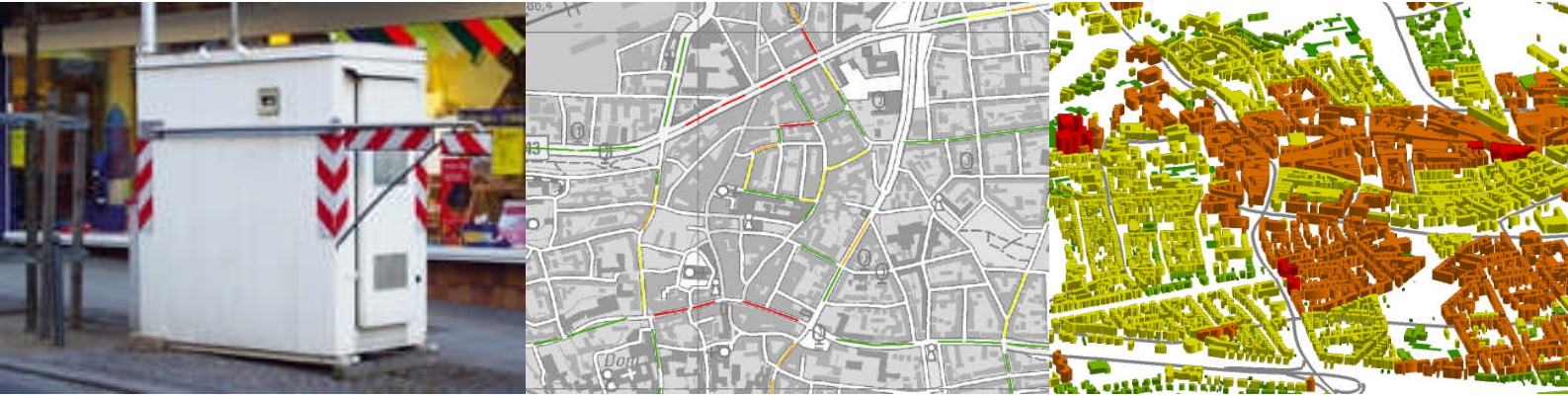




Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim



Modellgestützte Voruntersuchungen zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung

Hildesheim

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
Schuhstraße, Hildesheim*



NO₂-Hotspots, Hildesheim



3D-Gebäudemodell, Hildesheim

Karten- und Bildmaterial:

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



INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	5
2	Vorgehensweise der Untersuchung	6
3	Aufbau der Emissionsdatenbasis	7
3.1	Emissionen des Straßenverkehrs	7
3.1.1	Hauptstraßennetz.....	7
3.1.2	Nebenstraßennetz.....	11
3.1.3	Flottenzusammensetzung	12
3.2	Emissionen des Hausbrands	14
3.2.1	Vorgehensweise.....	14
3.2.2	Berechnung der Emissionen	16
3.2.3	Plausibilisierung der Ergebnisse.....	17
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
4	Meteorologie	23
5	Berechnung der Gesamtbelastung	24
5.1	Bildung von IMMIS ^{luft} -Abschnitten	24
5.2	Abgeleitete Kennwerte für NO ₂ und PM ₁₀	25
6	Analyse der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten	27
6.1	Bestimmung der Vorbelastung.....	27
6.1.1	Abschätzung des regionalen Hintergrundes 2010 und 2015.....	27
6.1.2	Berechnung des urbanen Hintergrundes 2010 und 2015.....	27
6.2	Ergebnisse des Screenings - Immissionsbelastung in den IMMIS ^{luft} -Abschnitten	28
6.3	Bewertung der Immissionsbelastung in den IMMIS ^{luft} -Abschnitten	30
6.4	Vergleich mit den Messdaten.....	31
6.5	Verursacheranalyse.....	32
6.6	Zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der NO ₂ -Belastung	33
7	Zusammenfassung	34
8	Literatur	35
9	Liste der Belastungsschwerpunkte	38



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 3-1: Hauptstraßennetz und Verkehrszellen des Nebenstraßennetzes mit täglicher flächenspezifischer Fahrleistung in (Kfz·m)/m² in Hildesheim, 2010 ..</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 Hildesheim im Vergleich zur HBEFA- Zusammensetzung in den Bezugsjahren 2010 und 2015</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung 3-4: Bus-Flottenzusammensetzung in Hildesheim in den Bezugsjahren 2010 und 2015</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung 3-5: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand</i>	<i>14</i>
<i>Abbildung 3-6: Datengrundlage zur Hausbrandberechnung (Beispiel), aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Festbrennstoffe, Pellets und Kohle.....</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 3-7: Anteile von PM₁₀ und NO_x an den einzelnen Brennstoffarten</i>	<i>17</i>
<i>Abbildung 3-8: Verteilung der NO_x-Emissionen auf die Rasterzellen, Hildesheim, 2010.....</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung 3-9: Verteilung der PM₁₀-Emissionen auf die Rasterzellen, Hildesheim, 2010</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung 3-10: Industrielle PM₁₀- und NO_x-Quellen in Hildesheim.....</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung 3-11: Emissionsanteile PM₁₀, 2010.....</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 3-12: Emissionsanteile NO_x, 2010.....</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Ausbreitungsklassen für die Statistik Hannover, 2000 - 2009</i>	<i>23</i>
<i>Abbildung 5-1: IMMIS^{luft}-Abschnitte in einem Ausschnitt von Hildesheim</i>	<i>24</i>
<i>Abbildung 5-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO₂ aus NO_x nach dem veröffentlichten Ansatz nach Romberg et al., dem unveröffentlichten Ansatz nach Romberg et al. wie er in IMMIS^{luft} implementiert ist und dem Ansatz der IVU.....</i>	<i>25</i>
<i>Abbildung 5-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM₁₀ und der Anzahl Tage mit einem PM₁₀-Tagesmittelwert über 50 µg/m³</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 6-1: Jahresmittelwert NO₂ im bebauten Hauptstraßennetz Hildesheim, 2010.....</i>	<i>29</i>
<i>Abbildung 6-2: Jahresmittelwert NO₂ im bebauten Hauptstraßennetz Hildesheim, 2015.....</i>	<i>29</i>
<i>Abbildung 6-3: Lage des IMMIS^{luft}-Abschnittes und des NO₂-Passivsammlers in der Schuhstraße.....</i>	<i>31</i>
<i>Abbildung 6-4: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den PM₁₀- Immissionen in der Schuhstraße, 2010</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 6-5: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Schuhstraße nach Verursachern (PM₁₀), 2010</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den NO_x- Immissionen in der Schuhstraße, 2010</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Schuhstraße nach Verursachern (NO_x), 2010</i>	<i>33</i>



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 Hildesheim; Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [GJ]	16
Tabelle 3-5: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO _x und PM ₁₀ , aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [kg].....	16
Tabelle 3-6: Emissionsaufkommen für NO _x und PM ₁₀ [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 Hildesheim	19
Tabelle 3-8: Emissionsmengen NO _x und PM ₁₀ in kg/a, Analyse 2010 und Prognose 2015	22
Tabelle 6-1: Abschätzung des regionalen Hintergrundes als Jahresmittelwert in µg/m ³ , Bezugsjahr 2010 und 2015	27
Tabelle 6-2: Übersicht der Legendendarstellung in den Karten für PM ₁₀ und NO ₂	28
Tabelle 6-3: Anzahl und Gesamtlänge der Straßenabschnitte nach Überschreitungswahrscheinlichkeit	30
Tabelle 6-4: Vergleich der modellierten und gemessenen Konzentrationen im Abschnitt Schuhstraße (ID 2496) mit Angabe des Grenzwertes für das Bezugsjahr 2010 ..	31
Tabelle 6-5: Quellgruppenanteile an den Immissionen in der Schuhstraße, 2010, gerundete Angaben	32
Tabelle 9-1: Analyse 2010: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO ₂ ab 33 µg/m ³	38
Tabelle 9-2: Prognose 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO ₂ ab 33 µg/m ³	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 Hildesheim wurde von der ZUS LLG die Immissionsbelastung untersucht. Die in diesem Rahmen ermittelten Belastungen zu PM₁₀ und NO₂ im innerstädtischen Hauptstraßennetz¹ wurden mit dem Programm IMMIS^{luft} 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.

¹ 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^{net} [32] die urbane Hintergrundbelastung als Überdachkonzentration an der Untersuchungsstelle bestimmt (siehe Abbildung 2-1). Mit dem Modell IMMIS^{luft} [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.

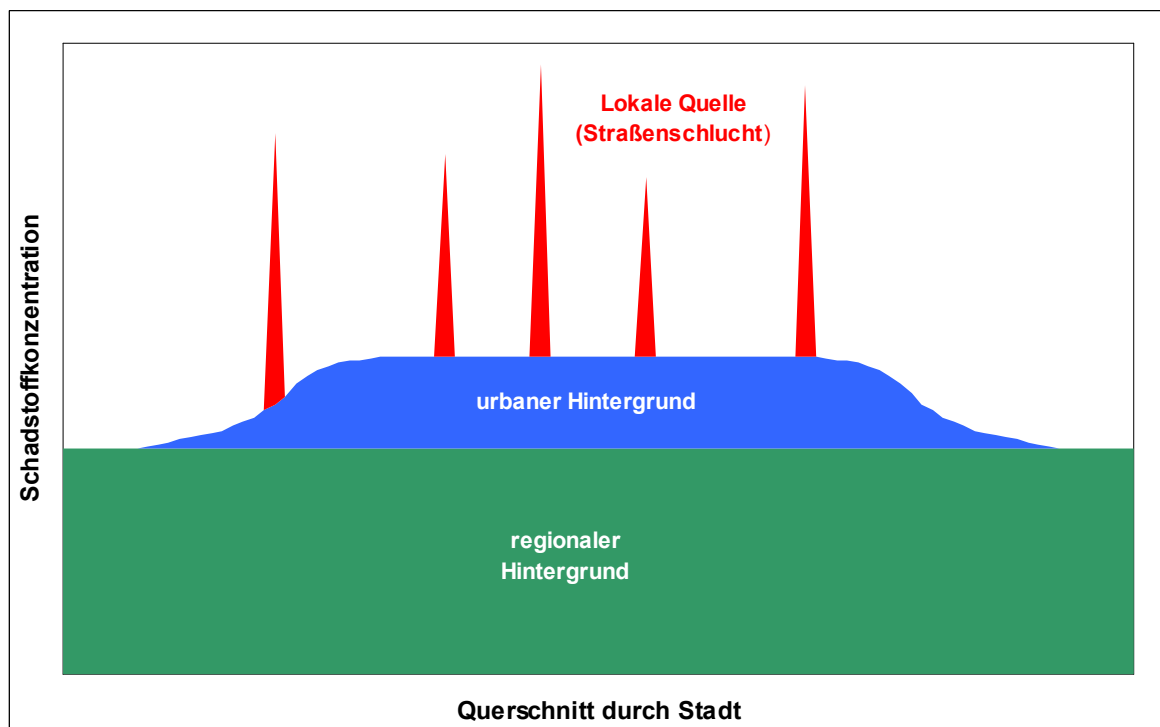


Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung

Zur Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs wurde das Modell IMMIS^{em} [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 PM₁₀-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 Hannover 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^{em} (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 (BUBE²)

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 (DTV³), mit dem jeweiligem Anteil der schweren LKW⁴ und dem Anteil der Busse am DTV. Der Anteil der Krafträder wurde netzweit auf 0,5 % und der Anteil der leichten LKW⁵ wurde auf 5 % gesetzt. Für das Bezugsjahr 2015 wurden auf Basis des Verkehrsentwicklungsplanes die Verkehrsbelastungen abgeschätzt.

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
- Kaltstartverhalten⁶ getrennt nach der Funktion der Straße (TYP_LAGE)
 - commercial
 - residential
 - radial
 - none
- Steigung der Straße (lt. IMMIS^{em/luft}-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.

