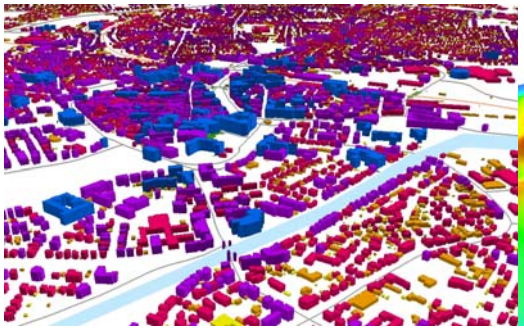
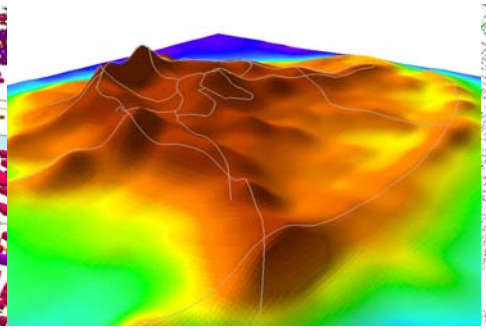
Modellgestützte Abschätzung von Luftschadstoffkonzentrationen

VORUNTERSUCHUNG ZUM LUFTREINHALTE- UND AKTIONSPLAN

- OLDENBURG -

Niedersachsen

05/2009

Herausgeber:

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

Auftraggeber:

Land Niedersachsen

Vertreten durch

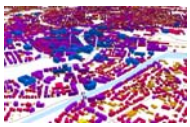
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
Zentrale Unterstützungsstelle – Luftreinhaltung und Gefahrstoffe – Dez. 41 –
Goslarsche Straße 3, 31134 Hildesheim

Titelbilder:

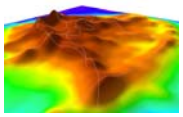
Verkehrsmessstation, Nadorster Straße, Oldenburg

Verkehrssituation, Nadorster Straße, Oldenburg

Orthophoto, Bereich Innenstadt, Oldenburg



3D-Gebäudemodell, Oldenburg



PM_{10}-Vorbelastung, Oldenburg

NO_2-Belastung, Oldenburg

Karten- und Bildmaterial:

Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung,

© 2005

INHALT

1 Einleitung ... 5

2 Vorgehensweise der Untersuchung ... 5

3 Aufbau der Emissionsdatenbasis ... 6

3.1 Emissionen des Straßenverkehrs ... 7

3.1.1 Hauptstraßennetz ... 7

3.1.2 Nebenstraßennetz ... 12

3.1.3 Busflottenzusammensetzung in 2007 ... 13

3.2 Emissionen sonstiger Verkehre ... 14

3.2.1 Bahnverkehr ... 14

3.2.2 Binnenschifffahrt ... 14

3.3 Emissionen des Hausbrands ... 16

3.3.1 Vorgehensweise ... 16

3.3.2 Berechnung der Emissionen ... 19

3.3.3 Plausibilisierung der Ergebnisse ... 21

3.3.4 Umlegung der Emissionen auf Rasterzellen ... 23

3.4 Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen ... 25

3.4.1 Punktquellen ... 26

3.4.2 Flächenquellen ... 26

3.5 Emissionsbilanz ... 28

4 Meteorologie ... 29

5 Berechnung der Gesamtbelastung ... 30

5.1 Bildung von IMMIS^{luft}-Abschnitten ... 30

5.2 Abgeleitete Kennwerte ... 31

6 Analyse der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten ... 33

6.1 Bestimmung der Vorbelastung ... 33

6.1.1 Abschätzung des regionalen Hintergrunds 2007 ... 33

6.1.2 Berechnung des urbanen Hintergrunds 2007 ... 33

6.2 Ergebnisse des Screenings - Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten ... 35

6.3 Bewertung der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten ... 37

6.4 Verursacheranalyse ... 38

7 Prognose der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten ... 41

7.1 Prognose der Vorbelastung ... 41

7.1.1 Abschätzung des regionalen Hintergrunds 2011 ... 41

7.1.2 Berechnung des urbanen Hintergrunds 2011 ... 41

7.2 Ergebnisse der Prognose - Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten ... 42

7.3 Bewertung der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}- Abschnitten ... 44

8 Zusammenfassung ... 45

9 Literatur ... 46

10 Anlage: Liste der Belastungsschwerpunkte ... 48

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung im Hotspot 6

Abbildung 3-1: Hauptstraßennetz der Stadt Oldenburg mit DTV-Werten, Analyse 2007 7

Abbildung 3-2: Anteil der schweren LKW am DTV im Hauptstraßennetz, Analyse 2007 8

Abbildung 3-3: Anteil der Busse am DTV im Hauptstraßennetz, Analyse 2007 8

Abbildung 3-4: Anteil der Krafträder am DTV im Hauptstraßennetz, Analyse 2007 9

Abbildung 3-5: Zeitlicher Stauanteil in % im Hauptstraßennetz Oldenburg, Analyse 2007 9

Abbildung 3-6: Verkehrssituation im Hauptstraßennetz Oldenburg 11

Abbildung 3-7: Kaltstartverhalten im Hauptstraßennetz Oldenburg 11

Abbildung 3-8: Nebenstraßennetz der Stadt Oldenburg mit DTV-Werten 12

Abbildung 3-9: Lagebezogene Darstellung der Bahn- und Binnenschifffahrtsemissionen PM_{10} 15

Abbildung 3-10: Lagebezogene Darstellung der Bahn- und Binnenschifffahrtsemissionen NO_X 15

Abbildung 3-11: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand am Beispiel der Stadt Oldenburg. 16

Abbildung 3-12: Datengrundlage Hausbrand in Oldenburg, aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Festbrennstoffe und Pellets 18

Abbildung 3-13: Verteilung der Nutzungen in Oldenburg 18

Abbildung 3-14 Anteile von PM_{10} und NO_X an den einzelnen Brennstoffarten 20

Abbildung 3-15: Verteilung der NO_X-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Oldenburg 24

Abbildung 3-16: Verteilung der PM_{10}-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Oldenburg 24

Abbildung 3-17: Häufigkeitsverteilung der NO_X-Emissionen der Industriequellen 26

Abbildung 3-18: Häufigkeitsverteilung der PM_{10}-Emissionen der Industriequellen 26

Abbildung 3-19: NO_X-Industrieemissionen in Oldenburg als Punktquellen 27

Abbildung 3-20: PM_{10}-Industrieemissionen in Oldenburg als Punkt- und Flächenquellen 27

Abbildung 3-21: Emissionsanteile PM_{10} 2007 28

Abbildung 3-22: Emissionsanteile NO_X 2007 28

Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Windgeschwindigkeiten für die Statistik Oldenburg 29

Abbildung 5-1: $IMMIS^{luft}$-Abschnitte in einem Ausschnitt von Oldenburg 30

Abbildung 5-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO_2 aus NO_X. 31

Abbildung 5-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM_{10} und der Anzahl Tage mit einem PM_{10}-Tagesmittelwert über 50 µg/m³ 32

Abbildung 6-1: Vorbelastung NO_X für die Stadt Oldenburg, 2007 34

Abbildung 6-2: Vorbelastung PM_{10} für die Stadt Oldenburg, 2007 34

Abbildung 6-3: Jahresmittelwert PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg, 2007 36

Abbildung 6-4: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg, 2007 36

Abbildung 6-5: Lage des IMMISluft-Abschnittes am Heiligengeistwall 38

Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an den PM_{10}-Immissionen im Heiligengeistwall 39

Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an den NO_X-Immissionen im Heiligengeistwall 39

Abbildung 6-8: Prozentuale Aufteilung nach Verursachern im urbanen Hintergrund im Heiligengeistwall (PM_{10}) 39

Abbildung 6-9: Prozentuale Aufteilung nach Verursachern im urbanen Hintergrund im Heiligengeistwall (NO_X) 39

Abbildung 6-10: Verursacherbezogene Fahrleistungs- und Immissionsanteile der Zusatzbelastung im Heiligengeistwall 40

Abbildung 7-1: Jahresmittelwert PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg, 2011 43

Abbildung 7-2: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg, 2011 43

Abbildung 7-3: Anzahl und Gesamtlänge der Straßenabschnitte nach Überschreitungswahrscheinlichkeit 44

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1: Verkehrssituationen gemäß HB-Efa 10

Tabelle 3-2: Zusammensetzung der Busflotte 2007 13

Tabelle 3-3: Gerätebezogener Endenergieverbrauch für Oldenburg; Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [GJ] 19

Tabelle 3-4: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO_X und PM_{10}, aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [kg] 20

*Tabelle 3-5: Emissionsaufkommen für NO_X und PM_{10} in [t/a] und [kg/Einwohner*a] für verschiedene Städte und die Bundesrepublik Deutschland 21*

Tabelle 3-6: Einwohnerbezogener Endenergieverbrauch des Landes Niedersachen für die Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher in [TerraJoule/Einwohner] im Vergleich zur Stadt Oldenburg 22

Tabelle 3-7: Verhältnis PM/PM_{10} nach IER 2005 - genehmigungsbedürftige Anlagen 25

Tabelle 3-8: Emissionsmengen NO_X und PM_{10} in kg/a, Analyse 2007 28

Tabelle 6-1: Abschätzung des regionalen Hintergrunds als Jahresmittelwert in µg/m³ 33

Tabelle 6-2: Übersicht der Legendendarstellung in den Karten für PM_{10} und NO_2 35

Tabelle 6-3: Quellgruppenanteile an den Immissionen im Heiligengeistwall, ... 38

Tabelle 7-1: Abschätzung der Entwicklung des regionalen Hintergrunds für NO_X und PM_{10} für das Prognosejahr 2011 41

Tabelle 7-2: Verkehrs-Emissionsmengen NO_X und PM_{10} in kg/a in 2007 und in der Prognose 2011 41

Tabelle 10-1: Screening 2007: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO_2 ab 33 µg/m³ 48

Tabelle 10-2: Prognose 2011: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO_2 ab 33 µg/m³ 50

1 Einleitung

Das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim – Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung und Gefahrstoffe - ist zuständig für die Ermittlung der Luftschadstoffbelastungen nach der EU-Rahmenrichtlinie zur Luftqualität 96/62/EG und den zugehörigen Tochterrichtlinien. Mit der 22. BImSchV wurden diese Richtlinien in nationales Recht umgesetzt. Bei Überschreitung der in den Tochterrichtlinien 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.

Die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa vom 21. Mai 2008 wurde am 11. Juni 2008 im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht. Mit dieser Richtlinie wurden die bisherige Rahmenrichtlinie zur Luftqualität 96/62/EG und die dazugehörigen ersten drei Tochterrichtlinien 1999/30/EG, 2000/69/EG und 2002/3/EG zusammengefasst. Die EU-Richtlinie 2008/50/EG muss spätestens zum 11. Juni 2010 in nationales Recht umgesetzt werden.

Für das Stadtgebiet Oldenburg wurde von der Zentralen Unterstützungsstelle Luftreinhaltung und Gefahrstoffe des Gewerbeaufsichtsamtes Hildesheim die Immissionsbelastung untersucht. Die in diesem Rahmen ermittelten Belastungen 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 für das Hauptstraßennetz neben der Analyse für das Jahr 2007 zusätzlich eine Berechnung für das Prognosejahr 2011 durchgeführt.

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 Luftschadstoffbelastung an Hotspots (Zusatzbelastung), dem urbanen und dem regionalen Hintergrund (Vorbelastung). Der urbane Hintergrund wiederum wird unter anderem bestimmt durch Emissionen des Straßen- und Bahnverkehrs, der Binnenschifffahrt, industrieller und gewerblicher Quellen und des Hausbrands. In einem zweistufigen Berechnungsverfahren wird zunächst mit dem Modell IMMIS^{net} (STERN, R., 1997) die urbane Hintergrundbelastung als Überdachkonzentration an der Untersuchungsstelle bestimmt (siehe Abbildung 2-1) und anschließend mit dem Modell IMMIS^{luft} (DIEGMANN, 2008) die Zusatzbelastung im Straßenraum ermittelt. Aus der Summe der beiden Werte und dem regionalen Hintergrund ist dann die Gesamtbelastung im Straßenraum zu bestimmen.

---

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

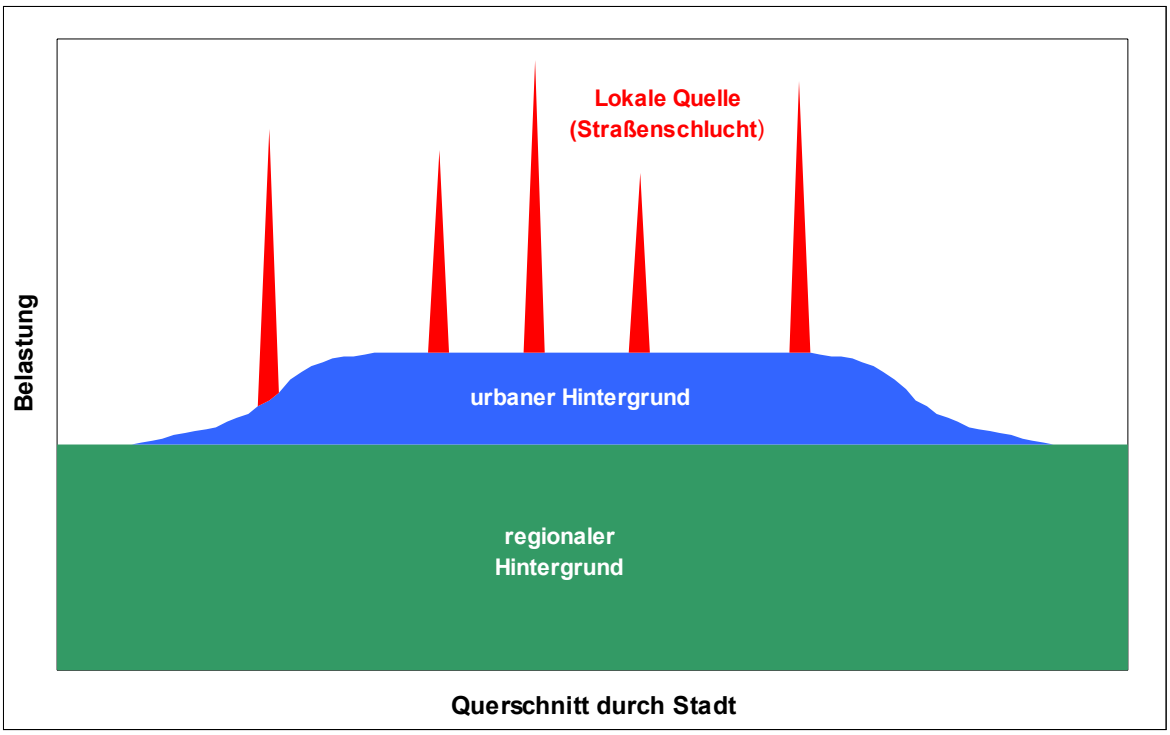


Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung im Hotspot

Zur Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs wurde das Modell IMMIS^{em} (Diegmann, 2008), das auf dem „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 2.1“ (HB-Efa 2.1) des Umweltbundesamts (INFRAS AG, 2004) basiert, eingesetzt. Mit diesem Modell wurden die Straßenverkehrsemissionen unter zusätzlicher Berücksichtigung von Nicht-Auspuff-PM_{10}-Emissionen gemäß DÜRING, I. UND LOHMEYER, A., 2004, berechnet.

Die für eine Ausbreitungsmodellierung erforderlichen meteorologischen Daten mit Angaben zu Ausbreitungsklassen wurden einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) für Oldenburg entnommen.

3 Aufbau der Emissionsdatenbasis

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

- Straßenverkehr getrennt nach Hauptstraßen- und Nebenstraßennetz auf der Basis von Aktivitätsdaten und dem Emissionsmodell IMMIS^{em} (siehe Kapitel 2)
- Sonstiger Verkehr wie Bahnverkehr 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 der Landesinnung der Schornsteinfeger in Verbindung mit Emissionsfaktoren des UBA.
- Genehmigungsbedürftige Anlagen als Auszug der entsprechenden Datenbank des Landes Niedersachsens (AIS-I[2])

2 AIS-I Anlageninformationssystem-Immissionsschutz zum Vollzug der Verordnung über Emissionserklärungen u. -berichte

3.1 *Emissionen des Straßenverkehrs*

3.1.1 Hauptstraßennetz

Die Berechnung der Emissionen im Hauptstraßennetz basiert u.a. auf Informationen zur Verkehrsbelastung als durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) für das Jahr 2007 (Abbildung 3-1), mit dem jeweiligem Anteil der schweren LKW[3] und der Busse am DTV (Abbildung 3-2 und Abbildung 3-3). Für unbekannte Kfz-Anteilswerte wurde netzweit der Wert für den Anteil der leichten Nutzfahrzeuge[4] am PKW-Verkehr auf 5 % gesetzt.

Die resultierende Gesamtfahrleistung für das Hauptstraßennetz beträgt rund 2,7 Mio. km/Tag, wobei ca. 1,3 Mio. km/Tag auf die 31 km im Stadtgebiet verlaufenden Autobahnen entfällt.

