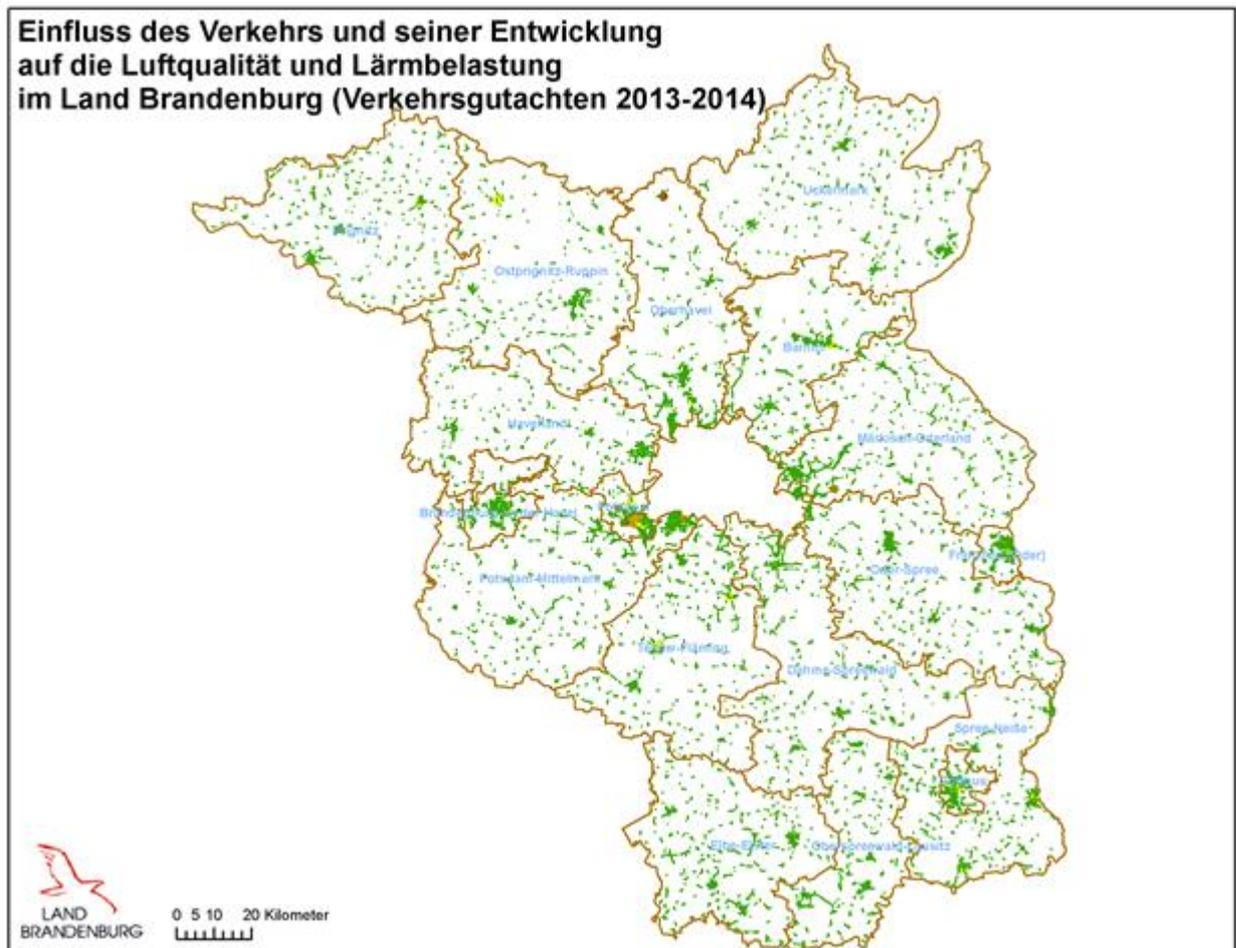


Verkehrsgutachten 2013-2014



für das

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft
des Landes Brandenburg (MLUL)

von

IVU Umwelt GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
79110 Freiburg



Verkehrsgutachten 2013-2014

für das

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft
des Landes Brandenburg (MLUL)