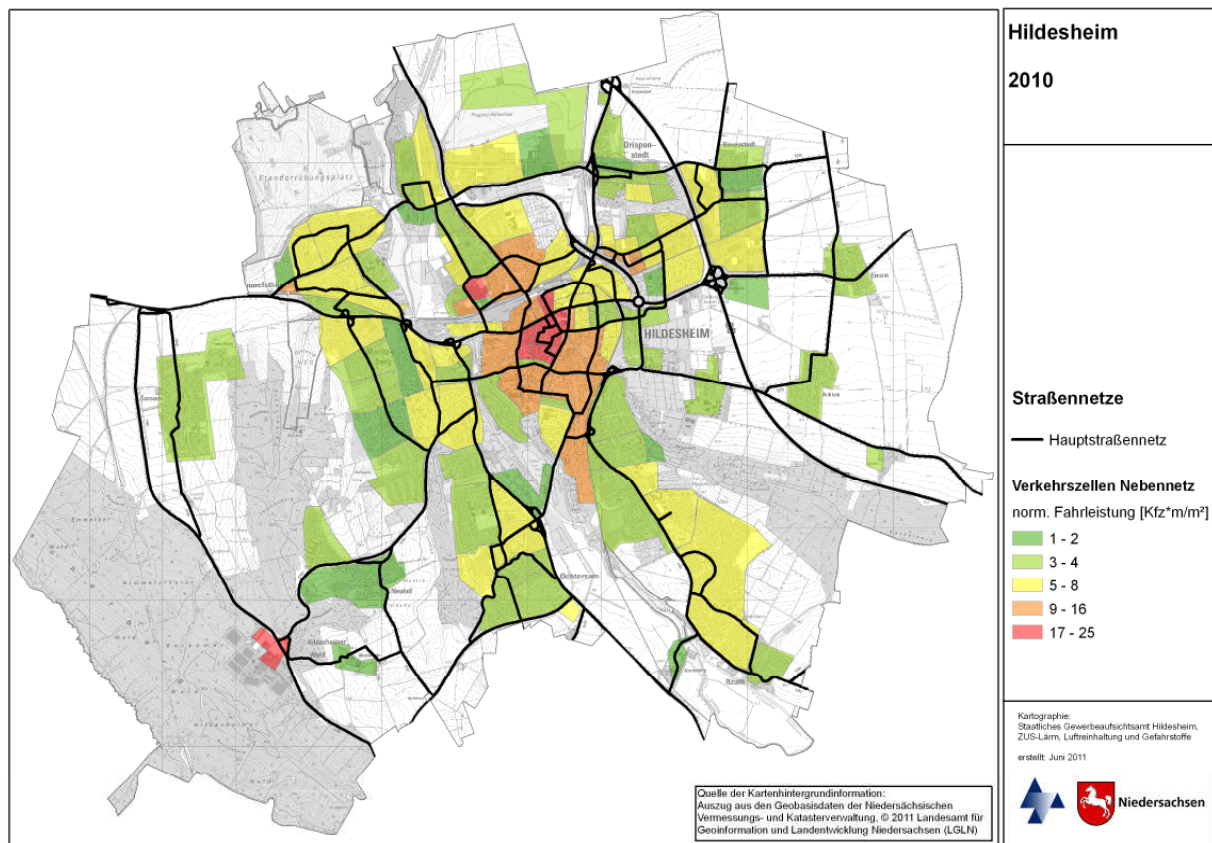


Abbildung 3-1: Hauptstraßennetz und Verkehrszellen des Nebenstraßennetzes mit täglicher flächenspezifischer Fahrleistung in (Kfz·m)/m² in Hildesheim, 2010

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 Hildesheim aufgrund von Erhebungen festgelegt (ca. 2 % 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

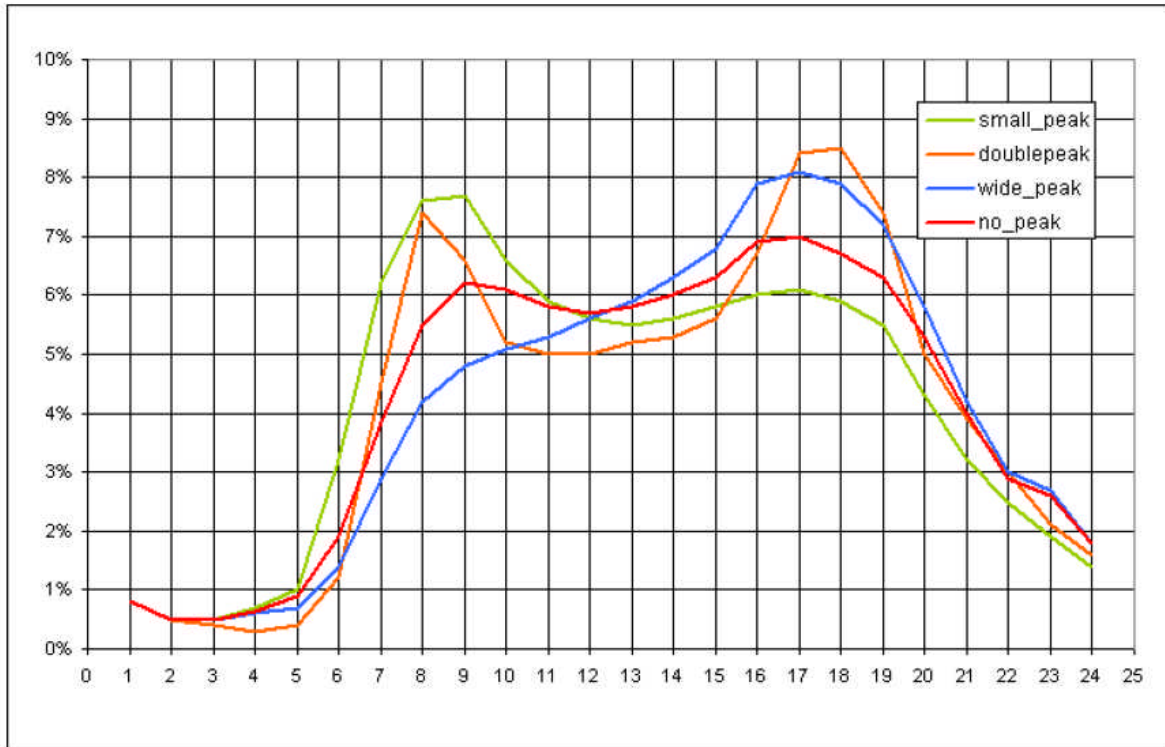


Abbildung 3-2: Tagesganglinien des Verkehrs zur Bestimmung der LOS-Anteile [2]

Die resultierende Gesamtfahrleistung für das Hauptstraßennetz beträgt im Bezugsjahr 2010 rund 2,4 Mio. km/Tag. Aus der Fahrleistung und den spezifischen Emissionen ergeben sich für das Stadtgebiet im Bezugsjahr 2010 absolute Emissionen des Hauptstraßennetzes für NO_x von ca. 659 t/a und für PM₁₀ von ca. 62 t/a.

Im Bezugsjahr 2015 ergeben sich im Hauptstraßennetz Emissionen von 460 t/a NO_x und 52 t/a PM₁₀.



3.1.2 Nebenstraßennetz

Die Ausgangsbasis für den Nebennetzverkehr ist die Anzahl der täglichen Quell-Ziel-Verkehre in Verkehrszellen, die durch verkehrsgutachterliche Untersuchungen der Stadt Hildesheim bereitgestellt wurden. Zur Bestimmung der Fahrleistung in einer Verkehrszelle wurde als mittlere Wegstrecke der Radius eines flächengleichen Kreises angenommen. Als Gesamtfahrleistung im Nebennetz ergeben sich für das Bezugsjahr 2010 138.000 km/Tag. Dies entspricht rund 6 % der Gesamtfahrleistung. Die Verteilung der flächennormierten Fahrleistung pro Tag ist in Abbildung 3-1 für die Verkehrszellen des Nebenstraßennetzes dargestellt. Im Bezugsjahr 2015 vermindert sich die Fahrleistung auf ca. 134.000 km/Tag.

Den Straßen des Nebennetzes wurde als Verkehrssituation „Erschließungsstraße im Ballungsraum“ mit der Geschwindigkeitsbegrenzung „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 für eine "Nebennetzstraße" spezifische Emissionen je Fahrzeug

für NO_x von 0,747 g/(km·d) in 2010 und
von 0,529 g/(km·d) in 2015 und
für PM₁₀ von 0,071 g/(km·d) in 2010 und
von 0,057 g/(km·d) in 2015.

Der PM₁₀ Wert enthält sowohl die Auspuffemissionen als auch die Aufwirbelungs- und Abriebsemissionen.

Aus der Fahrleistung und den spezifischen Emissionen ergeben sich absolute Emissionen der Nebennetzflächen im Bezugsjahr 2010 für

NO_x: 36,6 t/a und
PM₁₀: 3,5 t/a

und für das Bezugsjahr 2015 für

NO_x: 25,9 t/a und
PM₁₀: 2,8 t/a.



3.1.3 Flottenzusammensetzung

Für das Bezugsjahr 2009 lag die PKW-Flottenzusammensetzung von Hildesheim 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.

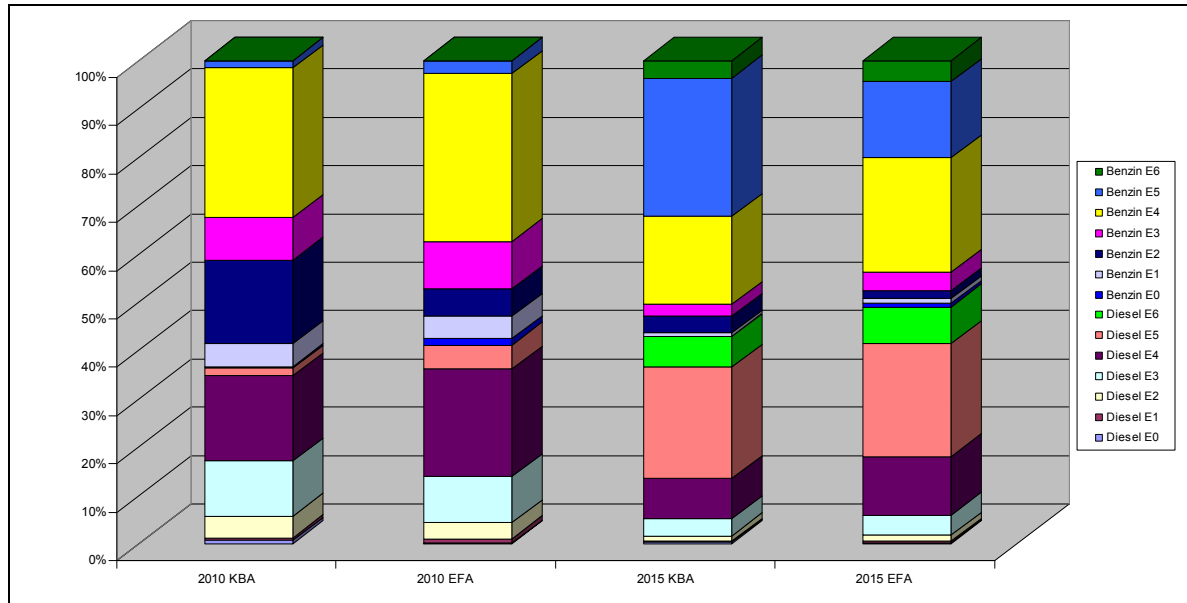


Abbildung 3-3: PKW-Flottenzusammensetzung in Hildesheim im Vergleich zur HBEFA-Zusammensetzung in den Bezugsjahren 2010 und 2015

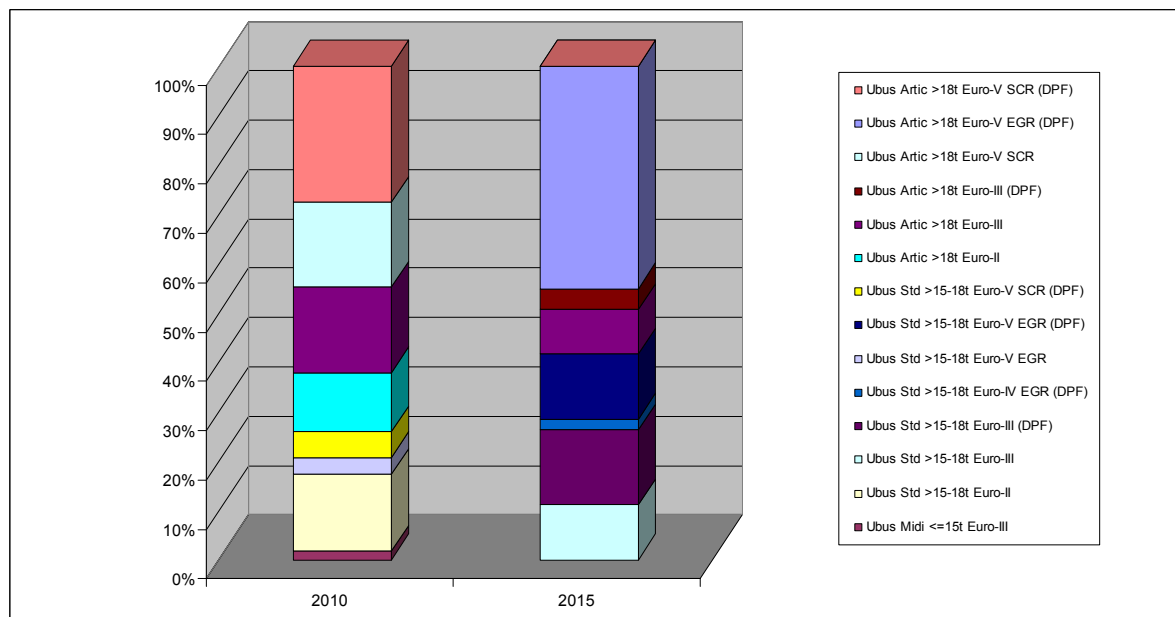


Abbildung 3-4: Bus-Flottenzusammensetzung in Hildesheim in den Bezugsjahren 2010 und 2015⁷

⁷ 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 in Verbindung mit statistisch ermittelten Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes (UBA) [34] berechnet.

