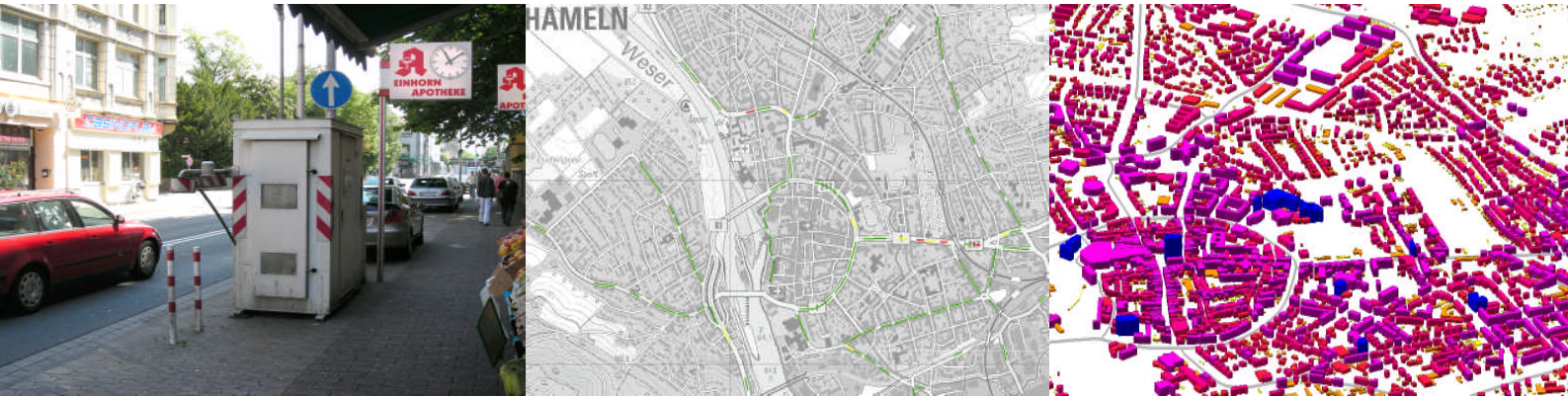




Staatliches Gewerbeaufsichtsamt  
Hildesheim



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

Hameln

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

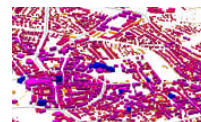
Titelbilder:



*Ehem. Verkehrsmessstation in der  
Deisterstraße, Hameln*



*NO<sub>2</sub>-Hotspots, Hameln*



*3D-Gebäudemodell, Hameln*

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 .....	16
3.2.3	Plausibilisierung der Ergebnisse.....	18
3.2.4	Umlegung der Emissionen auf Rasterzellen .....	19
3.3	Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen .....	21
3.3.1	Punkt- und Flächenquellen.....	21
3.4	Emissionsbilanz.....	22
<b>4</b>	<b>Meteorologie</b> .....	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Berechnung der Gesamtbelastung</b> .....	<b>25</b>
5.1	Bildung von IMMIS <sup>luft</sup> -Abschnitten .....	25
5.2	Abgeleitete Kennwerte für NO <sub>2</sub> und PM <sub>10</sub> .....	26
<b>6</b>	<b>Analyse der Immissionsbelastung in den IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitten</b> .....	<b>28</b>
6.1	Bestimmung der Vorbelastung.....	28
6.1.1	Abschätzung des regionalen Hintergrundes 2010 und 2015.....	28
6.1.2	Berechnung des urbanen Hintergrundes 2010 und 2015.....	28
6.2	Ergebnisse des Screenings - Immissionsbelastung in den IMMIS <sup>luft</sup> - Abschnitten.....	29
6.3	Bewertung der Immissionsbelastung in den IMMIS <sup>luft</sup> -Abschnitten .....	31
6.4	Vergleich mit den Messdaten.....	32
6.5	Verursacheranalyse.....	33
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**

<i>Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung .....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 3-1: Haupt- und Nebenstraßennetz in Hameln .....</i>	<i>8</i>
<i>Abbildung 3-2: Tagesganglinien des Verkehrs zur Bestimmung der LOS-Anteile.....</i>	<i>10</i>
<i>Abbildung 3-3: PKW-Flottenzusammensetzung in Hameln im Vergleich zur HBEFA- Zusammensetzung in den Bezugsjahren 2010 und 2015 .....</i>	<i>12</i>
<i>Abbildung 3-4: Bus-Flottenzusammensetzung in Hameln in den Bezugsjahren 2010 und 2015 .....</i>	<i>12</i>
<i>Abbildung 3-5: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand am Beispiel der Stadt Hameln .....</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung 3-6: Datengrundlage zur Hausbrandberechnung (Beispiel), aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Festbrennstoffe und Pellets.....</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 3-7: Verteilung der Nutzungen in Hameln .....</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 3-8: Anteil der verschiedenen Brennstoffe an der PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emission .....</i>	<i>17</i>
<i>Abbildung 3-9: Verteilung der NO<sub>x</sub>-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Hameln.....</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung 3-10: Verteilung der PM<sub>10</sub>-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Hameln.....</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung 3-11: Industrielle PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Quellen in Hameln .....</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung 3-12: Emissionsanteile PM<sub>10</sub>, 2010 .....</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 3-13: Emissionsanteile NO<sub>x</sub>, 2010 .....</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Windgeschwindigkeiten für die Statistik Hameln 2001 - 2007.....</i>	<i>24</i>
<i>Abbildung 4-2: Windrichtungsverteilung getrennt nach Windgeschwindigkeiten für die Statistik Hameln 2010.....</i>	<i>24</i>
<i>Abbildung 5-1: IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitte in einem Ausschnitt von Hameln.....</i>	<i>25</i>
<i>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.....</i>	<i>26</i>
<i>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>.....</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 6-1: Jahresmittelwert NO<sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Hameln, 2010 .....</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 6-2: Jahresmittelwert NO<sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Hameln, 2015 .....</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 6-3: Lage des IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitts und des NO<sub>2</sub>-Passivsammlers in der Deisterstraße.....</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 6-4: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an der PM<sub>10</sub>-Immission in der Deisterstraße, 2010 .....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 6-5: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Deisterstraße nach Verursachern (PM<sub>10</sub>), 2010 .....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an der NO<sub>x</sub>-Immission in der Deisterstraße, 2010 .....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Deisterstraße nach Verursachern (NO<sub>x</sub>), 2010 .....</i>	<i>34</i>



## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA .....	9
Tabelle 3-2: Kapazitätsauslastungsgrade.....	9
Tabelle 3-3: Stündliche Kapazitäten pro Fahrspur nach Verkehrssituationen .....	10
Tabelle 3-4: Gerätebezogener Endenergieverbrauch (gEEV) für Hameln; Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [GJ] .....	16
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].....	17
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 .....	18
Tabelle 3-7: Einwohnerbezogener Endenergieverbrauch des Landes Niedersachsen für die Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher in [GigaJoule/Einwohner] im Vergleich zur Stadt Hameln.....	19
Tabelle 3-8: Emissionsmengen NO <sub>x</sub> und PM <sub>10</sub> in kg/a, Analyse 2010 und Prognose 2015 .....	22
Tabelle 6-1: Abschätzung des regionalen Hintergrundes als Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup> , Bezugsjahr 2010 und 2015 .....	28
Tabelle 6-2: Übersicht der Legendendarstellung in den Karten für PM <sub>10</sub> und NO <sub>2</sub> .....	29
Tabelle 6-3: Anzahl und Gesamtlänge der Straßenabschnitte nach Überschreitungswahrscheinlichkeit .....	31
Tabelle 6-4: Vergleich der modellierten und gemessenen Konzentrationen im Abschnitt Deisterstraße (ID 1137) mit Angabe des Grenzwertes für das Bezugsjahr 2010.....	32
Tabelle 6-5: Quellgruppenanteile an den Immissionen in der Deisterstraße, 2010 .....	33
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> .....	40



## 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 Hameln 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> [32] 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.

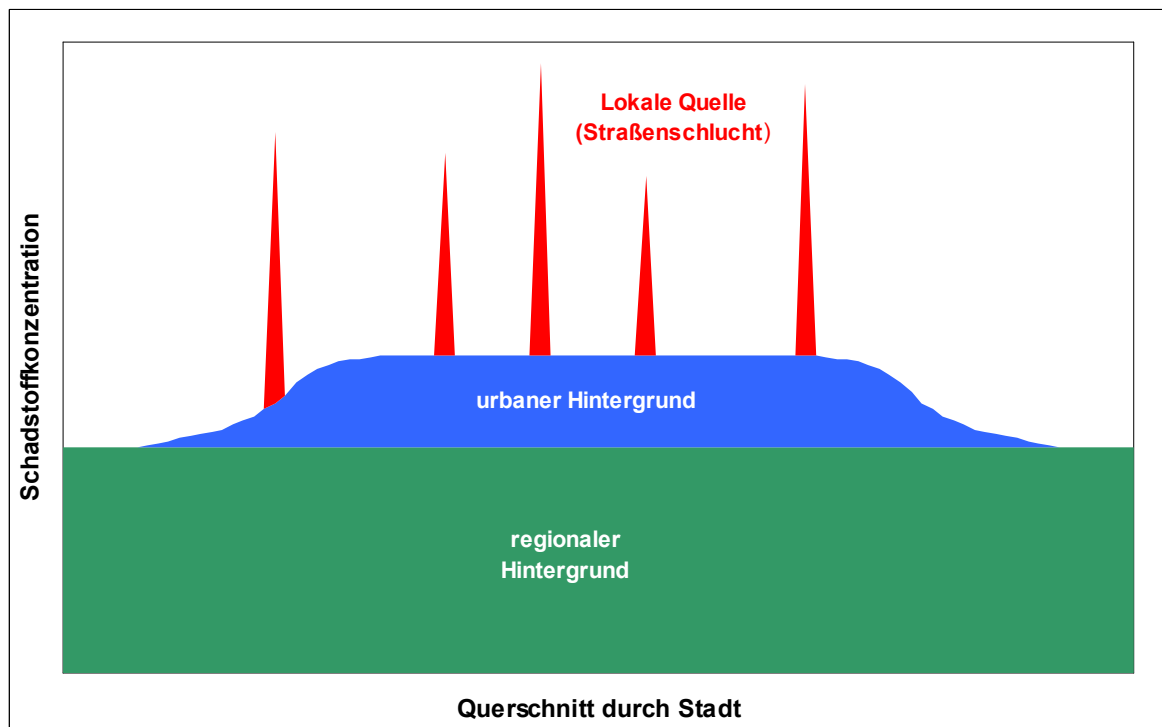


Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung

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 Hameln entnommen (Deutscher Wetterdienst, DWD).



### **3 Aufbau der Emissionsdatenbasis**

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

- Straßenverkehr getrennt nach Hauptstraßen- 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 DTV-Werte des Bezugsjahres 2010 um 3 % vermindert.

Die Zusammensetzung der verwendeten Flotten ist in Abschnitt 3.1.3 beschrieben.