Bearbeitet von:

Volker Diegmann
Anna Mahlau

IVU Umwelt GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
D-79110 Freiburg
www.ivu-umwelt.de

und

Patrick Klemm
VMZ Berlin Betreibergesellschaft mbH
Ullsteinstraße 114, Turm C
12109 Berlin

Vorgelegt am 15.07.2015

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	7
2	Emissionen des Kfz-Verkehrs	9
2.1	Einleitung	9
2.2	Ermittlung der Fahrzeugflottenzusammensetzung des fließenden Verkehrs für Brandenburg für die Jahre 2013, 2014, 2015 und 2020	9
2.2.1	Ergebnisse der Kennzeichenerfassungen	9
2.2.2	Erstellung der Innerortsflotte für 2013	12
2.2.3	Bildung der Emissionsfaktoren für 2013	13
2.2.4	Erstellung der Innerortsflotte für die Prognosejahre 2015 und 2020	16
2.2.5	Bildung der Emissionsfaktoren 2014, 2015 und 2020	18
2.3	Berechnung der landesweiten Emissionen des Kfz-Verkehrs	23
2.3.1	Berechnung der Emissionen für das Jahr 2013	23
2.3.2	Berechnung der Emissionen für die Prognosejahre 2015 und 2020	25
3	Landesweites Screening der Luftschadstoffbelastung	27
3.1	Berechnung Gesamtbelastung mit IMMIS ^{luft}	27
3.1.1	Vorbelastung	27
3.1.2	Berechnung des NO ₂ -Jahresmittelwerts	27
3.1.3	Berechnung des Tagesgrenzwerts PM10	28
3.2	Abschnittsbildung	29
3.2.1	Übernahme der Gebäude- und der gebäudebezogenen Einwohnerdaten und Aufbau des Datenmodells	29
3.2.2	Abschnittsbildung mit IMMIS ^{build}	30
3.3	Ergebnisse der landesweiten Screeningberechnung	33
3.3.1	Ist-Situation 2013	33
3.3.2	Prognosejahr 2015	43
3.3.3	Prognosejahr 2020	49
3.3.4	Gegenüberstellung der Hotspots für die IST-Situation 2013 und die Prognosejahre 2015 und 2020	56
4	Betroffenenanalyse	60
4.1	Methodik	60
4.2	Ergebnisse	61
4.3	Ermittlung der abschnittsbezogenen Lärmbetroffenen	66
5	Zusammenfassung	70
6	Abkürzungsverzeichnis	73
7	Literatur	77

