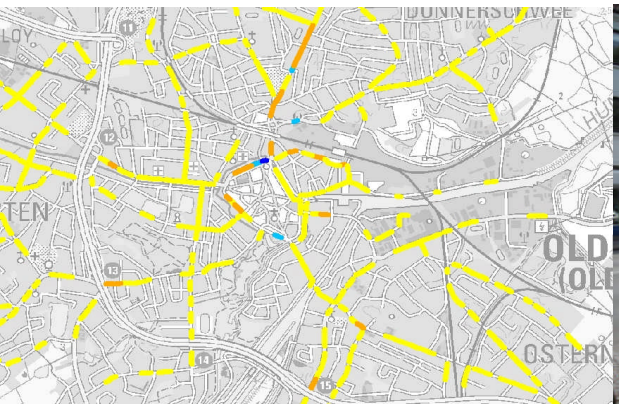
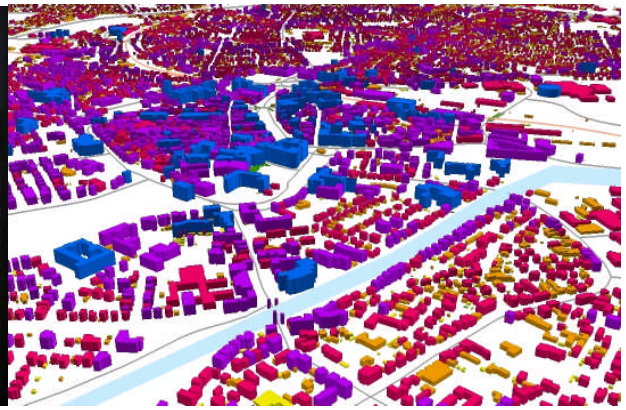
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim





Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffbelastung

Oldenburg

Februar 2012

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG

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, Energie und Klimaschutz

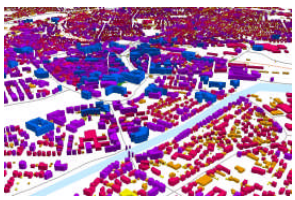
Referat 34 – Gebiets – und verkehrsbezogene Luftreinhaltung, Schutz vor Lärm und sonstigen physikalischen Einwirkungen

Archivstraße 2, 30169 Hannover

Titelbilder:

NO_2-Hotspots, Oldenburg

Verkehrsmessstation in der Nadorster Straße, Oldenburg



3D-Gebäudemodell, Oldenburg

Karten- und Bildmaterial:

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

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 11
3.2 Emissionen sonstiger Verkehre 13
3.2.1 Bahnverkehr 13
3.2.2 Binnenschifffahrt 13
3.3 Emissionen des Hausbrands 15
3.3.1 Vorgehensweise 15
3.3.2 Berechnung der Emissionen 16
3.3.3 Plausibilisierung der Ergebnisse 18
3.3.4 Umlegung der Emissionen auf Rasterzellen 20
3.4 Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen 22
3.4.1 Punkt- und Flächenquellen 22
3.5 Emissionsbilanz 23

4 Meteorologie 24

5 Berechnung der Gesamtbelastung 25

5.1 Bildung von IMMIS^{luft}-Abschnitten 25
5.2 Grenzwerte und abgeleitete Kennwerte für NO_2 und PM_{10} 26

6 Analyse der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten 28

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^{luft}-Abschnitten 29
6.3 Bewertung der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten 32
6.4 Vergleich mit den Messdaten 33
6.5 Verursacheranalyse 34

7 Zusammenfassung 36

8 Literatur 37

9 Liste der Belastungsschwerpunkte 40

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung 6

Abbildung 3-1: Haupt- und Nebenstraßennetz in Oldenburg 8

Abbildung 3-2: Tagesganglinien des Verkehrs zur Bestimmung der LOS-Anteile 10

Abbildung 3-3: PKW-Flottenzusammensetzung in Oldenburg im Vergleich zur HBEFA-Zusammensetzung in den Bezugsjahren 2010 und 2015 12

Abbildung 3-4: Bus-Flottenzusammensetzung in Oldenburg in den Bezugsjahren 2010 und 2015 12

Abbildung 3-5: Lagebezogene Darstellung der Bahn- und Binnenschifffahrtsemissionen NO_X 14

Abbildung 3-6: Lagebezogene Darstellung der Bahn- und Binnenschifffahrtsemissionen PM_{10} 14

Abbildung 3-7: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand 15

Abbildung 3-8: Datengrundlage zur Hausbrandberechnung (Beispiel), aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Festbrennstoffe und Pellets 16

Abbildung 3-9: Anteile von PM_{10} und NO_X an den einzelnen Brennstoffarten 18

Abbildung3-10: Verteilung der NO_X-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Oldenburg 21

Abbildung 3-11: Verteilung der PM_{10}-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Oldenburg 21

Abbildung 3-12: Industrielle PM_{10}- und NO_X-Quellen in Oldenburg 22

Abbildung 3-13: Emissionsanteile PM_{10}, 2010 23

Abbildung 3-14: Emissionsanteile NO_X, 2010 23

Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Ausbreitungsklassen für die Statistik Oldenburg, 2001 - 2010 24

Abbildung 5-1: IMMIS^{luft}-Abschnitte in einem Ausschnitt von Oldenburg 25

Abbildung 5-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO_2 aus NO_X 27

Abbildung 5-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM_{10} und der Anzahl Tage mit einem PM_{10}-Tagesmittelwert über 50 µg/m³ 27

Abbildung 6-1: Jahresmittelwert PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz Oldenburg, 2010 und 2015 30

Abbildung 6-2: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz Oldenburg, 2010 30

Abbildung 6-3: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz Oldenburg, 2015 31

Abbildung 6-4: Lage des IMMIS^{luft}-Abschnitts und der Verkehrsmessstation in der Nadorster Straße 33

Abbildung 6-5: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den PM_{10}-Immissionen in der Nadorster Straße – ID 871 35

Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Nadorster Straße (ID 871) nach Verursachern (PM_{10}) 35

Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den NO_X-Immissionen in der Nadorster Straße – ID 871 35

Abbildung 6-8: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Nadorster Straße (ID 871) nach Verursachern (NO_X) 35

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 Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) [GJ] 17
Tabelle 3-5: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO_X und PM_{10}, aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) [kg] 17
Tabelle 3-6: Emissionsaufkommen für NO_X und PM_{10} [t/a] und [kg/(Einwohner*a)] für verschiedene Städte und die Bundesrepublik Deutschland 19
Tabelle 3-7: Einwohnerbezogener Endenergieverbrauch des Landes Niedersachen für die Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher [GJ/Einwohner] im Vergleich zur Stadt Oldenburg 20
Tabelle 3-8: Emissionsmengen NO_X und PM_{10} in kg/a, Analyse 2010 und Prognose 2015 23
Tabelle 5-1: Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV für PM_{10} und NO_2 26
Tabelle 6-1: Abschätzung des regionalen Hintergrundes als Jahresmittelwert in µg/m³, Bezugsjahr 2010 und 2015 28
Tabelle 6-2: Übersicht der Legendendarstellung in den Karten für PM_{10} und NO_2 29
Tabelle 6-3: Anzahl und Gesamtlänge der Abschnitte nach Überschreitungswahrscheinlichkeit 32
Tabelle 6-4: Vergleich der modellierten und gemessenen Konzentrationen im Abschnitt Nadorster Straße (ID 871) mit Angabe des Grenzwertes für das Bezugsjahr 2010 33
Tabelle 6-5: Quellgruppenanteile an den Immissionen in der Nadorster Straße, 2010 34
Tabelle 9-1: Analyse 2010: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO_2 über 32 µg/m³ 40
Tabelle 9-2: Prognose 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO_2 über 32 µg/m³ 42

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 (EU) 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 in Niedersachsen 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 die Aufstellung von Luftreinhalteplänen ist in Niedersachsen die jeweilige Kommune zuständig. Diese Pläne sind spätestens zwei Jahre nach Ende des Jahres, in dem die Überschreitung festgestellt wurde, fertig zustellen (Art. 23 Abs. 3 2008/50/EG). Die ZUS LLG hat festgestellt, dass im Kalenderjahr 2010 der Grenzwert für Stickstoffdioxid (NO_2) von 40 µg/m³ an der Verkehrsstation Oldenburg überschritten wurde.

Für das Stadtgebiet Oldenburg wurde von der ZUS LLG modelltechnisch die Immissionsbelastung untersucht. Die in diesem Rahmen ermittelten Belastungen zu Feinstaub (PM_{10}) und NO_2 im innerstädtischen Hauptstraßennetz[1] 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 Überwachungssystem 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 Verkehrs, industrieller und gewerblicher Quellen und des Hausbrands. In einem zweistufigen Prozess wird zunächst mit dem Modell IMMIS^{net} [34] 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.

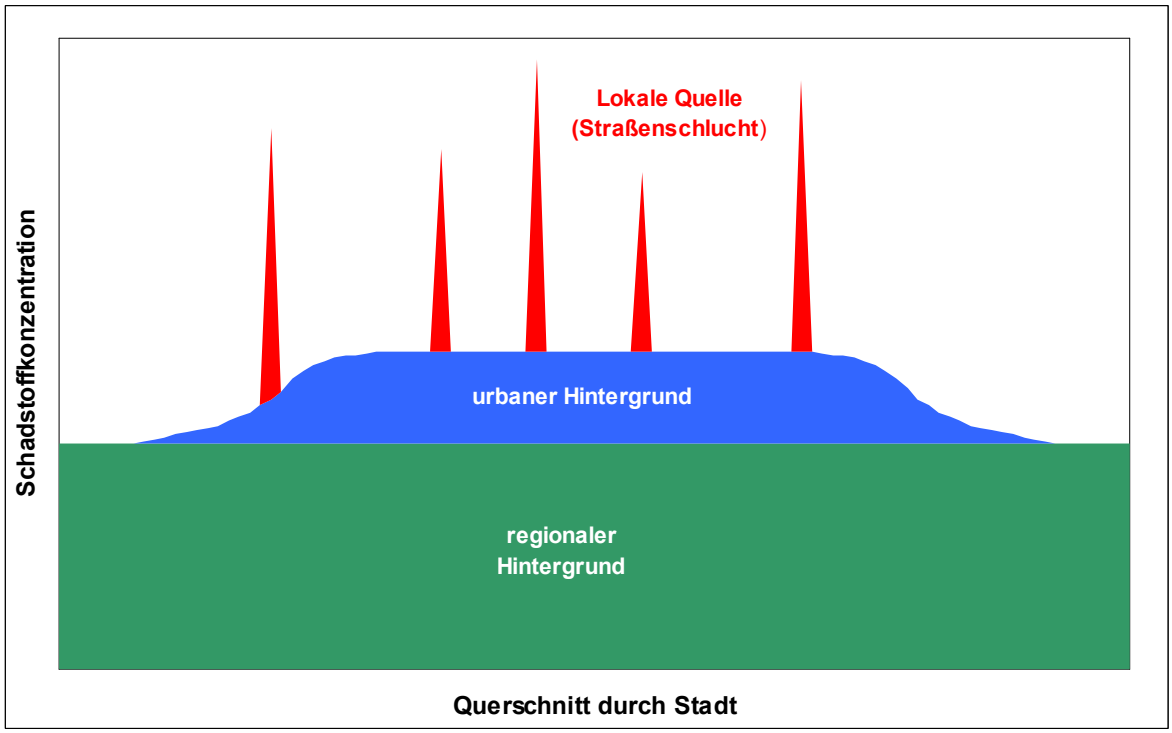


Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung

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 (UBA) [16] basiert, eingesetzt. Mit diesem Modell wurden die Straßenverkehrsemissionen unter zusätzlicher Berücksichtigung von nicht motorbedingten PM_{10}-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 Oldenburg 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)
- Sonstiger Verkehr wie Schienenverkehr auf der Basis des Bahn-Emissionskataster-Schienenverkehr der Deutschen Bahn AG und Binnenschifffahrt abgeschätzt über die jährlich transportierte Ladung
- Hausbrand auf der Basis gebäudescharfer Feuerstätteninformationen des Landesinnungsverbandes der Schornsteinfeger (LIV) in Verbindung mit Emissionsfaktoren des UBA
- Genehmigungsbedürftige Industrieanlagen als Auszug der entsprechenden Datenbank des Landes Niedersachsen - Betriebliche Umweltdatenberichterstattung (BUBE)

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 durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV[2]) mit dem jeweiligen Anteil der schweren LKW[3], der leichten LKW[4] und der Busse am DTV-Wert. Der netzweite Anteil der Krafträder wurde auf 0,5 % gesetzt. Für das Bezugsjahr 2015 wurden die Verkehrsbelastungen des Jahres 2010 verwendet.

Die Zusammensetzung der verwendeten Flotten ist in Abschnitt 3.1.3 beschrieben.

Zur Ermittlung der Emissionen wurden die einzelnen Straßenabschnitte folgendermaßen klassifiziert:

- Verkehrssituation zur Beschreibung der Verkehrsdynamik gemäß Tabelle 3-2
- Steigung der Straße (lt. IMMIS$^{em/luft}$-Handbuch, Werte bis maximal 6 %)
- Einbahnstraßen
- Kaltstartverhalten[5] getrennt nach der Funktion der Straße (TYP_LAGE)
  - commercial
  - residential
  - radial
  - none

2 *[KFZ/Tag]*

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

4 *Leichte LKW ≤ 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht*

5 *Der Start eines kalten Motors verursacht höhere Emissionen als der Start eines bereits warmen Motors. Je nach Funktion der 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 3-1
    - Kapazitäten nach Verkehrssituation gemäß Tabelle 3-3
    - Ganglinien (TYP_GANG) nach Abbildung 3-2
  - oder von der Stadt Oldenburg aufgrund von Erhebungen festgelegt (< 1 % der Straßenobjekte)

