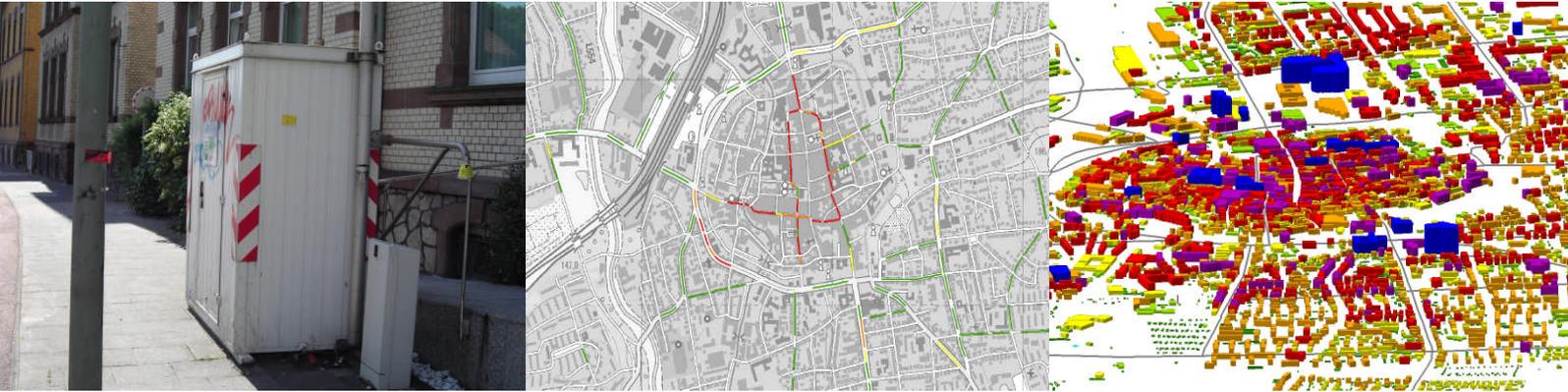




Staatliches Gewerbeaufsichtsamt  
Hildesheim



## Modellgestützte Voruntersuchungen zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung

Göttingen

09/2011

Zentrale Unterstützungsstelle ZUS LLG  
Dezernat 41



Niedersachsen

Herausgeber:



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim

Zentrale Unterstützungsstelle – Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe – Dez. 41 –  
Goslarsche Straße 3, 31134 Hildesheim

Auftraggeber:

Land Niedersachsen

Vertreten durch



Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz

Referat 34 – Gebiets – und verkehrsbezogene Luftreinhaltung, Schutz vor Lärm  
und sonstigen physikalischen Einwirkungen

Archivstraße 2, 30169 Hannover

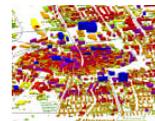
Titelbilder:



*Verkehrsmessstation in der  
Bürgerstraße, Göttingen*



*NO<sub>2</sub>-Hotspots, Göttingen*



*3D-Gebäudemodell, Göttingen*

Karten- und Bildmaterial:

Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen  
Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 Landesamt für  
Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN)



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehensweise der Untersuchung</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Aufbau der Emissionsdatenbasis</b> .....	<b>7</b>
3.1	Emissionen des Straßenverkehrs .....	7
3.1.1	Hauptstraßennetz.....	7
3.1.2	Nebenstraßennetz.....	11
3.1.3	Flottenzusammensetzung .....	11
3.2	Emissionen des Hausbrands .....	13
3.2.1	Vorgehensweise.....	13
3.2.2	Berechnung der Emissionen .....	15
3.2.3	Plausibilisierung der Ergebnisse.....	16
3.2.4	Umlegung der Emissionen auf Rasterzellen .....	18
3.3	Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen .....	20
3.3.1	Punkt- und Flächenquellen.....	20
3.4	Emissionsbilanz.....	21
<b>4</b>	<b>Meteorologie</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Berechnung der Gesamtbelastung</b> .....	<b>23</b>
5.1	Bildung von IMMIS <sup>luft</sup> -Abschnitten .....	23
5.2	Abgeleitete Kennwerte für NO <sub>2</sub> und PM <sub>10</sub> .....	24
<b>6</b>	<b>Analyse der Immissionsbelastung in den IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitten</b> .....	<b>26</b>
6.1	Bestimmung der Vorbelastung.....	26
6.1.1	Abschätzung des regionalen Hintergrundes 2010 und 2015.....	26
6.1.2	Berechnung des urbanen Hintergrundes 2010 und 2015.....	26
6.2	Ergebnisse des Screenings - Immissionsbelastung in den IMMIS <sup>luft</sup> -Abschnitten .....	27
6.3	Bewertung der Immissionsbelastung in den IMMIS <sup>luft</sup> -Abschnitten .....	30
6.4	Vergleich mit den Messdaten.....	31
6.5	Verursacheranalyse.....	32
6.6	Zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der NO <sub>2</sub> -Belastung .....	34
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>Liste der Belastungsschwerpunkte</b> .....	<b>39</b>



## **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung .....	6
Abbildung 3-1: Haupt- und Nebenstraßennetz in Göttingen .....	8
Abbildung 3-2: Tagesganglinien des Verkehrs zur Bestimmung der LOS-Anteile.....	10
Abbildung 3-3: PKW-Flottenzusammensetzung in Göttingen im Vergleich zur HBEFA- Zusammensetzung in den Bezugsjahren 2010 und 2015 .....	12
Abbildung 3-4: Bus-Flottenzusammensetzung in Göttingen in den Bezugsjahren 2010 und 2015 .....	12
Abbildung 3-5: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand .....	13
Abbildung 3-6: Datengrundlage zur Hausbrandberechnung (Beispiel), aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Festbrennstoffe, Pellets und Kohle.....	14
Abbildung 3-7: Anteile von PM <sub>10</sub> und NO <sub>x</sub> an den einzelnen Brennstoffarten .....	16
Abbildung 3-8: Verteilung der NO <sub>x</sub> -Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Göttingen .....	19
Abbildung 3-9: Verteilung der PM <sub>10</sub> -Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Göttingen .....	19
Abbildung 3-10: Industrielle PM <sub>10</sub> - und NO <sub>x</sub> -Quellen in Göttingen.....	20
Abbildung 3-11: Emissionsanteile PM <sub>10</sub> , 2010.....	21
Abbildung 3-12: Emissionsanteile NO <sub>x</sub> , 2010.....	21
Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Ausbreitungsklassen für die Statistik Göttingen, 1983 - 1992 .....	22
Abbildung 5-1: IMMIS <sup>luft</sup> -Abschnitte in einem Ausschnitt von Göttingen .....	23
Abbildung 5-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO <sub>2</sub> aus NO <sub>x</sub> nach dem veröffentlichten Ansatz nach Romberg et al., dem unveröffentlichten Ansatz nach Romberg et al. wie er in IMMIS <sup>luft</sup> implementiert ist und dem Ansatz der IVU.....	24
Abbildung 5-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM <sub>10</sub> und der Anzahl Tage mit einem PM <sub>10</sub> -Tagesmittelwert über 50 µg/m <sup>3</sup> .....	25
Abbildung 6-1: Jahresmittelwert PM <sub>10</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Göttingen, 2010.....	28
Abbildung 6-2: Jahresmittelwert NO <sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Göttingen, 2010 .....	28
Abbildung 6-3: Jahresmittelwert NO <sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Göttingen, 2015 .....	29
Abbildung 6-4: Lage der IMMIS <sup>luft</sup> -Abschnitte und der Verkehrsmessstation in der Bürgerstraße .....	31
Abbildung 6-5: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den PM <sub>10</sub> - Immissionen in der Bürgerstraße, 2010.....	33
Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Bürgerstraße nach Verursachern (PM <sub>10</sub> ), 2010 .....	33
Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den NO <sub>x</sub> - Immissionen in der Bürgerstraße, 2010.....	33
Abbildung 6-8: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Bürgerstraße nach Verursachern (NO <sub>x</sub> ), 2010 .....	33
Abbildung 6-9: Jahresmittelwert NO <sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Göttingen, 2015 mit zusätzlichem Maßnahmenzenario .....	34



## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1: Kapazitätsauslastungsgrade.....	8
Tabelle 3-2: Verkehrssituationen gemäß HBEFA.....	9
Tabelle 3-3: Stündliche Kapazitäten pro Fahrspur nach Verkehrssituationen.....	9
Tabelle 3-4: Gerätebezogener Endenergieverbrauch (gEEV) für Göttingen; Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [GJ] .....	15
Tabelle 3-5: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO <sub>x</sub> und PM <sub>10</sub> , aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [kg].....	15
Tabelle 3-6: Emissionsaufkommen für NO <sub>x</sub> und PM <sub>10</sub> [t/a] und [kg/(Einwohner*a)] für verschiedene Städte und die Bundesrepublik Deutschland.....	17
Tabelle 3-7: Einwohnerbezogener Endenergieverbrauch des Landes Niedersachsen für die Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher in [GigaJoule/Einwohner] im Vergleich zur Stadt Göttingen .....	18
Tabelle 3-8: Emissionsmengen NO <sub>x</sub> und PM <sub>10</sub> in kg/a, Analyse 2010 und Prognose 2015 .....	21
Tabelle 6-1: Abschätzung des regionalen Hintergrundes als Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup> , Bezugsjahr 2010 und 2015 .....	26
Tabelle 6-2: Übersicht der Legendendarstellung in den Karten für PM <sub>10</sub> und NO <sub>2</sub> .....	27
Tabelle 6-3: Anzahl und Gesamtlänge der Straßenabschnitte nach Überschreitungswahrscheinlichkeit .....	30
Tabelle 6-4: Vergleich der modellierten und gemessenen Konzentrationen im Abschnitt Bürgerstraße (ID 4154) mit Angabe des Grenzwertes für das Bezugsjahr 2010.....	31
Tabelle 6-5: Quellgruppenanteile an den Immissionen in der Bürgerstraße, 2010.....	32
Tabelle 9-1: Analyse 2010: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO <sub>2</sub> ab 33 µg/m <sup>3</sup> .....	39
Tabelle 9-2: Prognose 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO <sub>2</sub> ab 33 µg/m <sup>3</sup> .....	43
Tabelle 9-3: Maßnahmenzenario 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO <sub>2</sub> ab 33 µg/m <sup>3</sup> .....	45



## 1 Einleitung

Die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa vom 21. Mai 2008 [9] wurde am 11. Juni 2008 im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht. Mit dieser Richtlinie wurden die bisherige Rahmenrichtlinie zur Luftqualität 96/62/EG [7] und die dazugehörigen Tochterrichtlinien 1999/30/EG [8], 2000/69/EG und 2002/3/EG zusammengefasst. Die EU-Richtlinie 2008/50/EG wurde durch in Kraft treten der 39. BImSchV am 06.08.2010 in nationales Recht umgesetzt.

Das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim - Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe (ZUS LLG) - ist zuständig für die Ermittlung der Luftschadstoffbelastungen nach der EU-Richtlinie 2008/50/EG. Bei Überschreitung der vorgegebenen Grenzwerte fordert die EU die Aufstellung von langfristigen, verursacherbezogenen Maßnahmen zur nachhaltigen Verbesserung der Luftqualität im Rahmen eines Luftreinhalteplanes. Für diese Maßnahmenplanungen ist in Niedersachsen die jeweilige Kommune zuständig. Mit der neuen Luftqualitätsrichtlinie erhalten die betroffenen Kommunen die Möglichkeit, die Fristen zur Einhaltung von Grenzwerten zu verlängern. Die Fristverlängerung für Stickstoffdioxid ist bis Ende des Jahres 2014 möglich (§ 21 Abs. 3 der 39. BImSchV).

Für das Stadtgebiet Göttingen wurde von der ZUS LLG die Immissionsbelastung untersucht. Die in diesem Rahmen ermittelten Belastungen zu PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> im innerstädtischen Hauptstraßennetz<sup>1</sup> wurden mit dem Programm IMMIS<sup>luft</sup> berechnet. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stellen eine Grundlage für Minderungsmaßnahmen und für weitere Überlegungen zur Umsetzung entsprechend der Richtlinie zur Luftqualität dar.

Es wurde eine Analyse für das Bezugsjahr 2010 durchgeführt und mit den Messwerten des Lufthygienischen Überwachungssystems Niedersachsen (LÜN) von 2010 verglichen. Zusätzlich wurde die Untersuchung um eine Berechnung für das Bezugsjahr 2015 ergänzt.

---

<sup>1</sup> Das Hauptstraßennetz beinhaltet im Sinne der Modellrechnung Straßen zu denen detaillierte Informationen zum Verkehr und zur Straßensituation vorliegen, sogenannte Hauptstraßen. Alle weiteren Straßen im Stadtgebiet werden in den Berechnungen zum Nebenstraßennetz durch pauschale Ansätze berücksichtigt.



## 2 Vorgehensweise der Untersuchung

Mit Hilfe von Ausbreitungsmodellen wie dem Programmsystem IMMIS können Prognosen der Schadstoffbelastungen in Gebieten erstellt werden, an denen nicht gemessen wird. Dazu ist es notwendig, ein möglichst genaues Abbild der Emissionsstruktur zu haben.

Die Gesamtbelastung in einem Straßenraum setzt sich zusammen aus der lokalen Luftschadstoffbelastung (Zusatzbelastung), dem urbanen und dem regionalen Hintergrund. Der urbane Hintergrund wiederum wird unter anderem bestimmt durch Emissionen des Straßenverkehrs, industrieller und gewerblicher Quellen und des Hausbrands. In einem zweistufigen Prozess wird zunächst mit dem Modell IMMIS<sup>net</sup> [25] die urbane Hintergrundbelastung als Überdachkonzentration an der Untersuchungsstelle bestimmt (siehe Abbildung 2-1). Mit dem Modell IMMIS<sup>luft</sup> [2] wird anschließend die Zusatzbelastung im Straßenraum ermittelt. Aus der Summe der beiden Werte und dem regionalen Hintergrund ist dann die Gesamtbelastung im Straßenraum zu bestimmen.

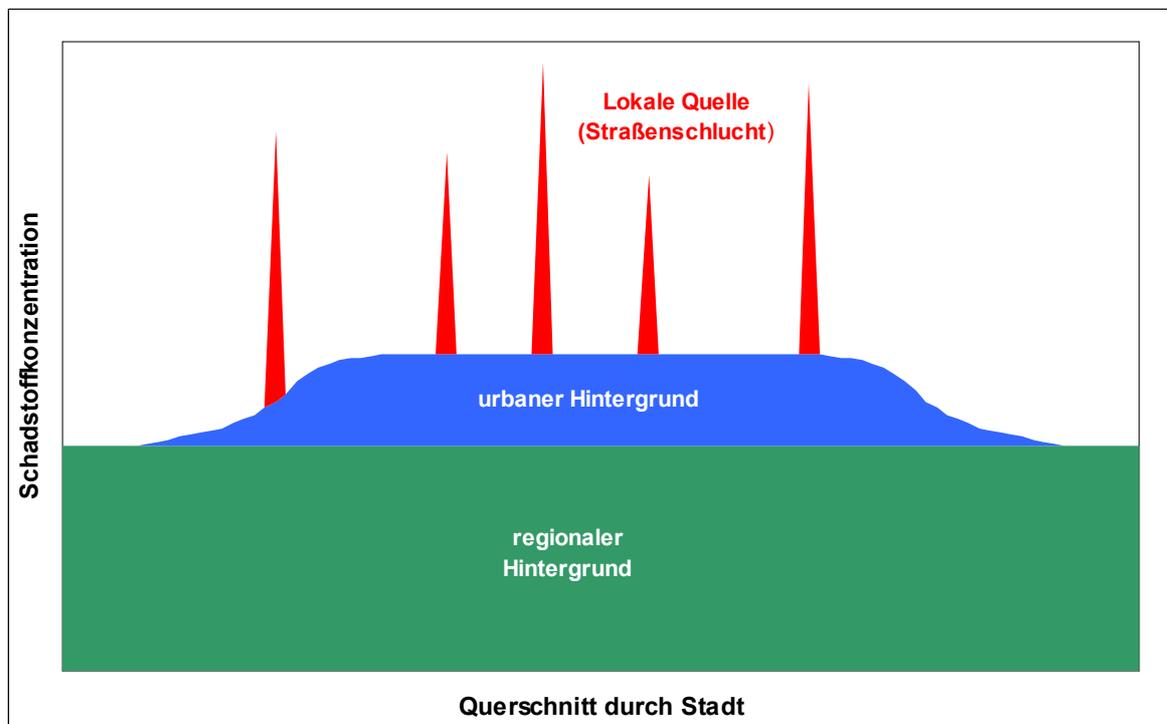


Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung

Zur Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs wurde das Modell IMMIS<sup>em</sup> [2], das auf dem „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 3.1“ (HBEFA 3.1) des Umweltbundesamts [15] basiert, eingesetzt. Mit diesem Modell wurden die Straßenverkehrsemissionen unter zusätzlicher Berücksichtigung von nicht motorbedingten PM<sub>10</sub>-Emissionen gemäß DÜRING ET AL. [5] und FRIEDRICH [13] berechnet.

Die für eine Ausbreitungsmodellierung erforderlichen meteorologischen Daten mit Angaben zu Ausbreitungsklassen wurden einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) für Göttingen entnommen (Deutscher Wetterdienst, DWD).



### 3 Aufbau der Emissionsdatenbasis

Die Emissionsdatenbasis als Grundlage der Ausbreitungsrechnungen wurde nach Quellarten getrennt wie folgt aufgebaut:

- Straßenverkehr getrennt nach Haupt- und Nebenstraßennetz auf der Basis von Aktivitätsdaten und dem Emissionsmodell IMMIS<sup>em</sup> (siehe Kapitel 2)
- Hausbrand auf der Basis gebäudescharfer Feuerstätteninformationen des Landesinnungsverbandes der Schornsteinfeger (LIV) in Verbindung mit Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes (UBA)
- Genehmigungsbedürftige Anlagen als Auszug der entsprechenden Datenbank des Landes Niedersachsen (BUBE<sup>2</sup>)

#### 3.1 Emissionen des Straßenverkehrs

##### 3.1.1 Hauptstraßennetz

Die Berechnung der Emissionen im Hauptstraßennetz (s. Abbildung 3-1) für das Bezugsjahr 2010 basiert u.a. auf Informationen zur Verkehrsbelastung als durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV<sup>3</sup>), mit dem jeweiligem Anteil der schweren LKW<sup>4</sup>, dem Anteil der leichten LKW<sup>5</sup> und der Busse am DTV. Der Anteil der Krafträder wurde netzweit auf 0,5 % gesetzt. Für das Bezugsjahr 2015 wurden die Verkehrsbelastungen des Jahres 2010 verwendet.

Die Zusammensetzung der verwendeten Flotten ist in Abschnitt 3.1.3 beschrieben.