Für Hildesheim 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.

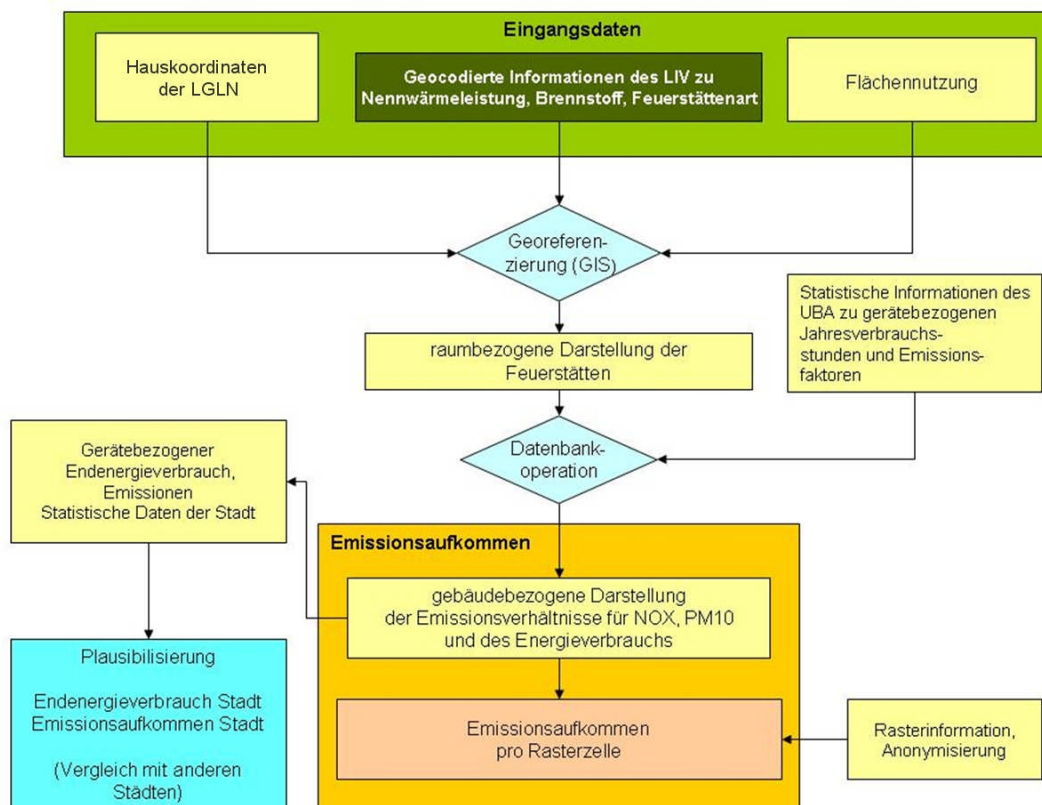


Abbildung 3-5: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand



Als Eingangsdaten zur Berechnung des Hausbrands für die Stadt Hildesheim 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

Im Bezugsjahr 2015 vermindern sich die NO_x-Emissionen des Hausbrands um ca. 4 % für ganz Hildesheim, da ein geplantes Block-Heiz-Kraftwerk Teile des Innenstadtbereiches mit Fernwärme versorgt und diese aus der Berechnung herausfallen. Für diesen engeren Innenstadtbereich bedeutet dies eine NO_x-Reduktion um 16 %.



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 GIS⁸ 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/m³) 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_x und PM₁₀ [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 Hildesheim; Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [GJ], Darstellung von gerundeten Angaben⁹

gEEV		Gas	Fest- brennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	2.990	60	500	1	3.560
	Kleinverbraucher	1.250	16	798	<1	2.070

Tabelle 3-5: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO_x und PM₁₀, aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [kg], Darstellung von gerundeten Angaben⁹

PM ₁₀		Gas	Fest- brennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	90	7.583	478	32	8.183
	Kleinverbraucher	38	1.272	1.032	3	2.345
NO _x		Gas	Fest- brennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	62.477	5135	20.922	118	88.653
	Kleinverbraucher	30.375	1261	34.307	11	65.954

⁸ Geo-Informationssystem

⁹ 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 PM₁₀ und NO_x stellt Abbildung 3-7 dar. Die unterschiedliche Herkunft der Komponenten ist auffällig. Während die NO_x-Emissionen des Hausbrands zu ca. 60 % aus dem Verbrennen von Gasen und zu mehr als einem Drittel vom Öl herrühren, stammen über 90 % der PM₁₀-Emission (knapp 17 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 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_x-Emission (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.

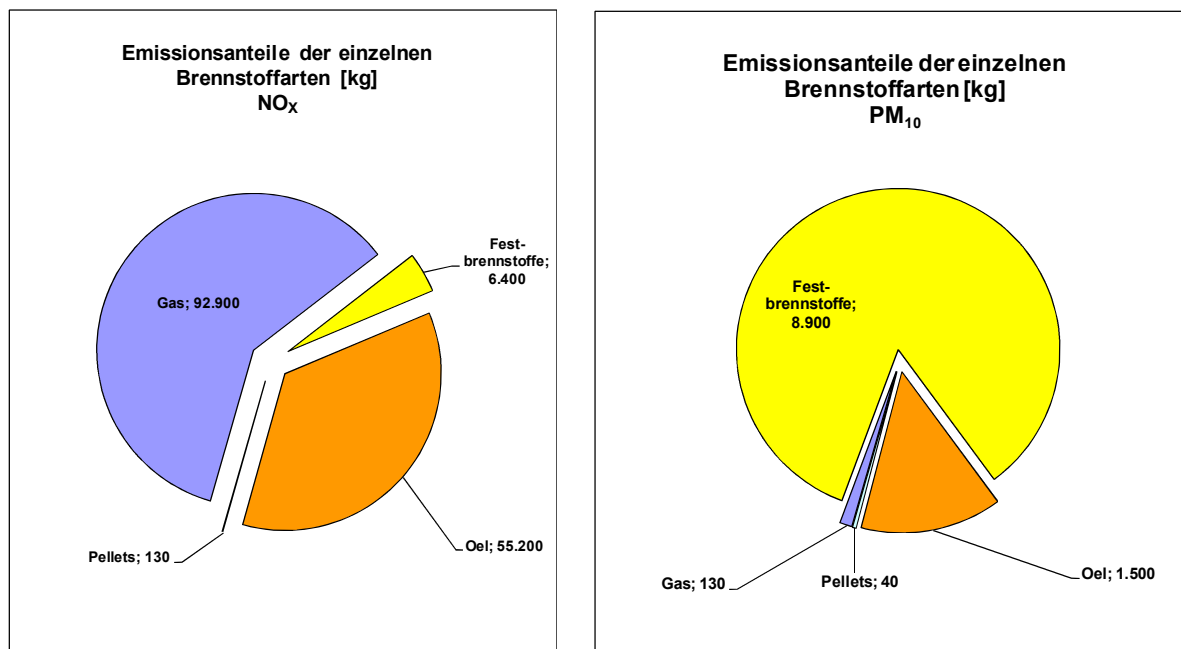


Abbildung 3-7: Anteile von PM₁₀ und NO_x an den einzelnen Brennstoffarten

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_x und PM₁₀ [t/a] und [kg/(Einwohner·a)] für verschiedene Städte und die Bundesrepublik Deutschland¹⁰

Bezugs-jahr	Stadt	Einwohner	PM ₁₀ [t/a]	NO _x [t/a]	PM ₁₀ /E ^[1] [kg/(E·a)]	NO _x /E ^[2] [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

¹ PM₁₀/E: PM₁₀/Einwohner; ² NO_x/E: NO_x/Einwohner

Tabelle 3-6 zeigt das Emissionsaufkommen des Hausbrands insgesamt und pro Einwohner für NO_x und PM₁₀ für Hildesheim, 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.

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



Allerdings liegt der Pro-Kopf-Verbrauch von erdgaserzeugter Energie mit an der Spitze vergleichbarer Städte deutlich über dem bundesdeutschen und dem Landesdurchschnitt. 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 den 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 Hildesheim

	Einwohner		Erdgas	leichtes Heizöl	Fest-brennstoff	Pellets	Summe
Niedersachsen 1990	7.387.000	HH	14,3180	10,4990	1,0130		25,8290
		KV	6,5410	5,4140	1,1670		13,1220
		Summe	20,8580	15,9130	2,1800		38,9510
Nds. Energie/CO₂-Bilanzen 2002	7.980.000	Summe	24,3990	11,9880	1,0150		37,4020
Nds. Energie/CO₂-Bilanzen 2004	8.001.000	Summe	23,9310	9,4590	2,0940		35,4840
Nds. Energie/CO₂-Bilanzen 2006	7.982.685	Summe	23,3695	10,6602	2,5375		36,5671
Hildesheim 2010	102.903	HH	29,0657	4,8499	0,6209	0,0121	34,5488
		KV	12,1614	7,7568	0,1552	0,0008	20,0743
		Summe	41,2271	12,6067	0,7762	0,0129	54,6231

3.2.4 Umlegung der Emissionen auf Rasterzellen

Damit die in Kapitel 3.2.2 bestimmten Emissionen als Eingangsgrößen für IMMIS^{net} 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 für das Bezugsjahr 2010 in Abbildung 3-8 für NO_x und in Abbildung 3-9 für PM₁₀ dargestellt.

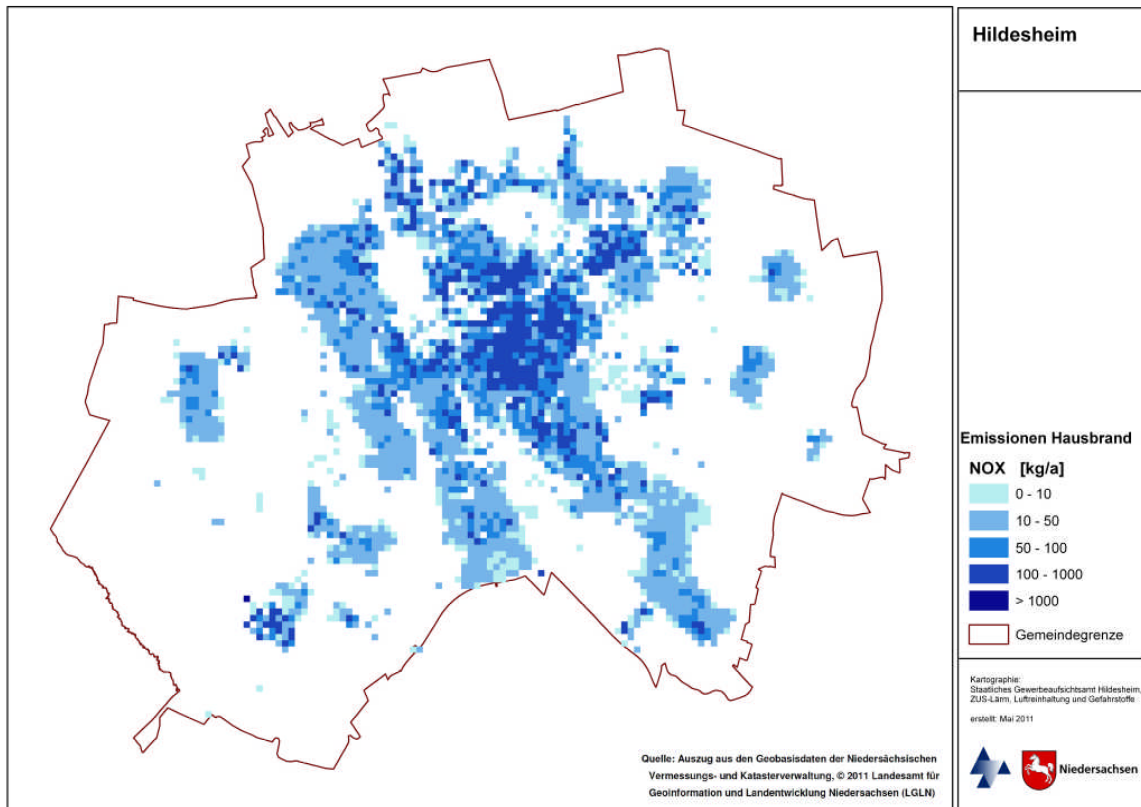


Abbildung 3-8: Verteilung der NO_x-Emissionen auf die Rasterzellen, Hildesheim, 2010