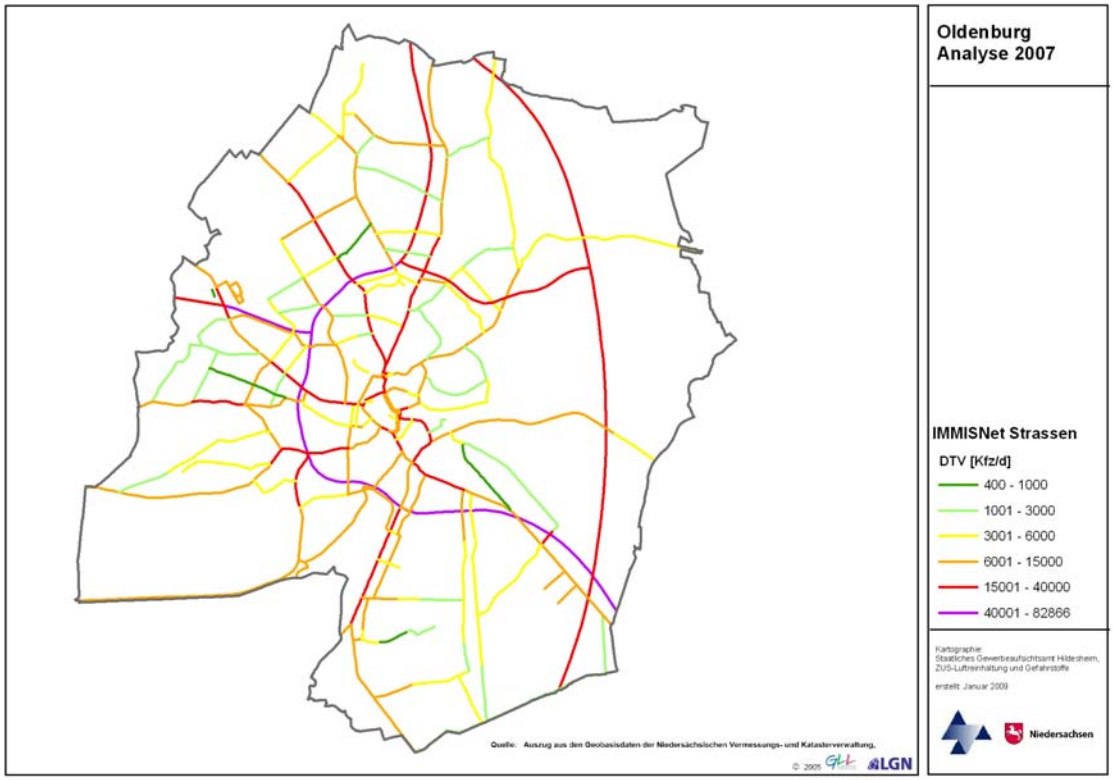


Abbildung 3-1: Hauptstraßennetz der Stadt Oldenburg mit DTV-Werten, Analyse 2007

3 schwere LKW > 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht

4 leichte Nutzfahrzeuge ≤ 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht

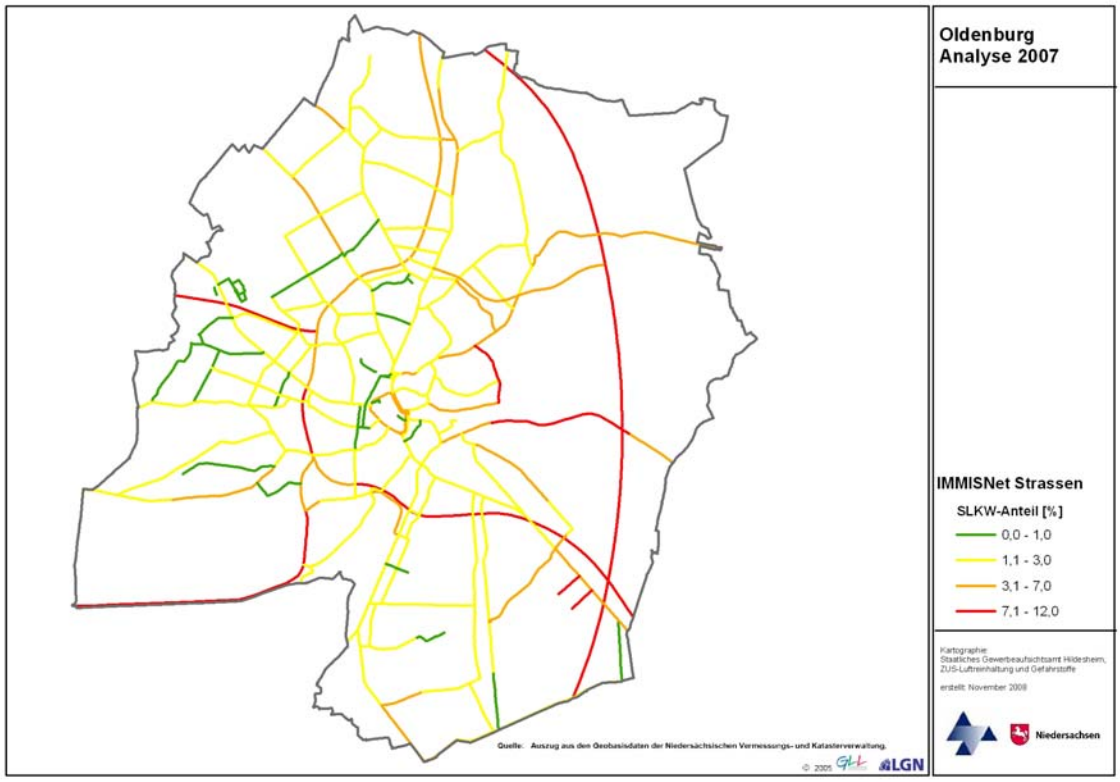


Abbildung 3-2: Anteil der schweren LKW am DTV im Hauptstraßennetz, Analyse 2007

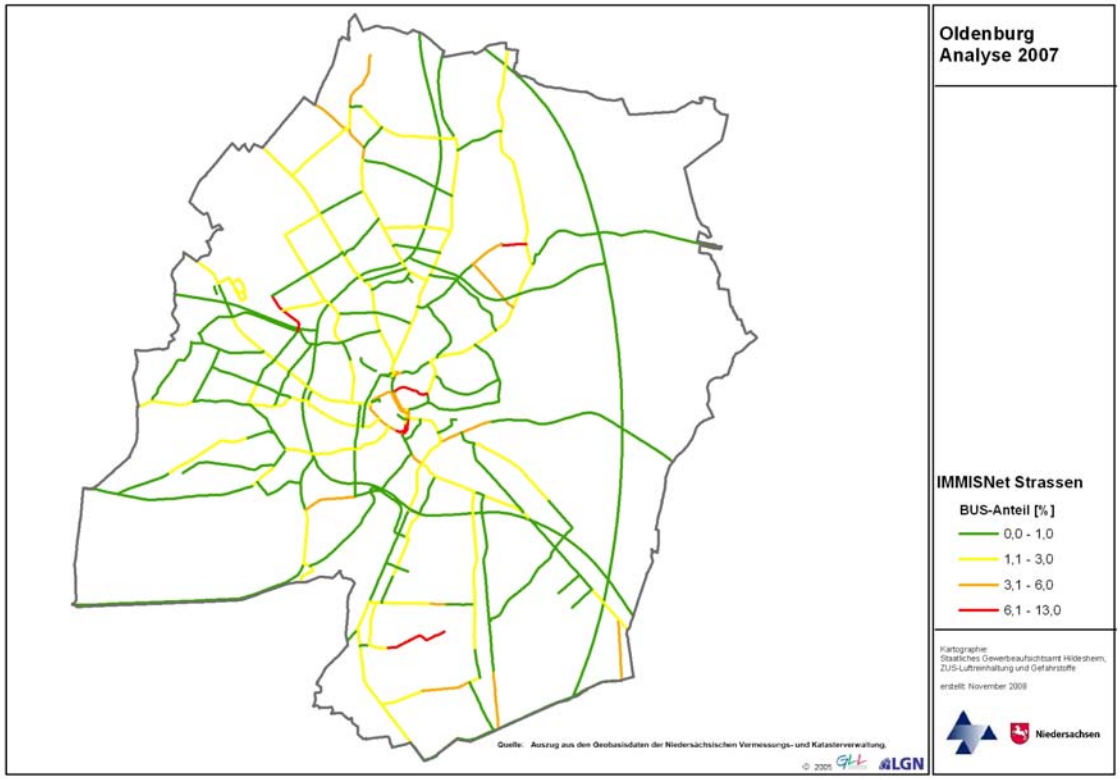


Abbildung 3-3: Anteil der Busse am DTV im Hauptstraßennetz, Analyse 2007

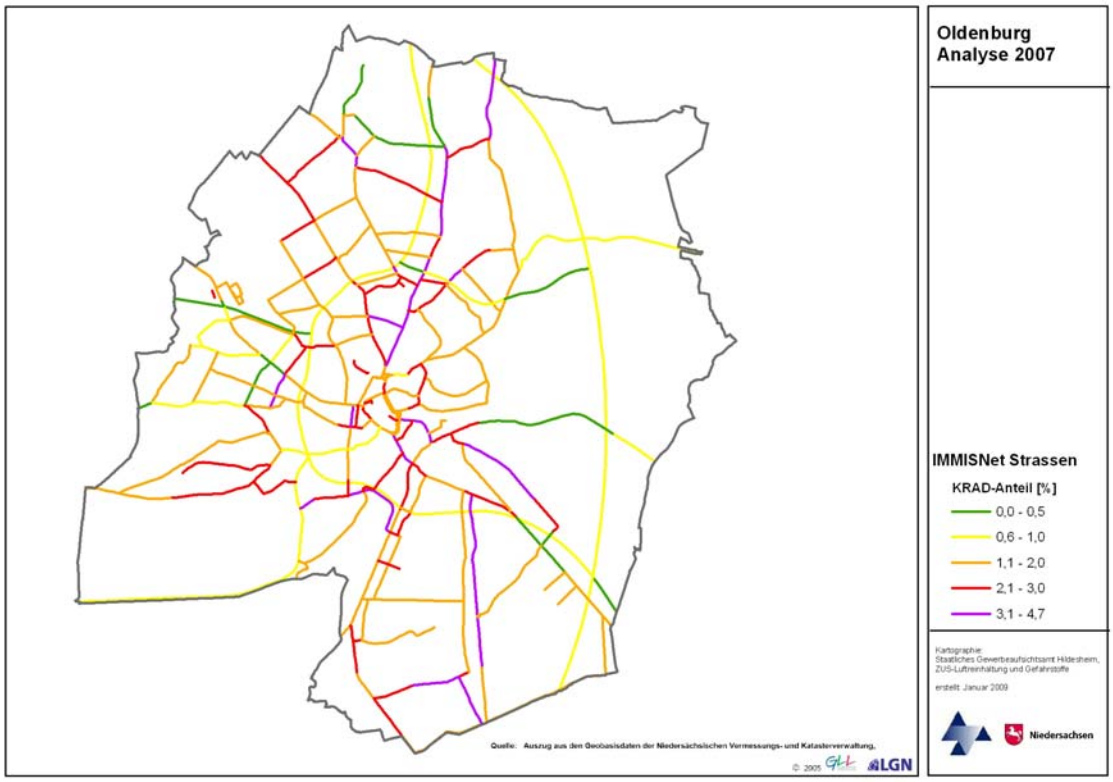


Abbildung 3-4: Anteil der Krafträder am DTV im Hauptstraßennetz, Analyse 2007

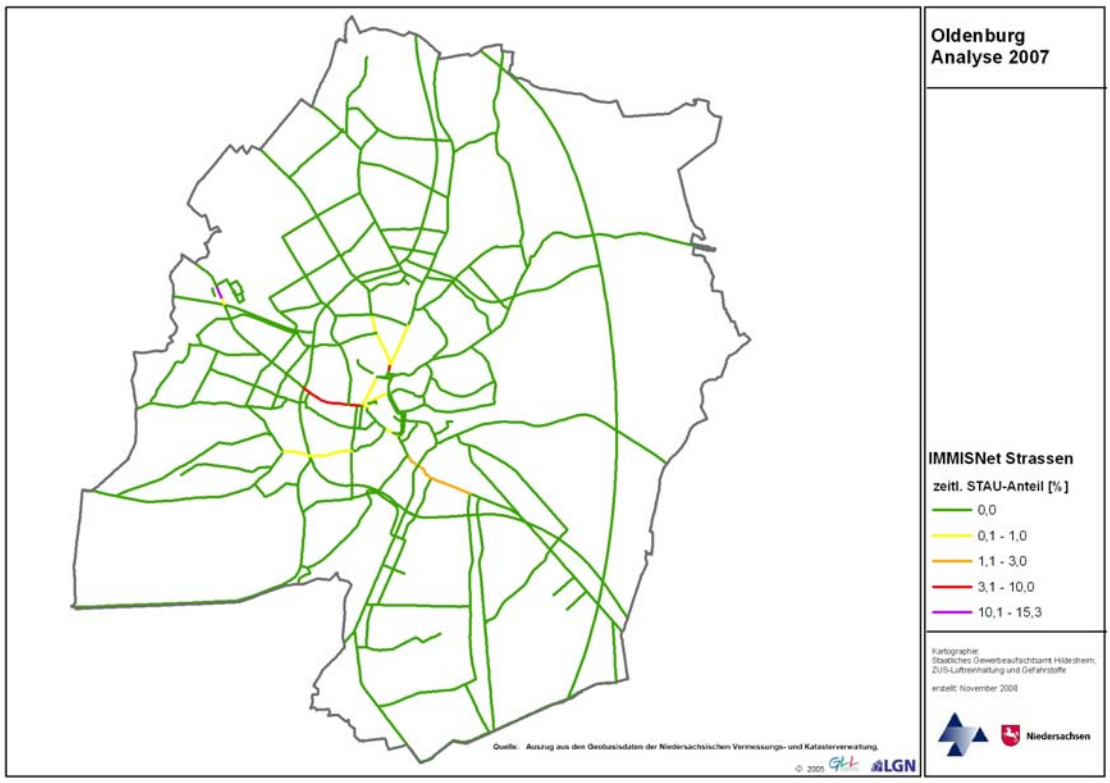


Abbildung 3-5: Zeitlicher Stauanteil in % im Hauptstraßennetz Oldenburg, Analyse 2007

Zu Ermittlung der Emissionen wurden die einzelnen Abschnitte folgendermaßen klassifiziert (Abbildung 3-5 bis Abbildung 3-7):

- Stauanteile als zeitlicher Anteil der täglichen Verkehrsbehinderung (lt. IMMIS$^{em/luft}$-Handbuch)
- Verkehrssituation zur Beschreibung der Verkehrsdynamik gemäß Tabelle 3-1
- Kaltstartverhalten[5] getrennt nach der Funktion der Straße (Lage)
  - Wohngebietsstraße
  - Einfallstraße
  - Geschäftsstraße
  - sowie kein Kaltstart
- Steigung der Straße (lt. IMMIS$^{em/luft}$-Handbuch, Werte bis maximal 6 %)

Tabelle 3-1: Verkehrssituationen gemäß HB-Efa

Straßenart/Lage	Verkehrssituation	Abkürzung HB-Efa	Typ	v Ø[6]
Autobahn	BAB Tempolimit 60 km/h	AB_60	3	80
	BAB Tempolimit 80 km/h	AB_80	4	95
	BAB Tempolimit 100 km/h	AB_100	5	110
	BAB Tempolimit 120 km/h	AB_120	12	120
	BAB ohne Tempolimit	AB>120	13	130
außerorts	guter Ausbaugrad, gerade	AO_1	8	77
	guter Ausbaugrad, gleichmäßig kurvig	AO_2	9	66
	ungleichmäßig kurvig	AO_3	10	61
innerorts	vorfahrtberechtigte Ortsdurchfahrt/ Haupt-	IO_HVS1	7	58
	vorfahrtberechtigte Hauptverkehrsstraße	IO_HVS2	6	46
	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage	IO_LSA1	2	39
	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage	IO_LSA2	14	28
	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage	IO_LSA3	15	24
	Kernstraße	IO_KERN	0	20
	Nebenstraße mit dichter Bebauung	IO_Nebenstr_dicht	1	19
	Nebenstraße mit lockerer Bebauung	IO_Nebenstr_locker	11	32

Aus der Fahrleistung und den spezifischen Emissionen ergeben sich für das Stadtgebiet absolute Emissionen des Hauptstraßennetzes für NO_X von 620 t/a und für PM_{10} von 65 t/a.

5 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.

6 Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h nach dem Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs

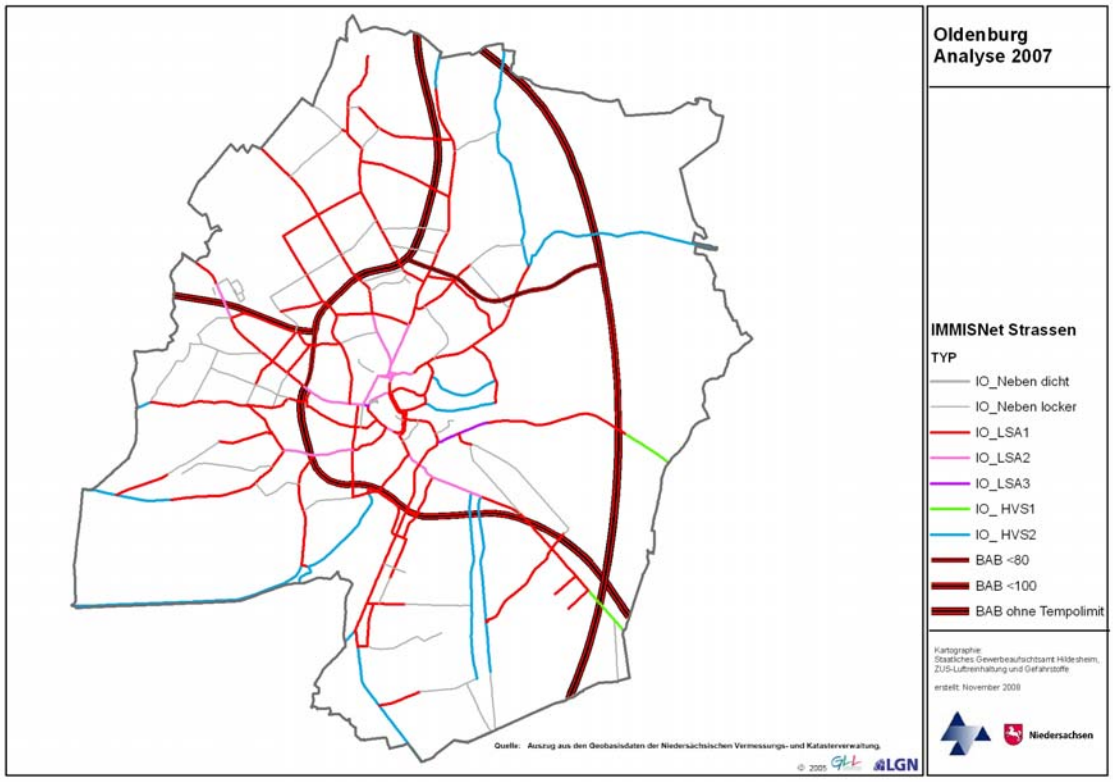


Abbildung 3-6: Verkehrssituation im Hauptstraßennetz Oldenburg

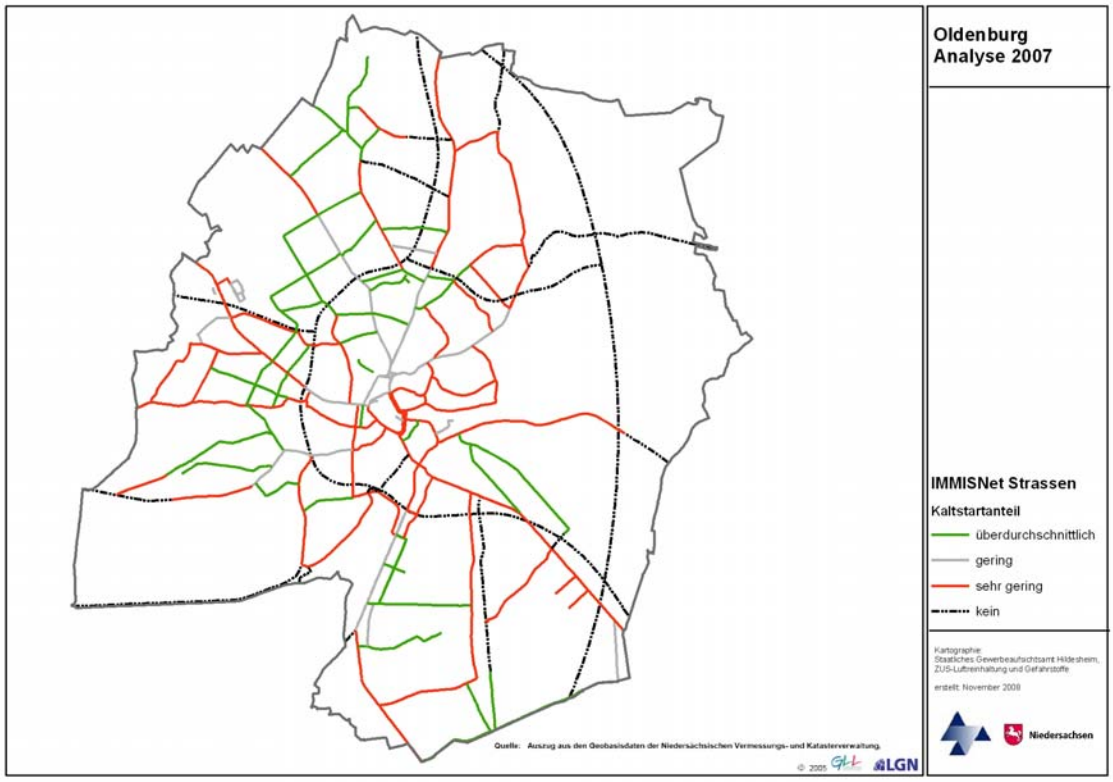


Abbildung 3-7: Kaltstartverhalten im Hauptstraßennetz Oldenburg

3.1.2 Nebenstraßennetz

Die Berechnung der Emissionen im Nebenstraßennetz basieren entsprechend des Hauptstraßennetzes auf Informationen zur Verkehrsbelastung als durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV). Den Nebenstraßen im Stadtgebiet von Oldenburg wurden DTV-Werte von 0 bis 5.100 Kfz/Tag übertragen (siehe Abbildung 3-8). Als Gesamtfahrleistung im Nebenstraßennetz ergeben sich ca. 302.000 km/Tag. Dies entspricht rund 10 % der Fahrleistung des gesamten Straßennetzes.