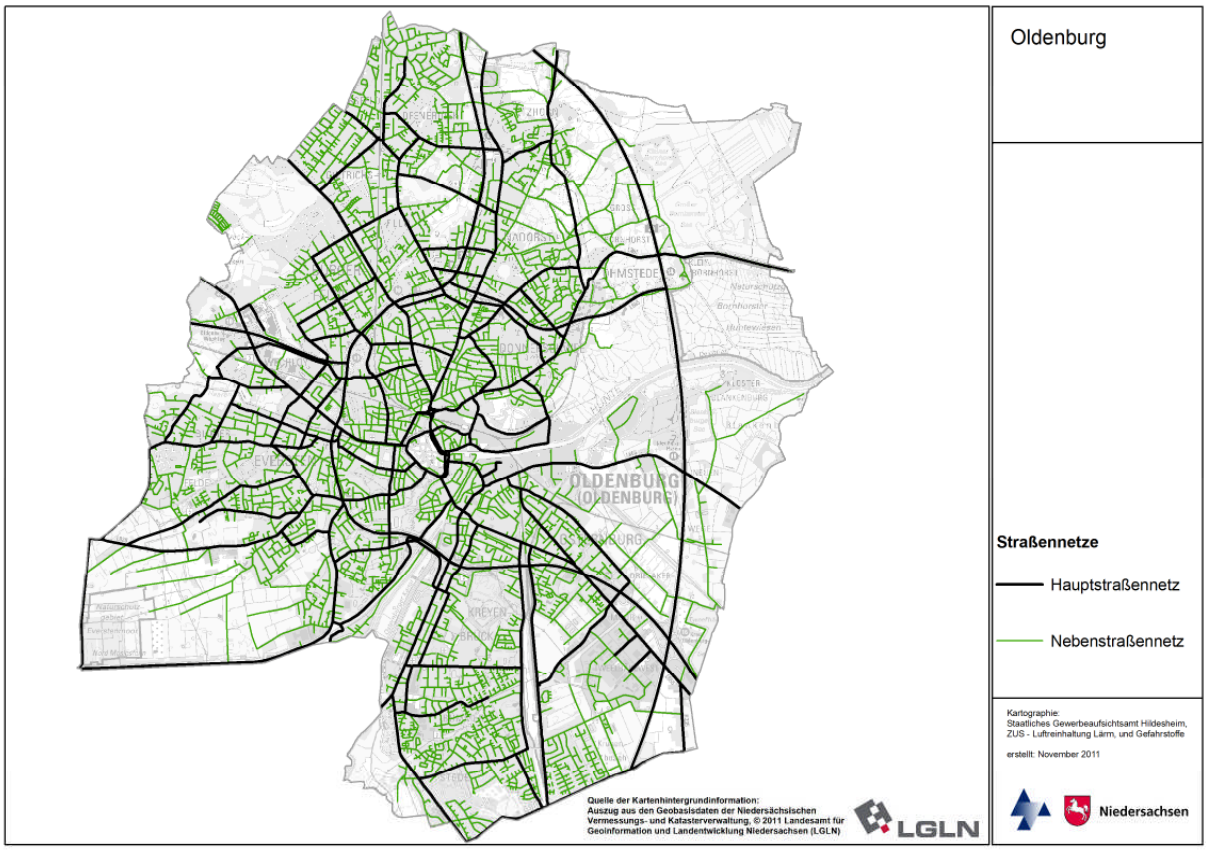


Abbildung 3-1: Haupt- und Nebenstraßennetz in Oldenburg

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

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

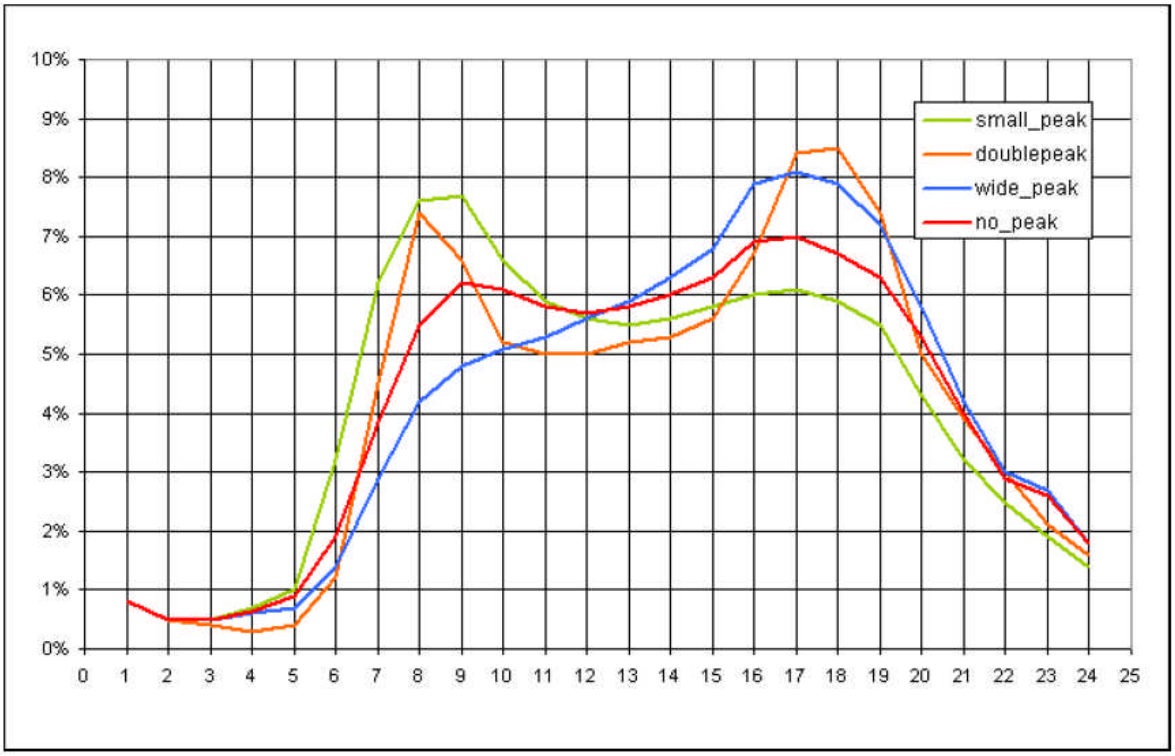


Abbildung 3-2: Tagesganglinien des Verkehrs zur Bestimmung der LOS-Anteile [2]

Die resultierende Gesamtfahrleistung für das Hauptstraßennetz beträgt im Bezugsjahr 2010 rund 2,7 Mio. km/Tag, wobei ca. 1,3 Mio. km/Tag auf die 31 km im Stadtgebiet verlaufenden Autobahnen entfällt. Aus der Fahrleistung und den spezifischen Emissionen ergeben sich für das Stadtgebiet Oldenburg im Bezugsjahr 2010 absolute Emissionen des Hauptstraßennetzes für NO_X von ca. 618 t/a und für PM_{10} von ca. 66 t/a. Im Bezugsjahr 2015 vermindern sich im Hauptstraßennetz die Emissionen auf 465 t/a NO_X und 54 t/a PM_{10}.

3.1.2 Nebenstraßennetz

Die Berechnung der Emissionen im Nebenstraßennetz basiert wie beim Hauptstraßennetz auf Informationen zur Verkehrsbelastung als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV). Die Nebenstraßen im Stadtgebiet von Oldenburg wurden mit DTV-Werten von 0 bis 11.000 Kfz/Tag (Ø 308 Kfz/Tag) berücksichtigt. Damit ergibt sich eine Fahrleistung im Nebenstraßennetz von ca. 270.000 km/Tag, was rund 9 % der Fahrleistung des gesamten Straßennetzes entspricht.

Den Straßen des Nebennetzes wurde als Verkehrssituation „Erschließungsstraße mit Geschwindigkeitsbeschränkung von 40 km/h im Ballungsraum“ mit 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 mit den folgenden Werten[6] angesetzt:

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

Diese Parametrisierung liefert im Bezugsjahr 2010 im Nebenstraßennetz Emissionen in Höhe von 46 t/a für NO_X und ca. 6 t/a für PM_{10}. Im Bezugsjahr 2015 vermindern sich die Emissionen im Nebenstraßennetz bei gleichbleibender Fahrleistung bei NO_X auf ca. 35 t/a und bei PM_{10} auf ca. 5 t/a.

3.1.3 Flottenzusammensetzung

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

6 *Gutachten IVU Umwelt GmbH, Freiburg*

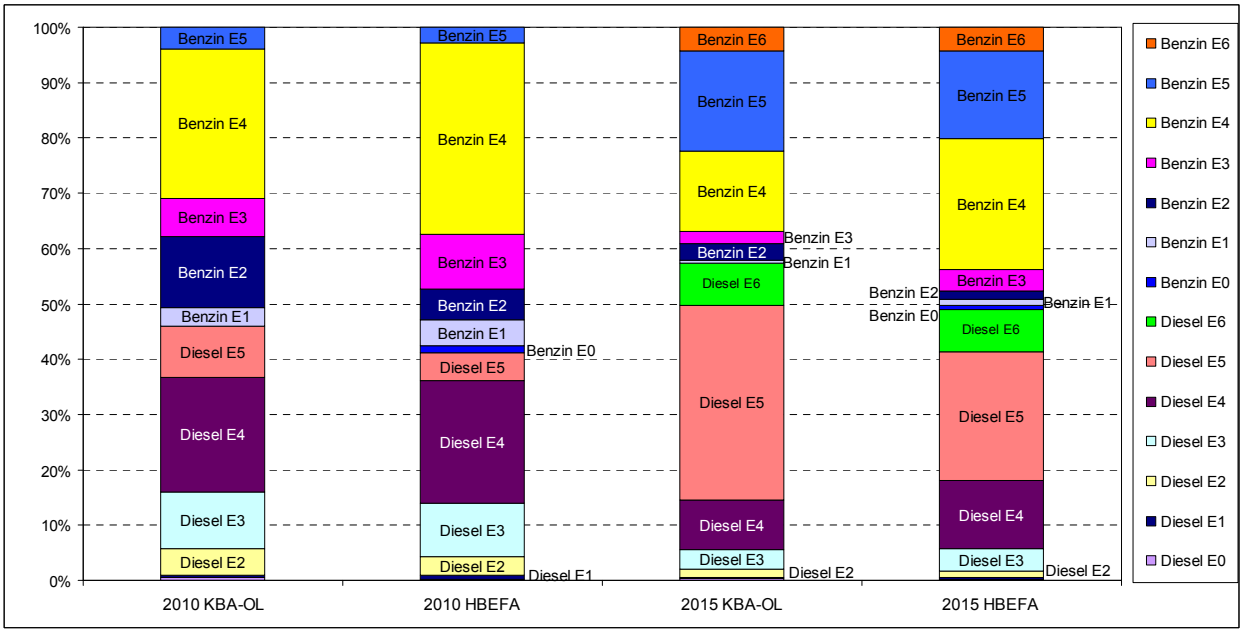


Abbildung 3-3: PKW-Flottenzusammensetzung in Oldenburg im Vergleich zur HBEFA-Zusammensetzung in den Bezugsjahren 2010 und 2015

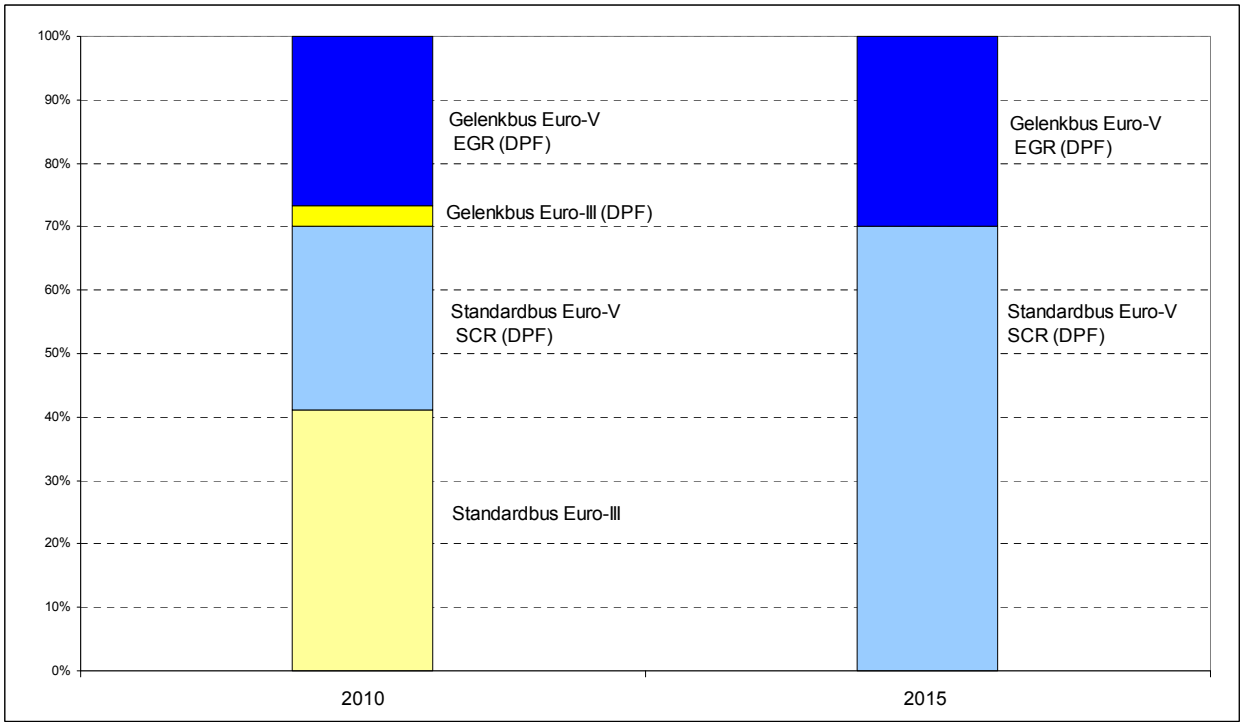


Abbildung 3-4: Bus-Flottenzusammensetzung in Oldenburg in den Bezugsjahren 2010 und 2015[7]

7 *Bezeichnungen nach HBEFA 3.1: Standardbus >15-18t, Gelenkbus >18t*

3.2 *Emissionen sonstiger Verkehre*

3.2.1 Bahnverkehr

Der Oldenburger Bahnhof ist ein Bahnknotenpunkt, der regelmäßige Verbindungen in Richtung Bremen, Osnabrück, Wilhelmshaven und Emden bietet. Der Nahverkehr wird neben der Deutschen Bahn AG (DB AG) von der privaten Nord-West-Bahn betrieben. Zudem wird das Streckennetz in Oldenburg zum Gütertransport genutzt.

Das Bahn-Emissionskataster-Schienenverkehr

[19] des Bahn-Umwelt-Zentrums der DB AG liefert die Emissionen des Schienenverkehrs für das Untersuchungsgebiet Oldenburg. Die Emissionen, die durch nicht-bundeseigene Eisenbahnverkehrsunternehmen (z.B. Nord-West-Bahn) auf den Trassen der DB Netz AG verursacht werden, sind in diese Untersuchung eingeschlossen.

Die streckenbezogenen Emissionsdaten basieren auf Fahrplandaten des Bezugsjahres 2007. Neben den verbrennungsbedingten Emissionen der Schadstoffe NO_X und PM_{10} liegen auch Emissionen aus Brems-, Rad-, Schienen- und Fahrdrahtabrieb für den Schadstoff PM_{10} vor.

Das Streckennetz und die spezifischen Emissionen der Streckenabschnitte im Stadtgebiet Oldenburg ist in Abbildung 3-5 und Abbildung 3-6 dargestellt.

Das Schienennetz im Stadtgebiet Oldenburg hat eine Länge von 24 km und emittiert rund 10 t/a NO_X und 2 t/a PM_{10}.

3.2.2 Binnenschifffahrt

Der Oldenburger Hafen liegt im Schnittpunkt der Seewasserstraße Hunte und der Binnenwasserstraße Küstenkanal. Neben seiner Funktion als umschlagstarker Binnenhafen ist der Oldenburger Hafen auch Durchgangsstation für Binnenschiffe zwischen Rhein-Ruhr- und Weser-Ems-Revier. An der Schleuse Oldenburg wurden 2010 ca. 5.200 Binnenschiffe mit rund 2 Mio. Gütertonnen Ladung geschleust. Als Emissionsfaktoren wurden für NO_X 0,58 und für PM_{10} 0,018 Gramm pro transportierter Tonne Ladung und Schiffskilometer nach IFEU [15] verwendet.

Auf den 14 km Schifffahrtsstraße im Stadtgebiet Oldenburg ergeben sich aus den Emissionsfaktoren und der transportierten Ladung NO_X-Emissionen in Höhe von 17 t/a und PM_{10}-Emissionen in Höhe von 500 kg/a. Der Verlauf der Schifffahrtsstraße und die spezifischen Emissionen sind in Abbildung 3-5 und Abbildung 3-6 dargestellt. Verbrennungsbedingte Emissionen aus Liege- und Verladezeiten bleiben unberücksichtigt, da zur Verweildauer im Hafen und zu den während der Liege- und Verladezeit eingesetzten Motoren keine Informationen vorliegen.