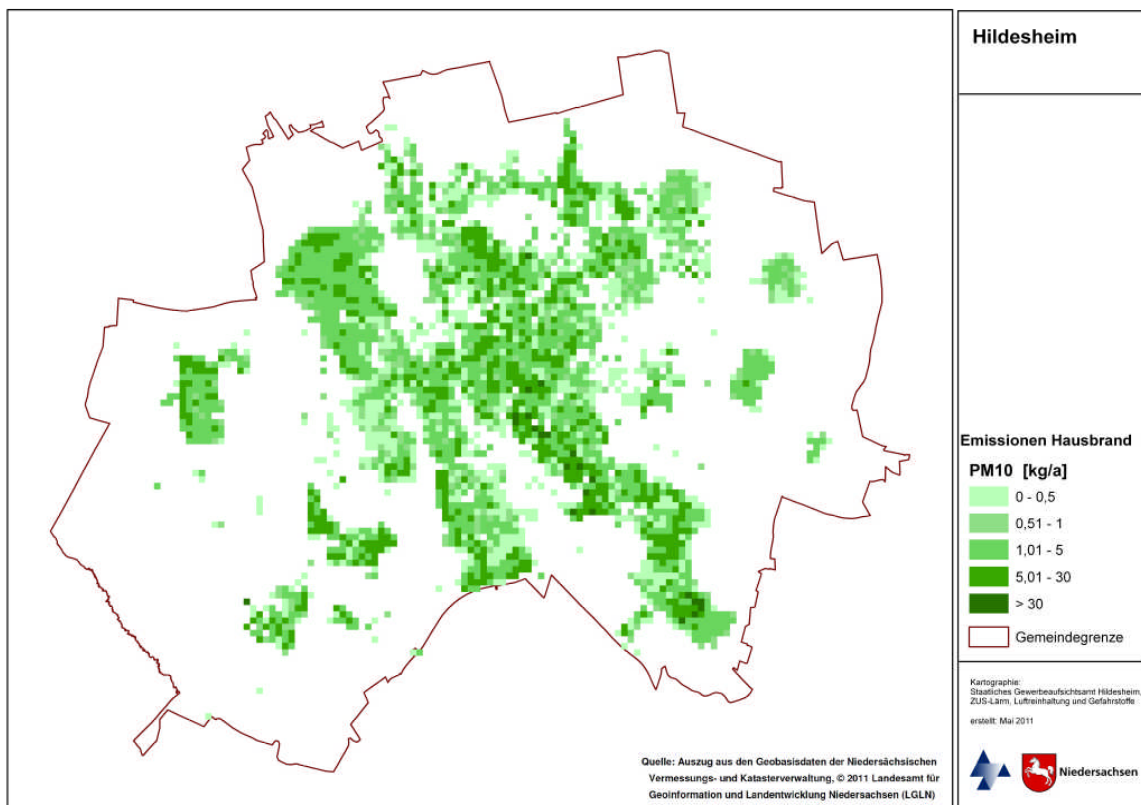


Abbildung 3-9: Verteilung der PM₁₀-Emissionen auf die Rasterzellen, Hildesheim, 2010



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. Im Bezugsjahr 2010 emittieren die Industriequellen im Stadtgebiet von Hildesheim rund 66 t NO_x und 10 t PM₁₀ pro Jahr. Im Bezugsjahr 2015 erhöhen sich die industriellen Emissionen um die Emissionen eines geplanten Block-Heiz-Kraftwerkes. Im gleichen Zuge vermindern sich die Hausbrandemissionen, da das Kraftwerk Teile des Innenstadtbereiches mit Fernwärme versorgt.

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 23 der 35 NO_x-Quellen und auf 57 der 77 PM₁₀-Quellen zu. Eine Darstellung der verwendeten Quellen ist in Abbildung 3-10 gegeben. Jede Flächenquelle wurde als Quadrat mit der in den Ursprungsdaten angegebenen Ausdehnungsfläche abgebildet. 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.

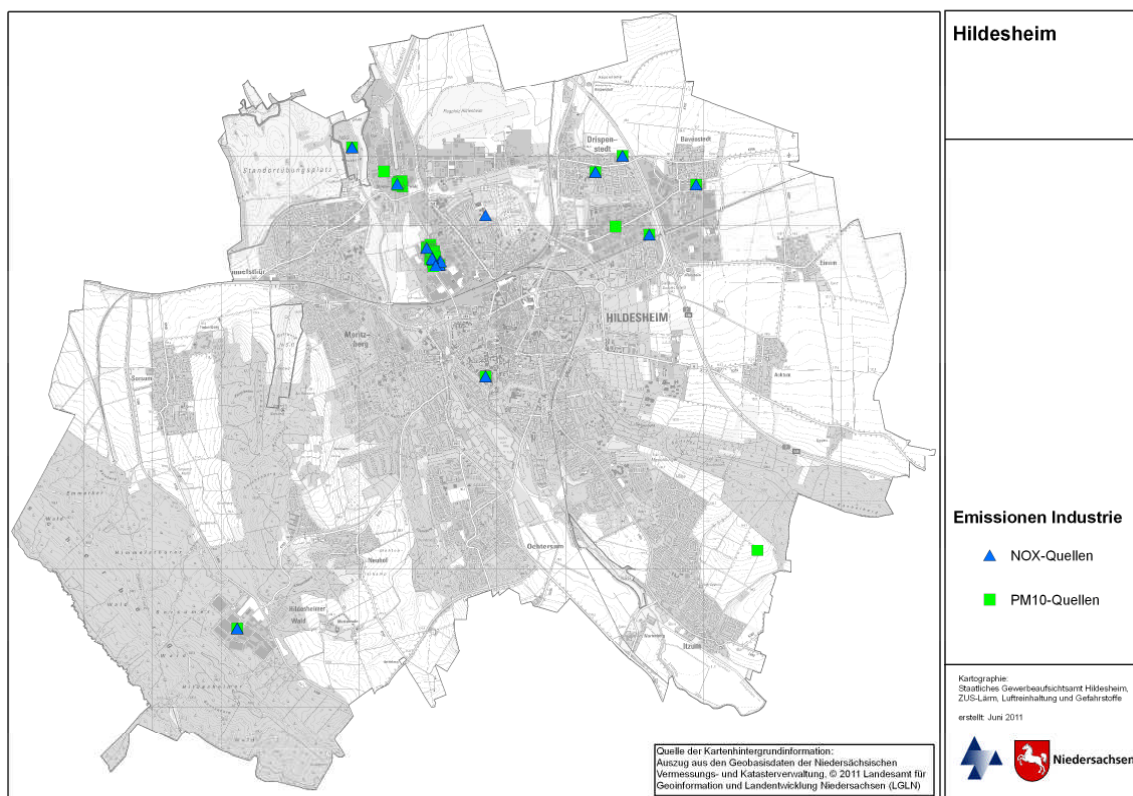


Abbildung 3-10: Industrielle PM₁₀- und NO_x-Quellen in Hildesheim



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^{net} gegeben.

Tabelle 3-8: Emissionsmengen NO_x und PM₁₀ in kg/a, Analyse 2010 und Prognose 2015

Quellgruppe	Geometrie	PM ₁₀	NO _x
Industrie 2010	Punkte, Flächen	9.660	65.946
Hausbrand 2010	Flächen 100m x 100m	10.528	154.610
Hauptstraßennetz 2010	Linien	61.800	659.077
Nebenstraßennetz 2010	Linien	3.468	36.594
alle Quellgruppen		85.456	916.227
<i>Industrie 2015</i>	<i>Punkte, Flächen</i>	<i>10.510</i>	<i>80.946</i>
<i>Hausbrand 2015</i>	<i>Flächen 100m x 100m</i>	<i>10.411</i>	<i>148.151</i>
<i>Hauptstraßennetz 2015</i>	<i>Linien</i>	<i>52.358</i>	<i>460.241</i>
<i>Nebenstraßennetz 2015</i>	<i>Linien</i>	<i>2.770</i>	<i>25.906</i>

Die Verteilung der Emissionsquellen ist bei NO_x und bei PM₁₀ sehr ähnlich. Der Straßenverkehr (Hauptstraßen- und Nebenstraßennetz) ist mit einem Anteil von jeweils 3/4 die stärkste Emissionsquelle im Stadtgebiet Hildesheim. Bei PM₁₀ tragen industriell erzeugte Emissionen und der Hausbrand mit einem Anteil von jeweils 1/8 erheblich zu den PM₁₀-Emissionen im Stadtgebiet bei. Bei NO_x haben die durch Hausbrand verursachten Emissionen in Hildesheim einen Anteil von 17 %. Industriell erzeugte NO_x-Emissionen haben einen Anteil von 7 %.

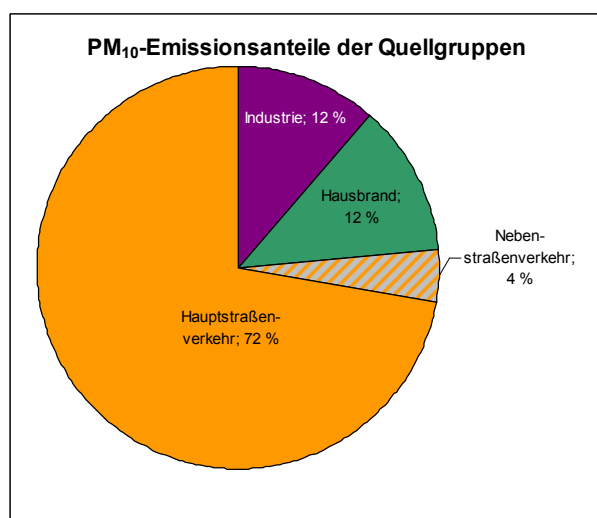


Abbildung 3-11: Emissionsanteile PM₁₀, 2010

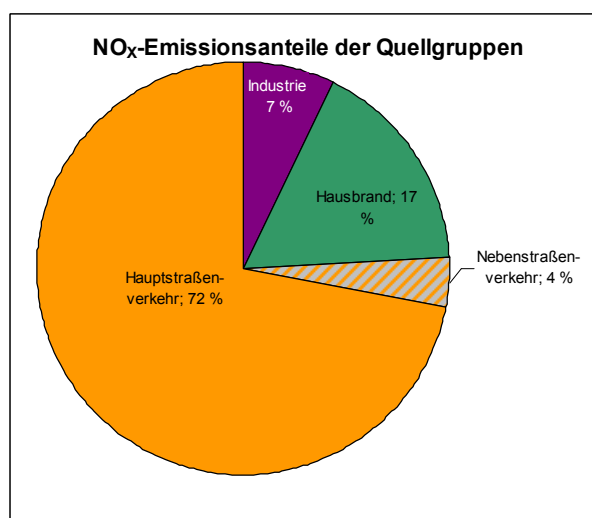


Abbildung 3-12: Emissionsanteile NO_x, 2010



4 Meteorologie

Für die Ausbreitungsrechnungen mit IMMIS^{net} sowie zur Bestimmung der Kopplungskoeffizienten, die die Strömungssituationen in den Straßenschluchten für IMMIS^{luft} parametrisieren, wird eine meteorologische Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) verwendet. Verfügbar für das Stadtgebiet von Hildesheim war eine AKS des DWD für die Station Hannover-Flughafen für die Jahre 2000 bis 2009. Die mittlere Windgeschwindigkeit in diesem Datensatz beträgt 3,86 m/s. Die Verteilung der Windrichtungen getrennt nach Windgeschwindigkeiten ist in Abbildung 4-1 dargestellt.

Die Station Hannover des DWD befindet sich auf dem Gelände des Flughafens Hannover-Langenhagen im locker besiedelten Nordgebiet der Stadt und damit auf einem aerodynamisch eher glatten Gelände der Rauigkeitsklasse 1. Da das zu rechnende Gebiet in der Stadt (Rauigkeitsklasse 4) liegt, ist zu berücksichtigen, dass die Stadtrauigkeit die Windgeschwindigkeit reduziert. Hierzu wurde bei dem aus der AKS erstellten Kopplungsdatensatz über einen entsprechenden Profilansatz in IMMIS^{luft} die Windgeschwindigkeit im Überdachniveau auf einen Wert von 2,78 m/s vermindert.