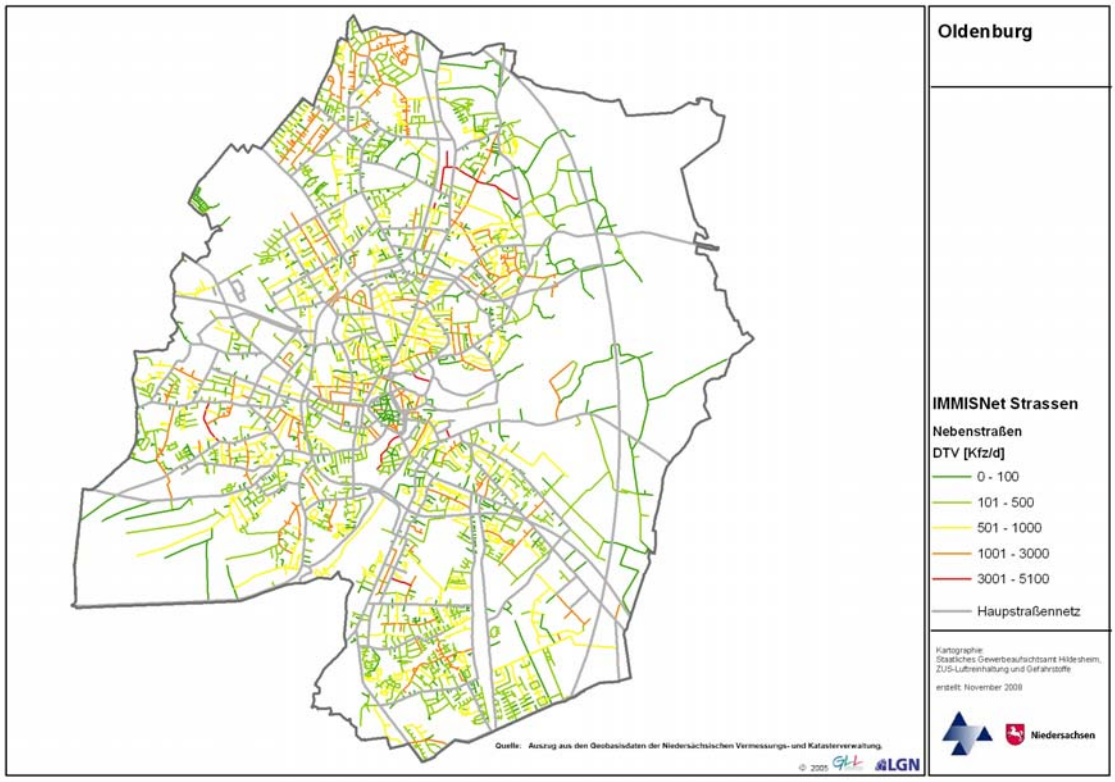


Abbildung 3-8: Nebenstraßennetz der Stadt Oldenburg mit DTV-Werten

Den Straßen des Nebenstraßennetzes wurde als Verkehrssituation „Innerorts-Nebenstraße mit lockerer Bebauung“ mit der Lage „Wohngebietsstraße“ zugewiesen. Die Zusammensetzung der Kfz-Flotte wurde aus vergleichbaren Studien vorgegeben:

- 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 %

Aus der Fahrleistung und den spezifischen Emissionen ergeben sich für das Stadtgebiet absolute Emissionen des Nebenstraßennetzes für NO_X von 44 t/a und für PM_{10} von 8 t/a.

3.1.3 Busflottenzusammensetzung in 2007

Für Oldenburg ist die Zusammensetzung der Stadtbusflotte der Verkehr und Wasser GmbH (VWG) im Bezugsjahr 2007 bekannt. Diese Information wurde genutzt, um die Standardflottendatei für das Bezugsjahr 2007 des HB-Efa entsprechend anzupassen.

Die aus 92 Bussen bestehende Busflotte der VWG wurde in der Zusammensetzung nach Tabelle 3-2 berücksichtigt.

Tabelle 3-2: Zusammensetzung der Busflotte 2007

Bezugsjahr 2007	Anzahl Gesamt-busse	Anteil Partikel-filter	Anteil Standard-busse	Anteil Gelenk-busse
Euro I	4	-	3 %	1 %
Euro II	24	-	21 %	5 %
Euro III	35	66 %	30 %	8 %
Erdgas/Euro V	29	100 %	25 %	6 %
Summe	**92**		**100 %**	

Von den 92 Bussen der VWG sind 20 Gelenkbusse, der Rest sind Solowagen. Das Verhältnis von Gelenkbus zu Solowagen und die Verteilung nach Euroklassen der Oldenburger Busflotte wurden auf die Schadstoffklassenanteile nach Standard- und Gelenkbus der Standardflottendatei des HB-Efa übertragen. Für die IMMIS^{luft}-Berechnungen wurde die Berücksichtigung von Partikelfiltern aktiviert und für Linienbusse der Euroklassen III der voreingestellte Partikelfilteranteil mit einem Wirkungsgrad von 90 % verwendet. Da für Gasbusse im Hb-Efa keine Emissionsfaktoren vorliegen, wurde diesen Fahrzeugen der Emissionsfaktor von Euro V-Dieselbussen mit Partikelfilter (50 % Wirkungsgrad) zugewiesen.

Zu weiteren im Stadtgebiet von Oldenburg fahrenden Bussen aus überregionalen Verkehrsanbindungen lagen keine detaillierten Angaben zu Anzahl und zur Zusammensetzung vor.

3.2 *Emissionen sonstiger Verkehre*

3.2.1 Bahnverkehr

Der Oldenburger Bahnhof ist ein Bahnknotenpunkt, der regelmäßige Verbindungen 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 (LÖCHTER, A., SEIFERT A. (2007)) des Bahn-Umwelt-Zentrums der DB AG liefert die Emissionen des Schienenverkehrs für das Untersuchungsgebiet Oldenburg. Die Abschätzung von Emissionen, die durch nicht-bundeseigene Eisenbahnverkehrsunternehmen auf den Trassen der DB Netz AG verursacht werden, ist in diese Untersuchung eingeschlossen.

Die steckenbezogenen 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 3-9 und Abbildung 3-10 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 werden jährlich ca. 5.000 Binnenschiffe mit rund 3 Mio. Gütertonnen Ladung geschleust.

Als Emissionsfaktoren wurden für NO_X 0,61 und für PM_{10} 0,017 Gramm pro transportierter Tonne Ladung und Schiffskilometer nach SCHMIDT M., FRINGS E. (1999) verwendet. Auf den 14 km Schifffahrtsstraße im Stadtgebiet Oldenburg ergeben sich aus den Emissionsfaktoren und der transportierten Ladung NO_X-Emissionen in Höhe von 26 t/a und PM_{10}-Emissionen in Höhe von 700 kg/a.

Der Verlauf der Schifffahrtsstraße und die spezifischen Emissionen sind in Abbildung 3-9 und Abbildung 3-10 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.

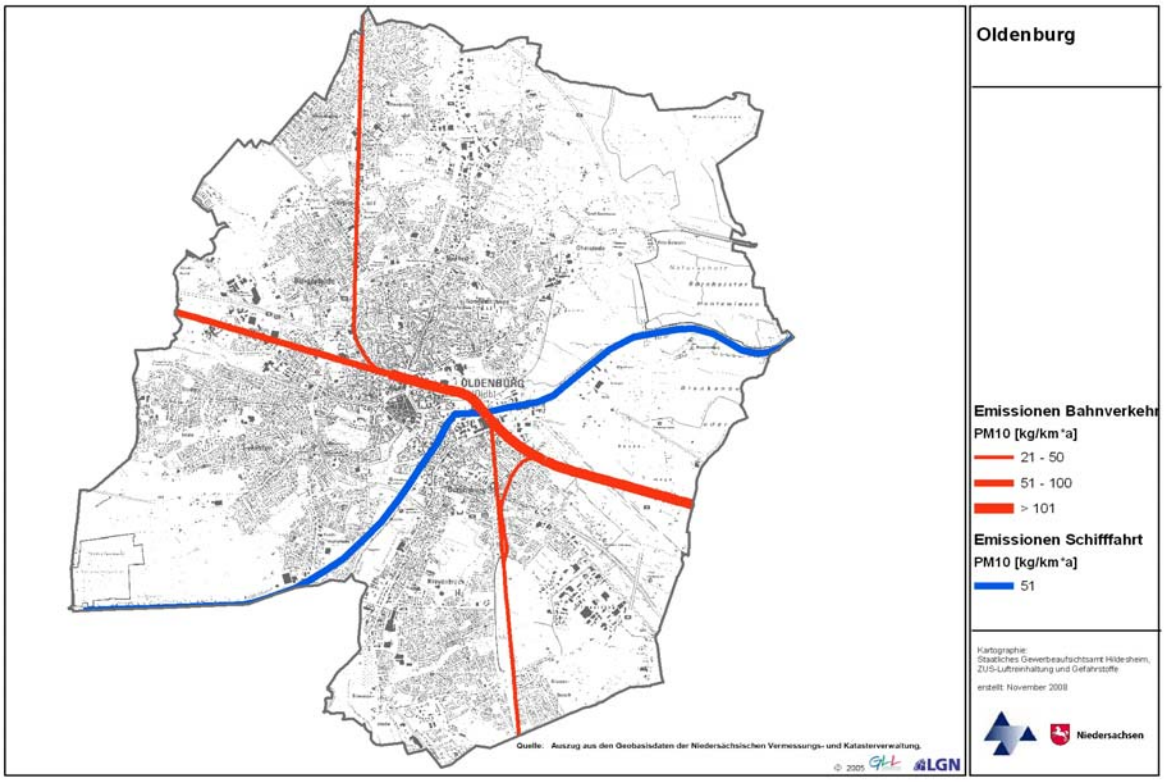


Abbildung 3-9: Lagebezogene Darstellung der Bahn- und Binnenschifffahrtsemissionen PM_{10}

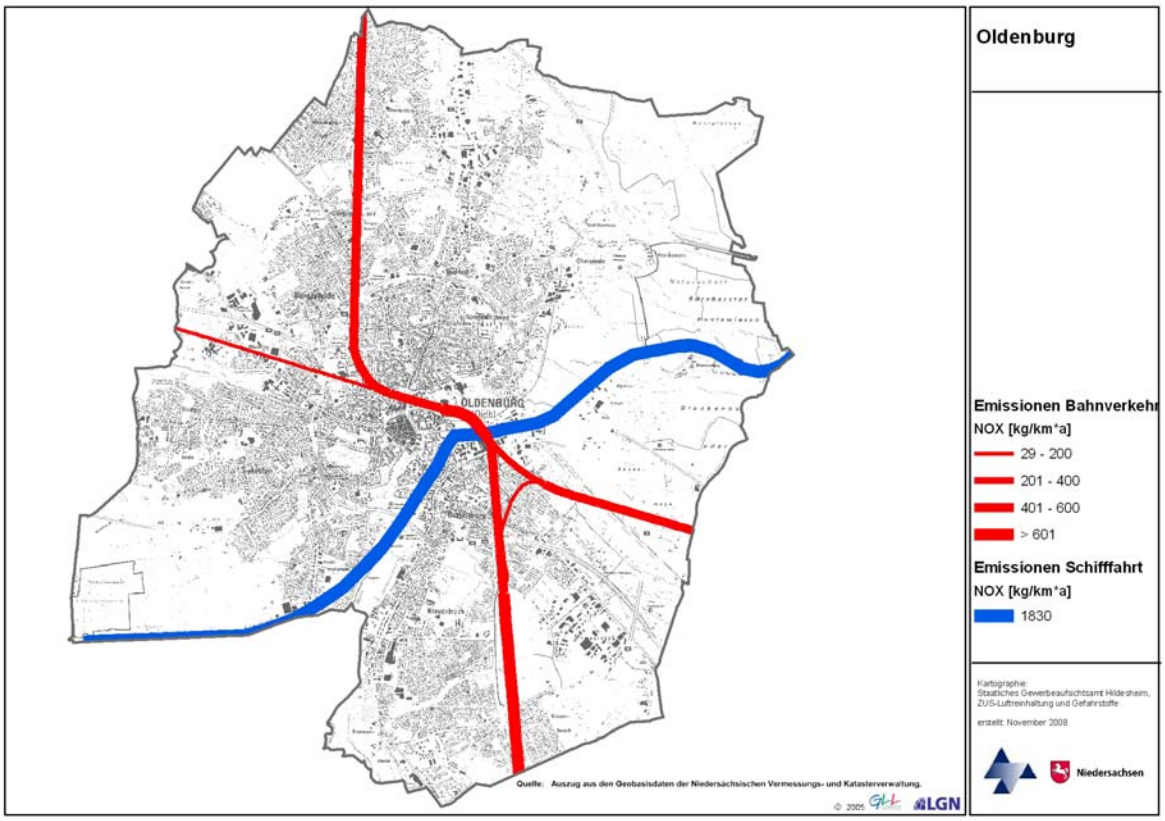


Abbildung 3-10: Lagebezogene Darstellung der Bahn- und Binnenschifffahrtsemissionen NO_X

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 Warmwasserbreitung) 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. UHLENHUT (2002), FEIER (2003), PFEIFFER ET AL. (2000) oder PREGGER ET AL. (2001, 2005). Die hier gewählte Methodik beruht auf den Arbeiten von STRUSCHKA ET AL. (2008). Dabei wurde das Emissionsaufkommen ausgehend von gebäudebezogenen Eckdaten der Landesinnung der Schornsteinfeger (LIV) in Verbindung mit von STRUSCHKA ET AL. (2008) statistisch ermittelten Emissionsfaktoren des Bundesumweltamtes (UBA) berechnet.

Für Oldenburg lagen gebäudescharfe Informationen aufgeschlüsselt nach Feuerstättenart, Brennstoff und Nennwärmeleistung der Feuerstätte vor. Die Vorgehensweise bei der Bestimmung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand ist in Abbildung 3-11 zusammengefasst.

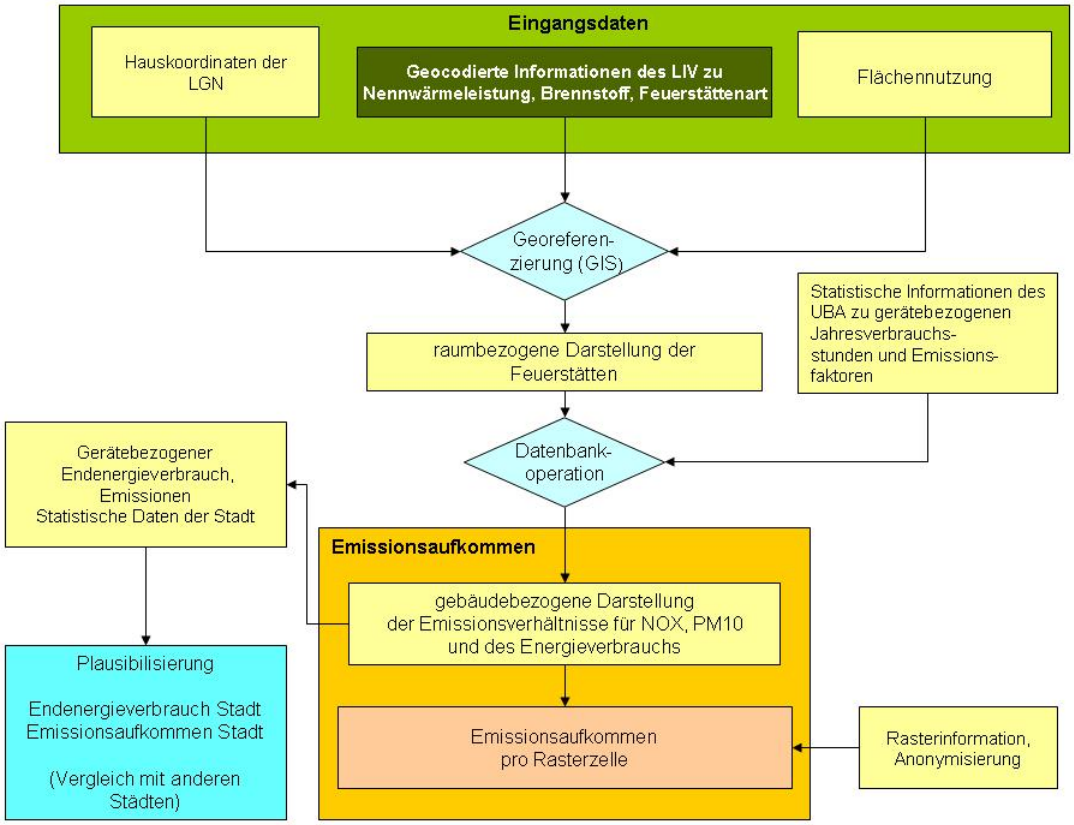


Abbildung 3-11: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand am Beispiel der Stadt Oldenburg.

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

- Informationen zu den Feuerstätten pro Gebäude für das Bezugsjahr 2008. Die Angaben lagen differenziert nach Feuerstättenart, Nennwärmeleistung und verwendetem Brennstoff (Öl, Gas, Festbrennstoffe, Pellets vor, s. Abbildung 3-12). Bei der Berechnung des urbanen Hintergrundes konnte zum ersten Mal auf eine derart detaillierte Datengrundlage zurückgegriffen werden. Die Daten von 2008 wurden verwendet, da rückwirkend für das Jahr 2007 keine Informationen zu beschaffen waren. Um den Fehler abschätzen zu können, wurde eine Plausibilisierung mit Statistikdaten der Stadt vorgenommen. Die Berechnungsgrundlage für den Luftqualitätsplan Oldenburg ist das Jahr 2007. Um die Entwicklung und damit den Fehler in der Emissionsberechnung von 2007 zu 2008 abschätzen zu können, wurde die Annahme getroffen, dass sich die Entwicklung von 2006 nach 2007 ähnlich darstellt wie die von 2007 nach 2008. Anhand von nachfolgenden demografischen Parametern wurde diese Entwicklung abgeschätzt:
    - Anzahl der Wohngebäude (+0,44 %),
    - Veränderung durch Neubau bei Wohngebäuden (0 %),
    - Stromabgabe (+0,5 %)
    - Bevölkerungszunahme von 2006 bis Mitte 2008 (+0,38 %).