---

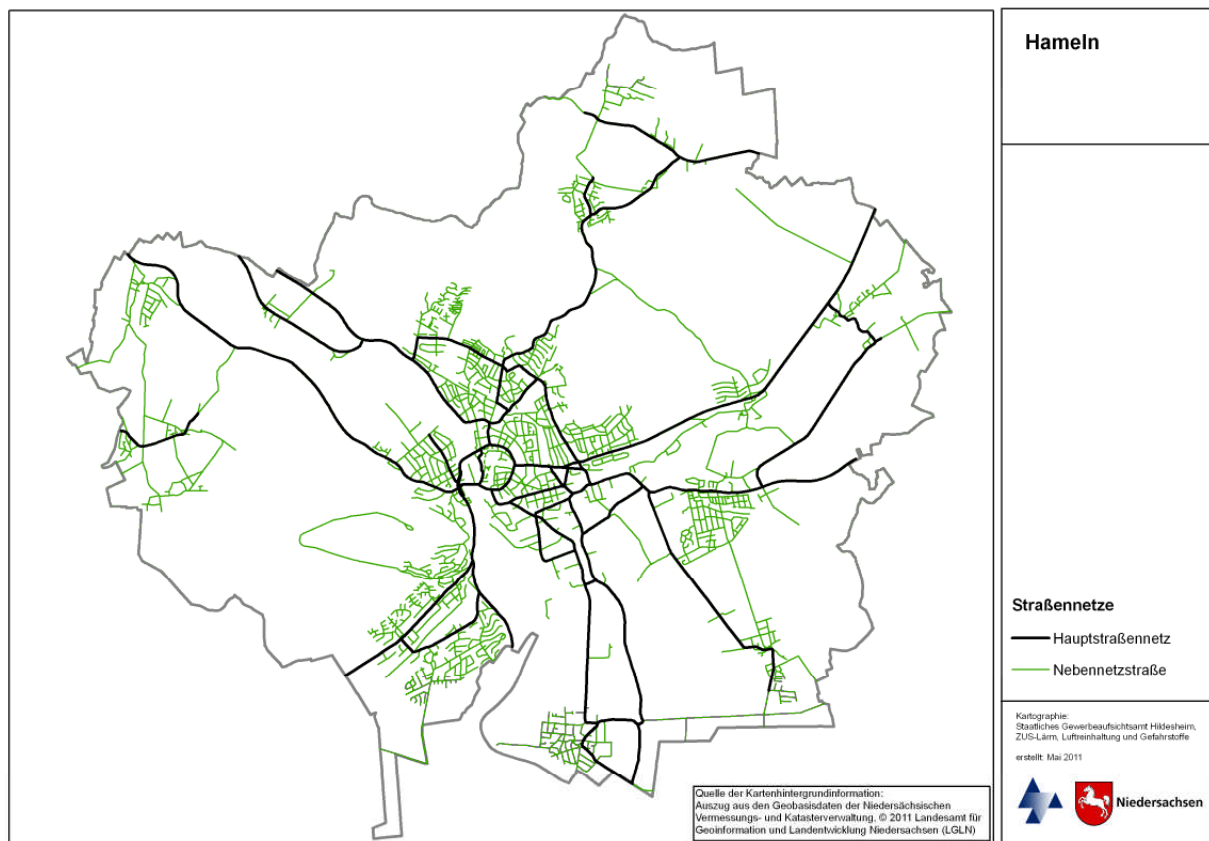
*2 Betriebliche Umweltdatenberichterstattung*

*3 Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [Kfz/d]*

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

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





**Abbildung 3-1: Haupt- und Nebenstraßennetz in Hameln**

Zur Ermittlung der Emissionen wurden die einzelnen Straßenabschnitte folgendermaßen klassifiziert:

- Verkehrssituation zur Beschreibung der Verkehrsdynamik gemäß Tabelle 3-1
- 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

<sup>6</sup> 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.



– Level of Service (LOS-Anteile)

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

**Tabelle 3-1: 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									

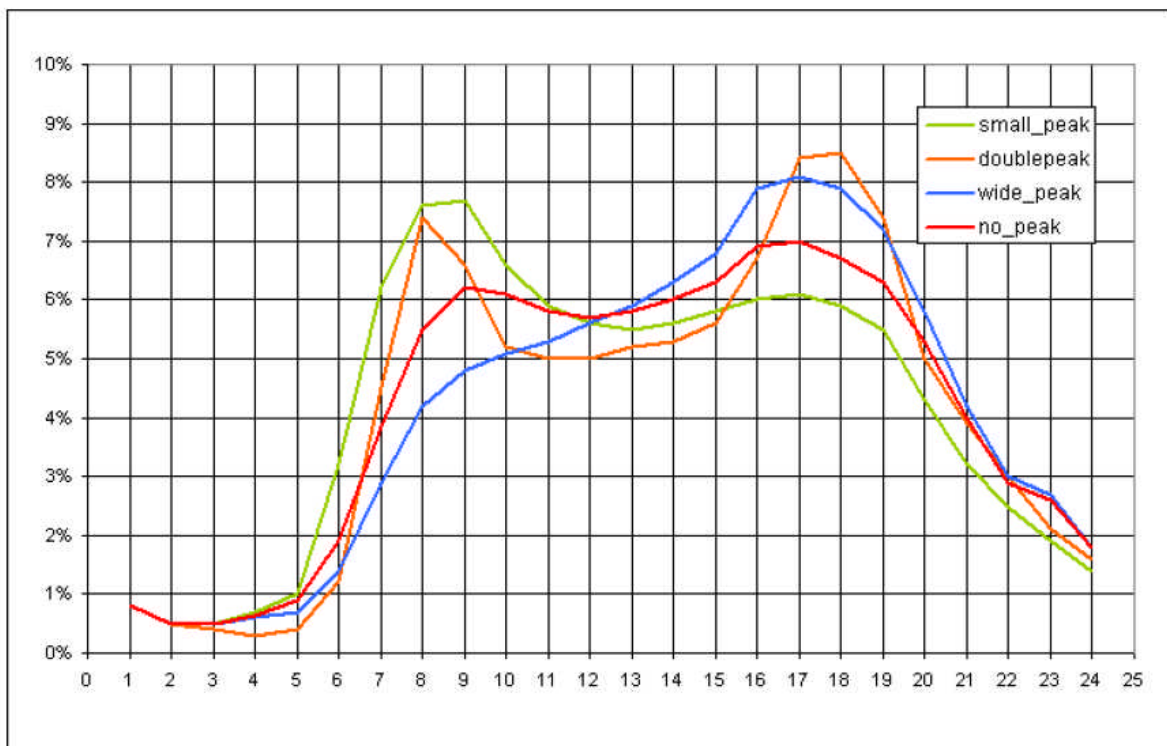
**Tabelle 3-2: Kapazitätsauslastungsgrade [2]**

Variante	LOS2	LOS3	LOS4
AB	0,55	0,9	1
IO	0,15	0,8	1
AO	0,4	0,8	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 779.000 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. 188 t/a und für PM<sub>10</sub> von ca. 22 t/a.

Im Bezugsjahr 2015 verringert sich die Fahrleistung im Hauptstraßennetz auf 756.000 km/Tag und es ergeben sich Emissionen von 132 t/a NO<sub>x</sub> und 18 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 Hameln wurden mit DTV-Werten von 20 – 5.185 Kfz/Tag (Ø 390 Kfz/Tag) berücksichtigt. Damit ergibt sich eine Fahrleistung im Nebenstraßennetz von ca. 113.000 km/Tag, was rund 12 % der Fahrleistung des gesamten Straßennetzes entspricht.

Den Straßen des Nebennetzes wurde als Verkehrssituation „Erschließungsstraße“, „Sammelstraße“ bzw. „Hauptverkehrsstraße“ mit der Lage „residential“ bzw. „commercial“ zugewiesen. Als Ganglinie wurde für die Straßen des Nebennetzes „small\_peak“ festgelegt und die Auslastungsgrade gemäß Tabelle 3-2: Kapazitätsauslastungsgrade [2] ausgewählt. Die unbekannt 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 27 t/a für NO<sub>x</sub> und ca. 3 t/a für PM<sub>10</sub>. Im Bezugsjahr 2015 vermindern sich die Emissionen im Nebenstraßennetz bei NO<sub>x</sub> auf ca. 20 t/a und bei PM<sub>10</sub> auf ca. 2 t/a.

### 3.1.3 Flottenzusammensetzung

Für das Bezugsjahr 2009 lag die PKW-Flottenzusammensetzung von Hameln des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) vor. Auf Basis dieser Flottenzusammensetzung wurden die PKW-Flottenzusammensetzungen 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.

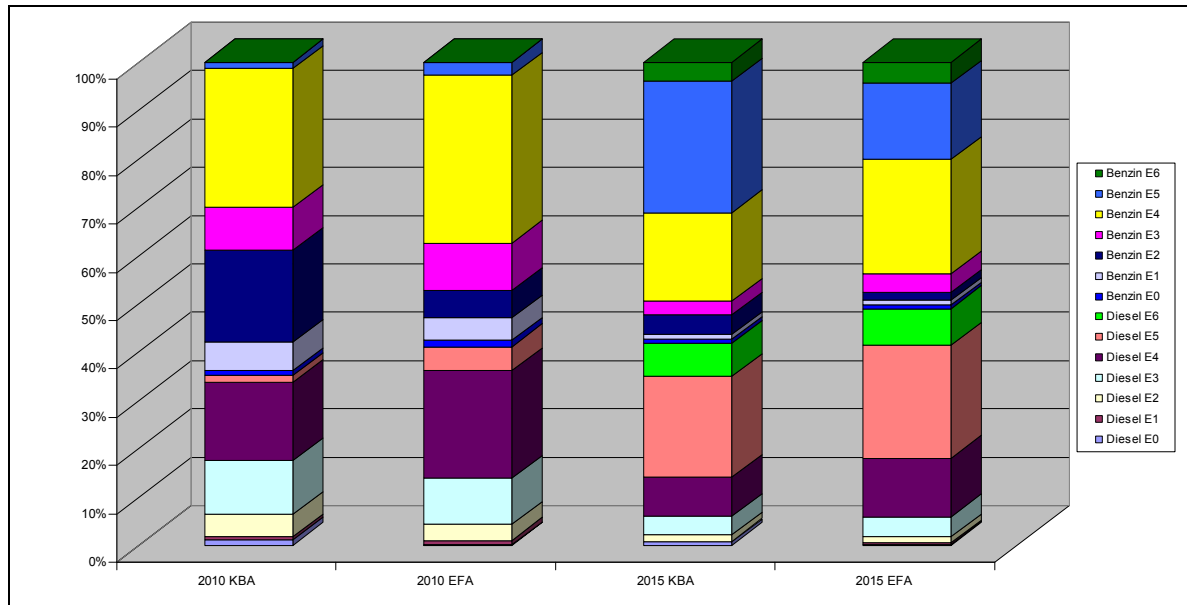


Abbildung 3-3: PKW-Flottenzusammensetzung in Hameln im Vergleich zur HBEFA-Zusammensetzung in den Bezugsjahren 2010 und 2015

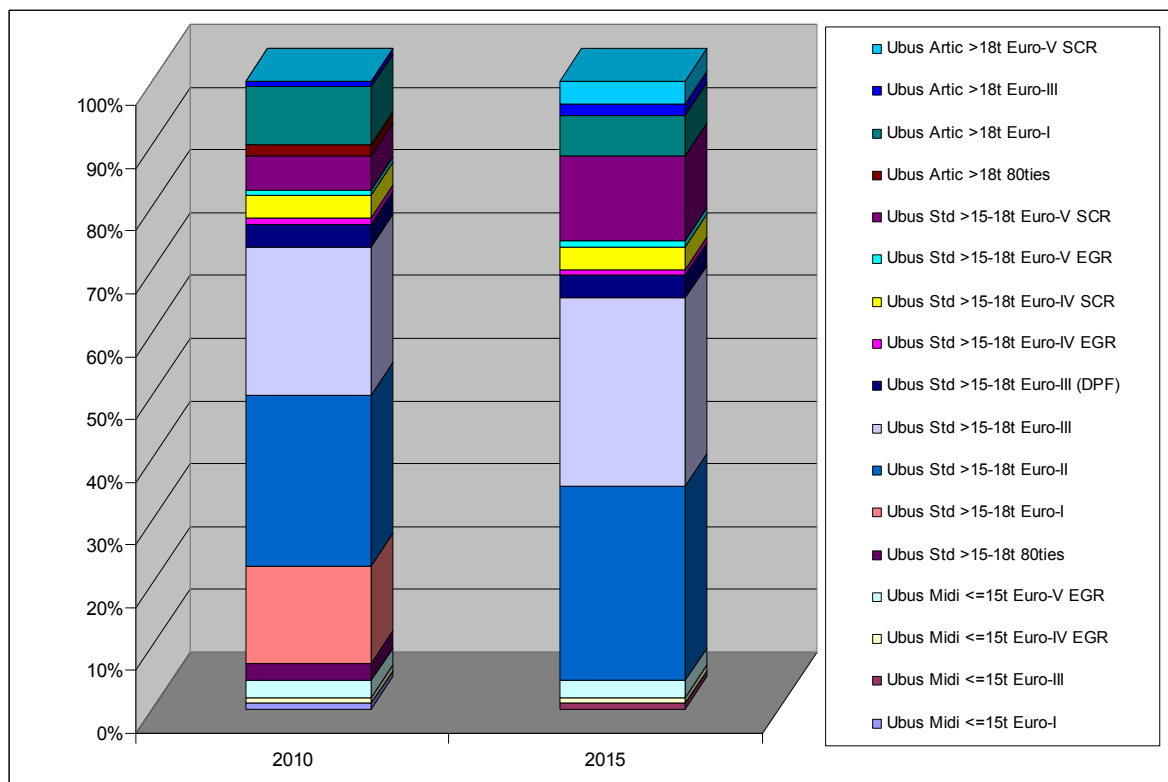


Abbildung 3-4: Bus-Flottenzusammensetzung in Hameln in den Bezugsjahren 2010 und 2015<sup>7</sup>

<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; Gewerbe,- Handel,- Dienstleistungen) 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 (UBA) [34] berechnet.

