beieinander (Abbildung 10). Dieser Abstand reicht bereits aus, um die Immissionsbelastung deutlich zu reduzieren. Dies zeigt, dass die Zone mit der Immissionswertüberschreitung kleinräumig im betroffenen Straßenabschnitt liegt. In Kapitel 3.2.5 wurde aufgezeigt, wie stark die Wochengänge von den Kfz-Emissionen beeinflusst werden. Relevant für die Kfz-Emissionen ist nicht nur die Anzahl der Fahrzeuge sondern auch die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte (siehe Kapitel 5.3).

Das NO_2 wird in der Atmosphäre langsam weiter zu Nitrat (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 NO_2 damit auch zur PM_{10} -Belastung bei. Maßnahmen zu Reduzierung der NO_2 -Belastung verringern damit auch die PM_{10} -Belastung.

3.5 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 2006 überschritt der Jahresmittelwert von NO_2 an der neuen Verkehrsstation in Marburg den für dieses Jahr gültigen Grenzwert plus Toleranzmarge (siehe Kap. 3.1). Die PM_{10} -Grenzwerte wurden an der Messstation eingehalten. Deshalb ist für die Betroffenheit der Bevölkerung das Gebiet der Immissionswertüberschreitung von NO_2 relevant.

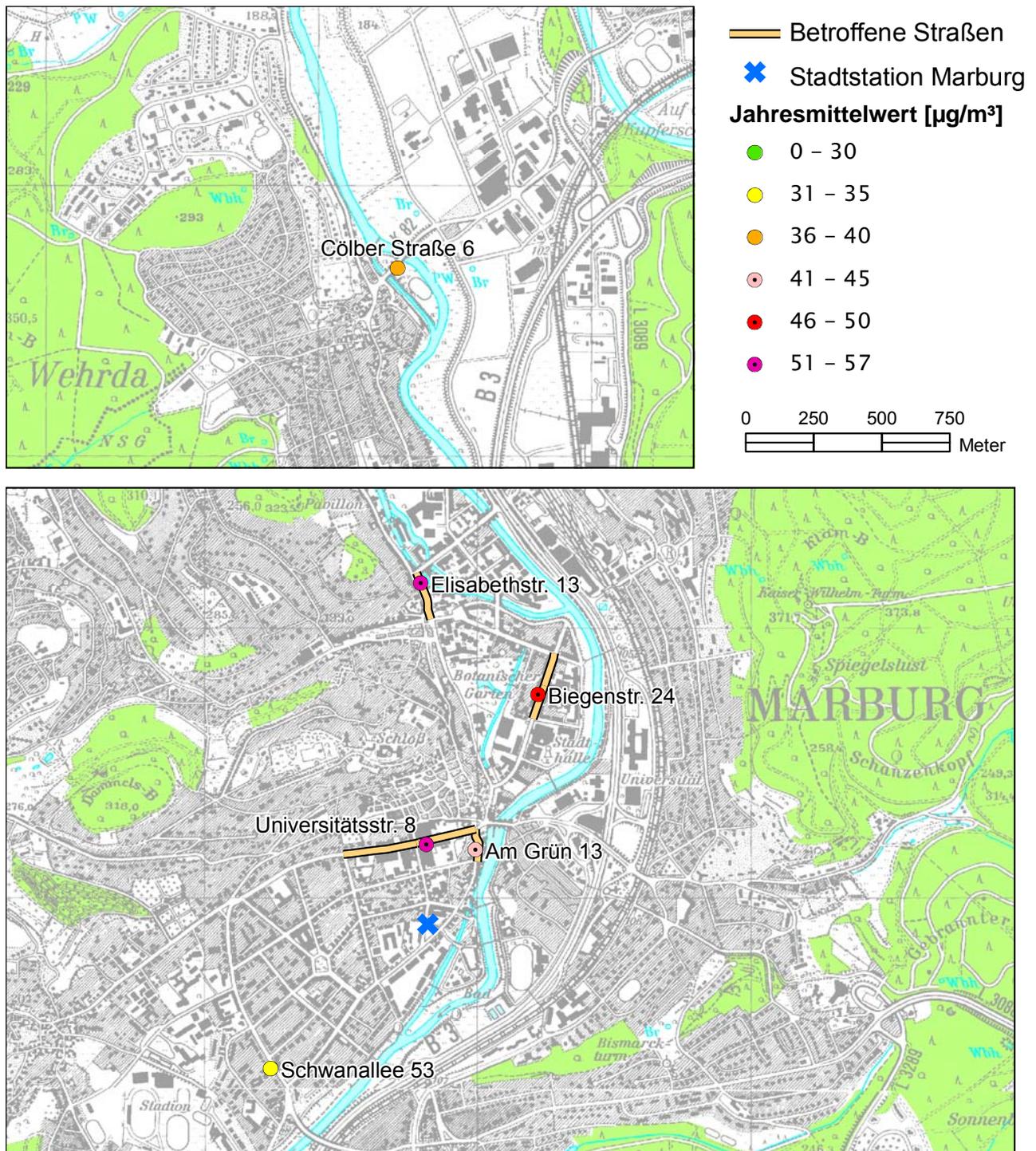


Abbildung 24: Von der Überschreitung des NO_2 -Jahresmittelwertes betroffene Straßen im Marburg auf Basis der Ausbreitungsrechnung (Bezugsjahr 2006)

Mit dem Screening-Modell IMMIS^{luft} [11] wurde die Immissionssituation an 6 Aufpunkten in Marburg für das Bezugsjahr 2006 simuliert (siehe Kap. 3.3.4). Die Ergebnisse dieser Berechnung sind für NO_2 in Abbildung 24 dargestellt, wobei die Farbe des Punktes den berechneten Jahresmittelwert angibt. Bei einer Überschreitung des Grenzwertes plus Toleranzmarge wurde der Straßenabschnitt, für den die berechnete Immissionsbelastung als repräsentativ angesehen wird, markiert. Die markierten Straßenabschnitte haben eine Gesamtlänge von 1,1 km. Nimmt man weiterhin an, dass die Bewohner jeweils bis 50 m links und rechts des Straßenabschnittes mit erhöhter Immissionsbelastung von der Immissionsbelastung in der Straßenschlucht direkt

betroffen sind, ergibt sich eine Fläche von ca. 0,11 km² als Fläche, in der der NO₂-Immissionsgrenzwert überschritten ist. Aus der so ermittelten Fläche und der mittleren Einwohnerdichte für den Stadtbereich errechnet sich die Zahl von durch die Immissionsbelastung betroffenen Einwohnern mit 537. Allerdings kann es in der Marburger Innenstadt weitere Straßenabschnitte mit einer Überschreitung des Grenzwertes geben. Deshalb ist die Zahl von 537 Einwohnern eher als untere Grenze für die Zahl der Betroffenen anzusehen.

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 9).

Emittentengruppen	Grundlage	Erhebungsjahr ¹⁾				
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

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

Tabelle 9: 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 [15].

4.2 Gesamtmenge der Emissionen

Die Tabelle 10 beschreibt die Emissionsbilanz der Stickstoffoxide NO_x (NO + NO₂, angegeben als NO₂) für das Gebiet Mittel- und Nordhessen sowie für Marburg. Es werden die aktuellen Erhebungen dargestellt. Die Emissionsbilanz ist aufgegliedert nach den Emissionsbeiträgen der Emittentengruppen Industrie, Gebäudeheizung und Kfz-Verkehr.

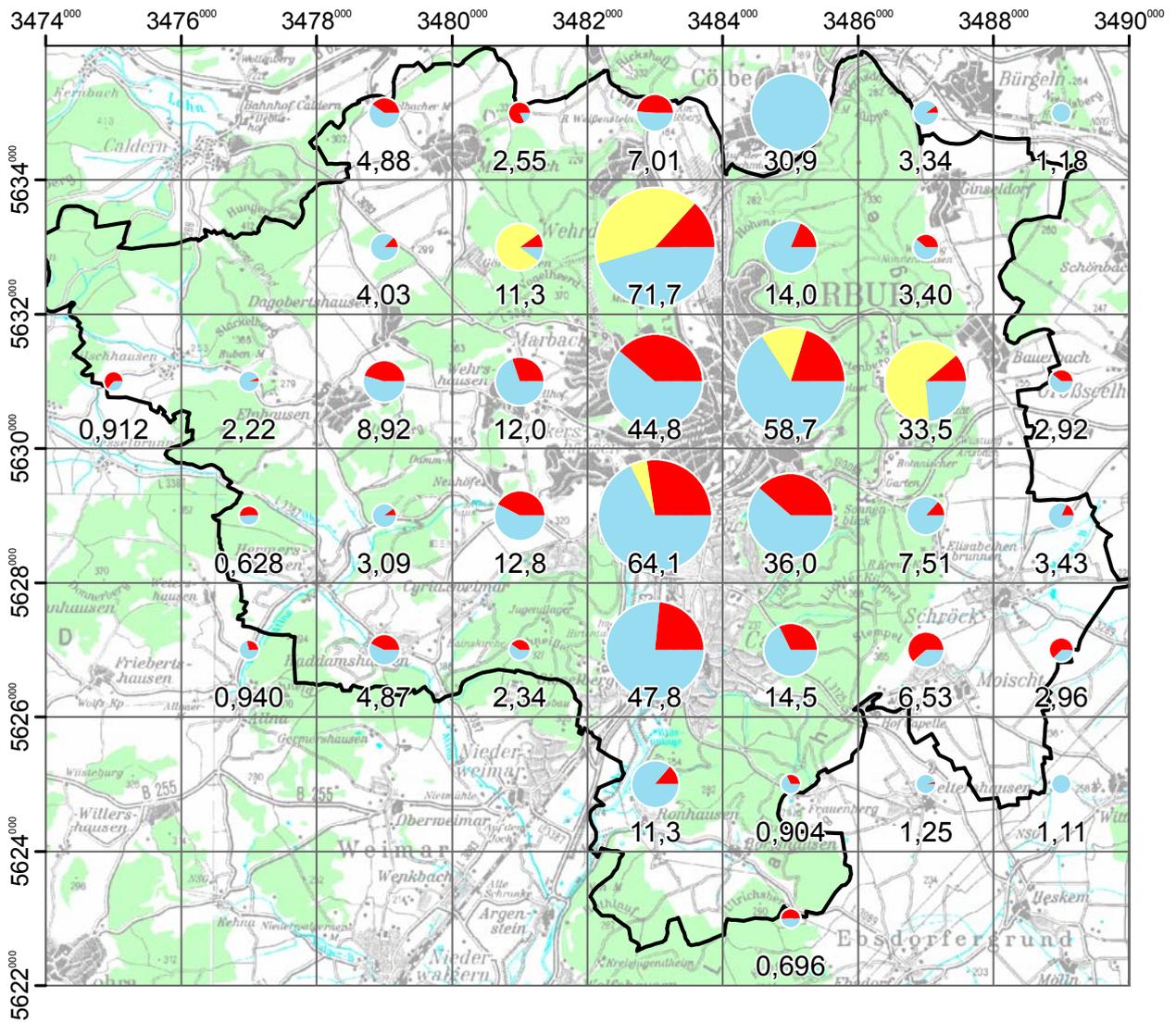
Emittentengruppe	Jahr	Marburg		Mittel- und Nordhessen		Hessen	
		t/a	%	t/a	%	t/a	%
Gebäudeheizung	2006	132,0	24	4.120	12	10.900	13
Industrie	2004	71,8	13	3.490	10	15.500	19
davon Großfeuerungsanlagen [16]	2004	21,8		1.180		6.990	

Emittentengruppe	Jahr	Marburg		Mittel- und Nordhessen		Hessen	
		t/a	%	t/a	%	t/a	%
Kfz-Verkehr	2005	338	61	26.600	76	55.100	66
Summe		541	100	34.100	100	81.200	100

Tabelle 10: Emissionsbilanz von NO_x für das Gebiet Mittel- und Nordhessen (Summe von NO und NO₂, angegeben als NO₂)

Die räumliche Verteilung der NO_x-Emissionen der drei Emittentengruppen Gebäudeheizung, Industrie und Kfz-Verkehr ist für Marburg in Abbildung 25 dargestellt. Es wurden nur die Quellen in den Stadtgebieten von Marburg berücksichtigt. Für jede Fläche eines 2 km × 2 km-Rasters sind jeweils die Summe der Emissionen als Zahl angegeben 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 km² 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.



Emissionen in t/a

- Gebäudeheizung (2006)
- Industrie (2004)
- Kfz-Verkehr (2005)

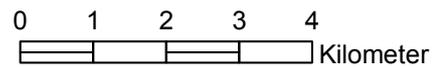


Abbildung 25: Räumliche Struktur der NO_x-Emissionen in Marburg (Summe von NO + NO₂, angegeben als NO₂)

5 Analyse der Lage

5.1 Analyse der Industrie-Emissionen

Das Emissionskataster Industrie erfasst die Emissionen der im Anhang der 4. BImSchV [17] 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 Tabelle sind die Emissionen aus dem Bereich Industrie getrennt nach den Hauptgruppen der 4. BImSchV [17] aufgelistet. Dargestellt ist NO_x als Summe von NO und NO_2 , angegeben als NO_2 . Die Hauptanteile der NO_x -Emissionen stammen aus der Hauptgruppe „Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie“.

Hauptgruppe	Beschreibung	Marburg	
		Anlagenzahl	NO_x [t NO_2/a]
01	Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie	5	68,9
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		
06	Holz, Zellstoff		
07	Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, landwirtschaftliche Erzeugnisse		
08	Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen	2	2,8
09	Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen und Zubereitungen		
10	Sonstiges		
Summe		7	71,7

Tabelle 11: Aufteilung der Industrieemissionen auf die Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2004)

Die Quellhöhe über Grund ist für die lufthygienische Bewertung der immissionsseitigen Auswirkung von Emissionen ein wichtiges Kriterium. Hohe und ausreichend dimensionierte Schornsteine bewirken 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 Emis-

onsmenge 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 26 sind für NO_x die Emissionen nach den Quellhöhen aufgliedert. Die Quellhöhen sind hierbei zu Höhenklassen zusammengefasst.

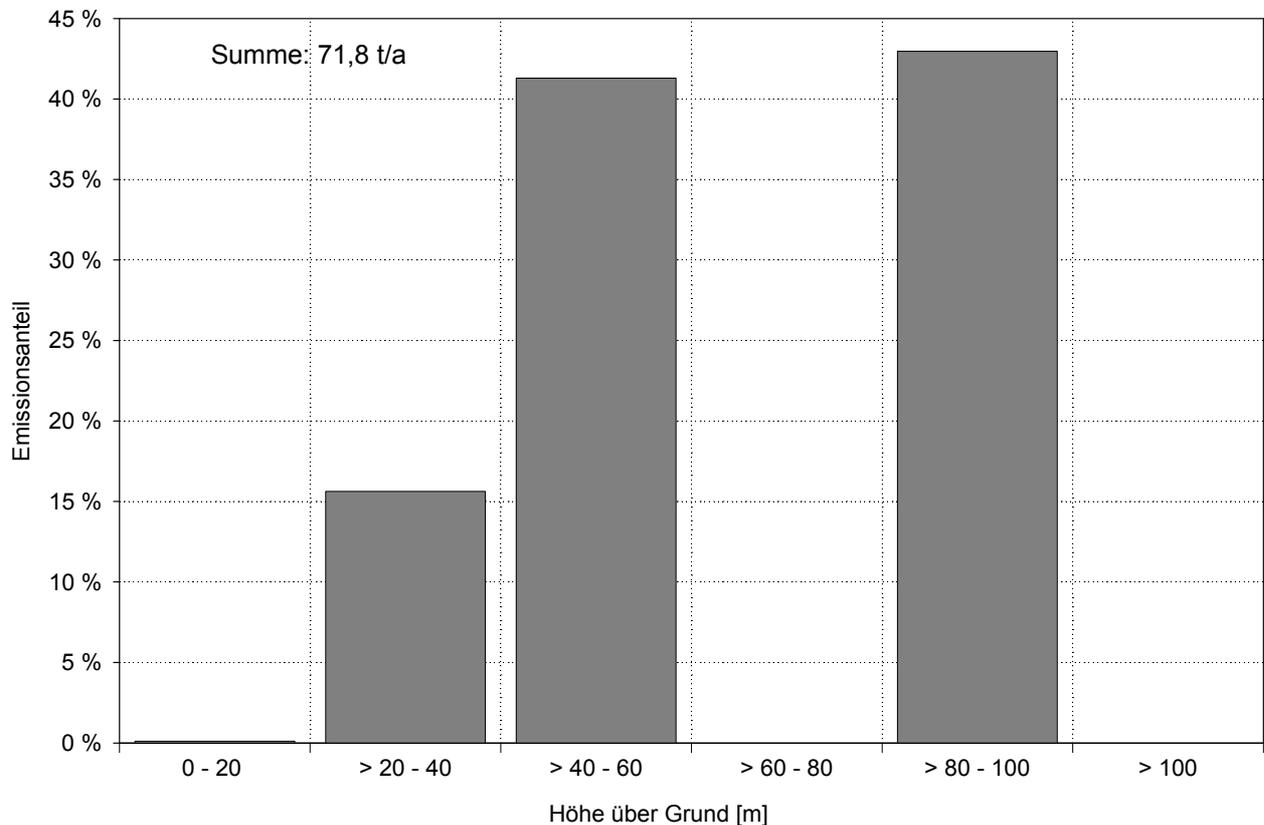


Abbildung 26: Quellhöhe für die NO_x-Emissionen der Emittentengruppe Industrie im Bezugsjahr 2004 (Summe von NO + NO₂, angegeben als NO₂)

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 [17] der Genehmigungspflicht unterliegen. Sie unterliegen der 1. BImSchV [18]. Die Emittentengruppe Gebäudeheizung setzt sich deshalb aus den Bereichen „private Haushalte“ und „sonstige Kleinverbraucher“ zusammen.