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1:	Vergleich der Fahrzeugtypen 2013 und 2014	11
Abbildung 2-2:	Vergleich der Flottenzusammensetzungen 2013 und 2014 auf Basis der Kennzeichenerhebung	12
Abbildung 2-3:	Emissionsfaktoren NO _x getrennt nach Fahrzeugtypen und LOS im Land Brandenburg 2013	14
Abbildung 2-4:	Emissionsfaktoren Partikel getrennt nach Fahrzeugtypen und LOS im Land Brandenburg 2013	15
Abbildung 2-5:	Aufteilung der Pkw-Flotte nach Diesel und Benzin im Land Brandenburg	16
Abbildung 2-6:	Aufteilung der Flotte für Diesel und Benzin-Pkw im Land Brandenburg	17
Abbildung 2-7:	Aufteilung der Flotte für LNfz im Land Brandenburg	18
Abbildung 2-8:	Aufteilung der Flotte für schwere Lkw im Land Brandenburg	18
Abbildung 2-9:	Emissionsfaktoren NO _x Land Brandenburg 2014	19
Abbildung 2-10:	Emissionsfaktoren Partikel Land Brandenburg 2014	20
Abbildung 2-11:	Emissionsfaktoren NO _x Land Brandenburg 2015 und 2020	21
Abbildung 2-12:	Emissionsfaktoren Partikel Land Brandenburg 2015 und 2020	22
Abbildung 3-1:	Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM10 und der Anzahl Tage mit einem PM10-Tagesmittelwert über 50 µg/m ³	29
Abbildung 3-2:	IMMIS ^{luft} -Abschnitte für die Screeningberechnung	32
Abbildung 3-3:	Ergebnis der Screeningberechnung für 2013 Worst-Case für NO ₂	34
Abbildung 3-4:	Ergebnis der Screeningberechnung für 2013 Worst-Case für PM1035	
Abbildung 3-5:	Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2013 im Worst-Case	36
Abbildung 3-6:	Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2013 im Best-Case	37
Abbildung 3-7:	Ergebnis der Screeningberechnung für 2015 Worst-Case für NO ₂	44
Abbildung 3-8:	Ergebnis der Screeningberechnung für 2015 Worst-Case für PM1045	
Abbildung 3-9:	Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2015 im Worst-Case	46
Abbildung 3-10:	Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2015 im Best-Case	47
Abbildung 3-11:	Ergebnis der Screeningberechnung für 2020 Worst-Case für NO ₂	51
Abbildung 3-12:	Ergebnis der Screeningberechnung für 2020 Worst-Case für PM1052	
Abbildung 3-13:	Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2020 im Worst-Case	53
Abbildung 3-14:	Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2020 im Best-Case	54
Abbildung 4-1:	Darstellung der Lärm-Immissionsorte aus der Lärmkartierung und der damit ausgewählten zugeordneten Gebäuden mit L _{DEN} > 65 dB(A) oder L _{Night} > 55 dB(A) für einen Kartenausschnitt in Cottbus	66
Abbildung 4-2:	Darstellung der Puffer um die IMMIS ^{luft} -Abschnitte und der damit jeweils ausgewählten Gebäude für einen Kartenausschnitt in Cottbus	67
Abbildung 4-3:	Anzahl von abschnittsbezogenen Einwohnern die von einem Lärmpegel für die Nacht (L _{Night} -LN) über 55 dB(A) betroffen sind	68

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1:	Erfasste Kennzeichen an den Standorten (Bezugsjahr 2013)	10
Tabelle 2-2:	Anzahl der ausgewerteten Kennzeichen je Fahrzeugklasse (Bezugsjahr 2013)	10
Tabelle 2-3:	Anzahl der ausgewerteten Kennzeichen je Fahrzeugklasse (Bezugsjahr 2014)	11
Tabelle 2-4:	Innerortsflotte Land Brandenburg für das Bezugsjahr 2013	12
Tabelle 2-5:	„Brandenburger Innerortsflotte“ für das Bezugsjahr 2014	16
Tabelle 2-6:	Emissionsbilanzen Kfz Verkehr 2013 auf Basis HBEFA 3.1	23
Tabelle 2-7:	Fahrleistung im Hauptstraßennetz 2013	24
Tabelle 2-8:	Fahrleistung 2013 Außerort differenziert nach Straßentyp und Verkehrszustand (LOS)	24
Tabelle 2-9:	Fahrleistung 2013 in der Agglomeration differenziert nach Straßentyp und Verkehrszustand (LOS)	25
Tabelle 2-10:	Emissionen für die IST-Situation 2013 sowie die Prognosejahre 2015 und 2020	26
Tabelle 3-1:	Anzahl Screening-Abschnitte im Land Brandenburg nach Kreisen	31
Tabelle 3-2:	Liste der Hotspots in 2013	39
Tabelle 3-3:	Liste der Hotspots mit den Gesamtbelastungen in 2013 für die drei Vorbelastungsszenarien 2010 Worst-Case, Middle-Case und Best-Case	40
Tabelle 3-4:	Liste der Hotspots 2008 mit den Gesamtbelastungen 2013 für die drei Vorbelastungsszenarien Worst-Case im Vergleich zur Prognose Worst-Case 2010 und 2015 aus 2012	42
Tabelle 3-5:	Liste der Hotspots 2015 mit den Gesamtbelastungen 2015 für die drei Vorbelastungsszenarien 2010 Worst-Case, Middle-Case und Best-Case	49
Tabelle 3-6:	Liste der Hotspots im Bezugsjahr 2020 mit den Gesamtbelastungen für die drei Vorbelastungsszenarien 2010 Worst-Case, Middle-Case und Best-Case	56
Tabelle 3-7:	Liste der Hotspots 2013 mit den Gesamtbelastungen 2013, 2015 und 2020 für die Vorbelastungsszenarien Worst-Case und Best-Case, für den Jahresmittelwert NO ₂	57
Tabelle 3-8:	Liste der Hotspots 2013 mit den Gesamtbelastungen 2013, 2015 und 2020 für das Vorbelastungsszenario Worst-Case und den Middle-Case, für den Jahresmittelwert PM10	58
Tabelle 3-9:	Liste der Hotspots 2013 mit den Gesamtbelastungen 2013, 2015 und 2020 für das Vorbelastungsszenario Best-Case für den Jahresmittelwert PM10	59
Tabelle 4-1:	Gegenüberstellung der Betroffenen von Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte für NO ₂ für die Jahre 2013, 2015 und 2020 den Betroffenen aus der 2. Stufe der Lärmkartierung	62
Tabelle 4-2:	Gegenüberstellung der Betroffenen von Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte für NO ₂ für die Vorbelastungsszenarien Worst-Case und Best-Case für die Jahre 2013, 2015 und 2020	63
Tabelle 4-3:	Gegenüberstellung der Betroffenen von Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte für PM10 für die Jahre 2013, 2015 und 2020 den Betroffenen aus der 2. Stufe der Lärmkartierung	64
Tabelle 4-4:	Gegenüberstellung der Betroffenen von Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte für PM10 für die Vorbelastungsszenarien	