Zur Ermittlung der Emissionen wurden die einzelnen Straßenabschnitte folgendermaßen klassifiziert:

- Verkehrssituation zur Beschreibung der Verkehrsdynamik gemäß Tabelle 3-2
- Kaltstartverhalten<sup>6</sup> getrennt nach der Funktion der Straße (TYP\_LAGE)
  - commercial
  - residential
  - radial
  - none
- Steigung der Straße (lt. IMMIS<sup>em/luft</sup>-Handbuch, Werte bis maximal 6 %)
- Einbahnstraßen

---

*2 Betriebliche Umweltdatenberichterstattung*

*3 Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [Kfz/d]*

*4 Schwere LKW > 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht*

*5 Leichte Nutzfahrzeuge ≤ 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht*

*6 Der Start eines kalten Motors verursacht höhere Emissionen als der Start eines bereits warmen Motors. Auf den genannten Straßen ist der Anteil der kalt gestarteten Fahrzeuge unterschiedlich hoch.*

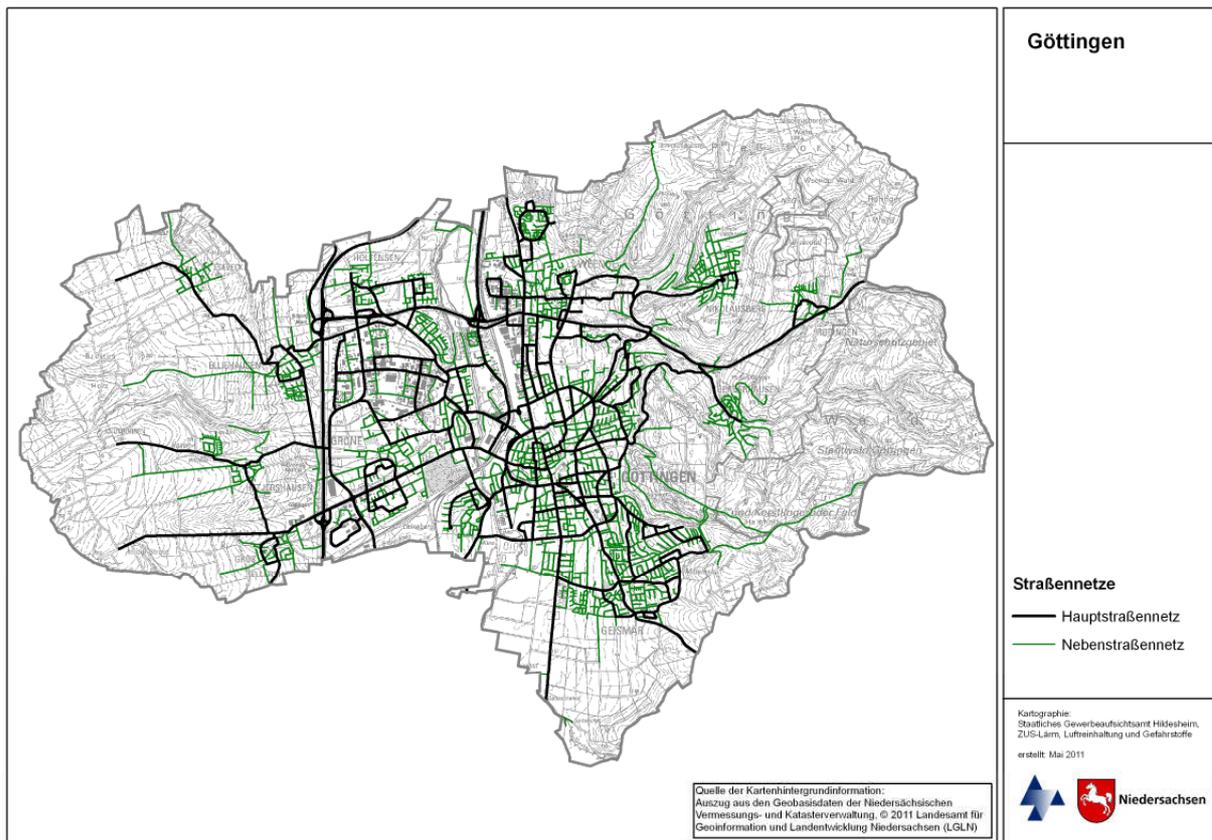


Abbildung 3-1: Haupt- und Nebenstraßennetz in Göttingen

Tabelle 3-1: Kapazitätsauslastungsgrade [2]

Variante	LOS2	LOS3	LOS4
AB	0,55	0,9	1
IO	0,15	0,8	1
AO	0,4	0,8	1

#### Level of Service (LOS-Anteile)

- berechnet über
  - DTV
  - Anzahl der Fahrspuren
  - Kapazitätsauslastungsgrade (TYP\_KAP) gemäß Tabelle 3-1
  - Kapazitäten nach Verkehrssituation gemäß Tabelle 3-3
  - Ganglinien (TYP\_GANG) nach Abbildung 3-2
- oder von der Stadt Göttingen auf Grund von Erhebungen festgelegt (< 1 % der Straßenobjekte)



**Tabelle 3-2: Verkehrssituationen gemäß HBEFA [2]**

AREA Engl.	AREA deutsch	TS_ AREA	Straßentyp Englisch	Straßentyp Deutsch	TS_RT	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130
Rural	ländlich	0	Motorway-Nat	Autobahn	6						3	3	3	3	3	3	3
Rural	ländlich	0	Semi-Motorway	Semi-Autobahn	7							3		3			
Rural	ländlich	0	TrunkRoad/Primary-Nat	Fern-, Bundesstr.	9				1	2	2	2	2	2			
Rural	ländlich	0	Distributor /Secondary	Hauptverkehrsstr.	1			1	1	2	2	2	2				
Rural	ländlich	0	Distributor / Secondary (sin.)	Hauptverkehrsstr., kurvig	2			1	1	2	2	2	2				
Rural	ländlich	0	Local/Collector	Sammelstr.	3			1	1	2	2						
Rural	ländlich	0	Local/Collector (sin.)	Sammelstr., kurvig	4			1	1	2	2						
Rural	ländlich	0	Access-residential	Erschließungsstr.	0	1	1	1									
Urban	Agglomeration	1	Motorway-Nat	Autobahn	6						3	3	3	3	3	3	
Urban	Agglomeration	1	Motorway-City	Stadtautobahn	5				1	1	1	1	1	1			
Urban	Agglomeration	1	TrunkRoad/Primary-Nat	Fern-, Bundesstr.	9					1	2	2	2	2			
Urban	Agglomeration	1	TrunkRoad/Primary-City	Magistrale / Ringstr.	8			1	1	1	2	2					
Urban	Agglomeration	1	Distributor / secondary	Hauptverkehrsstr.	1			1	1	1	2						
Urban	Agglomeration	1	Local/Collector	Sammelstr.	3			1	1								
Urban	Agglomeration	1	Access-residential	Erschließungsstr.	0	1	1	1									

**Tabelle 3-3: Stündliche Kapazitäten pro Fahrspur nach Verkehrssituationen [2]**

Gebiet	Straßentyp	Kapazitäten
Ländlich	Autobahn	1800
Ländlich	Semi-Autobahn	1100
Ländlich	Fern-, Bundesstraße	1200
Ländlich	Hauptverkehrsstraße kurvig	1000
Ländlich	Hauptverkehrsstraße	1200
Ländlich	Sammelstraße kurvig	650
Ländlich	Sammelstraße	700
Ländlich	Erschließungsstraße	600
Agglomeration	Autobahn	1900
Agglomeration	Stadtautobahn	1600
Agglomeration	Fern-, Bundesstraße	1200
Agglomeration	Städt. Magistrale/Ringstraße	800
Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	800
Agglomeration	Sammelstraße	700
Agglomeration	Erschließungsstraße	600

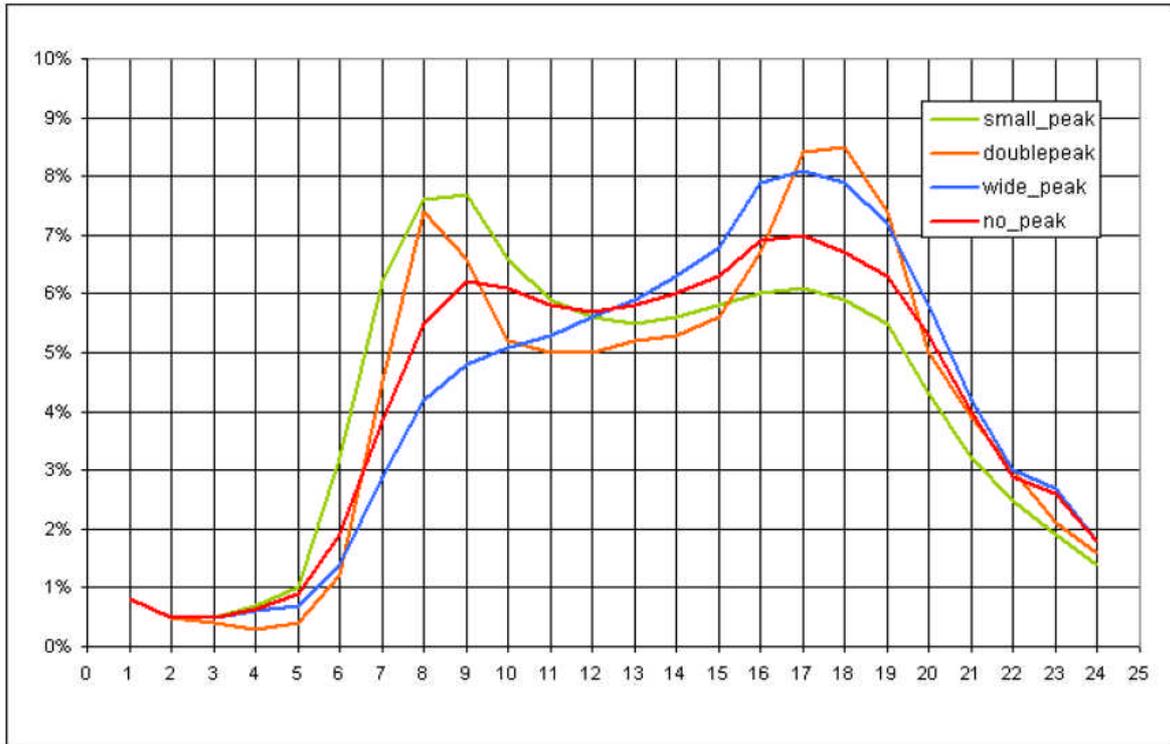


Abbildung 3-2: Tagesganglinien des Verkehrs zur Bestimmung der LOS-Anteile [2]

Die resultierende Gesamtfahrleistung für das Hauptstraßennetz beträgt im Bezugsjahr 2010 rund 2,59 Mio. km/Tag. Aus der Fahrleistung und den spezifischen Emissionen ergeben sich für das Stadtgebiet im Bezugsjahr 2010 absolute Emissionen des Hauptstraßennetzes für NO<sub>x</sub> von ca. 730 t/a und für PM<sub>10</sub> von ca. 71 t/a.

Im Bezugsjahr 2015 ergeben sich im Hauptstraßennetz Emissionen von 495 t/a NO<sub>x</sub> und 58 t/a PM<sub>10</sub>.



### 3.1.2 Nebenstraßennetz

Die Berechnung der Emissionen im Nebenstraßennetz basieren entsprechend des Hauptstraßennetzes auf Informationen zur Verkehrsbelastung als durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV). Die Nebenstraßen im Stadtgebiet von Göttingen wurden mit DTV-Werten von 100 – 8.000 Kfz/Tag (Ø 515 Kfz/Tag) berücksichtigt. Damit ergibt sich eine Fahrleistung im Nebenstraßennetz von ca. 188.000 km/Tag, was rund 7 % der Fahrleistung des gesamten Straßennetzes entspricht.

Den Straßen des Nebennetzes wurde als Verkehrssituation „Erschließungsstraße im Ballungsraum“ mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h und der Lage „residential“ zugewiesen. Als Ganglinie wurde für die Straßen des Nebennetzes „wide\_peak“ festgelegt und die Auslastungsgrade für innerörtliche Straßen (IO) ausgewählt. Die LOS-Anteile wurden gemäß Kapitel 3.1.1 berechnet. Die unbekannte Zusammensetzung der Kfz-Flotte wurde aus vergleichbaren Studien mit den folgenden Werten angesetzt:

- Anteil schwere LKW am DTV: 1,0 %
- Anteil Krafträder am DTV: 2,6 %
- Anteil Busse am DTV: 0,7 %
- Anteil leichte Nutzfahrzeuge am PKW-Verkehr: 2,4 %

Diese Parametrisierung liefert im Bezugsjahr 2010 im Nebenstraßennetz Emissionen in Höhe von 53 t/a für NO<sub>x</sub> und ca. 5 t/a für PM<sub>10</sub>. Im Bezugsjahr 2015 vermindern sich die Emissionen im Nebenstraßennetz bei NO<sub>x</sub> auf ca. 37 t/a und bei PM<sub>10</sub> auf ca. 4 t/a.

### 3.1.3 Flottenzusammensetzung

Für das Bezugsjahr 2009 lag die PKW-Flottenzusammensetzung von Göttingen des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) vor. Auf Basis dieser Flottenzusammensetzung wurden die PKW-Flotte für die Bezugsjahre 2010 und 2015 mit der nach HBEFA 3.1 zu erwartenden Entwicklung abgeschätzt (Abbildung 3-3).

Die Bus-Flottenzusammensetzungen für die Bezugsjahre 2010 und 2015 wurden von den Verkehrsbetrieben abgefragt und in die Flottendateien eingearbeitet (Abbildung 3-4).

Die Zusammensetzung der anderen Fahrzeugkategorien wurde nach HBEFA 3.1 verwendet.

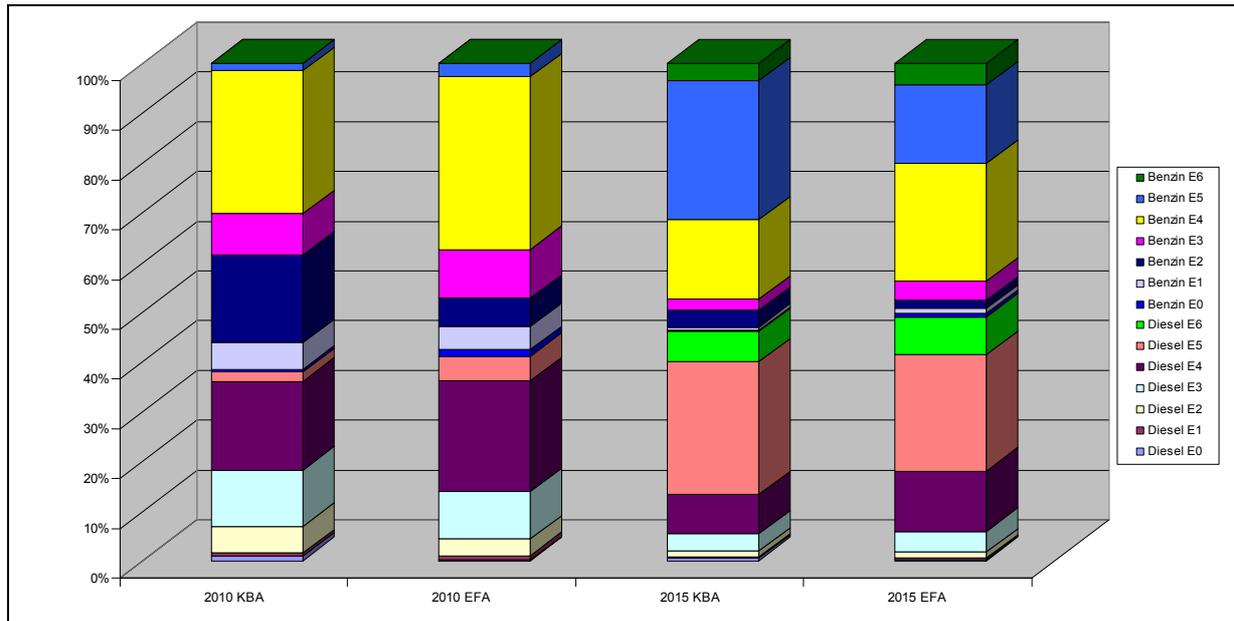


Abbildung 3-3: PKW-Flottenzusammensetzung in Göttingen im Vergleich zur HBEFA-Zusammensetzung in den Bezugsjahren 2010 und 2015

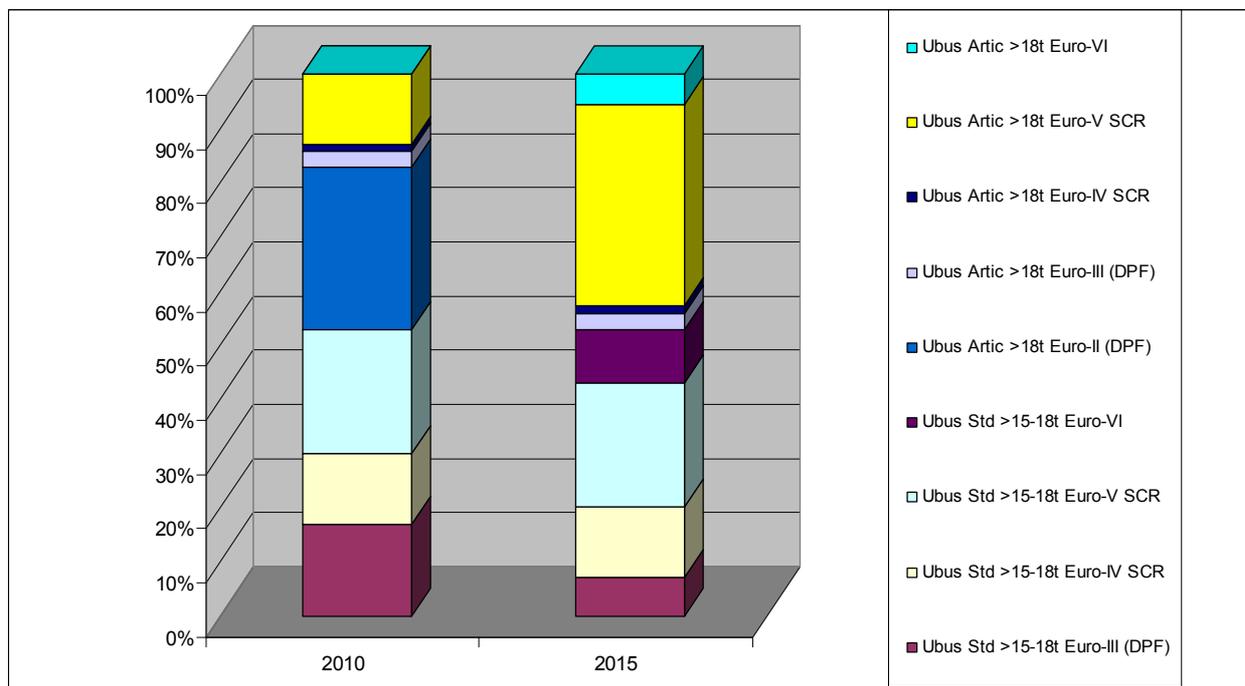


Abbildung 3-4: Bus-Flottenzusammensetzung in Göttingen in den Bezugsjahren 2010 und 2015<sup>7</sup>

<sup>7</sup> 7 Bezeichnungen lt. HBEFA 3.1



## 3.2 Emissionen des Hausbrands

### 3.2.1 Vorgehensweise

Hausbrand bezeichnet die Quellengruppe der nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen und umfasst die emissionsrelevanten Anlagen der öffentlichen und privaten Haushalte (Heizung und Warmwasserbereitung) und die nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen im gewerblichen Bereich (Heizung und Prozesswärme). Die emissionsrelevanten Anlagen der öffentlichen und privaten Haushalte werden als Sektor Haushalte (HH) und die nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen im gewerblichen Bereich als Sektor Kleinverbraucher (KV) zusammengefasst.

Zur Bestimmung der Emissionen des Hausbrands existieren bereits verschiedene Ansätze, z.B. [12], [21], [22], [23], [35]. Die hier gewählte Methodik beruht auf den Arbeiten von STRUSCHKA ET. AL. [34]. Dabei wurde das Emissionsaufkommen ausgehend von gebäudebezogenen Eckdaten des Landesinnungsverbandes der Schornsteinfeger (LIV) in Verbindung mit statistisch ermittelten Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes [34] berechnet.

Für Göttingen lagen gebäudescharfe Informationen aufgeschlüsselt nach Feuerstättenart, Brennstoff und Nennwärmeleistung der Feuerstätte vor. Darüber hinaus konnte auf Informationen zur Fernwärmeversorgung zurückgegriffen werden. Die Vorgehensweise bei der Bestimmung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand ist in Abbildung 3-5 zusammengefasst.