In der Tabelle 12 sind für einige Energieträger die Emissionsfaktoren von PM10 und NO_x aufgelistet. Vor allem bei PM10 sind die Unterschiede zwischen Gas und den festen Brennstoffen deutlich. Durch einen Wechsel des Energieträgers können die Emissionen deutlich reduziert werden.

Energieträger	Heizwert [kWh/kg]	PM10 [g/MWh]	NO _x ¹⁾ [g/MWh]
Heizöl EL	11,86	5,4	162
Erdgas	12,78	0,108	151,2
Flüssiggas	12,78	0,108	298,8
Holz, natur luftgetrocknet	4,17	140,4	216
Stroh	4,25	1188,0	198
Braunkohlebrikett Lausitz	5,25	129,6	324
Braunkohlebrikett Rheinland	5,47	262,8	360
Koks (Steinkohle)	7,97	82,8	234
Anthrazit (Steinkohle)	8,92	19,4	126

¹⁾ Summe aus NO und NO₂, angegeben als NO₂

Tabelle 12: 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. Darüber hinaus müssen die Schornsteine von Wohngebäuden eine weitgehend freie Abströmung der Abgase 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 (siehe Tabelle 13). Der Ersatz von älteren Fahrzeugen gegen neuere reduziert sowohl die NO_x-Emissionen wie auch die PM10-Emissionen. Maßnahmen zur Minderung der Immissionsbelastung beim Kfz-Verkehr sind für NO_x und PM10 am effizientesten bei den schweren Lkws und Bussen mit Dieselmotor, soweit diese noch keinen leistungsfähigen Partikelfilter und keine funktionsfähige Vorrichtung zur NO_x-Minderung haben.

In Tabelle 13 sind die Emissionsfaktoren für PM10 und NO_x zur Berechnung der Kfz-Emissionen aufgelistet. Die Anteile von Benzin- und Dieselmotoren an der jeweiligen Fahrzeugkategorie für das Bezugsjahr 2005 bilden die Grundlage für die Berechnung der durchschnittlichen Emissionsfaktoren [19]. Die Emissionsfaktoren der schweren Nutzfahrzeuge und Busse sind deutlich höher als die der Pkws. Insbesondere die schweren Nutzfahrzeuge (Nfz) 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_x-Emissionsfaktoren für diese Fahrzeuge relativ niedrig, mit nur geringen Unterschieden je Straßenkategorie.

Fahrzeugkategorien	Emissionsfaktoren für die Verkehrssituation					
	PM10 [g PM10 /km]			NO _x [g NO ₂ /km]		
	innerorts	außerorts	Autobahn	innerorts	außerorts	Autobahn
Pkw Benzin	-	-	-	0,16	0,16	0,21
Pkw Diesel	0,035	0,029	0,045	0,52	0,42	0,60
leichte Nfz Benzin	-	-	-	0,46	0,55	0,99
leichte Nfz Diesel	0,059	0,052	0,096	0,65	0,56	0,90
schwere Nfz < 7,5 t	0,16	0,086	0,087	3,69	3,15	3,49
schwere Nfz > 7,5 t	0,32	0,16	0,15	11,1	7,41	7,36
Reisebus	0,36	0,16	0,16	13,5	7,51	7,51
Linienbus	0,34	0,19	-	11,5	7,55	-

Tabelle 13: Durchschnittliche Emissionsfaktoren für PM10 und NO_x nach Straßen- und Fahrzeugkategorien für gewichtete Verkehrssituationen [19]

Ein Problem stellt der steigende Anteil der Pkws mit Dieselmotor dar (siehe Abbildung 27). Zwar gilt für Pkws bei den Erstzulassungen zurzeit die Euro-4-Norm, doch sind die Grenzwerte für Diesel- und Ottomotoren unterschiedlich. Für Pkws mit Ottomotor liegt der NO_x-Grenzwert bei 0,08 g/km während der Grenzwert für Diesel-Fahrzeuge 0,25 g/km beträgt. Wegen der niedrigen Partikelemissionen ist für die Ottomotoren kein Grenzwert festgelegt im Gegensatz zu den Diesel-Pkws mit einem Grenzwert von 0,025 g/km.

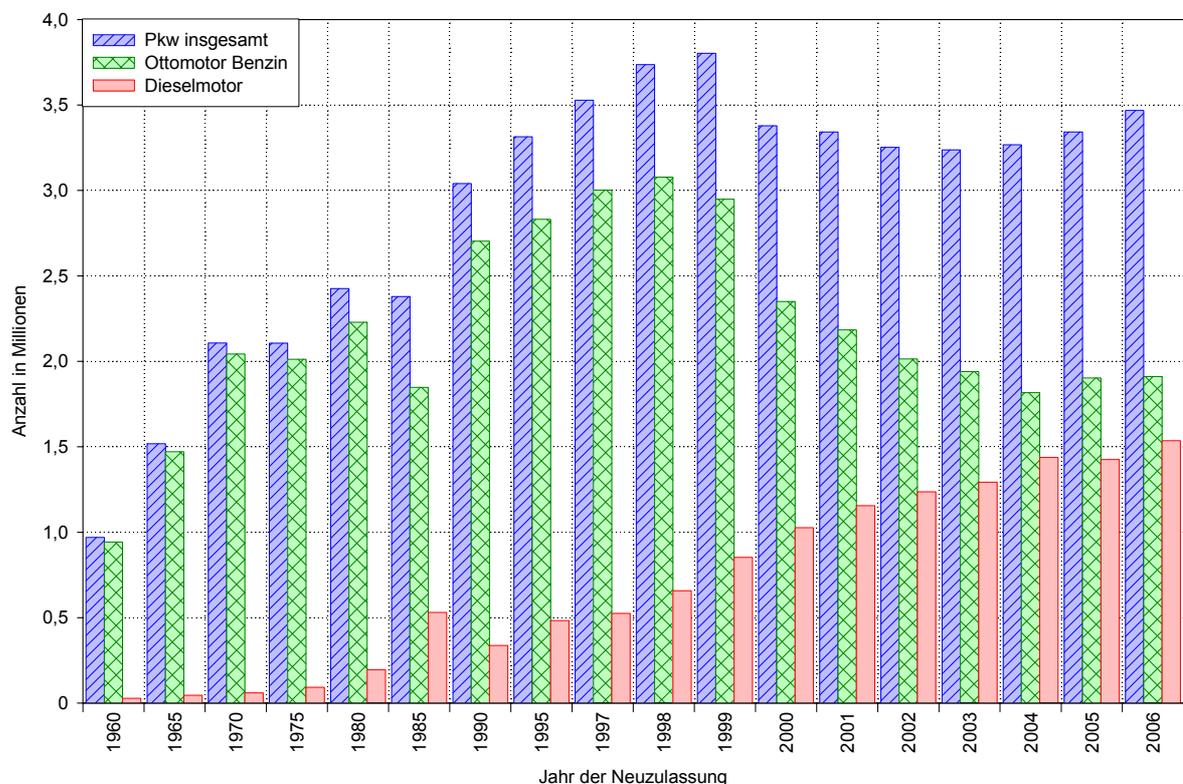


Abbildung 27: Neuzulassungen von Personenkraftwagen von 1960 bis 2006 in der Bundesrepublik Deutschland [24]

Im Vergleich verursachen selbst moderne Dieselmotoren (Euro 4) in Personenkraftwagen mehr als 10mal so viel NOx als Fahrzeuge mit Ottomotor (siehe Abbildung 27). Hinzu kommt, 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 kann dieses Verhältnis nicht umkehren.

Ebenfalls kontraproduktiv ist sich die in den letzten Jahren gestiegene Verkehrsleistung aus. Vor allem die Zunahme des Güterverkehrs wirkt sich negativ auf die Schadstoffbelastung aus. Trotz insgesamt rückläufiger Abgasemissionen auch in diesem Bereich werden die Minderungen durch die zunehmende Zahl an Lkw-Fahrten mehr als kompensiert.

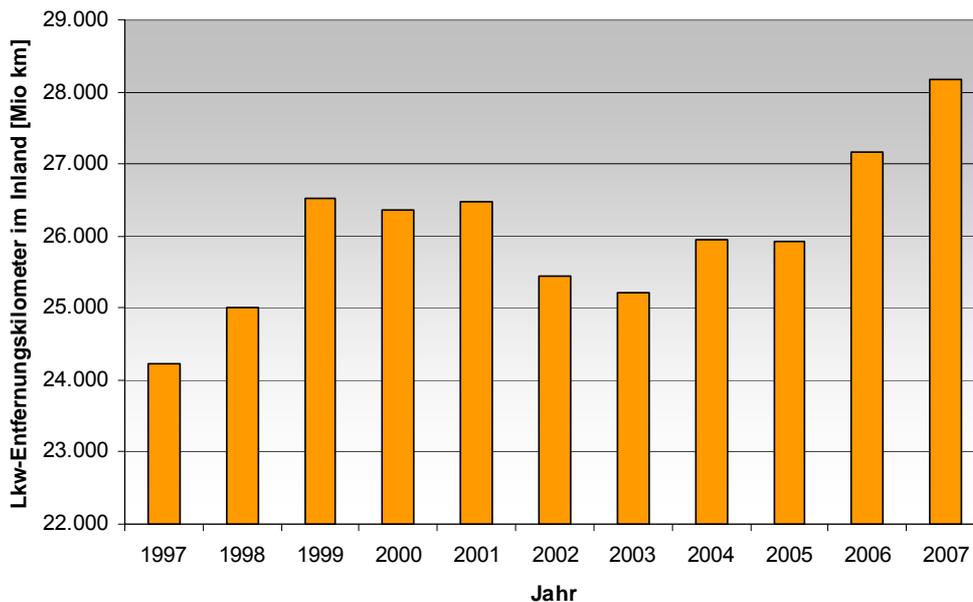


Abbildung 28: Zeitreihe – Verkehrsaufkommen deutscher Lastkraftwagen im Inland
Quelle: Kraftfahrzeugbundesamt [24]

5.3.2 Verkehr in Marburg

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

	DTV (Kfz/d)		SNF		LNF		Pkw		Busse		Motorräder	
	Anzahl	in %	Anzahl	in %	Anzahl	in %	Anzahl	in %	Anzahl	in %	Anzahl	in %
Am Grün 13 B3, Bei St.	6.812	14	0,2	116	1,7	6.247	91,7	54	0,8	381	5,6	
Jost 24 Biegenstraße	35.940	3.414	9,50	2.013	5,60	30.226	84,1	0	0,00	288	0,80	
24 Cölber Straße	9.536	134	1,40	391	4,10	8.363	87,7	324	3,40	324	3,40	
9 Elisabethen- straße 13	15.374	184	1,20	246	1,60	14.805	96,3	61	0,40	77	0,50	
	10.827	682	6,30	996	9,20	8.748	80,8	401	3,70	0	0,00	

	DTV	SNF		LNF		Pkw		Busse		Motorräder	
	(Kfz/d)	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %						
Schwanallee 53	13.918	237	1,70	1.392	10,00	11.816	84,9	418	3,00	56	0,40
Universitätsstraße 8	16.360	442	2,70	622	3,80	14.724	90	507	3,10	65	0,40

Tabelle 14: Ergebnis der Verkehrszählungen in Marburg 2007

Der Standort der Luftmessstation an der Universitätsstraße als Verkehrsschwerpunkt und Straßenschlucht ist offensichtlich richtig gewählt. Die B3 hat natürlich ein noch deutlich höheres Verkehrsaufkommen, ist aber erheblich besser durchlüftet. Nach den Erfahrungen aus Immissionsmessungen an Autobahnen ist 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.

Am Beispiel der Universitätsstraße kann der Beitrag des Verkehrs zur NO_x-Belastung verdeutlicht werden. Die Summe der emittierten Stickstoffoxide (NO_x) wurde deshalb gewählt, da die Emissionsfaktoren für den Verkehr nur NO_x ausweisen, nicht aber NO₂. Untersuchungen des NO₂-Anteils [25, 28] weisen auf einen Anteil von 20 bis 30 % hin.

Universitätsstraße

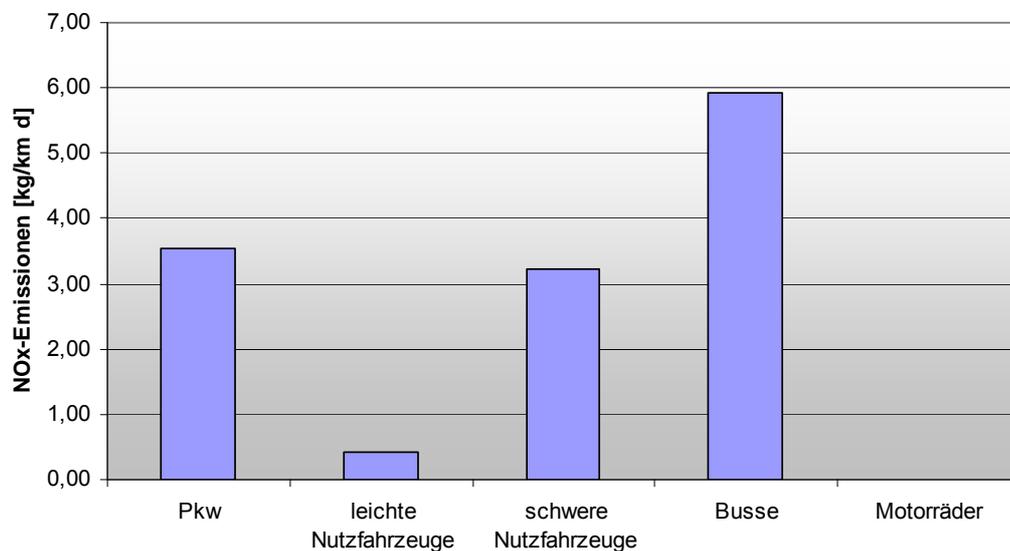


Abbildung 29: Verteilung der NO_x-Emissionen auf die Fahrzeugtypen am Beispiel der Universitätsstraße

Dabei wird deutlich, dass schwere Nutzfahrzeuge und Busse trotz ihrer geringen Anteils von knapp 6 % am Verkehrsaufkommen für ca. 70 % der NO_x-Emissionen verantwortlich sind.

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 30 erst Mitte der neunziger Jahre an. Die Trendbetrachtung für die vier hessischen Untersuchungsgebiete seit 1979 ist im Umweltatlas Hessen [15] veröffentlicht. Für die Jahre, in denen keine Erhebung durchgeführt wurde, sind die Daten durch Interpolation aus den Daten der Erhebungsjahre berechnet.

In Abbildung 30 ist die Entwicklung der Emissionen von NO_x im Gebiet Mittel- und Nordhessen sowie für Marburg dargestellt. Mit NO_x wird die Summe aus NO und NO_2 , angegeben als NO_2 , bezeichnet. Die Emissionsdaten einzelner Städte wie Marburg werden nur durch wenige Anlagen geprägt (siehe Abbildung 25).