	Worst-Case, Middle-Case und Best-Case für die Jahre 2013, 2015 und 2020	65
Tabelle 4-5:	Anzahl von Betroffenen an IMMIS ^{luft} -Straßenabschnitten mit Überschreitungen des NO ₂ -Jahresgrenzwerts im Vergleich zur Anzahl von Betroffenen von Überschreitung von Lärmkennwerten in den betreffenden Straßenabschnitten	69
Tabelle 4-6:	Anzahl von Betroffenen an IMMIS ^{luft} -Straßenabschnitten mit Überschreitungen des PM10-Jahresmittelwerts in Höhe von 30 µg/m ³ im Vergleich zur Anzahl von Betroffenen von Überschreitung von Lärmkennwerten in den betreffenden Straßenabschnitten	69

Anmerkung:

Im Text wird der Punkt als Dezimaltrennzeichen verwendet.

1 Einführung

Das Land Brandenburg hat bereits 2012 den Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität im Land Brandenburg untersuchen lassen (IVU UMWELT 2012). Damit konnten für das gesamte Landesgebiet mögliche Belastungsschwerpunkte identifiziert werden, für die eine Überschreitung der gültigen Schadstoffgrenzwerte für NO₂ und PM10 oder die Gefahr der Überschreitung besteht.

Ziel des vorliegenden Projekts ist es, die Grundlage für die aktuelle Einschätzung der Betroffenheit im Land Brandenburg hinsichtlich der Auswirkungen des motorisierten Straßenverkehrs auf die Luftqualität zu schaffen, Entwicklungen und Tendenzen aufzuzeigen und vorliegende Untersuchungen aus vorliegenden (städtischen) Luftreinhalteplänen zu ergänzen. Diese ermittelten Betroffenheiten sollen gemäß der Anforderungen der Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa mit der Betroffenheit durch erhöhte Lärmbelastung durch den Kfz-Verkehr verglichen werden, um u.a. Minderungspotenziale von Maßnahmen übergreifend einschätzen zu können.

Grundlage der Untersuchungen ist die Aktualisierung der Verkehrs- und Bebauungsdatenbasis unter Berücksichtigung der Lärmkartierung der 2. Stufe inklusive der Übernahme von Einwohnerdaten innerhalb der Bebauung.