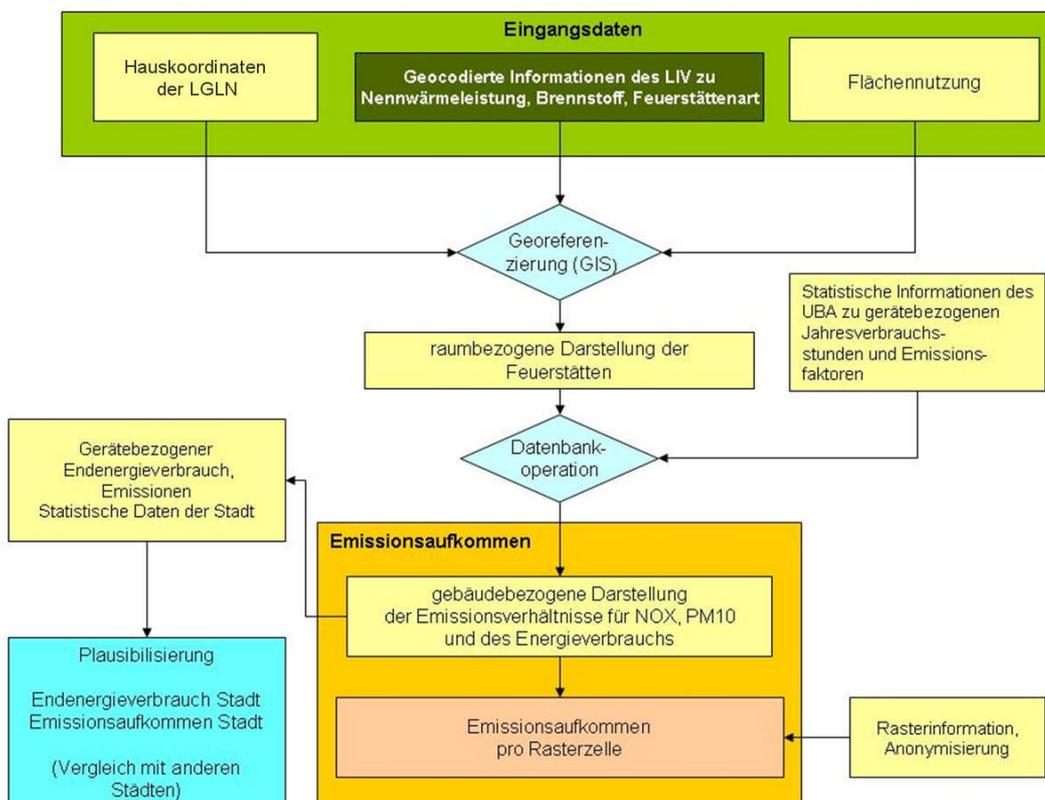


Abbildung 3-5: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand



Als Eingangsdaten zur Berechnung des Hausbrands für die Stadt Göttingen wurden folgende Daten des LIV verwendet:

- Informationen zu den Feuerstätten pro Gebäude für das Bezugsjahr 2010, differenziert nach Feuerstättenart, Nennwärmeleistung und verwendetem Brennstoff (Öl, Gas, Festbrennstoffe, Pellets; s. Abbildung 3-6)
- Gebäudedaten, u. a. Gebäudemodell und ALK (Automatisierte Liegenschaftskarte, klassifiziert nach Haushalten, Gewerbe und Mischgebieten)
- Hauskoordinatendatei des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN)
- Flächennutzungsplan

Für jedes Gebäude waren somit folgende Informationen vorhanden bzw. konnten berechnet werden: Lage, Nutzung, mittlere Gebäudehöhe, Grundfläche und Volumen.



**Abbildung 3-6: Datengrundlage zur Hausbrandberechnung (Beispiel), aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Festbrennstoffe, Pellets und Kohle**



### 3.2.2 Berechnung der Emissionen

Die Basis der Emissionsberechnung sind die Daten des Landesinnungsverbandes der Schornsteinfeger. Von den in den ‚Kehrbüchern‘ aufgezeichneten Daten wurden Informationen zu den Feuerstättenarten, zum verwendeten Brennstoff und zur Nennwärmeleistung verwendet. Diese Informationen wurden georeferenziert und lagebezogen im GIS<sup>8</sup> dargestellt.

Für Teilbereiche der Stadt lagen keine LIV-Daten vor. An diesen Fehlstellen ist das mittlere zu beheizende Gebäudevolumen bekannt. Aus den vorhandenen Emissionen wurde pro Schadstoffkomponente ein Emissionsfaktor (Emission/m<sup>3</sup>) ermittelt und auf die fehlenden Gebäude übertragen.

Die Feuerstätteninformationen des LIV wurden mit vom UBA für Deutschland ermittelten mittleren Emissionsfaktoren und Jahresverbrauchsstunden kombiniert.

Zur Bestimmung des Emissionsaufkommens wurden die gerätebezogenen Endenergieverbräuche (Tabelle 3-4) mit den gerätebezogenen Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub> [34] multipliziert. Tabelle 3-5 zeigt eine Übersicht des gerätebezogenen Emissionsaufkommens in [kg], aufgliedert nach Haushalten (HH) und Kleinverbrauchern (KV; alle Angaben gerundet).

**Tabelle 3-4: Gerätebezogener Endenergieverbrauch (gEEV) für Göttingen; Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [GJ], Darstellung von gerundeten Angaben<sup>9</sup>**

gEEV		Gas	Fest- brennstoff	Oel	Pellets	Summe
	<b>Haushalte</b>	3.190	90	490	1	3.770
	<b>Kleinverbraucher</b>	1.570	23	514	3	2.110

**Tabelle 3-5: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub>, aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [kg], Darstellung von gerundeten Angaben<sup>9</sup>**

PM <sub>10</sub>		Gas	Fest- brennstoff	Oel	Pellets	Summe
	<b>Haushalte</b>	96	10.449	416	43	11.003
	<b>Kleinverbraucher</b>	49	2.096	710	108	2.963
NO <sub>x</sub>		Gas	Fest- brennstoff	Oel	Pellets	Summe
	<b>Haushalte</b>	71.310	6.782	20.508	140	98.741
	<b>Kleinverbraucher</b>	38.948	2.148	22.511	332	63.939

<sup>8</sup> Geo-Informationssystem

<sup>9</sup> Die Berechnungen erfolgten nicht mit gerundeten Zahlen, weshalb sich bei Addition von in der Tabelle aufgerundet dargestellten Angaben geringe Abweichungen ergeben können.



Eine sektorale Betrachtung der Anteile der einzelnen Brennstoffe an den Emissionskomponenten PM<sub>10</sub> und NO<sub>x</sub> stellt Abbildung 3-7 dar. Die unterschiedliche Herkunft der Komponenten ist auffällig. Während die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Hausbrands zu etwa 70 % (110,3 t) aus dem Verbrennen von Gasen und zu 45 % vom Öl herrühren, stammen ca. 90 % der PM<sub>10</sub>-Emission (12,5 t) aus der Festbrennstoffeuerung. Es wurde angenommen, dass diese vollständig aus Holzbrand besteht, da eine Differenzierung nach Holz und Kohle aufgrund der nicht ausreichenden Datenlage nicht möglich war und der Kohleanteil i. A. nur einen verschwindend kleinen Anteil am Hausbrand hat.

Auffällig ist auch der vergleichsweise hohe Anteil an Öl an der NO<sub>x</sub>-Emission (ca. 25%, vergl. Abbildung 3-7).

Es ist zu beachten, dass beim Screening ausschließlich Jahresmittelwerte verwendet werden. Das bedeutet, dass im Hausbrandbereich eine temporäre Unterschätzung der wirklichen Situation in Zeiten hoher Heizaktivität akzeptiert werden muss.

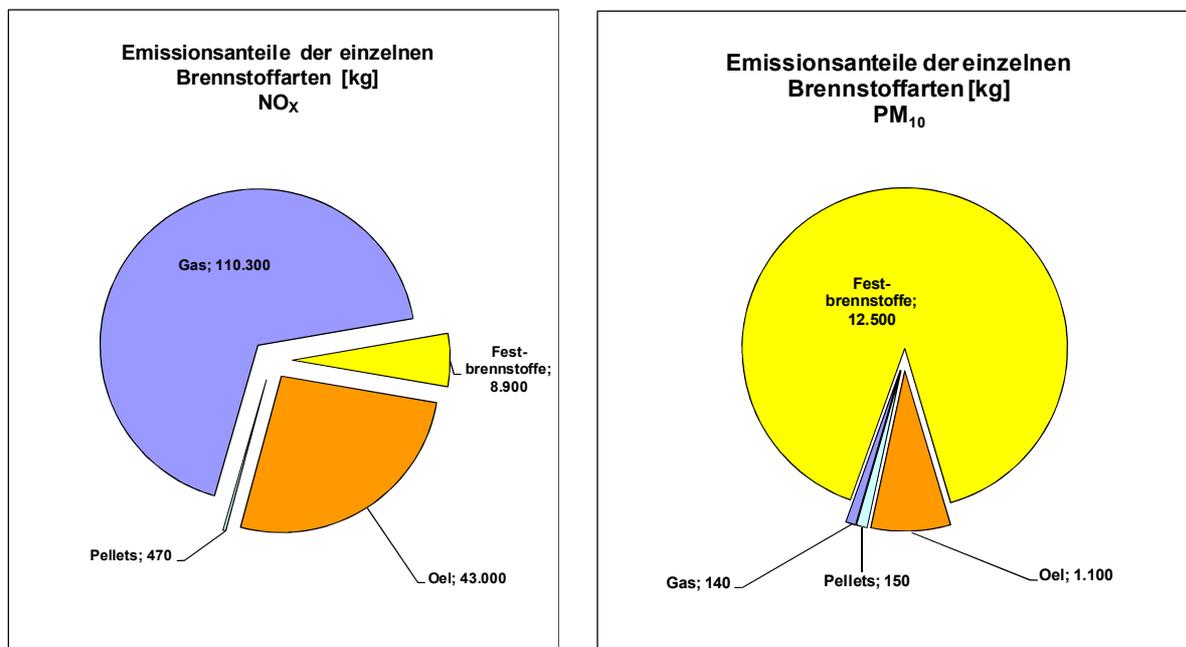


Abbildung 3-7: Anteile von PM<sub>10</sub> und NO<sub>x</sub> an den einzelnen Brennstoffarten

### 3.2.3 Plausibilisierung der Ergebnisse

Um die in Kapitel 3.2.2 dargestellten Endenergieverbräuche und Emissionsmengen einordnen und absichern zu können, wurden Vergleichswerte anderer Städte, des Landes Niedersachsen und der Bundesrepublik Deutschland aus der Literatur und Emissionskatastern im Internet herangezogen [1], [18], [19], [20]. Grundlage des Vergleichs bilden die einwohnerbezogenen Größen.



**Tabelle 3-6: Emissionsaufkommen für NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub> [t/a] und [kg/(Einwohner·a)] für verschiedene Städte und die Bundesrepublik Deutschland<sup>10</sup>**

Bezugs-jahr	Stadt	Einwohner	PM <sub>10</sub> [t/a]	NO <sub>x</sub> [t/a]	PM <sub>10</sub> /E <sup>[1]</sup> [kg/(E·a)]	NO <sub>x</sub> /E <sup>[2]</sup> [kg/(E·a)]	Quelle
2003	Aschersleben	25.932	2,6	-	0,1003	-	IVU (2005) [16]
2003	Wittenberg	46.384	4,3	-	0,0927	-	IVU (2005) [16]
2007	Hameln	58.696	10,1	108,3	0,1718	1,8449	GAA-Hi (2009) [27]*
2000	Marburg	77.390	6,6	139,5	0,0856	1,8027	Feier (2003) [12]
2000	Hanau	88.294	18,8	172,5	0,2128	1,9534	Feier (2003) [12]
2002	Esslingen a.N.	92.091	6,0	76,0	0,0652	0,8253	Ekat_BW [10]
2010	Hildesheim	102.903	10,5	154,6	0,1023	1,5025	GAA-Hi (2011) [30]*
1999	Siegen	104.717	6,8	163,8	0,0649	1,5642	Ekat_NRW [11]
1999	Berg.-Gladb.	110.016	5,1	164,8	0,0464	1,4980	Ekat_NRW [11]
2000	Offenbach	117.535	14,2	150,1	0,1209	1,2770	Feier (2003) [12]
2010	<b>Göttingen</b>	<b>121.457</b>	<b>14,0</b>	<b>162,7</b>	<b>0,1150</b>	<b>1,3394</b>	<b>GAA-Hi (2011) [31]*</b>
2002	Heilbronn	121.613	9,0	180,0	0,0740	1,4801	Ekat_BW [10]
2000	Darmstadt	138.242	16,8	273,4	0,1212	1,9777	Feier (2003) [12]
2007	Oldenburg	159.060	16,2	165,2	0,1016	1,0384	GAA-Hi (2009) [26]*
2010	Osnabrück	163.514	18,5	183,5	0,1131	1,1220	GAA-Hi (2011) [28]*
2000	Kassel	194.766	27,9	333,3	0,1430	1,7115	Feier (2003) [12]
2002	Freiburg	215.966	16,0	278,0	0,0741	1,2872	Ekat_BW [10]
2003	Magdeburg	229.980	23,7	-	0,1031	-	IVU (2005) [16]
2003	Halle	233.874	29,2	-	0,1249	-	IVU (2005) [16]
2008	Braunschweig	240.513	29,4	245,0	0,1221	1,0185	GAA-Hi (2011) [32]*
2000	Wiesbaden	270.109	35,7	531,3	0,1321	1,9669	Feier (2003) [12]
2002	Karlsruhe	285.812	20,0	392,0	0,0700	1,3715	Ekat_BW [10]
2010	Hannover	520966	72,4	740,4	0,1392	1,4238	GAA-Hi (2011) [29]*
2002	Stuttgart	593.639	39,0	721,0	0,0657	1,2145	Ekat_BW [10]
2000	Frankfurt	646.550	76,6	1.183,0	0,1185	1,8297	Feier (2003) [12]
2000	München	1.326.206	294,0	2.330,0	0,2217	1,7569	IVU (2006) [17]
1995/ 2000	Deutschland	82.310.000	18.627	108.076	0,2263	1,3130	Pfeiffer et al. (2000) [21] Struschka et al. (2003) [33]

\*Berechnungsgrundlage LIV-Daten

<sup>1</sup> PM<sub>10</sub>/E: PM<sub>10</sub>/Einwohner; <sup>2</sup> NO<sub>x</sub>/E: NO<sub>x</sub>/Einwohner

Tabelle 3-6 zeigt das Emissionsaufkommen des Hausbrands insgesamt und pro Einwohner für NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub> für Göttingen, verschiedene deutsche Städte und die Bundesrepublik Deutschland, sortiert nach der Anzahl der Einwohner.

Darüber hinaus wurden einwohnerbezogene Energieverbrauchsdaten zur Plausibilisierung herangezogen und in Tabelle 3-7 dargestellt. Die Reihenfolge der Brennstoffanteile am Endenergieverbrauch zeigt, dass wie im bundesdeutschen Durchschnitt Gas die Hauptenergiequelle ist, gefolgt von Öl und den Festbrennstoffen.

<sup>10</sup> Die Berechnungen erfolgten nicht mit gerundeten Zahlen, weshalb sich bei Addition von in der Tabelle aufgerundet dargestellten Angaben geringe Abweichungen ergeben können.



Allerdings liegt in Göttingen der Pro-Kopf-Verbrauch von erdgaserzeugter Energie weit über dem bundesdeutschen und dem Landesdurchschnitt und im oberen Bereich vergleichbarer Städte.

Der Heizölverbrauch ist annähernd gleich, während der Feststoffanteil weniger als die Hälfte vom Landesdurchschnitt beträgt.

Es ist bei der Beurteilung dieser Daten zu beachten, dass sie aus unterschiedlichen Datenquellen stammen: die Niedersachsen-Statistik des Pestel-Instituts beruht auf niedersachsenweiten Verbrauchsangaben aus Handel und Dienstleistung, während die hier verwendeten Ergebnisse auf Feuerstätten-Bestandszahlen und deren technischen Eckdaten beruhen.

**Tabelle 3-7: Einwohnerbezogener Endenergieverbrauch des Landes Niedersachsen für die Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher in [GigaJoule/Einwohner] im Vergleich zur Stadt Göttingen**

	Einwohner		Erdgas	leichtes Heizöl	Festbrennstoff	Pellets	Summe
<b>Niedersachsen 1990</b>	7.387.000	<b>HH</b>	14,3180	10,4990	1,0130		25,8290
		<b>KV</b>	6,5410	5,4140	1,1670		13,1220
		<b>Summe</b>	20,8580	15,9130	2,1800		38,9510
<b>Nds. Energie/CO<sub>2</sub>-Bilanzen 2002</b>	7.980.000	<b>Summe</b>	24,3990	11,9880	1,0150		37,4020
<b>Nds. Energie/CO<sub>2</sub>-Bilanzen 2004</b>	8.001.000	<b>Summe</b>	23,9310	9,4590	2,0940		35,4840
<b>Nds. Energie/CO<sub>2</sub>-Bilanzen 2006</b>	7.982.685	<b>Summe</b>	23,3695	10,6602	2,5375		36,5671
<b>Göttingen 2010</b>	121.457	<b>HH</b>	26,2650	4,0201	0,7516	0,0098	31,0466
		<b>KV</b>	12,9132	4,2343	0,1883	0,0272	17,3630
		<b>Summe</b>	39,1782	8,2545	0,9399	0,0371	48,4096

### 3.2.4 Umlegung der Emissionen auf Rasterzellen

Damit die in Kapitel 3.2.2 bestimmten Emissionen als Eingangsgrößen für IMMIS<sup>net</sup> verwendet werden konnten, mussten die Hausbrandquellen als Flächenquellen dargestellt werden. Dazu wurden die Emissionen auf ein Raster verteilt. Die Emissionen lagen georeferenziert als Punktquellen vor. Um der Anforderung einer Flächenquelle zu genügen, wurde ein 100 m-Raster über die Stadt gelegt. Es wurden die in Kapitel 3.2.2 lagegenau ermittelten Emissionen innerhalb einer Rasterzelle aufsummiert und klassifiziert dargestellt. Die Aufsummierung der Emissionen und die Zuweisung zu Rasterzellen haben weiterhin den Zweck, die Daten zu anonymisieren und einen detaillierten Rückschluss auf individuelle Verhältnisse nicht zuzulassen.

Das Ergebnis ist in Abbildung 3-8 für NO<sub>x</sub> und in Abbildung 3-9 für PM<sub>10</sub> dargestellt.