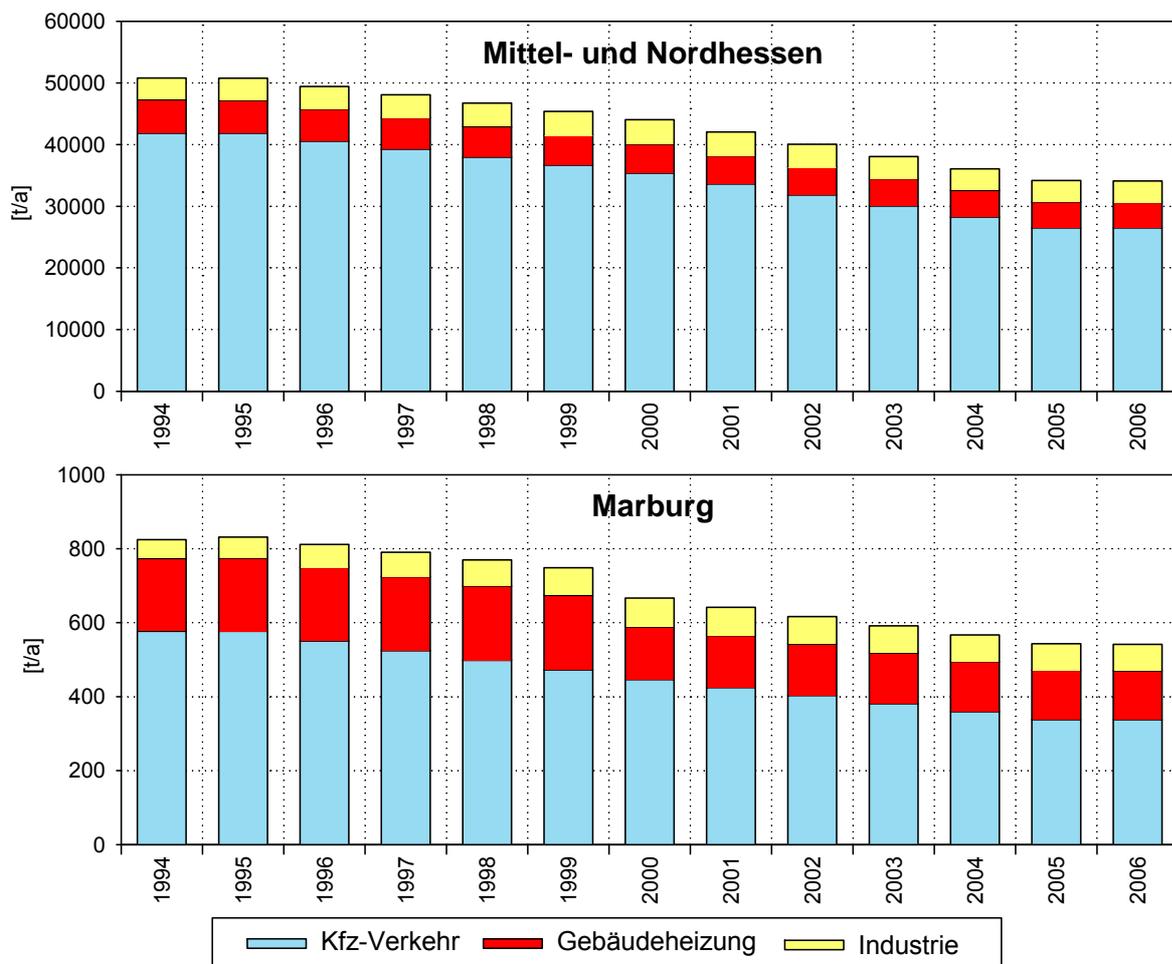


Abbildung 30: Entwicklung der NO_x -Emissionen (Summe von NO und NO_2 , angegeben als NO_2 ; interpolierte Angaben)

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_x verzeichnet werden. In Abbildung 30 sind die Trends der NO_x-Emissionen in Mittel- und Nordhessen sowie für Marburg 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 insgesamt sowie der Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV [16]) im Besondern deutlich verschärft. Im Zeitraum von August 2002 bis Oktober 2007 mussten sowohl neue wie auch alte Industrieanlagen einen um 60 % abgesenkten Emissionsgrenzwert für Staub und einen um 30 % abgesenkten Emissionsgrenzwert für NO_x umsetzen. Auch die Anforderungen an Abfallverbrennungsanlagen (17. BImSchV [21]) wurden verschärft.

6.1.2 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Gebäudeheizung

Bei der Emittentengruppe Gebäudeheizung gab es zwischen 1980 und 2002 erhebliche Veränderungen. Günstige Gas- und Heizöl-Preise sowie die Bedienungsfreundlichkeit dieser Heizungsanlagen haben in den 70er und 80er Jahren verbreitet zu einem Ersatz von veralteten Kohlefeuerungen durch mit Gas oder Heizöl betriebene Heizungsanlagen im Bereich der Wohnhäuser geführt. Die 1979 in Kraft gesetzte und seither mehrfach novellierte 1. BImSchV (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen [18]) hat zusätzlich mit ihren Emissionsgrenzwerten und dem Gebot, die Emissionen einmal im Jahr 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 Anforderung 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 Energieeinspargesetz [22] und die Energieeinsparverordnung [23] festgelegt.

6.1.3 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Kfz-Verkehr

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 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. Primär ist das Instrument der Emissionsgrenzwerte für die Kraftfahrzeuge selbst zu sehen (vgl. Tabellen 15 und 16 mit einer Übersicht über die Abgasnormen und deren In-Kraft-Treten).

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 15: Übersicht über die geltenden Abgasnormen der EU

Wie die rückläufigen Emissionsfaktoren für NO_x in Abbildung 31 zeigen, konnten die abgasbezogenen NO_x-Emissionen zwar reduziert werden, aber noch immer nicht in dem Maß wie es für eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte notwendig wäre.

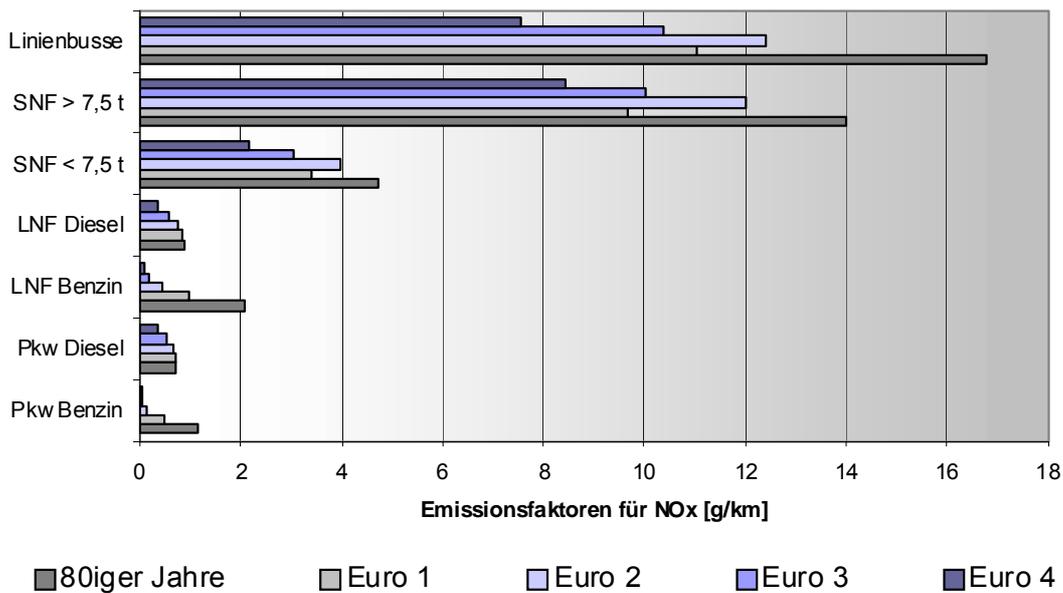


Abbildung 31: Emissionsfaktoren für NO_x, gewichtete Verkehrssituation innerorts, Bezugsjahr 2005 [19]; LNF = leichte Nutzfahrzeuge; SNF = schwere Nutzfahrzeuge

7 Geplante Maßnahmen

Die Möglichkeiten zu einer kurzfristig wirksamen und deutlichen Reduzierung von NO₂, ohne ein vollständiges oder zumindest teilweises Fahrverbot auszusprechen, sind gering. Der Anteil des vom Verkehr emittierten NO₂ liegt derzeit bei ca. 40 bis 60 %. Fehlen andere wichtige Emittenten wie große Kraftwerke oder NO₂-emittierende Industrieanlagen, kann dieser Anteil bis auf 80 % ansteigen. Erst mit der Einführung von Euro 6 für Pkw und Lkw im Jahr 2014 wird ein merklicher Rückgang der NO₂-Emissionen aus dem Verkehr erwartet.

Auch wenn kurzfristig der Minderungserfolg nur in geringem Umfang zu erwarten ist, sollen doch alle weiteren Möglichkeiten zur Reduzierung des NO₂-Ausstoßes unternommen werden.

7.1 Europäische Maßnahmen

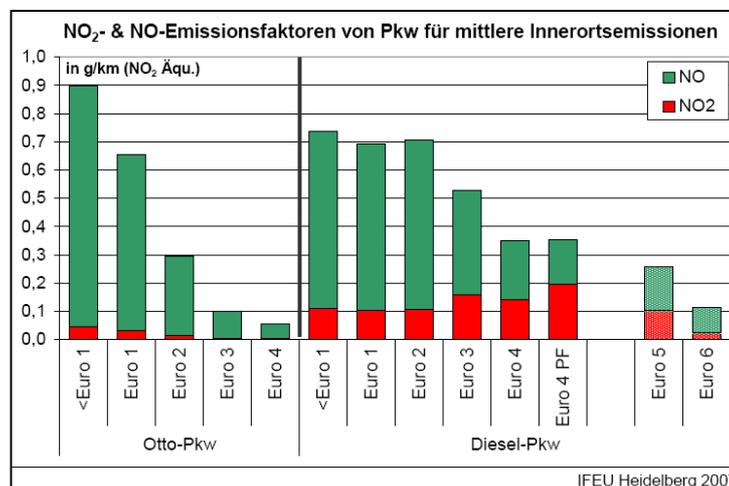
7.1.1 Einführung neuer Abgasstandards

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 5	2009	715/2007/EG	Euro V	2008/09	1999/96/EG
Euro 6	2014	715/2007/EG	<i>Euro VI</i>	<i>2013</i>	<i>Entwurf</i>

Tabelle 16: Zukünftig geltende Abgasnormen der EU

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 NO₂-Konzentration zu rechnen sein.



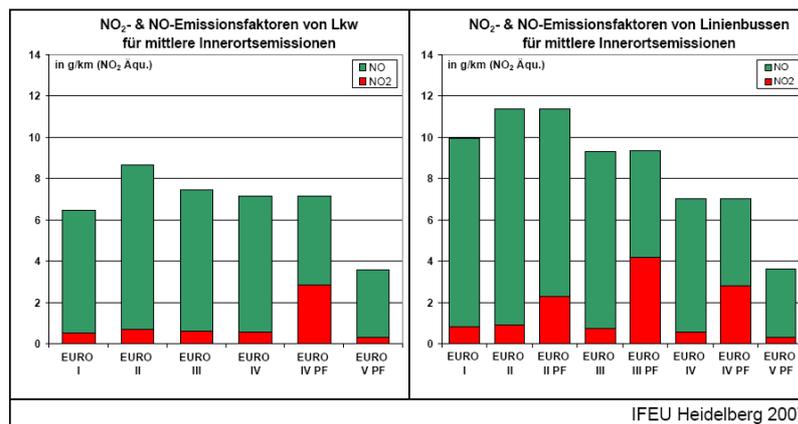


Abbildung 32: NO₂- und NO-Emissionsfaktoren für Pkw, Lkw und Busse im Innerortsverkehr (Quelle: ifeu, Heidelberg 2007 [28])

Die NO₂-Emissionen von Dieselfahrzeugen liegen erheblich über denen von Fahrzeugen mit Ottomotor. Erst mit Einführung Euro 6 ist bei Pkw mit einem deutlichen Rückgang des NO₂-Ausstoßes zu rechnen.

Im Abgas von schweren Nutzfahrzeugen (Lkw und Busse) **ohne Abgasnachbehandlung** liegt der Anteil an direkt emittiertem NO₂ bei durchschnittlich 8 %. Die NO₂-Direktemissionen steigen 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.

Vorliegenden Prognosen zu den Entwicklungen des Schadstoffausstoßes durch den Straßenverkehr beziehen sich nur auf die Summe der Stickoxide (NO_x).

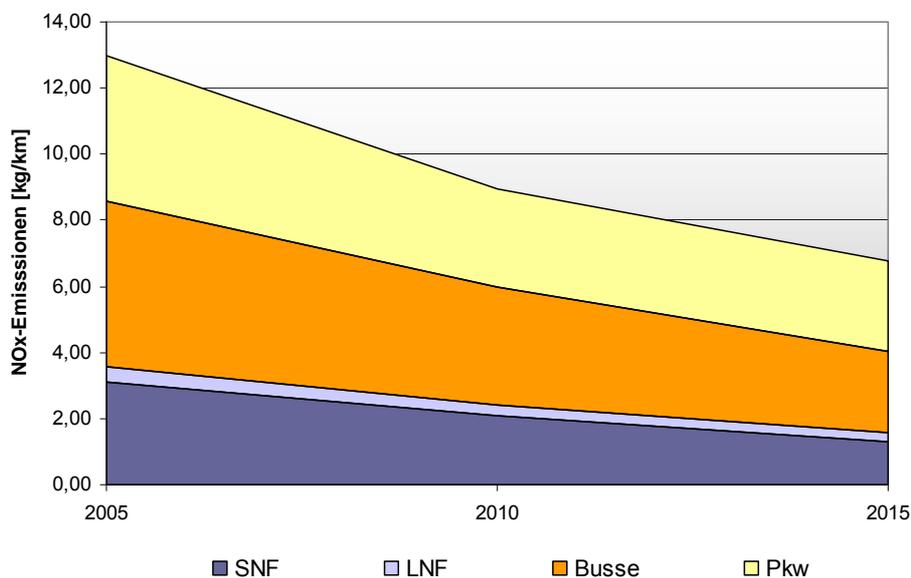


Abbildung 33: Berechnung / Prognose der Stickoxidemissionen des Straßenverkehrs nach HBEFA 2.1 [19] am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Universitätsstraße

Nach diesen Berechnungen wäre ausgehend von Stand 2005 bis zum Jahr 2015 mit einem Rückgang der innerörtlichen NO_x-Emissionen aus dem Verkehr (verkehrsbedingte Zusatzbelastung) in Höhe von ca. 45 % zu rechnen. Natürlich reduziert sich mit einer Verbesserung der

Abgasstandards auch die städtische Vorbelastung, die sich aus Emissionen aller Emittenten wie Industrie, Gebäudeheizung und Verkehr zusammen setzt.

Für die Universitätsstraße wurde die Summe aus Hintergrundbelastung und städtischer Vorbelastung mit $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x angenommen (siehe Kap. 3.3.4). Dies entspricht der NO_x-Konzentration an der Stadtstation in Marburg im Jahr 2005. NO_x wird nicht gemessen, sondern nur berechnet. Gemessen werden die Konzentrationen von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂). Nach den Berechnungen der verkehrsbedingten Zusatzbelastung beträgt die Zusatzbelastung in der Universitätsstraße ca. $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x bzw. $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂. Eine Verringerung um ca. 45 % NO_x bis zum Jahr 2015, würde die verkehrsbedingte Zusatzbelastung auf etwa $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sinken lassen. Unter Berücksichtigung geringer Minderungen auch im städtischen Hintergrund, wäre mit einer NO_x-Konzentration von ca. 100 bis $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Immissionskonzentration an der Universitätsstraße bei gleichbleibendem Verkehrsaufkommen zu rechnen.