Für Hameln lagen gebäudescharfe Informationen aufgeschlüsselt nach Feuerstättenart, Brennstoff und Nennwärmeleistung der Feuerstätte vor. Die Vorgehensweise bei der Bestimmung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand ist in Abbildung 3-5 zusammengefasst.

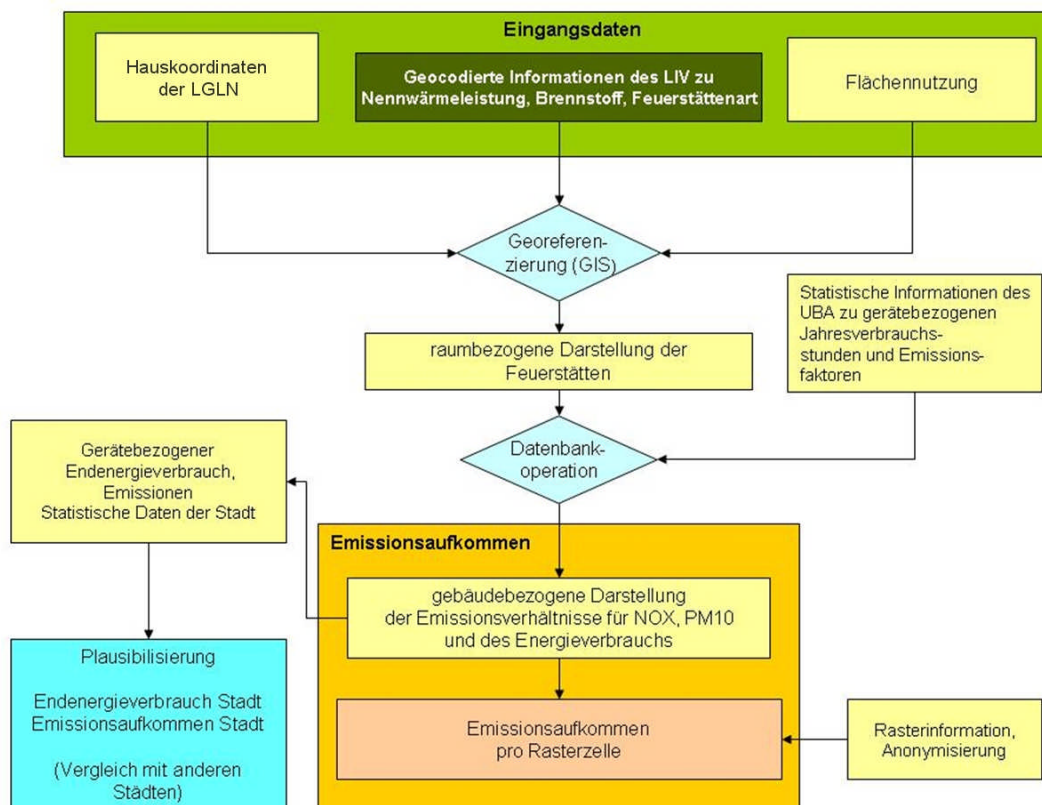


Abbildung 3-5: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand am Beispiel der Stadt Hameln



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

- Informationen zu den Feuerstätten pro Gebäude für das Bezugsjahr 2008. Die Angaben lagen differenziert nach Feuerstättenart, Nennwärmeleistung und verwendetem Brennstoff (Öl, Gas, Festbrennstoffe, Pellets) vor (s. Abbildung 3-6). Bei der Berechnung des urbanen Hintergrundes konnte zum ersten Mal auf eine derart detaillierte Datengrundlage zurückgegriffen werden. Die Daten von 2008 wurden verwendet, da rückwirkend für das Jahr 2007 keine Informationen zu beschaffen waren. Um den Fehler abschätzen zu können, wurde eine Plausibilisierung mit Statistikdaten der Stadt vorgenommen. Die Berechnungsgrundlage für den Luftqualitätsplan Hameln ist das Jahr 2007. Um die Entwicklung und damit den Fehler in der Emissionsberechnung von 2007 zu 2008 abschätzen zu können, wurde die Annahme getroffen, dass sich die Entwicklung von 2006 nach 2007 ähnlich darstellt wie die von 2007 nach 2008. Anhand von bevölkerungsabhängigen Parametern wie Zuwachs an Wohnungen, Stromabgabe etc. wurde diese Entwicklung abgeschätzt:
  - Wohnungen (+ 0,1 %)
  - Einwohner/Wohnung ( $\pm 0$  %)
  - Stromabgabe (+ 2,8 %)
  - Bevölkerungszunahme von 2006 – 2007: + 0,08 %
  - Bevölkerungsabnahme von 2007 bis Mitte 2008 (- 0,13 %)

Durch die minimale Änderung von 2006 zu 2007 in den betrachteten Bereichen ist eine Korrektur der zugrunde liegenden Werte aus dem Jahr 2008 zum Bezugsjahr 2007 nicht notwendig.

- Gebäudedaten der Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK), klassifiziert nach Haushalten und Kleinverbrauchern
- Hauskoordinatendatei des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN)
- Flächennutzungsplan

Für jedes Gebäude waren somit folgende Informationen vorhanden: mittlere Gebäudehöhe, Grundfläche, Volumen und Nutzung.





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

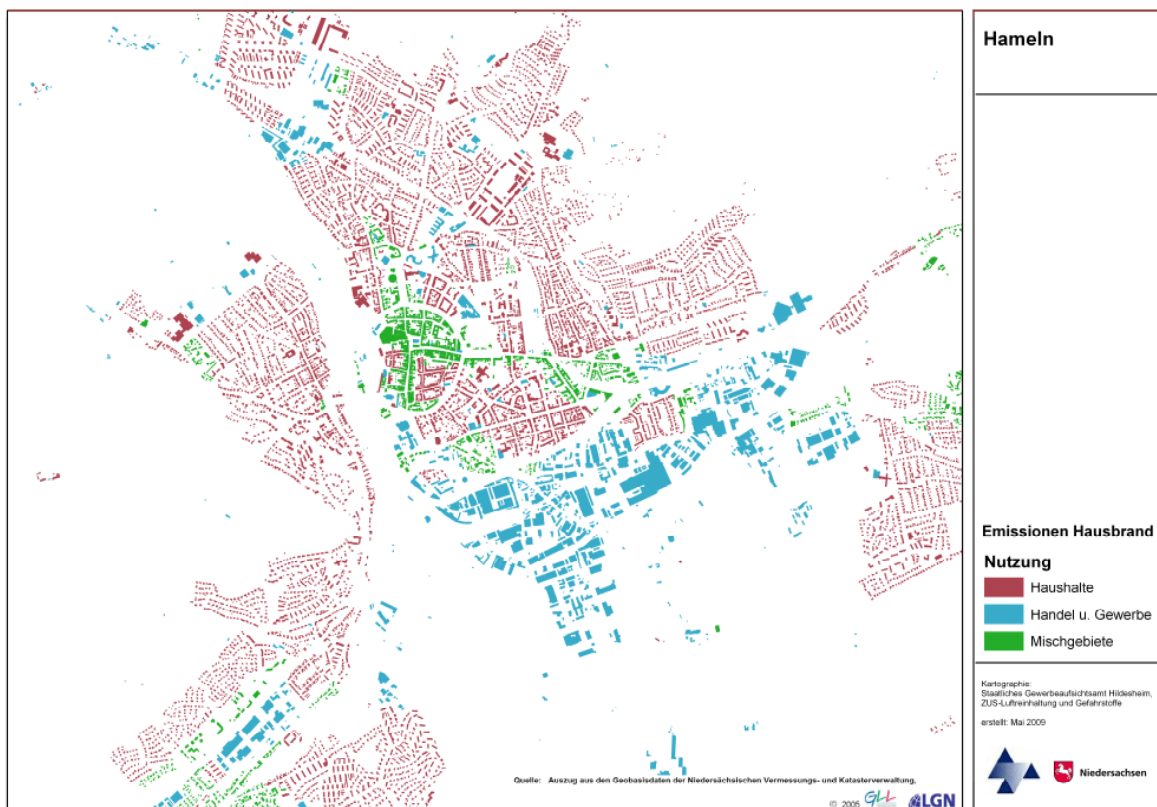


Abbildung 3-7: Verteilung der Nutzungen in Hameln



### 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 mit Hauskoordinaten der LGLN georeferenziert und lagebezogen im GIS dargestellt. Diese Georeferenzierung wurde mit dem Programm ‚FopsGeoref‘ der TU Harburg vorgenommen.

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/m<sup>3</sup> ermittelt und auf die fehlenden Gebäude übertragen. Bei Kaminen ist die Größe des Feuerloches ausschlaggebend für die Angabe der Nennwärmeleistung. Um diese nicht über zu bewerten und dem realen Heizverhalten Rechnung zu tragen, wurde bei Kaminen die Nennwärmeleistung auf 8 kW begrenzt, falls Werte >15 eingetragen waren, da dieser Wert der standardmäßigen Leistung von Kaminen und Kaminöfen entspricht.

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

Die von STRUSCHKA ET AL. [34] ermittelten gerätebezogenen Emissionsfaktoren und Jahresverbrauchsstunden enthalten Werte für Anlagen in Haushalten (HH) und von Kleinverbrauchern (KV; Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, s. Abbildung 3-7). Die Nutzungsinformation (Haushalte, Kleinverbraucher und Mischgebiete) der Gebäude (ALK) wurde auf die Feuerstätten übertragen. Es wurde festgelegt, dass die Mischgebiete jeweils zur Hälfte den Haushalten und den Kleinverbrauchern zugeschlagen werden.

Neben den Emissionen werden auch die gerätebezogenen Endenergieverbräuche (Tabelle 3-4) dargestellt.

**Tabelle 3-4: Gerätebezogener Endenergieverbrauch (gEEV) für Hameln; Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [GJ], Darstellung von gerundeten Angaben<sup>8</sup>**

gEEV		Gas	Fest- brennstoff	Oel	Pellets	Summe
	<b>Haushalte</b>	1.980	280	70	<1	2.330
	<b>Kleinverbraucher</b>	690	190	26	<1	910

Zur Bestimmung des Emissionsaufkommens wurden die gerätebezogenen Endenergieverbräuche 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], aufgegliedert nach Haushalten (HH) und Kleinverbrauchern (KV; alle Angaben gerundet).

<sup>8</sup> Die Berechnungen erfolgten nicht mit gerundeten Zahlen, weshalb sich bei Addition von in der Tabelle aufgerundet dargestellten Angaben geringe Abweichungen ergeben können.