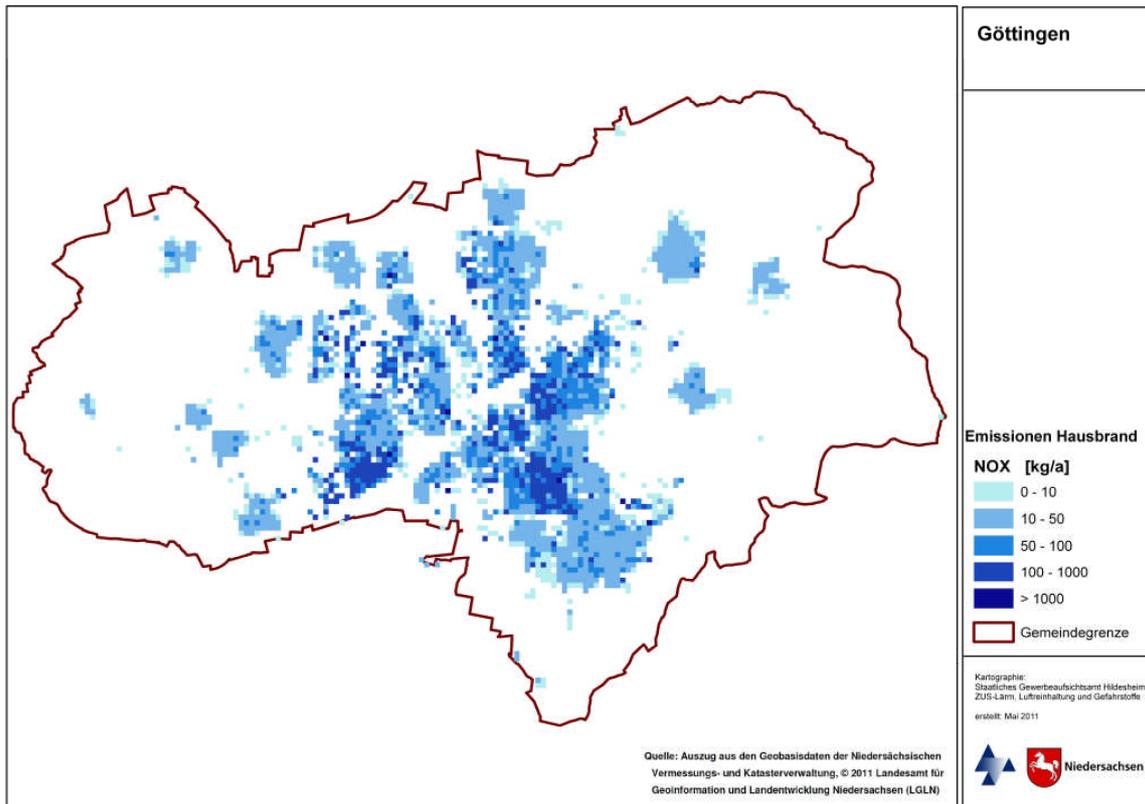


Abbildung 3-8: Verteilung der NO<sub>x</sub>-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Göttingen

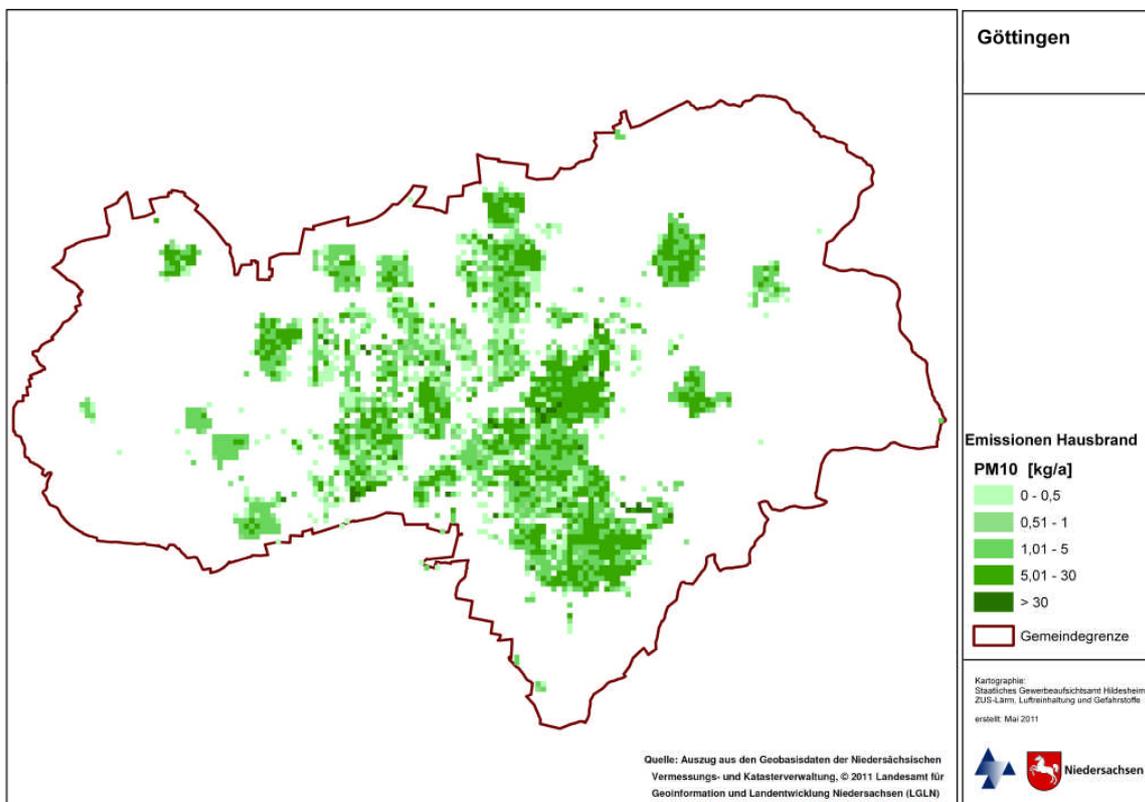


Abbildung 3-9: Verteilung der PM<sub>10</sub>-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Göttingen



### 3.3 Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen

Diverse Emissionen bestimmter genehmigungsbedürftiger Anlagen sind von Betreibern u.a. gem. der Verordnung über Emissionserklärungen (11. BImSchV; alle 4 Jahre) und Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen (13. BImSchV, jährlich) an die Behörden zu berichten. Die gem. 11. und 13. BImSchV berichtspflichtigen Emissionsdaten sind seit 2007 über das Internet-Portal BUBE-Online abzugeben. Dieser BUBE-Datenbank wurden die ausgewerteten Emissionsdaten sowie Informationen zu Rechts- und Hochwert, Austrittshöhe, Abgastemperatur, Volumenstrom, Gesamtemission und Austrittsfläche entnommen. Die Industriequellen im Stadtgebiet von Göttingen emittieren rund 330 t NO<sub>x</sub> und 34 t PM<sub>10</sub> pro Jahr.

#### 3.3.1 Punkt- und Flächenquellen

Als Punktquellen konnten alle Quellen der Emissionserklärung der genehmigungsbedürftigen Anlagen berücksichtigt werden, die vollständige Angaben zur Emittentenhöhe, zur Abgastemperatur und zum Volumenstrom aufweisen. Das traf auf alle 29 NO<sub>x</sub>-Quellen und auf alle 66 PM<sub>10</sub>-Quellen zu. Eine Darstellung der verwendeten Quellen ist in Abbildung 3-10 gegeben. Eine Arbeitsstätte kann aus mehreren Anlagen und diese wiederum aus mehreren Quellen bestehen. Deshalb liegen die Quellen zum Teil übereinander und können in der Darstellung nicht weiter differenziert werden.

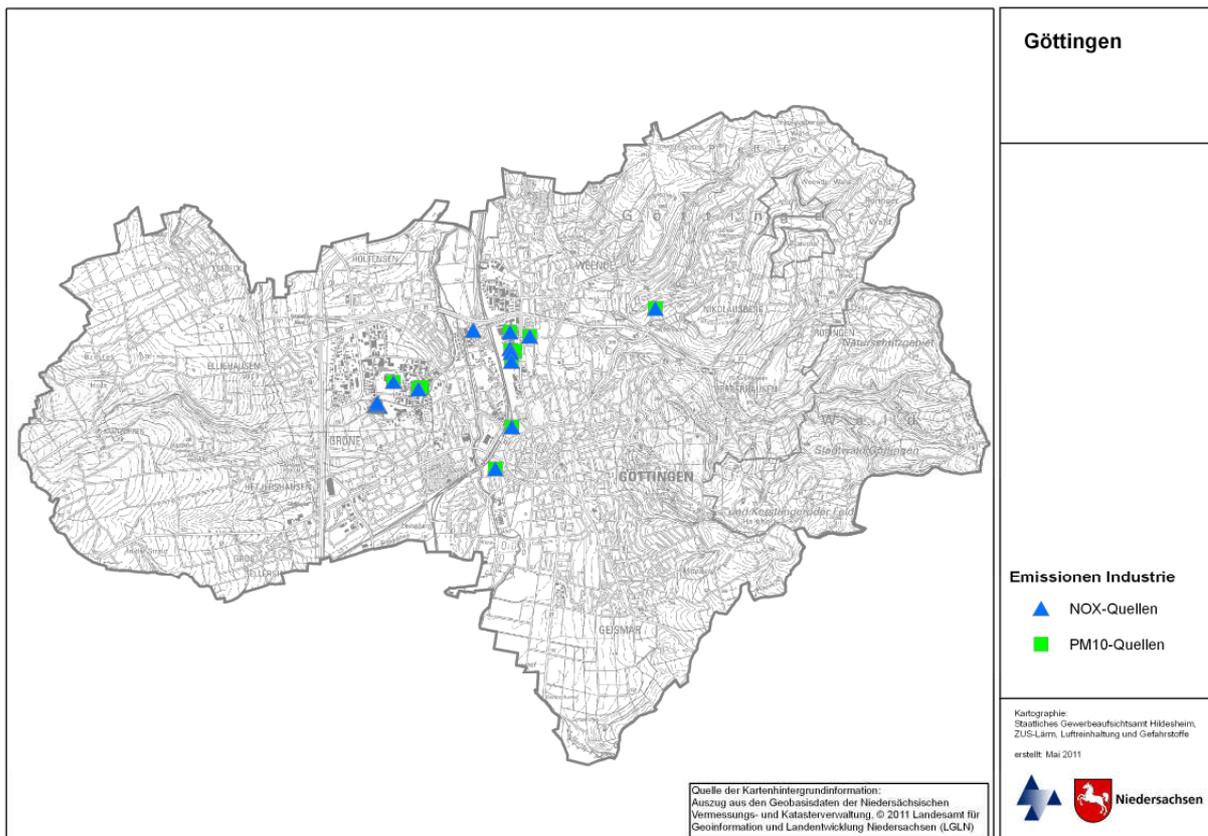


Abbildung 3-10: Industrielle PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Quellen in Göttingen



### 3.4 Emissionsbilanz

In Tabelle 3-8 ist für die Analyse im Bezugsjahr 2010 und die Prognose 2015 eine Auflistung der Emissionsdatenbasis und ihrer geometrischen Abbildung im Modell IMMIS<sup>net</sup> gegeben.

Tabelle 3-8: Emissionsmengen NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub> in kg/a, Analyse 2010 und Prognose 2015

Quellgruppe	Geometrie	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>
Industrie	Punkte	34.072	329.460
Hausbrand	Flächen 100m x 100m	14.488	165.095
Hauptstraßennetz	Linien	70.638	729.667
Nebenstraßennetz	Linien	5.005	52.648
<b>alle Quellgruppen</b>		<b>124.203</b>	<b>1.276.870</b>
<i>Hauptstraßennetz 2015</i>	<i>Linien</i>	<i>58.377</i>	<i>495.073</i>
<i>Nebenstraßennetz 2015</i>	<i>Linien</i>	<i>4.009</i>	<i>37.307</i>

Die Verteilung der Emissionsquellen ist bei NO<sub>x</sub> und bei PM<sub>10</sub> sehr ähnlich. Der Straßenverkehr (Hauptstraßen- und Nebenstraßennetz) ist mit einem Anteil von jeweils fast 2/3 die stärkste Emissionsquelle im Stadtgebiet Göttingen. Industriell erzeugte Emissionen tragen mit einem Anteil von etwas mehr als 1/4 erheblich zu den PM<sub>10</sub>-Emissionen im Stadtgebiet bei. Durch Hausbrand verursachte Emissionen haben in Göttingen einen Anteil von ca. 1/8.

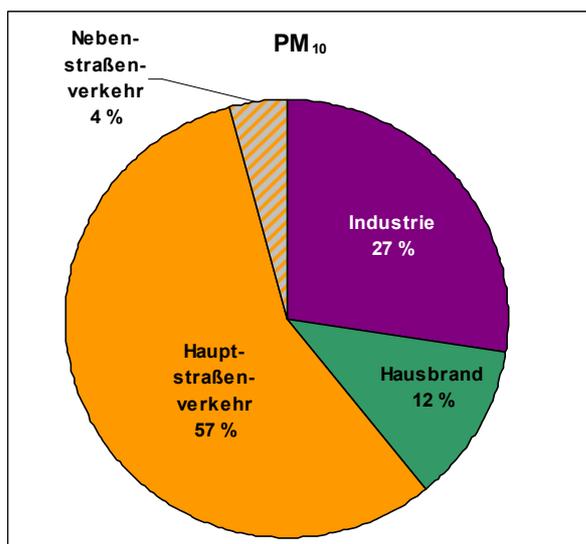


Abbildung 3-11: Emissionsanteile PM<sub>10</sub>, 2010

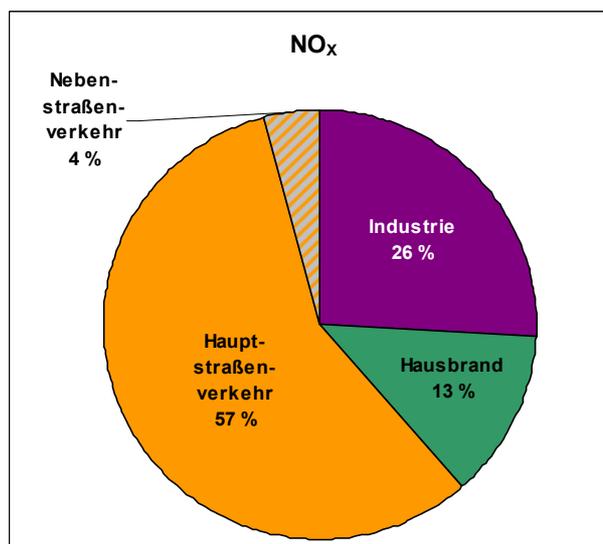


Abbildung 3-12: Emissionsanteile NO<sub>x</sub>, 2010



## 4 Meteorologie

Zur Bestimmung der Kopplungskoeffizienten, die die Strömungssituationen in den Straßenschluchten für IMMIS<sup>luft</sup> parametrisieren, wird eine meteorologische Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) verwendet. Verfügbar für das Gebiet Göttingen war eine AKS des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für die Station Göttingen für die Jahre 1983 bis 1992. Die mittlere Windgeschwindigkeit in diesem Datensatz betrug 2,28 m/s. Die Messreihe enthält mit 27 % der Jahresstunden einen hohen Schwachwindanteil mit Windgeschwindigkeiten von weniger als 1 m/s. Die Verteilung der Windrichtungen getrennt nach Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 4-1 dargestellt.

Eine rauigkeitsabhängige Skalierung der Windgeschwindigkeit ist aufgrund der gleichen Einstufung der DWD-Station und des zu rechnenden Gebietes in die Rauigkeitsklasse 4 (Stadtgebiet) nicht erforderlich. Die Anemometerhöhe der DWD-Station beträgt 18 m und unterscheidet sich nur geringfügig von der durchschnittlichen Gebäudehöhe im Rechengebiet (20 m). Bei gleicher Rauigkeitsklasse und nur geringfügig unterschiedlicher Höhe wurde bei dem aus der AKS erstellten Kopplungsdatensatz über einen entsprechenden Profilansatz in IMMIS<sup>luft</sup> die Windgeschwindigkeit im Überdachniveau auf einen Wert von 2,29 m/s angepasst.

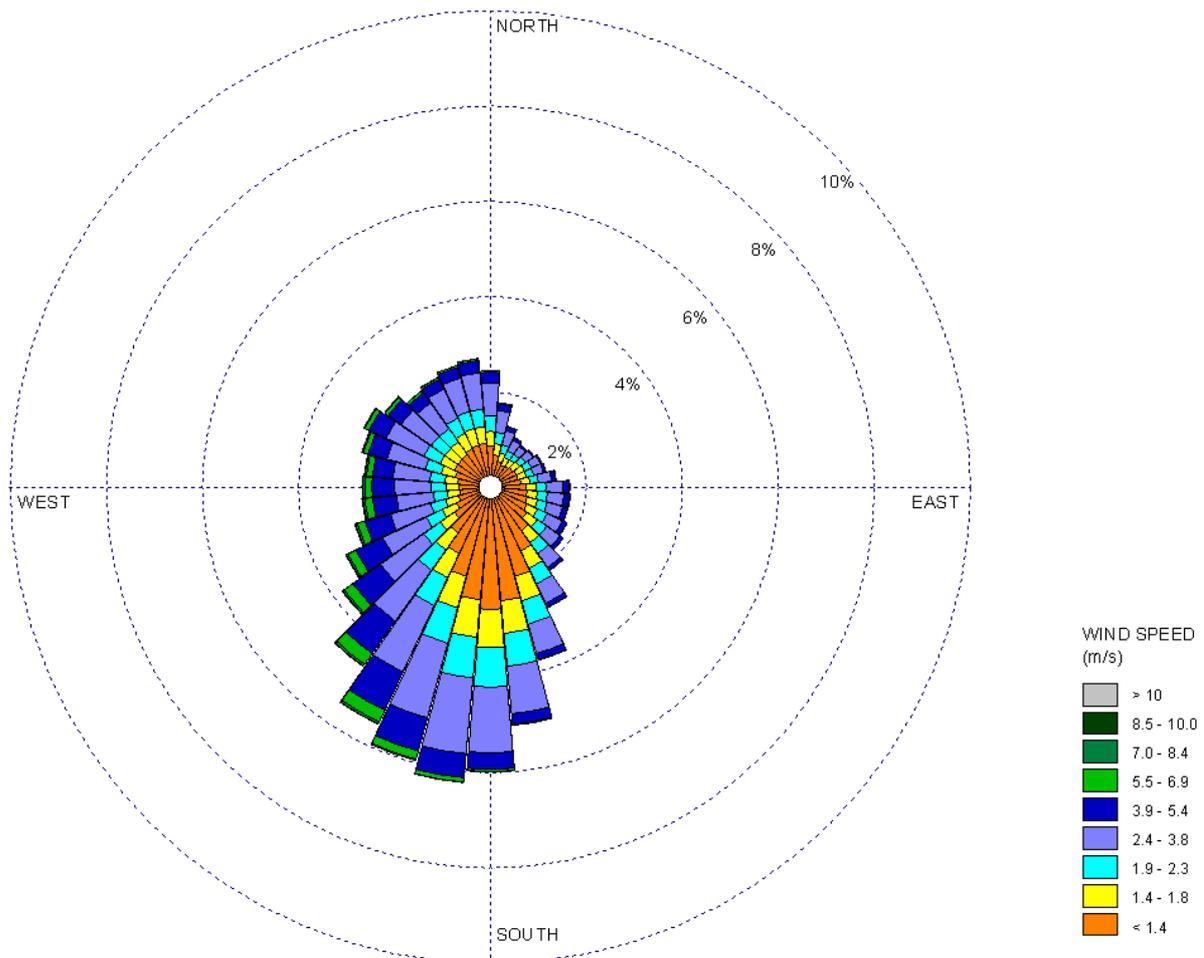


Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Ausbreitungsklassen für die Statistik Göttingen, 1983 - 1992



## 5 Berechnung der Gesamtbelastung

Für die Screeningberechnungen wurde das Modell IMMIS<sup>luft</sup> Version 5.2 (siehe Kapitel 2) eingesetzt, das die Ausbreitung der durch Kraftfahrzeuge erzeugten Schadstoffbelastung im Straßenraum modelliert. Es beruht auf einem Emissionsmodell, dem Canyon-Plume-Box-Modell (CPB) für Straßenschluchten und einem Box-Modell für offene Bebauung.

### 5.1 Bildung von IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitten

Das Screening wurde für Strecken des Hauptstraßennetzes, die eine Randbebauung aufweisen, durchgeführt. Die Geometriedaten für IMMIS<sup>luft</sup> wurden aus Daten zur Lage der Straßen des Hauptstraßennetzes und den Gebäudedaten der Stadt Göttingen abgeleitet.

Basierend auf diesen Eingangsdaten wurde das Hauptstraßennetz für das Screening in homogene IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitte eingeteilt und mit den folgenden Attributen versehen:

- Bebauungsabstand (Abstand von einander gegenüberliegenden Gebäuden)
- Bebauungshöhe
- Baulückenanteil (Porosität in %)

In Abbildung 5-1 ist für einen Teilbereich von Göttingen exemplarisch dargestellt, wie auf der Basis der Eingangsdaten IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitte gebildet und vor Luftbildern auf Plausibilität geprüft wurden.