Der Anteil von direkt emittiertem Stickstoffdioxid an der Summe der Stickoxide liegt derzeit (in den Jahren 2006 bis 2008) bei ca. 33 % (Verhältnis NO₂/NO_x). Unter der Annahme, dass dieser Anteil im Mittel bis 2015 bestehen bleibt, kann durch diese Maßnahme mit einer NO₂-Minderung an der Universitätsstraße in Höhe von ca. $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gerechnet werden.

7.2 Nationale Maßnahmen

7.2.1 Industrie

Industrieanlagen mit hohen Emissionen an Stickstoffdioxid sind vor allem Kraftwerke und Abfallverbrennungsanlagen. Trotz bereits bestehender hoher Anforderungen sollen diese Industrieanlagen zukünftig weiter in ihren NO₂-Emissionen beschränkt werden. Zurzeit ist eine Gesetzesinitiative kurz vor Abschluss, die die Einführung von anspruchsvolleren NO₂-Emissionsgrenzwerten für Anlagen nach der 13. BImSchV (Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen [16]) und der 17. BImSchV (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen [21]) vorsieht. 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 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. Eine Absenkung des Hintergrundniveaus um 1 bis $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird für wahrscheinlich erachtet.

7.2.2 Fördermaßnahmen zur schnelleren Erneuerung der Fahrzeugflotte

Im Rahmen des deutschen Konjunkturprogramms wird im Jahr 2009 die Anschaffung eines Neu- bzw. Jahreswagens als Ersatz für ein Fahrzeug, das älter als 9 Jahre ist, mit einer „Abwrackprämie“ in Höhe von 2.500,- € gefördert. Dazu wurden entsprechende Mittel von der Bundesregierung für die Verschrottung von ca. 600.000 Fahrzeugen bereitgestellt.

Der Anteil der im jeweiligen Jahr zugelassenen Pkw am Gesamt-Pkw-Bestand ist in den letzten 10 bis 20 Jahren von ehemals 13,6 % (im Jahr 1992) auf unter 7,4 % (im Jahr 2008) gesunken.

Damit verlängert sich rechnerisch der Zeitraum zum kompletten Austausch des Bestandes durch neue Pkw auf inzwischen 13,6 Jahre.

Die gezielte Förderung des Ersatzes besonders alter Fahrzeuge trägt zu einer schnelleren Erneuerung der Fahrzeugflotte bei. In Deutschland existieren ca. 12 Mio. Fahrzeuge, die diese Voraussetzungen erfüllen. Im Raum Marburg-Biedenkopf entsprechen ca. 50.000 Fahrzeuge den Kriterien. Unter der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung und entsprechender Nutzung der Fördermaßnahme könnten ca. 2.500 Fahrzeuge der Abgasnorm < Euro 3 auf Euro 4 oder 5 verbessert werden. Der Anteil an Diesel-Pkw liegt im Zulassungsbezirk Marburg-Biedenkopf bei 23,5 % (Stand: 1. Januar 2008). Als Ersatzfahrzeuge sind Neuwagen oder Jahreswagen ab Euro 4 förderfähig.

Am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Universitätsstraße könnte der Ersatz von 2.500 alten Pkw (< Euro3) durch Euro 4 Pkw zu einer Emissionsminderung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung bei NO_x um 650 g/km pro Tag oder 5 % führen. Der Anteil an direkt emittierten NO₂ liegt bei diesen Fahrzeugen jedoch noch auf einem sehr geringen Niveau von ca. 5 %. D.h. an der Messstation Marburg-Universitätsstraße wäre die Minderungswirkung dieser Maßnahme bei der NO₂-Konzentration sehr wahrscheinlich nicht messbar.

7.3 Lokale Maßnahmen

7.3.1 Verkehr

7.3.1.1 Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)

7.3.1.1.1 Fahrplanverbesserungen

Zur Verbesserung der Attraktivität des ÖPNV finden immer wieder Anpassungen der Fahrpläne im Sinne einer verbesserten Kundenzufriedenheit statt.

Mit einem attraktiven ÖPNV-Angebot lassen sich mehr Menschen auf eine Umstellung vom Privat-Pkw zum ÖPNV bewegen. Hier hängt es sehr vom Verhalten des Einzelnen ab, ob diese Maßnahme Erfolg zeigt. Eine Abschätzung der Anzahl von Einsparungen im motorisierten Individualverkehr lässt sich nicht abgeben.

Unter anderem auch durch Veränderung von Linienführungen und Ablaufzeiten wird erreicht, dass Busse im innerstädtischen Bereich nicht mehr direkt hintereinander fahren, sondern zeitversetzt max. ca. 5 bis 10 Minuten zwischen den einzelnen Abfahrten auf der Strecke vom Südbahnhof Marburg zum Hauptbahnhof bestehen. Diese Entflechtung erlaubt günstigere Umsteigezeiten und trägt damit zur Steigerung der Attraktivität des öffentlichen Nahverkehrs bei.

7.3.1.1.2 Einsatz von Erdgasbussen

Busse emittieren vergleichbar mit schweren Nutzfahrzeugen hohe Schadstoffmengen. Trotz ihres geringen Anteils am städtischen Fahrzeugaufkommen tragen sie i.d.R. überproportional zur Schadstoffbelastung bei. Die Umstellung der Busflotte auf abgasarme Fahrzeuge vermag daher die Immissionsbelastung deutlich zu senken.

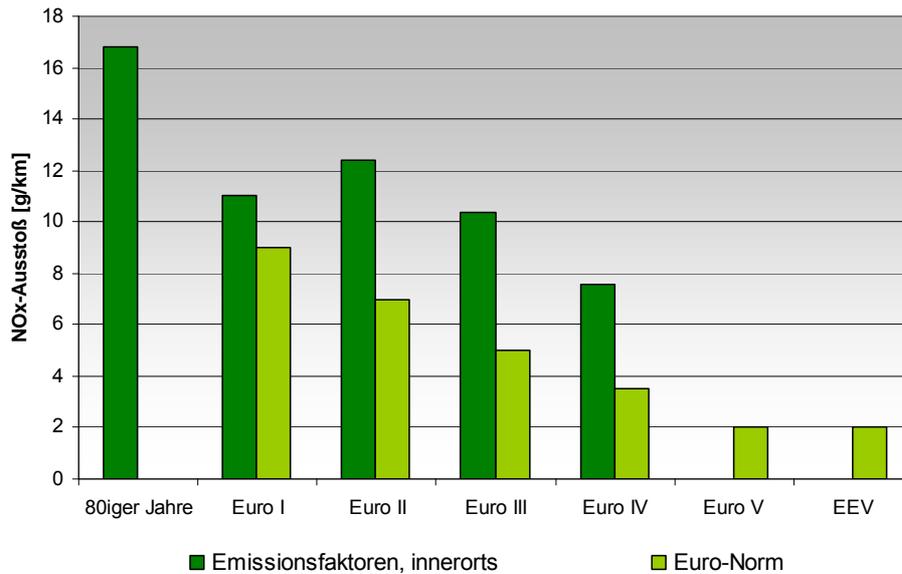


Abbildung 34: Entwicklung der Abgasgrenzwertgesetzgebung (Euro-Norm) und des tatsächlichen Schadstoffausstoßes (Emissionsfaktoren) bei Linienbussen

Von den 71 Bussen der Stadtwerke Marburg werden bereits 19 Fahrzeuge mit Erdgas betrieben, davon wurden allein neun Busse im Jahr 2008 angeschafft. Die Umstellung auf Erdgasfahrzeuge verläuft kontinuierlich.

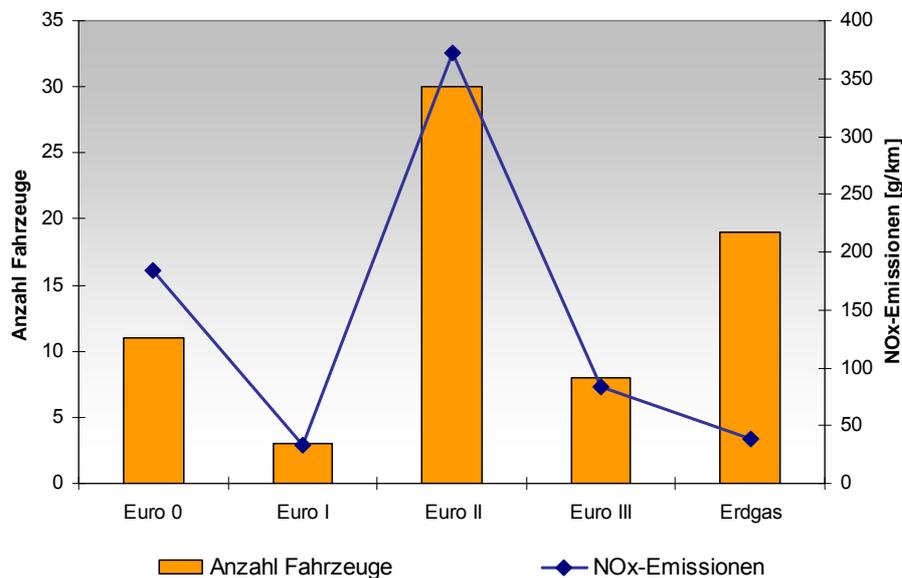


Abbildung 35: NOx-Emissionen der Marburger Stadtbusse

Abbildung 35 zeigt, dass die Erdgasbusse trotz ihres Anteils von 27 % an der Busflotte nur etwas mehr als 5 % der NOx-Emissionen der gesamten Busflotte emittieren. Ein weiterer Austausch alter Fahrzeuge gegen neue Erdgasbusse trägt zu einer erheblichen Reduzierung der Bus-bedingten NOx-Emissionen bei. In den letzten Jahren wurden im Schnitt 4 Busse pro Jahr neu beschafft. Bei einem sukzessiven Ersatz der ältesten Fahrzeuge gegen Erdgasbusse mit EEV-Standard oder auch Busse der neuesten Dieselgeneration, die vergleichbar niedrige Emissionen besitzen, würden bis zum Jahr 2015 die prognostizierten Emissionsfaktoren noch unterschritten und es käme zu zusätzlichen NOx-Minderungen.

Die Erdgasbusse werden bevorzugt im innerstädtischen Bereich eingesetzt, also in der Hauptachse vom Richtsberg bzw. aus Cappel kommend über Südbahnhof – Schwanallee – Universitätsstraße – Biegenstraße – Marbach, Wehrda, Hauptbahnhof. Damit werden die am meisten mit Verkehr belasteten Straßenzüge und damit die Bereiche mit der höchsten Schadstoffbelastung befahren und führen damit zu einer nachhaltigen Verminderung der NO₂-Emissionen.

Die Vorrangschaltung der Lichtsignalanlagen in der Stadt Marburg für den ÖPNV soll auch weiter beibehalten werden. Da Busse im Vergleich zu Pkw auch beim Einsatz emissionsarmer Modelle deutlich höhere Emissionen verursachen, trägt ein reibungsloser Busverkehr zu einer Verminderung der Emissionen bei.

7.3.1.2 Städtischer Verkehr

7.3.1.2.1 Einsatz von Elektrofahrzeugen

Die Stadtverwaltung sieht die Anschaffung von 2 Elektro-Pkw im Bereich des Fachdienstes Stadtgrün, Umwelt und Natur vor. Eines davon ist seit November 2008 im Einsatz. „Betankt“ wird es mit regenerativer Energie aus Wasserkraft.

Elektrofahrzeuge emittieren keine Abgase und verursachen keinen Lärm. Allerdings liegt die Reichweite mit einer Batteriefüllung noch bei deutlich unter 100 km. Insofern sind sie nur für einen Einsatz in der Stadt optimal geeignet. Bei einer „Betankung“ mit regenerativen Energien stellen sie derzeit die emissionsärmsten Fahrzeuge dar.

7.3.1.2.2 Sukzessive Umstellung des städtischen Fuhrparks auf schadstoffarme Fahrzeuge

Der städtische Fuhrpark verfügt über insgesamt 163 Fahrzeuge.

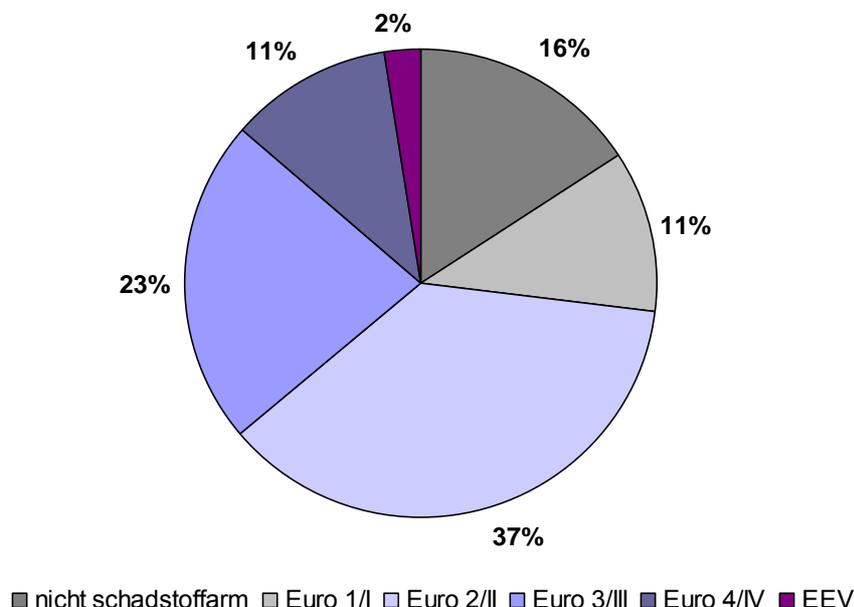


Abbildung 36: Verteilung der Fahrzeuge des städtischen Fuhrparks Marburg nach Euro-Normen

Im Rahmen der notwendigen Neubeschaffung von Fahrzeugen werden vorrangig der Einsatz und das Angebot von gasgetriebenen Fahrzeugen geprüft. Nicht in allen Bereichen gibt es jedoch die Möglichkeit auf erdgasgetriebene Fahrzeuge umzusteigen (Bsp. Brandschutz). Hier

sollen im Rahmen der Ersatzbeschaffung auf Fahrzeuge nach dem aktuellen Stand der Technik zurückgegriffen werden.

Auch wenn die Anzahl der Fahrzeuge eher gering ist, hat die Umstellung auf schadstoffarme Fahrzeuge doch Vorbildcharakter und trägt insgesamt zur Vermeidung von Abgasemissionen bei.

7.3.1.2.3 Nutzung des Car-Sharing-Angebots

In allen Bereichen der Stadtverwaltung werden zunehmend städtische Dienstfahrzeuge eingespart und das bestehende Car-Sharing-Angebot [29] der „einfach mobil® Carsharing GmbH“ genutzt.

Seit August 2007 fährt die gesamte Fahrzeugflotte der Carsharing GmbH CO₂-neutral und ist seit Dezember 2007 aufgrund des Einsatzes der kraftstoffsparenden und leisen Fahrzeuge auch mit dem Blauen Engel ausgezeichnet. Sechs städtische Fahrzeuge wurden seither durch bereits durch die Nutzung dieses Angebots ersetzt.

7.3.1.3 Individualverkehr

7.3.1.3.1 Verbesserung des Park&Ride-Angebots

Mit einer halbstündlichen Anbindung der beiden großen Park&Ride-Parkplätze am Messegelände und an den Stadtwerken über die Buslinie C an den Stadtverkehr weisen sie die beste Anbindung an den überregionalen Straßenverkehr über die B3a oder sonstige Kreis- und Landesstraßen auf.

7.3.1.3.2 Parkraumbewirtschaftung

Auf die Ausweisung neuer Parkplätze (Ausnahme: Park&Ride-Parkplätze) wird nach Möglichkeit verzichtet, um zusätzlichen Individualverkehr in die Marburger Innenstadt zu vermeiden. Die Parkplätze im Lahnuferbereich sollen Flächen der Naherholung weichen.

7.3.1.4 Radverkehr

In Zusammenarbeit mit dem ADFC sowie weiteren Verkehrsverbänden und Organisationen entscheidet das Marburger Bauamt über einen weiteren Aus- und Neubau des Radwegenetzes in und um Marburg.

7.3.2 Sonstige Maßnahmen

7.3.2.1 Prüfung des Einsatzes regenerativer Energie

Derzeit befindet sich eine Biogasanlage im Bereich der Kompostierungsanlage der Stadt Marburg in der Machbarkeitsprüfung. In der Anlage soll der in der Stadt anfallende Biomüll, der zurzeit unter Goretex-Planen verrottet, in einem Bioreaktor vorbehandelt werden und das entstehende Gas sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeengewinnung für den Ortsteil Stadtwald eingesetzt werden.