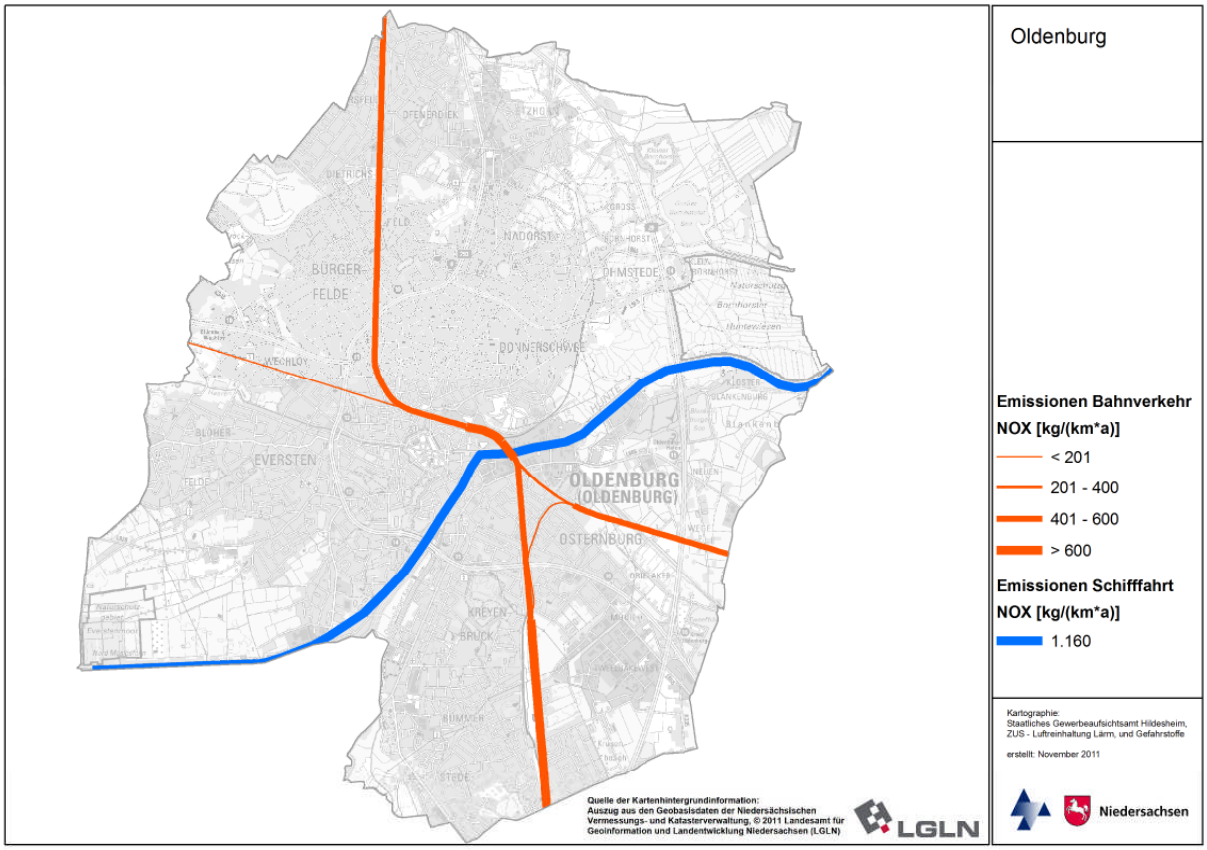


Abbildung 3-5: Lagebezogene Darstellung der Bahn- und Binnenschifffahrtsemissionen NO_X

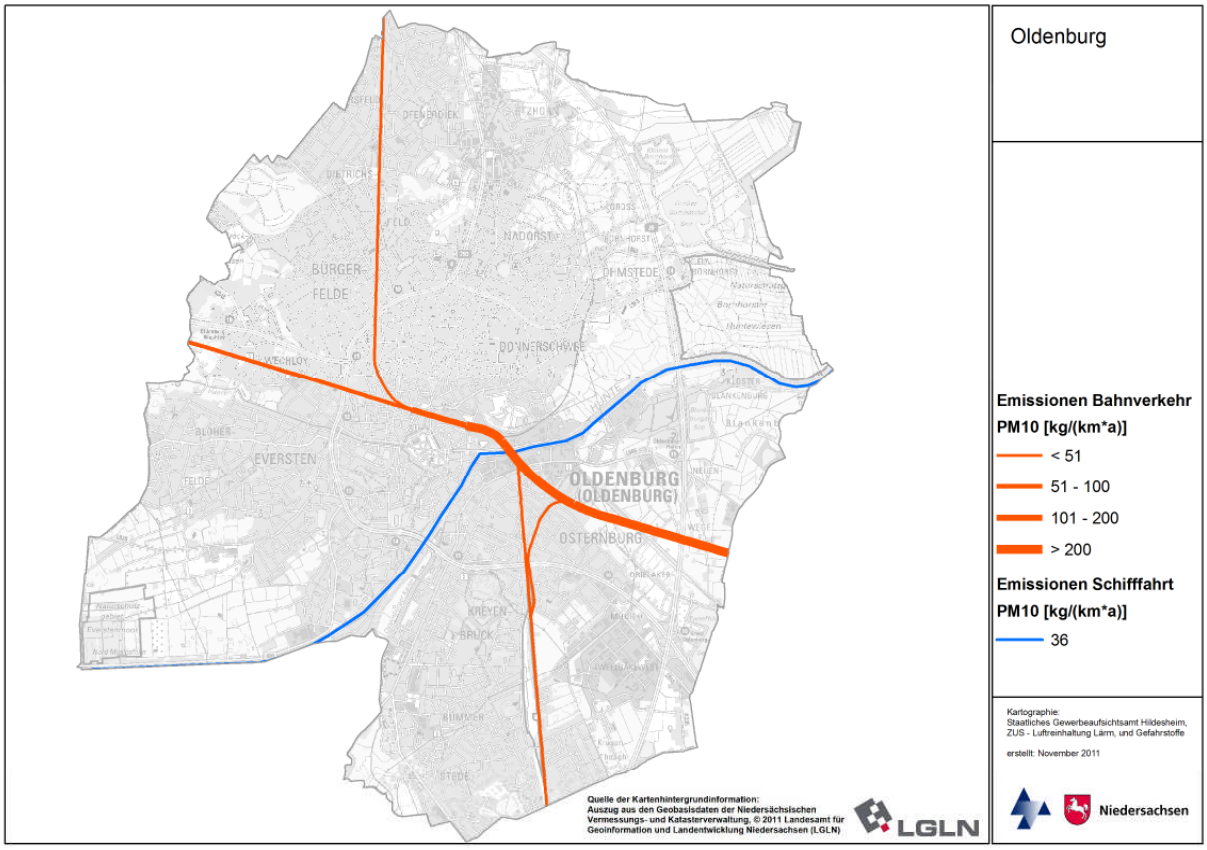


Abbildung 3-6: Lagebezogene Darstellung der Bahn- und Binnenschifffahrtsemissionen PM_{10}

3.3 *Emissionen des Hausbrands*

3.3.1 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], [24], [25], [26], [37]. Die hier gewählte Methodik beruht auf den Arbeiten von STRUSCHKA ET. AL. [36]. Dabei wurde das Emissionsaufkommen ausgehend von gebäudebezogenen Eckdaten des LIV in Verbindung mit statistisch ermittelten Emissionsfaktoren des UBA [36] berechnet.

Für Oldenburg 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 3-7 zusammengefasst.

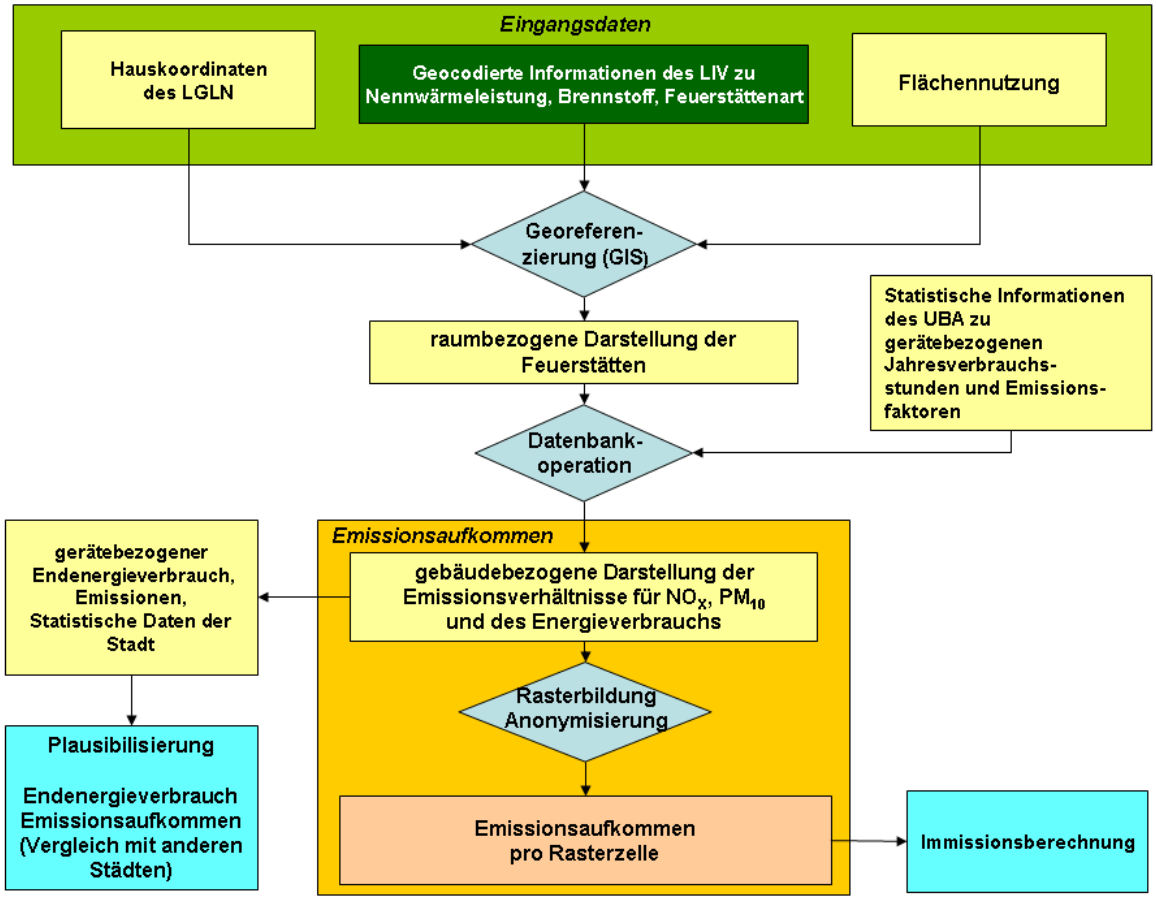


Abbildung 3-7: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand

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

- Informationen zu den Feuerstätten pro Gebäude für das Bezugsjahr 2010, differenziert nach Feuerstättenart, Nennwärmeleistung und verwendetem Brennstoff (Öl, Gas, Holz, Kohle, Pellets, s. Abbildung 3-8)
- Gebäudedaten, u. a. Gebäudemodell und Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK), klassifiziert nach Haushalt, Gewerbe- und Mischgebiet
- Hauskoordinatendatei des Landesamtes für Geoinformation und Landesentwicklung Niedersachsen (LGLN)
- Flächennutzungsplan

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

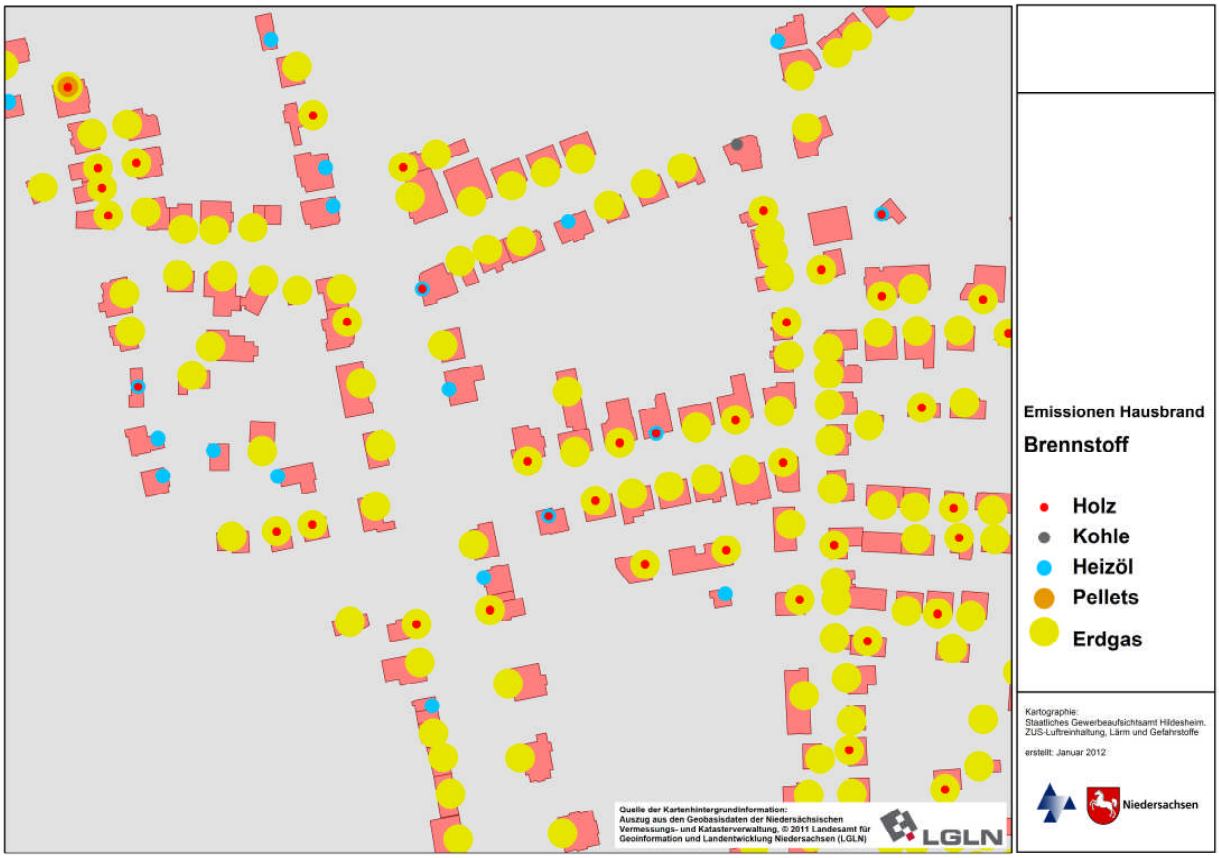


Abbildung 3-8: Datengrundlage zur Hausbrandberechnung (Beispiel), aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Holz, Kohle und Pellets

3.3.2 Berechnung der Emissionen

Die Basis der Emissionsberechnung sind die Daten des LIV. Von den in den ‚Kehrbüchern' aufgezeichneten Daten wurden Informationen zu den Feuerstättenarten, zum verwendeten Brennstoff und zur Nennwärmeleistung verwendet. Diese Informationen wurden georeferenziert und lagebezogen im GIS[8] dargestellt.

8 *Geo-Informationssystem*

Für Teilbereiche der Stadt lagen keine LIV-Daten vor. Aus dem mittleren zu beheizenden Gebäudevolumen und den vorhandenen Emissionen wurde pro Schadstoffkomponente ein Emissonsfaktor/m² ermittelt und auf die Fehlstellen 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 PM_{10} [36] multipliziert. Tabelle 3-5 zeigt eine Übersicht des gerätebezogenen Emissionsaufkommens in [kg], aufgegliedert nach Haushalten (HH) und Kleinverbrauchern (KV; alle Angaben gerundet).

Tabelle 3-4: Gerätebezogener Endenergieverbrauch (gEEV) für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) [GJ], Darstellung von gerundeten Angaben[9]

gEEV		Gas	Festbrennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	5.020	90	100	2	5.210
	Kleinverbraucher	1.760	6	41	0,1	1.800

Tabelle 3-5: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO_X und PM_{10}, aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) [kg], Darstellung von gerundeten Angaben[9]

PM_{10}		Gas	Festbrennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	151	12.066	81	77	12.376
	Kleinverbraucher	53	754	47	2	855
NO_X		Gas	Festbrennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	107.799	6.718	3.978	241	118.736
	Kleinverbraucher	43.928	438	1.759	8	46.133

Eine sektorale Betrachtung der Anteile der einzelnen Brennstoffe an den Emissionskomponenten PM_{10} und NO_X stellt Abbildung 3-9 dar. Die unterschiedliche Herkunft der Komponenten ist auffällig. Die NO_X-Emissionen des Hausbrands stammen zu über 90 % aus dem Verbrennen von Gasen. Alle anderen Brennstoffe haben nur einen vernachlässigbar kleinen Anteil an der NO_X-Emission. Die Analyse der verschiedenen Quellen an der Feinstaubemissionen ergibt ebenfalls sehr einseitiges Bild und wird deutlich dominiert vom Verbrennen von Feststoffen, welches fast die gesamte PM_{10}-Emission (97 %) verursacht.

Da in Oldenburg die Feuerstättendaten vom LIV zu Festbrennstoffen nicht immer getrennt nach Holz und Kohle dokumentiert werden konnten, wurde in der Abbildung 3-9 sowie in Tabelle 3-4 und Tabelle 3-5 auf eine differenzierte Darstellung verzichtet. Alle Angaben zu Kohle, Holz und Festbrennstoffen wurden unter dem Begriff ‚Festbrennstoffe' zusammengefasst.