Anhand der Einwohnerdaten aus der Lärmkartierung ist nunmehr auch eine landesweite Betroffenheitsanalyse für Luftschadstoffbelastungen erstmals möglich. Die Nutzung dieses Datensatzes unterstützt den integrativen Ansatz bei der Beurteilung von Problemsituationen hinsichtlich erhöhter Luftschadstoff- und Lärmbelastungen.

In der Bearbeitung wurden neueste Erkenntnisse aus der Lärmkartierung, der Verkehrsplanung und der Analyse der Entstehung von Kfz-Emissionen und deren rechnerischer Abbildung in Computermodellen genutzt.

Mit Hilfe der Integration von Planungsdaten der Gesamtverkehrsprognose 2025 wurden zukünftige potenzielle Problemschwerpunkte mit einer objektivierten Methode erkannt und können damit im Weiteren bewertet werden.

Die im Projekt erzeugte Datenbasis dient zusätzlich der Erfolgskontrolle von Fördermaßnahmen, der Berichterstattung gegenüber der EU-Kommission in Form von Luftreinhalteplänen und Lärmaktionsplänen und zur Einschätzung von Planungsvorhaben in und für besonders qualitativ anspruchsvolle Nutzungen, z. B. von Erholungs- und Kurorten und deren Prädiktions- und Überprüfungsverfahren.

Das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (LUGV) verfügt über eine sogenannte Umweltstraßendatenbank (USDB) als Grundlage für die rechnerische Ermittlung von Luft- und Lärmbelastungen im Land Brandenburg. Diese USDB bildet das Datengerüst der vorliegenden Untersuchung.

Die bereits im vorangegangenen Landesgutachten "Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität im Land Brandenburg. Verkehrsgutachten." (IVU UMWELT 2012) aufgebaute USDB wurde im Rahmen der Durchführung des Projekts fortgeschrieben. Dazu wurde die Verkehrsdatenbasis des Ist-Zustands der USDB unter Berücksichtigung der Lärmkartierung der 2. Stufe aktualisiert und für Prognosen die Verkehrsbelegungsdaten eines Szenarios der Gesamtverkehrsprognose 2025 für das Gebiet des Landes Brandenburg integriert.

Zur Ermittlung der Kfz-Emissionen auf Basis der lokalen Fahrzeugflottenzusammensetzung des fließenden Verkehrs im Land Brandenburg wurde für die Jahre 2013 und 2014

eine Kennzeichenerfassung durchgeführt. Die Kfz-Emissionen wurden mit dem Modell IMMIS^{em} berechnet.

Die Berechnung der Zusatz- und Gesamtbelastungen für die Luftschadstoffe NO₂, PM10 und PM2.5 wurde mit dem Screeningverfahren IMMIS^{luft} durchgeführt. Dafür wurde auf der Basis der Gebäudedaten aus der Lärmkartierung der 2. Stufe die für die Immissionsberechnung relevanten Parameter der Bebauung, wie Gebäudehöhe, Bebauungsabstand und Bebauungsdichte abgeleitet.

Auf Basis der berechneten Immissionen konnten Aussagen zur Betroffenheit in Straßenabschnitten mit der Möglichkeit der Grenzwertüberschreitung durch Luftschadstoffe abgeleitet werden. Diese Betroffenheit von hohen Luftschadstoffbelastungen konnte den Ergebnissen der in der Lärmkartierung ermittelten Lärmbetroffenheit gegenübergestellt werden.

2 Emissionen des Kfz-Verkehrs

2.1 Einleitung

Die Ermittlung der Luftschadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs erfolgt auf Basis des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 3.1 (INFRAS 2010) für das Bezugsjahr 2013 und auf Basis des im Juli 2014 aktualisierten Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 3.2 (INFRAS 2014) für die Prognosejahre 2015 und 2020. Das HBEFA stellt den jeweils aktuellen Standard bei der Kfz-Emissionsermittlung in Deutschland dar.