  Durch die minimale Änderung von 2006 zu 2007 in den betrachteten Bereichen ist eine Korrektur der zugrunde liegenden Werte aus dem Jahr 2008 zum Bezugsjahr 2007 vernachlässigbar.
- Gebäudedaten der Allgemeinen Liegenschaftskarte (ALK), klassifiziert nach Haushalten und Kleinverbrauchern
- Hauskoordinatendatei des Landesbetriebes für Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN)
- Flächennutzungsplan

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

Abbildung 3-12: Datengrundlage Hausbrand in Oldenburg, aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Festbrennstoffe und Pellets

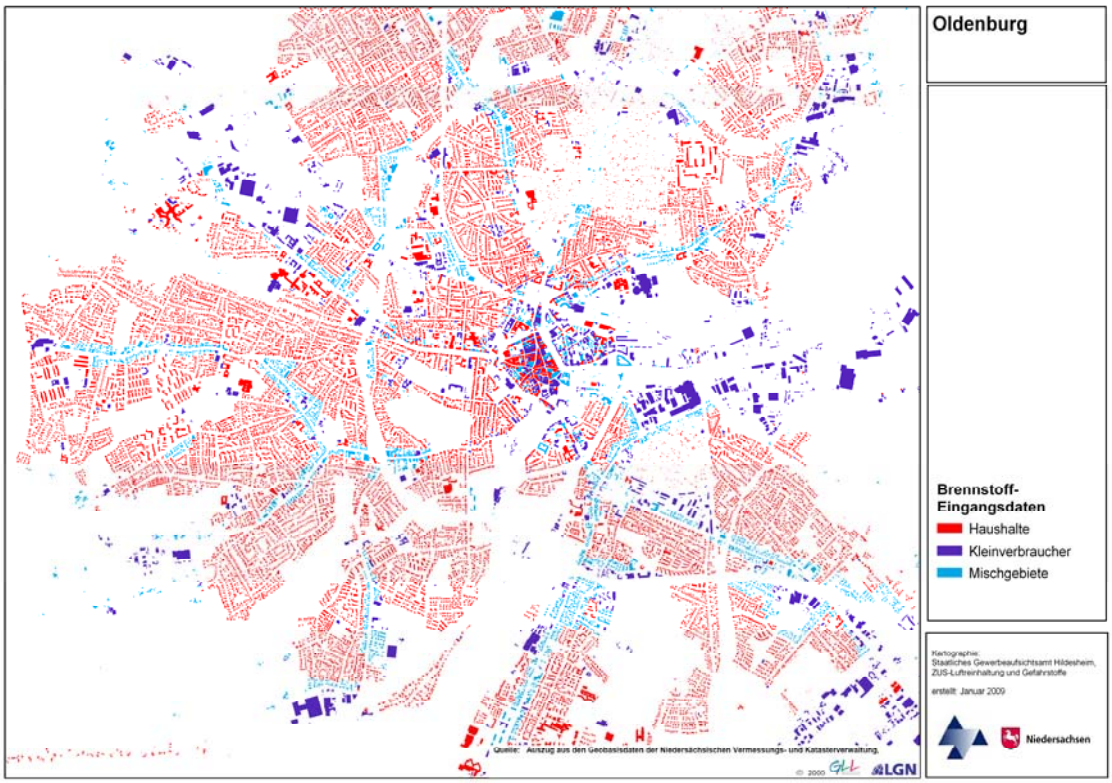


Abbildung 3-13: Verteilung der Nutzungen in Oldenburg

3.3.2 Berechnung der Emissionen

Die Basis der Emissionsberechnung sind die Daten des Landesinnungsverbandes der Schornsteinfeger. Von den in den ‚Kehrbüchern' aufgezeichneten Daten wurden Informationen zu den Feuerstättenarten, zum verwendeten Brennstoff und zur Nennwärmeleistung verwendet. Diese Informationen wurden mit Hauskoordinaten der LGN georeferenziert und lagebezogen im GIS dargestellt. Die Georeferenzierung wurde mit dem Programm ‚FopsGeoref' der TU Harburg vorgenommen.

Für einige Teilbereiche in der Peripherie der Stadt sowie für Gebäude, die nicht georeferenziert werden konnten, lagen keine LIV-Daten vor. An diesen Fehlstellen ist das mittlere zu beheizende Gebäudevolumen bekannt. Aus den vorhandenen Emissionen wurde ein für jeden Schadstoff die Emission pro m³ Gebäudevolumen ermittelt und auf die fehlenden Häuser übertragen.

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

Die von STRUSCHKA ET AL. (2008) ermittelten gerätebezogenen Emissionsfaktoren und Jahresverbrauchsstunden enthalten Werte für Anlagen in Haushalten (HH) und von Kleinverbrauchern (KV; Gewerbe, Handel, Dienstleistungen). Diese Nutzungsinformation (Haushalte, Kleinverbraucher und Mischgebiete) der Gebäude (ALK) wurde auf die Feuerstätten übertragen. Weiterhin wurde festgelegt, dass die Mischgebiete jeweils zur Hälfte den Haushalten und den Kleinverbrauchern zugeschlagen werden.

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

Tabelle 3-3: Gerätebezogener Endenergieverbrauch für Oldenburg; Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [GJ], Darstellung von gerundeten Angaben [7]

gEEV	Gas	Festbrenn-stoffe	Oel	Pellets	Summe
Haushalte	4980,04	82,00	96,65	2,04	5160,73
Kleinverbraucher	1743,96	31,80	5,64	0,07	1781,46

Zur Bestimmung des Emissionsaufkommens wurden die gerätebezogenen Endenergieverbräuche mit den gerätebezogenen Emissionsfaktoren für NO_X und PM_{10} (STRUSCHKA ET AL., 2008) multipliziert.

Tabelle 3-4 zeigt eine Übersicht des gerätebezogenen Emissionsaufkommens in [kg], aufgegliedert nach Haushalten (HH) und Kleinverbrauchern (KV, alle Angaben gerundet).

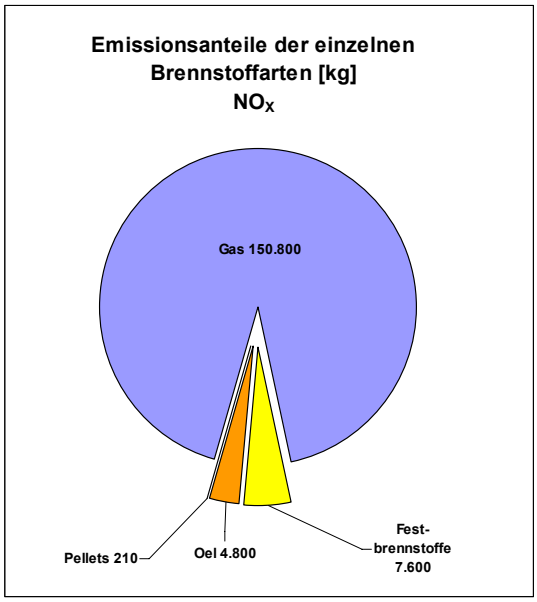
7 *Berechnungen erfolgten nicht mit gerundeten Zahlen, weshalb sich bei Addition von in der Tabelle aufgerundet dargestellten Angaben geringe Abweichungen ergeben können.*

Tabelle 3-4: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO_X und PM_{10}, aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in [kg], Darstellung von gerundeten Angaben [8]

PM_{10}	Gas	Festbrenn-stoffe	Oel	Pellets	Summe
Haushalte	131	14815	70	65	15081
Kleinverbraucher	42	808	37	2	889
NO_X	Gas	Festbrenn-stoffe	Oel	Pellets	Summe
Haushalte	106955	7207	3435	201	117797
Kleinverbraucher	43884	404	1378	8	45675

Eine sektorale Betrachtung der Anteile der einzelnen Brennstoffe an den Emissionskomponenten PM_{10} und NO_X stellt Abbildung 3-14 dar. Die unterschiedliche Herkunft der Komponenten ist auffällig: während die NO_X-Emissionen des Hausbrands über 90 % aus dem Verbrennen von Gasen herrühren, stammen fast 100 Prozent der PM_{10}-Emission und damit fast 16 t des Feinstaubs aus der Festbrennstofffeuerung. Es wurde angenommen, dass diese vollständig aus Holzbrand besteht, da eine Differenzierung nach Holz und Kohle aufgrund der nicht ausreichenden Datenlage unmöglich war.

Es ist zu beachten, dass das Screening ausschließlich mit Jahresmittelwerten arbeitet. Das bedeutet, dass im Hausbrandbereich eine temporäre Unterschätzung der wirklichen Situation zur Zeit hoher Heizaktivität akzeptiert wird.



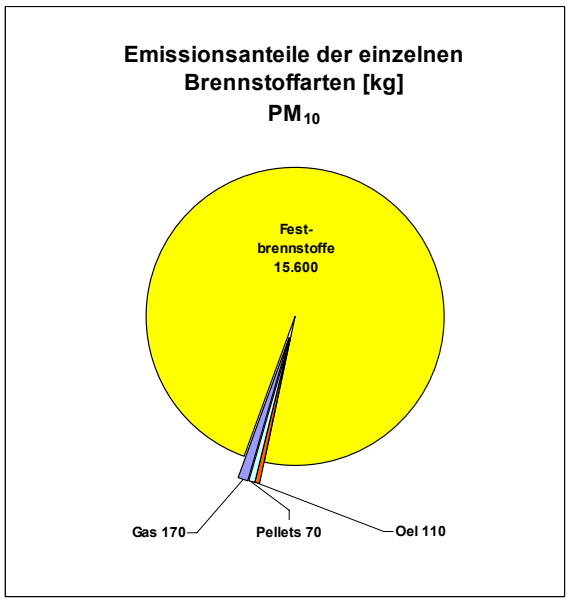


Abbildung 3-14 Anteile von PM_{10} und NO_X an den einzelnen Brennstoffarten

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

3.3.3 Plausibilisierung der Ergebnisse

Um die in Kapitel 3.3.2 dargestellten Endenergieverbräuche und Emissionsmengen einzuordnen und abzusichern, wurden Vergleichswerte anderer Städte, des Landes Niedersachsen und der Bundesrepublik Deutschland aus der Literatur und Emissionskatastern im Internet herangezogen (BLANK ET AL. (1999), PESTEL-INSITUT (2002, 2004)). Grundlage des Vergleichs bildeten die einwohnerbezogenen Größen.

Tabelle 3-5: Emissionsaufkommen für NO_X und PM_{10} in [t/a] und [kg/Einwohner*a] für verschiedene Städte und die Bundesrepublik Deutschland[9] *Berechnungsgrundlage LIV-Daten

Bezugs -jahr	Stadt	Einwohner	PM_{10} [t/a]	NO_X [t/a]	PM_{10}/EW[1] [kg/(a*E)]	NO_X/EW[2] [kg/(a*E)]	Quelle
2003	Aschersleben	25.932	2,6	-	0,1003	-	IVU (2005)
2003	Wittenberg	46.384	4,3	-	0,0927	-	IVU (2005)
2000	Marburg	77.390	6,6	139,5	0,0856	1,8027	Feier (2003)
2000	Hanau	88.294	18,8	172,5	0,2128	1,9534	Feier (2003)
2002	Esslingen a.N.	92.091	6	76	0,0652	0,8253	Ekat_BW
2005	Hildesheim	102.654	11,9	220	0,1159	2,1431	IVU (2007)
1999	Siegen	104.717	6,8	163,8	0,0649	1,5642	Ekat_NRW
1999	Bergisch-Gladbach	110.016	5,1	164,8	0,0464	1,498	Ekat_NRW
2000	Offenbach	117.535	14,2	150,1	0,1209	1,277	Feier (2003)
2002	Heilbronn	121.613	9	180	0,074	1,4801	Ekat_BW
2007	Göttingen	129.686	8,7	205,8	0,067	1,58	GAA-Hi
2000	Darmstadt	138.242	16,8	273,4	0,1212	1,9777	Feier (2003)
2007	Oldenburg	159.060	16,0	163,5	0,1004	1,022	GAA (2008)*
2006	Osnabrück	163.020	21,4	264,5	0,1313	1,6225	IVU (2007)
2000	Kassel	194.766	27,9	333,3	0,143	1,7115	Feier (2003)
2002	Freiburg	215.966	16	278	0,0741	1,2872	Ekat_BW
2003	Magdeburg	229.980	23,7	-	0,1031	-	IVU (2005)
2003	Halle	233.874	29,2	-	0,1249	-	IVU (2005)
2000	Wiesbaden	270.109	35,7	531,3	0,1321	1,9669	Feier (2003)
2002	Karlsruhe	285.812	20	392	0,07	1,3715	Ekat_BW
2002	Stuttgart	593.639	39	721	0,0657	1,2145	Ekat_BW
2000	Frankfurt	646.550	76,6	1.183,00	0,1185	1,8297	Feier (2003)
2000	München	1.326.206	294	2.330,00	0,2217	1,7569	IVU (2006)
1995/ 2000	Deutschland	82.310.000	18.627	108.076	0,2263	1,313	Pfeiffer et al. (2000) Struschka et al. (2003)

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

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

Tabelle 3-5 zeigt das Emissionsaufkommen 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. Demnach liegt für Oldenburg sowohl das berechnete einwohnerbezogene PM_{10}-Aufkommen als auch das berechnete einwohnerbezogene NO_X-Aufkommen im Mittelfeld der anderen Städte. Die Abweichungen sind zum Teil durch die detaillierte gebäudebezogene Datenbasis zu erklären, die nicht mehr eine statistisch für die gesamte Bundesrepublik ermittelte Verteilung von Brennstoffen und Nennwärmeleistung annimmt.

Als zusätzliches Kriterium für die Plausibilität des Endenergieverbrauchs für Oldenburg wurde der wohnflächenbezogene Endenergieverbrauch aus den für die Stadt Oldenburg berechneten Werten für den Sektor Haushalte bestimmt. Eine Abschätzung der zur Verfügung stehenden Wohnfläche über die in der offiziellen Statistik der Stadt veröffentlichten Daten ergab ein Flächenverhältnis von rund 44 m²/Einwohner.

Der sich ergebende wohnflächenbezogene Endenergieverbrauch von rund 164 kWh/m² liegt innerhalb der Spannbreite von 40 kWh/m² für moderne Niedrigenergiehäuser und 280 kWh/m² für ungenügend gedämmte Altbauten.

Die für Oldenburg ermittelten einwohnerbezogenen Werte liegen etwas über den Mittelwerten für Niedersachsen (Tabelle 3-6). Dieses kann auf die unterschiedliche Datenbasis zurückzuführen sein; die Berechnungsgrundlagen des Pestel-Instituts sind Verbrauchsinformationen der Wirtschaft, während das Hochrechnungsverfahren für Oldenburg auf der Nennwärmeleistung der real vorhandenen Feuerstätten in Verbindung mit vom UBA statistisch ermittelten Jahresverbrauchsstunden beruht. Dieses führt dazu, dass der Gasverbrauch nicht der niedersächsischen Statistik folgt. Der Energieverbrauch durch Gas ist höher als das Mittel, während Öl nur unterdurchschnittlich vertreten ist. Insgesamt ist allerdings zu erkennen, dass die Berechnungsergebnisse größenordnungsmäßig im Normbereich liegen.

Tabelle 3-6: Einwohnerbezogener Endenergieverbrauch des Landes Niedersachen für die Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher in [TJ/Einwohner] im Vergleich zur Stadt Oldenburg

	Einwohner		Erdgas	leichtes Heizöl	Festbrenn-stoffe	Pellets	Summe
Niedersachsen 1990	7.387.000	**HH**	0,0143180	0,0104990	0,0010130		0,0258290
		KV	0,0065410	0,0054140	0,0011670		0,0131220
		Summe	0,0208580	0,0159130	0,0021800		**0,0389510**
Nds. Energie/ CO_2-Bilanzen 2002	7.980.000	**Summe**	0,0243990	0,0119880	0,0010150		**0,0374020**
Nds. Energie/ CO_2-Bilanzen 2004	8.001.000	**Summe**	0,0239310	0,0094590	0,0020940		**0,0354840**
Oldenburg 2007	159.060	**HH**	0,0299637	0,0004582	0,0004249	0,0000128	0,0308597
		KV	0,0108952	0,0001893	0,0000302	0,0000005	0,0111151
		Summe	0,0408588	0,0006476	0,0004551	0,0000133	**0,0419749**

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 sie in Quellenform dargestellt werden. Hausbrandquellen werden üblicherweise als Flächenquellen beschrieben, dazu wurden die Emissionen auf ein Raster verteilt. Die Emissionen lagen georeferenziert als Punktquelle vor. Um der Anforderung einer Flächenquelle zu genügen, wurde ein 100 m-Raster über die Stadt gelegt. Es wurden die in Kapitel 3.3.2 lagegenau ermittelten Emissionen (differenziert nach Brennstoffen) innerhalb einer Rasterzelle aufsummiert und klassifiziert dargestellt. Die Aufsummierung der Emissionen und die Zuweisung zu Rasterzellen haben weiterhin den Zweck, die Daten zu anonymisieren und einen detaillierten Rückschluss auf individuelle Verhältnisse nicht zuzulassen.

Das Ergebnis ist in Abbildung 3-15 für NO_X und in Abbildung 3-16 für PM_{10} dargestellt.

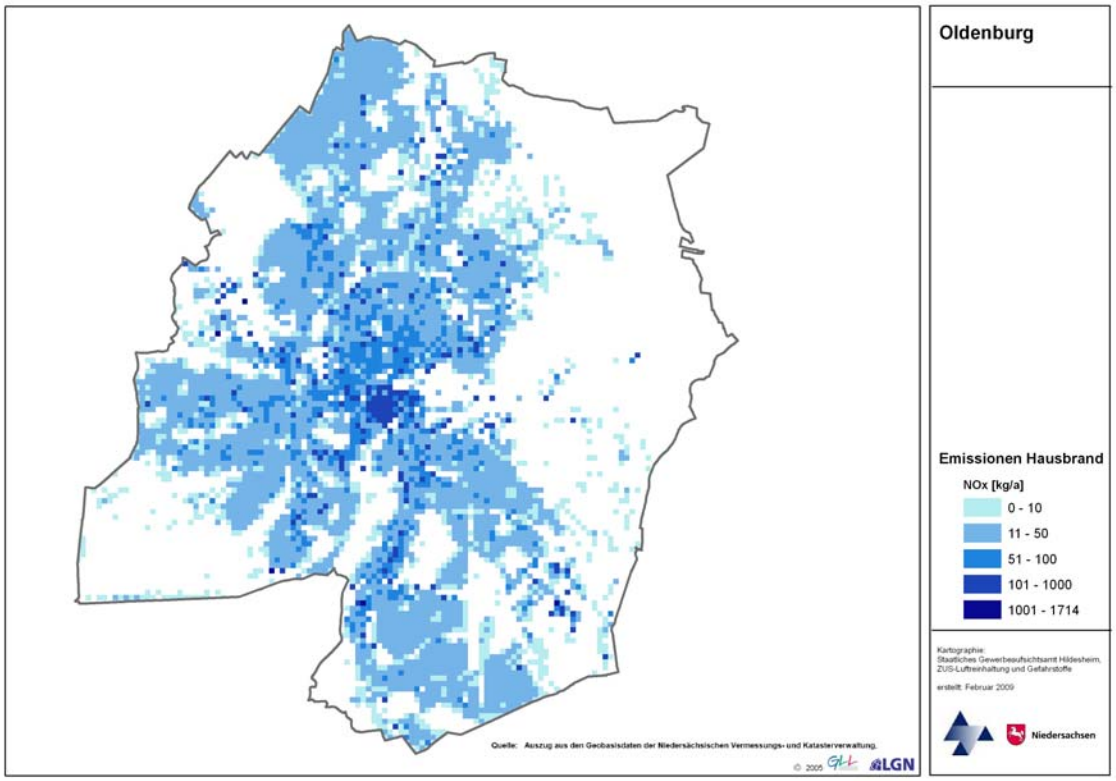


Abbildung 3-15: Verteilung der NO_X-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Oldenburg

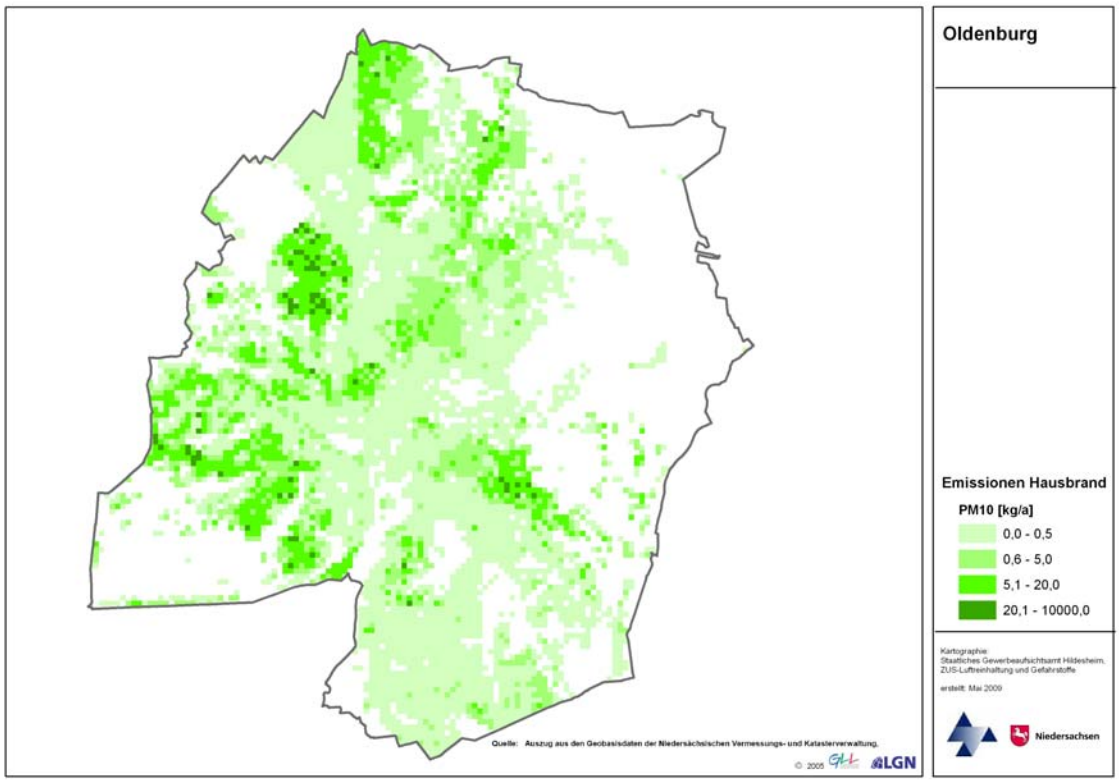


Abbildung 3-16: Verteilung der PM_{10}-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Oldenburg

3.4 *Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen*

Die Emissionen von genehmigungsbedürftigen Anlagen nach der 4. BImSchV sind aus der AIS-I Datenbank des Landes Niedersachsen entnommen. Sie enthalten unter anderem Informationen zu

- Rechts- und Hochwert,
- Austrittshöhe,
- Abgastemperatur (teilweise unbesetzt),
- Volumenstrom (teilweise unbesetzt),
- Gesamtauswurf,
- Austrittsfläche und
- Länge und Breite der Austrittsfläche (teilweise unbesetzt).