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

Für die Berechnung der Emission wurden jedoch die differenziert vorliegenden Angaben und die entsprechenden Emissionsfaktoren verwendet. Wenn von den Schornsteinfegern nur ‚Festbrennstoffe' erfasst wurden, wurde die Annahme getroffen, dass der Brennstoff ‚Holz' verwendet wurde, und es wurde die Emission entsprechend berechnet.

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.

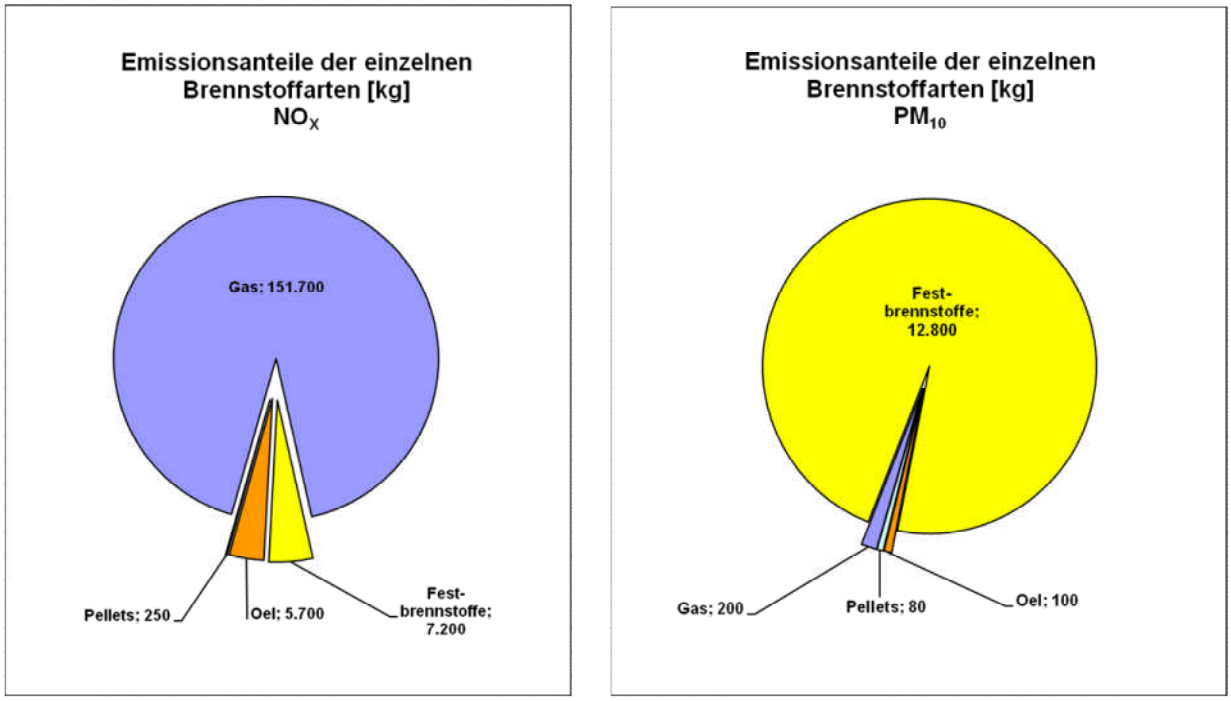


Abbildung 3-9: Anteile von PM_{10} und NO_X an den einzelnen Brennstoffarten

3.3.3 Plausibilisierung der Ergebnisse

Um die in Kapitel 3.3.2 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], [21], [22], [23]. Grundlage des Vergleichs bilden die einwohnerbezogenen Größen.

Tabelle 3-6: Emissionsaufkommen für NO_X und PM_{10} [t/a] und [kg/(Einwohner*a)] für verschiedene Städte und die Bundesrepublik Deutschland[10]

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) [17]
2010	Lehrte	43.259	5,7	57,2	0,1320	1,3226	GAA (2012)*+
2003	Wittenberg	46.384	4,3	-	0,0927	-	IVU (2005) [17]
2010	Lingen	55.779	16,6	79,2	0,2980	1,4201	GAA-Hi (2012)* +
2007	Hameln	58.696	10,1	108,3	0,1718	1,8449	GAA-Hi (2011) [28]*
2010	Delmenhorst	74.361	9,3	97,5	0,1244	1,3115	GAA-Hi (2012)* +
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) [31]*
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) [32]*
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]
2010	Oldenburg	162.173	13,2	164,9	0,0816	1,0166	GAA-Hi (2012)*
2010	Osnabrück	163.514	18,5	183,5	0,1131	1,1220	GAA-Hi (2011) [29]*
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) [17]
2003	Halle	233.874	29,2	-	0,1249	-	IVU (2005) [17]
2008	Braunschweig	240.513	29,4	245,0	0,1221	1,0185	GAA-Hi (2011) [33]*
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	520.966	72,4	740,4	0,1392	1,4238	GAA-Hi (2011) [30]*
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) [18]
1995/ 2000	Deutschland	82.310.000	18.627	108.076	0,2263	1,3130	Pfeiffer et al. (2000) [24] Struschka et al. (2003) [35]

*Berechnungsgrundlage LIV-Daten

[1] PM_{10}/E: PM_{10}/Einwohner; [2] NO_X/E: NO_X/Einwohner

[+] unveröffentlicht

Tabelle 3-6 zeigt das Emissionsaufkommen des Hausbrands insgesamt und pro Einwohner für NO_X und PM_{10} für Oldenburg, verschiedene deutsche Städte und die Bundesrepublik Deutschland, sortiert nach der Anzahl der Einwohner. Bei der einwohnerbezogenen Darstellung der beiden Schadstoffkomponenten NO_X und PM_{10}

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

befindet sich Oldenburg in unteren Bereich der Skala.

Darüber hinaus wurden einwohnerbezogene Energieverbrauchsdaten zur Plausibilisierung herangezogen und in Tabelle 3-7 dargestellt. Der Anteil der verschiedenen Brennstoffe am Endenergieverbrauch weicht für Oldenburg deutlich vom Verhalten der niedersächsischen Durchschnittswerte ab. Der Gasverbrauch beträgt fast das Doppelte des Mittels, während der Festbrennstoffverbrauch nur 1/5 und der Heizölverbrauch nur ca. 1/10 des Landesdurchschnitts beträgt. Die Unterschiede erklären sich z.T. aus den unterschiedlichen Datenquellen: 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. Darüber hinaus ist zu beachten, dass sich Oldenburg in Struktur und Bevölkerungszusammensetzung deutlich vom Flächenland Niedersachsen unterscheidet.

Tabelle 3-7: Einwohnerbezogener Endenergieverbrauch des Landes Niedersachen für die Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher [GJ/Einwohner] im Vergleich zur Stadt Oldenburg

	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/ CO_2-Bilanzen 2002	7.980.000	**Summe**	24,3990	11,9880	1,0150		37,4020
Nds. Energie/ CO_2-Bilanzen 2004	8.001.000	**Summe**	23,9310	9,4590	2,0940		35,4840
Nds. Energie/ CO_2-Bilanzen 2006	7.982.685	**Summe**	23,3695	10,6602	2,5375		36,5671
Nds. Energie/ CO_2-Bilanzen 2008	7.961.196	**Summe**	23,1567	9,6496	2,7217		35,5280
Oldenburg 2010	162.173	**HH**	30,9616	0,5868	0,5674	0,0152	32,1311
		KV	10,8385	0,2510	0,0382	0,0006	11,1284
		Summe	41,8002	0,8378	0,6056	0,0159	43,2595

3.3.4 Umlegung der Emissionen auf Rasterzellen

Damit die in Kapitel 3.3.2 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 3.3.2 lagegenau ermittelten Emissionen innerhalb einer Rasterzelle aufsummiert und klassifiziert dargestellt. Die Aufsummierung der Emissionen und die Zuweisung zu Rasterzellen haben weiterhin den Zweck, die Daten zu anonymisieren und einen detaillierten Rückschluss auf individuelle Verhältnisse nicht zuzulassen.

Das Ergebnis ist in Abbildung 3-10 für NO_X und in Abbildung 3-11 für PM_{10} dargestellt.

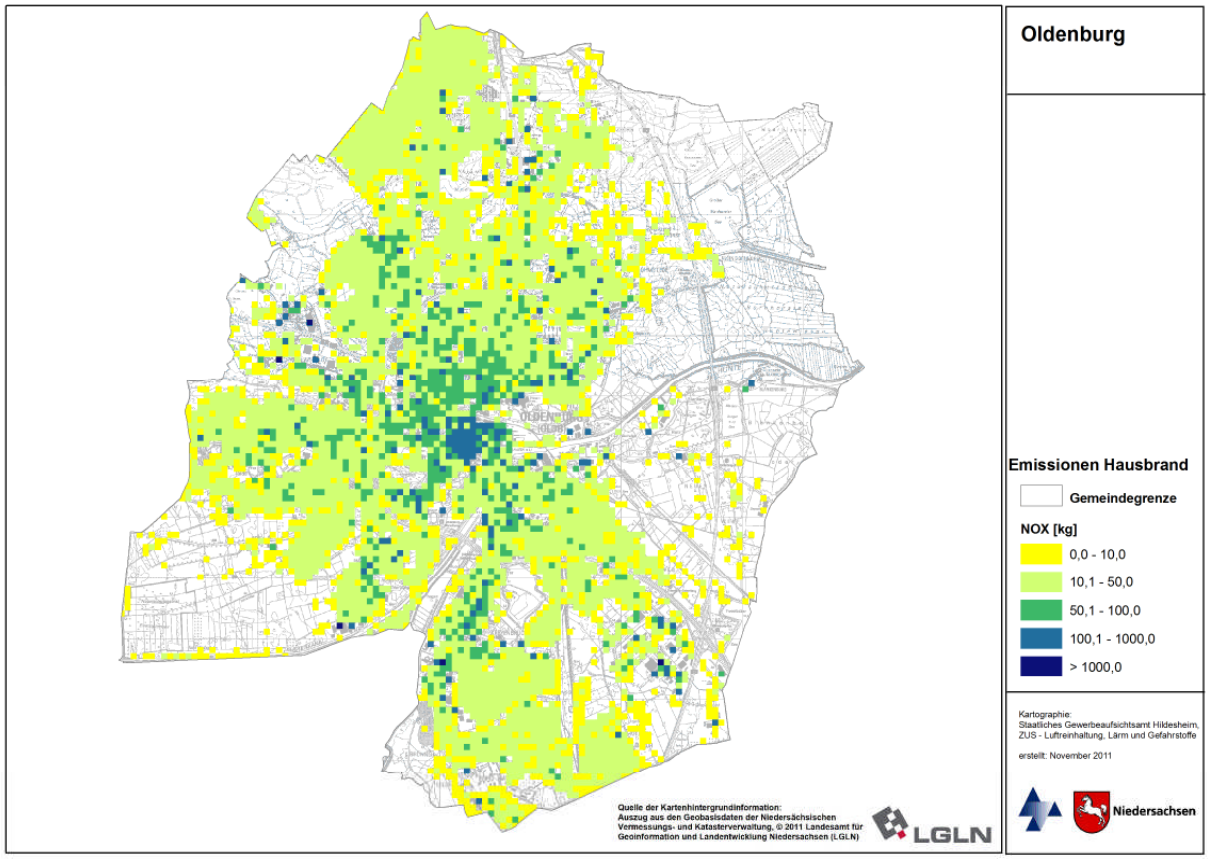


Abbildung 3-10: Verteilung der NO_X-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Oldenburg

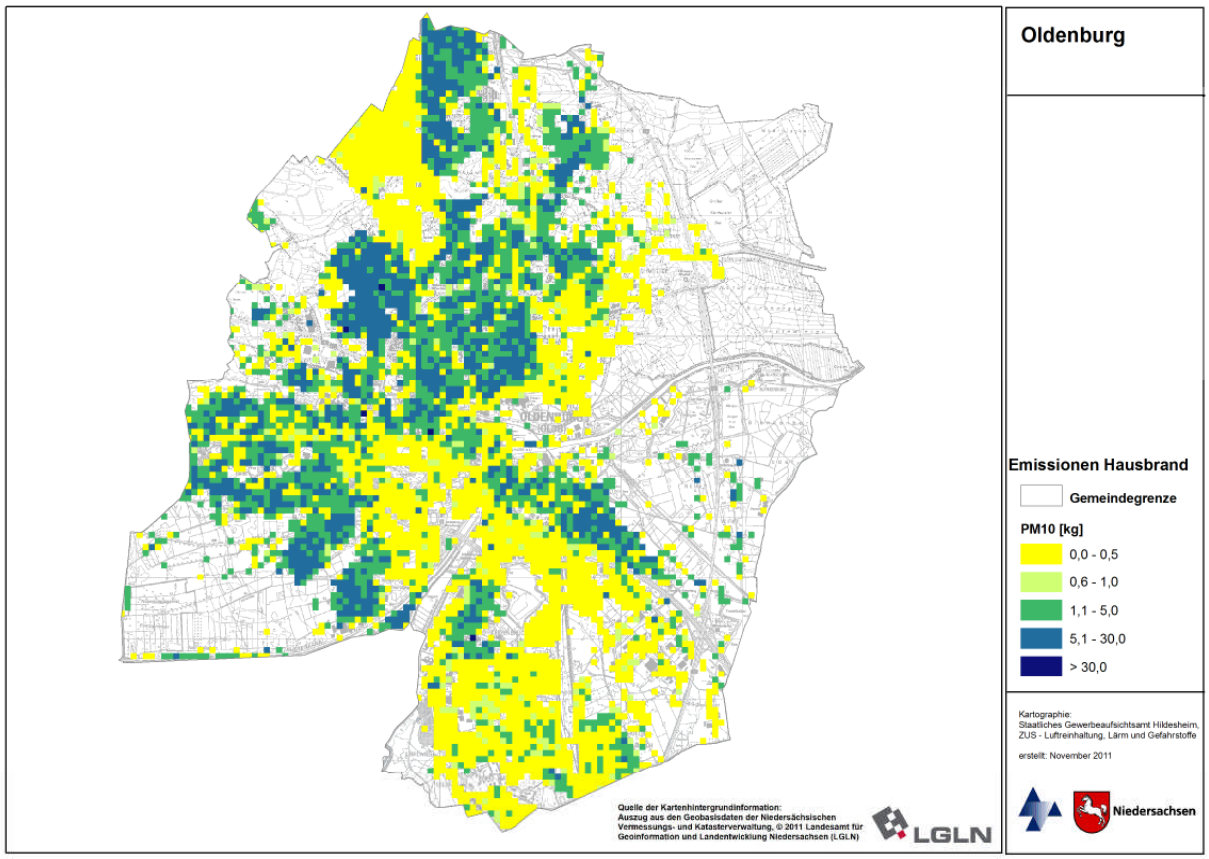


Abbildung 3-11: Verteilung der PM_{10}-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Oldenburg

3.4 *Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen*

Diverse Emissionen bestimmter genehmigungsbedürftiger Anlagen sind von Betreibern u.a. gemäß der Verordnung über Emissionserklärungen (11. BImSchV; alle 4 Jahre) und der Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen (13. BImSchV, jährlich) an die Behörden zu berichten. Die gemäß 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 Oldenburg emittieren rund 46 t NO_X und 9 t PM_{10} pro Jahr.

3.4.1 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 21 von 27 NO_X-Quellen und auf 62 der 102 PM_{10}-Quellen zu. Eine Darstellung der verwendeten Quellen ist in Abbildung 3-12 gegeben. Jede Flächenquelle wurde als Quadrat der in den Ursprungsdaten angegebenen Ausdehnungsfläche abgebildet. Eine Arbeitstätte 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.