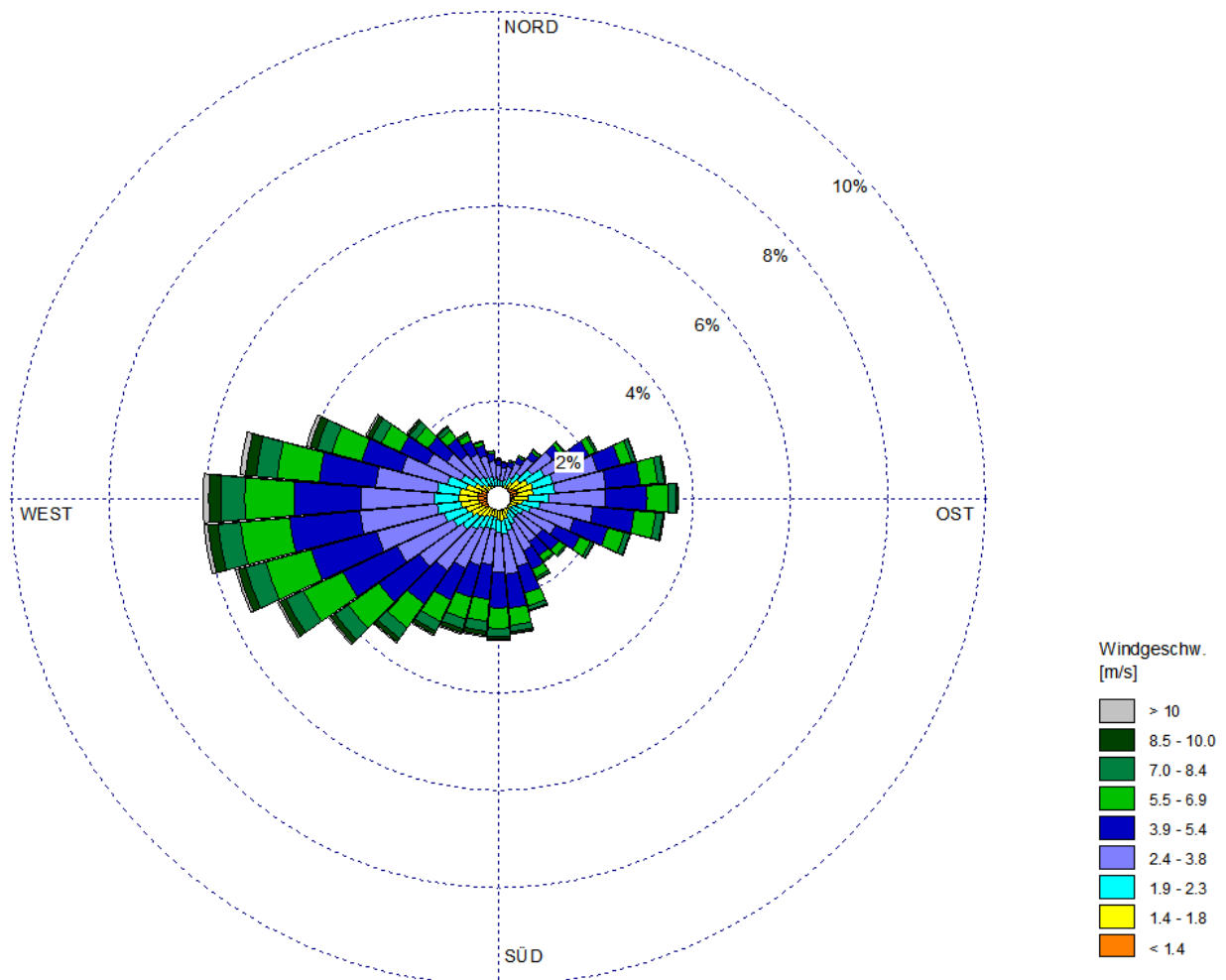


Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Ausbreitungsklassen für die Statistik Hannover, 2000 - 2009



5 Berechnung der Gesamtbelastung

Für die Screeningberechnungen wurde das Modell IMMIS^{luft} 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^{luft}-Abschnitten

Das Screening wurde für Strecken des Hauptstraßennetzes, die eine Randbebauung aufweisen, durchgeführt. Die Geometriedaten für IMMIS^{luft} wurden aus Daten zur Lage der Straßen des Hauptstraßennetzes und den Gebäudedaten der Stadt Hildesheim abgeleitet.

Basierend auf diesen Eingangsdaten wurde das Hauptstraßennetz für das Screening in homogene IMMIS^{luft}-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 Hildesheim exemplarisch dargestellt, wie auf der Basis der Eingangsdaten IMMIS^{luft}-Abschnitte gebildet und vor Luftbildern auf Plausibilität geprüft wurden.

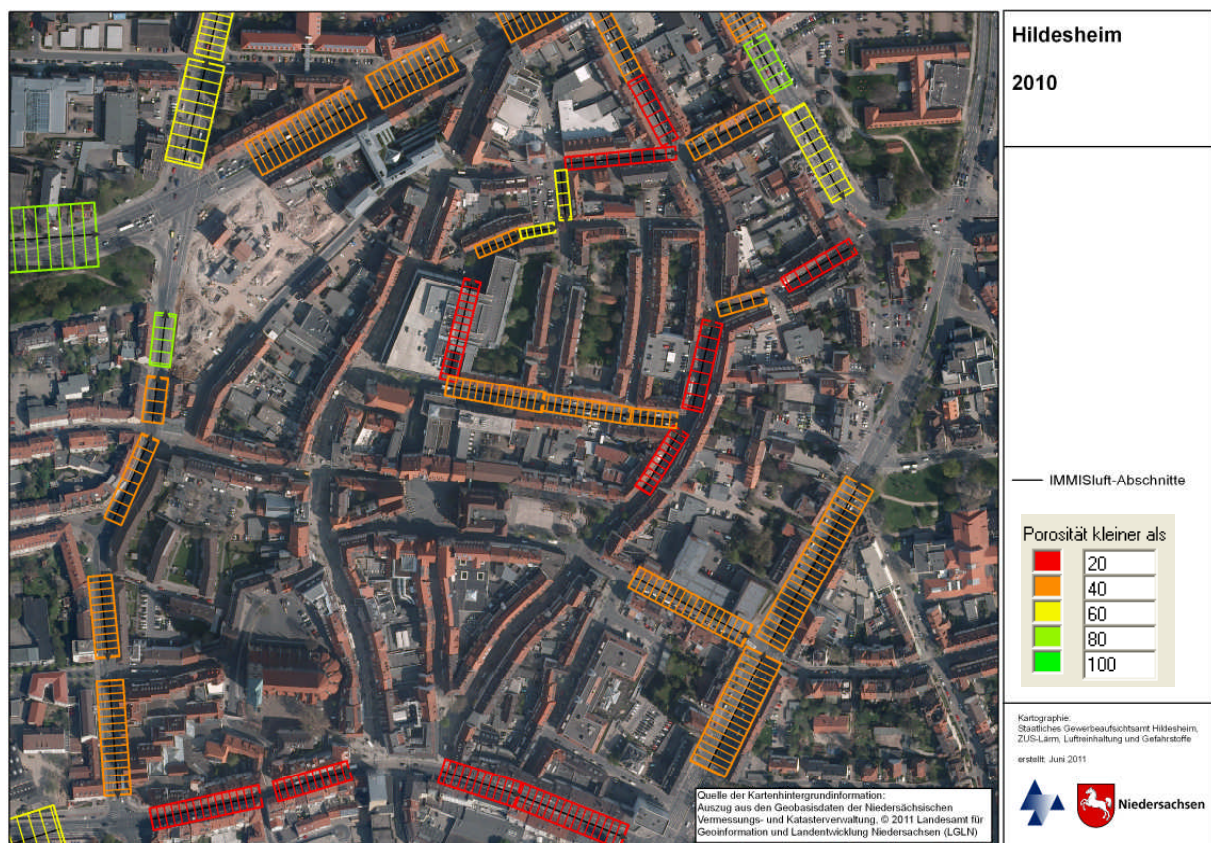


Abbildung 5-1: IMMIS^{luft}-Abschnitte in einem Ausschnitt von Hildesheim



Für das Bezugsjahr 2015 wurden die Abschnitte im Bereich der Arneckengalerie neu gebildet.

5.2 Abgeleitete Kennwerte für NO₂ und PM₁₀

Da es sich bei NO₂ und NO um chemisch aktive Substanzen handelt, und die Emissionen nur für die Summe NO_x bestimmt werden können, müssen die nach der 39. BImSchV erforderlichen Kennwerte für NO₂ mittels statistischer Verfahren oder photochemischer Modellierung bestimmt werden.

Die photochemische Modellierung berücksichtigt, dass bei der Umwandlung von NO_x zu NO₂ zu Grunde liegende photochemische Gleichgewicht zwischen NO_x, NO₂ und Ozon. Verwendet wurde der in IMMIS^{em/luft} implementierte Ansatz von DÜRING (2009) [6] mit den Parametern Reaktionsgeschwindigkeit ($k = 0,00039 \text{ (ppb*s)}^{-1}$), Photolysefrequenz ($J = 0,0045 \text{ (s)}^{-1}$) und Mischungszeit ($\tau = 100 \text{ s}$).

Weiterhin sind die Vorbelastungswerte für Ozon und NO₂ erforderlich. Die Vorbelastung für NO₂ wird mit dem unten beschriebenen Romberg-Ansatz statistisch aus dem NO_x-Vorbelastungswert ermittelt. Im gewählten Verfahren wird die Umwandlungsformel „Romberg-Lohmeyer in IMMIS^{luft}“ für verkehrsbezogene Messungen nach ROMBERG E. ET AL.¹¹ [24] verwendet (Abbildung 5-2):

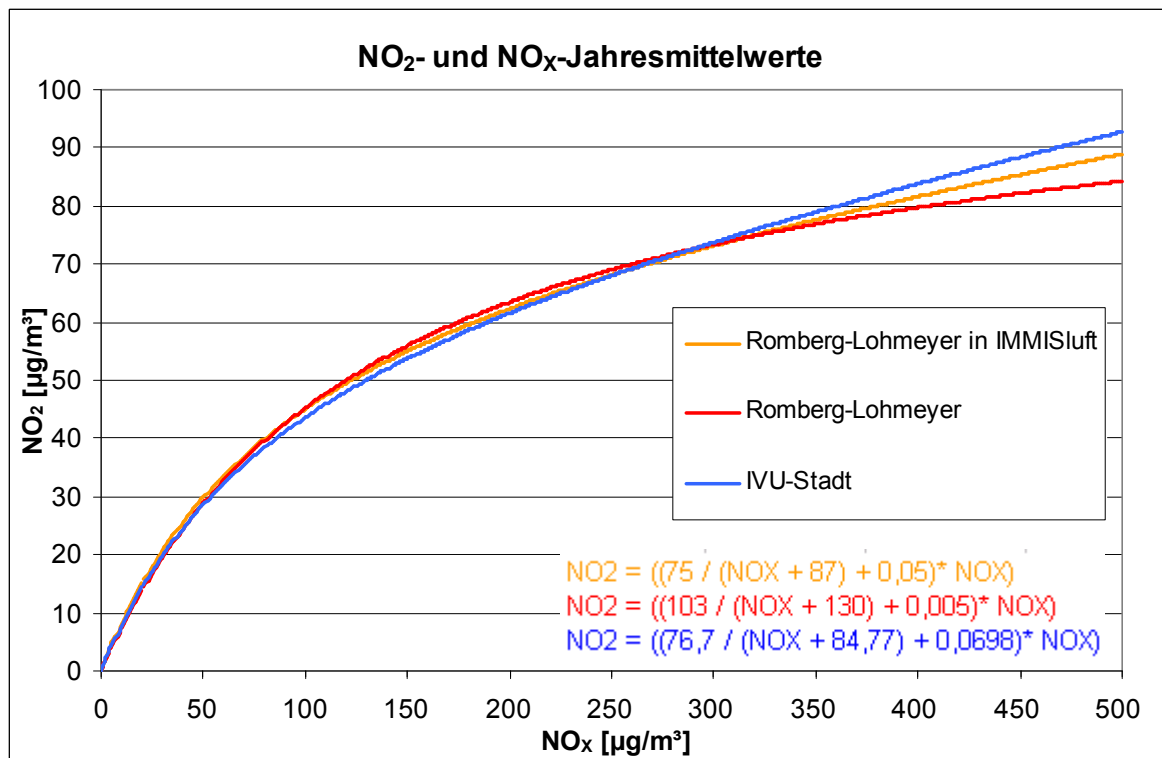


Abbildung 5-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO₂ aus NO_x nach dem veröffentlichten Ansatz nach Romberg et al., dem unveröffentlichten Ansatz nach Romberg et al. wie er in IMMIS^{luft} implementiert ist und dem Ansatz der IVU [2]

¹¹ 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 PM₁₀ gibt es in DIEGMANN V., ET AL [3] eine entsprechende Abschätzung auf der Basis des Jahresmittelwertes von PM₁₀. Eine Darstellung dieses Zusammenhanges findet sich in Abbildung 5-3 und wird durch landesweite Messungen des LÜN bestätigt.