7.3.2.2 Energie- und Umweltberatung

Umweltpädagogisch wird vom Bereich Umwelt des Fachdienstes Stadtgrün, Umwelt und Natur Aufklärungsarbeit über die Zusammenhänge des Fahrzeugverkehrs, der Wärmegewinnung in Wohnungen und des Stromverbrauchs im Zusammenhang mit Luftschadstoffen geleistet.

Im Fachdienst wird auch eine Energieberatung in Kooperation mit der Verbraucherschutzzentrale Hessen betrieben, um konkrete Fragestellungen zum Thema Energie und Energieverbrauch beantworten zu können.

Aktuell ist die Stelle eines Klimaschutzbeauftragten ausgeschrieben, der mit Ideen und Anregungen zu einer nachhaltigen Verbesserung der lufthygienischen Situation in Marburg beitragen soll.

7.3.2.3 Förderung des Einsatzes regenerativer Energien

Die Stadt Marburg engagiert sich stark für den Einsatz regenerativer Energien durch die verschiedensten Projekte. Im Vordergrund steht dabei die Nutzung von Energie aus Solaranlagen. Mit steigender Zahl der mit regenerativer Energie versorgten Haushalte sinkt die Nutzung fossiler Brennstoffe. Praktisch emissionsfrei verläuft die Nutzung von Strom aus Solar-, Wasser- und Windkraftanlagen.

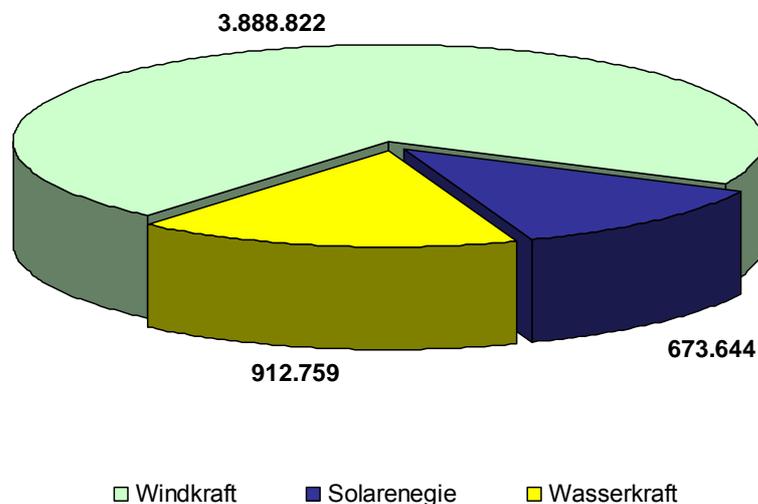


Abbildung 37: Verteilung der regenerativ erzeugten elektrischen Energie in Marburg auf die unterschiedlichen Energiequellen (Stand Frühjahr 2008, Werte in kWh/a, Gesamt: 5.475.000 kWh/a)

7.3.2.4 Regionalplanerische Vorgaben

Im Rahmen der Aufstellung des Regionalplans für die Region Mittelhessen wurden konkrete Festlegungen getroffen, die einen Beitrag zur Sicherung bzw. Verbesserung der Luftqualität im Gebiet Lahn-Dill leisten können.

Regionalplanerische Vorgaben lt. RPM-E 2006	Plansatz fett = Ziel der Raumordnung normal = Grundsatz der Raumordnung	Verbreitung im Gebiet Lahn-Dill
Zeichnerische Festlegungen		
Vorranggebiet Regionaler Grünzug <ul style="list-style-type: none"> • Sicherung und Entwicklung des Freiraums und der Freiraumfunktionen (u.a. Durchlüftung und Sicherung der Frischluftzufuhr sowie Immissionsschutz) hat Vorrang vor anderen Raumansprüchen • Verbot von Planungen und Maßnahmen, die zu einer ungünstigen Veränderung der klimatischen oder lufthygienischen Verhältnisse führen können 	Plansatz 6.1.2-1 (Z)	Alle Gemarkungen (ganz oder teilweise) mit Ausnahme von Schröck, Moischt und Dilschhausen
Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen <ul style="list-style-type: none"> • Sicherung, und, soweit erforderlich, Wiederherstellung der Kalt- und Frischluftentstehung sowie des Kalt- und Frischluftabflusses • Freihaltung von Bebauung und anderen Maßnahmen, die die Produktion und den Transport frischer und kühler Luft behindern können • Reduktion des Ausstoßes lufthygienisch bedenklicher Stoffe • keine Zulassung zusätzlicher Luftschadstoffemittenten 	Plansatz 6.1.3-1 (G)	Wald- und Offenlandgebiete (Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete) im Osten und Nordwesten der bioklimatisch und lufthygienisch belasteten Kernstadt Kernstadtbereich entlang der Lahn (Durchlüftungsschneise)
Realisierung neuer Bahnhaltepunkte im Regional- bzw. Nahverkehr	Plansatz 7.1.2-16 (Z)	Marburg / Mitte
Sicherung von Standorten vorhandener bzw. geplanter Regionaler Logistikzentren für den kombinierten Verkehr	Plansatz 7.1.7-6 (Z)	Marburg / Bahnhof
Textliche Festlegungen		
Luftreinhaltung Vermeidung eines Anstiegs der Summe an Luftschadstoffemissionen, insbesondere in belasteten Gebieten, für die Luftreinhaltepläne zu erstellen sind Großräumige Überprüfung der Immissionsgrundbelastung und der Immissionsbilanz im Einflussbereich vor der Errichtung von nach BImSchG genehmigungspflichtigen Anlagen	Plansatz 6.2-4 (G) Plansatz 6.2-5 (G)	Gesamtgebiet Gesamtgebiet
Bauleitplanung Ausweisung neuer Bauflächen (Wohnen, Gewerbe etc.) unter Berücksichtigung der Anbindung an den ÖPNV Einhaltung ausreichender Abstände zu Verkehrswegen, Industrie- und Gewerbegebieten und anderen Emittenten bei der Ausweisung neuer Wohnsiedlungsflächen	Plansatz 5.1-4 (G) Plansatz 5.2-6 (G)	Gesamtgebiet Gesamtgebiet
Einzelhandelsvorhaben Integration großflächiger Einzelhandelsvorhaben in beste-		

Regionalplanerische Vorgaben lt. RPM-E 2006	Plansatz fett = Ziel der Raumordnung normal = Grundsatz der Raumordnung	Verbreitung im Gebiet Lahn-Dill
hende Siedlungsgebiete möglichst unter Berücksichtigung der Erreichbarkeit mit dem ÖPNV	Plansatz 5.4-6 (Z)	Gesamtgebiet
Tourismus, (Nah-)Erholung, Freizeit und Sport Berücksichtigung der Erreichbarkeit mit dem ÖPNV bei der Standortwahl von großflächigen bzw. publikumsintensiven Einrichtungen für Tourismus, Freizeit und Sport	Plansatz 6.6.-4 (G)	Gesamtgebiet
Verkehr allgemein Berücksichtigung der Auswirkungen neuer Vorhaben (z.B. größere Gewerbegebiete oder Freizeitanlagen) auf Verkehrsaufkommen und Verkehrsmittelwahl bei der Standortfindung	Plansatz 7.1-3 (G)	Gesamtgebiet
Schieneverkehr Ausbau der Main-Weser-Bahn	Plansatz 7.1.1-3 (Z)	Main-Weser-Bahn
Schiengüterverkehr Verstärkte Förderung des Schienengüterverkehrs, auch über den Ausbau des Kombinierten Verkehrs Erhaltung der Güterverkehrsbedienug auf bestehenden Strecken sowie von Güterbahnhöfen und Ladestellen Sicherung der dezentralen Struktur der Holzverladung auf die Bahn	Plansatz 7.1.1-6 (G) Plansatz 7.1.1-7 (G) Plansatz 7.1.1-9 (G)	Gesamtgebiet Gesamtgebiet Gesamtgebiet
Straßenverkehr Zulassung neuer Straßentrassen nur bei unabweisbarem Bedarf und bei Vereinbarkeit u.a. mit Belangen des Immissionsschutzes	Plansatz 7.1.3-4 (Z)	Gesamtgebiet
Fahrradverkehr Sicherung bzw. Ausbau der Mittelhessen durchquerenden Radfernwege	Plansatz 7.1.4-2 (Z)	R 2, hier: <i>Biedenkopf – Marburg – Kirchhain</i> Lahntal-Radweg, hier: <i>Cölbe – Marburg – Niederweimar</i>
Schnittstellen des Personenverkehrs Förderung und Ausbau von Park & Ride-Einrichtungen an den Schienenhaltepunkten Förderung von Parkplätzen in der Nähe von Autobahnanschlussstellen bzw. sonstigen Fernverkehrsstraßen Förderung von Bike & Ride-Einrichtungen bzw. Radstationen an allen Schienenhaltepunkten bzw. größeren Bahnhöfen	Plansatz 7.1.7-3 (G) Plansatz 7.1.7-4 (G) Plansatz 7.1.7-5 (G)	Schienehaltepunkte Autobahnanschlussstellen sonstige Fernverkehrsstraßen Schienehaltepunkte bzw. größere Bahnhöfe

Tabelle 17: Liste der regionalplanerischen Vorgaben

8 Zusammenfassung

Allein mit örtlich begrenzten Maßnahmen der Stadt Marburg können die Stickstoffdioxidemissionen kurzfristig nicht so weit gesenkt werden, dass eine Einhaltung des Immissionsgrenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht werden kann. Derzeit existieren keine weiteren Maßnahmen, die eine Kommune ergreifen könnte, um diesen sehr anspruchsvollen Grenzwert sicher einhalten zu können.

Jede Vermeidung von Verbrennungsabgasen trägt einen Teil zur Reduzierung bei. Da in Marburg kaum Industrieanlagen zur Stickstoffdioxidbelastung beitragen, ist an dieser Stelle keine Reduktionsmöglichkeit vorhanden. Als weitere Verursacher bleiben der Hausbrand als auch – zum ganz überwiegenden Teil – der Verkehr. Beim Hausbrand setzt die Stadt Marburg weiter auf den Ausbau erneuerbarer Energien und beschreitet damit einen effizienten Weg, um NO_2 -Emissionen einzusparen. Beim Hauptverursacher Verkehr besteht für sie aber über die vorgesehenen Veränderungen des eigenen Fuhrparks und der Einflussnahme auf den Verkehrsfluss hinaus kaum weitere Minderungsmöglichkeiten.

Da im Gegensatz zu den verkehrsbedingten Feinstaubemissionen alle Fahrzeuge NO_x emittieren, könnte nur ein absolutes oder zumindest teilweises Fahrverbot zu einer Verminderung der Belastung beitragen, was unverhältnismäßig erscheint.

Die einzig nachhaltig wirksame Maßnahme zur Reduzierung verkehrsbedingter NO_2 -Emissionen besteht in einer geänderten Abgasbehandlung. Emissionsstandards für Fahrzeuge setzen die Euro-Normen, die jedoch erst ab 2013 bzw. 2014 und dies nur für Neufahrzeuge anspruchsvollen Emissionsgrenzwerte für die NO_x -Emissionen vorgeben. Erst mit Einführung des Euro 6/VI-Standards für Pkw und Lkw werden die zulässigen NO_x -Emissionen deutlich gesenkt. Die Technik zur Erreichung der niedrigeren Abgasgrenzwerte existiert bereits bei schweren Nutzfahrzeugen, für Pkw befindet sie sich noch in der Probephase.

Zusammen genommen werden aber die europäischen, nationalen und lokalen Maßnahmen dazu beitragen, dass zumindest mittelfristig der Immissionsgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten werden kann.

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. Tochtterrichtlinie 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. Tochtterrichtlinie 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 23. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2470)
- [5] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionsgrenzwerte – 22. BImSchV) vom 4. Juni 2007 (BGBl. I S. 1007).
- [6] Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft – 4. Tochtterrichtlinie vom 26.1.2005 (ABl. EWG: L 23, S. 3)
- [7] Verordnung über Zuständigkeiten nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz und zur Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung bei der Zulassung eines Vorhabens durch mehrere Behörden vom 17. Oktober 2007 (GVBl. I S. 678)
- [8] Lufthygienischer Jahresbericht 2006; Schriftenreihe des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Luftreinhaltung in Hessen, Wiesbaden 2007
- [9] Hessische Gemeindestatistik 2007, Hessisches Statistisches Landesamt, www.statistik-hessen.de
- [10] Verkehrsmengenkarte für Hessen: Ausschnitt ASV Marburg (Süd), Ausgabe 2005, Herausgeber: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Dezernat Verkehrssicherheit, Verkehrstechnik und Straßenausstattung
- [11] Volker Diegmann, Uwe Hartmann: Vergleich von berechneten Luftschadstoffbelastungen mit gemessenen Luftqualitätsdaten im Straßenraum, Zeitschrift Immissionsschutz, Ausgabe 2/06
- [12] Emissionskataster Hessen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 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). Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV) vom 15. Juli 1988 (BGBl. I S. 1059), Neufassung am 14.03.1997 (BGBl. I, S. 490).
- [14] Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen und Emissionsberichte - 11. BImSchV) vom 5. März 2007 (BGBl. I S. 289)

- [15] Umweltatlas Hessen, www.umwelt.hessen.de
- [16] Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungsanlagen - 13. BImSchV) vom 20. Juli 2004 (BGBl. I S. 1717), geändert durch Gesetz am 6. Juni 2007 (BGBl. I, S.1002, 1004)
- [17] 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 23. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2470, 2472)
- [18] 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 14. August 2003 (BGBl. I S. 1614, 1631)
- [19] 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
- [20] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) – vom 24. Juli 2002 (GMBl. I S. 511)
- [21] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV – vom 14. August 2003 (BGBl. I S. 1633)
- [22] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (EnEG - Energieeinsparungsgesetz) vom 1. September 2005 (BGB1. I S. 2684)
- [23] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (EnEV - Energieeinsparverordnung) vom 24. Juli 2007 (BGB1. I 2007, S. 1519)
- [24] Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes: Neuzulassungen - Emissionen, Kraftstoffe - Jahr 2006, veröffentlicht im April 2007, Flensburg
- [25] IVU: Ursachenanalyse für den Anstieg der NO₂-Immissionen an verkehrsnahen Messstellen, im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, 2005.
- [26] ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH: Ursachen hoher verkehrsbedingter Stickstoffdioxid-Immissionen - Eine Analyse an einer Autobahn-Messstelle, im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heidelberg, 2005.
- [27] Soltic, P.; Weilenmann, M.: Partitioning of NO_x Emissions for Gasoline Passenger Cars and Light Duty Trucks, 11th International Symposium "Transport and Air Pollution", 19.-21-Juni 2002, Graz, Austria.
- [28] F. Dünnebeil, U. Lambrecht: Zukünftige Entwicklung der NO₂-Emissionen des Verkehrs und deren Auswirkung auf die NO₂-Luftbelastung in Städten in Baden-Württemberg, ifeu-Institut für Energie und Umweltforschung GmbH, Heidelberg 2007
- [29] <http://www.einfach-mobil.de/>