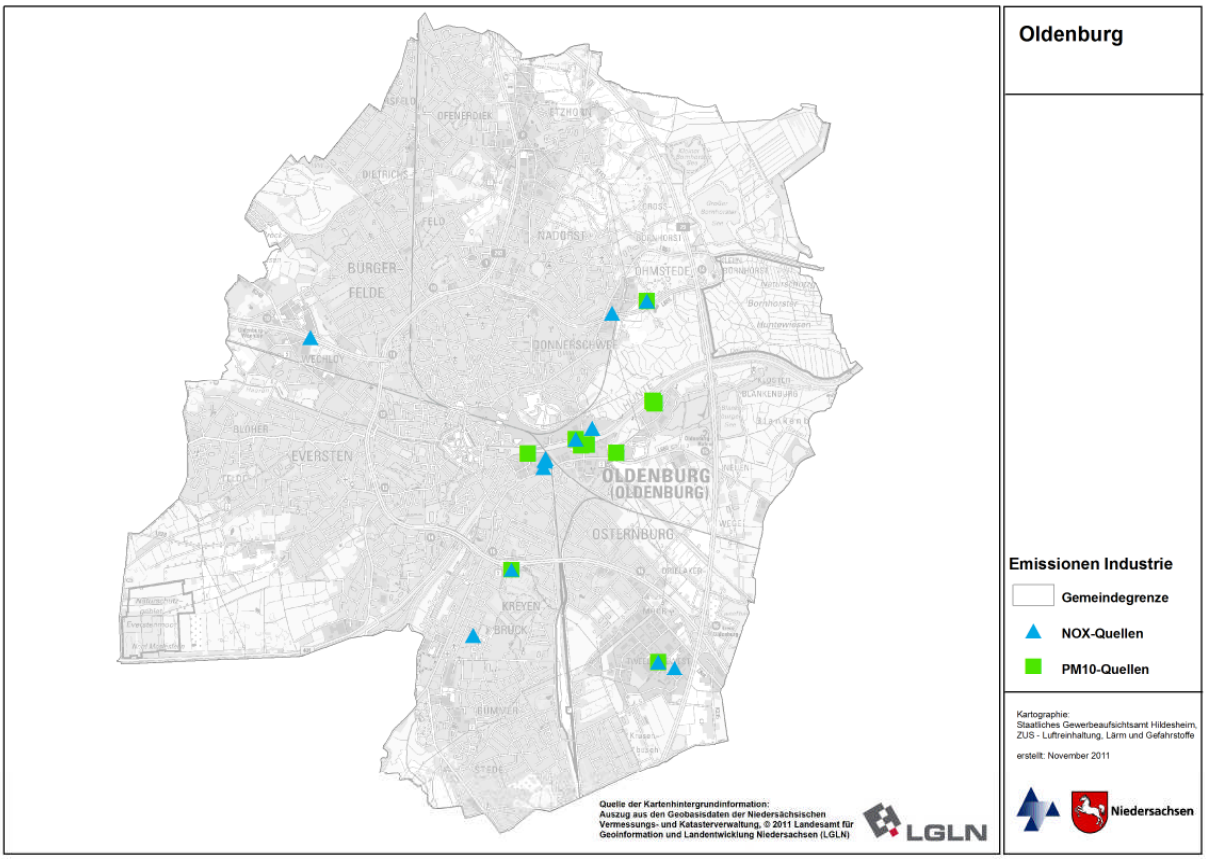


Abbildung 3-12: Industrielle PM_{10}- und NO_X-Quellen in Oldenburg

3.5 *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 PM_{10} in kg/a, Analyse 2010 und Prognose 2015

Quellgruppe	Geometrie	2010		2015	
		PM_{10}	NO_X	PM_{10}	NO_X
Industrie	Punkte	3.460	30.117	3.460	30.117
Industrie	Flächen	5.827	16.003	5.827	16.003
Hausbrand	Flächen	13.231	164.869	13.231	164.869
Bahn	Linien	2.095	10.262	2.095	10.262
Schiff	Linien	518	16.704	518	16.704
Hauptstraßennetz	Linien	65.543	618.036	54.073	465. 375
Nebenstraßennetz	Linien	6.129	46.150	5.280	35.440
alle Quellgruppen		**96.803**	**902.141**	**96.803**	**902.141**

Mit 74 % ist der Straßenverkehr (Haupt- und Nebenstraßen, s. Abbildung 3-13) die stärkste PM_{10}-Emissionsquelle im Stadtgebiet Oldenburg. Die Emissionen aus Hausbrand mit einem Anteil von 14 % und industriell erzeugte Emissionen mit 10 % tragen erheblich zu den PM_{10}-Emissionen im Stadtgebiet bei. Die PM_{10}-Emissionen aus dem Bahnverkehr und der Schifffahrt spielen mit 2 bzw. 1 % Anteil nur eine untergeordnete Rolle.

Der Straßenverkehr (Haupt- und Nebenstraßen, s. Abbildung 3-14) ist auch im NO_X-Bereich mit 74 % die stärkste Emissionsquelle in Oldenburg. Durch Hausbrand verursachte NO_X-Emissionen mit einem Anteil von 18 % und industriell erzeugte NO_X-Emissionen mit 5 % sind bedeutende Quellen im Stadtgebiet Oldenburg. Die Quellen Bahn und Schifffahrt tragen mit 1 bzw. 2 % nur in geringem Umfang zu den NO_X-Emissionen bei.

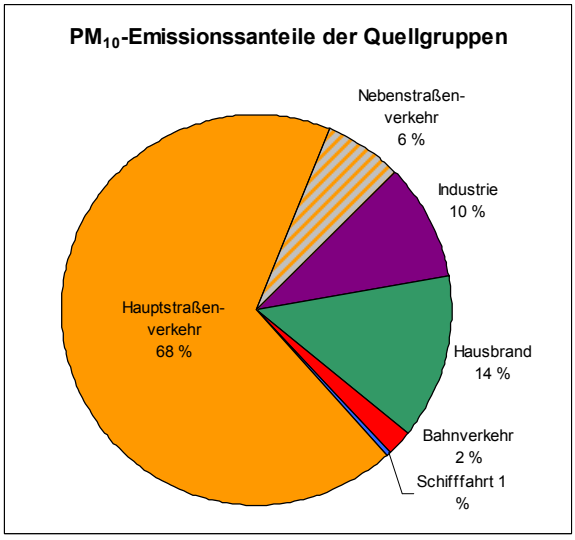


Abbildung 3-13: Emissionsanteile PM_{10}, 2010

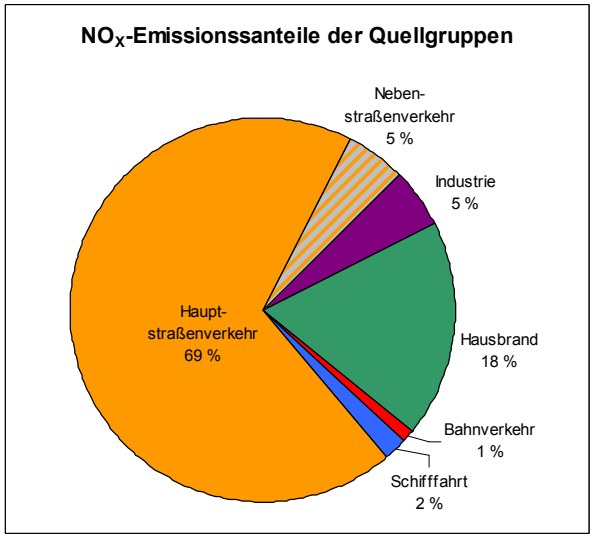


Abbildung 3-14: Emissionsanteile NO_X, 2010

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 Oldenburg war eine AKS des DWD der Station Oldenburg für die Jahre 2001 bis 2010. Die mittlere Windgeschwindigkeit in diesem Datensatz beträgt 3,4 m/s. Die Verteilung der Windrichtungen getrennt nach Windgeschwindigkeiten ist in Abbildung 4-1 dargestellt.

Die Station Oldenburg des DWD befindet sich auf dem Gelände des Flughafens im Nordwesten der Stadt und damit auf einem aerodynamisch eher glatten Gelände der Rauigkeitsklasse 1. Da das zu berechnende 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 2,3 m/s vermindert.

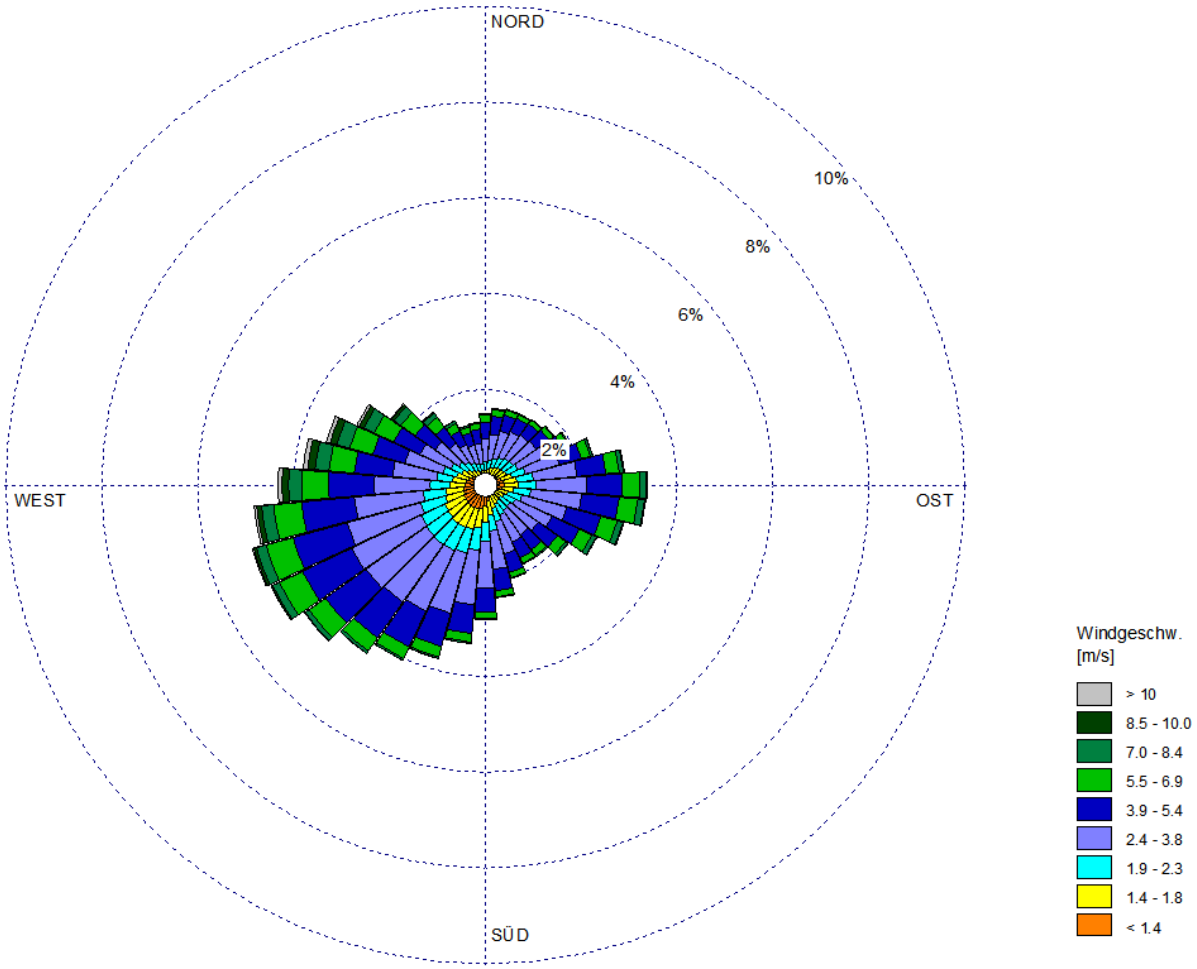


Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Ausbreitungsklassen für die Statistik Oldenburg, 2001 - 2010

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 für Straßenschluchten, dem Canyon-Plume-Box-Modell (CPB) 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 Oldenburg 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 Oldenburg exemplarisch dargestellt, wie auf der Basis der Eingangsdaten IMMIS^{luft}-Abschnitte gebildet und vor Luftbildern auf Plausibilität geprüft wurden.

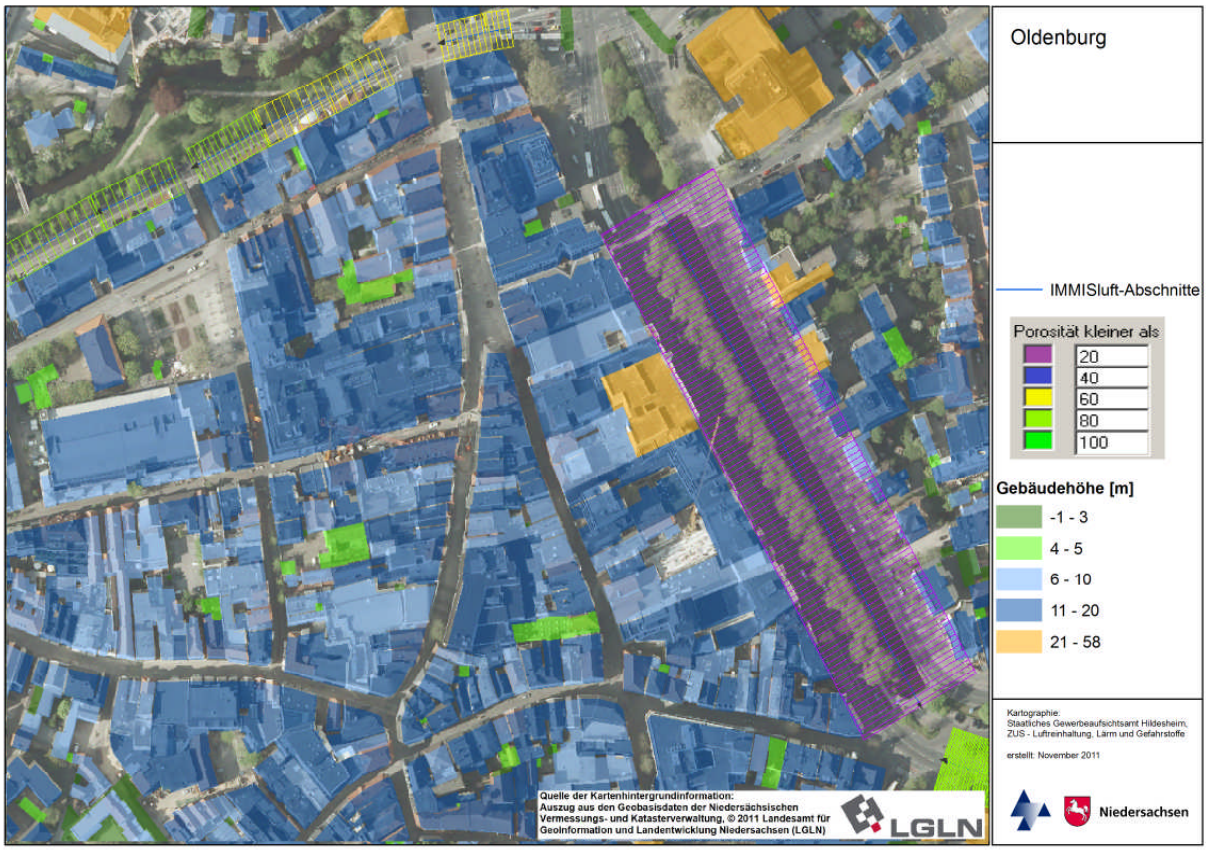


Abbildung 5-1: IMMIS^{luft}-Abschnitte in einem Ausschnitt von Oldenburg

5.2 *Grenzwerte und abgeleitete Kennwerte für NO_2 und PM_{10}*

Seit 2005 gilt für den PM_{10}-Jahresmittelwert ein Grenzwert von 40 µg/m³ und zusätzlich für den PM_{10}-Tagesmitteltwert, dass der Wert von 50 µg/m³ maximal an 35 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden darf (Tagesgrenzwertkriterium).

Der Grenzwert für das NO_2-Jahresmittel beträgt 40µg/m³ und der NO_2-Einstundenmittelwert von 200 µg/m³ darf nicht öfter als 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden. Die NO_2-Grenzwerte sind seit 2010 einzuhalten.

Tabelle 5-1: Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV für PM_{10} und NO_2

Schadstoff	Wert [µg/m³]	zulässige Überschreitungen	Mittelungszeitraum	Bezugszeitraum	seit
Partikel (PM_{10})	50	35 pro Jahr	24 Stunden	Kalenderjahr	2005
	40	-	1 Jahr		
Stickstoffdioxid (NO_2)	200	18 pro Jahr	1 Stunde	Kalenderjahr	2010
	40	-	1 Jahr		

Da es sich bei NO_2 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 NO_2 mittels statistischer Verfahren oder photochemischer Modellierung[11] [6] bestimmt werden. Im gewählten Verfahren wird die Umwandlungsformel „Romberg-Lohmeyer in IMMIS^{luft}“ für verkehrsbezogene Messungen nach ROMBERG E. ET AL.[12] [27] verwendet (Abbildung 5-2).