Bei einem Jahresmittelwert von 30 µg/m³ wird der Grenzwert von 35 Überschreitungen im Jahr erreicht. Eine Minderung des Jahresmittelwerts im Bereich von 30 µg/m³ um 1 µg/m³ führt zu einer Reduktion von drei bis vier Überschreitungstagen. Eine Reduktion von 30 µg/m³ auf 28 µg/m³ führt zu einer Reduzierung der Überschreitungstage um ca. 7 Tage.

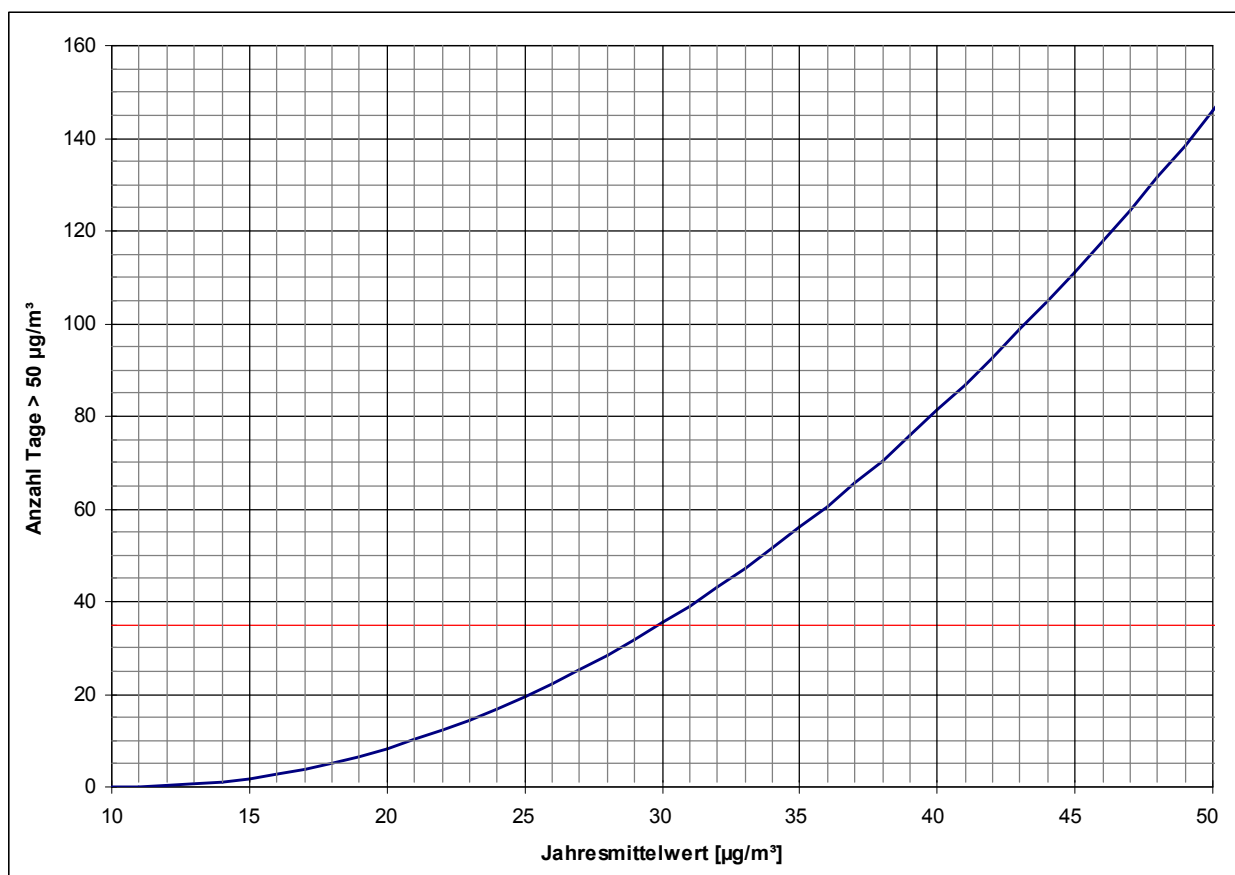


Abbildung 5-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM₁₀ und der Anzahl Tage mit einem PM₁₀-Tagesmittelwert über 50 µg/m³



6 Analyse der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-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 Hintergrundbelastung wurden die UBA-Karten¹² und die Messdaten ausgewählter ländlicher und vorstädtischer Messstationen des LÜN-Messnetzes ausgewertet. In den UBA-Karten weist die südwestlich von Hildesheim gelegene Gitterzelle für 2010 bzw. 2011 und 2015 eine regionale NO₂- und PM₁₀-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 NO₂/NO_x ermittelt. Dieser Faktor (NO₂/NO_x = 0,77) wurde verwendet, um die NO₂-Vorbelastungswerte der UBA-Karten in NO_x-Vorbelastungswerte umzu-rechnen.

Tabelle 6-1: Abschätzung des regionalen Hintergrundes als Jahresmittelwert in µg/m³, Bezugsjahr 2010 und 2015

Hildesheim	NO ₂	NO _x	PM ₁₀
UBA-Karte 2010/2011	9	12	14
UBA-Karte 2015	8	10	14

Die städtische Hintergrundstation des LÜN in Hannover liefert einen Ozon-Vorbelastungswert von 47 µg/m³. Dieser Wert wird auf das Stadtgebiet Hildesheim 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^{net} der urbane Hintergrund für jeden IMMIS^{luft}-Abschnitt berechnet. Für die IMMIS^{luft}-Abschnitte wurden für jeden Abschnitt getrennt Vorbelastungswerte ermittelt, bei denen der betreffende Straßenabschnitt nicht einbezogen wurde, um Emissionen nicht doppelt zu berücksichtigen.

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



6.2 Ergebnisse des Screenings - Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten

Die folgenden Karten präsentieren die Immissionsbelastungen der Screeningberechnung als Übersicht der Jahresmittelwerte für NO₂ und PM₁₀ im bebauten Hauptstraßennetz von Hildesheim für die Bezugsjahre 2010 und 2015¹³.

Bei PM₁₀ ist die Farblegende so gewählt, dass Abschnitte mit Jahresmittelwerten bis 28 µg/m³, bei denen nicht von einer Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (35 Tage > 50 µg/m³) auszugehen ist, grün dargestellt sind. Eine prognostizierte Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m³ wird mit der Farbe Lila angezeigt. Die weitere farbliche Abstufung orientiert sich an der Wahrscheinlichkeit der Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums. Bei Jahresmittelwerten ab 29 µg/m³ (gelb) ist davon auszugehen, dass die Wahrscheinlichkeit für eine Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums gering ist, ab 31 µg/m³ (orange) ist die Wahrscheinlichkeit für eine Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums hoch und bei einem Jahresmittelwert ab 33 µg/m³ (rot) wird das Tagesgrenzwertkriterium mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit verletzt.

Die Farblegende ist bei NO₂ so gewählt, dass die farblich abgestuften Abschnitte prognostizierte Überschreitungen der Jahresmittelwerte aufzeigen (Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2). Eine Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m³ wird mit der Farbe Rot angezeigt. Werte ab 33 µg/m³ (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 PM₁₀ und NO₂

Grenzwert		Kriterium	JMW [µg/m ³]
PM10	40 µg/m ³ Jahresmittelwert	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW)	> 40
		Sehr hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	33 - 40
	35 Tage > 50 µg/m ³ 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 ³ 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 NO₂-Jahresmittelwert ab 33 µg/m³ ist in Kapitel 9 "Liste der Belastungsschwerpunkte" beigefügt. Bei Abschnitten mit einem NO₂-Jahresmittelwert größer 40 µg/m³ wird dieser Wert fett dargestellt.

¹³ Wenn alle Abschnitte außerhalb des Überschreibungsbereichs liegen wird auf die Darstellung einer Karte verzichtet.

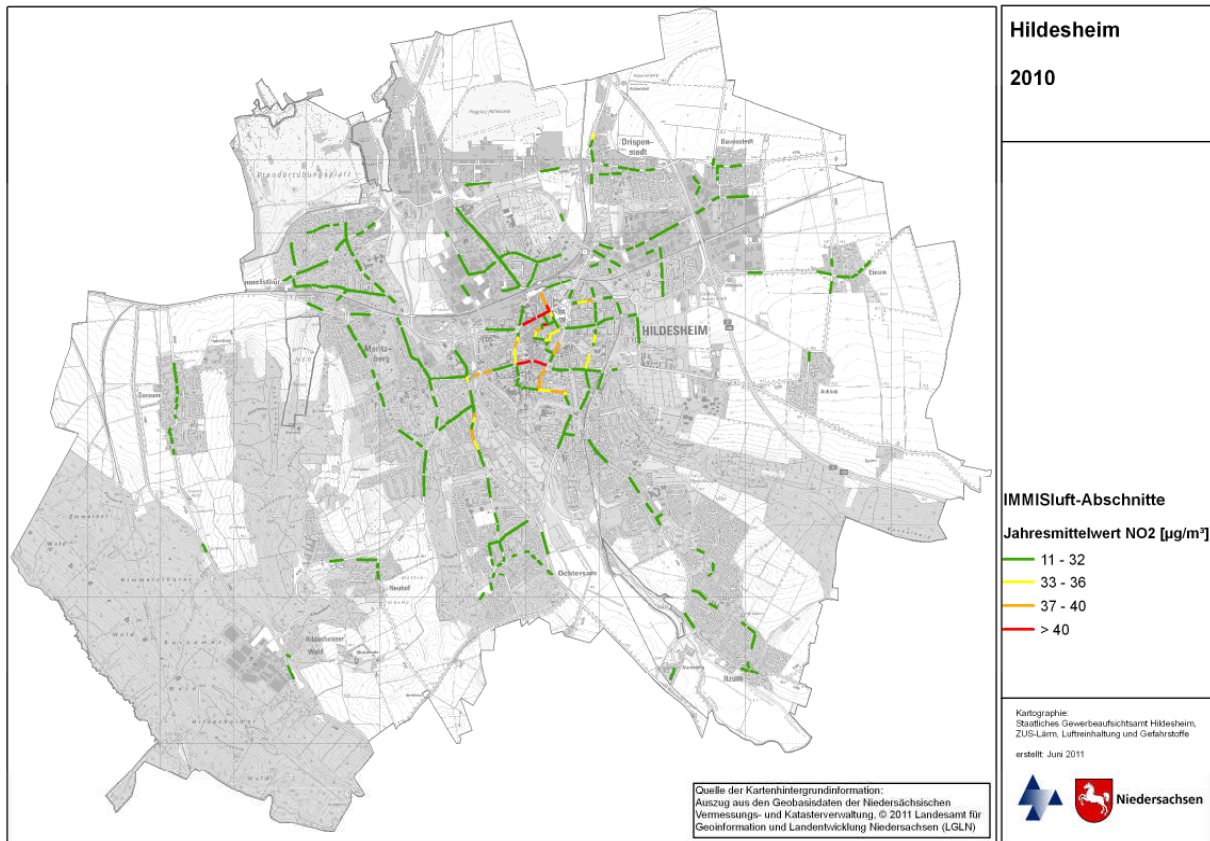


Abbildung 6-1: Jahresmittelwert NO₂ im bebauten Hauptstraßennetz Hildesheim, 2010