10 Anhänge

10.1 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1 Einteilung von Hessen in Gebiete und Ballungsräume
- Abbildung 2 Landkreis Marburg-Biedenkopf
- Abbildung 3 Stadtgebiet Marburg
- Abbildung 4 Höhenprofil von Marburg mit Blick in das Lahntal von Süden
- Abbildung 5 Geländeschnitt durch das Lahntal in Marburg
- Abbildung 6 Mittlere Windgeschwindigkeiten für den Großraum Marburg der Jahre 1981 – 1990
- Abbildung 7 Flächennutzung im Stadtgebiet Marburg
- Abbildung 8 Ausschnitt von Marburg aus der Hessischen Verkehrsmengenkarte 2005
- Abbildung 9 Luftmessstationen in Hessen
- Abbildung 10 Lage der Luftmessstationen in Marburg
- Abbildung 11 Immissionskenngrößen von NO₂ für das Jahr 2006
- Abbildung 12 Beiträge zur Immissionsbelastung der Stadt Marburg
- Abbildung 13 Entwicklung der Schadstoffbelastung an der Messstation des städtischen Hintergrunds in Marburg seit 1995
- Abbildung 14 Entwicklung der Schadstoffbelastung an der verkehrsbezogenen Messstation in Marburg seit 2006
- Abbildung 15 Trendkurven der NO₂-Jahresmittelwerte
- Abbildung 16 Trendkurven der NO_x-Jahresmittelwerte (Summe NO + NO₂)
- Abbildung 17 Mittlerer Jahresgang von Stickstoffmonoxid (NO)
- Abbildung 18 Mittlerer Jahresgang von Stickstoffdioxid (NO₂)
- Abbildung 19 Mittlerer Wochengang von NO
- Abbildung 20 Mittlerer Wochengang von NO₂
- Abbildung 21 Berechnete NO₂-Konzentration des grenzüberschreitenden Transports, Bezugsjahr 2005
- Abbildung 22 Berechnete NO₂-Konzentration des regionalen Hintergrunds, Bezugsjahr 2005
- Abbildung 23 Verhalten von Schadstoffen in der Atmosphäre
- Abbildung 24 Von der Überschreitung des NO₂-Jahresmittelwertes betroffene Straßen in Marburg auf Basis der Ausbreitungsberechnung (Bezugsjahr 2006)
- Abbildung 25 Räumliche Struktur der NO_x-Emissionen in Marburg
- Abbildung 26 Quellhöhe für die NO_x-Emissionen der Emittentengruppe Industrie im Bezugsjahr 2004
- Abbildung 27 Neuzulassung von Personenkraftwagen von 1960 bis 2006 in der Bundesrepublik Deutschland
- Abbildung 28 Zeitreihe – Verkehrsaufkommen deutscher Lastwagen im Inland

- Abbildung 29 Verteilung der NO_x-Emissionen auf die Fahrzeugtypen am Beispiel der Universitätsstraße
- Abbildung 30 Entwicklung der NO_x-Emissionen (Summe von NO und NO₂, angegeben als NO₂; interpolierte Angaben)
- Abbildung 31 Emissionsfaktoren für NO_x, gewichtete Verkehrssituation innerorts, Bezugsjahr 2005
- Abbildung 32 NO₂- und NO-Emissionsfaktoren für Pkw, Lkw und Busse im Innerortsverkehr
- Abbildung 33 Berechnung/Prognose der Stickoxidemissionen des Straßenverkehrs nach HBEFA 2.1 am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Universitätsstraße
- Abbildung 34 Entwicklung der Abgasgrenzwertgesetzgebung (Euro-Norm) und des tatsächlichen Schadstoffausstoßes (Emissionsfaktoren) bei Linienbussen
- Abbildung 35 NO_x-Emissionen der Marburger Stadtbusse
- Abbildung 36 Verteilung der Fahrzeuge des städtischen Fuhrparks Marburg nach Euro-Normen
- Abbildung 37 Verteilung der regenerativ erzeugten elektrischen Energie in Marburg auf die unterschiedlichen Energiequellen (Stand Frühjahr 2008, Werte in kWh/a, Gesamt: 5.475.000 kWh/a)

10.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Grenzwerte nach der 22. BImSchV
Tabelle 2	Grenzwerte inklusive Toleranzmargen bis 2010 (22. BImSchV)
Tabelle 3	Bevölkerung in Marburg
Tabelle 4	Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer am Arbeitsort und deren Verteilung auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche
Tabelle 5	Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Pendler über die Gemeindegrenzen
Tabelle 6	Immissionskenngrößen nach der 22. BImSchV für das Messjahr 2006
Tabelle 7	Überschreitung der Grenzwerte der 22. BImSchV für NO ₂ und PM10 als Ergebnis der Modellrechnung für Marburg (Bezugsjahr 2006)
Tabelle 8	Jahresmittelwerte der Modellrechnung und der Messung für das Jahr 2006 an der Messstation Marburg-Universitätsstraße
Tabelle 9	Übersicht der bislang landesweit erstellten Emissionserhebungen
Tabelle 10	Emissionsbilanz von NO _x für das Gebiet Mittel- und Nordhessen
Tabelle 11	Aufteilung der Industrieemissionen auf die Hauptgruppen der 4. BImSchV
Tabelle 12	Beispiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung
Tabelle 13	Durchschnittliche Emissionsfaktoren für PM10 und NO _x nach Straßen- und Fahrzeugkategorien für gewichtete Verkehrssituationen
Tabelle 14	Ergebnisse der Verkehrszählungen in Marburg 2007
Tabelle 15	Übersicht über die geltenden Abgasnormen der EU
Tabelle 16	Zukünftig geltende Abgasnormen der EU
Tabelle 17	Liste der regionalplanerischen Vorgaben

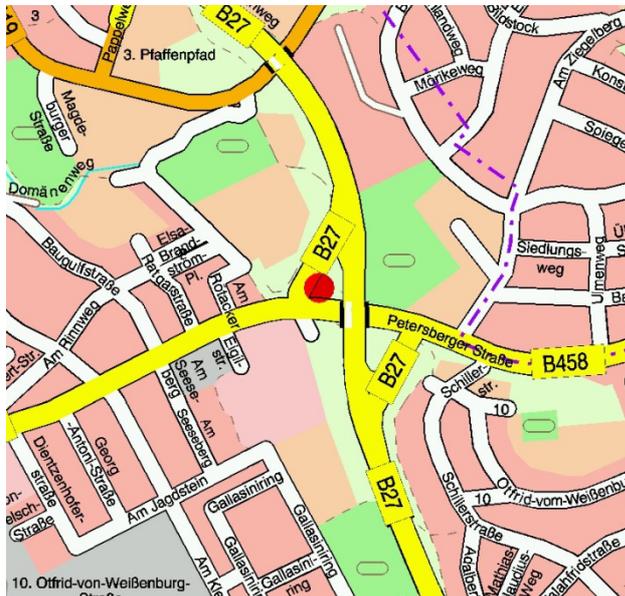
10.3 Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Gebiet Mittel- und Nordhessen

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

Hünstetten	Mengerskirchen	Reichelsheim	Twistetal
Idstein	Merenberg	(Wetterau)	Ulrichstein
Immenhausen	Morschen	Reinhardshagen	Usingen
Jesberg	Mücke	Ringgau	Villmar
Jossgrund	Münchhausen	Rockenberg	Vöhl
Kalbach	Münzenberg	Romrod	Volkmarsen
Kefenrod	Naumburg	Ronneburg	Wabern
Kiedrich	Nentershausen	Ronshausen	Wächtersbach
Kirchhain	Neu-Anspach	Rosbach v.d. Höhe	Wahlsburg
Kirchheim	Neuberg	Rosenthal	Waldbrunn (Westerwald)
Kirtorf	Neu-Eichenberg	Rotenburg a.d. Fulda	Waldeck
Knüllwald	Neuenstein	Rüdesheim am Rhein	Waldems
Königstein im Taunus	Neuental	Runkel	Waldkappel
Korbach	Neuhof	Schauenburg	Walluf
Körle	Neukirchen	Schenklengsfeld	Wanfried
Kronberg im Taunus	Neustadt (Hessen)	Schlangenbad	Wartenberg
Künzell	Nidda	Schlitz	Wehretal
Lahntal	Niddatal	Schlüchtern	Wehrheim
Langenselbold	Nidderau	Schmitten	Weilburg
Lauterbach (Hessen)	Niederstein	Schotten	Weilmünster
Lautertal (Vogelsberg)	Niederaula	Schrecksbach	Weilrod
Lichtenfels	Niedernhausen	Schwalmstadt	Weimar
Liebenau	Nieste	Schwalmtal	Weinbach
Limburg a.d. Lahn	Nüsttal	Schwarzenborn	Weißborn
Limeshain	Oberaula	Selters (Taunus)	Wetter (Hessen)
Linsengericht	Ober-Mörlen	Sinntal	Wildeck
Löhnberg	Oberweser	Söhrewald	Willingen (Upland)
Lohra	Oestrich-Winkel	Sontra	Willingshausen
Lorch	Ortenberg	Spangenberg	Witzenhausen
Ludwigsau	Otrau	Stadtallendorf	Wohratal
Malsfeld	Petersberg	Steffenberg	Wölfersheim
Marburg	Philippsthal (Werra)	Steinau an der Straße	Wolfhagen
Meinhard	Poppenhausen	Tann (Rhön)	Wöllstadt
Meißner	Ranstadt	Taunusstein	Zierenberg
Melsungen	Rasdorf	Trendelburg	
	Rauschenberg		

10.4 Beschreibung der Luftmessstationen

10.4.1 Luftmessstation Fulda



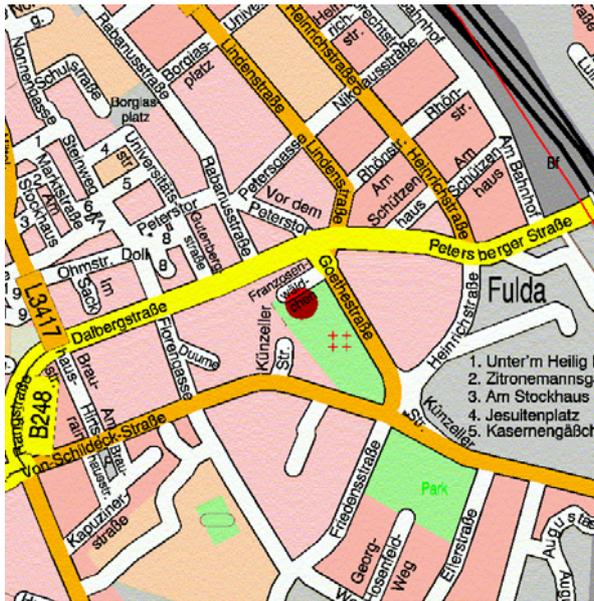
Beschreibung:

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	-

10.4.2 Luftmesstation Fulda-Mitte



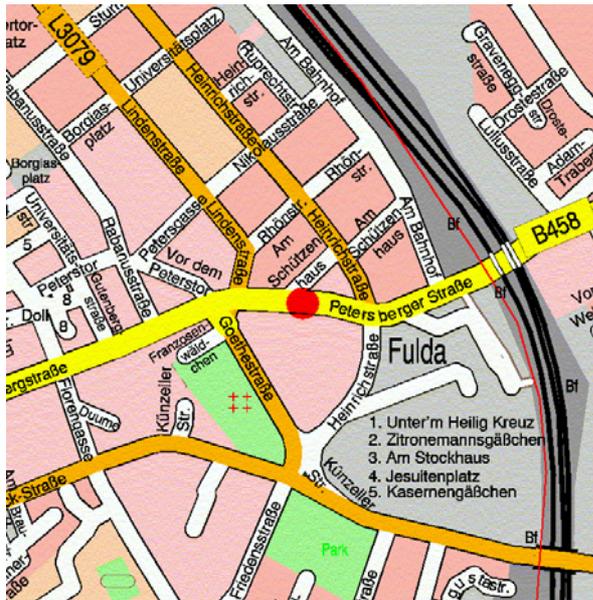
Beschreibung:

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	-

10.4.3 Luftmesstation Fulda-Petersberger-Straße



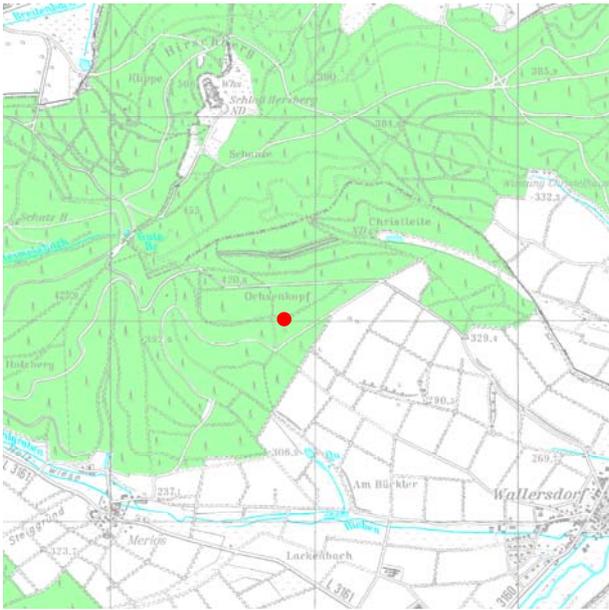
Beschreibung:

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	-
Relative Luftfeuchte	
Luftdruck	-
Globalstrahlung	-
Niederschlag	-

10.4.4 Luftmessstation Grebenau



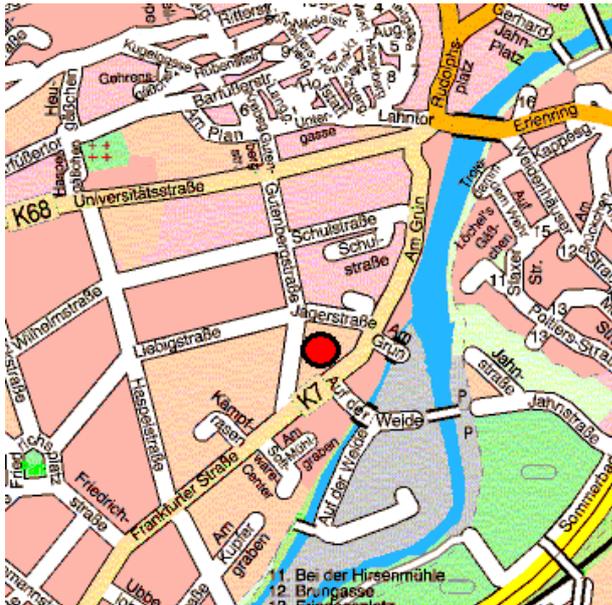
Beschreibung:

Gebiet:	Mittel- und Nordhessen
Standortcharakter:	Ländlicher Raum
EU-Code:	DEHE023
Gemeinde:	Widdersdorf
Straße:	
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

10.4.5 Luftmessstation Marburg



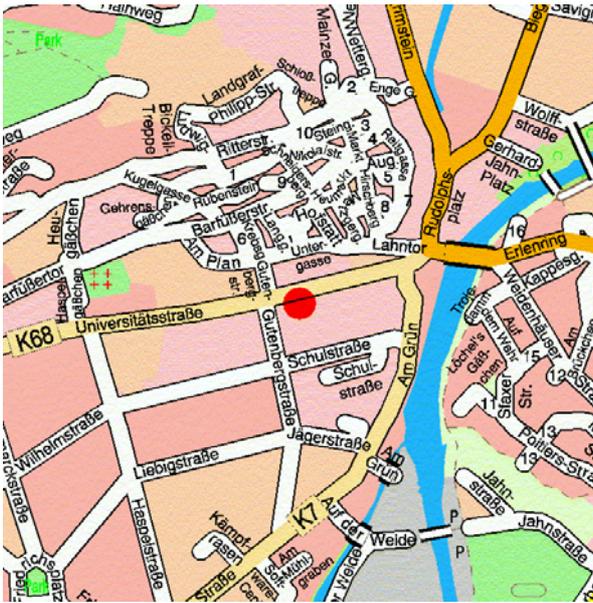
Beschreibung:

Gebiet:	Mittel- und Nordhessen
Standortcharakter:	Stadtstation
EU-Code:	DEHE030
Gemeinde:	Marburg
Straße:	Gutenbergstraße
Rechtswert:	3 483 826
Hochwert:	5 630 043
Längengrad:	8°46'17,7"
Breitengrad:	50°48'17,5"
Höhe über NN:	202 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit 1988

Geräteausstattung:

Komponente	seit
Schwefeldioxid	1988
Kohlenmonoxid	-
Stickstoffmonoxid	1988
Stickstoffdioxid	1988
Benzol, Toluol, m-/p-Toluol	-
Ozon	1988
Feinstaub PM10	2000
Windrichtung	2004
Windgeschwindigkeit	2004
Temperatur	2004
Relative Luftfeuchte	2004
Luftdruck	-
Globalstrahlung	-
Niederschlag	-

10.4.6 Luftmessstation Marburg-Universitätsstraße



Beschreibung:

Gebiet:	Mittel- und Nordhessen
Standortcharakter:	Verkehrsbezogene Station
EU-Code:	DEHE062
Gemeinde:	Marburg
Straße:	Universitätsstraße
Rechtswert:	3 483 825
Hochwert:	5 630 193
Längengrad:	8°46'13,8"
Breitengrad:	50°48'29,4"
Höhe über NN:	195 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	Seit 2006