Für die Anzahl an Tagen mit Überschreitungen des seit 2005 gültigen Tagesgrenzwertes von PM_{10} gibt es in DIEGMANN V. ET AL. [3] eine entsprechende Abschätzung auf der Basis des Jahresmittelwertes von PM_{10}. 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.

11 Bei der photochemischen NO_2-Modellierung ist die Ozon-Vorbelastung im Untersuchungsgebiet eine sensitive Eingangsgröße. In Untersuchungsgebieten mit unbekannter Ozon-Vorbelastung – in Untersuchungsgebieten ohne Messstationen im städtischen Hintergrund - wird zur Ermittlung der NO_2-Belastung auf einen Romberg-Lohmeyer-Ansatz zurückgegriffen. Die Romberg-Lohmeyer-Ansätze sind bis zu erwarteten NO_2-Konzentrationsniveaus von 40 µg/m³ anwendbar, da durch die Romberg-Lohmeyer-Ansätze erst bei hohen NO_X-Werten das Verhältnis von NO_2 zu NO_X unterschätzt wird und beide Verfahren im niedrigen Bereich zu vergleichbaren Ergebnissen führen [20].

12 Die angegebenen Parameter für die Umrechnung nach „Romberg-Lohmeyer in IMMIS^{luft}“ 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

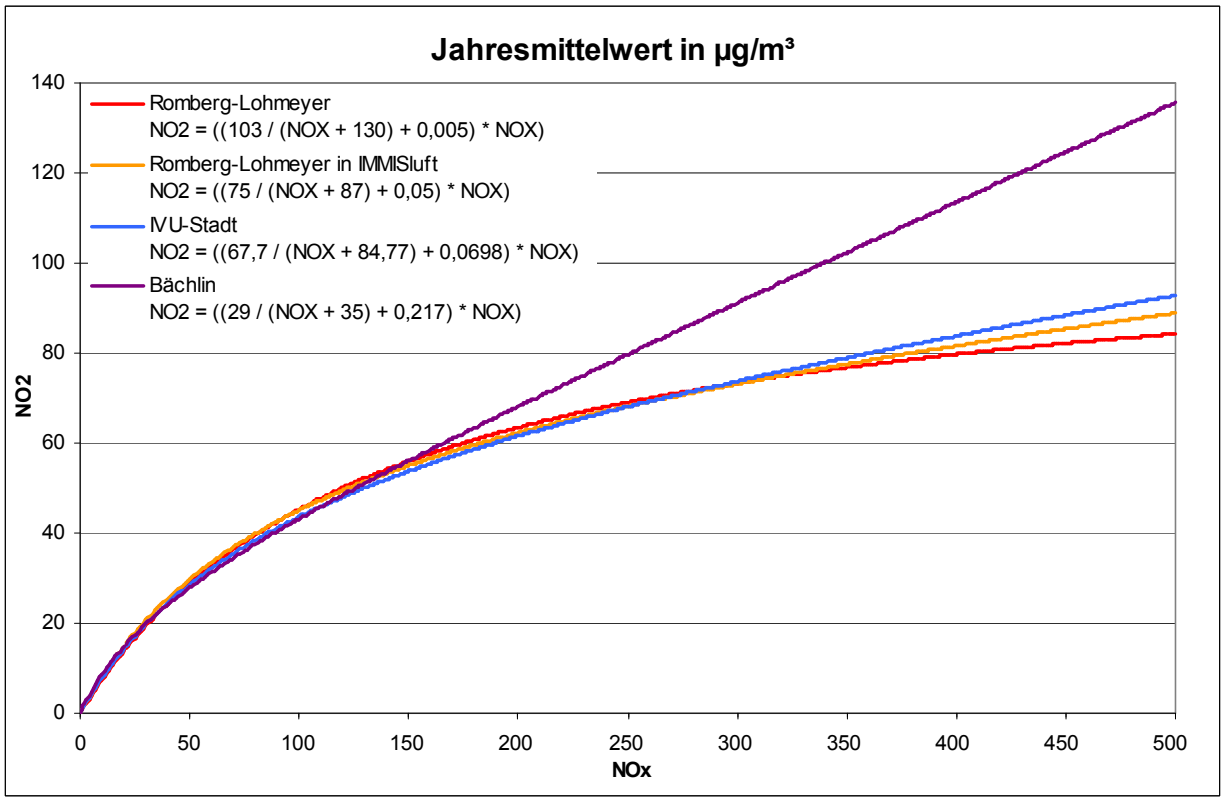


Abbildung 5-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO_2 aus NO_X nach den Ansätzen nach Romberg et al., dem Ansatz der IVU und dem Ansatz nach Bächlin [2]

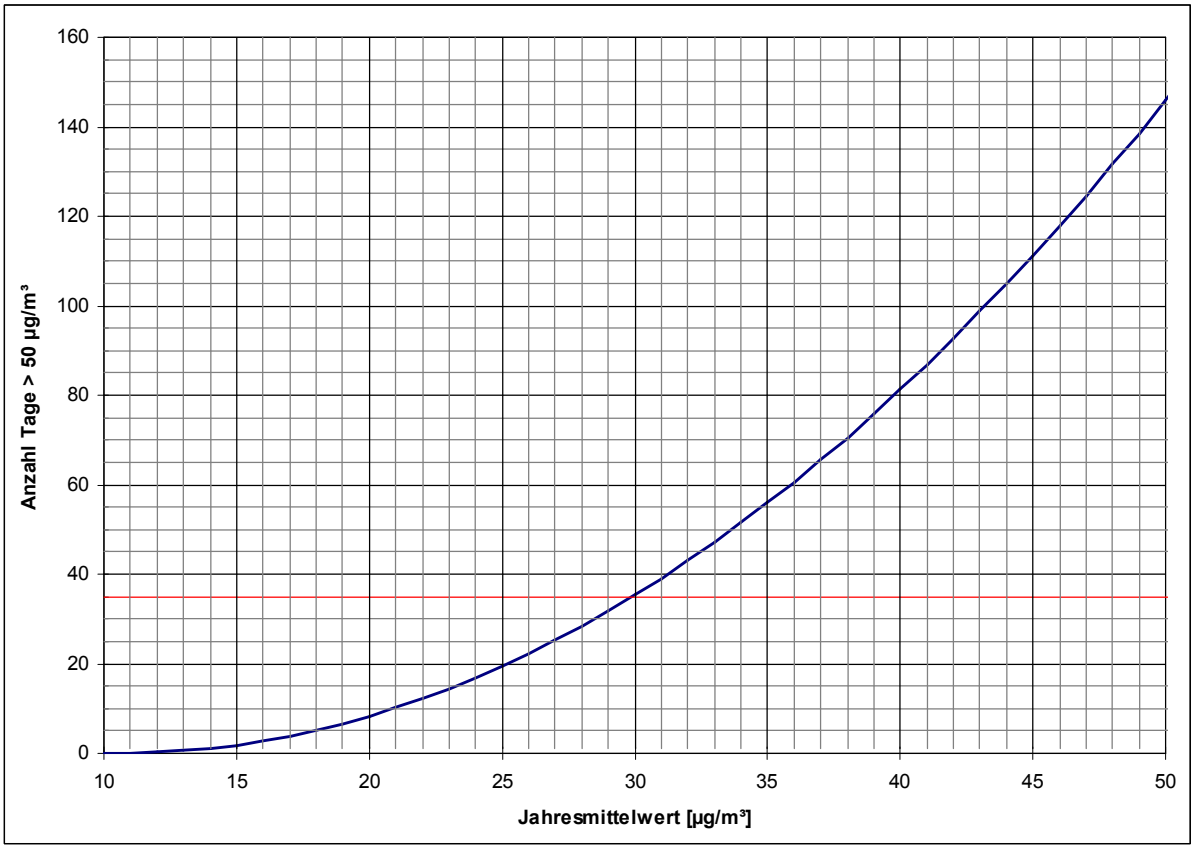


Abbildung 5-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM_{10} und der Anzahl Tage mit einem PM_{10}-Tagesmittelwert über 50 µg/m³

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-Karten[13] und die Messdaten ausgewählter ländlicher und vorstädtischer Messstationen des LÜN-Messnetzes ausgewertet. In den UBA-Karten weist die südwestlich von Oldenburg gelegene Gitterzelle für 2010 bzw. 2011 und 2015 eine regionale NO_2- und PM_{10}-Vorbelastung gemäß Tabelle 6-1 auf.

Anhand der Messwerte der LÜN-Stationen Allertal, Altes Land, Braunschweig, Eichsfeld, Elbmündung, Emsland, Göttingen, Jadebusen, Lüneburger Heide, Oker/Harlingerode, Ostfriesland, Wendland, Weserbergland und Wolfsburg der Jahre 2008 bis 2010 wurde ein Faktor für das Verhältnis von NO_2/NO_X ermittelt. Dieser Faktor ($NO_2/NO_X = 0{,}77$) wurde verwendet, um die NO_2-Vorbelastungswerte der UBA-Karten in NO_X-Vorbelastungswerte umzurechnen.

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

Oldenburg	NO_2	NO_X	PM_{10}
UBA-Karte 2010/2011	9	12	18
UBA-Karte 2015	9	12	18

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 die IMMIS^{luft}-Abschnitte berechnet. Für jeden IMMIS^{luft}-Abschnitt wurden getrennt Vorbelastungswerte ermittelt, bei denen der betreffende Straßenabschnitt nicht einbezogen wurde, um Emissionen nicht doppelt zu berücksichtigen.

13 Modellrechnungen zur Unterstützung der Berichterstattung hinsichtlich Fristverlängerung gemäß Richtlinie 2008/50/EG des UBA

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

Die folgenden Karten präsentieren die Immissionsbelastungen der Screening-berechnung als Übersicht der Jahresmittelwerte für NO_2 und PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg für die Bezugsjahre 2010 und 2015.

In der Abbildung 6-1 ist die Immissionsbelastungen für PM_{10} dargestellt. Dabei 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, gelb dargestellt sind. Eine prognostizierte Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m³ wird mit der Farbe Dunkelblau angezeigt. Die weitere farbliche Abstufung orientiert sich an der Wahrscheinlichkeit der Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums. Bei Jahresmittelwerten über 28 µg/m³ (orange) ist davon auszugehen, dass die Wahrscheinlichkeit für eine Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums vorhanden ist und bei einem Jahresmittelwert über 32 µg/m³ (hellblau) ist davon auszugehen, dass das Tagesgrenzwertkriterium sicher überschritten wird.

Die Farblegende ist bei NO_2 so gewählt, dass die farbig abgestuften Abschnitte prognostizierte Überschreitungen der Jahresmittelwerte aufzeigen (Abbildung 6-2 und Abbildung 6-3). Eine Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m³ wird mit der Farbe Dunkelblau angezeigt. Werte über 32 µg/m³ (orange und hellblau) 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 Tagesgrenzwertkriteriums auszugehen ist, sind gelb dargestellt.

Tabelle 6-2: Übersicht der Legendendarstellung in den Karten für PM_{10} und NO_2

	Grenzwert	Kriterium	JMW [µg/m³]
PM10	40 µg/m³ Jahresmittelwert	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW)	> 40
	35 Tage > 50 µg/m³ Anzahl der Überschreitungen Tagesmittelwert	Sichere Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	> 32 - 40
		Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	> 28 - 32
		Keine Überschreitung	≤ 28
NO2	40 µg/m³ Jahresmittelwert	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW)	> 40
		Hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite	> 36 - 40
		Geringe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite	> 32- 36
		Keine Überschreitung	≤ 32

Eine Liste der Straßenabschnitte mit prognostiziertem NO_2-Jahresmittelwert über 32 µg/m³ ist in Kapitel 9 “Liste der Belastungsschwerpunkte“ beigefügt. Bei Abschnitten mit einem NO_2-Jahresmittelwert größer 40 µg/m³ wird dieser Wert fett dargestellt.

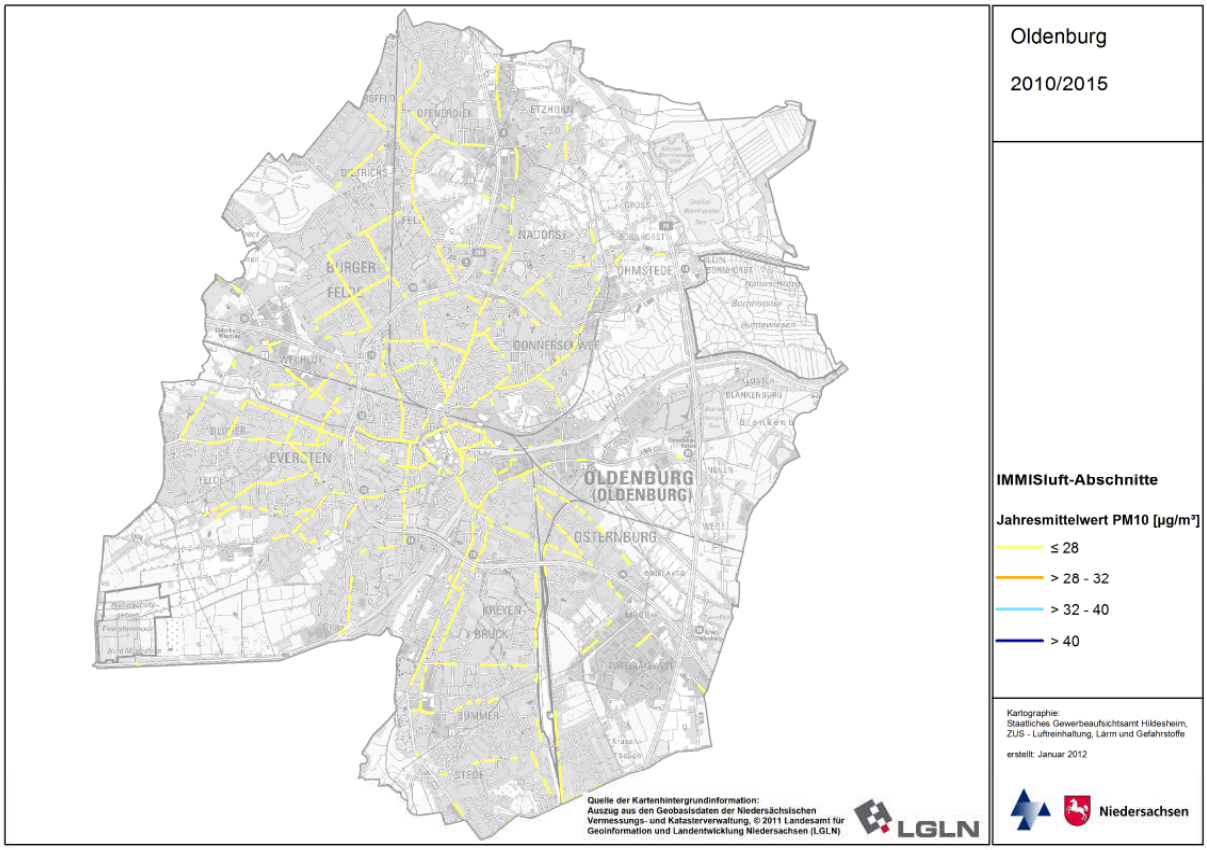


Abbildung 6-1: Jahresmittelwert PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz Oldenburg, 2010 und 2015