Die Berechnungen wurden mit dem Emissionsmodell IMMIS^{em} in der Version 5 mit dem HBEFA 3.1 (IVU UMWELT 2012b) und für das HBEFA 3.2 mit der Version 6.0 (IVU UMWELT 2014) durchgeführt. In IMMIS^{em} sind außer der Berechnung der Auspuffemissionen nach dem jeweiligen HBEFA ein Modell zur Berechnung der Kaltstartemissionen basierend auf VDI 3782 Blatt 7 (KRdL 2003) und ein Modell zur Abbildung von Verkehrszuständen implementiert.

In IMMIS^{em} ist die Modellierung der PM10-Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb (AWAR) entsprechend der Verkehrssituationen nach Düring, I.; Schmidt, W. 2011¹ implementiert und wird als Grundlage der Emissionsmodellierung angesetzt. Die Berechnung der PM2,5 AWAR-Emissionen erfolgte basierend auf dem Emission Inventory Guidebook (EEA 2009).

Die Emissionsfaktoren liegen je Bezugsjahr im HBEFA und damit auch in IMMIS^{em} getrennt für die einzelnen Fahrzeugschichten vor. Um die möglichen Besonderheiten der im Land Brandenburg vorliegenden Fahrzeugflotte im fließenden Verkehr zu berücksichtigen, wurden entsprechende Erhebungen mittels Kennzeichenerfassungen durchgeführt und eine für Brandenburg spezifische Fahrzeugflotte abgeleitet.

2.2 Ermittlung der Fahrzeugflottenzusammensetzung des fließenden Verkehrs für Brandenburg für die Jahre 2013, 2014, 2015 und 2020

2.2.1 Ergebnisse der Kennzeichenerfassungen

Für die Ermittlung der Emissionen des Kfz-Verkehrs im Land Brandenburg wurde für die Differenzierung der Zusammensetzung der Kfz-Flotte nach EURO-Normen in Potsdam und Cottbus eine Kfz-Kennzeichenerfassung durchgeführt und ausgewertet.

Es wurden an drei ausgewählten Standorten insgesamt 20'000 deutsche Fahrzeug-Kennzeichen erfasst. An jedem Standort wurden beide Fahrtrichtungen zeitgleich betrachtet. Als Erfassungstage wurden für die beiden Standorte in Potsdam (Zeppelinstraße und Großbeerenstraße) der 18.09.2013 und für den Standort Cottbus (Bahnhofstraße) der 19.09.2013 gewählt. Die prozentuale Aufteilung der Erfassungsmengen wurde auf 60 % für Potsdam und 40 % für Cottbus festgelegt.

Gemäß den Richtlinien des Datenschutzes wurde die Bevölkerung durch das Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft (MLUL) und die jeweilige Stadtverwaltung über die Datenerhebung informiert. Die nachfolgende Tabelle 2-1 zeigt die Gesamtzahl der erfassten Kennzeichendaten.

¹ Erratum zu Tabelle 3.21 auf Seite 63 des Berichts

Tabelle 2-1: Erfasste Kennzeichen an den Standorten (Bezugsjahr 2013)

Mess-Stelle	Fahrtrichtung	Zeiten	Anzahl Fahrzeuge.
Zeppelinstraße	Einwärts	08:00:00 bis 12:21:31	3.766
Zeppelinstraße	Auswärts	08:00:00 bis 12:21:31	2.234
Zeppelinstraße	Summe	08:00:00 bis 12:21:31	6.000
Großbeerenstraße	Einwärts	07:00:00 bis 15:37:05	3.646
Großbeerenstraße	Auswärts	07:00:00 bis 15:37:05	2.354
Großbeerenstraße	Summe	07:00:00 bis 15:37:05	6.000
Bahnhofstraße	Einwärts	08:00:00 bis 12:47:29	3.940
Bahnhofstraße	Auswärts	08:00:00 bis 12:47:29	4.060
Bahnhofstraße	Summe	08:00:00 bis 12:47:29	8.000