Geräteausstattung:

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

10.5 Abkürzungsverzeichnis

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mikrogramm (1 millionstel Gramm) pro m^3 ; $10^{-6} \text{ g}/\text{m}^3$
μm	Mikrometer = 1 millionstel Meter
Abl EWG	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften
AOT40	accumulated exposure over a threshold of 40 ppb; Summe der Differenzen zwischen 1-h-Werten über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (40 ppb) und dem Wert $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Zeitraum 8–20 Uhr von Mai bis Juli
As	Arsen
ASV	Amt für Straßen- und Verkehrswesen
B(a)P	Benzo(a)pyren
BGA	Bundesgesundheitsamt
BGBI	Bundesgesetzblatt
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BTX	Benzol, Toluol, Xylol
C_6H_6	Benzol
Cd	Cadmium
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	Länderausschuss für Immissionsschutz
INfz	leichte Nutzfahrzeuge
LRP	Luftreinhalteplan
max. 8-h-	höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages aus stündlich gleitenden 8-Stunden-

Wert	Mittelwerten
mg/m ³	Milligramm (1 tausendstel Gramm) pro m ³ ; 10 ⁻³ g/m ³
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Nfz	Nutzfahrzeug
NH ₃	Ammoniak
NH ₄ ⁺	Ammonium
Ni	Nickel
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO ₃ ⁻	Nitrat
NO _X	Stickstoffoxide (Summe NO + NO ₂ , angegeben als NO ₂)
O ₃	Ozon
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
Pb	Blei
Pkw	Personenkraftwagen
PM	Particulate matter (Staub)
PM ₁₀	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 ⁹)
ppm	parts per million (Verhältnis 1:10 ⁶)
RP	Regierungspräsidium
SO ₂	Schwefeldioxid
t/a	Tonnen (eintausend Kilogramm) pro Jahr
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TM	Toleranzmarge
TÜV	Technischer Überwachungsverein
UBA	Umweltbundesamt
UMK	Umweltministerkonferenz
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WHO	Weltgesundheitsorganisation
Wm	Wintermittelwert (01.10. – 31.03.)
ZRK	Zweckverband Raum Kassel
zul. Überschr.	Anzahl der zulässigen Überschreitungen pro Jahr

11 Gründe und Erwägungen für die Entscheidung

Die öffentliche Resonanz auf den Entwurf des Luftreinhalteplans war gering. Während der offiziellen Einwendungsfrist vom 19. August bis einschließlich 2. Oktober 2008 gingen lediglich acht Einwendungen ein.

Geprüft wurden aber auch Anregungen, die Rahmen eines Aufrufs der Stadt Marburg u.a. in der Mittelhessischen Anzeigenzeitung Anfang Mai 2008 (19. KW) eingingen. Die Marburger Bürger waren darin über die Planungen für Luftreinhaltung und Lärminderung in Marburg informiert und aufgefordert worden, diesbezüglich Anregungen und Vorschläge an die Stadtverwaltung zu richten.

Jede Anregung zu weiteren Maßnahmen zur Luftreinhaltung wurde auf ihre Umsetzbarkeit hin überprüft. Sofern sie nicht aufgenommen wurde, werden die Gründe hierfür im Folgenden abgehandelt. Einwendungen gegen im Entwurf enthaltene Maßnahmen wurden auf ihre Berechtigung hin überprüft und wie ggf. Abhilfe geschaffen werden kann. Nicht berücksichtigt wurden Einwendungen zum Lärm. Hierfür existiert mit der Lärm-Aktionsplanung ein eigenes Instrument zur Verminderung der Lärmbelästigung.

Zur besseren Übersicht halber sind die Anregungen und Einwendungen thematisch zusammengefasst:

1. Maßnahmen rund um die B 3a
2. Tempo 30 auf innerstädtischen Straßen
3. Verkehrsverflüssigung durch intelligente Ampelschaltungen bzw. Kreisverkehr
4. Durchführung zusätzlicher Feinstaubmessungen
5. Verbot von Laubsaugern / -bläsern
6. Bildung von Fahrgemeinschaften
7. Bau der Südvariante A 4
8. Parkplatzsituation
9. Ausbau des Radwegenetzes
10. Marburger Solarsatzung
11. Umstellung der Busse auf Erdgasbetrieb

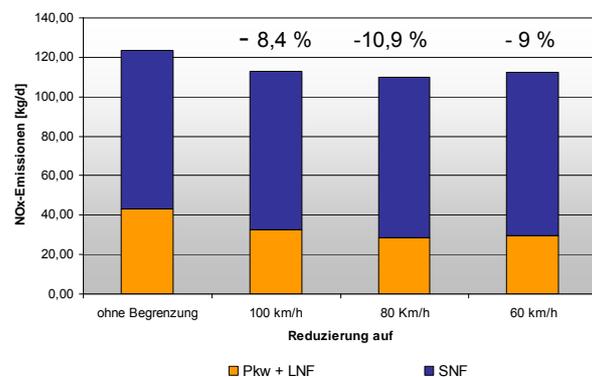
1. Maßnahmen rund um die B 3a

Die autobahnähnlich ausgebaute Bundesstraße B 3a verläuft in Nord-Süd-Richtung quer durch das Stadtgebiet. Mit durchschnittlich 36.000 Fahrzeugen pro Tag hat sie ein hohes Verkehrsaufkommen mit den entsprechenden Lärm- und Schadstoffbelastungen. Da es jedoch keine direkt benachbarte Autobahn oder andere Bundesstraße gibt, ist diese Verbindung die einzige gut ausgebaute Strecke im Nord-Süd-Verkehr.

Die Einwendungen richteten sich in erster Linie gegen den Lärm, der aber nicht durch Maßnahmen eines Luftreinhalteplans verringert werden kann. Die vorgeschlagene „Eintunnelung“ der B 3a wäre zwar eine Maßnahme sowohl zur Lärm- wie auch zur Schadstoffreduzierung in der Innenstadt, aber sie lässt sich mit verhältnismäßigem Aufwand nicht realisieren. Darüber

hinaus wäre der Tunnel soweit über die Stadtgrenzen hinaus zu führen, dass sich die Tunnelportale außerhalb des bewohnten Bereichs befänden, da an den Tunnlein- und -ausgängen mit erhöhten Schadstoffkonzentrationen gerechnet werden muss.

Auch ein Tempolimit auf der Stadtautobahn hätte nur eine sehr begrenzte Wirkung. Schwere Nutzfahrzeuge (SNF) emittieren mit höherer Geschwindigkeit weniger Schadstoffe. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass jede Geschwindigkeitsbegrenzung eine Zunahme der NO_x-Emissionen zur Folge hat. Das gilt sowohl für Feinstaub (PM₁₀) als auch für die Stickoxide (NO_x). Für Pkw gilt dieses nicht. Allerdings entsprechen die Emissionen eines Lkw denen von ca. 23 Pkw bei gleicher Geschwindigkeit. Auf der ca. 3,7 km langen Strecke der B 3a durch Marburg (siehe Abbildung) käme es auf der Grundlage der Emissionsfaktoren für den jeweiligen Fahrzeugtyp bei diversen Geschwindigkeiten nach HBEFA 2.1, Stand 2005, durch Geschwindigkeitsbegrenzungen zu folgenden Ergebnissen:



Die größte Einsparung wäre durch eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 100 km/h zu erzielen, da hiervon Lkw praktisch nicht betroffen wären. Eine weitere Reduzierung auf 80 km/h hätte zwar noch einen geringen Effekt, aber weitere Einsparungen bei den Pkw-Emissionen werden durch eine Erhöhung der Lkw-Emissionen nahezu kompensiert. Dieser Effekt wird bei einer Begrenzung auf 60 km/h noch deutlicher.

Der Verkehr auf der B 3a macht aber nur einen Teil der durch den Verkehr in Marburg verursachten Stickoxidbelastung aus (siehe Tabelle 14). Selbst bei der Reduzierung auf 80 km/h hätte dies insgesamt nur eine Verringerung um 1,4 % des allein durch den Verkehr emittierten NO_x-Ausstoßes zur Folge. Bei einem Anteil direkt emittiertem NO₂ von 40 % (i.d.R. liegt er darunter), entspräche die emissionsseitige Minderung deutlich unter einem Prozent. Darüber hinaus beträgt der verkehrsbedingte Stickstoffdioxidausstoß „nur“ etwa 60 % des Gesamtstickstoffdioxidausstoßes. Messtechnisch ließe sich diese Minderung sehr wahrscheinlich nicht verifizieren. Der Aufwand für diese Maßnahme wäre somit nicht gerechtfertigt.

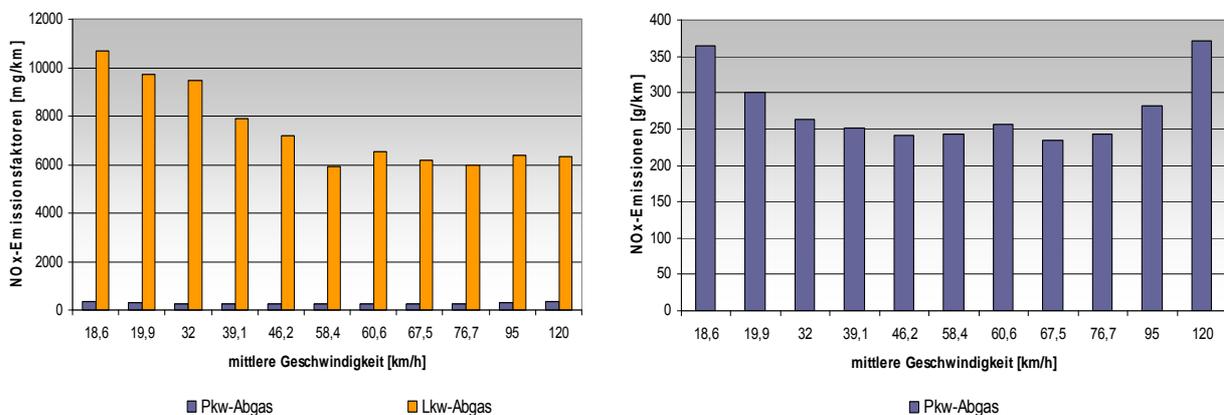
2. Tempo 30 auf innerstädtischen Straßen

Weitere Temporeduzierungen im Stadtgebiet Marburg können nach Auskunft der Marburger Straßenverkehrsbehörde nur durchgesetzt werden, wenn sich die Straßenverkehrsordnung (StVO) ändert. Für die Anordnung einer Tempo-30-Zone bedarf es eines verkehrsrechtlich anzuerkennenden Zwecks. § 45 Abs. 1c StVO enthält Regelbeispiele:

„Die Straßenverkehrsbehörden ordnen ferner innerhalb geschlossener Ortschaften, insbesondere in Wohngebieten und Gebieten mit hoher Fußgänger- und Fahrradverkehrsdichte sowie hohem Querungs-

bedarf, Tempo 30-Zonen im Einvernehmen mit der Gemeinde an. Die Zonen-Anordnung darf sich weder auf Straßen des überörtlichen Verkehrs (Bundes-, Landes- und Kreisstraßen) noch auf weitere Vorfahrtsstraßen (Zeichen 306) erstrecken. Sie darf nur Straßen ohne Lichtzeichen geregelte Kreuzungen oder Einmündungen, Fahrstreifenbegrenzungen (Zeichen 295), Leitlinien (Zeichen 340) und benutzungspflichtige Radwege (Zeichen 237, 240, 241 oder Zeichen 295 in Verbindung mit Zeichen 237) umfassen. An Kreuzungen und Einmündungen innerhalb der Zone muss grundsätzlich die Vorfahrtregelung nach § 8 Abs. 1 Satz 1 ("rechts vor links") gelten. Abweichend von Satz 3 bleiben vor dem 1. November 2000 angeordnete Tempo 30-Zonen mit Lichtzeichenanlagen zum Schutz der Fußgänger zulässig.“

Grundsätzlich kann die Straßenverkehrsbehörde auch aus lufthygienischen Gründen gemäß § 45 Abs. 1 StVO Verkehrsbeschränkungen vornehmen. Dabei ist nach einem Urteil des Verwaltungsgerichts Oldenburg vom 19. Mai 2004 auch nicht zwingend eine Gefahrenlage notwendig. § 45 Abs. 1c StVO sieht konkrete Regelbeispiele vor, die zwar nicht den Schutz vor Abgasen enthalten, was aber aufgrund des § 45 Abs. 1 StVO dem nicht entgegenstehen sollte. Dagegen enthält § 45 Abs. 1c StVO jedoch eine ganze Reihe von Einschränkungen für die Einrichtung einer Tempo-30-Zone.



Quelle: Streckenbezogene Emissionsfaktoren pro Fahrzeug im Jahr 2005, Umweltbundesamt

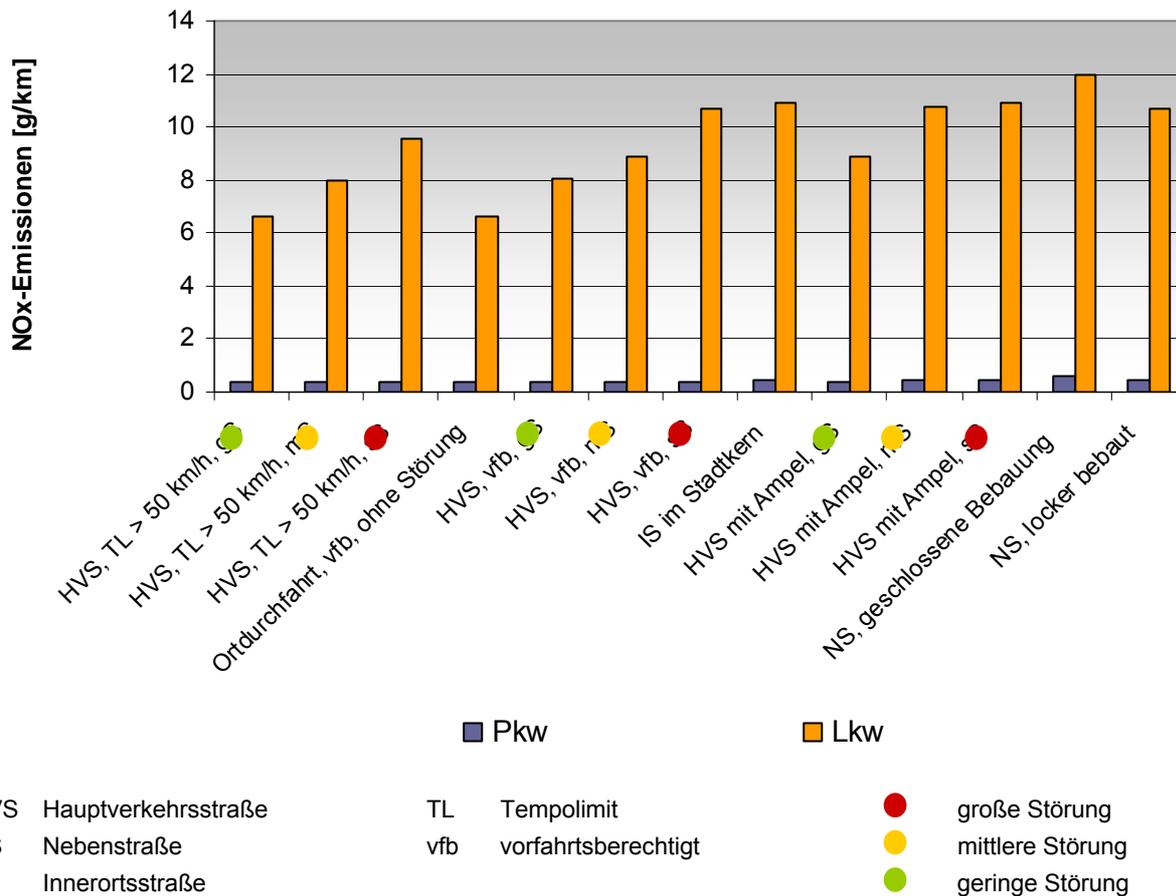
Zur Lärmreduzierung und zur Erhöhung der Sicherheit sind Tempo-30-Zonen sehr wirkungsvoll. Zur Verminderung von Luftschadstoffen stellen sie jedoch nur eine sehr bedingt geeignete Maßnahme dar. Vor allem Lkw emittieren sehr hohe Schadstoffkonzentrationen bei geringen Geschwindigkeiten (siehe Abbildung).