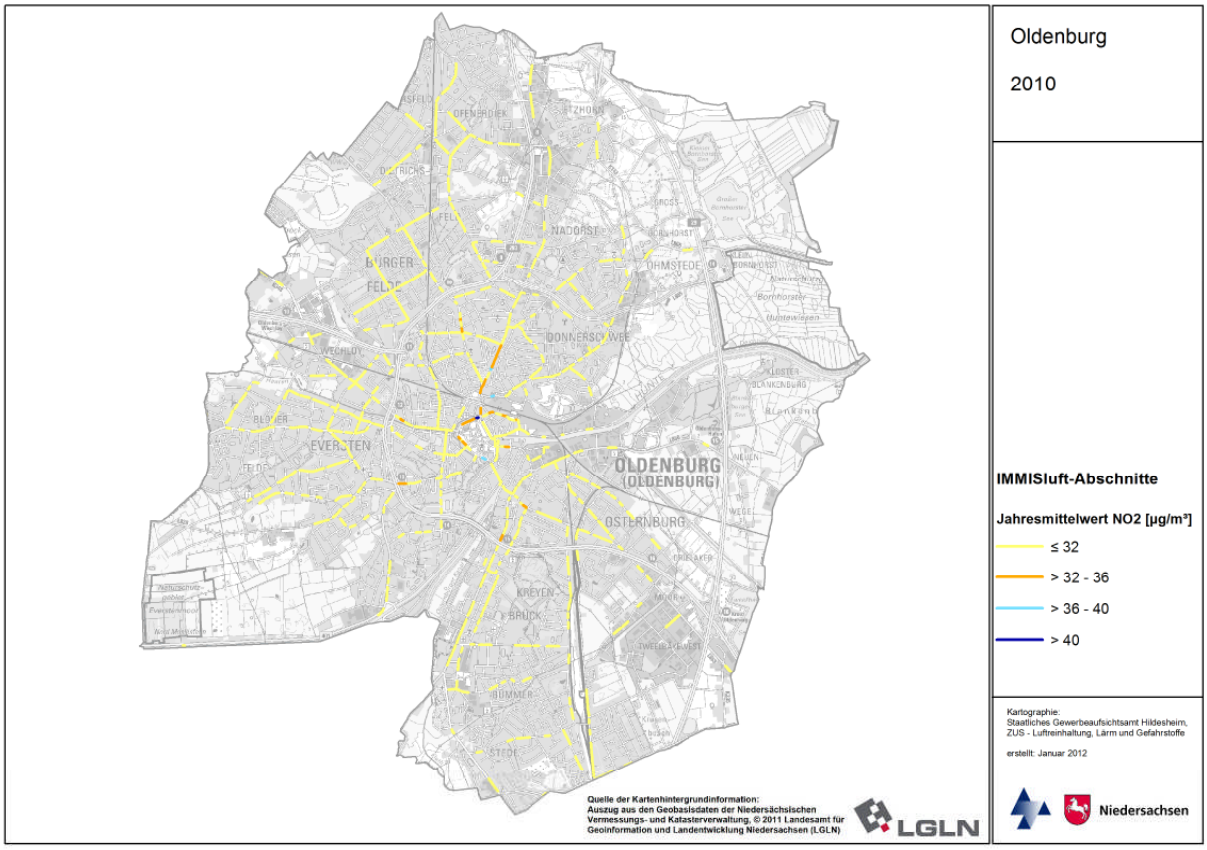


Abbildung 6-2: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz Oldenburg, 2010

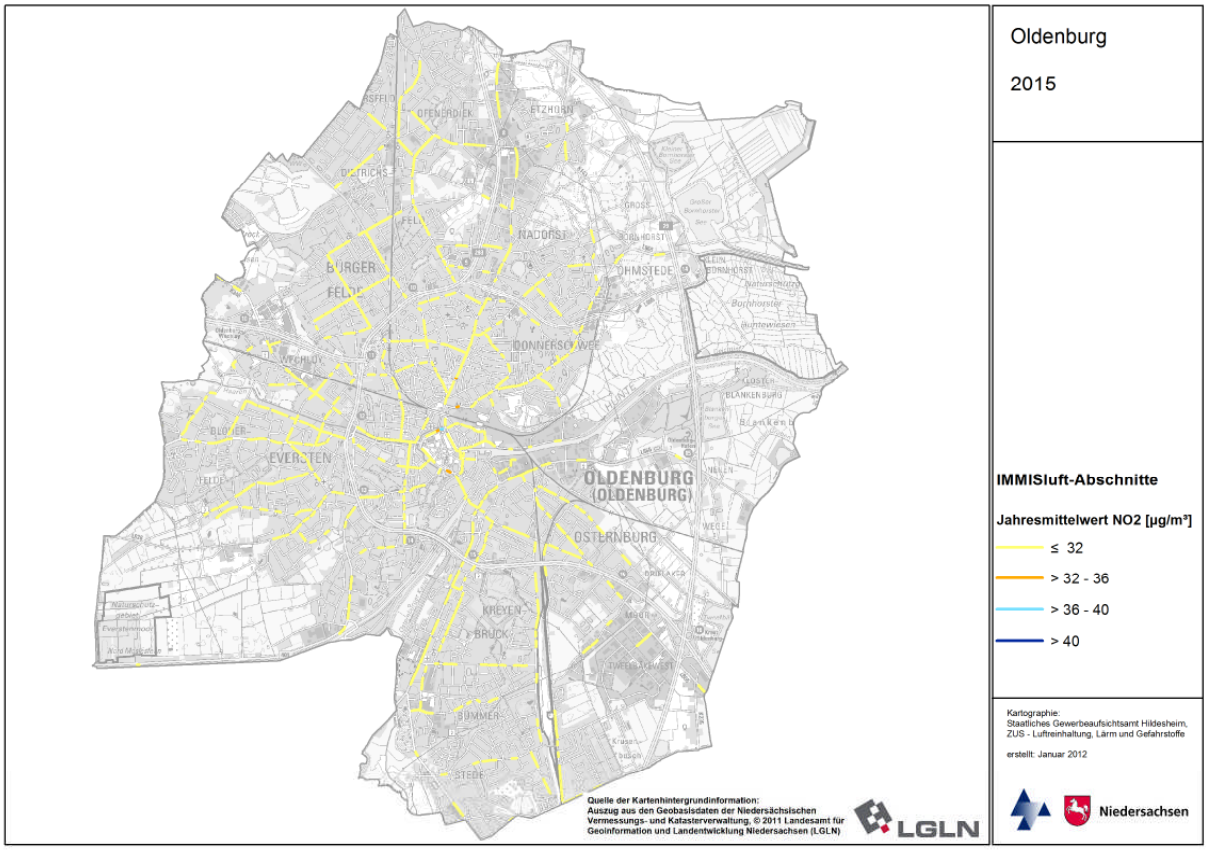


Abbildung 6-3: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz Oldenburg, 2015

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

Für den seit 2005 geltenden Grenzwert für PM_{10} von 40 µg/m³ wird im Stadtgebiet Oldenburg bereits im Bezugsjahr 2010 mit PM_{10}-Jahresmittelwerten bis zu 26 µg/m³ keine Überschreitung ermittelt. Für alle Abschnitte wird mit maximal 22 Überschreitungstagen die Einhaltung des Tagesgrenzwertkriteriums (35 Tage > 50 µg/m³) prognostiziert. Im Bezugsjahr 2015 reduzieren sich die PM_{10}-Jahresmittelwerte auf maximal 25 µg/m³ und die Überschreitungstage auf maximal 18.

Der im Jahr 2010 für NO_2 anzusetzende Grenzwert in Höhe von 40 µg/m³ wird in Oldenburg in einem Abschnitt überschritten. Die höchste Belastung wird für einen Abschnitt im Heiligengeistwall mit einem NO_2-Jahresmittelwert von 41 µg/m³ ermittelt. Für weitere 29 Abschnitte (insgesamt 30 Abschnitte > 32 µg/m³) werden NO_2-Jahresmittelwerte über 32 µg/m³ ermittelt. Diese Abschnitte liegen innerhalb der modelltypischen „Unschärfe“ von ± 20 %, d.h. bei diesen Abschnitten ist eine Überschreitung des NO_2-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ möglich. Im Bezugsjahr 2015 sind in Oldenburg keine Abschnitte von der Überschreitung des NO_2-Jahresgrenzwertes von 40 µg/m³ betroffen. Die höchste Belastung wird für einen Abschnitt im Heiligengeistwall mit einem NO_2-Jahresmittelwert von 37 µg/m³ ermittelt. Für weitere 4 Abschnitte (insgesamt 5 Abschnitte > 32 µg/m³) werden NO_2-Jahresmittelwerte über 32 µg/m³ ermittelt. Diese Abschnitte liegen innerhalb der modelltypischen „Unschärfe“ von ± 20 %, d.h. bei diesen Abschnitten ist eine Überschreitung des NO_2-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ möglich.

Tabelle 6-3: Anzahl und Gesamtlänge der Abschnitte nach Überschreitungswahrscheinlichkeit

Kriterium		2010		2015	
		Anzahl	km	Anzahl	km
PM10	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW) (> 40 µg/m³)	-	-	-	-
	Mind. sichere Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (> 32 µg/m³)	-	-	-	-
	Mind. Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums vorhanden (> 28 µg/m³)	-	-	-	-
NO2	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW) (> 40 µg/m³)	1	0,04	-	-
	Mind. hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (> 36 µg/m³)	4	0,18	1	0,04
	Mind. geringe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (> 32 µg/m³)	30	1,91	5	0,25

6.4 *Vergleich mit den Messdaten*

In Oldenburg wird durch das LÜN in einem Abschnitt in der Nadorster Straße (siehe Abbildung 6-4) seit März 2009 kontinuierlich die Luftschadstoffbelastung gemessen. Eine Gegenüberstellung der in der Nadorster Straße 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 gemessenen Konzentrationen im Abschnitt Nadorster Straße (ID 871) mit Angabe des Grenzwertes für das Bezugsjahr 2010

	Jahresmittelwert			Anzahl der TMW[14]-Überschreitungen
	NO_2 in µg/m³	NO_X in µg/m³	PM_{10} in µg/m³	
Screening 2010	35	65	25	(19)[15]
Messung 2010	41	82	22	17
Grenzwert 2010	40	-	40	35

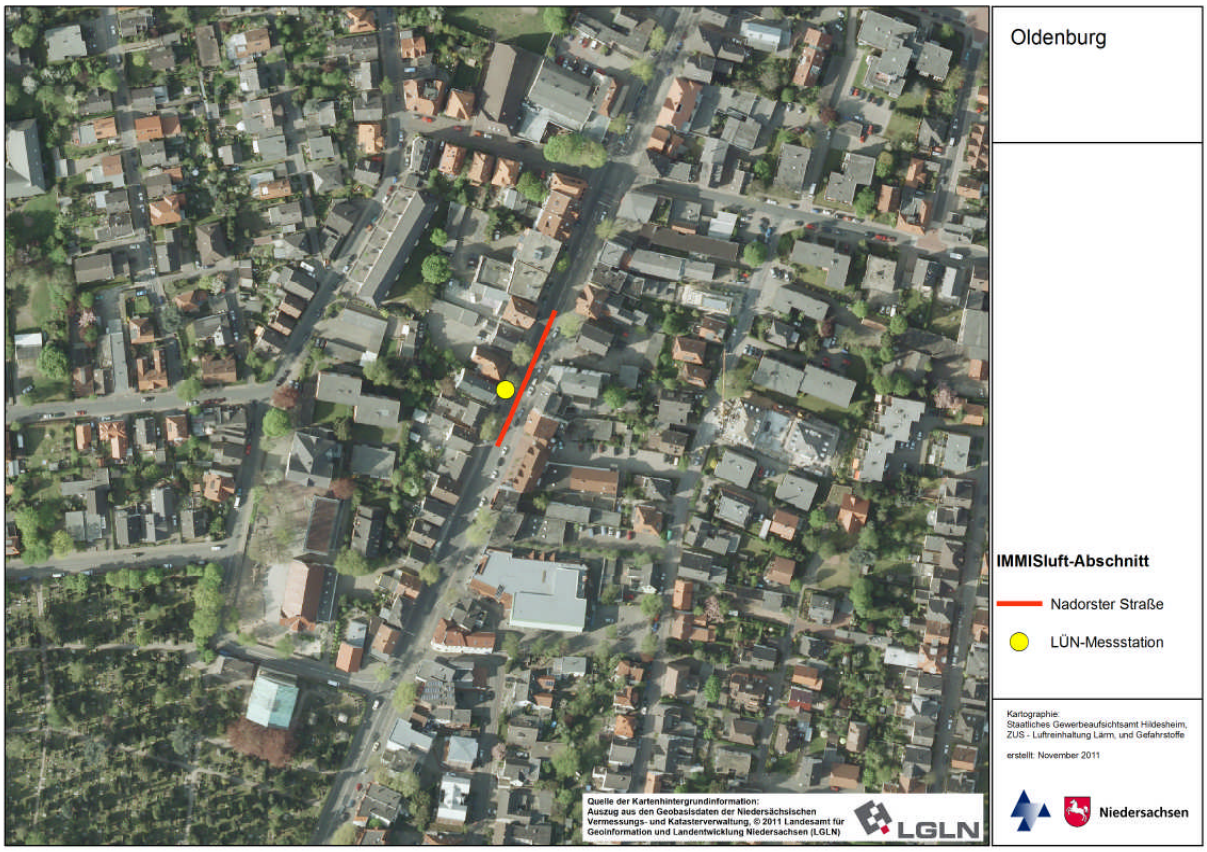


Abbildung 6-4: Lage des IMMIS^{luft}-Abschnitts und der Verkehrsmessstation in der Nadorster Straße

14 Tagesmittelwert

15 Statistischer Zusammenhang zwischen Jahresmittelwert PM_{10} und der Anzahl der Tage mit einem PM_{10}-Tagesmittelwert > 50 µg/m³ (Abbildung 5-3)

Der Vergleich der modellierten und der gemessenen Konzentrationen im Abschnitt der Nadorster Straße zeigt bei PM_{10} eine gute Übereinstimmung. Die Ergebnisse der Modellrechnung und der Messung liegen bei PM_{10} beim Tagesgrenzwertkriterium (35 Tage > 50 µg/m³) und beim Jahresmittelwert deutlich unterhalb der Grenzwerte. Durch die Messung wurde ein PM_{10}-Jahresmittelwert von 22 µg/m³ und 17 Überschreitungen festgestellt, während die Modellrechnung einen PM_{10}-Jahresmittelwert von 25 µg/m³ und 19 Überschreitungstage ermittelt. Bei NO_2 weichen die modellierten und die gemessenen Konzentrationen etwas voneinander ab. Gemessen wurde 2010 ein NO_2-Jahresmittelwert von 41 µg/m³, während die Modellrechnung einen Jahresmittelwert von 35 µg/m³ ausweist. Bei Aussagen zu Grenzwertüberschreitung bzw. -einhaltung muss berücksichtigt werden, dass Modellrechnungen mit Unschärfen von bis zu ± 20 % behaftet sein können.

Sowohl bei PM_{10} als auch bei NO_2 liegt die Abweichung des berechneten Jahresmittelwertes zum Messwert in Bezug zum Immissionsgrenzwert innerhalb des in der 39. BImSchV für Modellrechungen geforderten Datenqualitätszieles von 50 % bei PM_{10} und von 30 % bei NO_2.

6.5 *Verursacheranalyse*

Für den IMMIS^{luft}-Abschnitt der Nadorster Straße, an dem die Verkehrsmessstation des LÜN aufgestellt ist, wurde eine Quellanalyse durchgeführt. Sie ergibt ein detailliertes Bild der Zusammensetzung der Schadstoffanteile nach ihrer Herkunft. In Tabelle 6-5 und Abbildung 6-5 bis Abbildung 6-8 sind die Ergebnisse der Quellanalyse dargestellt.

Tabelle 6-5: Quellgruppenanteile an den Immissionen in der Nadorster Straße, 2010, gerundete Angaben[16]

Quellgruppe		**PM_{10}** [µg/m³]	**NO_X** [µg/m³]	**PM_{10}** [%]	**NO_X** [%]
regionaler Hintergrund		18,0	12,0	72,3	18,4
urbaner Hintergrund	Industrie	0,0	0,1	0,2	0,1
urbaner Hintergrund	Hausbrand	0,2	3,4	1,0	5,2
urbaner Hintergrund	Bahn	0,0	0,1	0,1	0,2
urbaner Hintergrund	Schiff	0,0	0,1	0,0	0,1
urbaner Hintergrund	Nebenstraßennetz	0,1	1,0	0,5	1,5
urbaner Hintergrund	Hauptstraßennetz	1,3	10,6	5,2	16,2
Zusatzbelastung in der Schlucht		5,2	38,0	20,7	58,2
alle Quellgruppen		24,9	65,3	100	100

Bei PM_{10} (s. Abbildung 6-5) ist der lokal in der Straßenschlucht anfallende Anteil der Immission mit ca. 21 % deutlich geringer als der Anteil des regionalen Hintergrundes mit 72 %. Zusammen mit den fast 6 %, die der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund bewirkt (Tabelle 6-5), beträgt der straßenverkehrliche Anteil bei PM_{10} ca. 26 %. Der Hausbrand hat mit einem Anteil von 1 % einen höheren Einfluss, als die industriellen Quellen, die Schifffahrt und der Bahnverkehr, die mit Anteilen von deutlich unter 1 % nur eine untergeordnete Rolle spielen.