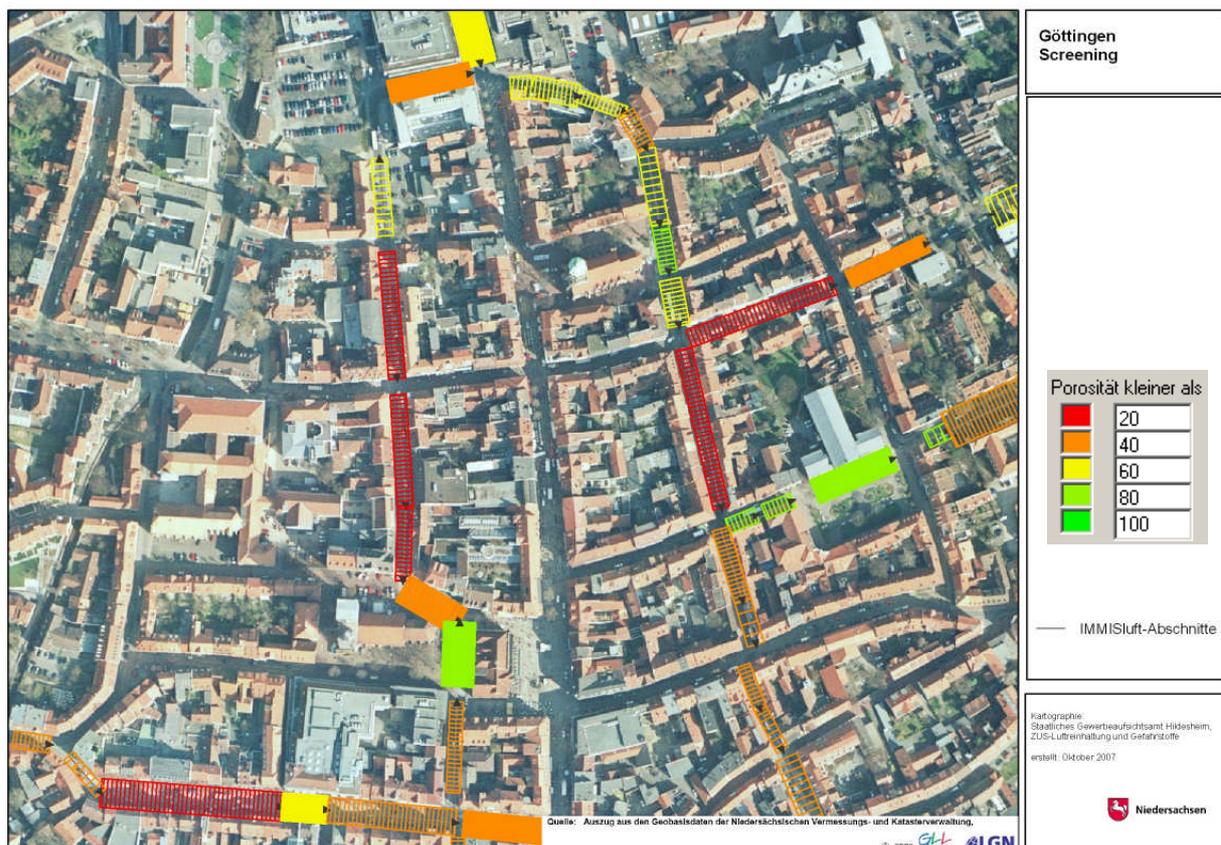


Abbildung 5-1: IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitte in einem Ausschnitt von Göttingen

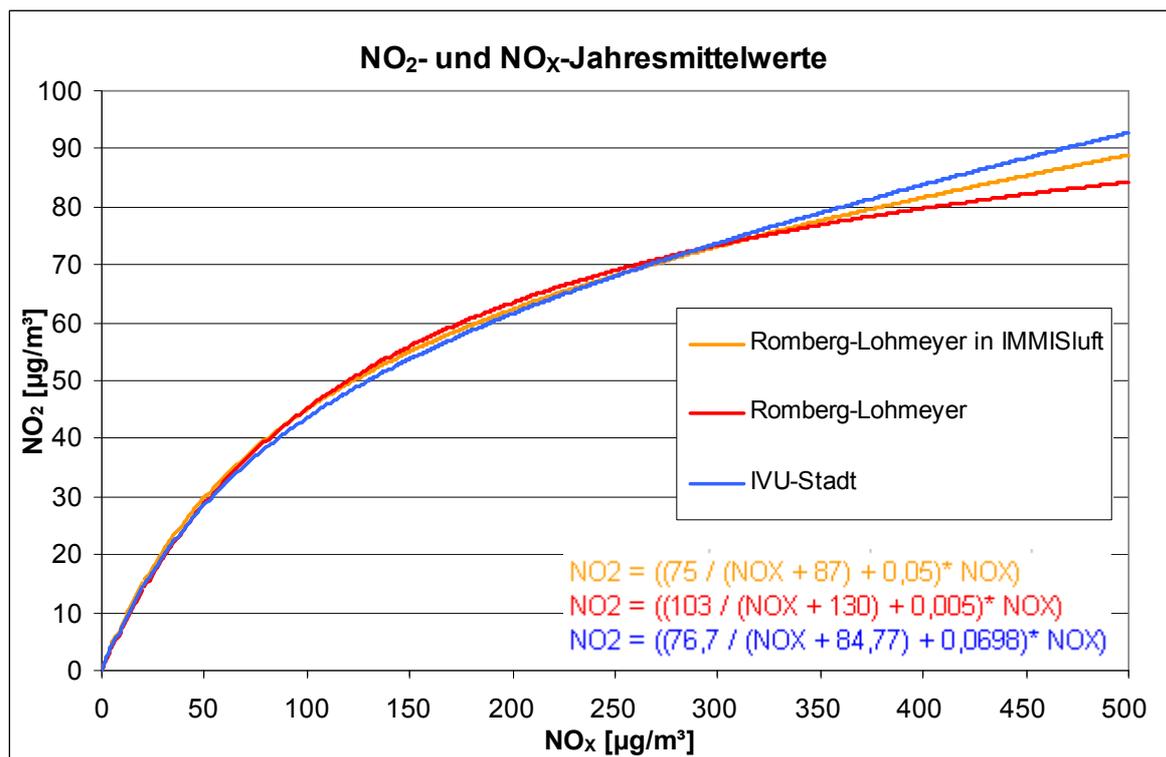


## 5.2 Abgeleitete Kennwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

Da es sich bei NO<sub>2</sub> und NO um chemisch aktive Substanzen handelt, und die Emissionen nur für die Summe NO<sub>x</sub> bestimmt werden können, müssen die nach der 39. BImSchV erforderlichen Kennwerte für NO<sub>2</sub> mittels statistischer Verfahren oder photochemischer Modellierung bestimmt werden.

Die photochemische Modellierung berücksichtigt, dass bei der Umwandlung von NO<sub>x</sub> zu NO<sub>2</sub> ein Gleichgewicht zwischen den Komponenten NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und Ozon zu Grunde liegt. Verwendet wurde der in IMMIS<sup>em/luft</sup> implementierte Ansatz von DÜRING (2009) [6] mit den Parametern Reaktionsgeschwindigkeit ( $k = 0,00039 \text{ (ppb}\cdot\text{s)}^{-1}$ ), Photolysefrequenz ( $J = 0,0045 \text{ (s)}^{-1}$ ) und Mischungszeit ( $\tau = 100 \text{ s}$ ).

Weiterhin sind die Vorbelastungswerte für Ozon und NO<sub>2</sub> erforderlich. Die Vorbelastung für NO<sub>2</sub> wird mit dem unten beschriebenen Romberg-Ansatz statistisch aus dem NO<sub>x</sub>-Vorbelastungswert ermittelt. Im gewählten Verfahren wird die Umwandlungsformel „Romberg-Lohmeyer in IMMIS<sup>luft</sup>“ für verkehrsbezogene Messungen nach ROMBERG E. ET AL.<sup>11</sup> [24] verwendet (Abbildung 5-2):



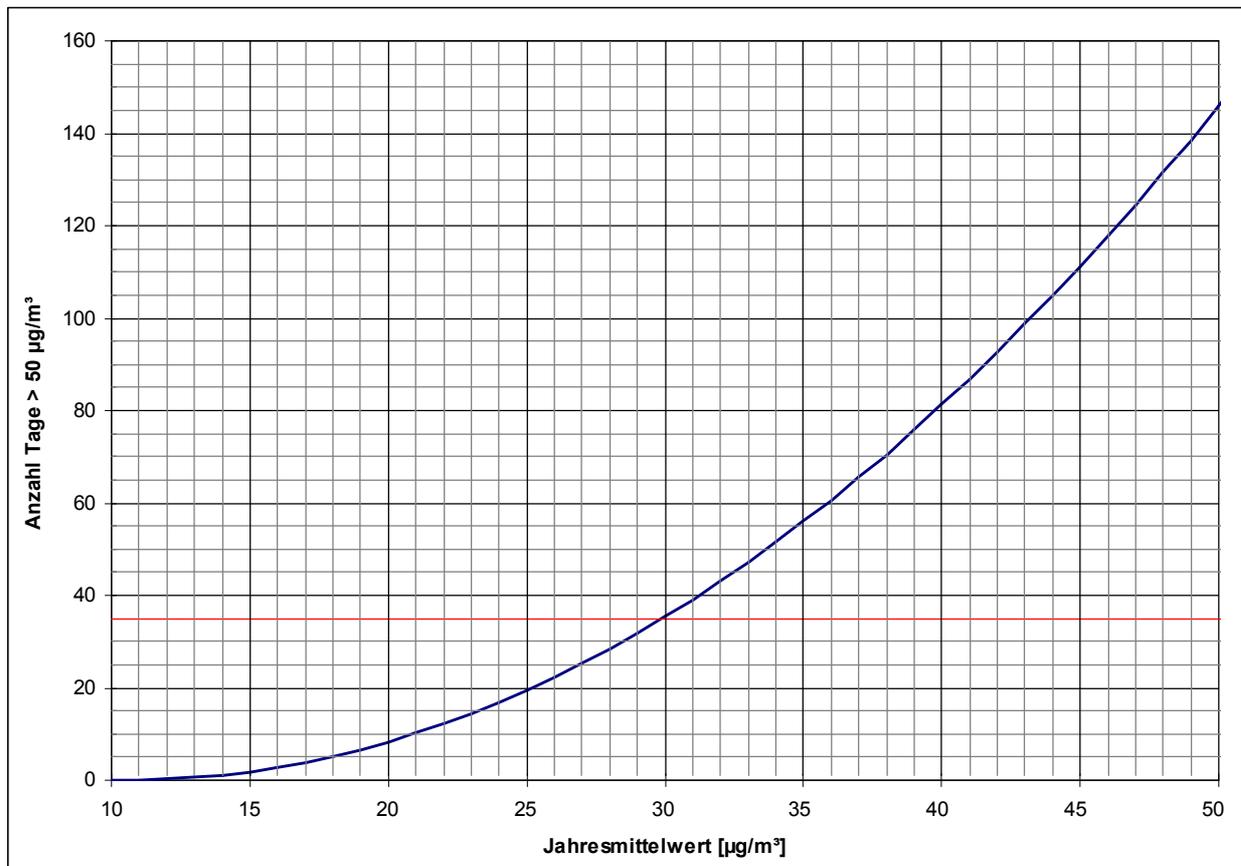
**Abbildung 5-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO<sub>2</sub> aus NO<sub>x</sub> nach dem veröffentlichten Ansatz nach Romberg et al., dem unveröffentlichten Ansatz nach Romberg et al. wie er in IMMIS<sup>luft</sup> implementiert ist und dem Ansatz der IVU [2]**

<sup>11</sup> Die angegebenen Parameter für die Umrechnung nach Romberg et al. stammen aus Arbeitspapieren vor Veröffentlichung dieser Methodik im Jahre 1996. Der Unterschied zu den veröffentlichten Parametern ist aber gering und aus Kontinuitätsgründen wurden die unveröffentlichten Parameter beibehalten [2].



Für die Anzahl an Tagen mit Überschreitungen des seit 2005 gültigen Tagesgrenzwertes von PM<sub>10</sub> gibt es in DIEGMANN V. ET AL. [3] eine entsprechende Abschätzung auf der Basis des Jahresmittelwertes von PM<sub>10</sub>. Eine Darstellung dieses Zusammenhanges findet sich in Abbildung 5-3 und wird durch landesweite Messungen des LÜN bestätigt.

Bei einem Jahresmittelwert von 30 µg/m<sup>3</sup> wird der Grenzwert von 35 Überschreitungen im Jahr erreicht. Eine Minderung des Jahresmittelwertes im Bereich von 30 µg/m<sup>3</sup> um 1 µg/m<sup>3</sup> führt zu einer Reduktion von drei bis vier Überschreitungstagen. Eine Reduktion von 30 µg/m<sup>3</sup> auf 28 µg/m<sup>3</sup> führt zu einer Reduzierung der Überschreitungstage um ca. 7 Tage.



**Abbildung 5-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM<sub>10</sub> und der Anzahl Tage mit einem PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwert über 50 µg/m<sup>3</sup>**



## 6 Analyse der Immissionsbelastung in den IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitten

Die Screeningberechnungen wurden mit den in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Eingangsdaten für das Bezugsjahr 2010 und 2015 durchgeführt. Nach Abbildung 2-1 setzt sich die Gesamtbelastung im Straßenraum aus der Zusatzbelastung und den Komponenten regionaler und urbaner Hintergrund, die gemeinsam die Vorbelastung bilden, zusammen.

### 6.1 Bestimmung der Vorbelastung

#### 6.1.1 Abschätzung des regionalen Hintergrundes 2010 und 2015

Zur Abschätzung der regionalen NO<sub>x</sub>- und PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung wurden die UBA-Karten<sup>12</sup> und die Messdaten ausgewählter ländlicher und vorstädtischer Messstationen des LÜN-Messnetzes ausgewertet. In den UBA-Karten weist die südlich von Göttingen gelegene Gitterzelle für 2010 bzw. 2011 und 2015 eine regionale NO<sub>2</sub>- und PM<sub>10</sub>-Vorbelastung gemäß Tabelle 6-1 auf.

An den LÜN-Stationen Allertal, Altes Land, Braunschweig, Eichsfeld, Elbmündung, Emsland, Göttingen, Jadebusen, Lüneburger Heide, Oker/Harlingerode, Ostfriesland, Wendland, Weserbergland und Wolfsburg wurde für die Jahre 2008 bis 2010 ein Faktor für das Verhältnis von NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> ermittelt. Dieser Faktor (NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> = 0,77) wurde verwendet, um die NO<sub>2</sub>-Vorbelastungswerte der UBA-Karten in NO<sub>x</sub>-Vorbelastungswerte umzurechnen.

**Tabelle 6-1: Abschätzung des regionalen Hintergrundes als Jahresmittelwert in µg/m<sup>3</sup>, Bezugsjahr 2010 und 2015**

Göttingen	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
UBA-Karte 2010/2011	10	13	14
UBA-Karte 2015	9	12	14

Der städtischen Hintergrundstation des LÜN in Göttingen ist ein Ozon-Vorbelastungswert von 48 µg/m<sup>3</sup> zu entnehmen.

Der regionale Hintergrund schließt außerhalb des Stadtgebietes emittierende Quellen wie Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, Hausbrand und Verkehr ein.

#### 6.1.2 Berechnung des urbanen Hintergrundes 2010 und 2015

Basierend auf den Emissionsdaten aus Kapitel 3 (Quellgruppen: Industrie, Hausbrand und Verkehr) und den meteorologischen Daten gemäß Kapitel 4 wurde mit IMMIS<sup>net</sup> der urbane Hintergrund für jeden IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitt berechnet. Für die IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitte wurden für jeden Abschnitt getrennt Vorbelastungswerte ermittelt, bei denen der betreffende Straßenabschnitt nicht einbezogen wurde, um Emissionen nicht doppelt zu berücksichtigen.

<sup>12</sup> Modellrechnungen zur Unterstützung der Berichterstattung hinsichtlich Fristverlängerung gemäß Richtlinie 2008/50/EG des Umweltbundesamtes (UBA)



## 6.2 Ergebnisse des Screenings - Immissionsbelastung in den IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitten

Die folgenden Karten präsentieren die Immissionsbelastungen der Screeningberechnung als Übersicht der Jahresmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> im bebauten Hauptstraßennetz von Göttingen für die Bezugsjahre 2010 und 2015<sup>13</sup>.

Für PM<sub>10</sub> (Abbildung 6-1) ist die Farblegende so gewählt, dass Abschnitte mit Jahresmittelwerten bis 28 µg/m<sup>3</sup>, bei denen nicht von einer Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (35 Tage > 50 µg/m<sup>3</sup>) auszugehen ist, grün dargestellt sind. Eine prognostizierte Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> wird mit der Farbe Lila angezeigt. Die weitere farbliche Abstufung orientiert sich an der Wahrscheinlichkeit der Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums. Bei Jahresmittelwerten ab 29 µg/m<sup>3</sup> (gelb) ist davon auszugehen, dass die Wahrscheinlichkeit für eine Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums gering ist, ab 31 µg/m<sup>3</sup> (orange) ist die Wahrscheinlichkeit für eine Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums hoch und bei einem Jahresmittelwert ab 33 µg/m<sup>3</sup> (rot) wird das Tagesgrenzwertkriterium mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit verletzt.

Die Farblegende ist bei NO<sub>2</sub> so gewählt, dass die farbig abgestuften Abschnitte prognostizierte Überschreitungen der Jahresmittelwerte aufzeigen (Abbildung 6-2 und Abbildung 6-3). Eine Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> wird mit der Farbe Rot angezeigt. Werte ab 33 µg/m<sup>3</sup> (gelb und orange) liegen bis 20 % unter dem Grenzwert und damit innerhalb einer Fehlerbreite von ± 20 %, mit der beim gewählten Verfahren gerechnet werden muss [4], [14]. Abschnitte, bei denen nicht von einer Überschreitung des Grenzwertkriteriums auszugehen ist, sind grün dargestellt.

Tabelle 6-2: Übersicht der Legendarstellung in den Karten für PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub>

Grenzwert		Kriterium	JMW [µg/m <sup>3</sup> ]
PM10	40 µg/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW)	> 40
		Sehr hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	33 - 40
	35 Tage > 50 µg/m <sup>3</sup> Anzahl der Überschreitungen Tagesmittelwert	Hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	31 - 32
		Geringe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	29 - 30
		Keine Überschreitung	≤ 28
NO2	40 µg/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW)	> 40
		Hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite	37 - 40
		Geringe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite	33 - 36
	Keine Überschreitung	≤ 32	

Eine Liste der Straßenabschnitte mit prognostiziertem NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert ab 33 µg/m<sup>3</sup> ist in Kapitel 9 "Liste der Belastungsschwerpunkte" beigefügt. Bei Abschnitten mit einem NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert größer 40 µg/m<sup>3</sup> wird dieser Wert fett dargestellt.

<sup>13</sup> Liegen alle Abschnitte außerhalb des Überschreibungsbereichs wird auf die Darstellung einer Karte verzichtet.

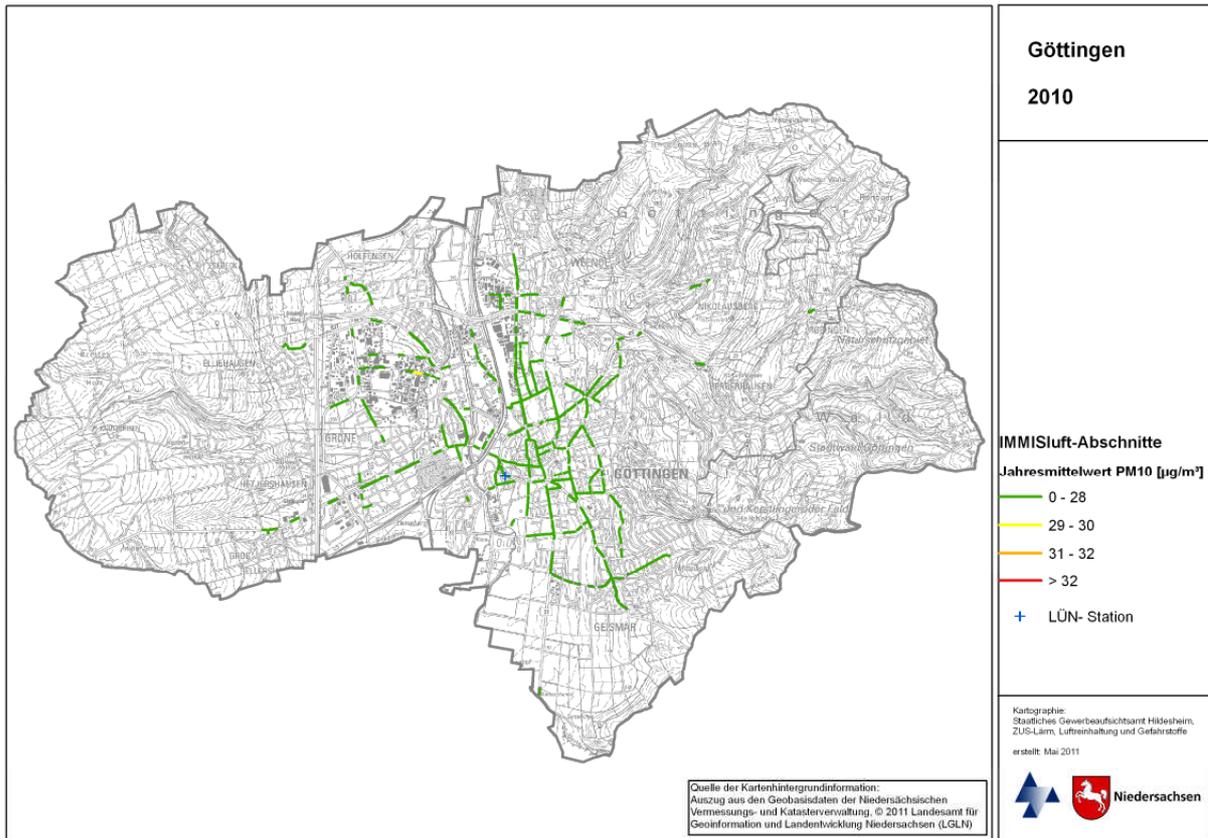


Abbildung 6-1: Jahresmittelwert PM<sub>10</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Göttingen, 2010