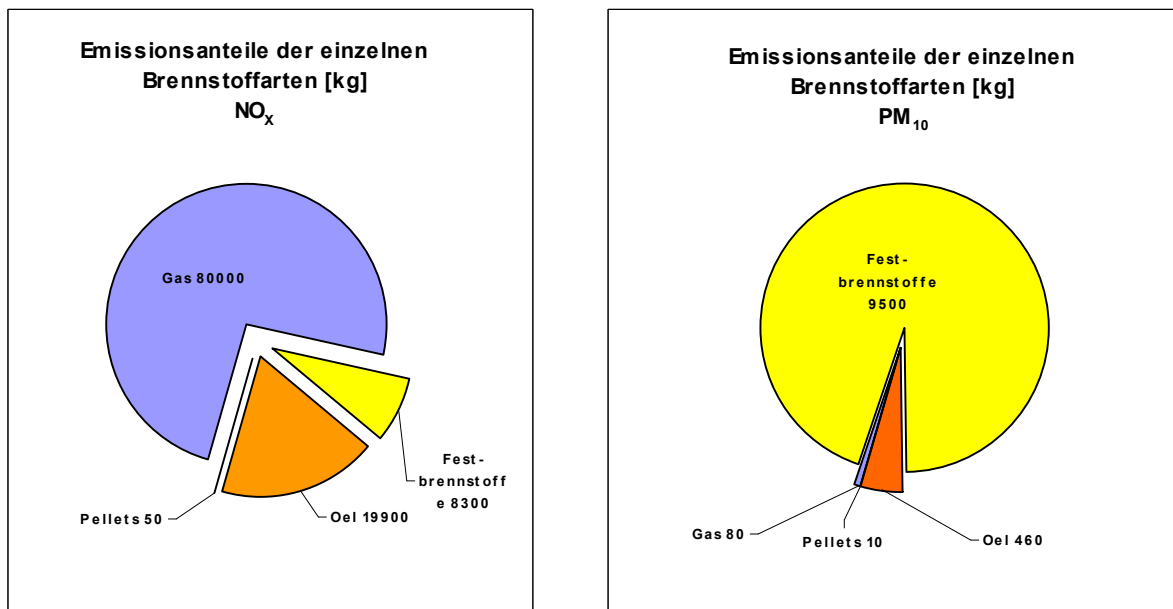


**Tabelle 3-5: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub>, aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [kg], Darstellung von gerundeten Angaben<sup>9</sup>**

PM <sub>10</sub>		Gas	Fest-brennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	59	7.089	232	11	7.391
	Kleinverbraucher	21	2.440	225	4	2.690
NO <sub>x</sub>		Gas	Fest-brennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	59.266	5.960	11.641	34	76.901
	Kleinverbraucher	20.725	2.368	8.282	12	31.387

Eine sektorale Betrachtung der Anteile der einzelnen Brennstoffe an den Emissionskomponenten PM<sub>10</sub> und NO<sub>x</sub> stellt Abbildung 3-8 dar. Die unterschiedliche Herkunft der Komponenten ist auffällig. Während die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Hausbrands zu mehr als 75 % aus dem Verbrennen von Gasen herrühren, stammen fast 90 % der PM<sub>10</sub>-Emission und damit über 9 t des Feinstaubes 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.

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 3-8: Anteil der verschiedenen Brennstoffe an der PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emission**

<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.



### 3.2.3 Plausibilisierung der Ergebnisse

Um die in Kapitel 3.2.2 dargestellten Endenergieverbräuche und Emissionsmengen einzuordnen und abzusichern, 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) [26]*
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) [29]*
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	Göttingen	121.457	14,0	162,7	0,1150	1,3394	GAA-Hi (2011) [30]*
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) [25]*
2010	Osnabrück	163.514	18,5	183,5	0,1131	1,1220	GAA-Hi (2011) [27]*
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) [31]*
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) [28]*
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

<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.



Tabelle 3-6 zeigt das Emissionsaufkommen des Hausbrands insgesamt und pro Einwohner für NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub> für Hameln, verschiedene deutsche Städte und die Bundesrepublik Deutschland, sortiert nach der Anzahl der Einwohner. Demnach liegt für Hameln das berechnete einwohnerbezogene PM<sub>10</sub>-Aufkommen im oberen Bereich, das berechnete einwohnerbezogene NO<sub>x</sub>-Aufkommen im oberen Mittelfeld im Vergleich zu anderen Städten.

Darüber hinaus wurden einwohnerbezogene Energieverbrauchsdaten zur Plausibilisierung herangezogen und in Tabelle 3-7 dargestellt. Die Reihenfolge der Brennstoffanteile am Endenergieverbrauch zeigt für Hameln das gleiche Verhalten wie die niedersächsischen Durchschnittswerte, allerdings ist der Erdgasanteil höher und der Heizölanteil niedriger als im Landesdurchschnitt. Dieses erklärt sich z.T. aus den unterschiedlichen Datenquellen: die Niedersachsen-Statistik des Pestel-Instituts beruht auf Verbrauchsangaben aus Handel und Dienstleistung aus ganz Niedersachsen, während die hier verwendeten Ergebnisse auf Feuerstätten-Bestandszahlen und deren technischen Daten aus einem überwiegend städtisch geprägten Raum beruhen.

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

	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>Hameln 2007</b>	58.696	<b>HH</b>	33,7644	4,7333	1,1488	0,0032	39,6497
		<b>KV</b>	11,7034	3,2812	0,4395	0,0011	15,4252
		<b>Summe</b>	45,4678	8,0145	1,5884	0,0042	55,0750

### 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 sie in Quellenform dargestellt werden. Hausbrandquellen werden üblicherweise als Flächenquellen beschrieben, dazu wurden die Emissionen auf ein Raster verteilt. Die Emissionen lagen georeferenziert als Punktquelle 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 (differenziert nach Brennstoffen) 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 3-9 für NO<sub>x</sub> und in Abbildung 3-10 für PM<sub>10</sub> dargestellt.

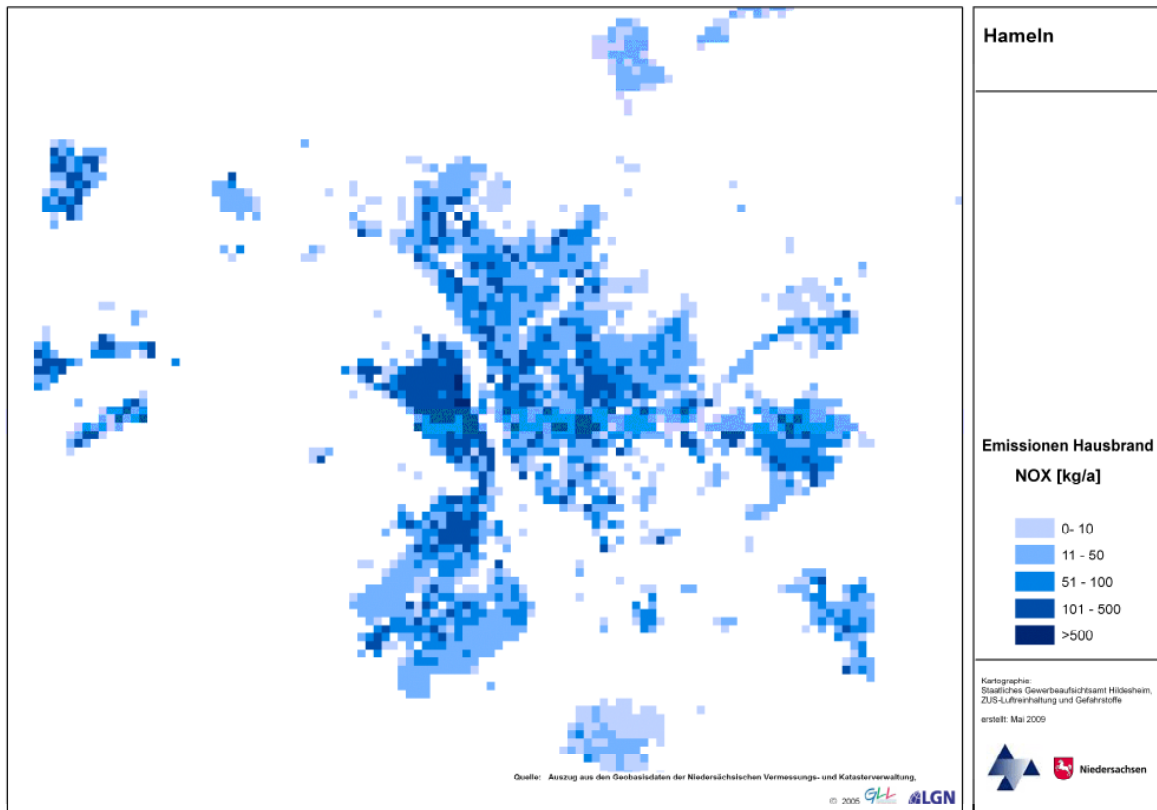


Abbildung 3-9: Verteilung der NO<sub>x</sub>-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Hameln

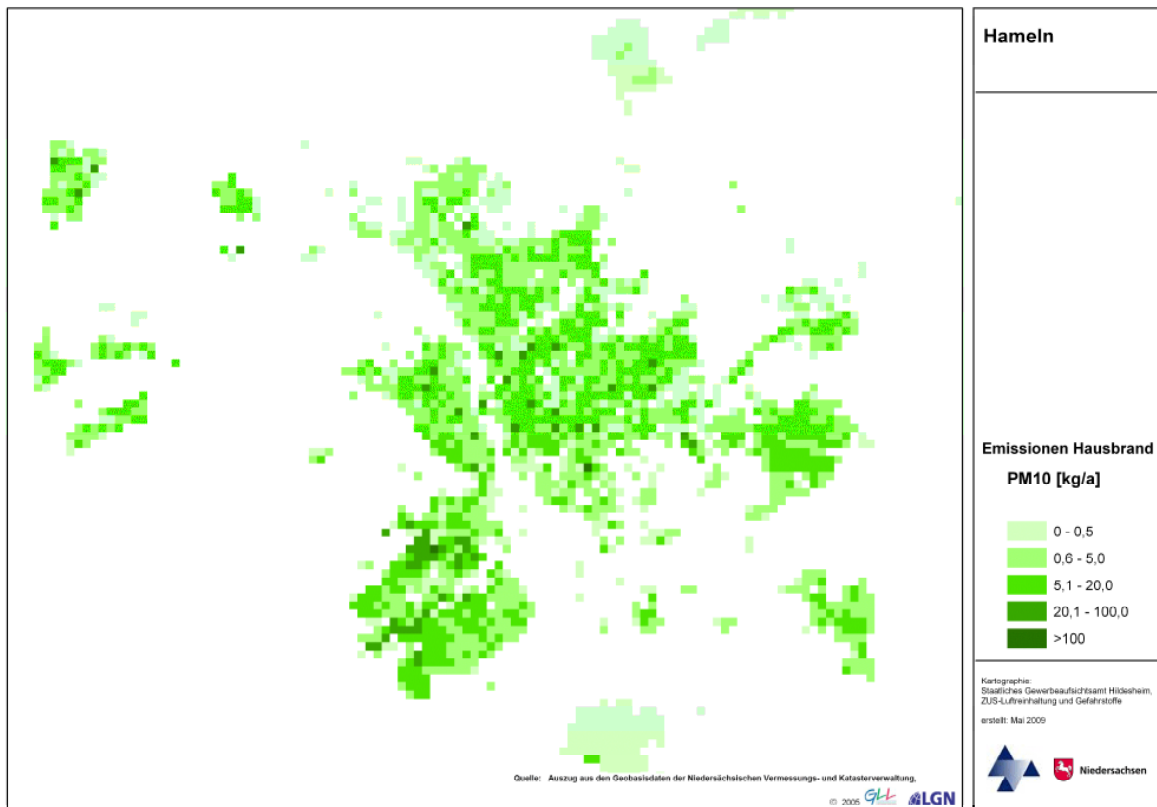


Abbildung 3-10: Verteilung der PM<sub>10</sub>-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Hameln





### 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 Hameln emittieren rund 315 t NO<sub>x</sub> und 48 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 9 NO<sub>x</sub>-Quellen und auf 59 PM<sub>10</sub>-Quellen zu. Je eine NO<sub>x</sub>-Quelle und eine PM<sub>10</sub>-Quelle wurden als Flächenquellen berücksichtigt. Jede Flächenquelle wurde als Quadrat mit der in den Ursprungsdaten angegebenen Ausdehnungsfläche abgebildet. Eine Darstellung der verwendeten Quellen ist in Abbildung 3-11 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.