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

Bei NO_X (s. Abbildung 6-7) dominiert die lokal in der Schlucht durch den Verkehr verursachte Zusatzbelastung mit 58 %, gefolgt vom urbanen Hintergrund mit 23 % und dem regionalen Hintergrund mit rund 18 %. Der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund trägt mit fast 18 % (Tabelle 6-5) erheblich zur NO_X-Immission bei - über ¾ der NO_X-Immission wird somit vom Straßenverkehr verursacht. Der Hausbrand hat mit über 5 % einen stärkeren Einfluss auf die NO_X-Immission als der Bahnverkehr, die industriellen Quellen und die Schifffahrt mit Anteilen von deutlich unter 1 %.

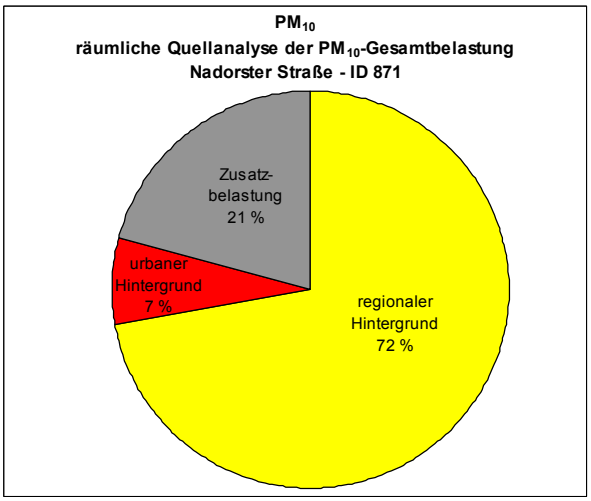


Abbildung 6-5: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den PM_{10}-Immissionen in der Nadorster Straße – ID 871[17]

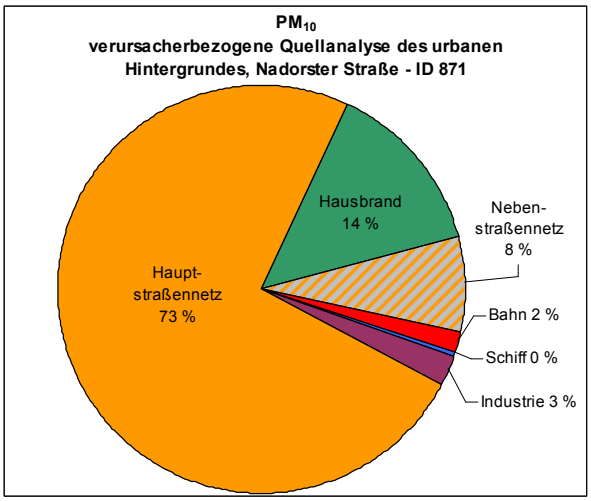


Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Nadorster Straße (ID 871) nach Verursachern (PM_{10})[17]

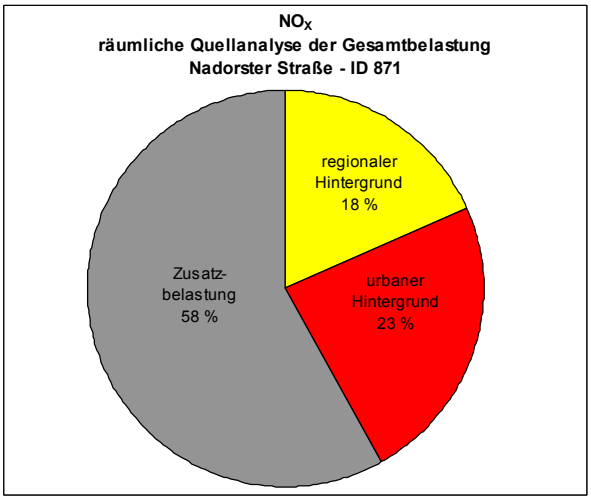


Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppe an den NO_X-Immissionen in der Nadorster Straße – ID 871[17]

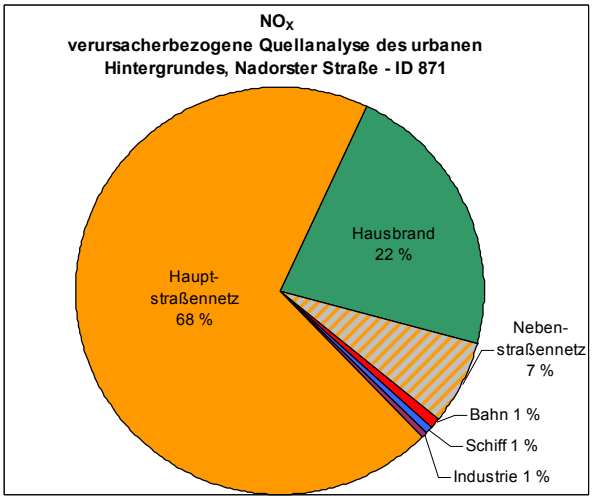


Abbildung 6-8: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in der Nadorster Straße (ID 871) nach Verursachern (NO_X)[17]

Eine Übertragung der verursacherbezogenen NO_X-Immissionsanteile in NO_2-Anteile ist nur eingeschränkt möglich, da vor allem der Anteil der NO_X-Emissionen in der Straßenschlucht noch größtenteils als NO vorliegt.

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

7 Zusammenfassung

Für das Stadtgebiet von Oldenburg wurde modellgestützt ein Screening zur Ermittlung der Luftschadstoffbelastungen im Hauptstraßennetz für die Bezugsjahre 2010 und 2015 durchgeführt.

Zur Bestimmung der urbanen Hintergrundbelastung wurde ein Emissionskataster für die Quellgruppen Industrie, Hausbrand, Schifffahrt, Bahn- 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.

Bereits im Bezugsjahr 2010 wird für alle Abschnitte die Einhaltung des PM_{10}-Grenzwertes von 40 µg/m³ und des Tagesgrenzwertkriteriums (35 Tage > 50 µg/m³) ermittelt.

Das Screening im Bezugsjahr 2010 zeigt, dass bei NO_2 für einen Straßenabschnitt die Überschreitung des im Jahr 2010 geltenden Grenzwertes von 40 µg/m³ ermittelt wird.

Die Immissionen vermindern sich in der Prognose und der Grenzwert für NO_2 von 40 µg/m³ wird im Bezugsjahr 2015 in allen Abschnitten eingehalten.

Der Rückgang der Immissionen in der Prognose 2015 ist durch die Verbesserung der Emissionsfaktoren, bedingt durch die angenommene Entwicklung und Erneuerung der Fahrzeugflotte - hier insbesondere die verbesserte Busflotte - 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_{10}-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_{10}-Immission von der in der Modellrechnung mit dem meteorologischen Mittel bestimmten PM_{10}-Immission abweichen.
- Die verwendeten Kfz-Emissionsfaktoren beruhen auf dem HBEFA 3.1 und beinhalten die Abgasgrenzwerte für PKW bis Euro 6 (2014) und für schwere Nutzfahrzeuge bis Euro VI (2014). Die Kfz-Emissionsfaktoren der neusten Konzepte wurden im Hinblick auf die künftige Gesetzgebung auf Basis weniger zur Zeit der Entwicklung des HBEFA 3.1 zur Verfügung stehender Fahrzeuge der höchsten Emissionsstufe abgeschätzt. Treffen die durch die Euro 6- und Euro VI-Fahrzeuge erwarteten deutlichen Emissionsminderungen nicht ein, hat das entscheidenden Einfluss auf die berechneten Ergebnisse. Deshalb sind Berechnungen auf Basis von Fahrzeugflotten mit einem hohen Anteil von Fahrzeugen neuster Emissionskonzepte mit Unsicherheiten behaftet.
- Die Prognose ist besonders mit Unsicherheiten behaftet, da sie auf einer sich erneuernden Fahrzeugflotte mit geringeren Emissionen beruht.

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 PM_{10}-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] IFEU, 2010: Fortschreibung und Erweiterung „Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland - TREMOD (Transport Emission Model) Version 5 – Endbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2010

[16] INFRAS AG, 2010: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 3.1; Bern, Februar 2010

[17] IVU UMWELT GMBH, 2005: Grundsatzuntersuchungen für die Aufstellung von Luftreinhalteplänen nach der 22. BImSchV. Im Auftrag des Landesamts für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Februar 2005

[18] IVU UMWELT GMBH, 2006: Immissionsbelastung im Hauptstraßennetz von München, 2005. Im Auftrag des Referats für Umwelt und Gesundheit der Landeshauptstadt München, August 2006

[19] LÖCHTER, A., SEIFERT A., 2007: Modellsystem zur Berechnung des Abriebs und anderer luftgetragener Schadstoffe des Schienenverkehrs, Immissionsschutz 4, pp169-175, Dezember 2007

[20] NEUNHÄUSERER, L. ET AL., 2011: Stand der Modellierungstechnik zur Prognose der NO_2-Konzentrationen in Luftreinhalteplänen nach der 39. BImSchV, UBA-FB 001547, im Auftrag des Umweltbundesamts, Texte 70/2011, ISSN 1862-4804, Mai 2011

[21] PESTEL INSTITUT, 2005: Niedersächsische Energie- und CO_2-Bilanzen 2002. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, März 2005

[22] PESTEL INSTITUT, 2007: Niedersächsische Energie- und CO_2-Bilanzen 2004. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, Januar 2007

[23] PESTEL INSTITUT, 2008: Niedersächsische Energie- und CO_2-Bilanzen 2006. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, November 2008

[24] 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

[25] 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

[26] PREGGER, T.ET AL., 2005: Fortschreibung des Emissionskataster Bayern für das Jahr 2000 (Schlussbericht). Im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz, August 2005

[27] ROMBERG, E. ET AL., 1996: NO-NO_2-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 56, Springer-Verlag, 215-218

[28] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO_2-Notifizierung – Hameln, September 2011

[29] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO_2-Notifizierung – Osnabrück, September 2011

[30] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO_2-Notifizierung – Hannover, September 2011

[31] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO_2-Notifizierung – Hildesheim, September 2011

[32] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO_2-Notifizierung – Göttingen, September 2011

[33] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO_2-Notifizierung – Braunschweig, September 2011

[34] 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

[35] 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

[36] 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

[37] 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_2 über 32 µg/m³, sortiert nach NO_2-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/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
5344	HEILIGENGEISTWALL 300	47	18,0	15,0	15.100	0,7	5,9	0,0	0,0	1	1	50	20	36	26	84	**41**
1790	DONNERSCHWEER STR153	39	14,0	14,9	12.800	1,0	3,2	0,0	0,0	1	1	50	20	32	26	78	39
5397	SCHLOSSWALL 303	41	20,0	14,3	16.700	1,5	3,3	0,0	0,0	1	1	50	20	29	25	73	38
877	NADORSTER STRASSE 122	38	20,4	8,0	23.900	0,5	1,3	8,1	0,0	1	1	50	20	29	26	71	37
5347	HEILIGENGEISTWALL 300	58	18,7	11,7	15.100	0,7	5,9	0,0	0,0	1	1	50	20	33	24	68	36
860	NADORSTER STRASSE 122	43	20,4	8,9	23.900	0,5	1,3	8,1	0,0	1	1	50	20	27	25	66	36
5351	HEILIGENGEISTWALL 300	62	18,2	11,4	15.100	0,7	5,9	0,0	0,0	1	1	50	20	34	24	66	36
5649	HAUPTSTRASSE 317	41	19,4	8,8	14.900	1,2	1,7	0,0	0,0	1	1	50	20	34	24	66	36
5651	HAUPTSTRASSE 317	44	23,2	9,0	14.900	1,2	1,7	0,0	0,0	1	1	50	21	41	24	66	36
5814	Zum PFERDEMARKT 327	38	44,0	13,5	36.300	2,0	1,4	31,1	0,0	1	1	50	20	29	25	66	35
871[18]	NADORSTER STRASSE 122	38	22,8	10,0	23.900	0,5	1,3	8,1	0,0	1	1	50	20	27	25	65	35
867	NADORSTER STRASSE 122	39	23,5	11,9	23.900	0,5	1,3	8,1	0,0	1	1	50	20	27	25	65	35
5186	AMALIENSTRASSE 288	40	24,9	9,9	20.000	0,4	2,9	0,0	0,0	1	1	50	20	29	24	63	35
5349	HEILIGENGEISTWALL 300	66	18,4	13,5	15.100	0,7	5,9	0,0	0,0	1	1	50	20	33	23	63	35
5051	CLOPPENBURGER STR284	37	20,4	7,2	12.700	2,9	1,0	0,0	0,0	1	1	50	21	37	24	62	34
5350	HEILIGENGEISTWALL 300	65	18,6	9,7	15.100	0,7	5,9	0,0	0,0	1	1	50	20	33	23	61	34
5017	BREMER STRASSE 282	49	18,0	7,9	17.500	1,4	1,8	0,0	0,0	1	1	50	20	27	24	60	34
859	NADORSTER STRASSE 122	42	24,9	10,5	23.900	0,5	1,3	8,1	0,0	1	1	50	20	26	24	60	34
5311	MOSLESTRASSE 296	43	29,0	19,9	10.400	2,0	6,5	0,0	0,0	1	3	50	20	32	23	59	33
5697	OFENER STRASSE 320	48	25,0	10,2	23.000	0,9	1,0	0,0	0,0	1	1	50	20	29	24	59	33
874	NADORSTER STRASSE 122	39	25,5	8,5	23.900	0,5	1,3	8,1	0,0	1	1	50	20	27	24	59	33
5370	THEATERWALL 301	32	30,2	13,6	14.000	2,0	4,0	0,0	0,0	1	1	50	20	27	23	59	33
5820	AM STADTMUSEUM 299	41	45,5	15,0	33.500	2,0	0,3	23,9	0,0	1	1	50	20	32	24	59	33
5319	MOSLESTRASSE 296	46	24,9	18,0	10.400	2,0	6,5	0,0	0,0	1	3	50	20	29	23	58	33
5365	THEATERWALL 301	54	21,3	14,3	14.000	2,0	4,0	0,0	0,0	1	1	50	20	28	23	58	33
864	NADORSTER STRASSE 122	44	22,8	7,1	23.900	0,5	1,3	8,1	0,0	1	1	50	20	27	24	58	33
5337	BAHNHOFSPLATZ 298	67	19,5	15,5	5.800	2,0	22,7	0,0	0,0	1	3	50	20	32	22	58	33
358	ALEXANDERSTRASSE 105	43	25,9	10,5	20.700	1,5	1,3	0,0	0,0	1	1	50	20	26	24	57	33

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

Eingangsdaten													Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	BUS	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%	%				µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
886	NADORSTER STRASSE 122	54	28,8	11,5	23.900	0,5	1,3	8,1	0,0	1	1	50	21	34	24	57	33
349	ALEXANDERSTRASSE 105	47	23,0	8,6	20.700	1,5	1,3	0,0	0,0	1	1	50	20	26	24	57	33

Tabelle 9-2: Prognose 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO_2 über 32 µg/m³, sortiert nach NO_2-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/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
5344	HEILIGENGEISTWALL 300	47	18,0	15,0	15.100	0,7	5,9	0,0	0,0	1	1	50	20	32	25	71	37
1790	DONNERSCHWEER STR. 153	39	14,0	14,9	12.800	1,0	3,2	0,0	0,0	1	1	50	20	28	25	66	36
5397	SCHLOSSWALL 303	41	20,0	14,3	16.700	1,5	3,3	0,0	0,0	1	1	50	20	26	24	61	34
877	NADORSTER STRASSE 122	38	20,4	8,0	23.900	0,5	1,3	8,1	0,0	1	1	50	20	26	24	60	34
5347	HEILIGENGEISTWALL 300	58	18,7	11,7	15.100	0,7	5,9	0,0	0,0	1	1	50	20	30	23	58	33