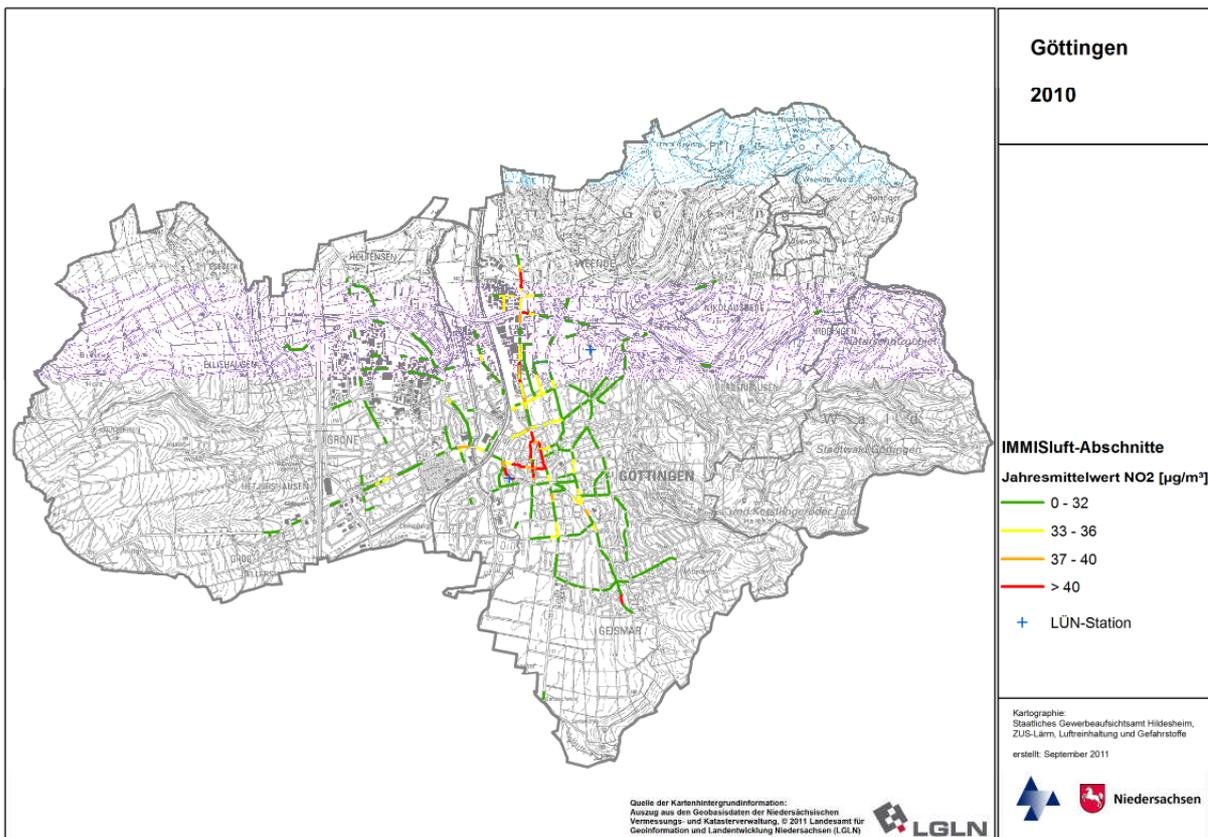


Abbildung 6-2: Jahresmittelwert NO<sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Göttingen, 2010

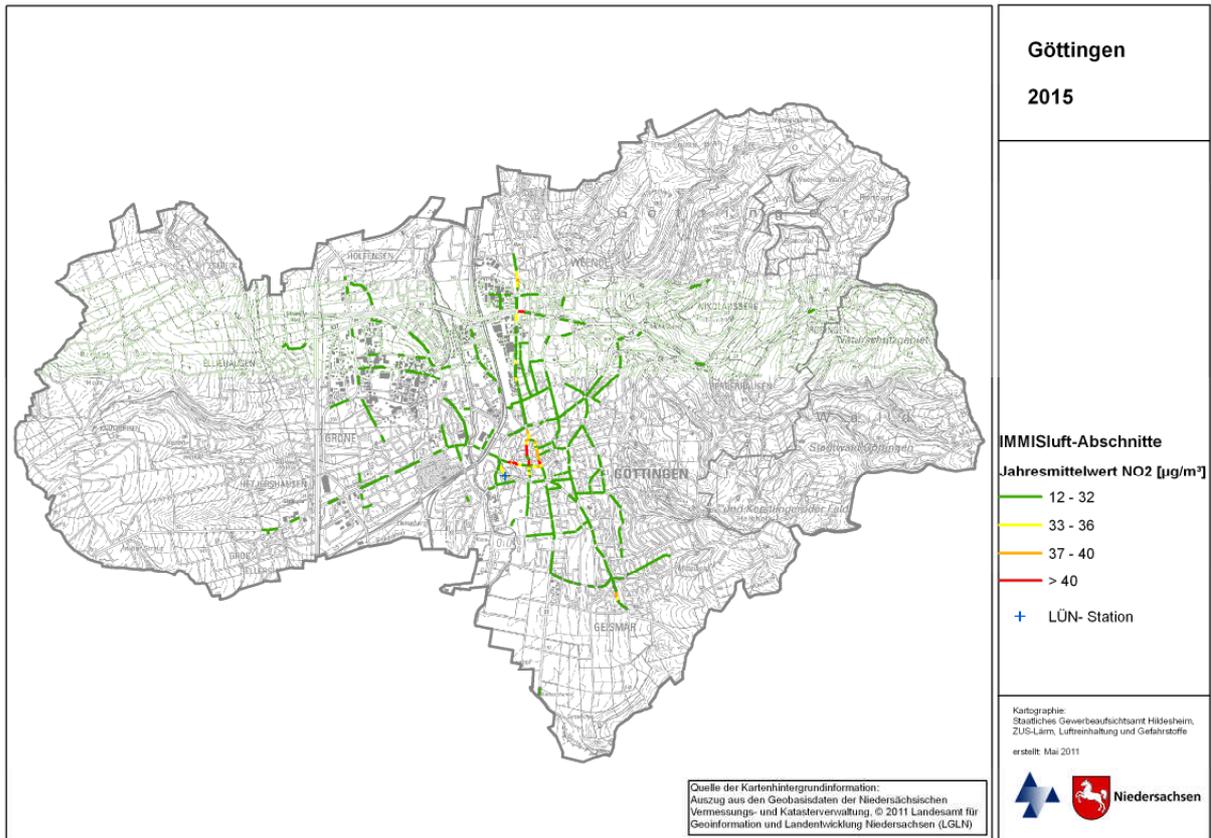


Abbildung 6-3: Jahresmittelwert NO<sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Göttingen, 2015



### 6.3 Bewertung der Immissionsbelastung in den IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitten

Für den im Jahr 2010 geltenden Grenzwert für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> wird im Stadtgebiet Göttingen mit PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerten bis zu 29 µg/m<sup>3</sup> keine Überschreitung ermittelt. Ein Abschnitt in der Stresemannstraße mit einem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert von 29 µg/m<sup>3</sup> weist mit einer geringen Wahrscheinlichkeit auf die Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums hin.

Im Bezugsjahr 2015 liegen alle Abschnitte im Stadtgebiet Göttingen bei PM<sub>10</sub> außerhalb einer Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> bzw. des Tagesgrenzwertkriteriums (35 Tage > 50 µg/m<sup>3</sup>).

Der im Jahr 2010 für NO<sub>2</sub> anzusetzende Grenzwert in Höhe von 40 µg/m<sup>3</sup> wird in 40 Abschnitten in Göttingen überschritten. Die höchste Belastung wird für einen Abschnitt in der Groner Straße mit einem NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 72 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Neben der Groner Straße sind Abschnitte An der Lutter, Bürgerstraße, Gotmarstraße, Groner-Tor-Straße, Hannoversche Straße, Hauptstraße, Jüdenstraße, Kurze-Geismar-Straße, Lange-Geismar-Straße, Nikolaistraße, Stumpfbiel, Weender Straße und Zindelstraße von der Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes betroffen. Für weitere 56 Abschnitte (insgesamt 96 Abschnitte ≥ 33 µg/m<sup>3</sup>) werden NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 33 µg/m<sup>3</sup> und größer ermittelt. Diese Abschnitte liegen innerhalb der modelltypischen „Unschärfe“ von ± 20 %, d.h. bei diesen Abschnitten ist eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> möglich.

Im Bezugsjahr 2015 sind in Göttingen noch 11 Abschnitte von der Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Jahresgrenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> betroffen; An der Lutter, Gotmarstraße, Groner-Tor-Straße, Groner Straße, Jüdenstraße, Kurze-Geismar-Straße Stumpfbiel und Zindelstraße. Für weitere 32 Abschnitte werden NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 33 µg/m<sup>3</sup> und größer ermittelt. Diese Abschnitte liegen innerhalb der modelltypischen „Unschärfe“ von ± 20 %, d.h. bei diesen Abschnitten ist eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> möglich. Diese Abschnitte liegen größtenteils innerhalb des Innenstadtbereichs.

**Tabelle 6-3: Anzahl und Gesamtlänge der Straßenabschnitte nach Überschreitungs-wahrscheinlichkeit**

Kriterium		2010		2015	
		Anzahl	km	Anzahl	km
PM10	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW) (> 40 µg/m <sup>3</sup> )	-	-	-	-
	Mind. sehr hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (≥ 33 µg/m <sup>3</sup> )	-	-	-	-
	Mind. hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (≥ 31 µg/m <sup>3</sup> )	-	-	-	-
	Mind. geringe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (≥ 29 µg/m <sup>3</sup> )	1	0,1	-	-
NO2	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW) (> 40 µg/m <sup>3</sup> )	42	2,2	11	0,5
	Mind. hohe Wahrscheinlichkeit Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (≥ 37 µg/m <sup>3</sup> )	60	3,4	23	1,1
	Mind. geringe Wahrscheinlichkeit Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (≥ 33 µg/m <sup>3</sup> )	117	8,4	43	2,3



## 6.4 Vergleich mit den Messdaten

In Göttingen wird durch das Lufthygienische Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN) in einem Abschnitt in der Bürgerstraße (siehe Abbildung 6-4) seit 2005 kontinuierlich die Luftschadstoffbelastung gemessen. Eine Gegenüberstellung der in der Bürgerstraße mit IMMIS<sup>luft</sup> ermittelten und der gemessenen Konzentrationen für das Jahr 2010 findet sich in Tabelle 6-4.

**Tabelle 6-4: Vergleich der modellierten und gemessenen Konzentrationen im Abschnitt Bürgerstraße (ID 4154) mit Angabe des Grenzwertes für das Bezugsjahr 2010**

	Jahresmittelwert			Anzahl der TMW <sup>14</sup> - Überschreitungen
	NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> in µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> in µg/m <sup>3</sup>	
Screening 2010	42	83	23	(18) <sup>15</sup>
Messung 2010	41	96	27	24
Grenzwert 2010	40	-	40	35



**Abbildung 6-4: Lage der IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitte und der Verkehrsmessstation in der Bürgerstraße**

<sup>14</sup> Tagesmittelwert

<sup>15</sup> Statistischer Zusammenhang zwischen Jahresmittelwert PM<sub>10</sub> und der Anzahl der Tage mit einem PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwert > 50 µg/m<sup>3</sup> (Abbildung 5-3).



Der Vergleich der modellierten und der gemessenen Konzentrationen im Abschnitt der Bürgerstraße zeigt bei NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> eine gute Übereinstimmung. Sowohl die Messung als auch die Modellrechnung ermitteln NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte, die den Grenzwert überschreiten. Bei PM<sub>10</sub> liegen die Ergebnisse der Modellrechnung und der Messung deutlich unterhalb des Grenzwertes. Beim Tagesgrenzwertkriterium (35 Tage > 50 µg/m<sup>3</sup>) unterscheiden sich die Ergebnisse beider Verfahren geringfügig. Durch die Messung wurden 24 Überschreitungen festgestellt, während die Modellrechnung 18 Überschreitungstage prognostiziert. Bei Aussagen zu Grenzwertüberschreitung bzw. -einhaltung muss berücksichtigt werden, dass Modellrechnungen mit Unschärfen von bis zu +/- 20 % behaftet sein können.

Sowohl bei PM<sub>10</sub> als auch bei NO<sub>2</sub> liegt die Abweichung des berechneten Jahresmittelwertes zum Messwert in Bezug zum Immissionsgrenzwert innerhalb des in der 39. BImSchV für Modellrechnungen geforderten Datenqualitätszieles von 50 % bei PM<sub>10</sub> und von 30 % bei NO<sub>2</sub>.

## 6.5 Verursacheranalyse

Für den IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitt der Bürgerstraße, an dem die Verkehrsmessstation des LÜN aufgestellt ist, wurde eine Quellanalyse durchgeführt. Sie ergibt ein detailliertes Bild über die Zusammensetzung der Schadstoffanteile nach ihrer Herkunft. In Tabelle 6-5 und den Abbildung 6-5 bis Abbildung 6-8 sind die Ergebnisse der Quellanalyse dargestellt.

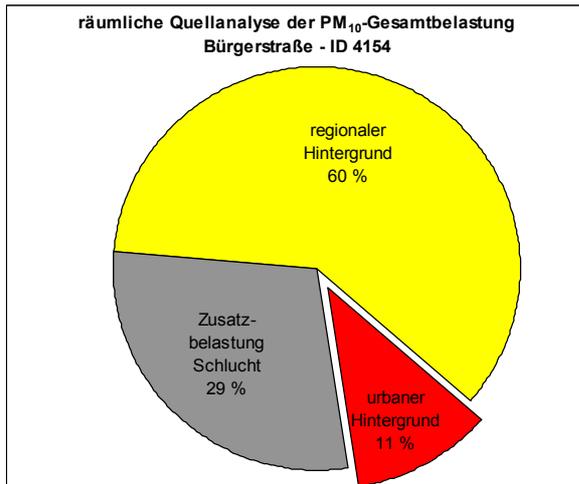
**Tabelle 6-5: Quellgruppenanteile an den Immissionen in der Bürgerstraße, 2010, gerundete Angaben<sup>16</sup>**

Quellgruppe		PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> [%]	NO <sub>x</sub> [%]
regionaler Hintergrund		14,0	13,0	60,0	15,8
urbaner Hintergrund	Industrie	0,1	0,6	0,6	0,8
urbaner Hintergrund	Hausbrand	0,2	3,3	0,9	4,0
urbaner Hintergrund	Nebenstraßennetz	0,1	1,3	0,5	1,6
urbaner Hintergrund	Hauptstraßennetz	2,1	16,8	9,0	20,3
Zusatzbelastung in der Schlucht		6,8	47,5	29,0	57,5
<b>alle Quellgruppen</b>		<b>23,3</b>	<b>82,5</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

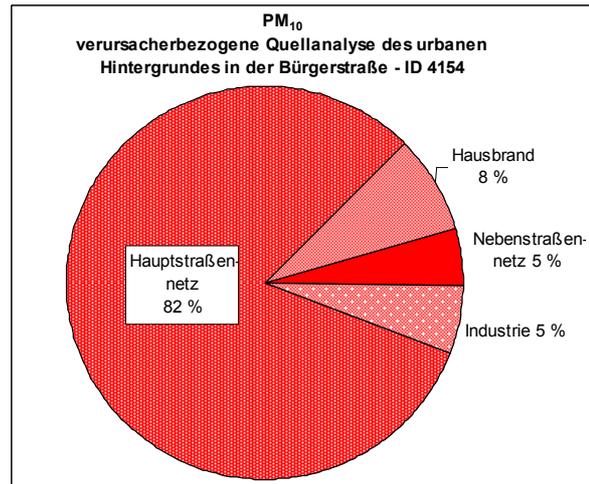
Bei PM<sub>10</sub> ist der lokal in der Straßenschlucht anfallende Anteil der Immission mit 29 % deutlich geringer als der Anteil des regionalen Hintergrundes mit 60 %. Zusammen mit den rund 10 %, die der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund bewirkt, beträgt der straßenverkehrliche Anteil bei PM<sub>10</sub> fast 39 %. Die Quellen Hausbrand und Industrie spielen mit Anteilen von unter 1 % nur eine untergeordnete Rolle.

Bei NO<sub>x</sub> dominiert die in der Schlucht durch den lokalen Verkehr verursachte Zusatzbelastung mit ca. 58 %, gefolgt vom regionalen Hintergrund mit rund 16 %. Der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund trägt mit fast 22 % erheblich zur NO<sub>x</sub>-Immission bei. Fast 80 % der NO<sub>x</sub>-Immission wird somit vom Straßenverkehr verursacht. Der Hausbrand hat mit 4 % einen stärkeren Einfluss auf die NO<sub>x</sub>-Immission als die Industrie mit unter 1 %.

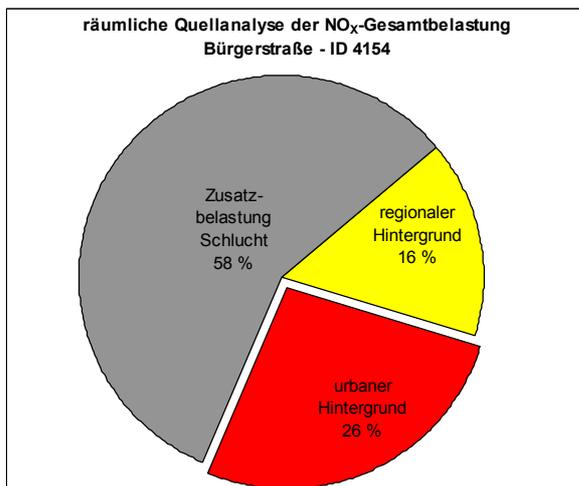
<sup>16</sup> Die Berechnungen erfolgten nicht mit gerundeten Zahlen, weshalb sich bei Addition von in der Tabelle aufgerundet dargestellten Angaben geringe Abweichungen ergeben können.



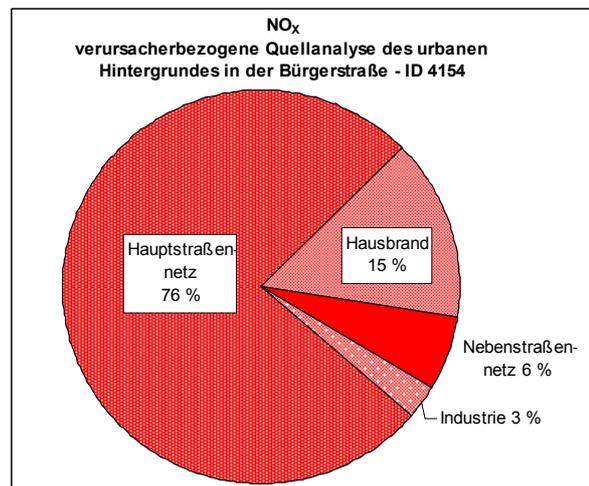
**Abbildung 6-5: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den PM<sub>10</sub>-Immissionen in der Bürgerstraße, 2010**



**Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Bürgerstraße nach Verursachern (PM<sub>10</sub>), 2010**



**Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den NO<sub>x</sub>-Immissionen in der Bürgerstraße, 2010**



**Abbildung 6-8: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Bürgerstraße nach Verursachern (NO<sub>x</sub>), 2010**

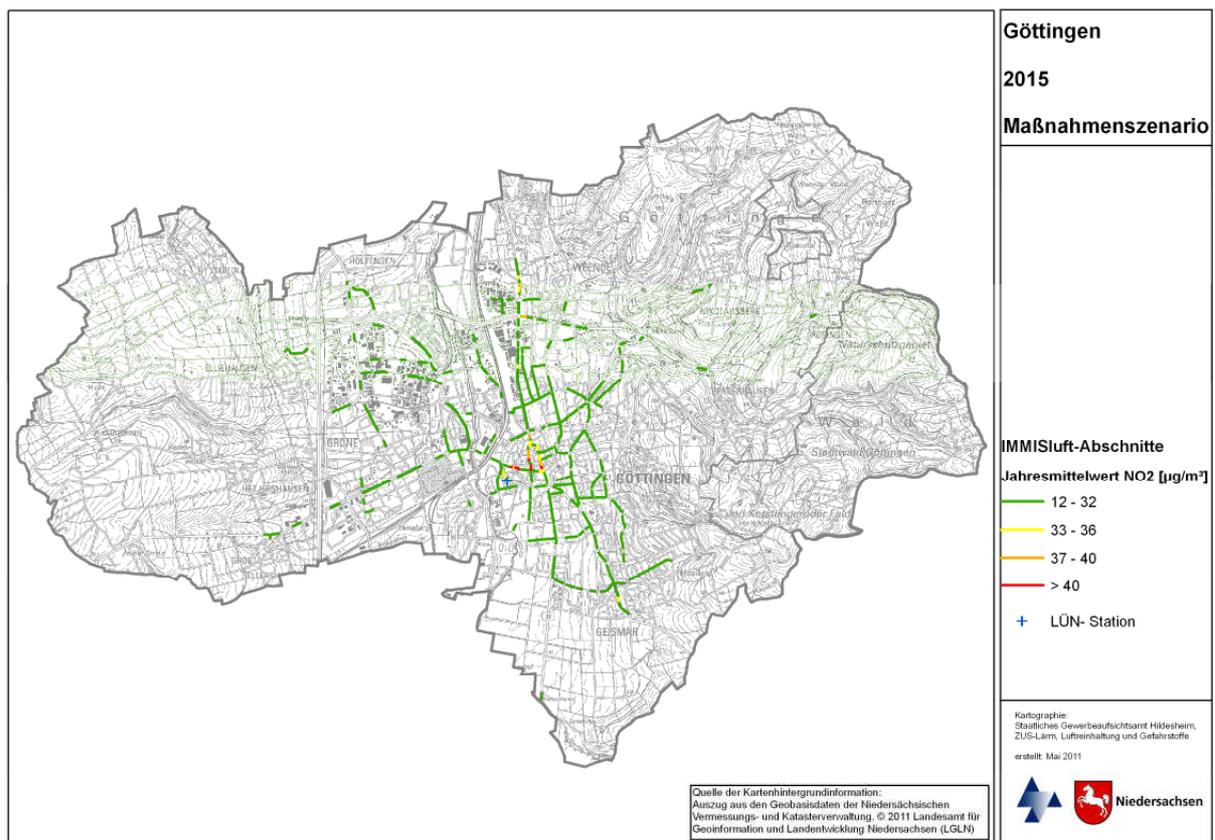
Eine Übertragung der verursacherbezogenen NO<sub>x</sub>-Immissionsanteile in NO<sub>2</sub>-Anteile ist nur eingeschränkt möglich, da vor allem der Anteil der NO<sub>x</sub>-Emissionen in der Straßenschlucht noch größtenteils als NO vorliegt.