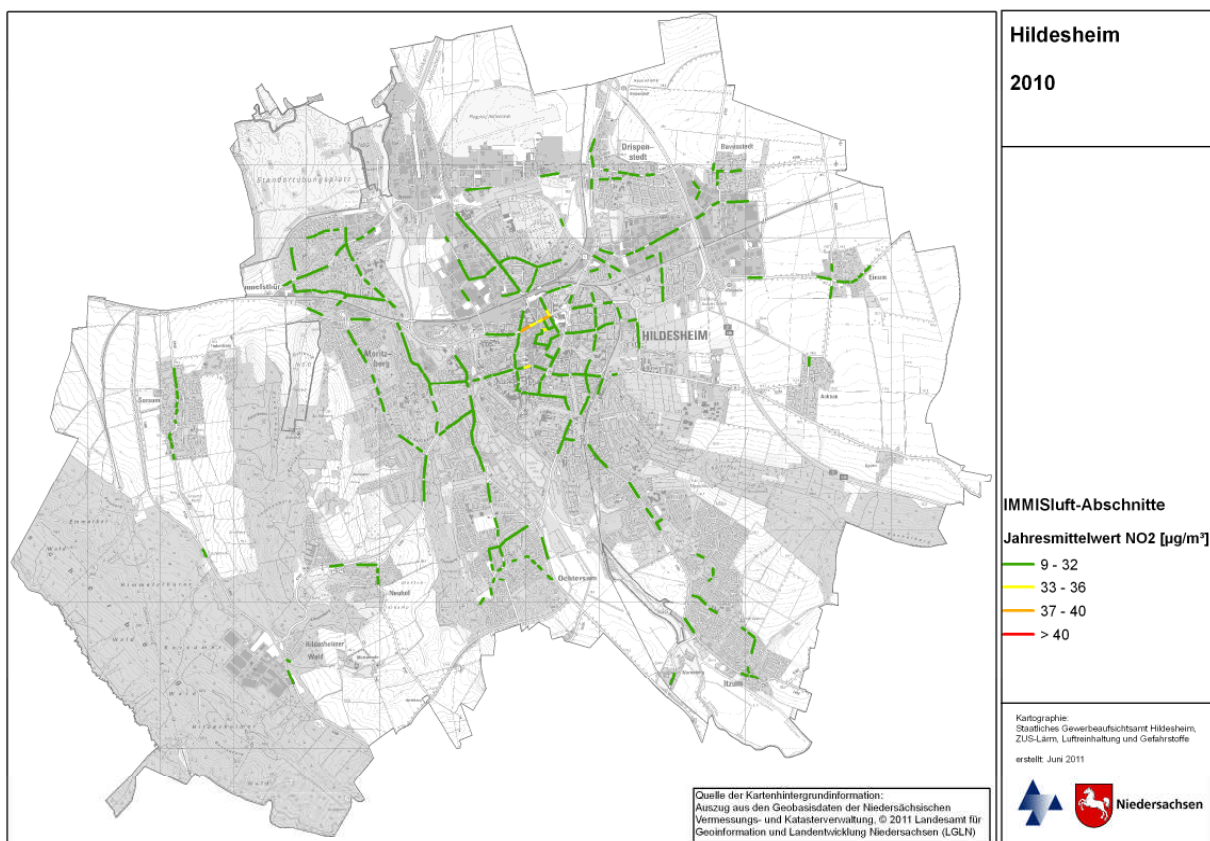


Abbildung 6-2: Jahresmittelwert NO₂ im bebauten Hauptstraßennetz Hildesheim, 2015



6.3 Bewertung der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten

Bereits im Bezugsjahr 2010 liegen alle Abschnitte im Stadtgebiet Hildesheim bei PM₁₀ außerhalb einer Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m³ bzw. des Tagesgrenzwertkriteriums (35 Tage > 50 µg/m³).

Der im Jahr 2010 für NO₂ anzusetzende Grenzwert in Höhe von 40 µg/m³ wird in zehn Abschnitten in Hildesheim überschritten. Die höchste Belastung wird für einen Abschnitt in der Schuhstraße mit einem NO₂-Jahresmittelwert von 50 µg/m³ ermittelt. Neben der Schuhstraße sind Abschnitte in der Kaiserstraße, der Bahnhofsallee und der Wallstraße von der Überschreitung des NO₂-Grenzwertes betroffen. Für weitere 35 Abschnitte (insgesamt 45 Abschnitte ≥ 33 µg/m³) werden NO₂-Jahresmittelwerte von 33 µg/m³ und größer ermittelt. Diese Abschnitte liegen innerhalb der modelltypischen „Unschärfe“ von ± 20 %, d.h. bei diesen Abschnitten ist eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ möglich.

Im Bezugsjahr 2015 sind in Hildesheim keine Abschnitte von der Überschreitung des NO₂-Jahresgrenzwertes von 40 µg/m³ betroffen. Für sieben Abschnitte werden NO₂-Jahresmittelwerte von 33 µg/m³ und größer ermittelt. Diese Abschnitte liegen innerhalb der modelltypischen „Unschärfe“ von ± 20 %, d.h. bei diesen Abschnitten ist eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ möglich. Diese Abschnitte liegen in der Kaiserstraße, der Schuhstraße, der Bahnhofsallee und der Wallstraße.

**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 ³)	-	-	-	-
	Mind. sehr hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (≥ 33 µg/m ³)	-	-	-	-
	Mind. hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (≥ 31 µg/m ³)	-	-	-	-
	Mind. geringe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (≥ 29 µg/m ³)	-	-	-	-
NO2	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW) (> 40 µg/m ³)	10	0,8	-	-
	Mind. hohe Wahrscheinlichkeit Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (≥ 37 µg/m ³)	25	2,1	3	0,2
	Mind. geringe Wahrscheinlichkeit Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (≥ 33 µg/m ³)	45	3,6	7	0,6



6.4 Vergleich mit den Messdaten

In Hildesheim wird durch das Lufthygienische Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN) in einem Abschnitt in der Schuhstraße (siehe Abbildung 6-3) seit August 2010 mittels NO₂-Passivsammler die NO₂-Belastung ermittelt. Eine Gegenüberstellung der in der Schuhstraße mit IMMIS^{luft} ermittelten und der gemessenen Konzentrationen für das Jahr 2010 findet sich in Tabelle 6-4.

Tabelle 6-4: Vergleich der modellierten und gemessenen¹⁴ Konzentrationen im Abschnitt Schuhstraße (ID 2496) mit Angabe des Grenzwertes für das Bezugsjahr 2010

	Jahresmittelwert			Anzahl der TMW ¹⁵ -Überschreitungen
	NO ₂ in µg/m ³	NO _x in µg/m ³	PM ₁₀ in µg/m ³	
Screening 2010	50	112	26	(23) ¹⁶
Messung 2010	52	-	-	-
Grenzwert 2010	40	-	40	35

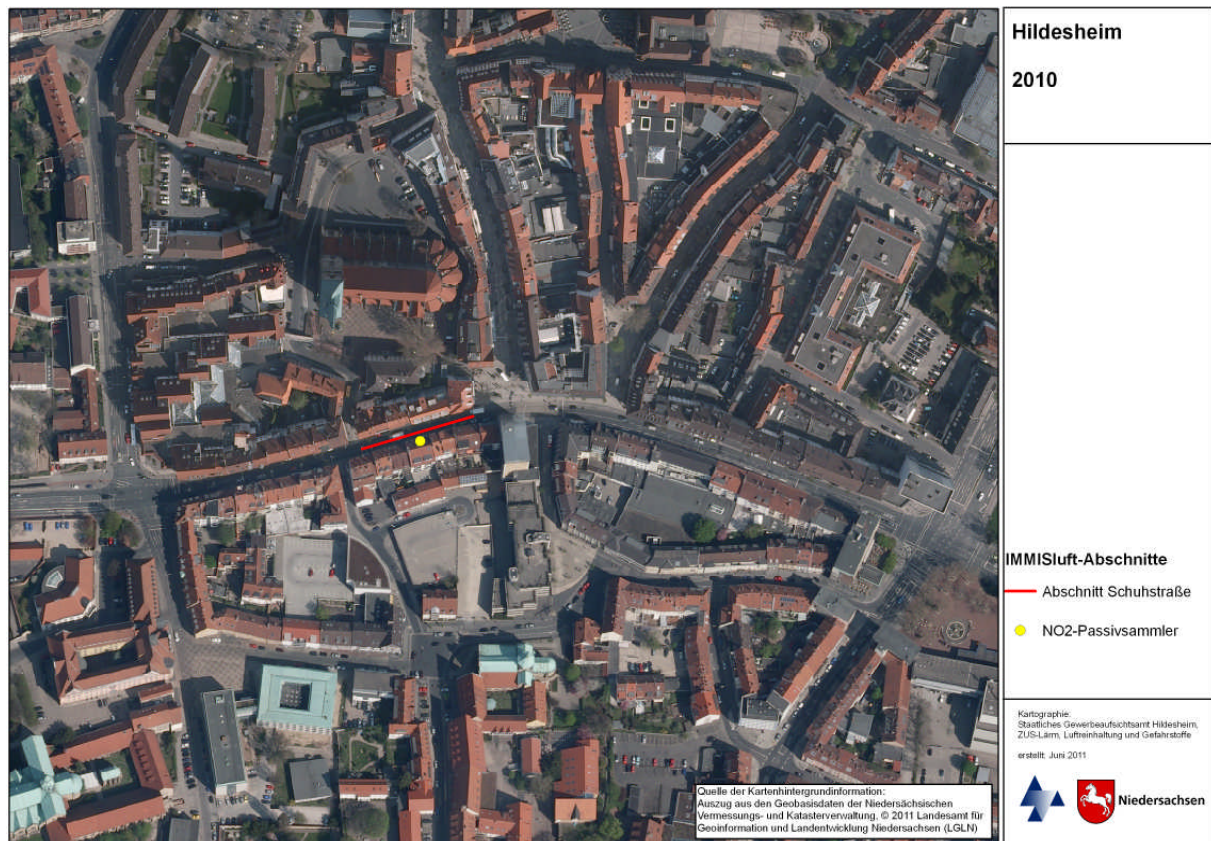


Abbildung 6-3: Lage des IMMIS^{luft}-Abschnittes und des NO₂-Passivsammlers¹⁷ in der Schuhstraße

¹⁴ Die PM₁₀-Belastung wird an diesem Standort nicht gemessen, ein Vergleich zwischen Messung und Modellrechnung kann für PM₁₀ nicht geführt werden.

¹⁵ Tagesmittelwert

¹⁶ Statistischer Zusammenhang zwischen Jahresmittelwert PM₁₀ und der Anzahl der Tage mit einem PM₁₀-Tagesmittelwert > 50 µg/m³ (Abbildung 5-3)

¹⁷ Der Standort des NO₂-Passivsammlers entspricht dem ehem. Standort der LÜN-Messstation (01.02.2004 – 03.07.2006).



Der Vergleich der modellierten und der gemessenen Konzentrationen im Abschnitt der Schuhstraße zeigt bei NO₂ eine gute Übereinstimmung. Sowohl die Messung als auch die Modellrechnung ermitteln NO₂-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 NO₂ liegt die Abweichung des berechneten Jahresmittelwertes zum Messwert in Bezug zum Immissionsgrenzwert innerhalb des in der 39. BImSchV für Modellrechnungen geforderten Datenqualitätszieles von 30 % bei NO₂.

6.5 Verursacheranalyse

Für den IMMIS^{luft}-Abschnitt der Schuhstraße, an dem der 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 Schuhstraße, 2010, gerundete Angaben¹⁸

Quellgruppe		PM ₁₀ [µg/m ³]	NO _x [µg/m ³]	PM ₁₀ [%]	NO _x [%]
regionaler Hintergrund		14,0	12,0	53,1	10,7
urbaner Hintergrund	Industrie	0,0	0,4	0,1	0,3
urbaner Hintergrund	Hausbrand	0,2	5,5	0,8	4,9
urbaner Hintergrund	Nebenstraßennetz	0,2	1,8	0,6	1,6
urbaner Hintergrund	Hauptstraßennetz	1,8	15,0	7,0	13,4
Zusatzbelastung in der Schlucht		10,1	77,5	38,3	69,1
alle Quellgruppen		26,3	112,2	100,0	100,0

Bei PM₁₀ ist der lokal in der Straßenschlucht anfallende Anteil der Immission mit 38 % deutlich geringer als der Anteil des regionalen Hintergrundes mit 53 %. Zusammen mit den rund 8 %, die der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund bewirkt, beträgt der straßenverkehrliche Anteil bei PM₁₀ fast 46 %. Die Quellen Hausbrand und Industrie spielen mit Anteilen von unter 1 % nur eine untergeordnete Rolle.

Bei NO_x dominiert die in der Schlucht durch den lokalen Verkehr verursachte Zusatzbelastung mit 69 %, gefolgt vom urbanen Hintergrund mit ca. 20 % und dem regionalen Hintergrund mit rund 11 %. Der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund trägt mit 15 % erheblich zur NO_x-Immission bei. Rund 84 % der NO_x-Immission wird somit vom Straßenverkehr verursacht. Der Hausbrand hat mit fast 5 % einen stärkeren Einfluss auf die NO_x-Immission als die Industrie mit unter 1 %.

¹⁸ Berechnungen erfolgten nicht mit gerundeten Zahlen, weshalb sich bei Addition von in der Tabelle aufgerundet aufgeführten Angaben geringe Abweichungen ergeben können.