Die Informationen zu Staub lagen in der verwendeten Datenbasis unterschiedlich vor. Die Datensätze enthalten Werte zu “Gesamtstaub“, „Staub nicht weiter aufgeteilt“ und „Staub organisch“.

Da die Emissionserklärungen keine Angaben zum Auswurf von PM_{10} beinhalten wurden diese Daten aus den Angaben zum Gesamtstaub (PM) abgeleitet. Die Umrechnung zu PM_{10}-Konzentrationen wurde spezifisch für jede Quellgruppe nach der 4. BImSchV vorgenommen. Das Verhältnis von PM_{10} zu PM der jeweiligen Quellgruppen wurde dabei in Anlehnung an das Emissionskataster Bayern 2000 (Daten aus: IER, 2005) errechnet. Die Tabelle 3-7 zeigt die Jahresemission der PM und PM_{10} Werte, sowie die hier verwendeten Umrechnungsfaktoren.

Tabelle 3-7: Verhältnis PM/PM_{10} nach IER[10] 2005 - genehmigungsbedürftige Anlagen

Quellgruppe nach 4. BImSchV		PM [t]	PM_{10} [t]	PM_{10}/PM
01	Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie	1.063	974	0,916
02	Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe	3.092	1.855	0,600
03	Stahl, Eisen, sonstige Metalle, incl. Verarbeitung	637	449	0,705
04	Chem. Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraff. u. Weiterverarb.	526	467	0,888
05	Oberflächenbehandlung mit organischen Stoffen	70	57	0,814
06	Holz, Zellstoff	102	92	0,902
07	Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel	862	403	0,468
08	Verwertung und Beseitigung von Reststoffen	57	54	0,947
09	Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen	430	86	0,200
10	Sonstiges	13	12	0,923

10 IER Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart

Die NO_X-Emissionen entfallen zu 50 % auf Anlagen der Quellgruppe Wärmeerzeugung, Bergbau und Energie. Rund 20 % der NO_X-Emissionen werden von Anlagen der Quellgruppe Steine, Erden, Glas, Keramik, Baustoffe erzeugt. Die restlichen NO_X-Emissionen verteilen sich auf die Quellgruppen „Stahl, Eisen, sonstige Metalle, incl. Verarbeitung“, „Oberflächenbehandlung mit organischen Stoffen“, „Verwertung und Beseitigung von Reststoffen“ und der Quellgruppe „Sonstiges“.

Bei PM_{10} fallen circa 85 % der Emissionen durch Anlagen der Quellgruppe „Oberflächenbehandlung mit organischen Stoffen“ an. Weitere 14 % der PM_{10}-Emissionen werden von Anlagen der Quellgruppe „Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen“ erzeugt.

Die Industriequellen emittieren rund 32 t/a NO_X und fast 5 t/a PM_{10}.

3.4.1 Punktquellen

Als Punktquellen konnten alle Quellen der Emissionserklärung der genehmigungsbedürftigen Anlagen berücksichtigt werden, die vollständige Angaben zur Emittentenhöhe, zur Abgastemperatur und zum Volumenstrom aufweisen. Das traf auf alle 19 NO_X-Quellen zu. Bei PM_{10} wurden 17 der 28 Quellen als Punktquellen und die restlichen Quellen als Flächenquellen berücksichtigt. Eine Darstellung der verwendeten Quellen wird in Abbildung 3-19 und in Abbildung 3-20 gegeben. 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. Die Abbildung 3-17 und die Abbildung 3-18 stellen die Häufigkeitsverteilung nach der Quellgröße dar.

3.4.2 Flächenquellen

Neben den ursprünglichen Flächenquellen wurden die Emissionen als Flächenquellen betrachtet, die aufgrund von fehlenden Angaben nicht als Punktquellen abgebildet werden konnten (siehe Abschnitt 3.4.1). Jede Emissionsquelle wurde als Quadrat mit der in den Ursprungsdaten angegebenen Ausdehnungsfläche abgebildet. Eine Darstellung der verwendeten Flächenquellen wird in Abbildung 3-20 gegeben.

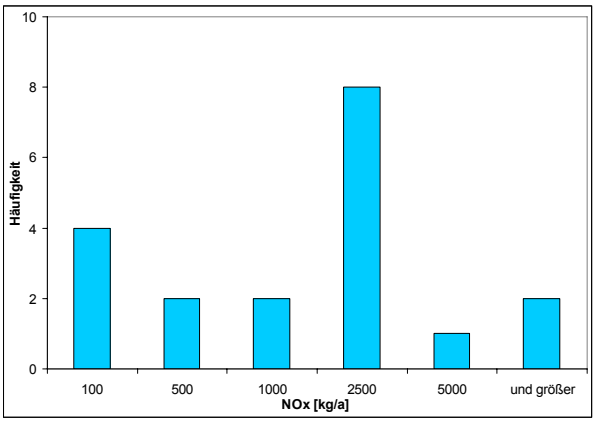


Abbildung 3-17: Häufigkeitsverteilung der NO_X-Emissionen der Industriequellen

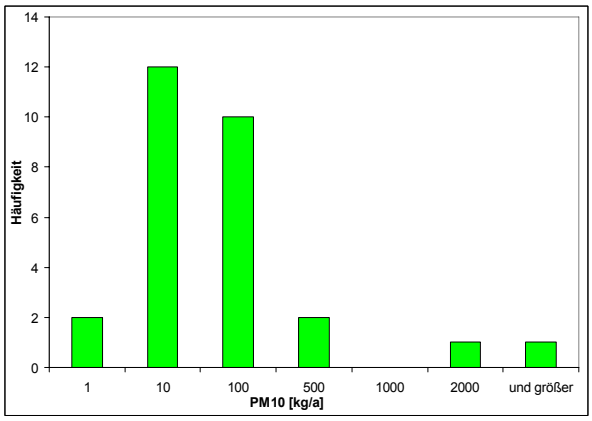


Abbildung 3-18: Häufigkeitsverteilung der PM_{10}-Emissionen der Industriequellen

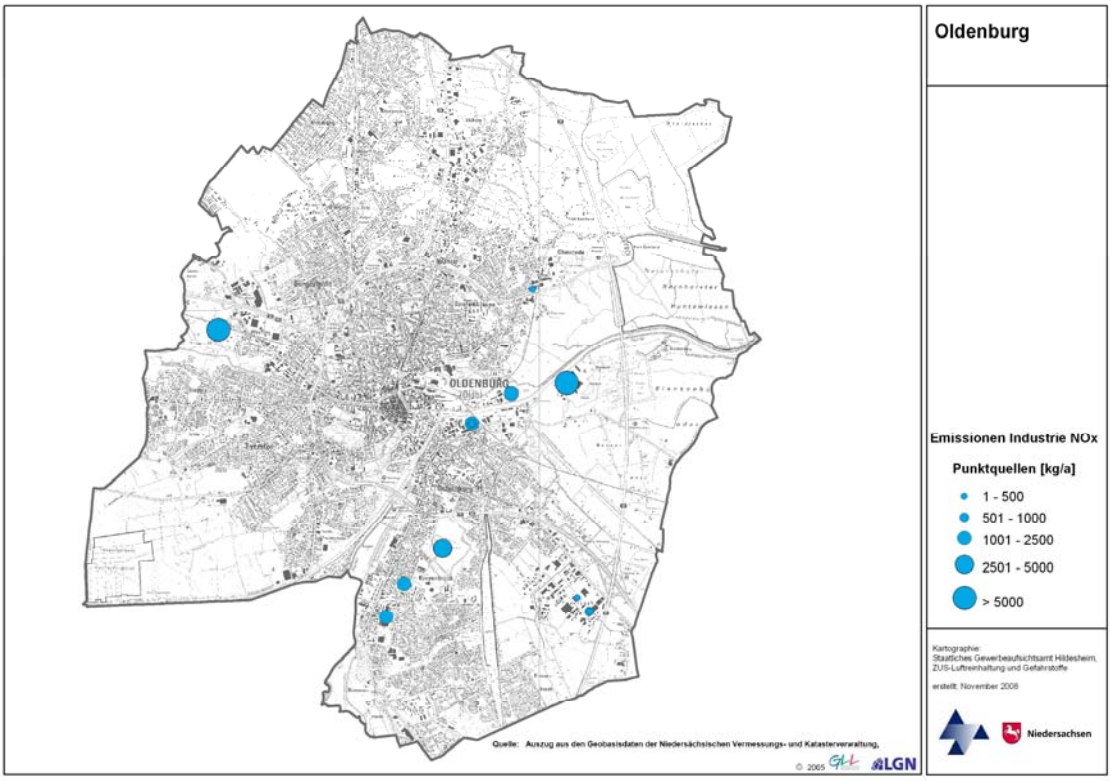


Abbildung 3-19: NO_X-Industrieemissionen in Oldenburg als Punktquellen

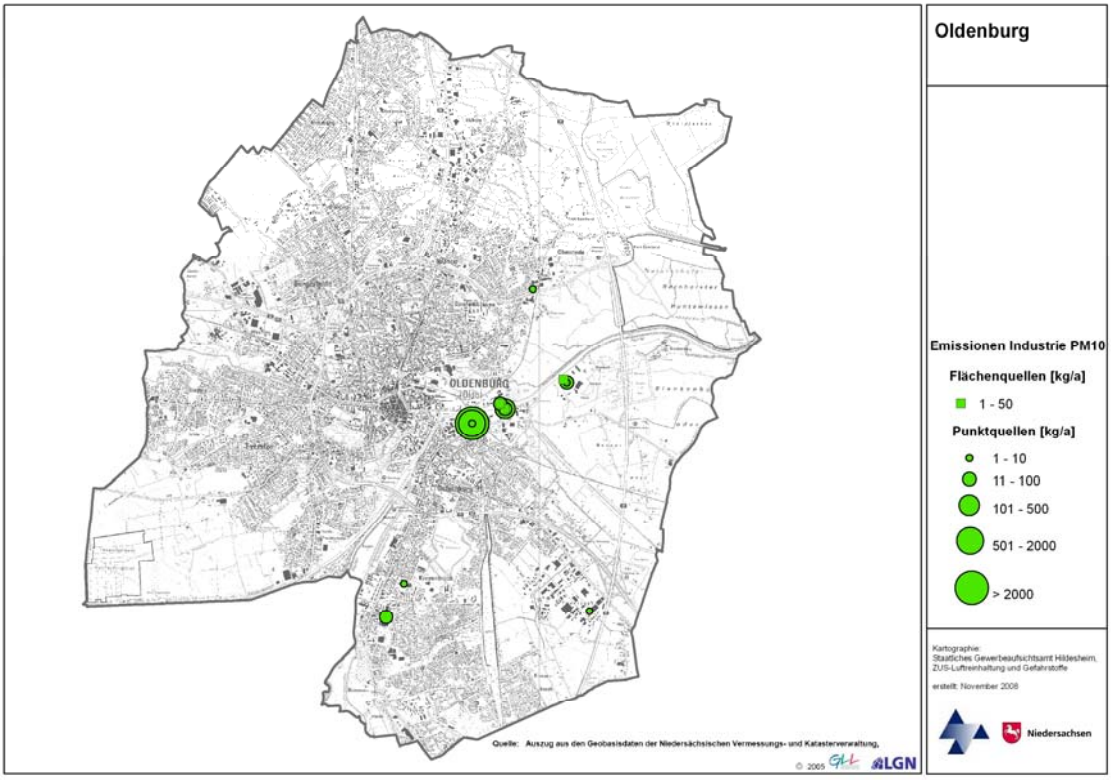


Abbildung 3-20: PM_{10}-Industrieemissionen in Oldenburg als Punkt- und Flächenquellen

3.5 *Emissionsbilanz*

In Tabelle 3-8 ist für die Analyse im Bezugsjahr 2007 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 2007

Quellgruppe	Geometrie	PM_{10}	NO_X
Industrie	Punkte	4.716	32.015
Industrie	Flächen nach Angabe	115	-
Hausbrand	Flächen 100m x 100m	15.970	163.472
Bahnverkehr	Linien	2.095	10.2632
Schifffahrt	Linien	733	26.304
Hauptstraßennetz	Linien	64.663	619.749
Nebenstraßennetz	Linien	7.675	44.140
alle Quellgruppen		**95.972**	**895.912**

Mit einem Anteil von rund 3/4 ist der Straßenverkehr (Hauptstraßen- und Nebenstraßennetz) bei PM_{10} und bei NO_X mit Abstand die stärkste Emissionsquelle im Stadtbereich von Oldenburg. Der Hausbrand trägt im PM_{10}-Bereich mit 17 % und im NO_X-Bereich mit 18 % erheblich zu den Emissionen im Stadtgebiet bei. Industriell erzeugte Emissionen im Stadtgebiet haben einen Anteil von 5 % bei PM_{10} bzw. 4 % bei NO_X. Die Emissionen aus Bahnverkehr und Schifffahrt spielen mit Anteilen von 1 bis 3 % eine untergeordnete Rolle.

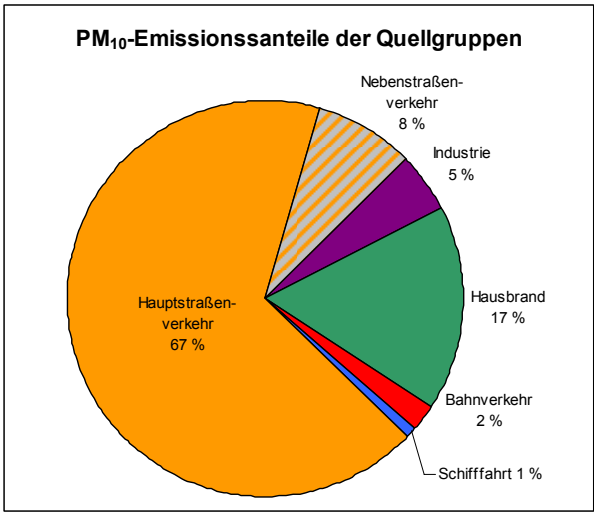


Abbildung 3-21: Emissionsanteile PM_{10} 2007

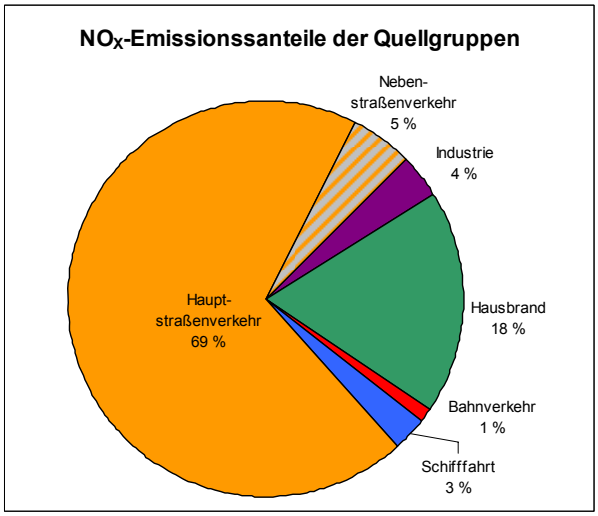


Abbildung 3-22: Emissionsanteile NO_X 2007

4 Meteorologie

Für die Ausbreitungsrechnungen mit IMMIS^{net} sowie zur Bestimmung der Kopplungskoeffizienten, die die Strömungssituation in der Straßenschlucht für IMMIS^{luft} parametrisieren, wird eine meteorologische Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) verwendet. Verfügbar für das Stadtgebiet von Oldenburg war eine Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) des DWD für die Station Oldenburg für die Jahre 1991 bis 2000. Die mittlere Windgeschwindigkeit in diesem Datensatz beträgt 3,63 m/s.

Die Verteilung der Windrichtungen getrennt nach Windgeschwindigkeiten ist in Abbildung 4-1 dargestellt.

Bei der Verwendung der mit dieser AKS erstellten Kopplungsdatensätze in IMMIS^{luft} wurde über einen entsprechenden Profilansatz in IMMIS^{luft} die Windgeschwindigkeit im Überdachniveau auf einen Wert von 2,36 m/s berechnet.

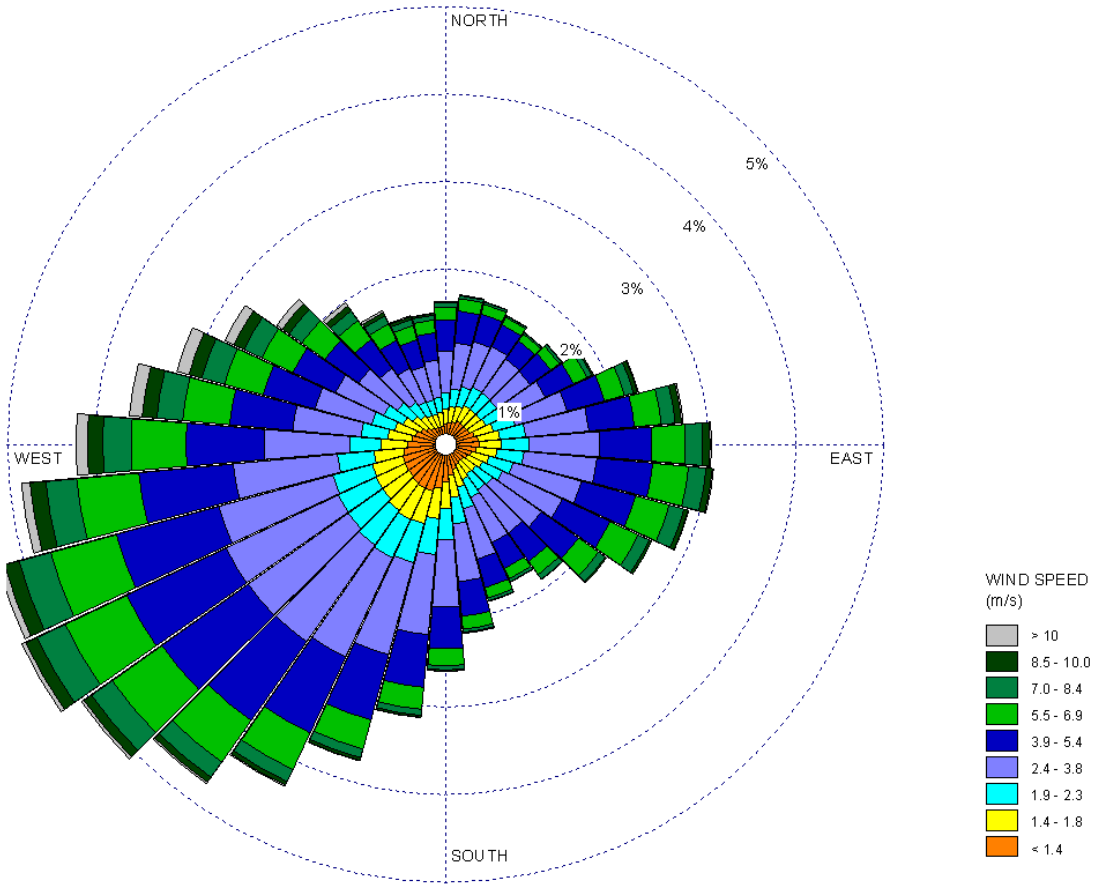


Abbildung 4-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Windgeschwindigkeiten für die Statistik Oldenburg

5 Berechnung der Gesamtbelastung

Für die Screeningberechnungen wurde das Modell IMMIS^{luft} Version 3.2 (siehe Kapitel 2) eingesetzt, das die Ausbreitung der durch Kraftfahrzeuge erzeugten Schadstoffbelastung im Straßenraum modelliert. Es beruht auf einem Emissionsmodell, dem CPB-Modell 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 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 der Bebauung der Straßenseiten)
- 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 *Abgeleitete Kennwerte*

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 22. BImSchV erforderlichen Kennwerte für NO_2 mittels statistischer Verfahren bestimmt werden. Durch eine, in IMMIS^{luft} implementierte, empirisch abgeleitete Umwandlungsformel wird der Jahresmittelwert für NO_2 aus dem Jahresmittelwert NO_X ermittelt. Im gewählten Verfahren wird die Umwandlungsformel IMMIS(RL) für verkehrsbezogene Messungen nach Romberg/Bösinger/Lohmeyer[11] (ROMBERG, E. ET AL., 1996) verwendet (Abbildung 5-2):

$$\text{IMMIS(RL): } NO_{2\,Mean,G} = \left(\frac{75}{NO_{x\,Mean,G} + 87} + 0{,}05 \right) \bullet NO_{x\,Mean,G}$$

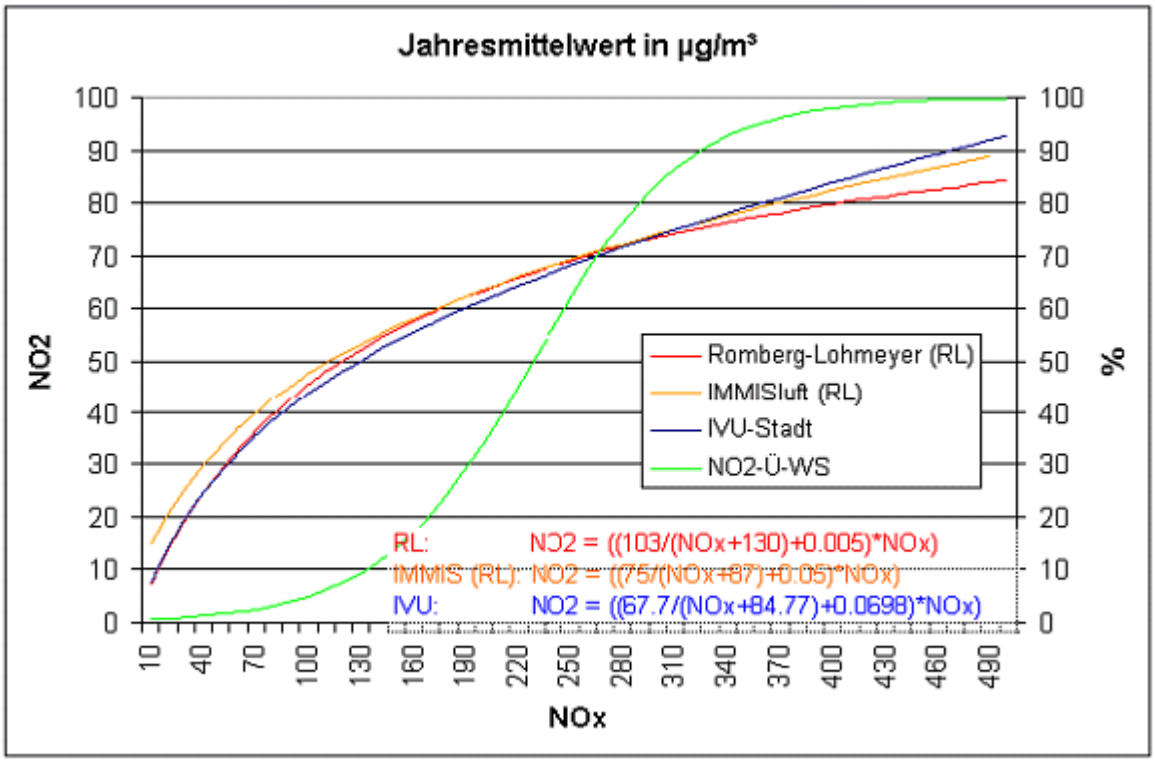


Abbildung 5-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO_2 aus NO_X nach dem veröffentlichten Ansatz nach Romberg et al., dem unveröffentlichten Ansatz nach Romberg et al. wie er in IMMIS^{luft} implementiert ist und dem Ansatz der IVU (DIEGMANN, V., 2008). Zusätzlich ist der empirische Zusammenhang der Überschreitungswahrscheinlichkeit des Stundenmittelwertes von NO_2 in Abhängigkeit von der NO_X-Konzentration eingezeichnet (grün).

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 (DIEGMANN, V., 2005).

Nach aktuellen Erkenntnissen ist der Anteil von NO_2 an den Auspuff-Emissionen deutlich höher als bisher angenommen. Dieser Effekt führt dazu, dass bei sinkenden NO_X-Emissionen die NO_2-Konzentrationen nicht im gleichen Maße zurückgehen und sogar steigen können. Der Anteil des direkt emittierten NO_2 ist vom Fahrzeugtyp, von der Kraftstoffart und von der Schadstoffminderungstechnik abhängig. Die in IMMIS^{em} verwendeten Anteilswerte zur NO_2-Direktemission wurden aus LAMBRECHT (2006) abgeleitet.

Für die Anzahl an Tagen mit Überschreitungen des seit 2005 gültigen Tagesgrenzwertes von PM_{10} gibt es in DIEGMANN, V. ET AL., 2006 eine entsprechende Abschätzung auf der Basis des Jahresmittelwertes von PM_{10}. Eine Darstellung dieser Funktion findet sich in Abbildung 5-3. 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 3 bis 4 Überschreitungstagen.

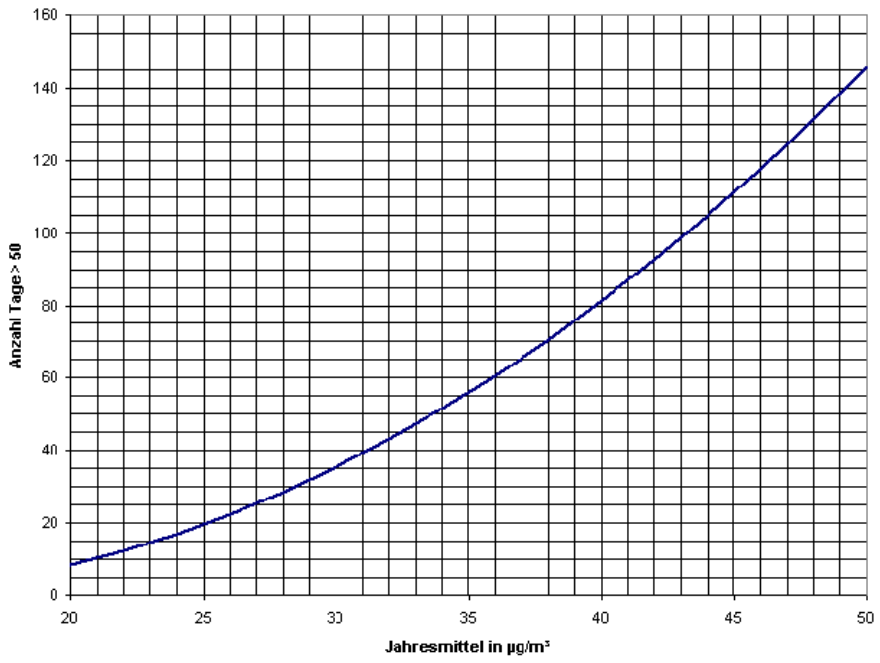


Abbildung 5-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM_{10} und der Anzahl Tage mit einem PM_{10}-Tagesmittelwert über 50 µg/m³

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

Die Screeningberechnungen wurden mit den in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Eingangsdaten für das Bezugsjahr 2007 durchgeführt. Nach Abbildung 2-1 setzt sich die Gesamtbelastung im Straßenraum aus der Zusatzbelastung im Hotspot und den Komponenten regionaler und urbaner Hintergrund, die gemeinsam die Vorbelastung bilden, zusammen.

6.1 *Bestimmung der Vorbelastung*

6.1.1 Abschätzung des regionalen Hintergrunds 2007

Zur Abschätzung der regionalen Hintergrundbelastung in Oldenburg wurden die PM_{10}- und NO_2-Hintergrundwerte der Bezugsjahre 2005 und 2010 bzw. 2011 aus den Karten zur Modellrechung für die Berichterstattung hinsichtlich Fristverlängerung des Umweltbundesamtes (UBA) ermittelt. Die Werte wurden, entsprechend der Hauptwindrichtung, der südwestlich von Oldenburg gelegenen Gitterzelle entnommen. Durch lineare Interpolation zwischen diesen Werten ergeben sich für das Bezugsjahr 2007 regionale Hintergrundwerte gemäß Tabelle 6-1. Aus den Daten der sechs ländlichen Stationen des Lufthygienischen Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN), die zur Ermittlung der Hintergrundbelastung betrieben werden, wurde das Verhältnis von NO_2 zu NO_X ermittelt. In den Jahren 2001 bis 2007 betrug das Verhältnis von NO_2 zu NO_X an diesen Stationen im Mittel 0,84. Anhand dieses Faktors wurde der aus der UBA-Karte ermittelte Wert für NO_2 in einen NO_X-Wert umgerechnet.

Tabelle 6-1: Abschätzung des regionalen Hintergrunds als Jahresmittelwert in µg/m³ für 2007

	Bezugsjahr	PM_{10}	NO_2	NO_X
UBA-Kartenwert	2005	21	12	-
UBA-Kartenwert	2010/2011	18	9	-
verwendeter Wert	**2007**	**20**	11	**13**

6.1.2 Berechnung des urbanen Hintergrunds 2007

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 sowohl für regelmäßige Gitterpunkte in einer Auflösung von 500 m x 500 m als auch für jeden IMMIS^{luft}-Abschnitt berechnet. Bei der Berechnung für die Gitterpunkte wurden Aufpunkte, die direkt auf einer Quelle lagen, aus dem Quellbereich verschoben, um Singularitäten in der Konzentration zu vermeiden. Die Ergebnisse wurden als Flächenwerte für ein quadratisches Raster mit einer Rasterweite von 50 m interpoliert und sind für den Jahresmittelwert von NO_X in Abbildung 6-1 und für den Jahresmittelwert von PM_{10} in Abbildung 6-2 dargestellt. Beide Abbildungen zeigen die Summe aus urbanem und regionalem Hintergrund im Bezugsjahr 2007 und dienen nur der Visualisierung der flächenhaften Vorbelastung.

Für die IMMIS^{luft}-Abschnitte wurden für jeden Abschnitt getrennt Vorbelastungswerte ermittelt, bei denen die betreffende Straße nicht berücksichtigt wurde. Damit werden Doppelzählungen der Emissionen vermieden.

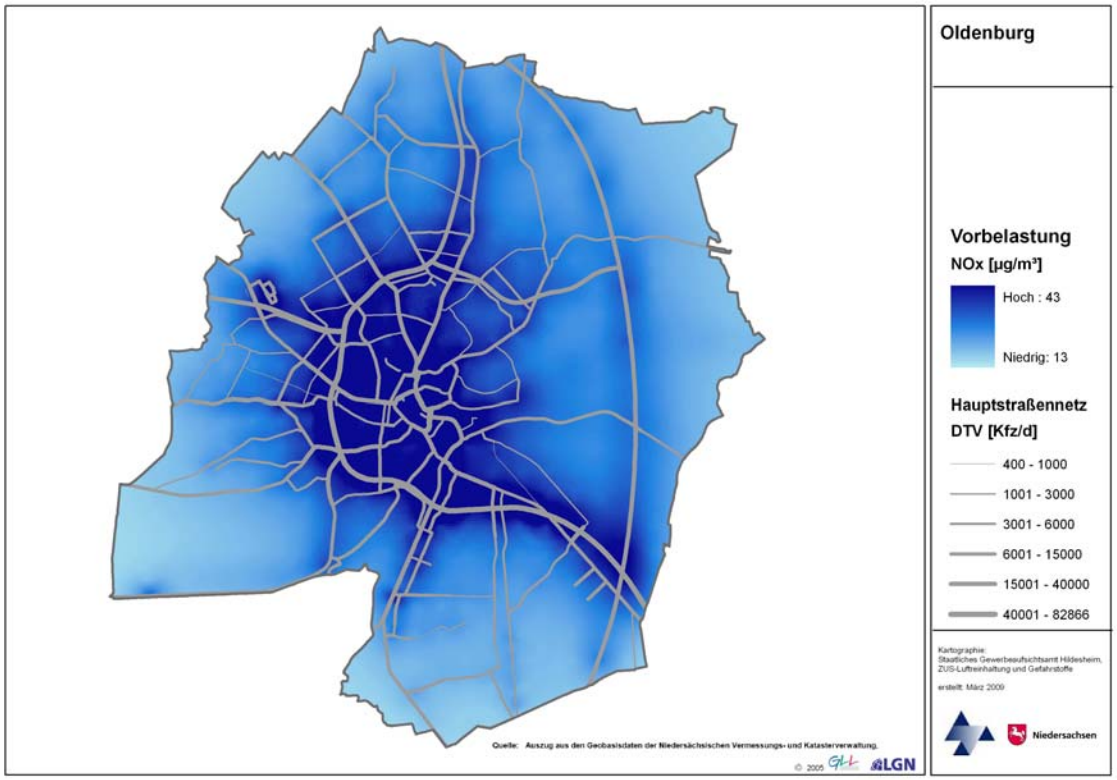


Abbildung 6-1: Vorbelastung NO_X für die Stadt Oldenburg, 2007

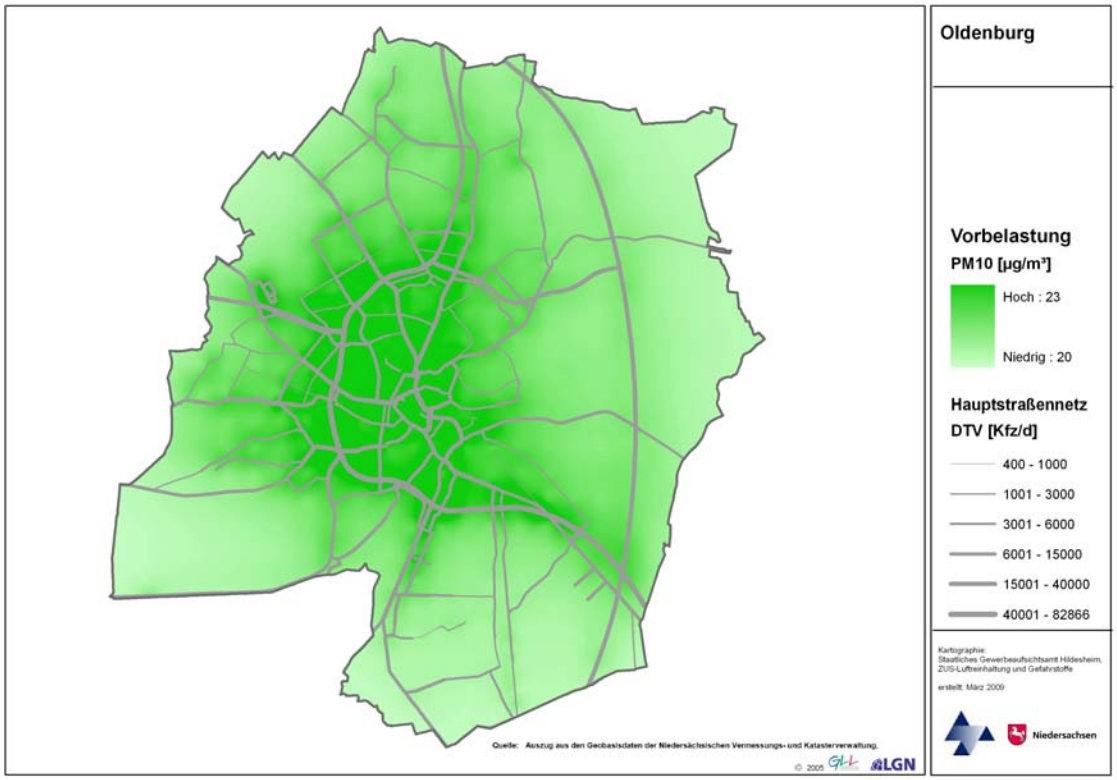


Abbildung 6-2: Vorbelastung PM_{10} für die Stadt Oldenburg, 2007

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

Die folgenden Karten präsentieren die Ergebnisse der Screeningberechnung für das Bezugsjahr 2007. Es sind die Immissionsbelastungen in der Übersicht als Jahresmittelwerte für NO_2 und PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg dargestellt.

In der Abbildung 6-3 sind 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 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 gegeben 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 NO_2 so gewählt, dass die Abschnitte farbig abgestuft prognostizierte Überschreitungen der Jahresmittelwerte aufzeigen (Abbildung 6-4). Eine Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m³ wird mit den Farben rot und lila angezeigt. Werte über 32 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 (DIEGMANN, V., MAHLAU, A., 1999). Abschnitte bei denen nicht von einer Überschreitung des Grenzwertkriteriums auszugehen ist sind grün 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 35 Tage > 50 µg/m³ Anzahl der Überschreitungen Tagesmittelwert	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW)	> 40
		sehr hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	33 - 40
		hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	31 - 32
		gegebene Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	29 - 30
		keine Überschreitung	≤ 28
NO2	46 µg/m³ Jahresmittelwert incl. Toleranz (2007) 40 µg/m³ Jahresmittelwert (ab 2010)	Überschreitung Jahresmittelgrenzwert +Toleranzmarge	> 46
		Grenzwert-Überschreitung JMW	41 - 46
		wahrscheinl. Überschreitung JMW auf Grund Fehlerbreite	37 - 40
		wahrscheinl. Überschreitung JMW auf Grund Fehlerbreite	33 - 36
		keine Überschreitung	≤ 32

Eine Liste der Straßenabschnitte mit prognostiziertem NO_2-Jahresmittelwert ab 33 µg/m³ ist in der Anlage "Liste der Belastungsschwerpunkte" beigefügt. Bei Abschnitten mit einem NO_2-Jahresmittelwert größer 40 µg/m³ wird dieser Wert fett dargestellt.

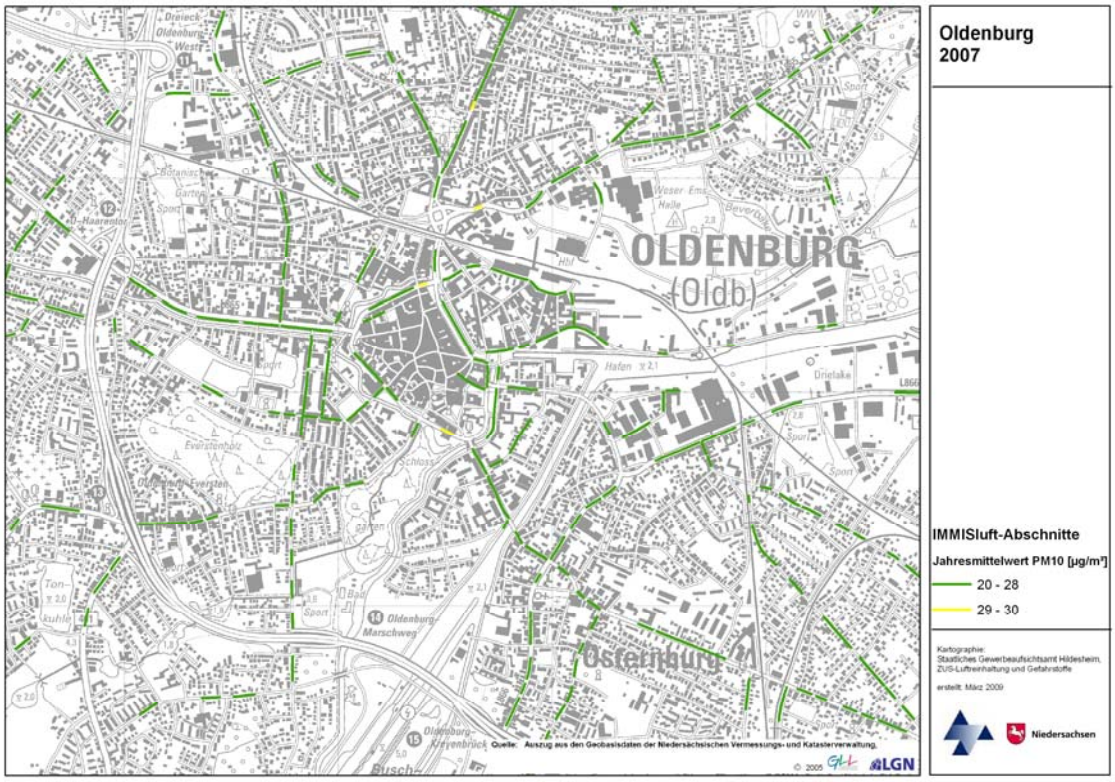


Abbildung 6-3: Jahresmittelwert PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg, 2007

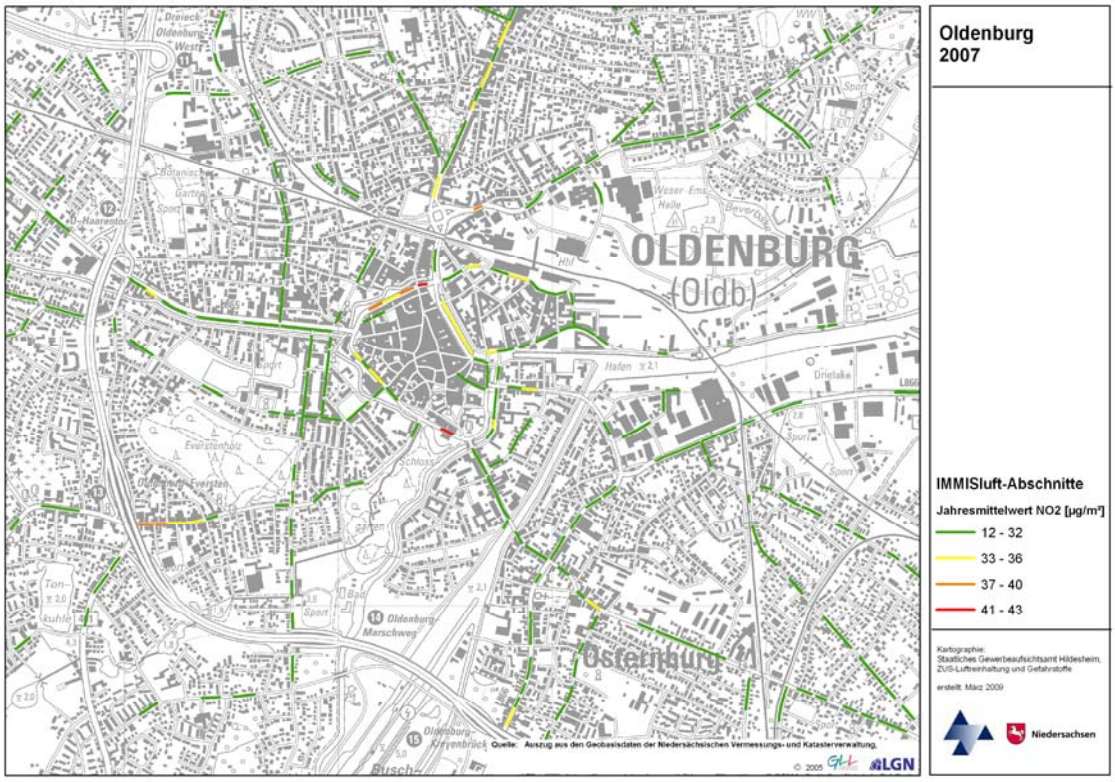


Abbildung 6-4: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg, 2007

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

Der für PM_{10} geltende Grenzwert von 40 µg/m³ wird im Stadtgebiet Oldenburg im Jahr 2007 mit PM_{10}-Jahresmittelwerten bis zu 30 µg/m³ nicht überschritten. Die höchsten PM_{10}-Jahresmittelwerte werden für einen Abschnitt im Heiligengeistwall und einen Abschnitt im Schlosswall prognostiziert. Diese Abschnitte haben mit Werten von 30 µg/m³ eine geringe Wahrscheinlichkeit für die Überschreitung des 35-Tage-Kriteriums. Verursacht werden die Belastungen durch das hohe Verkehrsaufkommen und die dichte hohe Bebauung.

Der im Jahr 2007 für NO_2 anzusetzende Grenzwert plus Toleranzmarge in Höhe von 46 µg/m³ wird in keinem Abschnitt in Oldenburg erreicht. Für die bereits genannten Abschnitte im Heiligengeistwall und im Schlosswall werden die höchsten Belastungen mit NO_2-Jahresmittelwerten von 42 µg/m³ bzw. 43 µg/m³ ermittelt. Damit wird die Überschreitung des ab 2010 geltenden Grenzwertes von 40 µg/m³ prognostiziert. Für weitere 27 Abschnitte werden NO_2-Jahresmittelwerte über 32 µg/m³ ermittelt. Diese Abschnitte liegen innerhalb der Fehlerbreite von ± 20 %, d.h. bei diesen Abschnitten ist eine Überschreitung des NO_2-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ möglich. Neben den Abschnitten in den Straßen des Stadtwalls und des Staus sind überwiegend Abschnitte in der Hauptstraße und der Nadorster Straße betroffen. Belastete Abschnitte sind auch in der Ofener Straße, der Donnerschweer Straße, der Moslestraße, der Amalienstraße, der Bremer Straße, der Huntestraße und der Cloppenburger Straße zu finden. Diese Bereiche haben ein hohes Verkehrsaufkommen und eine für die Immissionssituation ungünstige Bebauungssituation.

6.4 *Verursacheranalyse*

Für einen hoch belasteten IMMIS^{luft}-Abschnitt (Abbildung 6-5) im Heiligengeistwall wurde eine Quellenanalyse durchgeführt. Sie ergibt ein detailliertes Bild über die Zusammensetzung der Schadstoffanteile nach ihrer Herkunft. In Tabelle 6-3 und der Abbildung 6-6 bis Abbildung 6-10 sind die Ergebnisse der Berechnungen dargestellt.

Abbildung 6-5: Lage des IMMISluft-Abschnittes am Heiligengeistwall

Tabelle 6-3: Quellgruppenanteile an den Immissionen im Heiligengeistwall, gerundete Angaben[12]

Quellgruppe		**PM_{10}** [µg/m³]	**NO_X** [µg/m³]	**PM_{10}** [%]	**NO_X** [%]
regionaler Hintergrund		20,0	13,0	66,7	14,3
urbaner Hintergrund	Industrie	0,0	0,1	0,1	0,1
urbaner Hintergrund	Hausbrand	0,2	5,1	0,6	5,7
urbaner Hintergrund	Bahnverkehr	0,0	0,2	0,2	0,2
urbaner Hintergrund	Schifffahrt	0,0	0,2	0,0	0,3
urbaner Hintergrund	Nebenstraßennetz	0,1	0,7	0,4	0,8
urbaner Hintergrund	Hauptstraßennetz	2,1	16,4	6,9	18,1
Zusatzbelastung in der Schlucht		7,5	55,0	25,2	60,6
alle Quellgruppen		30,0	90,8	100,0	100,0

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

Bei PM_{10} ist der Anteil des regionalen Hintergrunds mit 67 % dominierend. Die durch den Straßenverkehr im Hotspot verursachte PM_{10}-Zusatzbelastung hat einen Anteil von 25 %. Zusammen mit den 7 %, die der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund bewirkt, beträgt der straßenverkehrliche Anteil bei PM_{10} circa 32 %. Die anderen Quellen des urbanen Hintergrundes, wie der Hausbrand, die Industrie, der Bahnverkehr und die Schifffahrt spielen mit sehr geringen Anteilen nur eine untergeordnete Rolle.

Bei den Verursacheranteilen von NO_X dominiert die Verkehrsemission im Hotspot mit über 60 %, gefolgt vom Straßenverkehr im urbanen Hintergrund mit rund 19 % und dem regionalen Hintergrund mit circa 14 %. Der Hausbrand trägt mit fast 6 % erheblich mehr zur NO_X-Immissionen bei als die Industrie, der Bahnverkehr und die Schifffahrt gemeinsam mit unter 1 %.

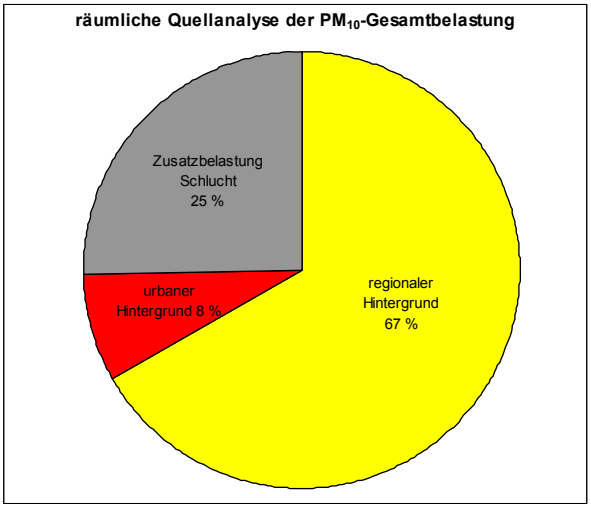


Abbildung 6-6: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an den PM_{10}-Immissionen im Heiligengeistwall

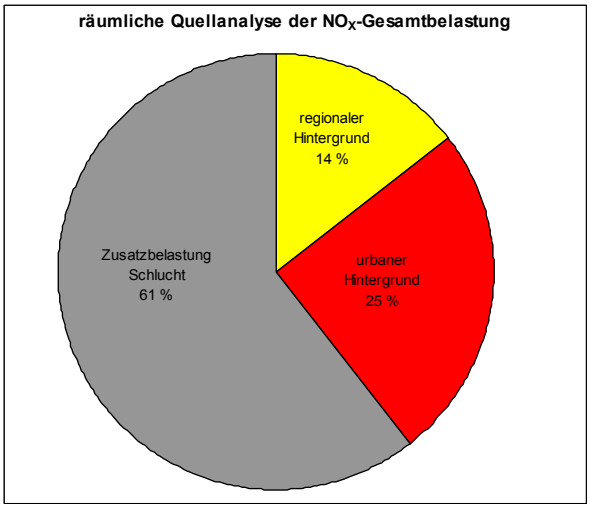


Abbildung 6-7: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an den NO_X-Immissionen im Heiligengeistwall

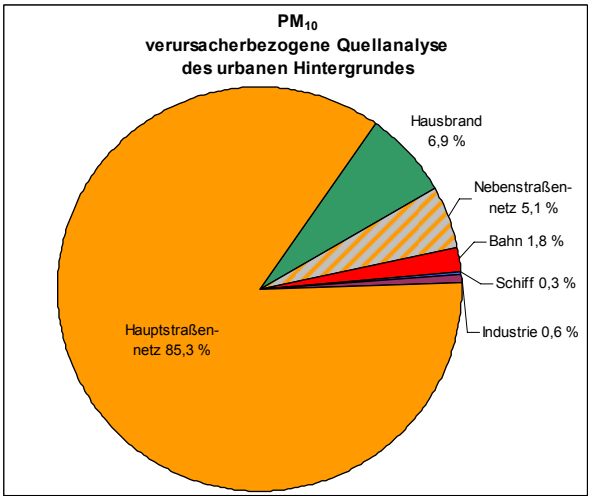


Abbildung 6-8: Prozentuale Aufteilung nach Verursachern im urbanen Hintergrund im Heiligengeistwall (PM_{10})

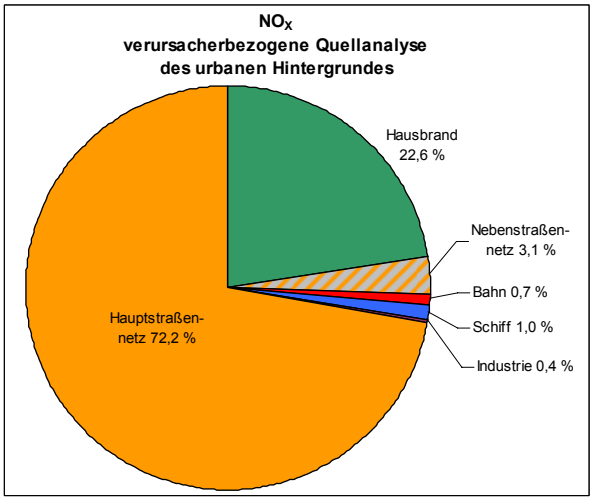


Abbildung 6-9: Prozentuale Aufteilung nach Verursachern im urbanen Hintergrund im Heiligengeistwall (NO_X)

Mit einem Fahrleistungsanteil von 92 % verursachen die PKW, inklusive der leichten Nutzfahrzeuge[13] und der Krafträder circa die Hälfte der PM_{10}-Zusatzbelastung im Heiligengeistwall. Je ein Viertel der PM_{10}-Zusatzbelastung erzeugen die Busse und die schweren LKW[14] im Heiligengeistwall mit einem Fahrleistungsanteil von jeweils ca. 4 %.

Die NO_X-Zusatzbelastung wird im Heiligengeistwall zu 43 % von den Bussen und zu 32 % von den schweren LKW erzeugen. Die restlichen Fahrzeuge, wie PKW, leichte Nutzfahrzeuge und Krafträder tragen 25 % zur NO_X-Zusatzbelastung bei.

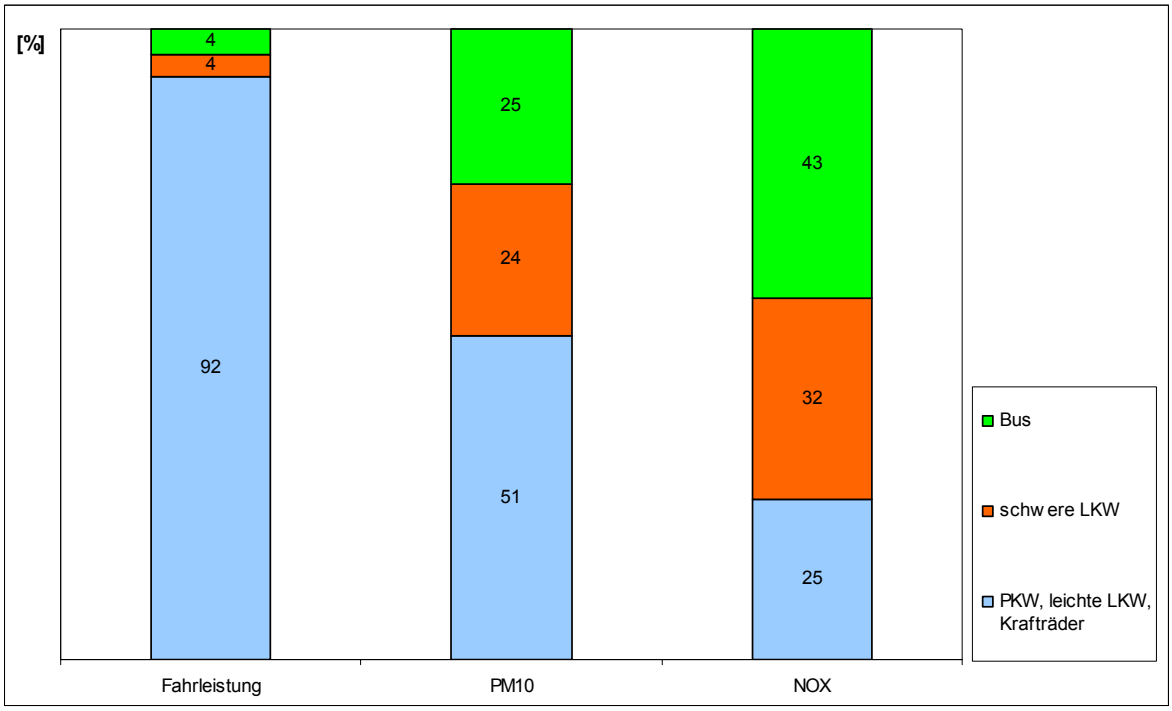


Abbildung 6-10: Verursacherbezogene Fahrleistungs- und Immissionsanteile der Zusatzbelastung im Heiligengeistwall

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

13 leichte Nutzfahrzeuge ≤ 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht

14 schwere LKW > 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht

7 Prognose der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten

Die Screeningberechnung wurde zusätzlich für das Bezugsjahr 2011 mit angepassten Emissionsdaten des Verkehrs durchgeführt. Dazu wurde sowohl der regionale als auch der urbane Hintergrund fortgeschrieben.

7.1 *Prognose der Vorbelastung*

7.1.1 Abschätzung des regionalen Hintergrunds 2011

Zur Fortschreibung der regionalen Hintergrundbelastung wurden für die Gitterzelle Oldenburg der PM_{10}- und NO_2-Hintergrundwert des Bezugsjahres 2010 bzw. 2011 aus den Karten zur Modellrechung für die Berichterstattung hinsichtlich Fristverlängerung des Umweltbundesamtes (UBA) gemäß Tabelle 6-1 verwendet.

Mit dem unter Abschnitt 6.1.1 ermittelten Verhältnis von NO_2 zu NO_X an ländlichen Stationen in Niedersachsen von 0,84 wurde der aus der UBA-Karte ermittelte Wert für NO_2 in einen NO_X-Wert umgerechnet.

Tabelle 7-1: Abschätzung der Entwicklung des regionalen Hintergrunds für NO_X und PM_{10} in [µg/m³] für das Prognosejahr 2011

Kenngröße	**2011**
NO_2	*9*
NO_X	**11**
PM_{10}	**18**

7.1.2 Berechnung des urbanen Hintergrunds 2011

Für die Prognose wurde der urbane Hintergrund auf der Basis aktualisierter Emissionsdaten und der Meteorologie, die für das Jahr 2007 verwendet wurde, mit IMMIS^{net} berechnet.