## 6.6 Zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Belastung

Für die Bereiche, die auch 2015 noch rechnerische Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes aufweisen, ist die Planung von zusätzlichen Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung zwingend erforderlich.

Dieses weitergehende Maßnahmenzenario umfasst die Modernisierung der Busflotte (Verringerung der Fahrleistung Euro IV und schlechter), Reduzierung des PKW-Verkehrs im Fußgängerzonenbereich (- 50 %), Reduzierung des PKW-Verkehrs im gesamten Stadtgebiet (- 6 %) und Verdopplung der Fernwärmeanschlüsse im Innenstadtbereich.



**Abbildung 6-9: Jahresmittelwert NO<sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Göttingen, 2015 mit zusätzlichem Maßnahmenzenario**

Die Minderungswirkung der NO<sub>2</sub>-Belastung dieses Maßnahmenzenarios beträgt in den von der Überschreitung betroffenen Bereichen rechnerisch 1,0 bis 5,2 µg/m<sup>3</sup>.

Die höchste Minderungswirkung ist in dem höchst belasteten Abschnitt Groner Straße zu beobachten, dort sinkt die NO<sub>2</sub>-Belastung um rechnerisch 5,2 µg/m<sup>3</sup> von 54 µg/m<sup>3</sup> auf 49 µg/m<sup>3</sup>.

In sieben Abschnitten (Gotmarstraße, Groner Straße, Groner-Tor-Straße, Kurze-Geismar-Straße, Zindelstraße) kann der NO<sub>2</sub>-Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> mit dem Maßnahmenzenario 2015 nicht eingehalten werden.



## 7 Zusammenfassung

Für das Stadtgebiet von Göttingen wurde modellgestützt ein Screening zur Ermittlung der Luftschadstoffbelastungen im Hauptstraßennetz für das Bezugsjahr 2010 durchgeführt. Zusätzlich wurde eine Prognose für das Bezugsjahr 2015 erstellt.

Zur Bestimmung der urbanen Hintergrundbelastung wurde ein Emissionskataster für die Quellgruppen Industrie, Hausbrand und Straßenverkehr aufgebaut. Die Zusatzbelastung im Straßenraum wurde mit dem Screening-Modell IMMIS<sup>luft</sup> bestimmt. Dazu wurden die erforderlichen Geometriedaten des Straßenraums auf der Basis des digital vorliegenden 3D-Gebäudemodells der Stadt ermittelt.

Das Screening im Bezugsjahr 2010 zeigt, dass bei NO<sub>2</sub> für 40 Straßenabschnitte eine Überschreitung des im Jahr 2010 geltenden Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> ermittelt wird.

Die Prognose zeigt, dass die Immissionen bis 2015 zurückgehen, der ab 2010 geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> jedoch auch 2015 in elf Abschnitten nicht eingehalten wird.

Für die Bereiche, die auch 2015 noch Überschreitungen aufweisen, ist die Aufstellung von zusätzlichen Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung erforderlich. Durch ein Bündel von Maßnahmen verringern sich die Immissionen, sodass im Bezugsjahr 2015 nur noch sieben Abschnitte von einer Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes betroffen sind.

Der Rückgang der Immissionen in der Prognose 2015 ist durch die Verbesserung der Emissionsfaktoren, bedingt durch die Erneuerung der Fahrzeugflotte und die abgeschätzten Minderung des regionalen Hintergrundes begründet. Die Erneuerung der Fahrzeugflotten ist auf die allgemeine angenommene Entwicklung der Flotten und die in Göttingen geplante Modernisierung der Bus-Flotte zurück zu führen.

Bei den Aussagen zu Grenzwertüberschreitung bzw. –einholung müssen jedoch folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Modellrechnungen sind allein aufgrund der Unsicherheiten bei den Eingangsdaten „unscharf“. Mit einer Unschärfe von bis zu +/- 20 % ist bei dem gewählten Verfahren zu rechnen.
- In der Modellrechnung wird eine meteorologische Ausbreitungsklassenstatistik über 10 Jahre verwendet. Die Höhe der PM<sub>10</sub>-Immission wird stark durch Witterungsbedingungen beeinflusst. So kann in Jahren mit extremer meteorologischer Situation (z.B. wenig Niederschläge und lange Trockenperioden mit eingeschränktem Luftaustausch) die PM<sub>10</sub>-Immission von der in der Modellrechnung mit dem meteorologischen Mittel bestimmten PM<sub>10</sub>-Immission abweichen.
- Vor allem die Prognose ist insgesamt mit Unsicherheiten behaftet, da sie auf Annahmen zum Rückgang der regionalen Vorbelastung und einer sich erneuernden Fahrzeugflotte mit geringeren Emissionen beruht. Treffen beide Annahmen nicht im erwarteten Umfang ein, hat dies entscheidenden Einfluss auf die errechneten Ergebnisse.



## 8 Literatur

- [1] BLANK, P., WICKERT, B., OBERMEIER, A., FRIEDRICH, R., DREISEIDLER, A., PFEIFFER, F., BAUMBACH, G., 1999: Erstellung eines Emissionskatasters für Feuerungsanlagen in Haushalt und Kleinverbrauch, Forschungsbericht Ufo 104 02 830. Im Auftrag des Umweltbundesamts, September 1999
- [2] DIEGMANN, 2011: IMMIS<sup>em/luft</sup>-Handbuch zur Version 5.2; IVU Umwelt GmbH; Freiburg, 2011
- [3] DIEGMANN, V. ET AL., 2006: Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid, UFOPLAN 204 42 222
- [4] DIEGMANN, V., MAHLAU, A., 1999: Vergleich von Messungen der Luftschadstoffbelastungen im Straßenraum mit Berechnungen des Screening-Modells IMMIS<sup>luft</sup>, Immissionsschutz 3, pp 76-83
- [5] DÜRING, I. UND LOHMEYER, A., 2004: Modellierung nicht motorbedingter PM<sub>10</sub>-Emissionen von Straßen. KRdL-Experten-Forum „Staub und Staubinhaltsstoffe“, 10./11. November 2004, Düsseldorf. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, KRdL-Schriftenreihe Band 33
- [6] DÜRING, I.; BÄCHLIN, W. 2009: Tendenzen der NO<sub>2</sub>-Belastung im Land Brandenburg. Auftraggeber: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Unter Mitarbeit von IFEU GmbH, Heidelberg, Planungsbüro Dr. Hunger, Dresden und National Environmental Research Institute (NERI), Roskilde, Dänemark. 2009.
- [7] EU, 1996: Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27.9.1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 296/55 vom 21.11.1996
- [8] EU, 1999: Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22.4.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 163/41 vom 29.6.1999
- [9] EU, 2008: Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 152/1 vom 11.06.2008
- [10] EKAT\_BW: <http://www.ekat.baden-wuerttemberg.de/>
- [11] EKAT\_NRW: <http://www.gis.nrw.de/ims/ekatsmall2004/smallclient.htm>
- [12] FEIER, H., 2003: Emissionskataster Hessen für das Bezugsjahr 2000, Quellengruppe nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen. Im Auftrag der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, 2003
- [13] FRIEDRICH, U. 2010: Vergleich von Emissionsberechnungen der Handbücher für Emissionsfaktoren HBEFA 3.1 bzw. 2.1 anhand einer Beispielstraße. 3. Freiburger Workshop "Luftreinhaltung und Modelle", 29.-30.6.2010, IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2010
- [14] HARTMANN, U., DIEGMANN, V., 2006: Vergleich von berechneten Luftschadstoffbelastungen mit gemessenen Luftqualitätsdaten im Straßenraum, Immissionsschutz 2, pp 73-77
- [15] INFRAS AG, 2010: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 3.1; Bern, Februar 2010
- [16] IVU UMWELT GMBH, 2005: Grundsatzuntersuchungen für die Aufstellung von Luftreinhalteplänen nach der 22. BImSchV. Im Auftrag des Landesamts für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Februar 2005



- [17] IVU UMWELT GMBH, 2006: Immissionsbelastung im Hauptstraßennetz von München, 2005. Im Auftrag des Referats für Umwelt und Gesundheit der Landeshauptstadt München, August 2006
- [18] PESTEL INSTITUT, 2005: Niedersächsische Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen 2002. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, März 2005
- [19] PESTEL INSTITUT, 2007: Niedersächsische Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen 2004. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, Januar 2007
- [20] PESTEL INSTITUT, 2008: Niedersächsische Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen 2006. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, November 2008
- [21] PFEIFFER, F., STRUSCHKA, M., BAUMBACH, G., 2000: Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher. Forschungsbericht 295 46 364, UBA-FB 000048, im Auftrag des Umweltbundesamts, Texte 14/00, ISSN 0722-186X, Mai 2000
- [22] PREGGER, T., BLANK, P., WICKERT, B., KRÜGER, R., THELOKE, J., FRIEDRICH, R., 2001: Emissionskataster für Bayern (Endbericht). Im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz, Januar 2001
- [23] PREGGER, T. ET AL., 2005: Fortschreibung des Emissionskataster Bayern für das Jahr 2000 (Schlussbericht). Im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz, August 2005
- [24] ROMBERG, E. ET AL., 1996: NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 56, Springer-Verlag, 215-218
- [25] STERN, R., 1997: Das Modellinstrumentarium IMMIS-NET/CPB zur immissionsseitigen Bewertung von Kfz-Emissionen im Rahmen der 23. BImSchV.; 465. Seminar des Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin e. V.: Verkehrsbedingte Belastungen durch Benzol, Dieselruß und Stickoxide in städtischen Straßenräumen. 23. BImSchV seit 1. März 1997 in Kraft - was nun ?; Berlin, April 1997
- [26] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2009: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffkonzentrationen, Voruntersuchungen zum Luftreinhalte- und Aktionsplan Oldenburg, Mai 2009
- [27] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2009: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffkonzentrationen in Hameln, Voruntersuchungen zum Luftreinhalte- und Aktionsplan, August 2009
- [28] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Osnabrück, August 2011
- [29] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Hannover, August 2011
- [30] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Hildesheim, August 2011
- [31] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Göttingen, August 2011
- [32] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Braunschweig, August 2011



- [33] STRUSCHKA, M ET AL., 2003: Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung. Forschungsbericht 299 44 140, UBA-FB 000477, im Auftrag des Umweltbundesamts, Texte 41/03, ISSN 0722-186X, Juli 2003
- [34] STRUSCHKA, M ET AL., 2008: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. Forschungsbericht 205 42 322, UBA-FB 001217, im Auftrag des Umweltbundesamts, Texte 44/08, ISSN 1862-4804, November Juli 2008
- [35] UHLENHUT, F., 2002 : Emissionskataster (Stand :2000) für die Stadt Emden. Hausbrand/Kleingewerbe, Verkehr, Industrie. Fachhochschule Hameln/Ostfriesland/Wilhelmshaven, Institut für Umwelttechnik, Constantiaplatz 4, 26723 Emden



## 9 Liste der Belastungsschwerpunkte

**Tabelle 9-1: Analyse 2010: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO<sub>2</sub> ab 33 µg/m<sup>3</sup>, sortiert nach NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung**

Eingangsdaten													Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	BUS	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%	%				µg/m <sup>3</sup>				
2365	Groner Straße 790	21	8	15	2500	5,6	23,0	0,0	0,0	1	0	30	17	41	23	180	<b>72</b>
2007	Groner-Tor-Straße 707	20	11	18	6900	2,0	8,3	0,0	0,0	1	0	30	17	39	25	161	<b>67</b>
2701	Kurze-Geismaß-Straße936	24	8	16	2600	5,8	16,1	0,0	0,0	1	0	30	16	39	23	160	<b>66</b>
2702	Kurze-Geismaß-Straße936	21	8	12	2600	5,8	16,1	0,0	0,0	1	0	30	16	39	22	141	<b>61</b>
2433	Gotmarstraße 823	21	9	19	1500	10,0	27,9	0,0	0,0	1	0	30	16	39	21	139	<b>60</b>
2011	Groner-Tor-Straße 710	33	11	17	6900	2,0	8,3	0,0	0,0	1	0	30	17	39	23	137	<b>60</b>
2476	Zindelstraße 843	24	9	18	1500	10,0	27,9	0,0	0,0	1	0	30	16	40	21	135	<b>59</b>
2432	Gotmarstraße 823	13	10	17	1500	10,0	27,9	0,0	0,0	1	0	30	16	38	20	126	<b>56</b>
2554	Jüdenstraße 863	44	8	18	2000	5,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	16	41	20	118	<b>54</b>
2388	Stumpfbiel 810	20	11	17	1500	14,7	27,9	0,0	0,0	1	0	30	16	38	20	117	<b>53</b>
2566	Jüdenstraße 869	22	11	17	2000	5,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	16	38	20	111	<b>52</b>
2428	Weender Straße 820	22	17	15	4300	7,7	13,3	0,0	0,0	1	0	30	17	41	21	105	<b>50</b>
2535	Lange-Geismar-Straße859	21	8	16	1000	9,3	26,4	0,0	0,0	1	0	30	16	36	19	103	<b>49</b>
2564	Jüdenstraße 868	9	10	17	1450	7,4	19,9	0,0	0,0	1	0	30	16	38	19	101	<b>48</b>
2386	Stumpfbiel 809	28	14	22	2000	11,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	17	41	20	100	<b>48</b>
2303	An der Lutter 774	52	21	12	23500	7,7	0,0	0,0	0,0	1	1	50	17	52	23	95	<b>48</b>
2555	Jüdenstraße 864	39	11	17	2000	5,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	16	41	19	97	<b>48</b>
2156	Hannoversche Straße 746	40	11	11	12500	3,9	1,9	0,0	0,0	1	1	50	17	42	23	95	<b>47</b>
2536	Lange-Geismar-Straße859	21	9	15	1000	9,3	26,4	0,0	0,0	1	0	30	16	38	19	98	<b>47</b>
2009	Groner-Tor-Straße 708	59	12	19	6900	2,0	8,3	0,0	0,0	1	0	30	17	39	20	95	<b>47</b>
2567	Jüdenstraße 869	27	11	11	2000	5,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	16	40	19	94	<b>47</b>
615	Hauptstraße 220	30	10	11	12700	2,9	1,0	23,9	0,0	1	0	30	16	28	25	100	<b>46</b>
2558	Jüdenstraße 865	43	11	16	2000	5,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	16	40	19	91	<b>45</b>
2159	Hannoversche Straße 748	32	14	11	12500	3,9	1,9	0,0	0,0	1	1	50	17	41	22	89	<b>45</b>
2704	Kurze-Geismaß-Straße937	21	14	15	2600	5,8	16,1	0,0	0,0	1	0	30	16	38	19	90	<b>45</b>
2430	Weender Straße 822	46	20	24	4300	7,7	13,3	0,0	0,0	1	0	30	17	44	19	86	<b>44</b>
2367	Groner Straße 790	14	18	16	2500	5,6	23,0	0,0	0,0	1	0	30	16	36	19	88	<b>44</b>
2532	Lange-Geismar-Straße858	21	10	17	1000	9,3	26,4	0,0	0,0	1	0	30	16	36	19	88	<b>44</b>
2429	Weender Straße 821	45	19	20	4300	7,7	13,3	0,0	0,0	1	0	30	17	41	19	84	<b>43</b>
2436	Nikolaistraße 832	23	8	19	1000	6,3	15,4	0,0	0,0	1	0	30	16	39	19	84	<b>43</b>



Eingangsdaten													Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	BUS	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%	%				µg/m <sup>3</sup>				
4143	Bürgerstraße 1291	62	23	13	34000	4,7	0,6	23,9	0,0	1	1	50	17	40	23	83	43
4146	Bürgerstraße 1291	57	25	15	34000	4,7	0,6	23,9	0,0	1	1	50	17	37	23	83	42
2562	Jüdenstraße 867	46	13	19	2000	5,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	16	39	18	81	42
2153	Hannoversche Straße 746	43	15	11	12500	3,9	1,9	0,0	0,0	1	1	50	17	41	21	79	42
4154 <sup>17</sup>	Bürgerstraße 1291	54	25	14	34000	4,7	0,6	23,9	0,0	1	1	50	17	35	23	83	42
4409	Hannoversche Straße 1320	46	23	15	26000	4,1	0,9	0,0	0,0	1	1	60	17	42	22	79	42
2383	Stumpfbiel 809	58	10	13	2000	11,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	16	39	19	80	42
2135	Hannoversche Straße 743	37	15	12	12500	4,4	1,4	0,0	0,0	1	1	50	16	39	22	80	42
3834	Hauptstraße 1278	42	10	11	12700	2,9	1,0	23,9	0,0	1	0	30	15	26	23	86	41
2438	Nikolaistraße 834	12	9	16	1000	6,3	15,4	0,0	0,0	1	0	30	17	38	19	78	41
2213	Weender Landstraße 758	57	19	19	25000	4,3	0,9	0,0	0,0	1	1	60	17	39	23	77	41
2139	Hannoversche Straße 744	41	16	12	12500	3,9	1,9	0,0	0,0	1	1	50	16	39	21	77	41
2551	Jüdenstraße 863	44	14	18	2000	5,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	16	40	18	76	40
2439	Nikolaistraße 835	29	9	17	1000	6,3	15,4	0,0	0,0	1	0	30	17	40	19	75	40
4140	Bürgerstraße 1291	68	28	16	34000	4,7	0,6	23,9	0,0	1	1	50	17	42	22	73	39
2371	Paulinerstraße 806	35	19	25	1500	10,0	27,9	0,0	0,0	1	0	30	16	40	18	73	39
1747	Groner Landstraße 633	36	30	18	30000	6,5	0,7	0,0	0,0	1	1	60	17	33	24	77	39
2230	Weender Landstraße 761	58	26	13	25000	4,3	0,9	0,0	0,0	1	1	60	18	45	22	70	39
2538	Barfüßerstraße 860	36	9	15	400	8,3	32,5	0,0	0,0	1	0	30	17	47	18	68	39
2651	Reinhäuser Landstraße 923	44	23	13	20000	4,2	0,7	29,8	8,1	1	1	50	16	35	22	73	38
2274	Hannoversche Straße 769	52	47	10	26000	4,1	0,9	0,0	0,0	1	1	60	17	52	19	66	38
2655	Reinhäuser Landstraße 924	49	22	12	20000	4,2	0,7	29,8	8,1	1	1	50	16	36	21	71	38
3095	Geismar Landstraße 1053	28	25	17	14300	5,7	1,3	0,0	0,0	1	1	50	16	33	21	72	38
2131	Hannoversche Straße 742	44	17	13	12500	4,4	1,4	0,0	0,0	1	1	50	16	37	20	70	38
811	Berliner Straße 294	41	30	14	28500	2,7	1,4	0,0	0,0	1	1	60	17	38	21	69	37
4151	Bürgerstraße 1291	57	33	19	34000	4,7	0,6	23,9	0,0	1	1	50	16	34	22	71	37
2369	Groner Straße 792	24	16	18	2500	7,2	10,6	0,0	0,0	1	0	30	16	37	18	70	37
2370	Groner Straße 793	27	17	20	2500	7,3	10,6	0,0	0,0	1	0	30	16	38	18	68	37
2201	Weender Landstraße 756	37	32	13	26000	4,1	0,9	0,0	0,0	1	1	60	17	38	21	68	37
2539	Barfüßerstraße 860	32	9	19	400	8,3	32,5	0,0	0,0	1	0	30	16	40	17	66	37
4414	Hannoversche Straße 1320	25	41	18	26000	4,1	0,9	0,0	0,0	1	1	60	16	37	21	67	36