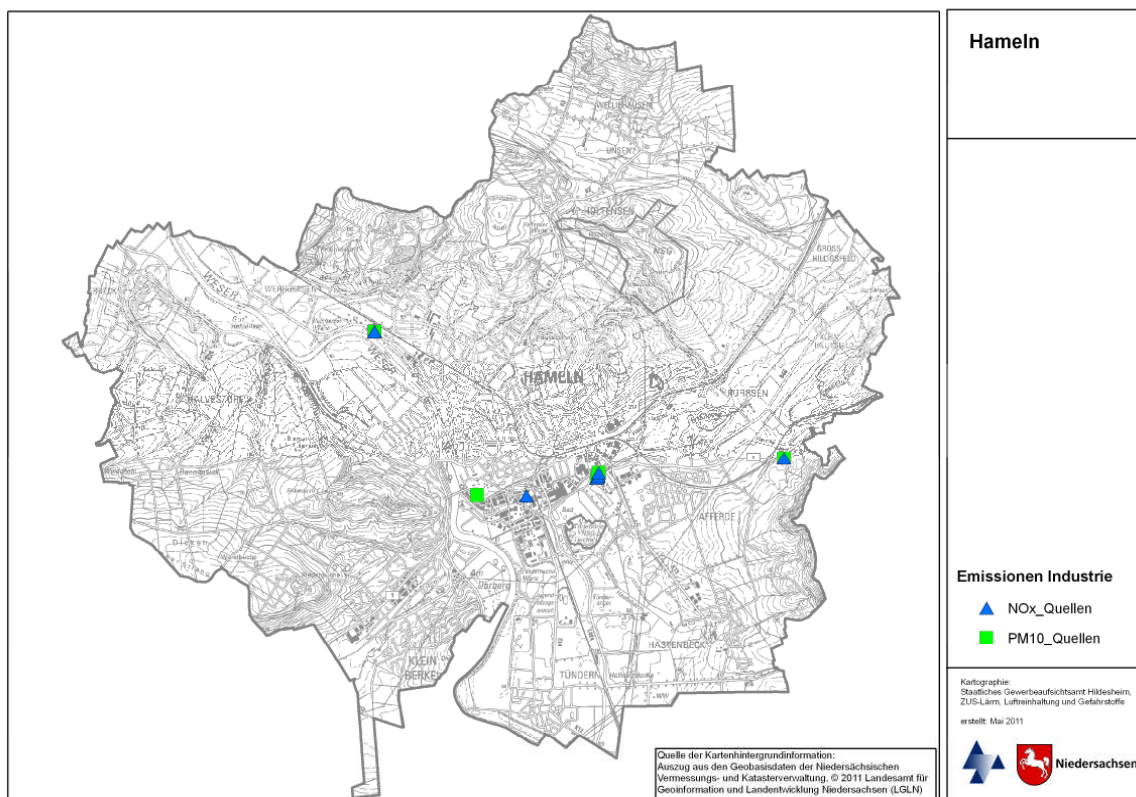


Abbildung 3-11: Industrielle PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Quellen in Hameln





### 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	48.300	296.949
Industrie	Flächen nach Angabe	9	17.905
Hausbrand	Flächen 100m x 100m	10.081	108.290
Hauptstraßennetz	Linien	21.558	187.630
Nebenstraßennetz	Linien	2.726	27.386
<b>alle Quellgruppen</b>		<b>82.674</b>	<b>638.160</b>
<i>Hauptstraßennetz 2015</i>	<i>Linien</i>	<i>17.638</i>	<i>131.913</i>
<i>Nebenstraßennetz 2015</i>	<i>Linien</i>	<i>2.236</i>	<i>19.969</i>

Mit 58 % sind industriell erzeugte Emissionen die stärkste PM<sub>10</sub>-Emissionsquelle im Stadtgebiet Hameln. Die Emissionen aus dem Straßenverkehr (Hauptstraßen- und Nebenstraßennetz) tragen mit einem Anteil von 30 % erheblich zu den PM<sub>10</sub>-Emissionen im Stadtgebiet bei. Während der Hausbrand PM<sub>10</sub>-Emissionen mit einem Anteil von 12 % verursacht.

Bei NO<sub>x</sub> ist die Industrie mit 49 % die größte Emissionsquelle im Stadtgebiet Hameln. Emissionen des Straßenverkehrs (Hauptstraßen- und Nebenstraßennetz) tragen im NO<sub>x</sub>-Bereich mit 34 % erheblich zu den Emissionen im Stadtgebiet bei. Durch Hausbrand verursachte NO<sub>x</sub>-Emissionen haben in Hameln einen Anteil von ca. 17 %.

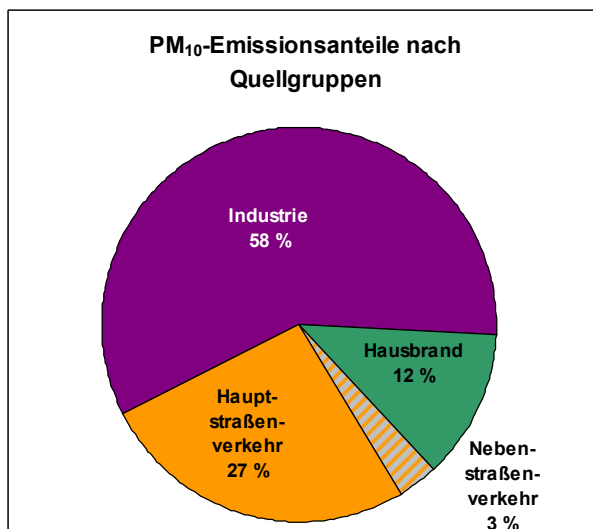


Abbildung 3-12: Emissionsanteile PM<sub>10</sub>, 2010

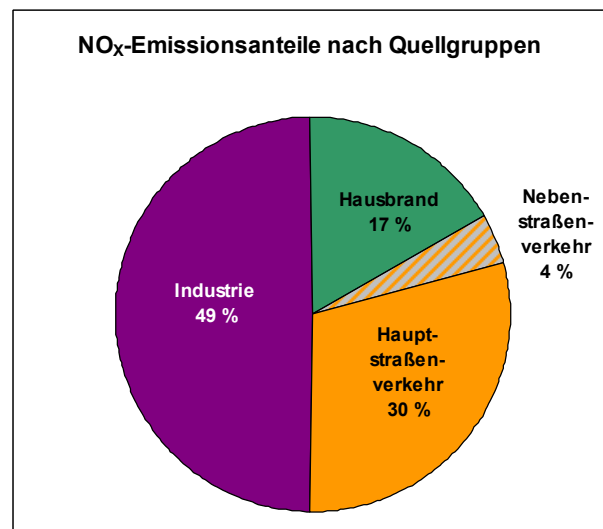


Abbildung 3-13: Emissionsanteile NO<sub>x</sub>, 2010



## 4 Meteorologie

Für die Ausbreitungsrechnungen mit IMMIS<sup>net</sup> sowie zur Bestimmung der Kopplungskoeffizienten, die die Strömungssituationen in den Straßenschluchten für IMMIS<sup>luft</sup> parametrisieren, werden meteorologische Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS) bzw. Ausbreitungsklassenzeitreihen (AKZ) verwendet.

Verfügbar für das Stadtgebiet von Hameln war eine Ausbreitungsklassenstatistik des DWD für die Station Hameln für die Jahre 2000 bis 2007. Die mittlere Windgeschwindigkeit in diesem Datensatz beträgt 2,94 m/s. Die Verteilung der Windrichtungen getrennt nach Windgeschwindigkeiten ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Diese AKS wurde zur Ermittlung der Immissionsbelastung im Bezugsjahr 2015 verwendet.

Zur Abbildung der Analyse im Bezugsjahr 2010 stand eine Ausbreitungsklassenzeitreihe des DWD für die Station Hameln zur Verfügung. Die mittlere Windgeschwindigkeit in diesem Datensatz beträgt 2,76 m/s. Die Verteilung der Windrichtungen getrennt nach Windgeschwindigkeiten ist in Abbildung 4-2 dargestellt.

Die Station Hameln des DWD befindet sich im nördlichen Stadtrandgebiet und damit im Vergleich zum Rechengebiet (Rauigkeitsklasse 4) in einem aerodynamisch glatten Gelände der Rauigkeitsklasse 3. Es ist zu berücksichtigen, dass die Stadtrauigkeit die Windgeschwindigkeit reduziert. Hierzu wurde bei dem aus der AKS und der AKZ erstellten Kopplungsdatensätzen über einen entsprechenden Profilansatz in IMMIS<sup>luft</sup> die Windgeschwindigkeit im Überdachniveau auf einen Wert von 2,64 m/s (AKS) bzw. 2,54 (AKZ) vermindert.

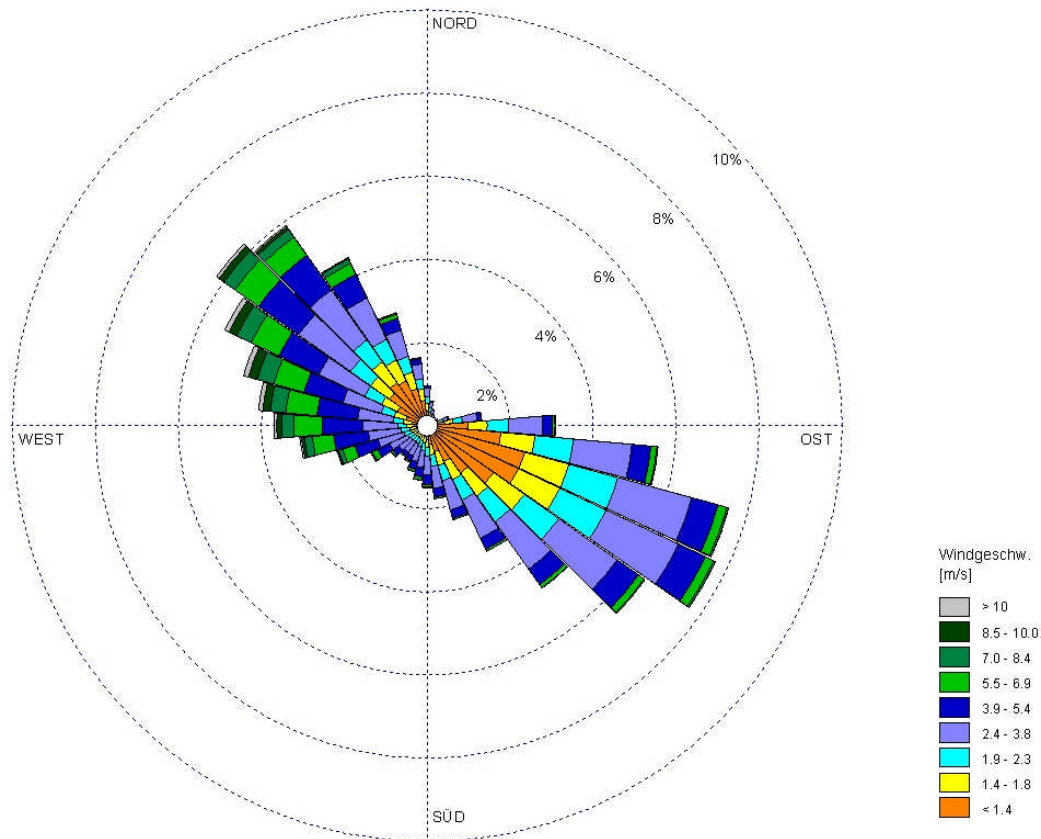


Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Windgeschwindigkeiten für die Statistik Hameln 2001 - 2007