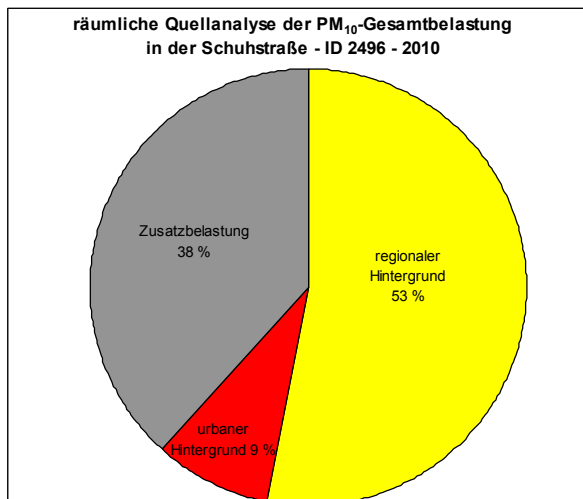


Abbildung 6-4: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den PM₁₀-Immissionen in der Schuhstraße, 2010

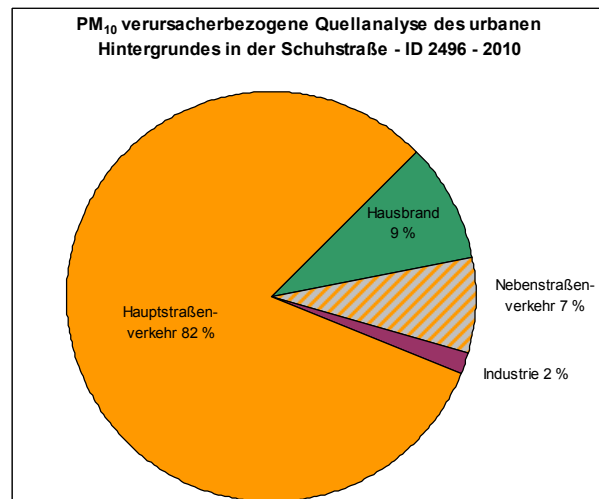


Abbildung 6-5: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Schuhstraße nach Verursachern (PM₁₀), 2010

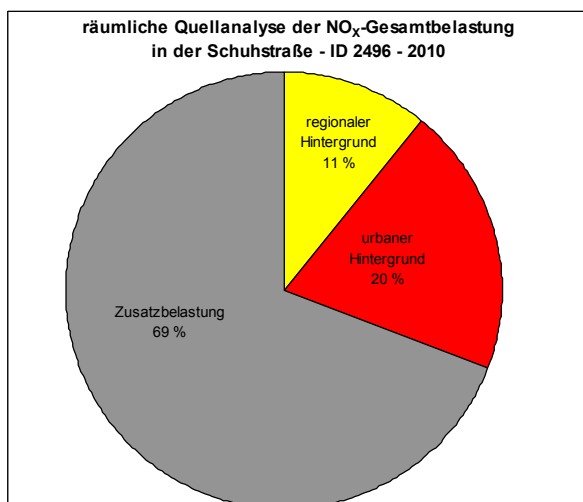


Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den NO_x-Immissionen in der Schuhstraße, 2010

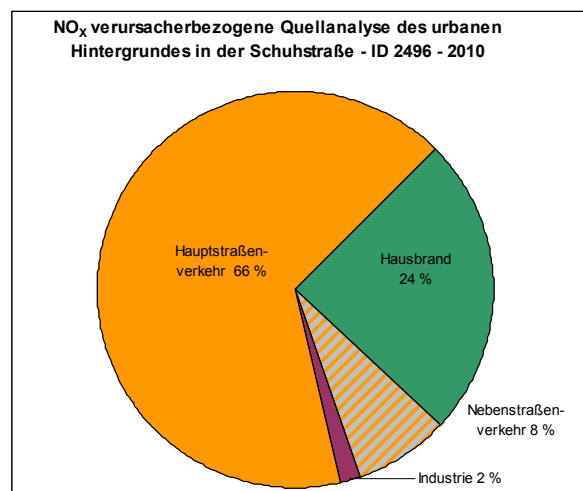


Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Schuhstraße nach Verursachern (NO_x), 2010

Eine Übertragung der verursacherbezogenen NO_x-Immissionsanteile in NO₂-Anteile ist nur eingeschränkt möglich, da vor allem der Anteil der NO_x-Emissionen in der Straßenschlucht noch größtenteils als NO vorliegt.

6.6 Zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der NO₂-Belastung

Es sind keine zusätzlichen Maßnahmen zur Reduzierung der NO₂-Belastung erforderlich.



7 Zusammenfassung

Für das Stadtgebiet von Hildesheim 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^{luft} bestimmt. Dazu wurden die erforderlichen Geometriedaten des Straßenraums auf der Basis des digital vorliegenden 3D-Gebäudemodells der Stadt ermittelt.

Bei NO₂ wird im Bezugsjahr 2010 für zehn Straßenabschnitte die Überschreitung des im Jahr 2010 geltenden Grenzwertes von 40 µg/m³ ermittelt.

Die Prognose zeigt, dass die Immissionen bis 2015 zurückgehen und der ab 2010 geltende Grenzwert für NO₂ von 40 µg/m³ 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, die abgeschätzte Minderung des regionalen Hintergrundes und die Verkehrsentlastung in den Überschreitungsbereichen 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 PM₁₀-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 PM₁₀-Immission von der in der Modellrechnung mit dem meteorologischen Mittel bestimmten PM₁₀-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^{em/luft}-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^{luft}, Immissionsschutz 3, pp 76-83
- [5] DÜRING, I. UND LOHMEYER, A., 2004: Modellierung nicht motorbedingter PM₁₀-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 NO₂-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 CO₂-Bilanzen 2002. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, März 2005
- [19] PESTEL INSTITUT, 2007: Niedersächsische Energie- und CO₂-Bilanzen 2004. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, Januar 2007
- [20] PESTEL INSTITUT, 2008: Niedersächsische Energie- und CO₂-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-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 56, Springer-Verlag, 215-218
- [25] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2009: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffkonzentrationen, Voruntersuchungen zum Luftreinhalte- und Aktionsplan Oldenburg, Mai 2009
- [26] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2009: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffkonzentrationen in Hameln, Voruntersuchungen zum Luftreinhalte- und Aktionsplan, August 2009
- [27] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Osnabrück, August 2011
- [28] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Hannover, August 2011
- [29] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Hildesheim, August 2011
- [30] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Göttingen, August 2011
- [31] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-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 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 NO₂ ab 33 µg/m³, sortiert nach NO₂-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 ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2496 ¹⁹	Schuhstraße 811	20	16	14	17900	1.9	2.1	31.1	0.0	1	1	50	16	35	26	112	50
2373	Kaiserstraße 772	26	30	11	38800	3.7	0.5	30.0	15.0	1	1	50	17	41	26	103	49
2494	Schuhstraße 809	16	17	14	16800	1.9	2.3	23.9	0.0	1	1	50	16	35	25	105	48
3625	Kaiserstraße 1200	29	30	14	38300	3.9	0.5	30.0	15.0	1	1	50	17	38	26	102	48
3618	Kaiserstraße 1199	23	29	13	34200	3.9	0.5	30.0	15.0	1	1	50	17	37	25	101	47
3631	Kaiserstraße 1201	33	30	12	38300	3.9	0.5	30.0	15.0	1	1	50	17	39	25	97	46
2500	Schuhstraße 813	18	20	13	17900	1.8	2.2	31.1	0.0	1	1	50	16	33	24	95	45
2499	Schuhstraße 812	20	20	13	17900	1.9	2.1	31.1	0.0	1	1	50	16	33	24	95	44
2561	Bahnhofsallee 832	29	16	14	8000	3.7	5.0	0.0	0.0	1	3	50	17	41	21	80	41
485	Wallstraße 805	20	10	12	5700	6.2	0.0	0.0	0.0	1	3	50	17	38	22	80	41
484	Hinter dem Schilde 804	42	8	15	5700	6.2	0.0	0.0	0.0	1	3	50	17	37	22	78	40
722	Goschenstraße 243	12	14	11	12300	2.0	0.9	0.0	0.0	1	3	50	16	29	23	83	40
483	Hinter dem Schilde 804	21	10	15	5700	6.2	0.0	0.0	0.0	1	3	50	17	37	22	78	40
717	Wollenweberstraße 240	20	17	14	14500	2.0	0.7	23.9	0.0	1	3	50	16	31	23	81	40
713	Wollenweberstraße 237	16	15	12	12800	2.4	0.8	0.0	0.0	1	3	50	16	29	22	80	39
1697	Dammstraße 564	33	21	10	20800	1.6	1.2	40.0	15.0	1	1	50	16	33	22	77	39
2387	Kardinal-Bertram-Str776	25	15	12	15900	1.7	0.8	8.1	0.0	1	1	50	16	31	22	75	38
1700	Dammstraße 566	30	18	11	17400	1.9	1.5	23.9	0.0	1	1	50	16	31	22	76	38
714	Wollenweberstraße 238	19	18	12	14500	2.1	0.8	23.9	0.0	1	3	50	16	29	22	77	38
551	Alfelder Straße 183	29	21	10	25400	3.4	0.4	0.0	0.0	1	1	50	15	25	22	80	38
2558	Bahnhofsallee 831	19	20	12	8000	3.7	5.0	0.0	0.0	1	3	50	16	33	20	73	37
1702	Dammstraße 567	41	17	13	17400	1.9	1.5	23.9	0.0	1	1	50	16	31	21	73	37
541	Alfelder Straße 181	34	20	11	25400	3.4	0.4	0.0	0.0	1	1	50	15	24	22	78	37
3362	Zingel 1086	32	25	13	23300	2.2	1.1	0.0	0.0	1	1	50	16	32	21	71	37
2577	B1 839	29	26	12	18600	5.3	0.0	0.0	0.0	1	1	50	16	34	21	71	37
2398	Kardinal-Bertram-Str778	31	17	12	15300	2.4	1.0	0.0	0.0	1	1	50	16	32	21	70	36
554	Alfelder Straße 184	29	22	11	25700	3.3	0.4	0.0	0.0	1	1	50	15	22	22	78	36

¹⁹ Gelb hinterlegt ist der Abschnitt an dem der Passivsammler des LÜN installiert ist.



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 ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2693	Kennedydamm 873	65	21	7	30300	8.7	0.1	0.0	0.0	1	9	100	17	41	19	64	36
544	Alfelder Straße 182	39	20	10	25400	3.4	0.4	0.0	0.0	1	1	50	15	25	21	74	36
3022	Moltkestraße 977	16	16	13	11000	1.9	0.8	0.0	0.0	1	3	50	16	29	21	70	35
720	Goschenstraße 241	23	15	12	11700	2.1	0.9	0.0	0.0	1	3	50	16	29	21	70	35
2574	B1 838	37	26	12	18600	5.3	0.0	0.0	0.0	1	1	50	16	34	20	67	35
956	Annenstraße 317	23	14	11	11600	2.1	1.0	0.0	0.0	1	3	50	16	29	21	69	35
2989	Roonstraße 967	26	13	11	11000	2.1	0.9	0.0	0.0	1	3	50	16	30	21	68	35
2572	Bahnhofsallee 837	27	26	13	8700	4.8	2.0	0.0	0.0	1	3	50	17	41	20	62	35
2390	Kardinal-Bertram-Str777	23	21	12	13500	2.3	1.1	0.0	0.0	1	1	50	16	32	20	63	34
721	Goschenstraße 242	57	10	11	11900	2.1	0.9	0.0	0.0	1	3	50	16	30	20	65	34
2548	Ostertor 829	17	14	12	5400	5.7	0.0	0.0	0.0	1	3	50	17	36	20	61	34
2987	Roonstraße 966	35	17	12	12300	1.9	0.8	0.0	0.0	1	3	50	16	33	20	62	34
2532	Osterstraße 826	8	16	12	7100	4.7	0.0	23.9	0.0	1	3	50	16	35	20	61	34
2546	Ostertor 829	23	12	12	5400	5.7	0.0	0.0	0.0	1	3	50	16	36	20	60	33
3575	Gerberstraße 1190	14	14	15	5700	6.2	0.0	0.0	0.0	1	3	50	16	35	20	61	33
556	Alfelder Straße 185	51	30	10	30700	3.9	0.8	0.0	0.0	1	1	50	16	28	20	64	33
2385	Kardinal-Bertram-Str775	23	19	13	12400	2.1	1.1	0.0	0.0	1	1	50	16	30	20	61	33
482	Jakobistraße 803	34	12	13	5700	6.3	0.0	0.0	0.0	1	3	50	16	35	19	59	33



Tabelle 9-2: Prognose 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO₂ ab 33 µg/m³, sortiert nach NO₂-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 ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
12	Kaiserstraße	1199	19	29	14	33600	3.9	0.5	25.0	10.0	1	1	50	16	29	25	82	40
2373	Kaiserstraße	772	26	30	11	37800	3.7	0.5	25.0	10.0	1	1	50	17	32	23	73	38
3631	Kaiserstraße	1201	33	30	12	38000	3.9	0.5	25.0	10.0	1	1	50	16	30	23	69	36
3625	Kaiserstraße	1200	29	30	14	33600	3.9	0.5	25.0	10.0	1	1	50	16	28	23	67	35
2496 ²⁰	Schuhstraße	811	20	16	14	13200	1.9	2.1	0.0	0.0	1	1	50	16	25	21	66	34
2561	Bahnhofsallee	832	29	16	14	7700	3.7	5.0	0.0	0.0	1	3	50	17	32	20	59	33
485	Wallstraße	805	20	10	12	6000	6.2	0.0	0.0	0.0	1	3	50	16	29	21	60	33

²⁰ Gelb hinterlegt ist der Abschnitt an dem der Passivsammler des LÜN installiert ist.