17 Gelb hinterlegt ist der Abschnitt an dem die Verkehrsmessstation des LÜN steht.



Eingangsdaten													Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	BUS	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%	%				µg/m <sup>3</sup>				
2205	Weender Landstraße 756	66	21	16	26000	4,1	0,9	0,0	0,0	1	1	60	17	39	21	66	36
2000	Groner-Tor-Straße 707	44	33	16	6900	2,0	8,3	0,0	0,0	1	0	30	17	40	19	64	36
2295	Güterbahnhofstraße 771	45	24	13	13100	7,3	0,0	0,0	0,0	1	1	50	17	41	20	65	36
808	Berliner Straße 294	43	32	13	28500	2,7	1,4	0,0	0,0	1	1	60	16	37	21	65	36
2909	Friedländer Weg 1004	38	23	11	13700	2,8	1,2	31,1	0,0	1	0	30	16	34	20	67	36
1789	Jüeringstraße 647	38	22	12	14800	8,1	0,0	0,0	0,0	1	1	50	17	32	21	69	36
2490	Theaterstraße 848	21	12	20	1800	3,6	7,2	0,0	0,0	1	0	30	16	36	18	65	36
2575	Kreuzbergring 872	40	27	14	16000	4,9	0,8	8,1	0,0	1	1	50	17	38	20	64	36
2173	Bahnhofsplatz 751	67	27	16	12000	5,7	3,0	0,0	0,0	1	1	60	18	48	20	60	36
2311	An der Lutter 775	77	36	10	23500	7,7	0,0	0,0	0,0	1	1	50	16	49	18	60	36
4394	Lutteranger 1317	28	23	8	9200	8,8	0,0	0,0	0,0	1	1	50	17	41	19	64	35
3076	Geismar Landstraße 1050	31	24	15	12800	4,3	0,8	0,0	0,0	1	1	50	16	36	20	64	35
2707	Kurze-Geismaß-Straße939	60	15	24	3000	12,0	4,8	0,0	0,0	1	0	30	17	41	19	63	35
1987	Große Breite 691	44	34	9	15300	11,5	0,0	0,0	0,0	1	1	50	16	41	19	63	35
1758	Groner Landstraße 637	47	30	13	30000	6,5	0,7	0,0	0,0	1	1	60	16	32	22	67	35
823	Nikolaisberger Weg 297	49	22	15	19600	2,5	1,0	0,0	0,0	1	1	50	16	35	20	63	35
2913	Friedländer Weg 1004	53	19	15	13700	2,8	1,2	31,1	0,0	1	0	30	16	34	20	65	35
2935	Friedländer Weg 1006	44	21	18	13700	1,8	1,1	31,1	0,0	1	0	50	16	36	20	64	35
2285	Güterbahnhofstraße 771	43	27	8	13100	7,3	0,0	0,0	0,0	1	1	50	17	42	20	62	35
2489	Theaterstraße 847	11	12	19	550	6,2	23,6	0,0	0,0	1	0	30	16	40	17	61	35
2638	Gosslerstraße 889	33	22	18	4000	2,6	5,4	0,0	0,0	1	0	30	17	41	18	61	35
4396	Lutteranger 1317	29	25	9	9200	8,8	0,0	0,0	0,0	1	1	50	17	41	19	62	35
2149	Hannoversche Straße 746	64	20	13	12500	3,9	1,9	0,0	0,0	1	1	50	17	42	19	60	35
1983	Große Breite 689	41	32	7	15300	11,5	0,0	0,0	0,0	1	1	50	16	39	19	62	35
2507	Hennebergstraße 853	50	20	14	8300	1,6	0,7	0,0	0,0	1	0	30	17	44	18	60	35
1930	Im Rinschenrott 672	60	26	9	22000	5,6	0,0	26,2	23,9	1	1	50	17	36	20	63	35
3107	Geismar Landstraße 1056	43	25	17	17700	3,8	1,1	23,9	0,0	1	1	50	16	31	20	64	34
2580	Kreuzbergring 873	45	26	18	16000	4,9	0,8	8,1	0,0	1	1	50	16	36	20	62	34
2226	Weender Landstraße 760	70	26	14	25000	4,3	0,9	0,0	0,0	1	1	60	17	41	20	60	34
1198	Kasseler Landstraße 417	32	25	7	26800	4,2	0,3	0,0	0,0	1	1	60	16	31	21	64	34
2657	Reinhäuser Landstraße925	61	23	15	20000	4,2	0,7	29,8	8,1	1	1	50	16	35	20	62	34
2822	Reinhäuser Landstraße955	37	27	13	19500	3,0	0,8	37,9	0,0	1	1	50	16	32	21	63	34
4388	Güterbahnhofstraße 1316	45	24	10	13500	4,5	0,0	0,0	0,0	1	1	50	17	40	20	59	34
2691	Robert-Koch-Straße 933	37	33	13	16300	3,8	1,0	23,9	0,0	1	1	50	16	37	20	61	34



Eingangsdaten													Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	BUS	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%	%				µg/m <sup>3</sup>				
2706	Kurze-Geismaß-Straße938	37	15	14	3000	6,0	4,8	0,0	0,0	1	0	30	17	39	18	60	34
2942	Friedländer Weg 1007	46	17	14	8000	4,0	1,1	0,0	0,0	1	0	50	17	39	19	60	34
2222	Weender Landstraße 759	63	27	9	25000	4,3	0,9	0,0	0,0	1	1	60	17	39	20	59	34
2559	Jüdenstraße 866	55	19	17	2000	5,0	20,9	0,0	0,0	1	0	30	16	38	17	59	34
3082	Geismar Landstraße 1050	51	24	15	12800	4,3	0,8	0,0	0,0	1	1	50	16	38	19	59	34
2127	Hannoversche Straße 742	56	18	12	12500	4,4	1,4	0,0	0,0	1	1	50	16	36	19	60	34
815	Nikolaisberger Weg 297	72	23	16	19600	2,5	1,0	0,0	0,0	1	1	50	17	41	19	57	33
3195	Nikolaisberger Weg 1077	45	25	15	15200	3,2	1,2	0,0	0,0	1	1	50	16	35	19	59	33
2368	Groner Straße 791	44	18	22	2500	7,2	10,6	0,0	0,0	1	0	30	16	36	18	59	33
2237	Weender Landstraße 762	68	26	12	21000	5,1	1,8	0,0	0,0	1	1	60	17	39	20	57	33
2583	Kreuzbergring 874	41	27	14	15700	5,4	0,0	0,0	0,0	1	1	50	16	35	19	59	33
755	Hannoversche Straße 285	50	50	9	18500	6,0	1,2	0,0	0,0	1	1	60	17	45	18	55	33
2634	Gosslerstraße 887	26	24	17	4000	2,6	5,4	0,0	0,0	1	0	30	16	37	18	57	33
2637	Gosslerstraße 888	37	22	17	4000	2,6	5,4	0,0	0,0	1	0	30	17	38	18	57	33
2516	Hennebergstraße 855	51	20	12	8300	1,6	0,7	0,0	0,0	1	0	30	16	41	18	56	33
2215	Weender Landstraße 758	67	27	12	25000	4,3	0,9	0,0	0,0	1	1	60	17	38	20	57	33
2817	Reinhäuser Landstraße955	49	26	18	19500	3,0	0,8	37,9	0,0	1	1	50	16	32	20	60	33
2512	Hennebergstraße 854	52	20	9	8300	1,6	0,7	0,0	0,0	1	0	30	16	42	18	56	33
374	Stettiner Straße 154	33	22	12	14500	5,4	0,4	0,0	0,0	1	1	50	16	29	20	61	33
1190	Kasseler Landstraße 417	48	26	12	26800	4,2	0,3	0,0	0,0	1	1	60	16	31	20	60	33
1664	Königsallee 596	41	32	11	15000	10,7	1,2	0,0	0,0	1	1	50	17	31	20	61	33
2671	Friedrichstraße 930	33	12	18	1500	3,6	8,7	0,0	0,0	1	0	30	16	35	18	57	33



**Tabelle 9-2: Prognose 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO<sub>2</sub> ab 33 µg/m<sup>3</sup>, sortiert nach NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung**

Eingangsdaten													Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	BUS	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%	%				µg/m <sup>3</sup>				
2365	Groner Straße 790	21	8	15	2500	5.6	23.0	0.0	0.0	1	0	30	16	34	22	137	54
2007	Groner-Tor-Straße 707	20	11	18	6900	2.0	8.3	0.0	0.0	1	0	30	16	32	24	121	51
2701	Kurze-Geismar-Straße936	24	8	16	2600	5.8	16.1	0.0	0.0	1	0	30	16	32	22	121	50
2702	Kurze-Geismar-Straße936	21	8	12	2600	5.8	16.1	0.0	0.0	1	0	30	16	32	21	107	47
2011	Groner-Tor-Straße 710	33	11	17	6900	2.0	8.3	0.0	0.0	1	0	30	16	32	22	103	46
2433	Gotmarstraße 823	21	9	19	1500	10.0	27.9	0.0	0.0	1	0	30	16	32	20	107	46
2476	Zindelstraße 843	24	9	18	1500	10.0	27.9	0.0	0.0	1	0	30	16	33	20	104	46
2432	Gotmarstraße 823	13	10	17	1500	10.0	27.9	0.0	0.0	1	0	30	16	32	20	96	43
2554	Jüdenstraße 863	44	8	18	2000	5.0	20.9	0.0	0.0	1	0	30	16	34	20	91	43
2388	Stumpfbiel 810	20	11	17	1500	14.7	27.9	0.0	0.0	1	0	30	16	32	20	90	42
2303	An der Lutter 774	52	21	12	23500	7.7	0.0	0.0	0.0	1	1	50	17	45	21	76	41
2566	Jüdenstraße 869	22	11	17	2000	5.0	20.9	0.0	0.0	1	0	30	16	32	19	85	40
2428	Weender Straße 820	22	17	15	4300	7.7	13.3	0.0	0.0	1	0	30	16	34	20	81	39
2156	Hannoversche Straße 746	40	11	11	12500	3.9	1.9	0.0	0.0	1	1	50	16	35	22	73	39
2564	Jüdenstraße 868	9	10	17	1450	7.4	19.9	0.0	0.0	1	0	30	16	32	19	79	38
2535	Lange-Geismar-Straße859	21	8	16	1000	9.3	26.4	0.0	0.0	1	0	30	16	30	19	80	38
2386	Stumpfbiel 809	28	14	22	2000	11.0	20.9	0.0	0.0	1	0	30	16	34	19	77	38
2555	Jüdenstraße 864	39	11	17	2000	5.0	20.9	0.0	0.0	1	0	30	16	34	19	76	38
2536	Lange-Geismar-Straße859	21	9	15	1000	9.3	26.4	0.0	0.0	1	0	30	16	32	19	76	37
2009	Groner-Tor-Straße 708	59	12	19	6900	2.0	8.3	0.0	0.0	1	0	30	16	32	20	73	37
2567	Jüdenstraße 869	27	11	11	2000	5.0	20.9	0.0	0.0	1	0	30	16	33	19	73	37
2159	Hannoversche Straße 748	32	14	11	12500	3.9	1.9	0.0	0.0	1	1	50	16	34	21	68	37
615	Hauptstraße 220	30	10	11	12700	2.9	1.0	23.9	0.0	1	0	30	15	23	23	74	37
2558	Jüdenstraße 865	43	11	16	2000	5.0	20.9	0.0	0.0	1	0	30	16	33	18	71	36
2704	Kurze-Geismar-Straße937	21	14	15	2600	5.8	16.1	0.0	0.0	1	0	30	16	32	19	70	36
2430	Weender Straße 822	46	20	24	4300	7.7	13.3	0.0	0.0	1	0	30	16	36	19	66	35
2367	Groner Straße 790	14	18	16	2500	5.6	23.0	0.0	0.0	1	0	30	16	30	18	69	35
2532	Lange-Geismar-Straße858	21	10	17	1000	9.3	26.4	0.0	0.0	1	0	30	16	30	18	69	35
2429	Weender Straße 821	45	19	20	4300	7.7	13.3	0.0	0.0	1	0	30	16	34	19	65	35
2436	Nikolaistraße 832	23	8	19	1000	6.3	15.4	0.0	0.0	1	0	30	16	32	18	66	34
2153	Hannoversche Straße 746	43	15	11	12500	3.9	1.9	0.0	0.0	1	1	50	16	35	20	61	34
4143	Bürgerstraße 1291	62	23	13	34000	4.7	0.6	23.9	0.0	1	1	50	17	32	22	62	34



Eingangsdaten													Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	BUS	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%	%				µg/m <sup>3</sup>				
4146	Bürgerstraße 1291	57	25	15	34000	4.7	0.6	23.9	0.0	1	1	50	16	30	22	63	34
2135	Hannoversche Straße 743	37	15	12	12500	4.4	1.4	0.0	0.0	1	1	50	16	33	20	62	34
4409	Hannoversche Straße 1320	46	23	15	26000	4.1	0.9	0.0	0.0	1	1	60	16	35	21	60	34
2562	Jüdenstraße 867	46	13	19	2000	5.0	20.9	0.0	0.0	1	0	30	16	33	18	64	34
4154 <sup>18</sup>	Bürgerstraße 1291	54	25	14	34000	4.7	0.6	23.9	0.0	1	1	50	16	29	22	62	34
2274	Hannoversche Straße 769	52	47	10	26000	4.1	0.9	0.0	0.0	1	1	60	16	46	18	55	34
2383	Stumpfebiel 809	58	10	13	2000	11.0	20.9	0.0	0.0	1	0	30	16	32	18	63	33
2139	Hannoversche Straße 744	41	16	12	12500	3.9	1.9	0.0	0.0	1	1	50	16	33	20	59	33
2213	Weender Landstraße 758	57	19	19	25000	4.3	0.9	0.0	0.0	1	1	60	17	32	22	58	33
3834	Hauptstraße 1278	42	10	11	12700	2.9	1.0	23.9	0.0	1	0	30	15	22	22	64	33
2438	Nikolaistraße 834	12	9	16	1000	6.3	15.4	0.0	0.0	1	0	30	16	31	18	61	33

<sup>18</sup> Gelb hinterlegt ist der Abschnitt an dem die Verkehrsmessstation des LÜN steht.



**Tabelle 9-3: Maßnahmenszenario 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO<sub>2</sub> ab 33 µg/m<sup>3</sup>, sortiert nach NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung**

Eingangsdaten													Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	BUS	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%	%				µg/m <sup>3</sup>				
2365	Groner Straße 790	21	8	15	1772	7.9	32.4	0.0	0.0	1	0	30	16	32	21	123	49
2007	Groner-Tor-Straße 707	20	11	18	6549	2.1	8.7	0.0	0.0	1	0	30	16	30	23	111	47
2701	Kurze-Geismar-Straße936	24	8	16	2496	6.0	16.8	0.0	0.0	1	0	30	16	31	22	111	47
2702	Kurze-Geismar-Straße936	21	8	12	2496	6.0	16.8	0.0	0.0	1	0	30	16	31	21	99	43
2011	Groner-Tor-Straße 710	33	11	17	6549	2.1	8.7	0.0	0.0	1	0	30	16	30	22	95	43
2433	Gotmarstraße 823	21	9	19	1089	13.8	38.4	0.0	0.0	1	0	30	16	30	20	96	42
2476	Zindelstraße 843	24	9	18	1144	13.1	36.6	0.0	0.0	1	0	30	16	31	20	93	41
2303	An der Lutter 774	52	21	12	22259	8.1	0.0	0.0	0.0	1	1	50	16	44	21	73	40
2432	Gotmarstraße 823	13	10	17	1089	13.8	38.4	0.0	0.0	1	0	30	16	30	19	87	39
2554	Jüdenstraße 863	44	8	18	1379	7.3	30.3	0.0	0.0	1	0	30	16	32	19	82	39
2388	Stumpfbiel 810	20	11	17	1169	18.9	35.8	0.0	0.0	1	0	30	16	30	19	82	38
2156	Hannoversche Straße 746	40	11	11	11831	4.1	2.0	0.0	0.0	1	1	50	16	35	22	70	37
2566	Jüdenstraße 869	22	11	17	1409	7.1	29.7	0.0	0.0	1	0	30	16	30	19	77	37
2428	Weender Straße 820	22	17	15	4122	8.0	13.9	0.0	0.0	1	0	30	16	31	20	74	37
2159	Hannoversche Straße 748	32	14	11	11831	4.1	2.0	0.0	0.0	1	1	50	16	33	21	65	35
2535	Lange-Geismar-Straße859	21	8	16	776	12.0	34.0	0.0	0.0	1	0	30	16	29	18	73	35
2386	Stumpfbiel 809	28	14	22	1419	15.5	29.5	0.0	0.0	1	0	30	16	32	19	70	35
2564	Jüdenstraße 868	9	10	17	1008	10.6	28.6	0.0	0.0	1	0	30	16	30	18	71	35
615	Hauptstraße 220	30	10	11	12014	3.1	1.1	8.1	0.0	1	0	30	15	22	22	70	35
2555	Jüdenstraße 864	39	11	17	1379	7.3	30.3	0.0	0.0	1	0	30	16	32	18	68	35
2536	Lange-Geismar-Straße859	21	9	15	776	12.0	34.0	0.0	0.0	1	0	30	16	30	18	70	35
2009	Groner-Tor-Straße 708	59	12	19	6549	2.1	8.7	0.0	0.0	1	0	30	16	30	19	67	34
2567	Jüdenstraße 869	27	11	11	1409	7.1	29.7	0.0	0.0	1	0	30	16	31	18	66	34
2704	Kurze-Geismar-Straße937	21	14	15	2496	6.0	16.8	0.0	0.0	1	0	30	16	30	19	65	33
2153	Hannoversche Straße 746	43	15	11	11831	4.1	2.0	0.0	0.0	1	1	50	16	34	20	59	33
4143	Bürgerstraße 1291	62	23	13	32178	5.0	0.6	8.1	0.0	1	1	50	17	31	21	60	33
2558	Jüdenstraße 865	43	11	16	1379	7.3	30.3	0.0	0.0	1	0	30	16	31	18	64	33
4409	Hannoversche Straße 1320	46	23	15	24598	4.3	1.0	0.0	0.0	1	1	60	16	34	21	59	33
2430	Weender Straße 822	46	20	24	4122	8.0	13.9	0.0	0.0	1	0	30	16	33	18	62	33
4146	Bürgerstraße 1291	57	25	15	32178	5.0	0.6	8.1	0.0	1	1	50	16	29	21	61	33
2135	Hannoversche Straße 743	37	15	12	11831	4.6	1.5	0.0	0.0	1	1	50	16	32	20	59	33



Eingangsdaten													Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	BUS	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%	%				µg/m <sup>3</sup>				
4154 <sup>19</sup>	Bürgerstraße 1291	54	25	14	32178	5.0	0.6	8.1	0.0	1	1	50	16	28	21	60	33

<sup>19</sup> Gelb hinterlegt ist der Abschnitt an dem die Verkehrsmessstation des LÜN steht.