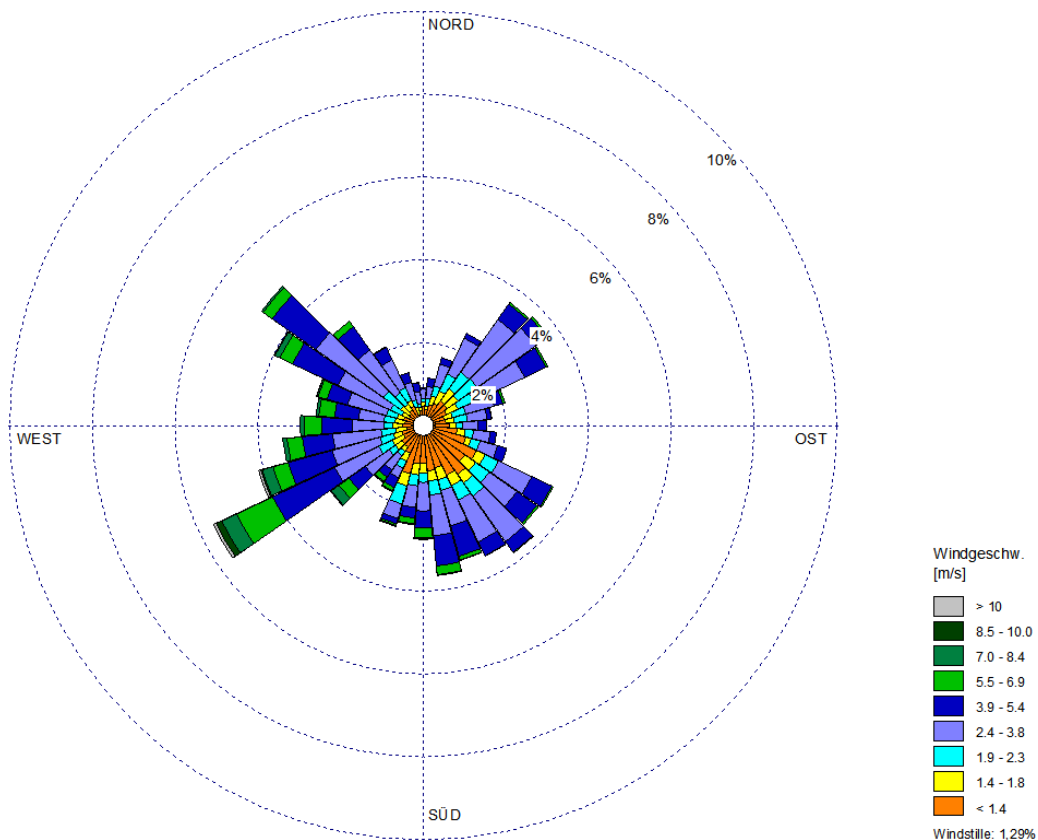


Abbildung 4-2: Windrichtungsverteilung getrennt nach Windgeschwindigkeiten für die Statistik Hameln 2010



## 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 Hameln 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 Hameln exemplarisch dargestellt, wie auf der Basis der Eingangsdaten IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitte gebildet und vor Luftbildern auf Plausibilität geprüft wurden.

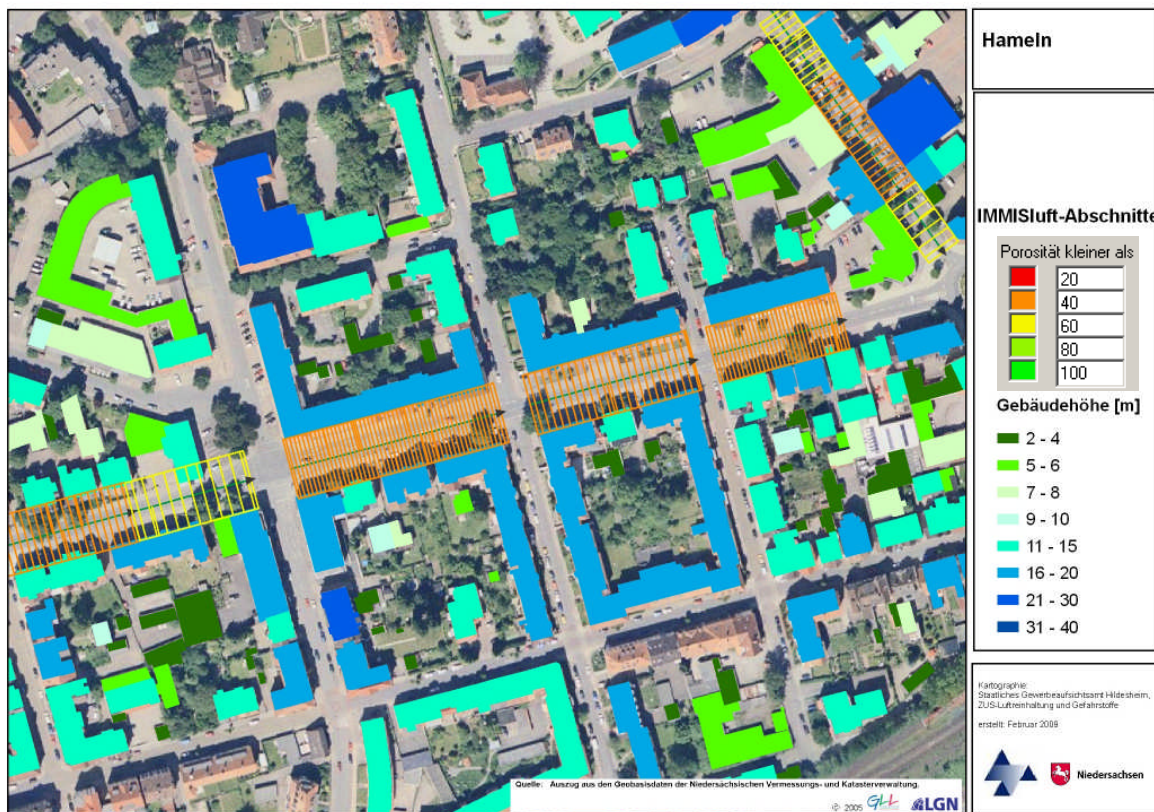


Abbildung 5-1: IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitte in einem Ausschnitt von Hameln

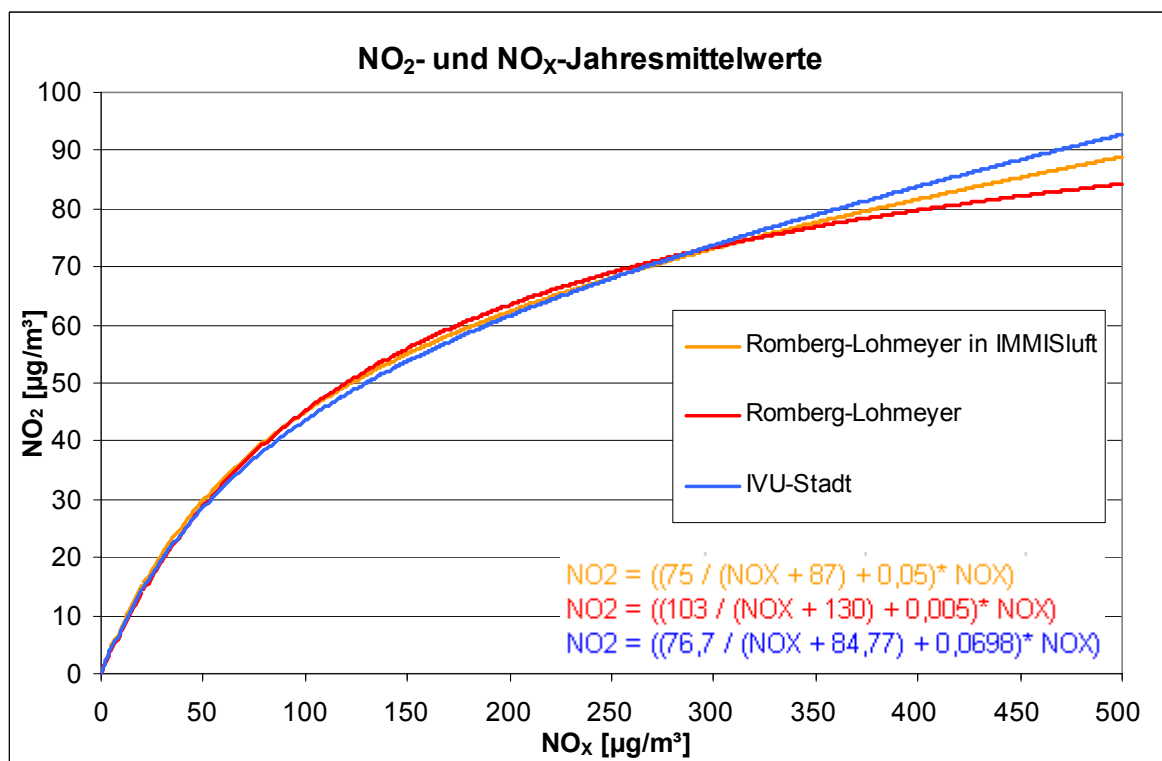


## 5.2 Abgeleitete Kennwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

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]

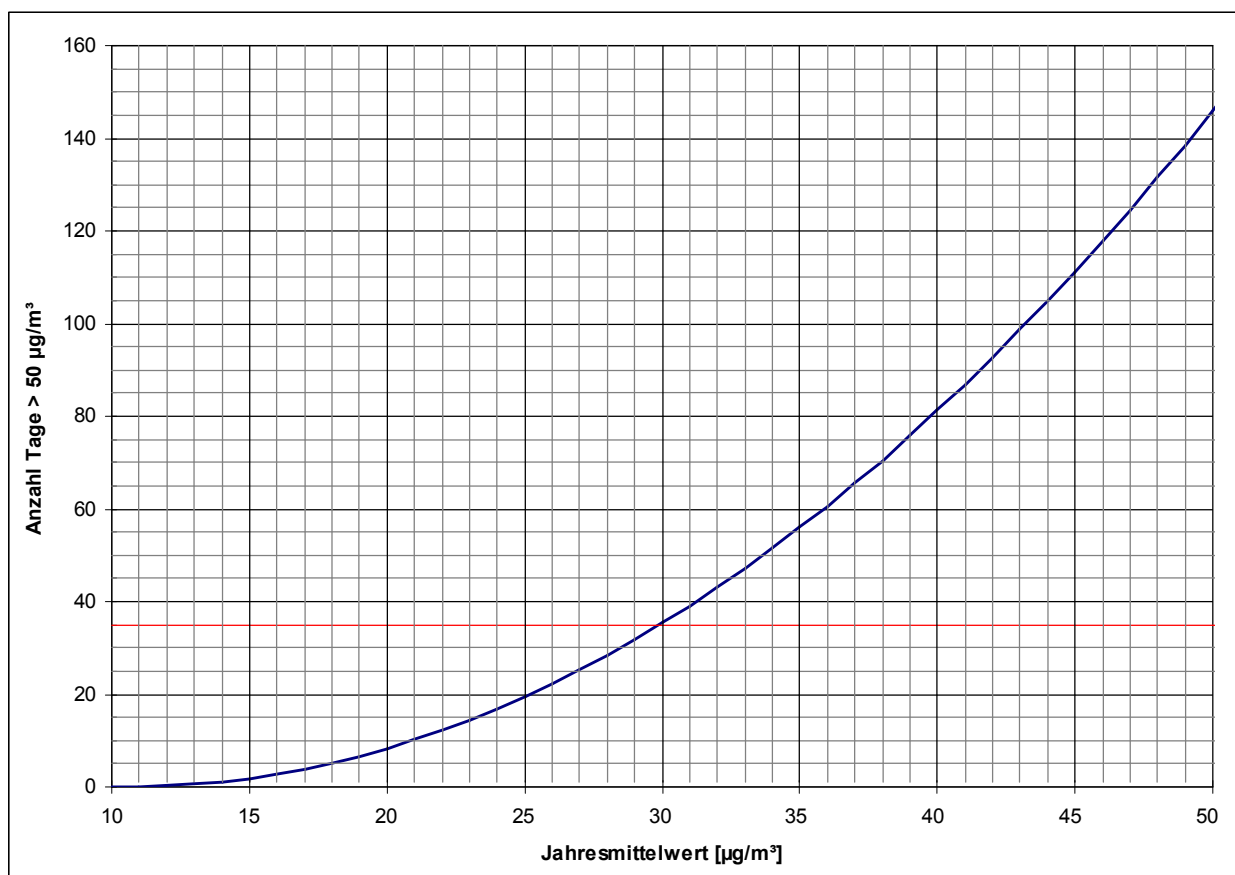
<sup>11</sup> Die angegebenen Parameter für die Umrechnung nach Romberg et al. stammen aus Arbeitspapieren vor Veröffentlichung dieser Methodik im Jahre 1996. Der Unterschied zu den veröffentlichten Parametern ist aber gering und aus Kontinuitätsgründen wurden die unveröffentlichten Parameter beibehalten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

Hameln	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
UBA-Karte 2010/2011	8	10	14
UBA-Karte 2015	7	9	14

Die städtische Hintergrundstation des LÜN in Hannover liefert einen Ozon-Vorbelastungswert von 47 µg/m<sup>3</sup>. Dieser wird auf das Stadtgebiet von Hameln übertragen.