Wird die Straße überwiegend von Pkw und nur wenig Lkw und Bussen befahren, kann es tatsächlich zu einer – wenn auch geringen – Minderung der Stickoxidbelastung kommen. Ein möglichst gleichmäßiger Verkehrsfluss ist aber für eine Verringerung der Emissionen von größerer Bedeutung als eine geringe Geschwindigkeit (siehe auch Nr. 3). Und speziell in Tempo-30-Zonen wird dieser Verkehrsfluss durch entsprechende „Hindernisse“ bewusst gebremst. Insofern ist selbst bei nur von Pkw befahrenen Straßen nicht mit einer relevanten Minderung des Stickoxidausstoßes zu rechnen.

Zur Lärmreduzierung und vor allem zur Erhöhung der Sicherheit hat die Stadt Marburg bereits in geeigneten Straßenzügen entsprechende Temporeduzierungen vorgenommen. Aufgrund der verordnungsrechtlich festgelegten Einschränkungen kann sie aber nicht beliebig weitere Zonen festlegen. Und aus lufthygienischer Sicht ist eine Einführung nicht geboten.

3. Verkehrsverflüssigung durch intelligente Ampelschaltungen bzw. Kreisverkehr

Ein flüssiger Verkehrsablauf bietet die besten Aussichten, bei gleichbleibendem Verkehrsaufkommen verkehrsbezogene Emissionen zu vermindern. Die kann durch die Schaltung von Pflörtnerampeln erfolgen, indem am Stadtrand Rotphasen so lange geschaltet werden, um innerhalb der Stadt auch bei hohem Verkehrsaufkommen den Verkehr flüssig zu halten. Aber auch durch „Grüne Wellen“ an Hauptstraßen oder auch durch den Bau von (großen) Kreisverkehren statt Ampeln.



Die Untersuchungen zeigen, dass starke Störungen die Emissionen bei Pkw um fast 10 %, bei Lkw aber um ca. ein Drittel erhöhen. Ein möglichst störungsfreier Verkehr mit einer gleichmäßigen mittleren Geschwindigkeit verringert die durch Verkehrsabgase verursachte Schadstoffbelastung auf ein Mindestmaß.

Die B 3a trägt hier bereits wesentlich zu einer Entlastung der Innenstadt bei. Sie leitet den Verkehr, der nicht nach Marburg direkt will, weitestgehend störungsfrei durch Marburg durch. Innerstädtisch lässt sich ein störungsfreier Verkehr kaum gewährleisten. Daher ist es wichtig, vor allem die Hauptemittenten – Busse und schwere Lkw – so zu leiten, dass die Emissionen weitgehend minimiert werden. Bei Lkw ist dies schwierig, da sie beliebige Routen innerhalb des Stadtgebietes fahren. Busse dagegen fahren auf bekannten Strecken. Daher setzt die Stadt Marburg eine Vorrangschaltung der Ampelanlagen für Busse ein, um einen weitgehend reibungsarmen Ablauf des Busverkehrs zu gewährleisten. Die Busse haben an den Kreuzungen die Möglichkeit, Grünphasen anzufordern, um ohne Störung weiterfahren zu können. Diese Regelung soll auch beibehalten werden.

Auch ausreichend groß bemessene Kreisel können einen Beitrag zur Verflüssigung des Verkehrs leisten. Allerdings sind die Voraussetzungen vor allem aus Platzgründen nicht immer ge-

geben. Darüber hinaus ist die Realisierung auch mit hohen Kosten verbunden. Die Stadt Marburg hat daher Projekte zur Umgestaltung von Kreuzungsbereichen im Stadtgebiet, z.B. am Wilhelmsplatz oder aber in Wehrda, Kreuzung Mengelsgasse / Wehrdaer Straße und im Kaufpark Wehrda noch nicht umgesetzt, sie sind aber weiter in Diskussion.

4. Durchführung zusätzlicher Feinstaubmessungen

Eine Reihe Marburger Bürger, die an besonders belasteten Straßen wohnen, fordern weitere Feinstaubmessungen. So z.B. am Rotenberg oder in der Emil-von-Behring-Straße.



Rotenberg



Emil-von-Behring-Straße

Die Feinstaubbelastung der Luft hängt zwar auch vom Verkehrsaufkommen ab, d.h. von der Menge an emittierten Schadstoffen vor Ort, doch noch wesentlicher für eine schlechte Luftqualität sind die örtlichen Ausbreitungsbedingungen. Nur wenn eine beidseitig hohe und geschlossene Bebauung die Durchmischung und Verdünnung der Schadstoffe stark einschränkt, kommt es zu Anreicherungen von Feinstaub in den Straßenschluchten und damit zu einer Überschreitung von Immissionsgrenzwerten. Dies belegen Messungen der Bundesanstalt für Straßenverkehrswesen (BAST) an Autobahnen mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 70.000 Fahrzeugen. In gut durchlüfteten Bereichen werden trotz dieses hohen Verkehrsaufkommens kaum $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 erreicht.

Am Rotenberg ist durch die starke Steigung mit einem erhöhten Ausstoß von Feinstaub durch die einzelnen Fahrzeuge zu rechnen. Das ungefähre Verkehrsaufkommen kann der Hessischen Verkehrsmengenkarte 2005 (siehe Abbildung 8) entnommen werden und liegt bei ca. 5.600 Fahrzeugen pro Tag, davon 3.700 von der K80 und 1.900 von der K72. Die sehr aufgelockerte Bebauung mit relativ niedrigen Häusern und viel Grün dazwischen lassen jedoch im Vergleich zu den innerstädtischen Straßenzügen eine ausreichende Durchlüftung zu, auch wenn vereinzelt der Eindruck einer starken Luftverschmutzung durch ggf. rußende Busse oder Lkw an den Steigungsstrecken entsteht. Bei den Bussen wird, wie in Maßnahme 7.3.1.1.2 dargestellt, die Erdgasflotte der Stadtwerke Marburg kontinuierlich weiter ausgebaut, was mittelfristig zu einer Verringerung der Schadstoffbelastung auch am Rotenberg führen wird.

Aufgrund der weitgehend geschlossene Bebauung in der Emil-von-Behring-Straße ist die Durchlüftungssituation zwar kritischer zu beurteilen, allerdings lag das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen auch in der Emil-von-Behring-Straße nach einer Zählung des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen im Jahr 2005 nur bei gut 5.600 Fahrzeugen (siehe Abbildung 8). Die Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung von Immissionsgrenzwerten ist daher eher gering.

An vielen Stellen in Hessen wäre eine genaue Kenntnis der Schadstoffkonzentrationen der Luft von Interesse. Die Kosten für die Anschaffung und den (jährlichen) Unterhalt einer stationären Luftmessstation betragen 200.000 bis 300.000 € (Anschaffung) sowie ca. 40.000 € Unterhalt. Die EU gibt eine bestimmte Anzahl von Luftmessstationen in Abhängigkeit von der Bevölkerungszahl vor. Hessen hat über ein Drittel mehr Stationen im Einsatz als EU-rechtlich vorgeschrieben. Kurzzeitige, orientierende Messungen sind nicht aussagekräftig, da die Immissionsgrenzwerte sich jeweils auf ein Kalenderjahr beziehen. Aufgrund der im Winterhalbjahr häufig auftretenden Inversionswetterlagen käme eine Hochrechnung von nur in diesem Zeitraum gemessenen PM10-Konzentrationen zu verfälschten Ergebnissen. Demgegenüber würde eine Messung im Sommerhalbjahr deutlich zu niedrige Werte erbringen, weshalb diese Werte nicht als Grundlage einer Maßnahmenplanung herangezogen werden können. Orientierung bieten hier Rechenmodelle, die anhand der Verkehrsdaten, der Bebauungssituation sowie des Verkehrsflusses Abschätzungen des Jahresmittelwertes ergeben. Diese Modellrechnungen sind auch EU-rechtlich als Ergänzung zu Messungen und in bestimmten Fällen auch zur alleinigen Beurteilung der Luftqualität in einem Bereich zulässig. Erfahrungen mit diesen Berechnungen zeigen, dass auch bei kritischen Bebauungssituationen doch ein gewisses Fahrzeugaufkommen vorhanden sein muss, um die Immissionsgrenzwerte zu erreichen bzw. zu überschreiten. Im Falle von einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen unterhalb von 10.000 Fahrzeugen ist nicht mit der Gefahr einer Überschreitung von Immissionsgrenzwerten zu rechnen. Die Aufstellung weiterer Messstationen erscheint daher zwar prinzipiell wünschenswert, aber nicht zwingend erforderlich.

5. Verbot von Laubsauger/-bläser

Die in Deutschland in Verkehr, d.h. in den Verkauf gebrachten Laubsauger bzw. -bläser entsprechen der EU-Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen, geändert durch Richtlinie vom 14. Dezember 2005 und in deutsches Recht umgesetzt in der 32. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. Ein generelles Verbot dieser Geräte ist nach den derzeit geltenden Rechtsvorschriften nicht möglich, dennoch gibt es Vorschriften zum korrekten Gebrauch.

Die Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung (32. BImSchV) enthält neben Regelungen, die das Inverkehrbringen von Laubbläsern und Laubsaugern betreffen, auch Betriebszeitbeschränkungen. Nach § 7 Abs. 1 Nr. 2 dieser Verordnung dürfen Laubbläser und Laubsauger in Wohngebieten ausschließlich werktags (einschließlich Samstag) in den Zeiten von 9.00 bis 13.00 und von 15.00 bis 17.00 Uhr betrieben werden. Wer die vorgeschriebenen Betriebszeiten nicht einhält, begeht eine Ordnungswidrigkeit und muss mit einem Bußgeldverfahren rechnen.

Die Belastung der Umwelt durch Lärm, Abgase und die Schädigung von Kleinstlebewesen durch den Gebrauch dieser Geräte ist nachgewiesen. Es hängt somit an jedem Einzelnen, ob er die Einsicht mitbringt, Falllaub durch Zusammenkehren mit einem Besen zu beseitigen oder ob die Bequemlichkeit siegt. Bei Beachtung der zulässigen Betriebszeiten ist ein Verbot dieser Geräte derzeit auf jeden Fall nicht möglich.

6. Bildung von Fahrgemeinschaften

Die Bildung von Fahrgemeinschaften könnte den motorisierten Individualverkehr deutlich entlasten; sie können aber nicht vorgeschrieben werden. Die Stadt Stuttgart hatte ursprünglich in ihrem Luftreinhalteplan eine Bevorzugung von Fahrzeugen, die mit drei und mehr Personen besetzt sind, auf mehrspurigen Straßen vorgesehen. Diese Maßnahme konnte jedoch nicht umgesetzt werden, da hierfür die Rechtsgrundlage fehlt.

Maßnahmen gegenüber Privatpersonen können nur auf einer bestehenden Rechtsgrundlage umgesetzt werden. Wie bei vielen anderen Maßnahmen auch, ist hier nur auf die Einsicht und die Bereitschaft des Einzelnen zu setzen, etwas für eine bessere Luftqualität zu tun. Dazu zählen neben der Bildung von Fahrgemeinschaften auch die Nutzung des ÖPNV oder der Verzicht auf Laubsauer oder -bläser.

7. Bau der Südvariante A 4

Für den Bau einer Querverbindung der A 4 Krombach/Olpe zum Hattenbacher Dreieck besteht **kein gesetzlicher Planungsauftrag**, da dieses Projekt nicht im Bundesverkehrswegeplan enthalten ist. Die Bundesregierung hat Ende 2007 auf der Grundlage einer Machbarkeitsstudie, die sowohl eine Nord- als auch eine an Marburg vorbeiführende Südvariante betrachtet hatte, die beiden Länder Hessen und Nordrhein-Westfalen mit „planerischen Vorüberlegung“ für die Umsetzung einer Nordvariante beauftragt. ***Der in der Machbarkeitsstudie ebenfalls untersuchte Südkorridor ist nicht mehr in der Betrachtung enthalten.*** Auch wenn für die Linienuntersuchungen entsprechende Untersuchungen (z.B. Umweltverträglichkeitsstudien) in Auftrag gegeben wurden, bedeutet dies keine kurz- bis mittelfristige Umsetzung der geplanten Trasse. Eine Aufnahme der Planung in den Bundesverkehrswegeplan kann erst ab 2015 erfolgen, da die Laufzeit des derzeit geltenden Bundesverkehrswegeplans bis zum Jahr 2015 geht.

8. Parkplatzsituation

Im Gegensatz zu vielen anderen Städten ist das bestehende Parkraumangebot in der Marburger Innenstadt noch relativ hoch. Das zeigt sich auch daran, dass z.B. manche der Parkhäuser wie das Parkhaus Oberstadt nur eine schlechte Ausnutzung haben. Insofern ist der Verzicht auf die Ausweisung neuer Parkplätze, mit Ausnahme von Park&Ride-Parkplätzen, kein zusätzlicher Parksuchverkehr verbunden. Eine übersichtliche und deutliche Ausweisung der jeweils vorhandenen Parkplätze dient der Verringerung von Lärm- und Abgasbelastung, ohne die Attraktivität der Marburger Innenstadt für Einkäufer oder Besucher zu verringern. Die Parkraumbewirtschaftung (Parkhäuser, Parkuhren etc.) kommen genau dieser Klientel zugute, wobei Dauerparker (Beschäftigte) zur Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel bewogen werden sollen.

Der Verkehr soll effizient und zugleich stadt- und umweltverträglicher organisiert werden. Das Parkraumangebot steht dabei immer in Flächenkonkurrenz zu den anderen Nutzungen des Straßenraums wie Fußgänger- und Radverkehr, Öffentlicher Personennahverkehr oder Wirtschaftsverkehr und es konkurriert mit Flächenansprüchen für Freiraum und Grün sowie nicht zuletzt mit der Aufenthalts- und Gestaltungsqualität des öffentlichen Raumes. Eine Umwidmung der Parkplätze am Lahnufer als Naherholungsgebiet steigert die Attraktivität der Stadt und liegt damit mindestens ebenso im öffentlichen Interesse wie freier Parkraum.

9. Ausbau des Radwegenetzes

Der Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club (ADFC) hat einen umfassenden Aus- und Neubau von Radverkehrsanlagen in und um Marburg gefordert. Diese Forderung unterstützt die Stadt Marburg uneingeschränkt. Die Forderung nach einer Bereitstellung entsprechender Haushaltsmittel kann in dieser Form jedoch nicht zugesagt werden.

Die Bearbeitung dieser Thematik erfolgt in Marburg in einem Beirat, dem neben dem ADFC und dem Bauamt der Stadt auch andere Verkehrsverbände und Organisationen anhängen. Nach entsprechenden Gremienbeschlüssen findet eine Umsetzung der Projekte statt.

In den Maßnahmenplan wurde daher der Aus- und Neubau des Radwegenetzes aufgenommen, wobei über die Priorisierung der einzelnen Projekte und die konkrete Umsetzung das entsprechende Gremium bestimmt.

10. Marburger Solarsatzung

Nachdem ernst zu nehmende rechtliche Bedenken gegenüber der Marburger Solarsatzung bekannt wurden, musste die Umsetzung der Satzung aus dem Maßnahmenplan gestrichen werden.

Prinzipiell dient die Nutzung regenerativer Energieträger der Luftreinhaltung, da sie ganz wesentlich dazu beiträgt die Emissionen durch Verbrennung fossiler Brennstoffe zu reduzieren. Da die Maßnahmen eines Luftreinhalte- oder Aktionsplans für die jeweils zuständigen Behörden verpflichtend sind, diese Maßnahme jedoch ggf. rechtswidrig ist, konnte sie nicht weiter aufrechterhalten werden. Sollte sich jedoch die Rechtmäßigkeit der Satzung bestätigen und sie auch umgesetzt werden, ist mit einer weiteren Reduzierung der Luftschadstoffbelastung in Marburg zu rechnen.

11. Umstellung der Busse auf Erdgasbetrieb

Der geforderten Umstellung der Busse auf Erdgasantrieb wurde und wird entsprochen. Die Stadt Marburg verfügt über die größte Flotte an Erdgasbussen in Hessen und will diese auch weiter ausbauen (siehe Maßnahme 7.3.1.1.2).

HESSEN



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

Abteilung II

Referat II 7
Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden