

Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffbelastung

Celle

April 2012

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG



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

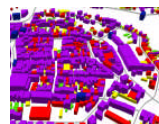
Titelbilder:



Orthophoto, Celle



NO₂-Belastungen, Celle



3D-Gebäudemodell, Celle

Karten- und Bildmaterial:

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





INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	5
2	Vorgehensweise der Untersuchung	6
3	Aufbau der Emissionsdatenbasis	7
3.1	Emissionen des Straßenverkehrs	7
3.1.1	Hauptstraßennetz.....	7
3.1.2	Nebenstraßennetz.....	11
Emissionen des Hausbrands	12
3.1.3	Vorgehensweise.....	12
3.1.4	Berechnung der Emissionen	14
3.1.5	Plausibilisierung der Ergebnisse.....	15
3.1.6	Umlegung der Emissionen auf Rasterzellen	18
3.2	Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen	20
3.2.1	Punkt- und Flächenquellen.....	20
4	Emissionsbilanz	21
5	Meteorologie	22
6	Berechnung der Gesamtbelastung	23
6.1	Bildung von IMMIS ^{luft} -Abschnitten.....	23
6.2	Grenzwerte und abgeleitete Kennwerte für NO ₂ und PM ₁₀	24
7	Analyse der Immissionsbelastung in den IMMIS^{luft}-Abschnitten	26
7.1	Bestimmung der Vorbelastung.....	26
7.1.1	Abschätzung des regionalen Hintergrundes 2010 und 2015.....	26
7.1.2	Berechnung des urbanen Hintergrundes 2010 und 2015.....	26
7.2	Ergebnisse des Screenings - Immissionsbelastung in den IMMIS ^{luft} -Abschnitten	27
7.3	Bewertung der Immissionsbelastung in den IMMIS ^{luft} -Abschnitten	29
7.4	Vergleich mit den Messdaten.....	31
7.5	Verursacheranalyse.....	33
8	Zusammenfassung	35
9	Literatur	36
10	Liste der Belastungsschwerpunkte	39



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung	6
Abbildung 3-1: Haupt- und Nebenstraßennetz in Celle.....	8
Abbildung 3-2: Tagesganglinien des Verkehrs zur Bestimmung der LOS-Anteile.....	10
Abbildung 3-3: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand	12
Abbildung 3-4: Datengrundlage zur Hausbrandberechnung (Beispiel), aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Holz, Kohle und Pellets	13
Abbildung 3-5: Anteile von PM_{10} und NO_x an den einzelnen Brennstoffarten	15
Abbildung 3-6: Verteilung der NO_x -Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Celle.....	18
Abbildung 3-7: Verteilung der PM_{10} -Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Celle.....	19
Abbildung 3-8: Industrielle PM_{10} - und NO_x -Quellen in Celle	20
Abbildung 4-1: Emissionsanteile NO_x , 2010.....	21
Abbildung 4-2: Emissionsanteile PM_{10} , 2010.....	21
Abbildung 5-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Ausbreitungsklassen für die Statistik Celle, 1997 - 2006.....	22
Abbildung 6-1: IMMIS ^{luft} -Abschnitte in einem Ausschnitt von Celle.....	23
Abbildung 6-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO_2 aus NO_x	25
Abbildung 6-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM_{10} und der Anzahl Tage mit einem PM_{10} -Tagesmittelwert über $50 \mu g/m^3$	25
Abbildung 7-1: Jahresmittelwert PM_{10} im bebauten Hauptstraßennetz Celle, 2010 und 2015	28
Abbildung 7-2: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz Celle, 2010	28
Abbildung 7-3: Jahresmittelwert NO_2 im bebauten Hauptstraßennetz Celle, 2015	29
Abbildung 7-4: Lage des IMMIS ^{luft} -Abschnitts und der Verkehrsmessstation im Nordwall	31
Abbildung 7-5: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an der PM_{10} -Immission im Nordwall (ID 1424), 2010	34
Abbildung 7-6: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils im Nordwall (ID 1424) nach Verursachern (PM_{10}), 2010	34
Abbildung 7-7: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an der NO_x -Immission im Nordwall (ID 1424), 2010	34
Abbildung 7-8: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils in im Nordwall (ID 1424) nach Verursachern (NO_x), 2010	34



TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1: Kapazitätsauslastungsgrade.....	8
Tabelle 3-2: Verkehrssituationen gemäß HBEFA	9
Tabelle 3-3: Stündliche Kapazitäten pro Fahrspur nach Verkehrssituationen	9
Tabelle 3-4: Gerätebezogener Endenergieverbrauch (gEEV) für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in Celle [GJ].....	14
Tabelle 3-5: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO _x und PM ₁₀ , aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) [kg].....	14
Tabelle 3-6: Emissionsaufkommen für NO _x und PM ₁₀ [t/a] und [kg/(Einwohner·a)] für verschiedene Städte und die Bundesrepublik Deutschland	16
Tabelle 3-7: Einwohnerbezogener Endenergieverbrauch des Landes Niedersachsen für die Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher [GJ/Einwohner] im Vergleich zur Stadt Celle.....	17
Tabelle 4-1: Emissionsmengen NO _x und PM ₁₀ in kg/a, Analyse 2010 und 2015.....	21
Tabelle 6-1: Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV für PM ₁₀ und NO ₂	24
Tabelle 7-1: Abschätzung des regionalen Hintergrundes als Jahresmittelwert in µg/m ³ , Bezugsjahr 2010 und 2015.....	26
Tabelle 7-2: Übersicht der Legendendarstellung in den Karten für PM ₁₀ und NO ₂	27
Tabelle 7-3: Anzahl und Gesamtlänge der Abschnitte nach Überschreitungswahrscheinlichkeit.....	30
Tabelle 7-4: Vergleich der modellierten und gemessenen Konzentrationen im Abschnitt Nordwall (ID 1424) mit Angabe des Grenzwertes für das Bezugsjahr 2010.....	31
Tabelle 7-5: Quellgruppenanteile an den Immissionen im Nordwall, 2010	33
Tabelle 10-1: Analyse 2010: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO ₂ über 32 µg/m ³	39
Tabelle 10-2: Prognose 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO ₂ über 32 µg/m ³	41



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. Bei Überschreitung der vorgegebenen Grenzwerte wird nach der 39. BImSchV die Aufstellung von langfristigen, verursacherbezogenen Maßnahmen zur nachhaltigen Verbesserung der Luftqualität im Rahmen eines Luftreinhalteplanes gefordert. Für diese Maßnahmenplanungen ist in Niedersachsen die jeweilige Kommune zuständig.

In Celle wurde durch das Lufthygienischen Überwachungssystem (LÜN) an einer Stelle von 2006 bis 2008 kontinuierlich die Luftschadstoffbelastung gemessen.

Nun wurde für das gesamte Stadtgebiet Celle von der ZUS LLG die Immissionsbelastung untersucht. Die in diesem Rahmen ermittelten Belastungen zu Feinstaub (PM₁₀) und Stickstoffdioxid (NO₂) im innerstädtischen Hauptstraßennetz¹ wurden mit dem Programm IMMIS^{luft} berechnet. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stellen eine Grundlage für Minderungsmaßnahmen und für weitere Überlegungen zur Umsetzung entsprechend der Richtlinie zur Luftqualität dar.

Es wurde eine Analyse für das Bezugsjahr 2010 durchgeführt und mit den Messwerten des LÜN verglichen. Zusätzlich wurde die Untersuchung um eine Prognose 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} [37] 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.

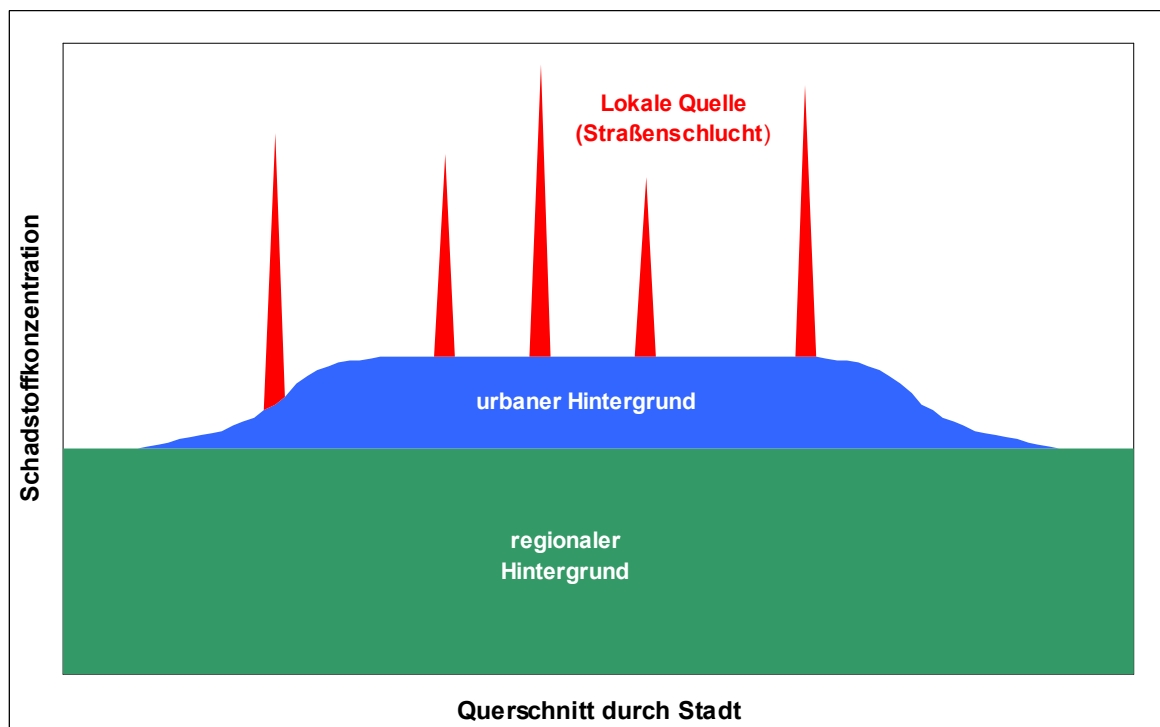


Abbildung 2-1: Schema der Zusammensetzung der Gesamtbelastung

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) [15] basiert, eingesetzt. Mit diesem Modell wurden die Straßenverkehrsemissionen unter zusätzlicher Berücksichtigung von nicht motorbedingten PM₁₀-Emissionen gemäß DÜRING ET AL. [5] und FRIEDRICH [13] berechnet.

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



3 Aufbau der Emissionsdatenbasis

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

- Straßenverkehr auf der Basis von Aktivitätsdaten und dem Emissionsmodell IMMIS^{em} (siehe Kapitel 2)
- Hausbrand auf der Basis gebäudescharfer Feuerstätteninformationen des Landesinnungsverbandes der Schornsteinfeger (LIV) in Verbindung mit Emissionsfaktoren des 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) basiert u.a. auf Informationen zur Verkehrsbelastung als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV²) aus dem Bezugjahr 2005 mit dem Anteil der schweren³ LKW am DTV-Wert. Netzweit wurde der Anteil der leichten⁴ LKW auf 5 % und der Krafträder auf 0,5 % gesetzt. Der Anteil der Busse wurde nicht separat erfasst und ist in dem Anteil der schweren LKW enthalten. Es wurde bis 2010 eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate für den DTV-Wert von 0,5 % angenommen. Für das Bezugsjahr 2015 wurden die Verkehrsbelastungen des Jahres 2010 verwendet.

Es wurde die Zusammensetzung aller Fahrzeugkategorien nach HBEFA 3.1 verwendet.

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
- Kaltstartverhalten⁵ getrennt nach der Funktion der Straße (TYP_LAGE)
 - commercial
 - residential
 - radial
 - none
- Level of Service (LOS-Anteile)

² [Kfz/d]

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. Auf den genannten Straßen ist der Anteil der kalt gestarteten Fahrzeuge unterschiedlich hoch.



- 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

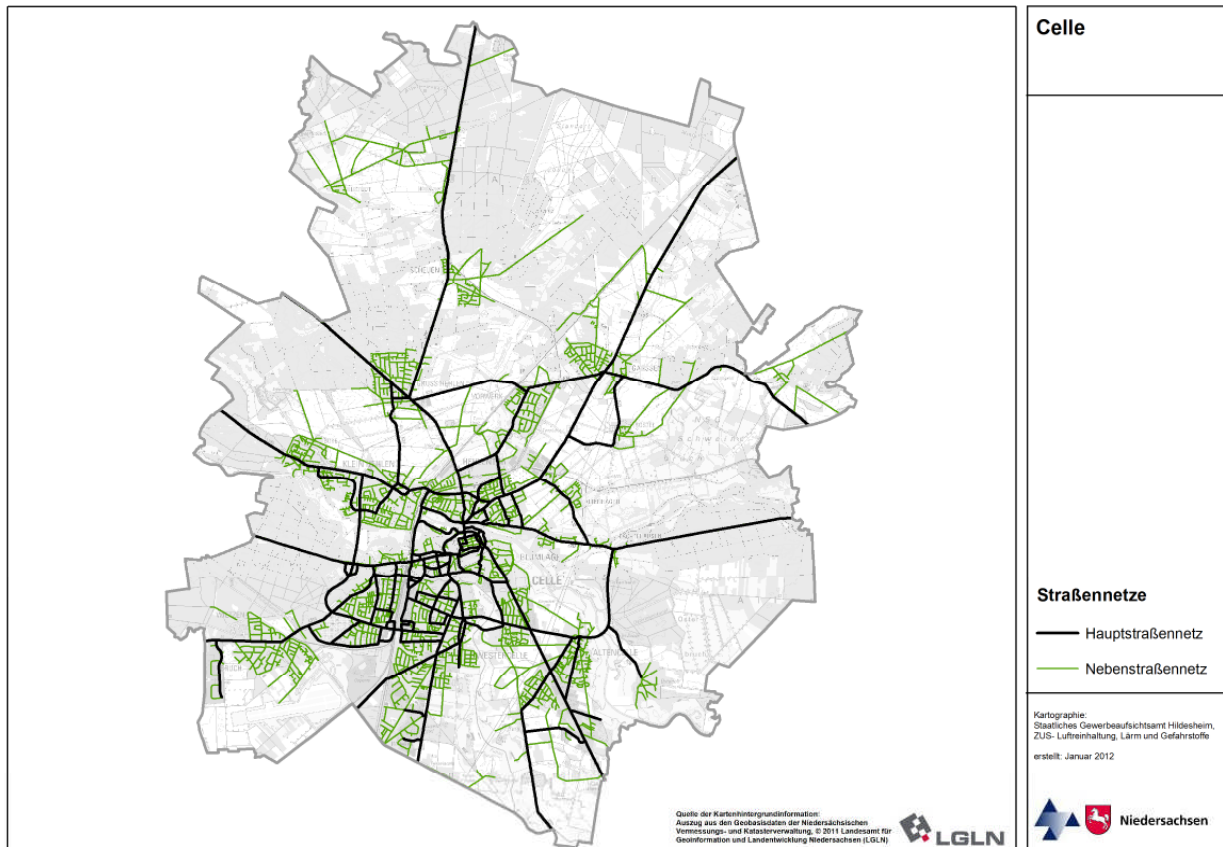


Abbildung 3-1: Haupt- und Nebenstraßennetz in Celle

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

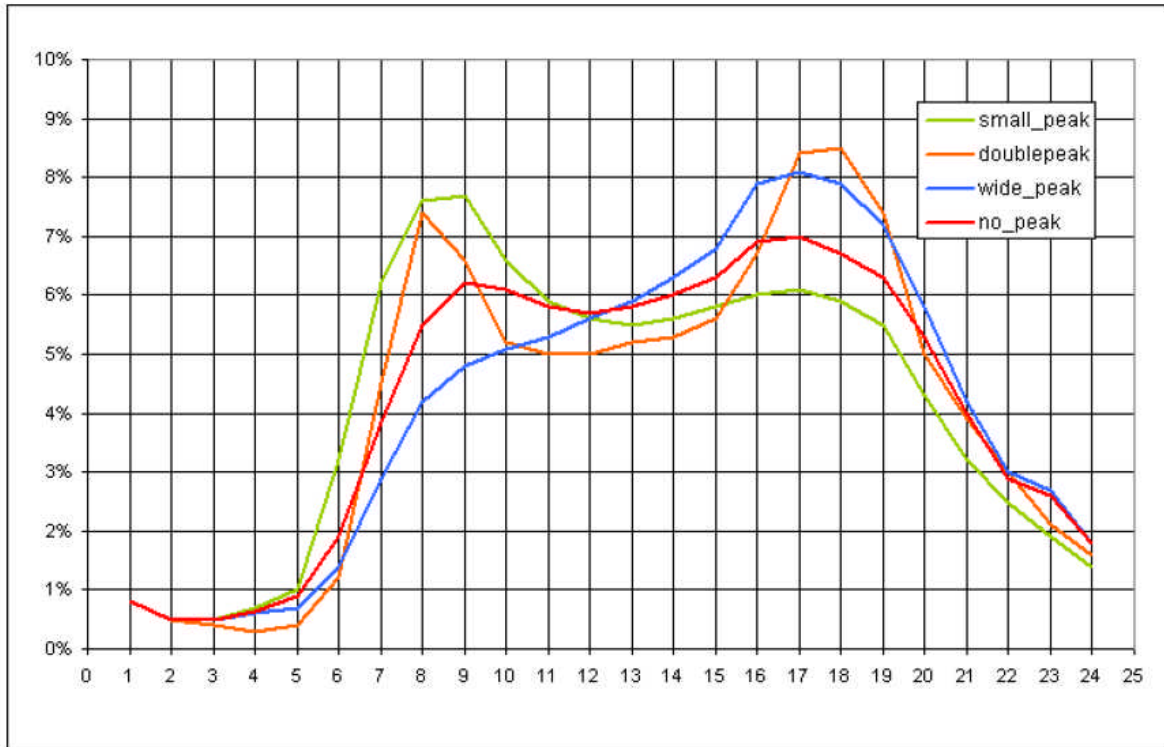


Abbildung 3-2: Tagesganglinien des Verkehrs zur Bestimmung der LOS-Anteile [2]

Die resultierende Gesamtfahrleistung im Straßennetz beträgt rund 1,5 Mio.km/Tag. Aus der Fahrleistung und den spezifischen Emissionen ergeben sich für das Stadtgebiet Celle im Bezugsjahr 2010 absolute Emissionen des Straßennetzes für NO_x von ca. 325 t/a und für PM₁₀ von ca. 39 t/a. Im Bezugsjahr 2015 ergeben sich im Hauptstraßennetz Emissionen von ca. 242 t/a NO_x und ca. 33 t/a PM₁₀.



3.1.2 Nebenstraßennetz

Die Berechnung der Emissionen im Nebenstraßennetz basiert wie beim Hauptstraßennetz auf Informationen zur Verkehrsbelastung als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke. Die Nebenstraßen im Stadtgebiet von Celle wurden mit DTV-Werten von 20 bis 500 Kfz/Tag ($\bar{\varnothing}$ 363 Kfz/Tag) berücksichtigt. Damit ergibt sich eine Fahrleistung im Nebenstraßennetz von ca. 107.000 km/Tag, was rund 17 % der Fahrleistung des gesamten Straßennetzes entspricht.

Den Straßen des Nebennetzes wurde als Verkehrssituation „Erschließungsstraße mit Geschwindigkeitsbeschränkung 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 Werten⁶ angesetzt:

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

Diese Parametrisierung liefert im Bezugsjahr 2010 im Nebenstraßennetz Emissionen in Höhe von 20 t/a für NO_x und ca. 2 t/a für PM₁₀. Im Bezugsjahr 2015 vermindern sich die Emissionen im Nebenstraßennetz bei NO_x auf ca. 15 t/a und bei PM₁₀ bleibt es bei ca. 2 t/a.

⁶ Gutachten IVU Umwelt GmbH, Freiburg



Emissionen des Hausbrands

3.1.3 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], [22], [23], [24], [40]. Die hier gewählte Methodik beruht auf den Arbeiten von STRUSCHKA ET. AL. [39]. Dabei wurde das Emissionsaufkommen ausgehend von gebäudebezogenen Eckdaten des LIV in Verbindung mit statistisch ermittelten Emissionsfaktoren des UBA [39] berechnet.

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

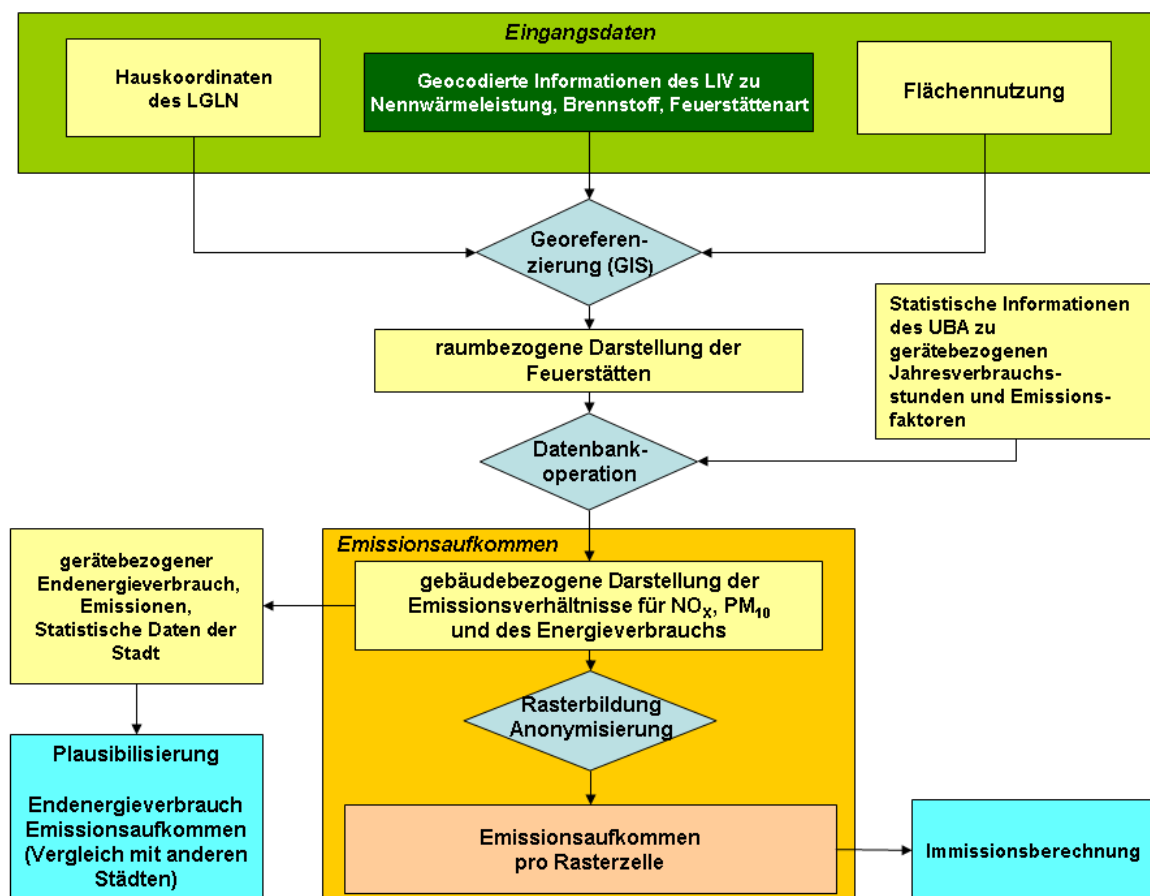


Abbildung 3-3: Konzept zur Ermittlung des Emissionsaufkommens durch Hausbrand



Als Eingangsdaten zur Berechnung des Hausbrands für die Stadt Celle 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 3-4)
- 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 3-4: Datengrundlage zur Hausbrandberechnung (Beispiel), aufgeschlüsselt nach den Brennstoffen Öl, Gas, Holz, Kohle und Pellets



3.1.4 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 GIS⁷ dargestellt.

Für Teilbereiche der Stadt lagen keine LIV-Daten vor. Aus dem mittleren zu beheizenden Gebäudevolumen und den vorhandenen Emissionen wurde pro Schadstoffkomponente ein Emissionsfaktor/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 PM₁₀ [39] multipliziert. Tabelle 3-5 zeigt eine Übersicht des gerätebezogenen Emissionsaufkommens in [kg], aufgliedert nach Haushalten (HH) und Kleinverbrauchern (KV; alle Angaben gerundet).

Tabelle 3-4: Gerätebezogener Endenergieverbrauch (gEEV) für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) in Celle [GJ], Darstellung von gerundeten Angaben⁸

gEEV		Gas	Festbrennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	1.830	90	440	<1	2.370
	Kleinverbraucher	550	24	251	<1	830

Tabelle 3-5: Gerätebezogenes Emissionsaufkommen für NO_x und PM₁₀, aufsummiert nach Brennstoffen für Haushalte (HH) und Kleinverbraucher (KV) [kg], Darstellung von gerundeten Angaben⁸

PM ₁₀		Gas	Festbrennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	55	9.768	401	11	10.235
	Kleinverbraucher	17	1.740	304	3	2.064
NO _x		Gas	Festbrennstoff	Oel	Pellets	Summe
	Haushalte	43.971	6.085	18.356	43	68.455
	Kleinverbraucher	14.092	1.148	10.885	16	26.142

Eine sektorale Betrachtung der Anteile der einzelnen Brennstoffe an den Emissionskomponenten PM₁₀ und NO_x stellt Abbildung 3-5 dar. Die unterschiedliche Herkunft der Komponenten ist auffällig. Während die NO_x-Emissionen des Hausbrands nur zu gut 60 % aus dem Verbrennen von Gasen und zu knapp einem Drittel aus dem Verbrennen von Öl herrühren, ist es bei PM₁₀ deutlich anders: über 90 % der PM₁₀-

⁷ Geo-Informationssystem

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



Emission (ca. 11,5 t) sind dem Verbrennen von Feststoffen zuzuschreiben.

Festbrennstoffe besitzen mit fast 8 % einen vergleichsweise hohen Anteil an der NO_x-Emission (vergl. Abbildung 3-5).

Da in Celle die Feuerstättendaten vom LIV zu Festbrennstoffen nicht immer getrennt nach Holz und Kohle dokumentiert werden konnten, wurde in der Abbildung 3-5 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.

Für die Berechnung der Emission wurden jedoch die differenziert vorliegenden Angaben und die entsprechenden Emissionsfaktoren verwendet. Wenn von den Schornsteinefegern 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.

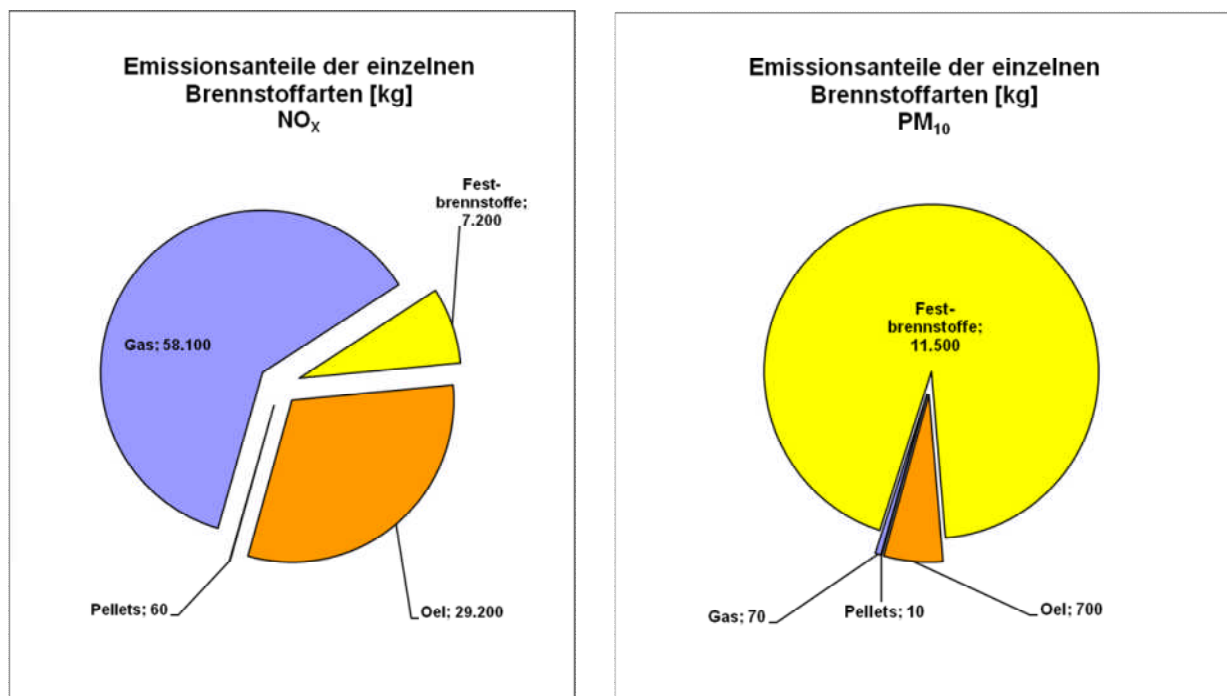


Abbildung 3-5: Anteile von PM₁₀ und NO_x an den einzelnen Brennstoffarten

3.1.5 Plausibilisierung der Ergebnisse

Um die in Kapitel 3.1.4 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], [19], [20], [21]. Grundlage des Vergleichs bilden die einwohnerbezogenen Größen.



Tabelle 3-6: Emissionsaufkommen für NO_x und PM₁₀ [t/a] und [kg/(Einwohner·a)] für verschiedene Städte und die Bundesrepublik Deutschland⁹

Bezugs-jahr	Stadt	Einwohner	PM ₁₀ [t/a]	NO _x [t/a]	PM ₁₀ /E ^[1] [kg/(E·a)]	NO _x /E ^[2] [kg/(E·a)]	Quelle
2003	Aschersleben	25.932	2,6	-	0,1003	-	IVU (2005) [16]
2010	Lehrte	43.259	5,7	57,2	0,1320	1,3226	GAA-Hi (2012) [35]*
2003	Wittenberg	46.384	4,3	-	0,0927	-	IVU (2005) [16]
2010	Lingen	55.779	16,6	79,2	0,2980	1,4201	GAA-Hi (2012) [32]*
2007	Hameln	58.696	10,1	108,3	0,1718	1,8449	GAA-Hi (2011) [26]*
2010	Celle	70.242	12,3	94,6	0,1751	1,3467	GAA-Hi (2012)*
2010	Delmenhorst	74.361	9,3	97,5	0,1244	1,3115	GAA-Hi (2012) [33]*
2000	Marburg	77.390	6,6	139,5	0,0856	1,8027	Feier (2003) [12]
2000	Hanau	88.294	18,8	172,5	0,2128	1,9534	Feier (2003) [12]
2002	Esslingen a.N.	92.091	6,0	76,0	0,0652	0,8253	Ekat_BW [10]
2010	Hildesheim	102.903	10,5	154,6	0,1023	1,5025	GAA-Hi (2011) [29]*
1999	Siegen	104.717	6,8	163,8	0,0649	1,5642	Ekat_NRW [11]
1999	Berg.-Gladbach	110.016	5,1	164,8	0,0464	1,4980	Ekat_NRW [11]
2000	Offenbach	117.535	14,2	150,1	0,1209	1,2770	Feier (2003) [12]
2010	Göttingen	121.457	14,0	162,7	0,1150	1,3394	GAA-Hi (2011) [30]*
2002	Heilbronn	121.613	9,0	180,0	0,0740	1,4801	Ekat_BW [10]
2000	Darmstadt	138.242	16,8	273,4	0,1212	1,9777	Feier (2003) [12]
2010	Oldenburg	162.173	13,2	164,9	0,0816	1,0166	GAA-Hi (2012) [34]*
2010	Osnabrück	163.514	18,5	183,5	0,1131	1,1220	GAA-Hi (2011) [27]*
2000	Kassel	194.766	27,9	333,3	0,1430	1,7115	Feier (2003) [12]
2002	Freiburg	215.966	16,0	278,0	0,0741	1,2872	Ekat_BW [10]
2003	Magdeburg	229.980	23,7	-	0,1031	-	IVU (2005) [16]
2003	Halle	233.874	29,2	-	0,1249	-	IVU (2005) [16]
2008	Braunschweig	240.513	29,4	245,0	0,1221	1,0185	GAA-Hi (2011) [31]*
2000	Wiesbaden	270.109	35,7	531,3	0,1321	1,9669	Feier (2003) [12]
2002	Karlsruhe	285.812	20,0	392,0	0,0700	1,3715	Ekat_BW [10]
2010	Hannover	520.966	72,4	740,4	0,1392	1,4238	GAA-Hi (2011) [28]*
2002	Stuttgart	593.639	39,0	721,0	0,0657	1,2145	Ekat_BW [10]
2000	Frankfurt	646.550	76,6	1.183,0	0,1185	1,8297	Feier (2003) [12]
2000	München	1.326.206	294,0	2.330,0	0,2217	1,7569	IVU (2006) [17]
1995/ 2000	Deutschland	82.310.000	18.627	108.076	0,2263	1,3130	Pfeiffer et al. (2000) [22] Struschka et al. (2003) [38]

* Berechnungsgrundlage LIV-Daten

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

Tabelle 3-6 zeigt das Emissionsaufkommen des Hausbrands insgesamt und pro Einwohner für NO_x und PM₁₀ für Celle, verschiedene deutsche Städte und die Bundesrepublik Deutschland, sortiert nach der Anzahl der Einwohner. Bei der

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



einwohnerbezogenen Darstellung der beiden Schadstoffkomponenten NO_x und PM₁₀ zeigen sich Unterschiede. Das Emissionsverhalten ist durchschnittlich; die Pro-Kopf-Emission der Stickoxide liegt im unteren Mittelfeld der Skala, das Feinstaubaufkommen im oberen Mittelfeld.

Das Feinstaubaufkommen ist den Feststoffheizungen geschuldet (insgesamt 16 % aller Heizungen sind Kaminöfen oder Ähnliches), während 74 % aller Heizungen mit Gas betrieben werden.

Darüber hinaus wurden einwohnerbezogene Energieverbrauchsdaten zur Plausibilisierung herangezogen und in Tabelle 3-7 dargestellt. Der Anteil der verschiedenen Brennstoffe am Endenergieverbrauch für Celle weicht nur für den Gasverbrauch deutlich von den niedersächsischen Durchschnittswerten ab und liegt ungefähr ein Drittel über dem Mittel. Heizöl- und Festbrennstoffverbrauch entsprechen dem Landesdurchschnitt bzw. liegen darunter. 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 Celle in Struktur und Bevölkerungszusammensetzung deutlich vom Flächenland Niedersachsen unterscheidet.

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

	Einwohner		Erdgas	leichtes Heizöl	Festbrennstoff	Pellets	Summe
Niedersachsen 1990	7.387.000	HH	14,3180	10,4990	1,0130		25,8290
		KV	6,5410	5,4140	1,1670		13,1220
		Summe	20,8580	15,9130	2,1800		38,9510
Nds. Energie/CO₂-Bilanzen 2002	7.980.000	Summe	24,3990	11,9880	1,0150		37,4020
Nds. Energie/CO₂-Bilanzen 2004	8.001.000	Summe	23,9310	9,4590	2,0940		35,4840
Nds. Energie/CO₂-Bilanzen 2006	7.982.685	Summe	23,3695	10,6602	2,5375		36,5671
Nds. Energie/CO₂-Bilanzen 2008	7.961.196	Summe	23,1567	9,6496	2,7217		35,5280
Celle 2010	70.242	HH	26,0829	6,2940	1,3178	0,0056	33,7004
		KV	7,8427	3,5764	0,3426	0,0028	11,7644
		Summe	33,9256	9,8704	1,6604	0,0084	45,4648



3.1.6 Umlegung der Emissionen auf Rasterzellen

Damit die in Kapitel 3.1.4 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 3.1.4 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 3-6 für NO_x und in Abbildung 3-7 für PM₁₀ dargestellt.

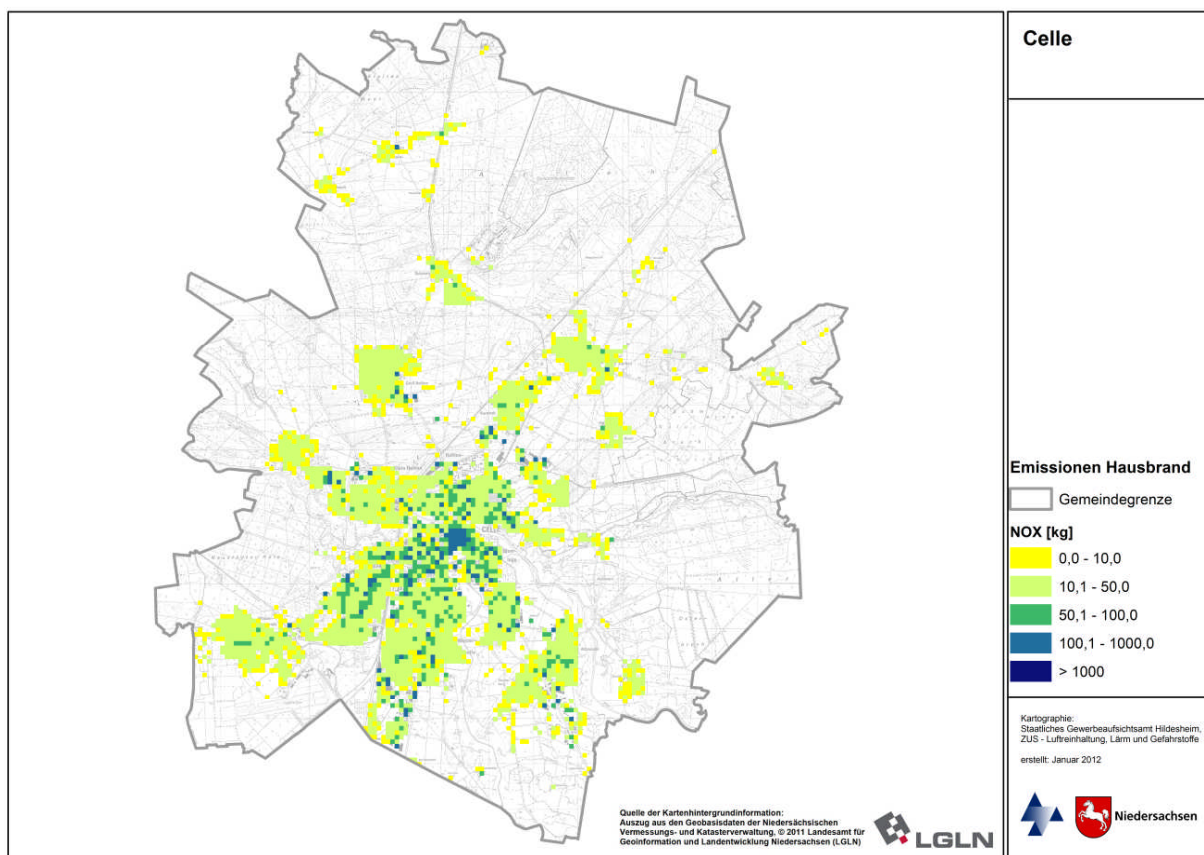


Abbildung 3-6: Verteilung der NO_x-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Celle

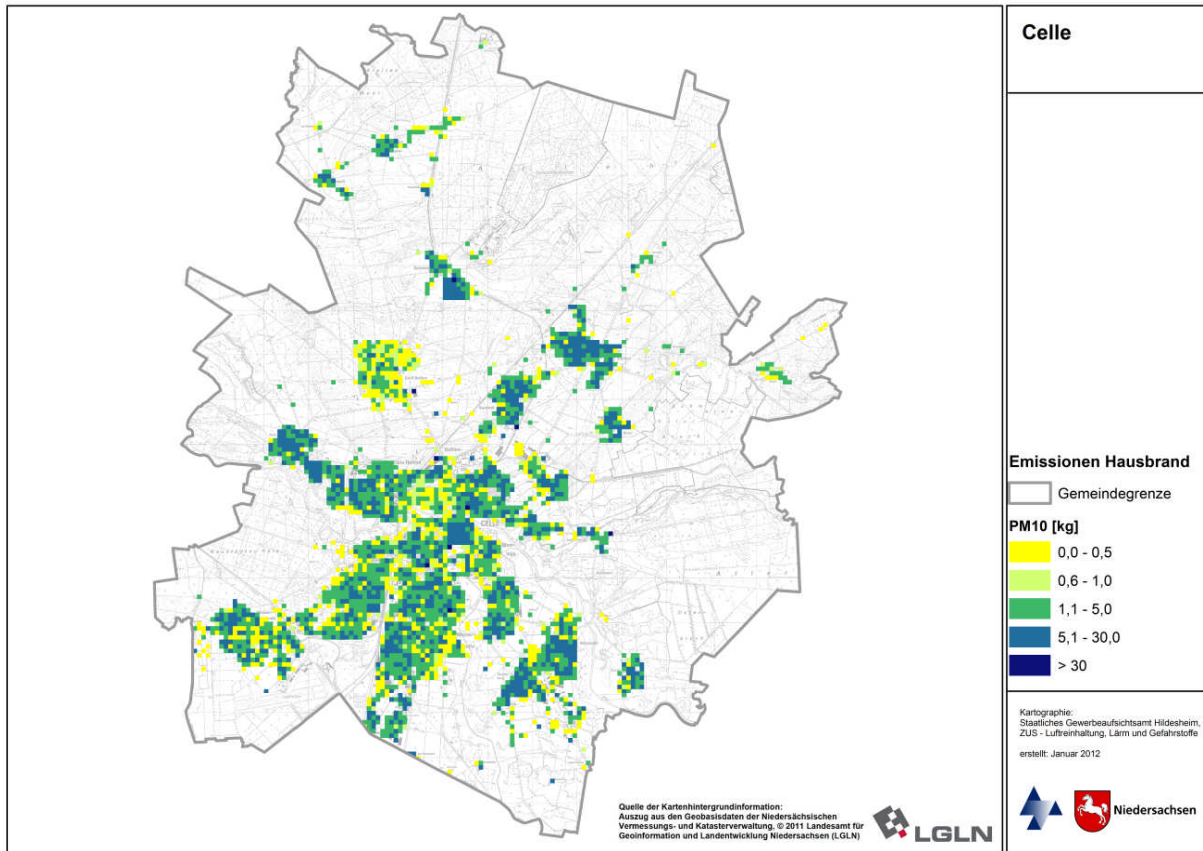


Abbildung 3-7: Verteilung der PM₁₀-Hausbrand-Emissionen auf Rasterzellen, Celle



3.2 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 Celle emittieren rund 21 t NO_x und 78 kg PM₁₀ pro Jahr.

3.2.1 Punkt- und Flächenquellen

Als Punktquellen konnten alle Quellen der Emissionserklärung der genehmigungsbedürftigen Anlagen berücksichtigt werden, die vollständige Angaben zur Emittentenhöhe, zur Abgastemperatur und zum Volumenstrom aufweisen. Das traf auf alle NO_x- und PM₁₀-Quellen zu. Eine Darstellung der verwendeten Quellen ist in Abbildung 3-8 gegeben. Jede Flächenquelle wurde als Quadrat der in den Ursprungsdaten angegebenen Ausdehnungsfläche abgebildet. Eine Arbeitsstätte kann aus mehreren Anlagen und diese wiederum aus mehreren Quellen bestehen. Deshalb liegen die Quellen zum Teil übereinander und können in der Darstellung nicht weiter differenziert werden.

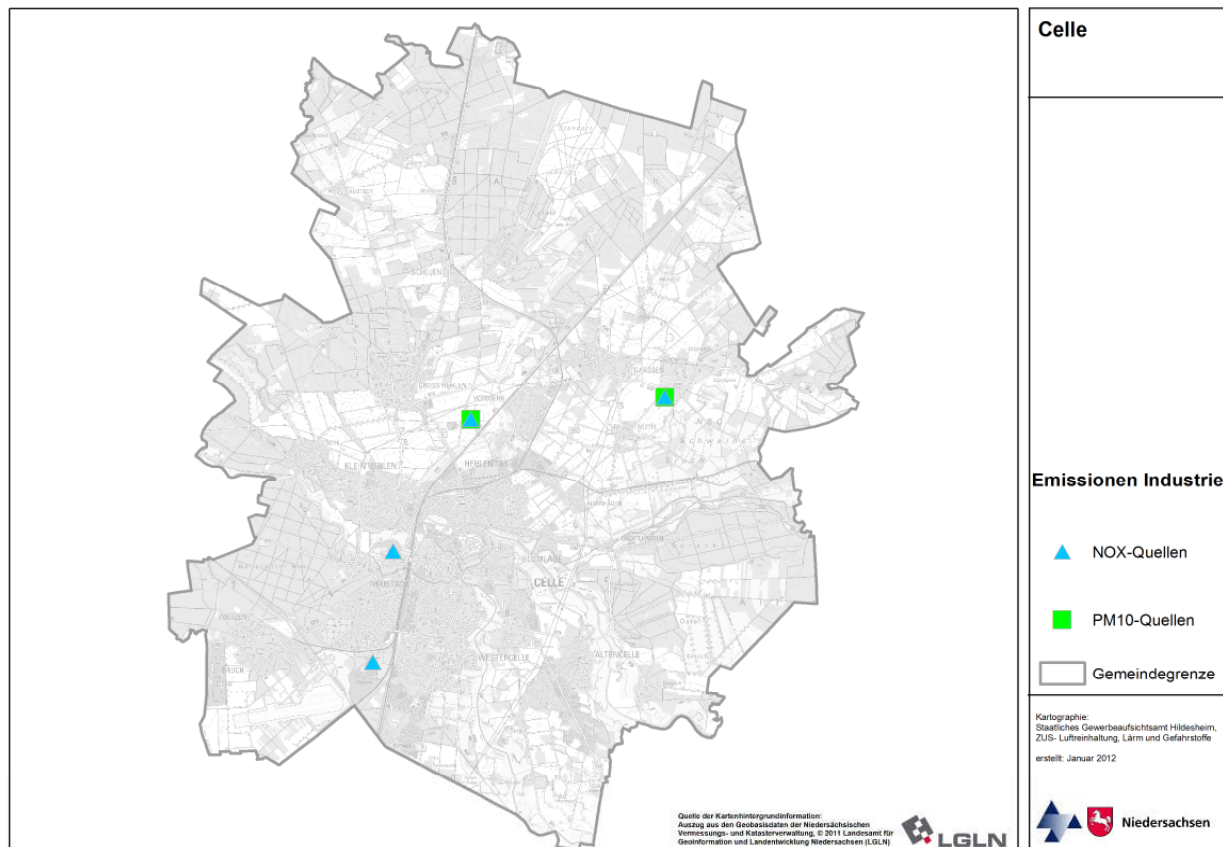


Abbildung 3-8: Industrielle PM₁₀- und NO_x-Quellen in Celle



4 Emissionsbilanz

In Tabelle 4-1 ist für die Analyse im Bezugsjahr 2010 und 2015 eine Auflistung der Emissionsdatenbasis und ihrer geometrischen Abbildung im Modell IMMIS^{net} gegeben.

Tabelle 4-1: Emissionsmengen NO_x und PM₁₀ in kg/a, Analyse 2010 und 2015

Quellgruppe	Geometrie	2010		2015	
		PM ₁₀	NO _x	PM ₁₀	NO _x
Industrie	Punkt	78	20.646	78	20.646
Hausbrand	Flächen	12.321	94.619	12.321	94.619
Hauptstraßennetz	Linien	38.778	325.460	33.396	242.027
Nebenstraßennetz	Linien	2.471	19.918	2.135	15.053
alle Quellgruppen		53.612	460.397	47.930	372.345

Bei NO_x sind im Bezugsjahr 2010 die Emissionen aus dem Straßenverkehr (75 %) mit Abstand die größte Emissionsquelle im Stadtgebiet Celle (Abbildung 4-1). Im Bezugsjahr 2010 hat der Hausbrand im NO_x-Bereich mit 21 % mehr Einfluss als die Industrie mit einem Anteil von ca. 4 %.

Mit 77 % sind im Bezugsjahr 2010 die Emissionen des Straßenverkehrs die stärkste PM₁₀-Emissionsquelle im Stadtgebiet Celle (Abbildung 4-2). Die Emissionen aus dem Hausbrand mit einem Anteil von 23 % tragen erheblich zu den PM₁₀-Emissionen im Stadtgebiet bei. Die industriellen PM₁₀-Emissionen haben mit weniger als 1 % Anteil einen sehr geringen Einfluss.

Im Bezugsjahr 2015 verringert sich der Einfluss der Verkehrsemissionen zugunsten der übrigen Quellen etwas. Die Verkehrsemissionen bleiben jedoch auch 2015 bei PM₁₀ und bei NO_x die stärkste Emissionsquelle im Stadtgebiet.

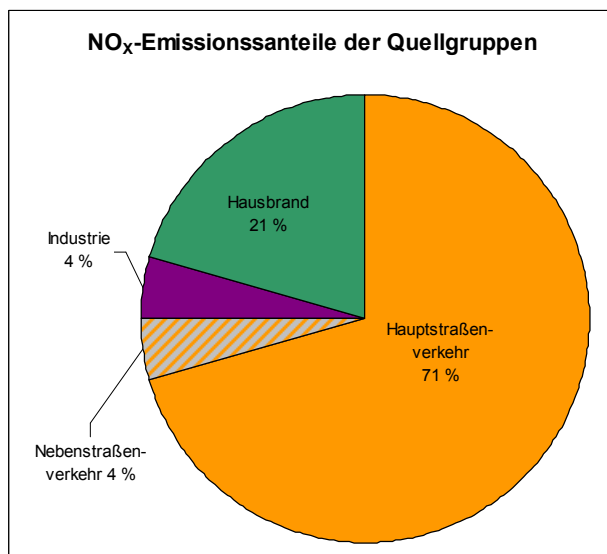


Abbildung 4-1: Emissionsanteile NO_x, 2010

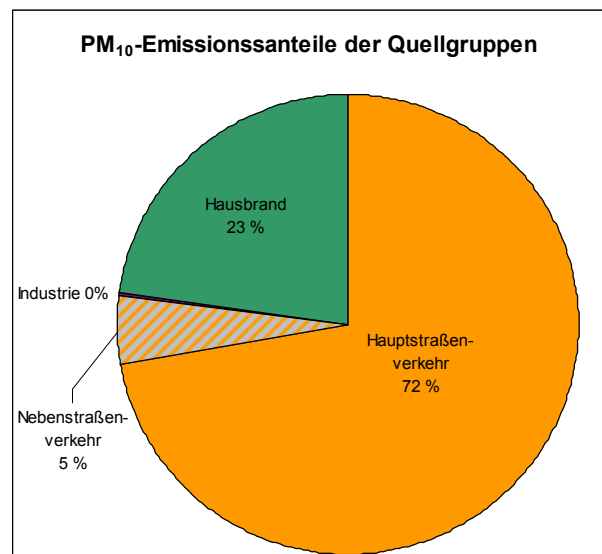


Abbildung 4-2: Emissionsanteile PM₁₀, 2010



5 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 Celle war eine AKS des DWD der Station Celle-Wietzenbruch für die Jahre 1997 bis 2006. Die mittlere Windgeschwindigkeit in diesem Datensatz beträgt 3,15 m/s. Die Verteilung der Windrichtungen getrennt nach Windgeschwindigkeiten ist in Abbildung 5-1 dargestellt.

Die Station Celle-Wietzenbruch des DWD befindet sich auf dem Gelände des Flughafens Celle im locker besiedelten Westgebiet 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 Stadtraugigkeit 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 2,26 m/s vermindert.

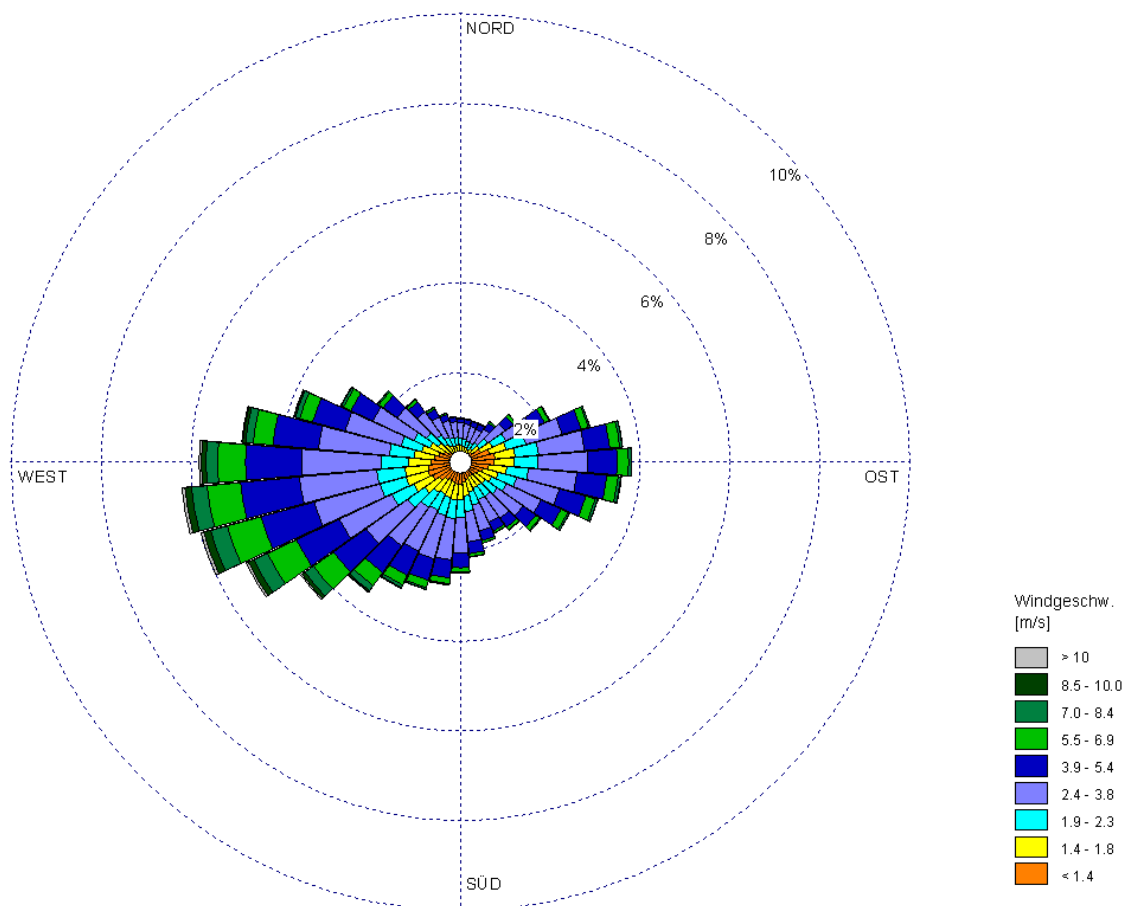


Abbildung 5-1: Windrichtungsverteilung getrennt nach Ausbreitungsklassen für die Statistik Celle, 1997 - 2006



6 Berechnung der Gesamtbelastung

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

6.1 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 Straßennetzes und den Gebäudedaten der Stadt Celle abgeleitet.

Basierend auf diesen Eingangsdaten wurde das Straßennetz 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 6-1 ist für einen Teilbereich von Celle exemplarisch dargestellt, wie auf der Basis der Eingangsdaten IMMIS^{luft}-Abschnitte gebildet und vor Luftbildern auf Plausibilität geprüft wurden.

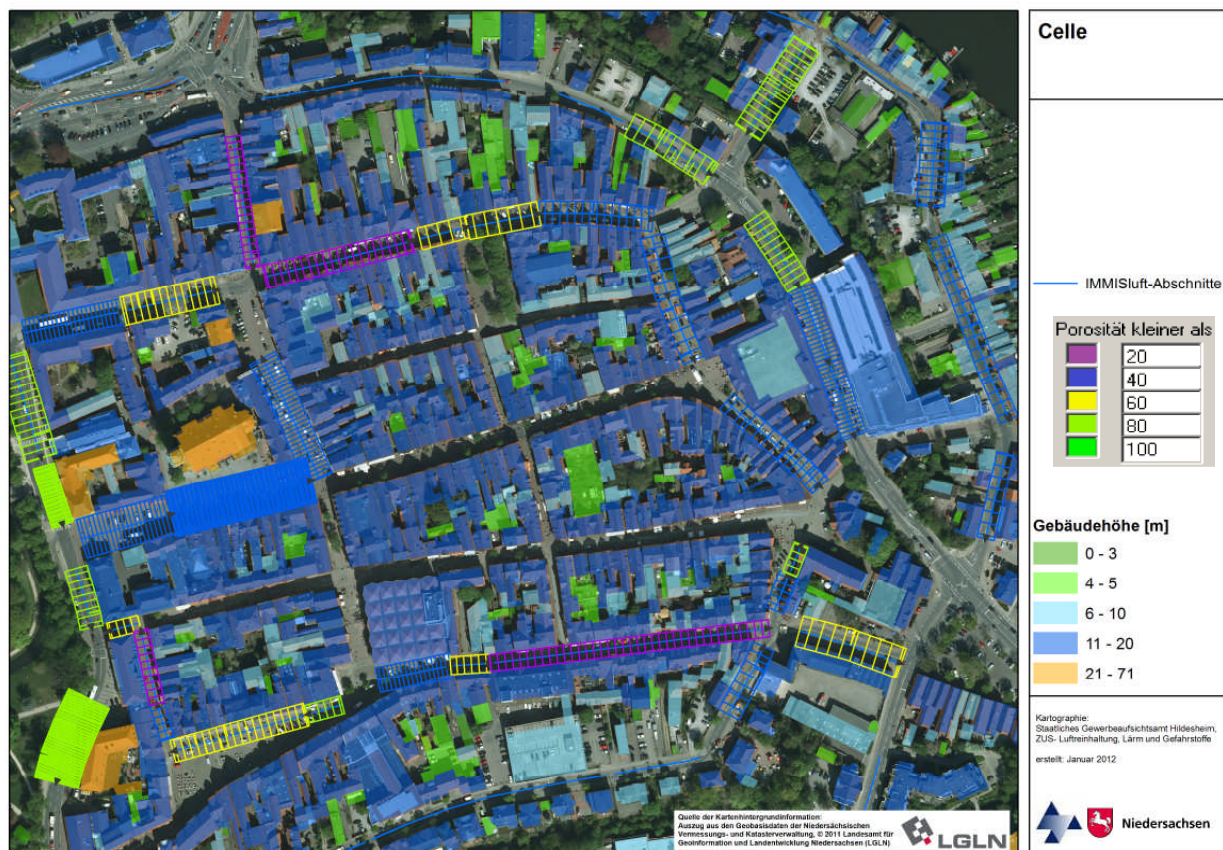


Abbildung 6-1: IMMIS^{luft}-Abschnitte in einem Ausschnitt von Celle



6.2 Grenzwerte und abgeleitete Kennwerte für NO₂ und PM₁₀

Seit 2005 gilt für den PM₁₀-Jahresmittelwert ein Grenzwert von 40 µg/m³ und zusätzlich für den PM₁₀-Tagesmittelwert, dass der Wert von 50 µg/m³ maximal an 35 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden darf (Tagesgrenzwertkriterium).

Der Grenzwert für das NO₂-Jahresmittel beträgt 40 µg/m³ und der NO₂-Einstundenmittelwert von 200 µg/m³ darf nicht öfter als 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden. Die NO₂-Grenzwerte sind seit 2010 einzuhalten.

Tabelle 6-1: Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV für PM₁₀ und NO₂

Schadstoff	Wert [µg/m ³]	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 NO₂ und NO um chemisch aktive Substanzen handelt und die Emissionen nur für die Summe NO_x bestimmt werden können, müssen die nach der 39. BImSchV erforderlichen Kennwerte für NO₂ mittels statistischer Verfahren oder photochemischer Modellierung¹⁰ [6] bestimmt werden. Im gewählten Verfahren wird die Umwandlungsformel „Romberg-Lohmeyer in IMMIS^{luft}“ für verkehrsbezogene Messungen nach ROMBERG E. ET AL.¹¹ [25] verwendet (Abbildung 6-2).

Für die Anzahl an Tagen mit Überschreitungen des seit 2005 gültigen Tagesgrenzwertes von PM₁₀ gibt es in DIEGMANN, V. ET AL [3] eine entsprechende Abschätzung auf der Basis des Jahresmittelwertes von PM₁₀. Eine Darstellung dieses Zusammenhanges findet sich in Abbildung 6-3 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 Jahresmittelwertes 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 um ca. 7 Überschreitungstage.

¹⁰ Bei der photochemischen NO₂-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 NO₂-Belastung auf einen Romberg-Lohmeyer-Ansatz zurückgegriffen. Die Romberg-Lohmeyer-Ansätze sind bis zu erwarteten NO₂-Konzentrationsniveaus von 40 µg/m³ anwendbar, da durch die Romberg-Lohmeyer-Ansätze erst bei hohen NO_x-Werten das Verhältnis von NO₂ zu NO_x unterschätzt wird und beide Verfahren im niedrigen Bereich zu vergleichbaren Ergebnissen führen [18].

¹¹ 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 der Umrechnung nach „Romberg-Lohmeyer“ ist aber gering und aus Kontinuitätsgründen wurden die unveröffentlichten Parameter beibehalten [2].

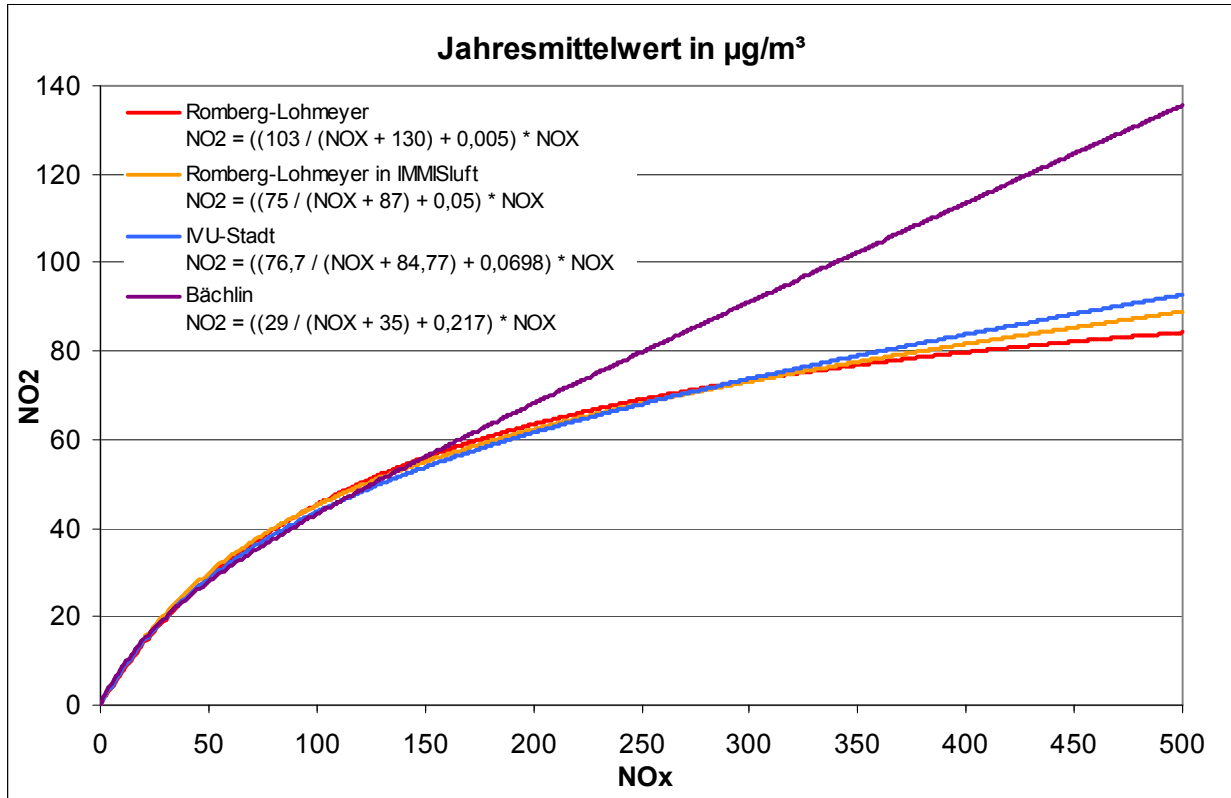


Abbildung 6-2: Darstellung der Umrechnungsdaten für den Jahresmittelwert von NO_2 aus NO_x nach den Ansätzen nach Romberg et al., dem Ansatz der IVU und dem Ansatz nach Bächlin [2]

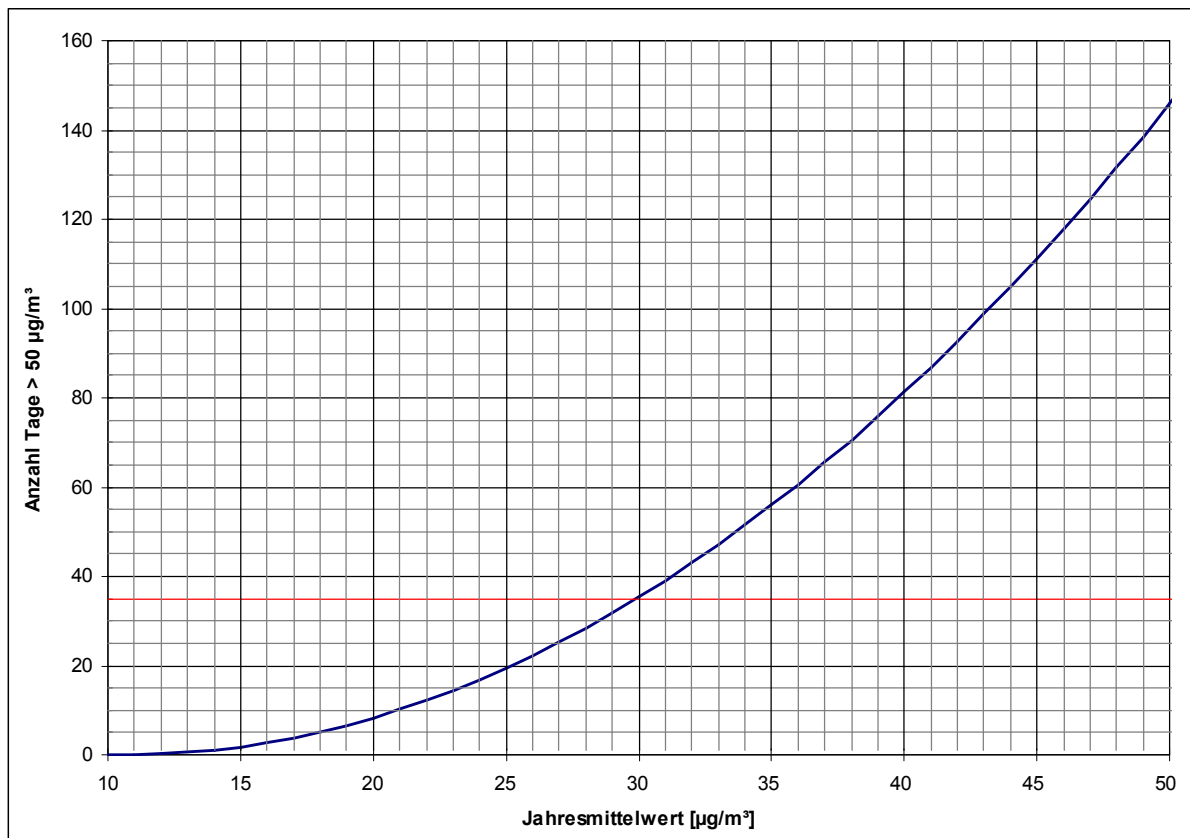


Abbildung 6-3: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM_{10} und der Anzahl Tage mit einem PM_{10} -Tagesmittelwert über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



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

Die Screeningberechnungen wurden mit den in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Eingangsdaten für die Bezugsjahre 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.

7.1 Bestimmung der Vorbelastung

7.1.1 Abschätzung des regionalen Hintergrundes 2010 und 2015

Zur Abschätzung der regionalen Hintergrundbelastung wurden die UBA-Karten¹² und die Messdaten ausgewählter ländlicher und vorstädtischer Messstationen des LÜN-Messnetzes ausgewertet. In den UBA-Karten weist die südwestlich von Celle gelegene Gitterzelle für 2010 bzw. 2011 eine regionale NO₂- und PM₁₀-Vorbelastung gemäß Tabelle 7-1 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 NO₂/NO_x ermittelt. Dieser Faktor (NO₂/NO_x = 0,77) wurde verwendet, um die NO₂-Vorbelastungswerte der UBA-Karten in NO_x-Vorbelastungswerte umzurechnen.

Tabelle 7-1: Abschätzung des regionalen Hintergrundes als Jahresmittelwert in µg/m³, Bezugsjahr 2010 und 2015

Celle	NO ₂	NO _x	PM ₁₀
UBA-Karte 2010/2011	13	17	15
UBA-Karte 2015	11	14	15

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

7.1.2 Berechnung des urbanen Hintergrundes 2010 und 2015

Basierend auf den Emissionsdaten aus Kapitel 3 (Quellgruppen: Hausbrand, Industrie und Verkehr) und den meteorologischen Daten gemäß Kapitel 5 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.

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



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

Die folgenden Karten präsentieren die Immissionsbelastungen der Screeningberechnung als Übersicht der Jahresmittelwerte für NO₂ und PM₁₀ im bebauten Hauptstraßennetz von Celle für das Bezugsjahr 2010 und 2015.

In Abbildung 7-1 ist die Immissionsbelastung für PM₁₀ 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 NO₂ so gewählt, dass die farbig abgestuften Abschnitte prognostizierte Überschreitungen der Jahresmittelwerte aufzeigen (Abbildung 7-2 und Abbildung 7-3). 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 7-2: Übersicht der Legendarstellung in den Karten für PM₁₀ und NO₂

Grenzwert		Kriterium	JMW [µg/m ³]
PM10	40 µg/m ³ Jahresmittelwert	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW)	> 40
	35 Tage > 50 µg/m ³ Anzahl der Überschreitungen Tagesmittelwert	Sichere Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	> 32 - 40
		Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums	> 28 - 32
		Keine Überschreitung	≤ 28
NO2	40 µg/m ³ 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 NO₂-Jahresmittelwert über 32 µg/m³ ist in Kapitel 10 "Liste der Belastungsschwerpunkte" beigefügt. Bei Abschnitten mit einem NO₂-Jahresmittelwert größer 40 µg/m³ wird dieser Wert fett dargestellt.

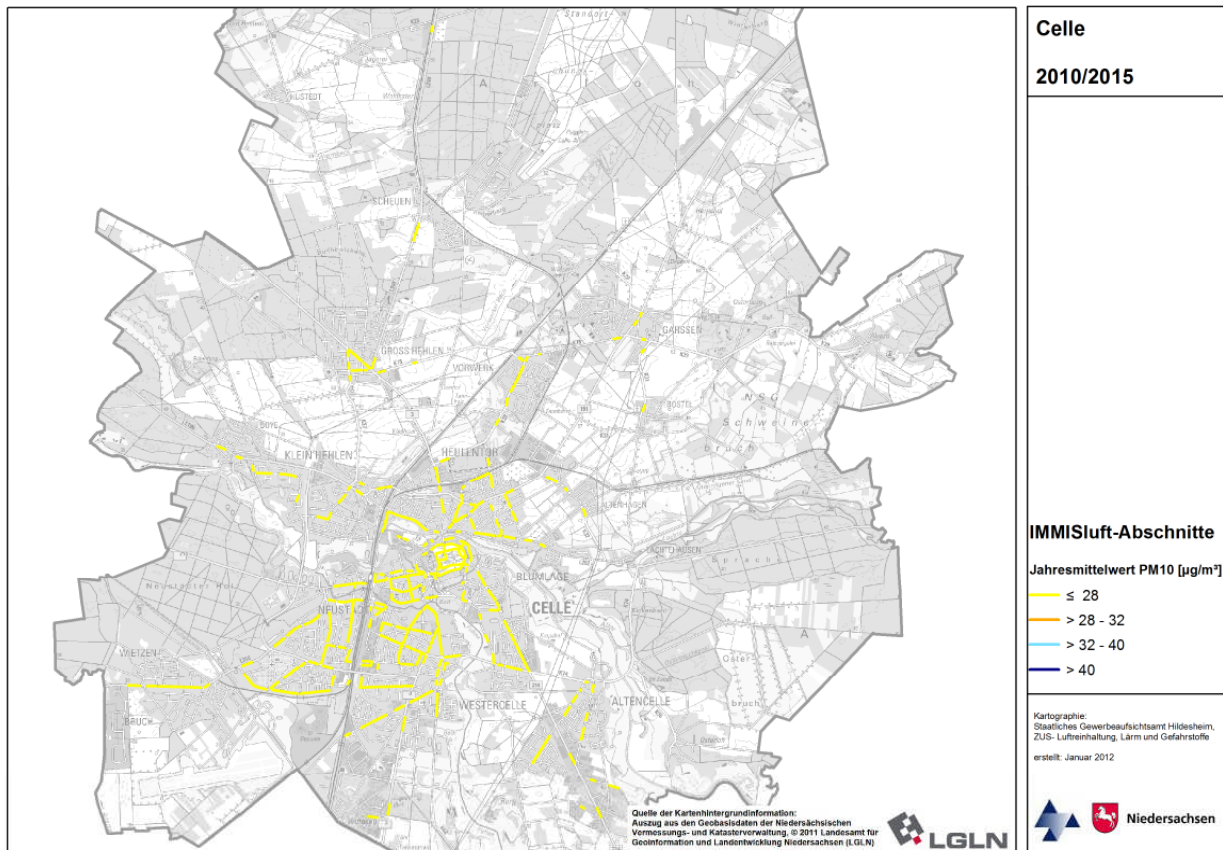


Abbildung 7-1: Jahresmittelwert PM₁₀ im bebauten Hauptstraßennetz Celle, 2010 und 2015

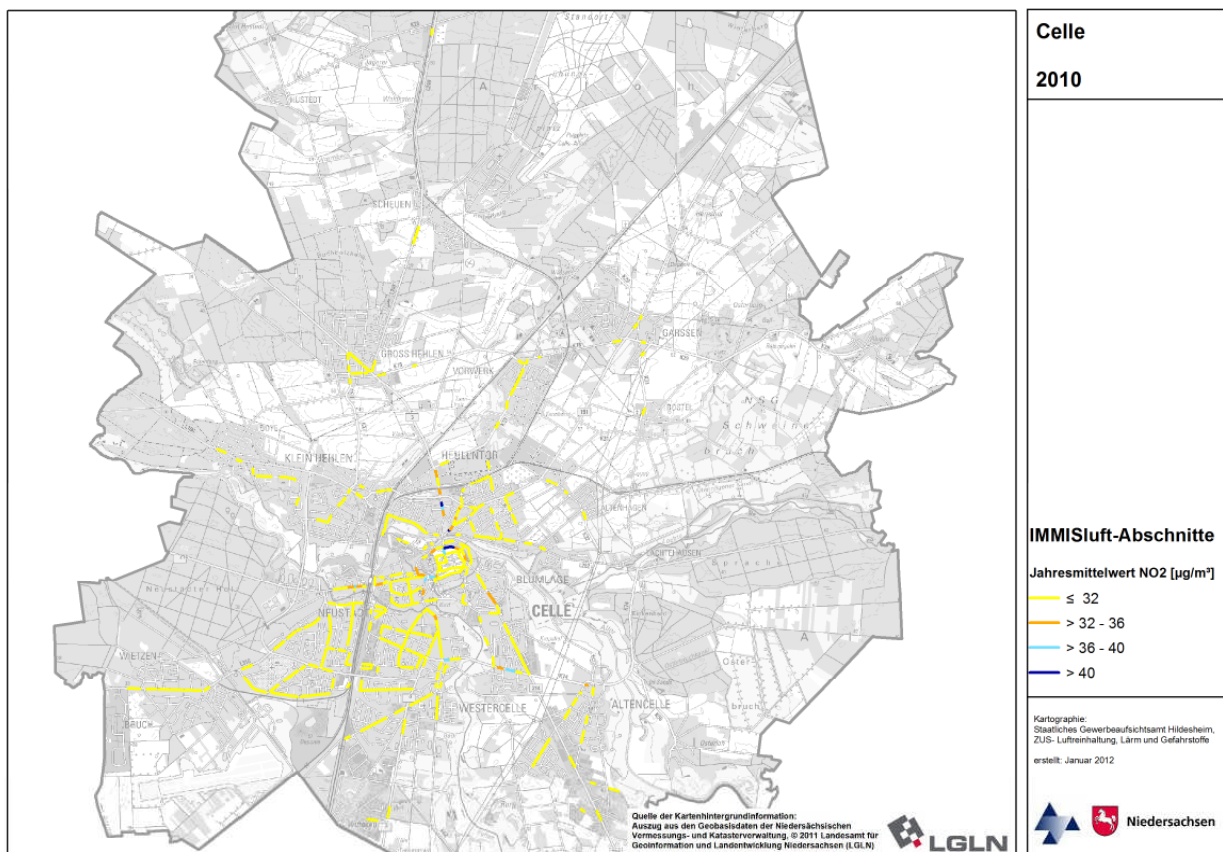


Abbildung 7-2: Jahresmittelwert NO₂ im bebauten Hauptstraßennetz Celle, 2010

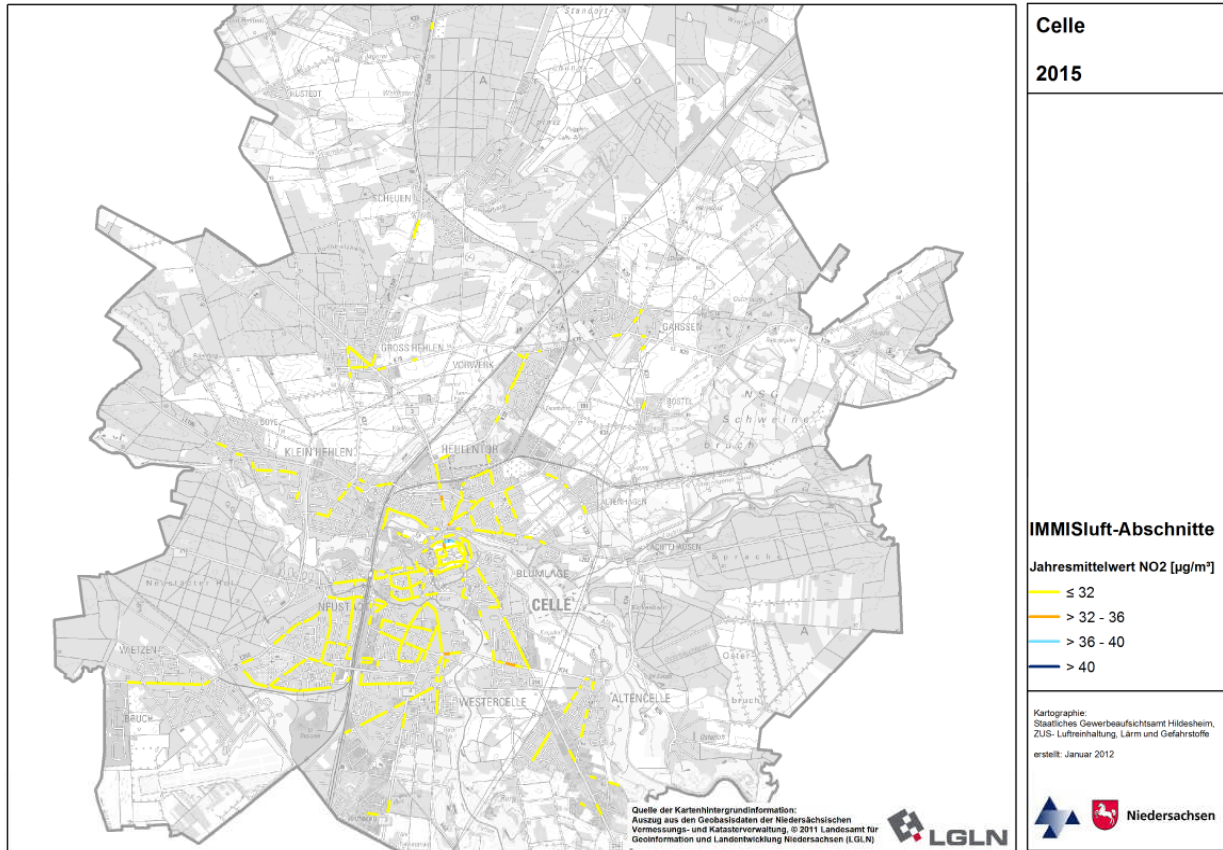


Abbildung 7-3: Jahresmittelwert NO₂ im bebauten Hauptstraßennetz Celle, 2015

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

Für den seit dem Jahr 2005 geltenden Grenzwert für PM₁₀ von 40 µg/m³ wird im Stadtgebiet Celle im Bezugsjahr 2010 mit PM₁₀-Jahresmittelwerten bis zu 27 µg/m³ keine Überschreitung ermittelt. Auch das Tagesgrenzwertkriterium (35 Tage > 50 µg/m³) wird 2010 mit etwa 27 Überschreitungstagen eingehalten. Im Bezugsjahr 2015 vermindert sich der PM₁₀-Jahresmittelwert auf maximal 26 µg/m³ was ungefähr 23 Überschreitungstagen entspricht.

Der im Jahr 2010 für NO₂ gültige Grenzwert in Höhe von 40 µg/m³ wird in Celle in 5 Abschnitten überschritten. Die höchste Belastung wird für einen Abschnitt im nordwestlichem Bereich des Nordwalls mit einem NO₂-Jahresmittelwert von 46 µg/m³ ermittelt. Neben dem Nordwall sind Abschnitte in der Harburger und der Lüneburger Straße von der Überschreitung des NO₂-Grenzwertes betroffen. Für weitere 34 Abschnitte (insgesamt 39 Abschnitte > 32 µg/m³) werden NO₂-Jahresmittelwerte über 32 µg/m³ ermittelt. Diese Abschnitte liegen innerhalb der modelltypischen „Unschärfe“ von ± 20 %, d.h. bei diesen Abschnitten ist eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ möglich.

Der NO₂-Grenzwert von 40 µg/m³ wird im Bezugsjahr 2015 mit einem prognostizierten NO₂-Jahresmittelwert von 41 µg/m³ in einem Abschnitt im nordwestlichen Bereich des Nordwalls überschritten. Für weitere 8 Abschnitte (insgesamt 9 Abschnitte > 32 µg/m³) werden NO₂-Jahresmittelwerte über 32 µg/m³ ermittelt. Diese Abschnitte liegen innerhalb der modelltypischen „Unschärfe“ von ± 20 %, d.h. bei diesen Abschnitten ist eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ möglich.



Tabelle 7-3: Anzahl und Gesamtlänge der Abschnitte nach Überschreitungswahrscheinlichkeit

Kriterium		2010		2015	
		Anzahl	km	Anzahl	km
PM10	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW) (> 40 µg/m ³)	-	-	-	-
	Mind. sichere Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums (> 32 µg/m ³)	-	-	-	-
	Mind. Wahrscheinlichkeit für Überschreitung des Tagesgrenzwertkriteriums vorhanden (> 28 µg/m ³)	-	-	-	-
NO2	Grenzwert-Überschreitung Jahresmittelwert (JMW) (> 40 µg/m ³)	5	0,22	1	0,05
	Mind. hohe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (> 36 µg/m ³)	18	1,02	4	0,19
	Mind. geringe Wahrscheinlichkeit für Überschreitung JMW aufgrund Fehlerbreite (> 32 µg/m ³)	39	2,26	9	0,56



7.4 Vergleich mit den Messdaten

In Celle wurde durch das LÜN in einem Abschnitt im Nordwall (siehe Abbildung 7-4) von 2006¹³ bis 2008 kontinuierlich die Luftschadstoffbelastung gemessen. Eine Gegenüberstellung der im Nordwall mit IMMIS^{luft} für das Jahr 2010 ermittelten und der 2007 und 2008 gemessenen Konzentrationen findet sich in Tabelle 7-4.

Tabelle 7-4: Vergleich der modellierten und gemessenen Konzentrationen im Abschnitt Nordwall (ID 1424) mit Angabe des Grenzwertes für das Bezugsjahr 2010

	Jahresmittelwert			Anzahl der TMW ¹⁴ -Überschreitungen
	NO ₂ in µg/m ³	NO _x in µg/m ³	PM ₁₀ in µg/m ³	
Screening 2010	34	62	21	(10) ¹⁵
Messung 2008	36	76	20	4
Messung 2007	39	84	20	4
Grenzwert 2010	40	-	40	35



Abbildung 7-4: Lage des IMMIS^{luft}-Abschnitts und der Verkehrsmesstation im Nordwall

¹³ Es erfolgt keine Betrachtung der Messwerte aus 2006, da aufgrund des Messbeginns im Laufe des Jahres 2006 nur eine geringe Verfügbarkeit vorliegt.

¹⁴ Tagesmittelwert

¹⁵ Statistischer Zusammenhang zwischen Jahresmittelwert PM₁₀ und der Anzahl der Tage mit einem PM₁₀-Tagesmittelwert > 50 µg/m³ (Abbildung 6-3)



Der Vergleich der modellierten und der gemessenen Konzentrationen im Abschnitt des Nordwalls zeigt bei PM₁₀ und bei NO₂ eine gute Übereinstimmung.

Die Ergebnisse der Modellrechnung und der Messung liegen bei PM₁₀ beim Tagesgrenzwertkriterium (35 Tage > 50 µg/m³) und beim Jahresmittelwert deutlich unterhalb der Grenzwerte. Durch die Messung im Jahr 2008 wurde ein PM₁₀-Jahresmittelwert von 20 µg/m³ und 4 Überschreitungen festgestellt, während die Modellrechnung für das Jahr 2010 einen PM₁₀-Jahresmittelwert von 21 µg/m³ und ca. 10 Überschreitungstage ermittelt.

Bei NO₂ wurde 2008 ein Jahresmittelwert von 36 µg/m³ gemessen, während die Modellrechnung für 2010 einen Jahresmittelwert von 34 µg/m³ ausweist.

Zur Plausibilisierung der Ergebnisse der Modellrechnung wurde die Entwicklung der NO₂- und PM₁₀-Messwerte an anderen niedersächsischen Verkehrsmessstationen untersucht. Für PM₁₀ ist von 2008 bis 2010 ein leichter Anstieg der Messwerte zu erkennen. Im Gegensatz dazu ist im selben Zeitraum für NO₂ eine abnehmende Tendenz ablesbar [36]. Überträgt man diese Entwicklung auf die Messergebnisse des Jahres 2008 der Verkehrsmessstation im Nordwall, würde man für das Jahr 2010 bei NO₂ einen geringeren Wert als 36 µg/m³ und für PM₁₀ einen höheren Wert als 20 µg/m³ erwarten. Die berechneten NO₂- und PM₁₀-Werte entsprechen in ihrer Höhe den erwarteten Werten.

Bei Aussagen zu Grenzwertüberschreitung bzw. -einhaltung muss berücksichtigt werden, dass Modellrechnungen mit Unschärfen von bis zu ± 20 % behaftet sein können.

Sowohl bei PM₁₀ als auch bei NO₂ liegt die Abweichung des berechneten Jahresmittelwertes zum Messwert in Bezug zum Immissionsgrenzwert innerhalb des in der 39. BImSchV für Modellrechnungen geforderten Datenqualitätszieles von 50 % bei PM₁₀ und von 30 % bei NO₂.



7.5 Verursacheranalyse

Für den IMMIS^{luft}-Abschnitt im Nordwall (ID des Straßenabschnitts: 1424, s. Tabelle 10-1) mit der höchsten Belastung wurde eine Quellanalyse durchgeführt. Sie ergibt ein detailliertes Bild der Zusammensetzung der Schadstoffanteile nach ihrer Herkunft. In Tabelle 7-5 und Abbildung 7-5 bis Abbildung 7-8 sind die Ergebnisse der Quellanalyse dargestellt.

Tabelle 7-5: Quellgruppenanteile an den Immissionen im Nordwall, 2010, gerundete Angaben¹⁶

Quellgruppe		PM ₁₀ [µg/m ³]	NO _x [µg/m ³]	PM ₁₀ [%]	NO _x [%]
regionaler Hintergrund		15,0	17,0	71,2	27,6
urbaner Hintergrund	Hausbrand	0,3	3,5	1,2	5,8
urbaner Hintergrund	Industrie	0,0	0,0	0,0	0,1
urbaner Hintergrund	Nebennetz	0,1	0,5	0,3	0,8
urbaner Hintergrund	Hauptnetz	1,2	8,4	5,5	13,6
Zusatzbelastung in der Schlucht		4,6	32,1	21,8	52,1
alle Quellgruppen		21,1	61,6	100	100

Bei PM₁₀ (Abbildung 7-5) ist der lokal in der Straßenschlucht anfallende Anteil der Immission mit ca. 22 % deutlich geringer als der Anteil des regionalen Hintergrundes mit ca. 71 %. Zusammen mit den ca. 6 %, die der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund bewirkt, beträgt der straßenverkehrliche Anteil bei PM₁₀ rund 28 % (Tabelle 7-5). Der Hausbrand hat mit einem Anteil von etwa 1 % einen geringfügig höheren Einfluss, als die industriellen Emissionen mit einem Anteil von unter 1 %.

Bei NO_x (Abbildung 7-7) dominiert die Zusatzbelastung in der Schlucht mit ca. 52 %, gefolgt von regionalen Hintergrund mit ca. 28 %. Der Straßenverkehr im urbanen Hintergrund trägt mit über 14 % erheblich zur NO_x-Immission bei - ca. 66 % der NO_x-Immission wird somit vom Straßenverkehr verursacht (Tabelle 7-5). Der Hausbrand hat mit ca. 6 % einen stärkeren Einfluss auf die NO_x-Immission als die Industrie mit weniger als 1 %.

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

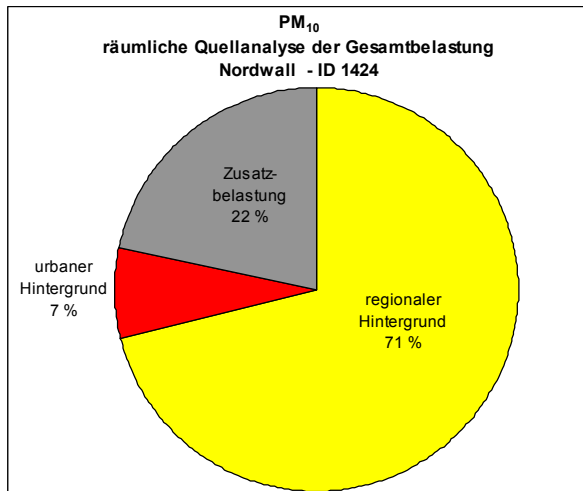


Abbildung 7-5: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an der PM₁₀-Immission im Nordwall (ID 1424), 2010¹⁷

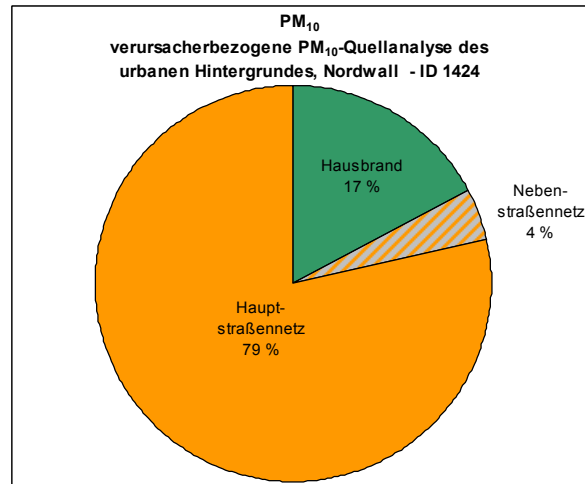


Abbildung 7-6: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils im Nordwall (ID 1424) nach Verursachern (PM₁₀), 2010¹⁷

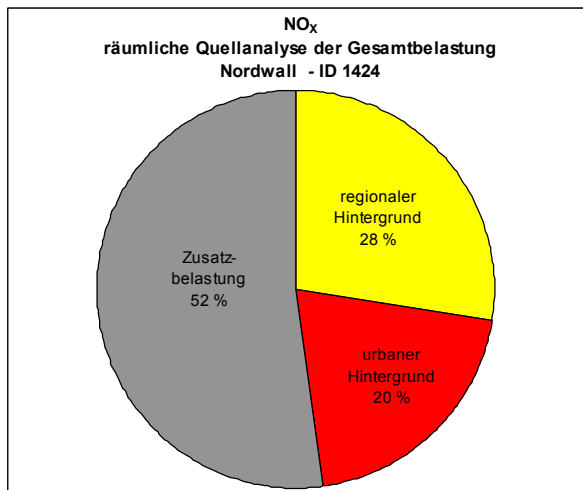


Abbildung 7-7: Prozentuale Aufteilung nach räumlichen Quellgruppen an der NO_x-Immission im Nordwall (ID 1424), 2010¹⁷

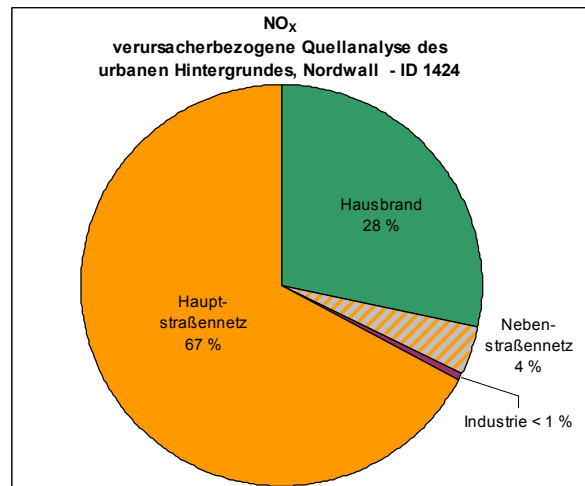


Abbildung 7-8: Prozentuale Aufteilung des urbanen Hintergrundanteils im Nordwall (ID 1424) nach Verursachern (NO_x), 2010¹⁷

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

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



8 Zusammenfassung

Für das Stadtgebiet von Celle 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 Hausbrand, Straßenverkehr und Industrie 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 2010 zeigt, dass bei NO₂ für 5 Straßenabschnitte die Überschreitung des im Jahr 2010 geltenden Grenzwertes von 40 µg/m³ ermittelt wird.

Bei PM₁₀ wird sowohl der Jahresgrenzwert als auch das Tagesgrenzwertkriterium bereits im Bezugsjahr 2010 eingehalten.

Die Prognose zeigt, dass die Immissionen zurückgehen, aber der ab 2010 geltende Grenzwert für NO₂ von 40 µg/m³ auch 2015 in einem Abschnitt nicht eingehalten wird. Für diesen Bereich wäre ggf. die Aufstellung von Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung erforderlich.

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

- Modellrechnungen sind allein aufgrund der Unsicherheiten bei den Eingangsdaten „unscharf“. Mit einer Unschärfe von bis zu ± 20 % ist bei dem gewählten Verfahren zu rechnen.
- In der Modellrechnung wird eine meteorologische Ausbreitungsklassenstatistik über 10 Jahre verwendet. Die Höhe der PM₁₀-Immission wird stark durch Witterungsbedingungen beeinflusst. So kann in Jahren mit extremer meteorologischer Situation (z.B. wenig Niederschläge und lange Trockenperioden mit eingeschränktem Luftaustausch) die PM₁₀-Immission von der in der Modellrechnung mit dem meteorologischen Mittel bestimmten PM₁₀-Immission abweichen.
- 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 neuester Emissionskonzepte mit Unsicherheiten behaftet.
- Die Prognose ist besonders mit Unsicherheiten behaftet, da sie auf Annahmen zum Rückgang der regionalen Vorbelastung und einer sich erneuernden Fahrzeugflotte mit geringeren Emissionen beruht.



9 Literatur

- [1] BLANK, P., WICKERT, B., OBERMEIER, A., FRIEDRICH, R., DREISEIDLER, A., PFEIFFER, F., BAUMBACH, G., 1999: Erstellung eines Emissionskatasters für Feuerungsanlagen in Haushalt und Kleinverbrauch, Forschungsbericht Ufo 104 02 830. Im Auftrag des Umweltbundesamts, September 1999
- [2] DIEGMANN, 2011: IMMIS^{em/luft}-Handbuch zur Version 5.2; IVU Umwelt GmbH; Freiburg, 2011
- [3] DIEGMANN, V. ET AL., 2006: Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid, UFOPLAN 204 42 222
- [4] DIEGMANN, V., MAHLAU, A., 1999: Vergleich von Messungen der Luftschadstoffbelastungen im Straßenraum mit Berechnungen des Screening-Modells IMMIS^{luft}, Immissionsschutz 3, pp 76-83
- [5] DÜRING, I. UND LOHMEYER, A., 2004: Modellierung nicht motorbedingter PM₁₀-Emissionen von Straßen. KRdL-Experten-Forum „Staub und Staubinhaltsstoffe“, 10./11. November 2004, Düsseldorf. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, KRdL-Schriftenreihe Band 33
- [6] DÜRING, I.; BÄCHLIN, W. 2009: Tendenzen der NO₂-Belastung im Land Brandenburg. Auftraggeber: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Unter Mitarbeit von IFEU GmbH, Heidelberg, Planungsbüro Dr. Hunger, Dresden und National Environmental Research Institute (NERI), Roskilde, Dänemark. 2009.
- [7] EU, 1996: Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27.9.1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 296/55 vom 21.11.1996
- [8] EU, 1999: Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22.4.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 163/41 vom 29.6.1999
- [9] EU, 2008: Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 152/1 vom 11.06.2008
- [10] EKAT_BW: <http://www.ekat.baden-wuerttemberg.de/>
- [11] EKAT_NRW: <http://www.gis.nrw.de/ims/ekatsmall2004/smallclient.htm>
- [12] FEIER, H., 2003: Emissionskataster Hessen für das Bezugsjahr 2000, Quellengruppe nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen. Im Auftrag der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, 2003
- [13] FRIEDRICH, U. 2010: Vergleich von Emissionsberechnungen der Handbücher für Emissionsfaktoren HBEFA 3.1 bzw. 2.1 anhand einer Beispielstraße. 3. Freiburger Workshop "Luftreinhaltung und Modelle", 29.-30.6.2010, IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2010
- [14] HARTMANN, U., DIEGMANN, V., 2006: Vergleich von berechneten Luftschadstoffbelastungen mit gemessenen Luftqualitätsdaten im Straßenraum, Immissionsschutz 2, pp 73-77
- [15] INFRAS AG, 2010: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 3.1; Bern, Februar 2010
- [16] IVU UMWELT GMBH, 2005: Grundsatzuntersuchungen für die Aufstellung von Luftreinhaltungsplänen nach der 22. BImSchV. Im Auftrag des Landesamts für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Februar 2005



- [17] IVU UMWELT GMBH, 2006: Immissionsbelastung im Hauptstraßennetz von München, 2005. Im Auftrag des Referats für Umwelt und Gesundheit der Landeshauptstadt München, August 2006
- [18] NEUNHÄUSERER, L. ET AL., 2011: Stand der Modellierungstechnik zur Prognose der NO₂-Konzentrationen in Luftreinhalteplänen nach der 39. BImSchV, UBA-FB 001547, im Auftrag des Umweltbundesamts, Texte 70/2011, ISSN 1862-4804, Mai 2011
- [19] PESTEL INSTITUT, 2005: Niedersächsische Energie- und CO₂-Bilanzen 2002. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, März 2005
- [20] PESTEL INSTITUT, 2007: Niedersächsische Energie- und CO₂-Bilanzen 2004. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, Januar 2007
- [21] PESTEL INSTITUT, 2008: Niedersächsische Energie- und CO₂-Bilanzen 2006. Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, November 2008
- [22] 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
- [23] 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
- [24] PREGGER, T. ET AL., 2005: Fortschreibung des Emissionskataster Bayern für das Jahr 2000 (Schlussbericht). Im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz, August 2005
- [25] ROMBERG, E. ET AL., 1996: NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 56, Springer-Verlag, 215-218
- [26] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Hameln, September 2011
- [27] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Osnabrück, September 2011
- [28] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Hannover, September 2011
- [29] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Hildesheim, September 2011
- [30] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Göttingen, September 2011
- [31] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2011: Modellgestützte Voruntersuchung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplanes im Rahmen der NO₂-Notifizierung – Braunschweig, September 2011
- [32] STAATLICHES GEWERBEAUFSICHTSAMT HILDESHEIM, 2012: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffbelastung – Lingen, April 2012



- [33] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTS AMT HILDESHEIM, 2012: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffbelastung – Delmenhorst, Februar 2012
- [34] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTS AMT HILDESHEIM, 2012: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffbelastung – Oldenburg, Februar 2012
- [35] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTS AMT HILDESHEIM, 2012: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffbelastung – Lehrte, April 2012
- [36] STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTS AMT HILDESHEIM, 2011: Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen – Jahresbericht 2010, Juni 2011
- [37] 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
- [38] STRUSCHKA, M ET AL., 2003: Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung. Forschungsbericht 299 44 140, UBA-FB 000477, im Auftrag des Umweltbundesamts, Texte 41/03, ISSN 0722-186X, Juli 2003
- [39] 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
- [40] 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



10 Liste der Belastungsschwerpunkte

Tabelle 10-1: Analyse 2010: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO₂ über 32 µg/m³, sortiert nach NO₂-Gesamtbelastung

Eingangsdaten												Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%				µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
3603	Nordwall, B214 c 280	22	11,0	13,7	10486	5,1	20,3	23,9	1	1	50	17	34	27	106	46
3605	Nordwall, B214 c 280	21	13,2	13,7	10486	5,1	20,3	23,9	1	1	50	17	32	25	89	42
3601	Nordwall, B214 c 280	25	13,0	12,3	10486	5,1	20,3	23,9	1	1	50	17	36	25	87	42
4381	Harburger Strasse, B349	37	15,3	11,8	17548	6,1	23,9	0,0	1	1	50	17	30	25	86	42
4706	Lueneburger Strasse,377	30	10,8	13,4	11101	5,1	0,0	0,0	1	1	50	17	32	24	83	41
705	Hehlentorstrasse 47	12	9,0	14,7	5566	5,0	0,0	0,0	1	3	50	17	32	23	79	40
4577	Wederweg 368	49	18,4	9,3	17497	10,0	23,9	0,0	1	1	50	17	32	24	78	39
413	Altenceller Schneede31	37	30,7	9,9	21863	9,0	26,2	23,9	1	1	50	16	27	23	74	38
4081	Westcellertorstrasse319	47	11,4	18,5	9738	3,0	0,0	0,0	1	1	50	17	33	23	72	38
4602	Neustadt, B214 369	36	16,4	14,2	18143	2,0	31,1	0,0	1	1	50	17	29	24	70	37
4084	Westcellertorstrasse319	24	13,2	14,8	9738	3,0	0,0	0,0	1	1	50	17	32	22	69	37
4088	Hannoversche Strasse320	45	24,2	16,3	20767	4,1	20,3	23,9	1	1	50	17	30	22	69	37
4385	Harburger Strasse, B349	52	17,2	16,4	17548	6,1	23,9	0,0	1	1	50	17	29	22	69	37
3511	Muehlenstrasse, B3 269	54	18,5	15,3	21545	4,1	0,0	0,0	1	1	50	17	32	22	68	36
4153	Braunhirschstr, 326	24	10,2	10,3	6550	5,1	0,0	0,0	1	3	50	17	32	21	67	36
2598	Hannoversche Strasse188	55	17,1	9,7	20039	4,1	29,8	8,1	1	1	50	17	31	22	66	36
2348	Alte Dorfstrasse, K7164	50	14,6	7,4	17667	7,0	0,0	0,0	0	1	50	16	29	21	66	36
4125	Bahnhofstrasse, B214324	36	15,9	13,1	16574	2,0	23,9	0,0	1	1	50	17	30	23	66	36
1715	Muehlenstrasse, B3 121	56	20,2	11,9	21545	4,1	20,3	23,9	1	1	50	17	32	22	65	35
4390	Harburger Strasse, B349	41	22,2	12,0	17548	6,1	23,9	0,0	1	1	50	16	29	22	65	35
4708	Lueneburger Strasse,377	39	12,9	11,3	11101	5,1	0,0	0,0	1	1	50	17	31	22	65	35
1937	Harburger Heerstr b 137	51	31,5	15,6	23503	7,2	0,0	0,0	1	1	50	17	31	21	64	35
2435	Nordwall, B214 c 170	53	13,3	12,9	10486	5,1	20,3	23,9	1	1	50	17	31	21	63	35
2654	Westcellertorstrasse196	62	11,1	23,5	9738	3,0	0,0	0,0	1	1	50	17	32	22	63	35
4605	Neustadt, B214 369	38	18,2	11,3	18143	2,0	31,1	0,0	1	1	50	17	29	22	62	34
4207	Altenceller Schneede330	57	29,1	9,8	21638	9,0	20,3	23,9	1	1	50	16	27	21	62	34



Eingangsdaten												Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	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
1424 ¹⁸	Nordwall, B214 b 105	25	15,6	16,4	9338	5,1	0,0	0,0	1	1	50	16	29	21	62	34
3621	Blumlage, B214 283	21	16,7	10,6	10650	5,1	0,0	0,0	1	1	50	16	26	21	61	34
1927	Harburger Heerstr b 137	36	34,5	11,4	23503	7,2	0,0	0,0	1	1	50	16	26	21	61	34
1423	Nordwall, B214 b 105	25	16,5	17,1	9338	5,1	0,0	0,0	1	1	50	16	29	21	60	34
4123	Bahnhofstrasse, B214324	33	19,1	10,4	16574	2,0	23,9	0,0	1	1	50	17	30	22	60	34
3623	Blumlage, B214 283	26	17,4	12,1	10650	5,1	0,0	0,0	1	1	50	16	26	21	59	33
3527	Hannoversche Strasse270	45	17,9	10,2	17938	3,1	31,1	0,0	1	1	50	16	27	22	59	33
4687	Neustadt, B214 375	31	19,2	9,1	16195	2,0	8,1	0,0	1	1	50	16	28	21	58	33
3618	Blumlage, B214 282	33	19,0	9,9	12976	5,1	0,0	0,0	1	1	50	16	26	21	58	33
3530	Hannoversche Strasse270	50	17,2	9,9	17938	3,1	31,1	0,0	1	1	50	16	27	21	58	33
1347	Thaerplatz, B3 98	58	13,8	13,8	11172	3,1	0,0	0,0	1	1	50	18	37	21	57	33
3513	Muehlenstrasse, B3 269	60	21,7	16,2	21545	4,1	0,0	0,0	1	1	50	17	29	21	57	33
1987	Braunhirschstr, 140	28	12,6	12,1	6457	5,1	0,0	0,0	1	3	50	17	30	20	57	33

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


Tabelle 10-2: Prognose 2015: Liste der Straßen mit prognostizierten Jahresmittelwerten NO₂ über 32 µg/m³, sortiert nach NO₂-Gesamtbelastung

Eingangsdaten												Vorbelastung		Gesamtbelastung		
ID	NAME	POROSITY	BREITE	HOEHE	DTV	SLKW	CALCLOS3	CALCLOS4	TS_AREA	TS_RT	TS_SL	VPM10	VNOX	GPM10	GNOX	GNO2
		%	m	m	Kfz/d	%	%	%				µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
3603	Nordwall, B214 c 280	22	11,0	13,7	10486	5,1	20,3	23,9	1	1	50	17	28	26	84	41
3605	Nordwall, B214 c 280	21	13,2	13,7	10486	5,1	20,3	23,9	1	1	50	17	27	24	71	37
3601	Nordwall, B214 c 280	25	13,0	12,3	10486	5,1	20,3	23,9	1	1	50	17	30	24	69	37
4381	Harburger Strasse, B349	37	15,3	11,8	17548	6,1	23,9	0,0	1	1	50	16	25	24	67	36
4706	Lueneburger Strasse,377	30	10,8	13,4	11101	5,1	0,0	0,0	1	1	50	17	26	23	65	35
705	Hehlentorstrasse 47	12	9,0	14,7	5566	5,0	0,0	0,0	1	3	50	17	26	22	63	35
4577	Wederweg 368	49	18,4	9,3	17497	10,0	23,9	0,0	1	1	50	17	26	23	60	34
413	Altenceller Schneede31	37	30,7	9,9	21863	9,0	26,2	23,9	1	1	50	16	22	22	58	33
4081	Westcellertorstrasse319	47	11,4	18,5	9738	3,0	0,0	0,0	1	1	50	17	28	22	58	33