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 Hameln für die Bezugsjahre 2010 und 2015<sup>13</sup>.

Für PM<sub>10</sub> wird 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 werden. 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 Abschnitte farblich abgestuft prognostizierte Überschreitungen der Jahresmittelwerte aufzeigen (Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2). 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.

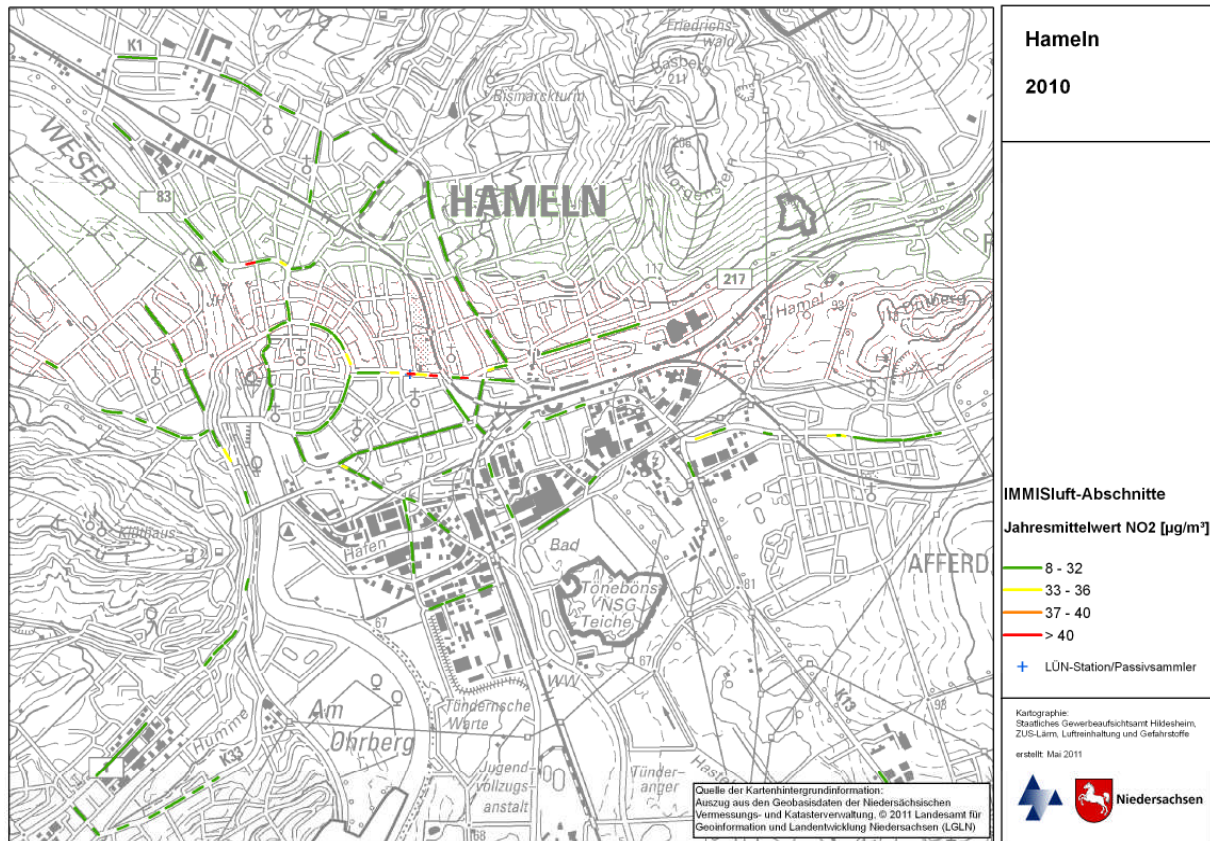


Abbildung 6-1: Jahresmittelwert NO<sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Hameln, 2010

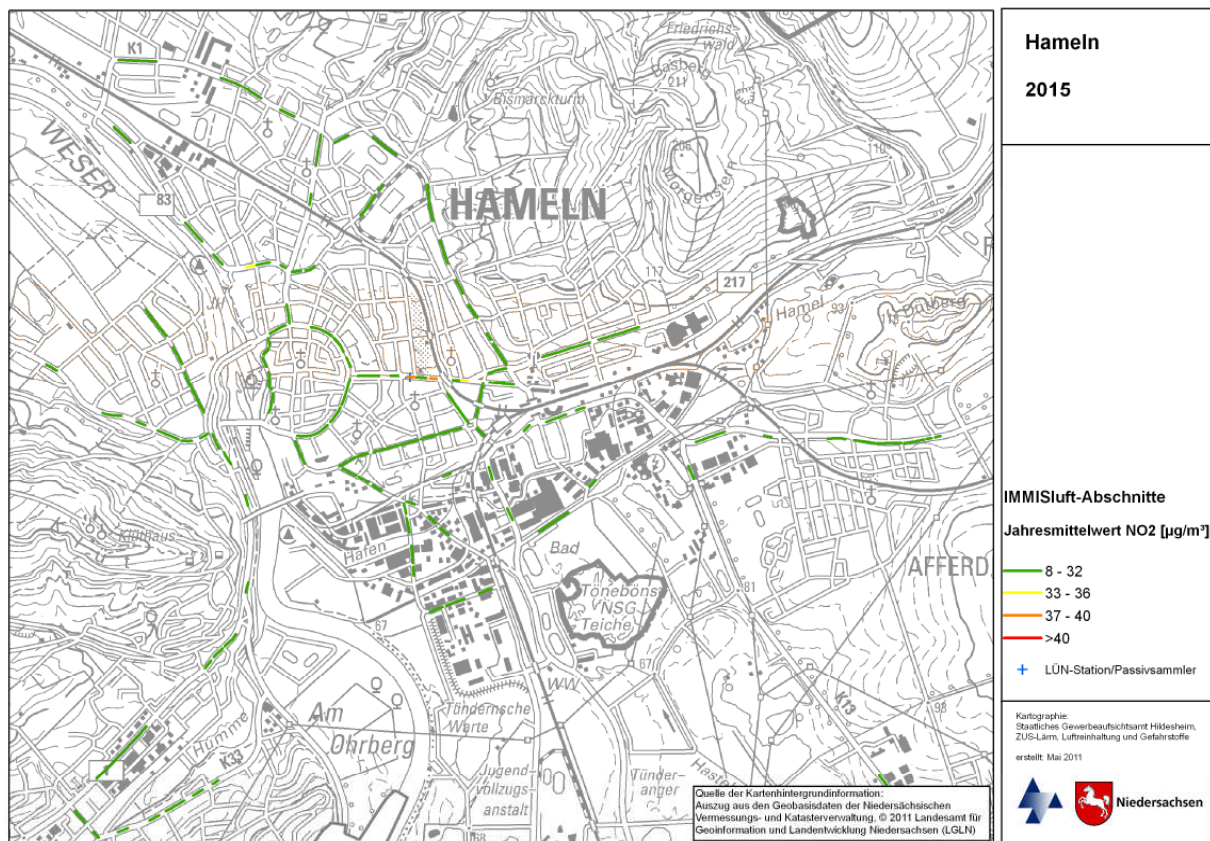


Abbildung 6-2: Jahresmittelwert NO<sub>2</sub> im bebauten Hauptstraßennetz Hameln, 2015



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

Im Bezugsjahr 2010 liegen alle Abschnitte im Stadtgebiet Hameln mit PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerten bis 26 µg/m<sup>3</sup> 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 vier Abschnitten in Hameln überschritten. Die höchste Belastung wird für einen Abschnitt in der Deisterstraße mit einem NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 45 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Weitere Abschnitte in der Deisterstraße und in der Fischbecker Straße sind von der Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes betroffen. Für weitere zehn Abschnitte – insgesamt 14 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 Hameln keine Abschnitte von der Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Jahresgrenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> betroffen. Für vier 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 in der Deisterstraße und der Fischbecker Straße.

**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> )	-	-	-	-
NO2	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW) (> 40 µg/m <sup>3</sup> )	4	0,2	-	-
	Mind. hohe Wahrscheinlichkeit Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (≥ 37 µg/m <sup>3</sup> )	4	0,2	2	0,1
	Mind. geringe Wahrscheinlichkeit Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (≥ 33 µg/m <sup>3</sup> )	14	0,7	4	0,2



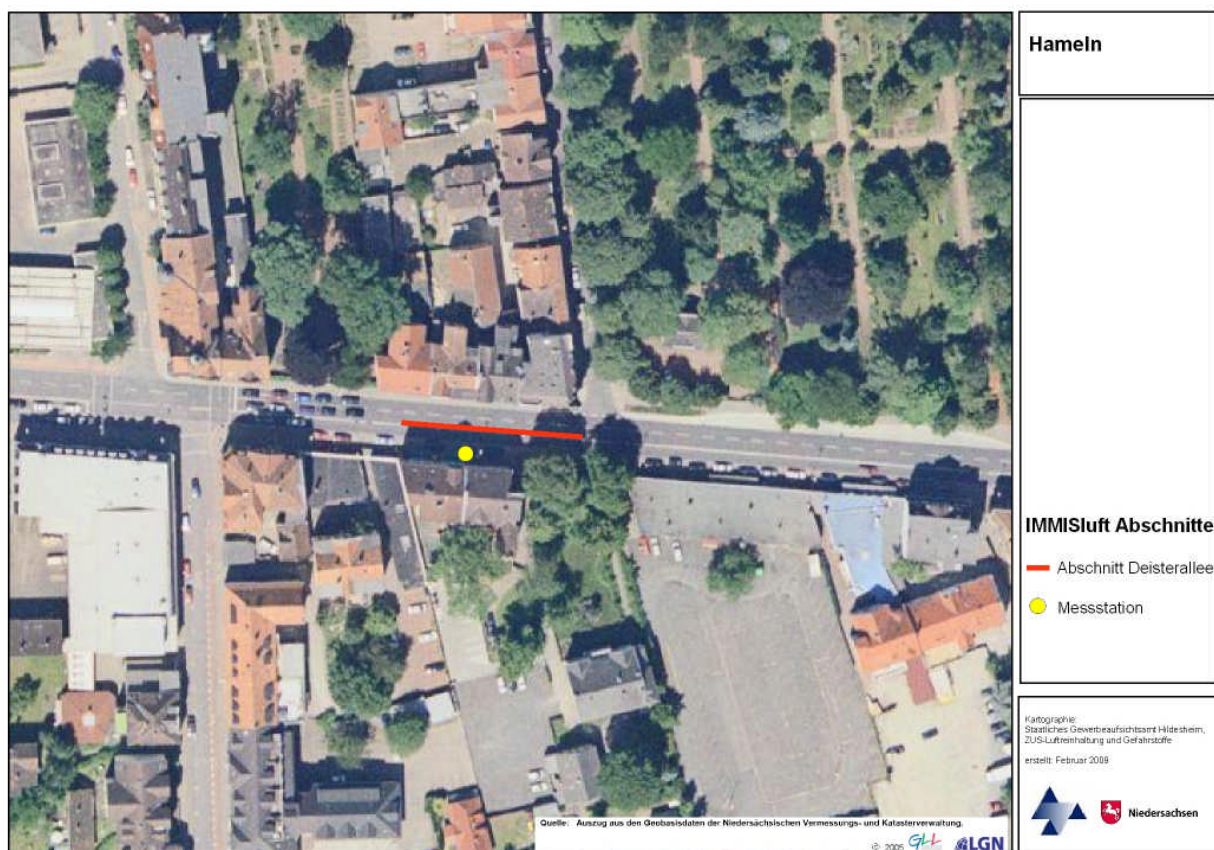


## 6.4 Vergleich mit den Messdaten

In Hameln wird durch das Lufthygienische Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN) in einem Abschnitt in der Deisterstraße (siehe Abbildung 6-3) seit September 2010 die Luftschadstoffbelastung mittels NO<sub>2</sub>-Passivsammler gemessen. Eine Gegenüberstellung der in der Deisterstraße 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 Deisterstraße (ID 1137) 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	45	98	26	(25) <sup>15</sup>
Messung 2010	49	-	-	-
Grenzwert 2010	40	-	40	35



**Abbildung 6-3: Lage des IMMIS<sup>luft</sup>-Abschnitts und des NO<sub>2</sub>-Passivsammlers in der Deisterstraße<sup>16</sup>**

<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)

<sup>16</sup> Der Standort des NO<sub>2</sub>-Passivsammlers entspricht dem ehem. Standort der LÜN-Messstation (01.08.2006 – 04.02.2008).