Die Emissionen des Straßenverkehrs aus den Haupt- und Nebenstraßen wurden mit der durch das HB-Efa prognostizierten Entwicklung der Fahrzeugflotte für 2011 auf der Basis der Fahrleistungsdaten 2007 neu berechnet. Die Emissionsdaten von Industrie, Hausbrand, Bahnverkehr und Schifffahrt wurden unverändert aus dem Bezugsjahr 2007 übernommen.

In Tabelle 7-2 ist eine Auflistung der Emissionsdatenbasis für die veränderten Quellgruppen Verkehr des Hauptstraßen- und Nebenstraßennetzes gegeben.

Tabelle 7-2: Verkehrs-Emissionsmengen NO_X und PM_{10} in kg/a in 2007 und in der Prognose 2011

Quellgruppe	**Analyse 2007**		**Prognose 2011**	
	PM_{10}	NO_X	PM_{10}	NO_X
Hauptstraßennetz	64.663	619.749	58.314	458.233
Nebenstraßennetz	7.675	44.140	7.235	34.802

7.2 *Ergebnisse der Prognose - Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten*

Auf Basis der geänderten Emissionsdaten zum Verkehr und zum regionalen sowie urbanem Hintergrund wurde eine Screeningberechnung für das Bezugsjahr 2011 durchgeführt.

Die Immissionsbelastungen sind in der Übersicht als Jahresmittelwerte für NO_2 und PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg in der Abbildung 7-1 und der Abbildung 7-2 dargestellt. Die Klassifizierung der Farblegenden ist in Kapitel 6.2 beschrieben.

Eine Liste der Straßenabschnitte mit prognostiziertem Jahresmittelwert für NO_2 ab 33 µg/m³ ist in der Anlage “Liste der Belastungsschwerpunkte“ beigefügt.

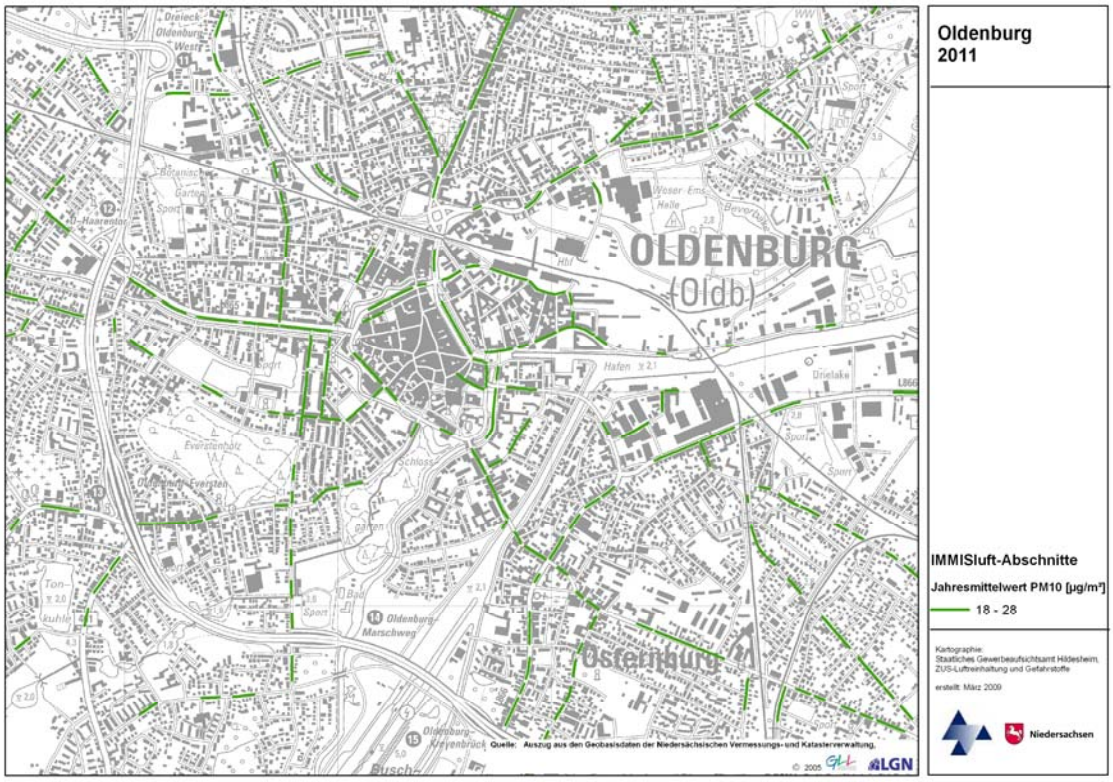


Abbildung 7-1: Jahresmittelwert PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg, 2011

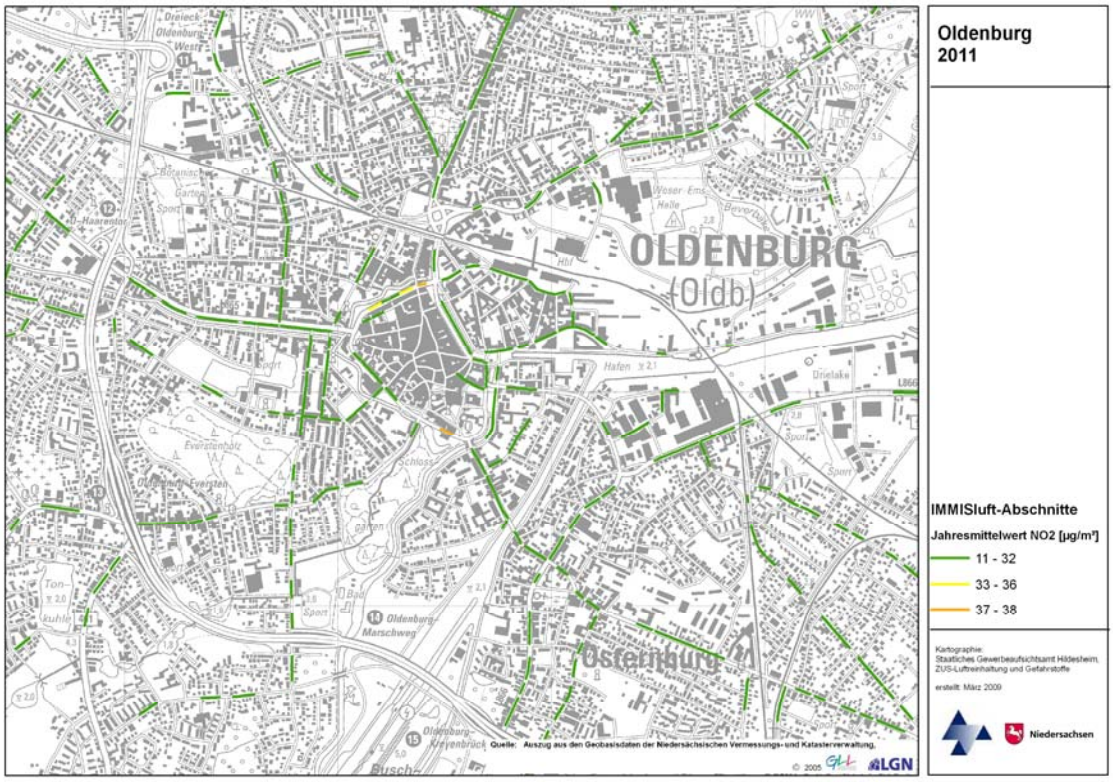


Abbildung 7-2: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz von Oldenburg, 2011

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

Der Vergleich zwischen den Ergebnissen im Jahr 2007 und der Prognoserechnung für das Jahr 2011 zeigt einen Rückgang der Konzentrationen bei NO_2 und bei PM_{10}.

Im Jahr 2011 wird mit PM10-Jahresmittelwerten bis zu 27 µg/m³ keine Überschreitung des PM_{10}-Grenzwertes von 40 µg/m³ und keine Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums (35 Tage > 50 µg/m³) prognostiziert.

Der ab 2010 für NO_2 geltende Grenzwert von 40 µg/m wird im Jahr 2011 in Oldenburg in keinem Abschnitt überschritten. Die höchste Belastung für NO_2 mit einem Jahresmittelwert von 38 µg/m³ wird 2011 für einen Abschnitt im Heiligengeistwall prognostiziert. Die Anzahl der Abschnitte mit einem NO_2-Jahresmittelwert größer 32 µg/m³ sinkt von 29 im Bezugsjahr 2007 auf 4 im Prognosejahr 2011. Betroffen sind der Heiligengeistwall und der Schlosswall. Diese Abschnitte liegen innerhalb der Fehlerbreite von ± 20 % und können von einer Überschreitung des NO_2-Grenzwertes von 40 µg/m³ betroffen sein.

Abbildung 7-3: Anzahl und Gesamtlänge der Straßenabschnitte nach Überschreitungswahrscheinlichkeit

	Kriterium	2007		2011	
		Anzahl der Abschnitte	km	Anzahl der Abschnitte	km
PM10	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW) (40 µg/m³)	-	-	-	-
	sehr hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (> 32 µg/m³)	-	-	-	-
	hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (> 30 µg/m³)	-	-	-	-
	gegebene Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (> 28 µg/m³)	4	0,2	-	-
NO2	Überschreitung Jahresmittelgrenzwert +Toleranzmarge (46 µg/m³)	-	-	-	-
	Grenzwert-Überschreitung JMW (40 µg/m³ ab 2010)	2	0,1	-	-
	wahrscheinl. Überschreitung wegen Fehlerbreite (> 32 µg/m³)	29	1,9	4	0,2

8 Zusammenfassung

Für das Stadtgebiet von Oldenburg wurde modellgestützt ein Screening zur Ermittlung der Luftschadstoffbelastungen im Hauptstraßennetz für das Bezugsjahr 2007 durchgeführt. Zusätzlich wurde eine Prognose für das Bezugsjahr 2011 erstellt.

Zur Bestimmung der urbanen Hintergrundbelastung wurde ein Emissionskataster für die Quellgruppen Verkehr, Industrie und Hausbrand 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.

Das Screening im Bezugsjahr 2007 zeigt, dass nur bei zwei Straßenabschnitten mit geringer Wahrscheinlichkeit mit der Überschreitung des PM_{10}-Tagesgrenzwert-kriteriums zu rechnen ist. Bei NO_2 wird im Jahr 2007 für zwei Straßenabschnitte die Überschreitung des ab 2010 geltenden Grenzwertes von 40 µg/m³ ermittelt.

Die Prognose zeigt, dass die Immissionen bis zum Jahr 2011 zum Teil deutlich zurückgehen, so dass bei PM_{10} nicht mehr und bei NO_2 nur noch in geringem Umfang mit der Überschreitung des Grenzwertes zu rechnen ist.

Ohne zusätzliche Maßnahmen ist die Einhaltung des NO_2-Grenzwertes nicht gewährleistet.

Der Rückgang der Immissionen ist allein in der Verbesserung der Emissions-faktoren durch die angenommene - sich erneuernde - Fahrzeugflotte und in der abgeschätzten Minderung des regionalen Hintergrundes begründet.

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

- Modellrechnungen sind allein aufgrund der Unsicherheiten bei den Eingangs-daten „unscharf“. Mit einer Fehlerbreite von bis zu 20 % ist bei dem gewählten Verfahren zu rechnen.
- Die Unsicherheit bei der verwendeten Busflotte hat, je nach Abweichung von der wirklichen Busflottenzusammensetzung und je nach Anteil der Busse an der gesamten Fahrzeugflotte (Bus-Anteil) in der einzelnen Straße, einen unterschiedlich großen Einfluss auf die errechneten Ergebnisse.
- 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.
- 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.

9 Literatur

BLANK, P., WICKERT, B., OBERMEIER, A., FRIEDRICH, R., DREISEIDLER, A., PFEIFFER, F., BAUMBACH, G., 1999: Erstellung eines Emissionskataster für Feuerungsanlagen in Haushalt und Kleinverbrauch, Forschungsbericht Ufo 104 02 830. Im Auftrag des Umweltbundesamts, September 1999.

DIEGMANN, 2008: IMMIS$^{em/luft}$ – Handbuch zur Version 4.0; IVU Umwelt GmbH; Freiburg, 2008, (http://www.ivu-umwelt.de/download/handbuecher/immisluft40.pdf)

DIEGMANN, V. ET AL., 2006: Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid, UFOPLAN 204 42 222

DIEGMANN, V., MAHLAU, A., 1999: Vergleich von Messungen der Luftschadstoffbelastungen im Straßenraum mit Berechnungen des Screening-Modells IMMIS^{luft}, Immissionsschutz 3, pp 76-83

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.

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

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.

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

EKAT_BW: http://www.ekat.baden-wuerttemberg.de/

EKAT_NRW: http://www.gis.nrw.de/

FEIER, H., 2003: Emissionskataster Hessen für das Bezugsjahr 2000, Quellengruppe nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen. Im Auftrag der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, 2003.

HARTMANN, U., DIEGMANN, V., 2006: Vergleich von berechneten Luftschadstoffbelastungen mit gemessenen Luftqualitätsdaten im Straßenraum, Immissionsschutz 2, pp 73-77.

INFRAS AG, 2004: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 2.1; Bern, Februar 2004

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

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

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

LAMBRECHT, 2006: Ursachen der hohen NO_2-Belastung in Innenstädten. Beitrag von primärem NO_2 aus dem Abgas und der Ozonchemie. S. 25-35. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL (Hrsg.): KRdL-Expertenforum "Feinstaub und Stickstoffdioxid". KRdL-Schriftenreihe Band 36. Düsseldorf, 2006. ISBN 978-3-931384-55-5.

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

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

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.

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.

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

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

SCHMIDT M., FRINGS E., 1999: Verkehr im Umweltmanagement – Anleitung zur betrieblichen Erfassung verkehrsbedingter Umwelteinwirkungen – Leitfaden erstellt im Rahmen des F+E-Vorhabens 205 06 089, Umweltbundesamt, Berlin, September 1999

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

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.

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.

UHLENHUT, F., 2002 : Emissionskataster (Stand :2000) für die Stadt Emden. Hausbrand/Kleingewerbe, Verkehr, Industrie. Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven, Institut für Umwelttechnik, Constantiaplatz 4, 26723 Emden.

10 Anlage: Liste der Belastungsschwerpunkte

Tabelle 10-1: Screening 2007: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO_2 ab 33 µg/m³, sortiert nach NO_2-Gesamtbelastung;

Eingangsdaten											Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	DTV	SLKW %	BUS %	TYP	LAGE	STAU %	POROSITÄT %	BREITE m	HOEHE m	PM_{10} µg/m³	NO_X µg/m³	PM_{10} µg/m³	NO_X µg/m³	NO_2 µg/m³
5344	HEILIGENGEISTWALL 300	15100	3,5	4,1	14	0	0,5	47	18,00	15,00	22	36	30	91	**43**
5397	SCHLOSSWALL 303	16700	3,2	3,7	14	2	1,0	41	20,00	14,30	22	30	30	86	**42**
5347	HEILIGENGEISTWALL 300	15100	3,5	4,1	14	0	0,5	58	18,70	11,70	22	34	28	73	38
5649	HAUPTSTRASSE 317	16000	1,6	1,9	14	0	0,8	41	19,40	8,80	22	36	28	70	37
5351	HEILIGENGEISTWALL 300	15100	3,5	4,1	14	0	0,5	62	18,20	11,40	23	34	28	70	37
5651	HAUPTSTRASSE 317	16000	1,6	1,9	14	0	0,8	44	23,20	9,00	23	43	28	70	37
1790	DONNERSCHWEER STRASS153	12800	3,5	0,0	14	0	0,0	39	14,00	14,90	22	31	29	69	37
5186	AMALIENSTRASSE 288	22100	2,8	2,0	2	2	0,0	40	24,90	9,90	22	30	27	69	36
877	NADORSTER STRASSE 122	23900	1,9	1,5	14	0	0,7	38	20,40	8,00	22	29	29	67	36
5349	HEILIGENGEISTWALL 300	15100	3,5	4,1	14	0	0,5	66	18,40	13,50	22	33	27	67	36
5350	HEILIGENGEISTWALL 300	15100	3,5	4,1	14	0	0,5	65	18,60	9,70	22	34	27	65	35
5017	BREMER STRASSE 282	17200	2,0	2,1	14	2	1,8	49	18,00	7,90	22	28	28	64	35
5370	THEATERWALL 301	14000	3,5	4,5	2	2	0,0	32	30,20	13,60	22	28	25	64	35
5697	OFENER STRASSE 320	22600	1,5	1,2	14	0	6,8	48	25,00	10,20	22	32	28	63	35
860	NADORSTER STRASSE 122	23900	1,9	1,5	14	0	0,7	43	20,40	8,90	22	27	28	63	35
5365	THEATERWALL 301	14000	3,5	4,5	2	2	0,0	54	21,30	14,30	22	29	25	63	35
871	NADORSTER STRASSE 122	23900	1,9	1,5	14	0	0,7	38	22,80	10,00	22	28	28	63	34
867	NADORSTER STRASSE 122	23900	1,9	1,5	14	0	0,7	39	23,50	11,90	22	27	28	61	34

Eingangsdaten											Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	DTV	SLKW %	BUS %	TYP	LAGE	STAU %	POROSITÄT %	BREITE m	HOEHE m	PM_{10} µg/m³	NO_X µg/m³	PM_{10} µg/m³	NO_X µg/m³	NO_2 µg/m³
5284	STAUGRABEN 295	11800	4,0	5,3	2	2	0,0	70	24,00	16,30	23	42	25	61	34
5311	MOSLESTRASSE 296	10400	2,5	6,5	2	2	0,0	43	29,00	19,90	22	32	25	60	34
5647	HAUPTSTRASSE 317	16000	1,6	1,9	14	0	0,8	50	19,60	7,90	22	32	27	60	34
5648	HAUPTSTRASSE 317	16000	1,6	1,9	14	0	0,8	53	19,00	7,10	22	34	27	60	33
2	STAU NEU aus 1228 12555	23000	3,8	5,4	2	2	0,0	25	65,80	14,80	22	30	25	60	33
5814	Zum PFERDEMARKT 327	36300	1,6	1,7	14	0	3,1	38	44,00	13,50	22	29	27	59	33
5319	MOSLESTRASSE 296	10400	2,5	6,5	2	2	0,0	46	24,90	18,00	22	29	25	59	33
5217	HUNTESTRASSE 290	9400	2,8	6,6	2	2	0,0	62	16,10	10,40	22	37	25	58	33
859	NADORSTER STRASSE 122	23900	1,9	1,5	14	0	0,7	42	24,90	10,50	22	27	27	57	33
5643	HAUPTSTRASSE 317	16000	1,6	1,9	14	0	0,8	40	24,70	9,90	22	30	26	57	33
5051	CLOPPENBURGER STRASS284	12700	2,6	1,3	2	2	0,0	37	20,40	7,20	22	39	25	57	33

Tabelle 10-2: Prognose 2011: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO_2 ab 33 µg/m³, sortiert nach NO_2-Gesamtbelastung

Eingangsdaten											Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	DTV Kfz/d	SLKW %	BUS %	TYP	LAGE	STAU %	POROSITY %	BREITE m	HOEHE m	PM_{10} µg/m³	NO_X µg/m³	PM_{10} µg/m³	NO_X µg/m³	NO_2 µg/m³
5344	HEILIGENGEISTWALL 300	15100	3,5	4,1	14	0	0,5	47	18,00	15,00	20	30	27	75	38
5397	SCHLOSSWALL 303	16700	3,2	3,7	14	2	1,0	41	20,00	14,30	20	25	27	71	37
5347	HEILIGENGEISTWALL 300	15100	3,5	4,1	14	0	0,5	58	18,70	11,70	20	28	25	60	34
5351	HEILIGENGEISTWALL 300	15100	3,5	4,1	14	0	0,5	62	18,20	11,40	20	28	25	58	33