Der Vergleich der modellierten und der gemessenen Konzentrationen im Abschnitt der Deisterstraße zeigt bei NO<sub>2</sub> eine gute Übereinstimmung. Sowohl die Messung als auch die Modellrechnung ermitteln NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte, die den Grenzwert überschreiten. Bei Aussagen zu Grenzwertüberschreitung bzw. -einhaltung muss berücksichtigt werden, dass Modellrechnungen mit Unschärfen von bis zu +/- 20 % behaftet sein können.

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 30 %.

Die PM<sub>10</sub>-Belastung wird an diesem Standort nicht gemessen, ein Vergleich zwischen Messung und Modellrechnung kann für PM<sub>10</sub> nicht geführt werden.

## 6.5 Verursacheranalyse

Für den IMMIS<sup>Luft</sup>-Abschnitt der Deisterstraße, an dem der NO<sub>2</sub>-Passivsammler des LÜN installiert ist, wurde eine Quellanalyse durchgeführt. Sie ergibt ein detailliertes Bild über die Zusammensetzung der Schadstoffanteile nach ihrer Herkunft. In Tabelle 6-5 und der Abbildung 6-4 bis Abbildung 6-7 sind die Ergebnisse der Quellanalyse dargestellt.

**Tabelle 6-5: Quellgruppenanteile an den Immissionen in der Deisterstraße, 2010, gerundete Angaben<sup>17</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	10,0	54,6	10,2
urbaner Hintergrund	Industrie	0,2	0,5	0,7	0,5
urbaner Hintergrund	Hausbrand	0,2	3,0	0,9	3,1
urbaner Hintergrund	Nebenstraßennetz	0,1	1,3	0,5	1,3
urbaner Hintergrund	Hauptstraßennetz	1,9	14,5	7,3	14,7
Zusatzbelastung in der Schlucht		9,2	69,3	36,0	70,3
<b>alle Quellgruppen</b>		<b>25,7</b>	<b>98,5</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 36 % deutlich geringer als der Anteil des regionalen Hintergrundes mit 55 %. Zusammen mit den 7 %, die der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund bewirkt, beträgt der straßenverkehrliche Anteil bei PM<sub>10</sub> circa 44 %. Die Quellen Hausbrand und Industrie spielen mit Anteilen von unter 1 % nur eine untergeordnete Rolle.

Bei NO<sub>x</sub> dominiert die in der Straßenschlucht durch den lokalen Verkehr verursachte Zusatzbelastung mit 70 %, gefolgt vom urbanen Hintergrund mit rund 20 %, wovon ca. 16 %-Punkte dem Straßenverkehr zuzurechnen sind. Rund 86 % der NO<sub>x</sub>-Immission wird somit vom Straßenverkehr verursacht. Der regionale Hintergrund hat mit 10 % einen stärkeren Einfluss auf die NO<sub>x</sub>-Immission als der Hausbrand mit 3 % und die Industrie mit unter 1 %.

<sup>17</sup> Die Berechnungen erfolgten nicht mit gerundeten Zahlen, weshalb sich bei Addition von in der Tabelle aufgerundet dargestellten Angaben geringe Abweichungen ergeben können.

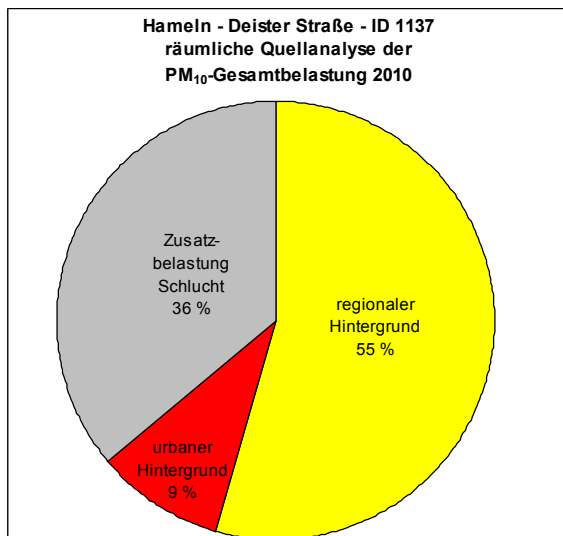


Abbildung 6-4: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an der PM<sub>10</sub>-Immission in der Deisterstraße, 2010

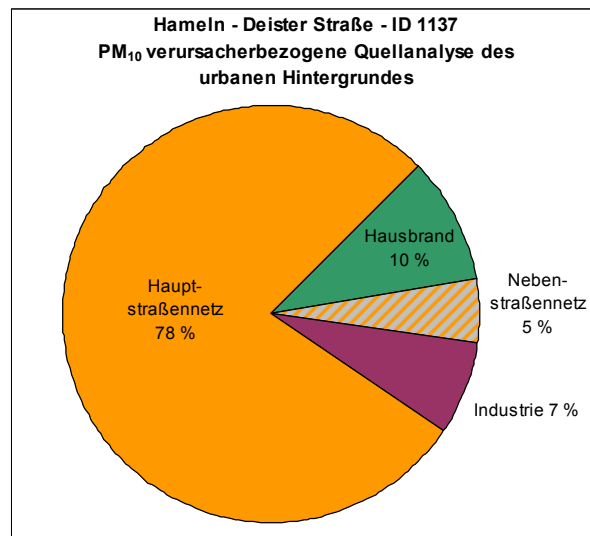


Abbildung 6-5: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Deisterstraße nach Verursachern (PM<sub>10</sub>), 2010

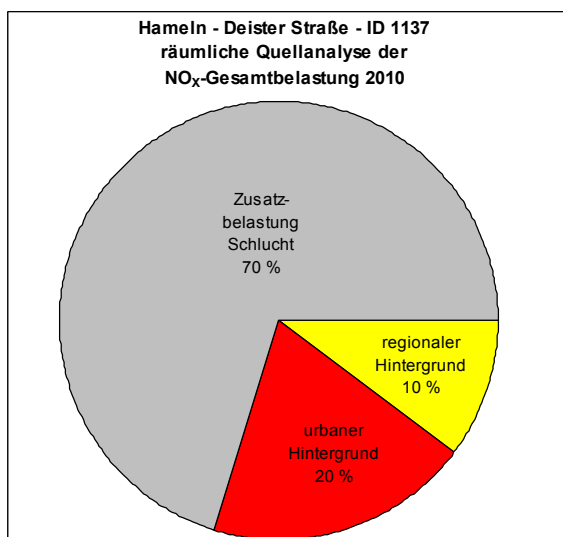


Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an der NO<sub>x</sub>-Immission in der Deisterstraße, 2010

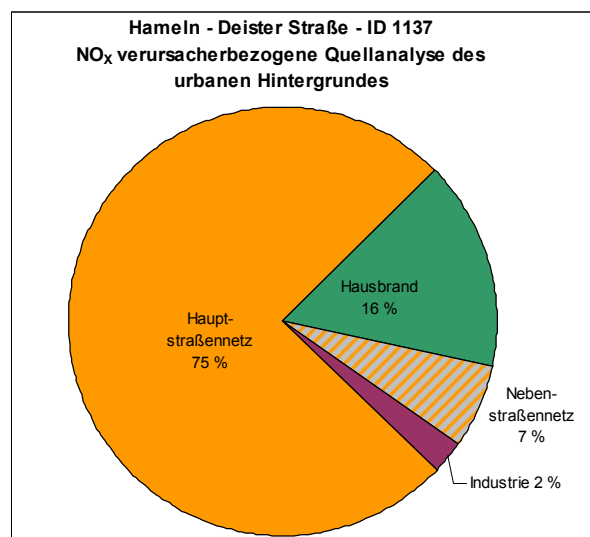


Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Deisterstraße nach Verursachern (NO<sub>x</sub>), 2010

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

Es sind keine zusätzlichen Maßnahmen zur Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Belastung erforderlich.



## 7 Zusammenfassung

Für das Stadtgebiet von Hameln 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 vier 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 und der ab 2010 geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> 2015 in allen Abschnitten eingehalten wird.

Der Rückgang der Immissionen in der Prognose 2015 ist durch die Verbesserung der Emissionsfaktoren, bedingt durch die angenommene Entwicklung und Erneuerung der Fahrzeugflotte und die abgeschätzte Minderung des regionalen Hintergrundes begründet.

Bei den Aussagen zu Grenzwertüberschreitung bzw. -einhaltung 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] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2009: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffkonzentrationen, Voruntersuchungen zum Luftreinhalte- und Aktionsplan Oldenburg, Mai 2009
- [26] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2009: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffkonzentrationen in Hameln, Voruntersuchungen zum Luftreinhalte- und Aktionsplan, August 2009
- [27] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Osnabrück, August 2011
- [28] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Hannover, August 2011
- [29] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Hildesheim, August 2011
- [30] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Göttingen, August 2011
- [31] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO<sub>2</sub>-Notifizierung – Braunschweig, August 2011
- [32] 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



- [33] STRUSCHKA, M ET AL., 2003: Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen 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>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
1137 <sup>18</sup>	Deisterstr 1854	41	17	17	25867	1.7	2.0	23.9	0.0	1	1	50	16	29	26	98	45
1144	Deisterstr 1853	44	17	16	25867	1.7	2.0	23.9	0.0	1	1	50	16	30	25	95	43
949	Deisterstr 1875	38	17	19	25867	1.7	1.0	15.3	0.0	1	1	50	16	29	25	92	43
964	Fischbecker Str. 1873	29	13	16	14095	5.4	0.6	0.0	0.0	1	1	50	16	26	24	91	41
848	Ohsener Str. 1886	35	15	18	14636	2.6	0.5	0.0	0.0	1	1	50	17	27	23	72	36
108	Morgensternstraße 1964	44	12	15	15017	3.1	0.5	0.0	0.0	1	1	50	16	27	23	71	35
1964	Hamelner Str./B1 1763	38	16	12	14846	7.5	0.9	0.0	0.0	1	1	50	15	22	22	77	35
979	Fischbecker Str. 1871	33	18	16	13677	4.4	1.1	0.0	0.0	1	1	50	16	28	22	70	35
1517	Pyrmonter Str. 1797	51	35	12	39251	5.7	0.6	37.9	0.0	1	1	50	18	27	25	70	35
1148	Deisterstr 1852	49	23	8	25867	1.7	2.0	0.0	0.0	1	1	50	16	28	21	67	34
1138	Deisterstr 1853	56	18	5	25867	1.7	2.0	23.9	0.0	1	1	50	16	29	21	66	34
1299	Kastanienwall 1828	42	29	13	22629	2.7	1.8	0.0	0.0	1	1	50	16	28	21	63	33
1980	Hamelner Str./B1 1761	40	18	13	16916	7.0	0.8	0.0	0.0	1	1	50	15	19	22	71	33
1958	Hamelner Str./B1 1763	48	15	10	14846	7.5	0.9	0.0	0.0	1	1	50	15	22	21	69	33

<sup>18</sup> Gelb hinterlegt ist der Abschnitt an dem der Passivsammler des LÜN installiert ist.



**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>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
1137 <sup>19</sup>	Deisterstr 1854	41	17	17	25091	1.7	2.0	23.9	0.0	1	1	50	16	24	24	80	38
1144	Deisterstr 1853	44	17	16	25091	1.7	2.0	23.9	0.0	1	1	50	16	24	24	76	37
949	Deisterstr 1875	38	17	19	25091	1.7	1.0	7.7	0.0	1	1	50	16	23	24	74	36
964	Fischbecker Str. 1873	29	13	16	13672	5.4	0.6	0.0	0.0	1	1	50	16	22	23	68	33

<sup>19</sup> Gelb hinterlegt ist der Abschnitt an dem der Passivsammler des LÜN installiert ist.