Die Datei aus der Kennzeichenerfassung wurde an das KBA zur Auswertung übergeben. Das KBA konnte von den 20'000 übergebenen Datensätzen insgesamt 19'826 Kennzeichen für das Bezugsjahr 2013 auswerten². In Anlehnung an die vorangegangene Auswertung für 2010 (IVU UMWELT 2012) wurden den Fahrzeugen die für die Emissionsberechnung notwendigen EURO-Normen zugewiesen. Die Zuweisung erfolgte anhand der Emissionsschlüsselzuweisung des KBA.³

Fehlende oder ungenaue Angaben wurden nach Vorgaben des LUGV manuell nachgeprüft, ergänzt und ggf. verändert. Insgesamt konnten 19'436 Kennzeichen für das Bezugsjahr 2013 ausgewertet werden⁴ (siehe Tabelle 2-2).

Tabelle 2-2: Anzahl der ausgewerteten Kennzeichen je Fahrzeugklasse (Bezugsjahr 2013)

	Cottbus, Bahnhofstraße	Potsdam, Großbeerenstraße	Potsdam, Zeppelinstraße	Potsdam + Cottbus
Pkw* Diesel	2'234	1'611	1'728	5'573
Pkw* Otto	4'635	3'083	3'215	10'933
LW <3,5t Diesel	643	689	547	1'879
LW <3,5t Otto	17	43	14	74
Lkw>3,5t	204	140	254	598
Bus	80	227	72	379
Kfz gesamt	7'813	5'793	5'830	19'436
*Pkw + Lieferwagen <1.7t				

Im Jahr 2014 wurde die Erhebung der Kfz-Kennzeichen an den drei Standorten mit gleicher Methodik wiederholt. Die Erfassung erfolgte an den Potsdamer Standorten am 24.09.2014 von 8:00 Uhr bis 11:52 Uhr an der Zeppelinstraße und von 8:00 Uhr bis 15:16 Uhr an der Großbeerenstraße, die Erfassung in Cottbus an der Bahnhofstraße erfolgte am 25.09.2014 von 8:00 Uhr bis 12:48 Uhr. Von den 20'000 übergebenen Datensätzen konnten insgesamt 19'780 Datensätze vom KBA verarbeitet werden.

² Im Zeitraum zwischen Erhebung und Abgleich der Kennzeichen durch das KBA wurden Fahrzeuge abgemeldet. Diese standen für die Auswertung nicht mehr zur Verfügung.

³ Kraftfahrt-Bundesamt (2012): Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen nach Emissionen und Kraftstoffen, 1. Januar 2012 - FZ 13, Anlage B, Flensburg.

⁴ Ohne Kräder, Anhänger und sonstige Antriebe.

Fehlende oder ungenaue Angaben des KBA-Datensatzes wurden – analog zum Vorgehen 2013 – nach Vorgaben des LUGV manuell nachgeprüft, ergänzt und ggf. verändert. Insgesamt konnten 19'430 Kennzeichen (ohne Kräder, Anhänger und sonstige Antriebe) für das Bezugsjahr 2014 ausgewertet werden (siehe Tabelle 2-3).

Tabelle 2-3: Anzahl der ausgewerteten Kennzeichen je Fahrzeugklasse (Bezugsjahr 2014)

	Cottbus, Bahnhofstraße	Potsdam, Großbeerenstraße	Potsdam, Zeppelinstraße	Potsdam + Cottbus
Pkw* Diesel	2368	1780	1869	6017
Pkw* Otto	4513	2990	3071	10574
LW<3.5t Diesel	619	614	549	1782
LW<3.5t Otto	25	14	15	54
Lkw>3.5t	169	235	222	626
Bus	111	194	72	377
Kfz gesamt	7805	5827	5798	19430

*Pkw + Lieferwagen <1.7t

Auf Basis der Auswertung der Kennzeichenerfassungen stehen Kfz-Vergleichswerte hinsichtlich der EURO-Norm und deren quantitativer Zusammensetzung für die weitere Projektarbeit zur Verfügung (vgl. Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2).

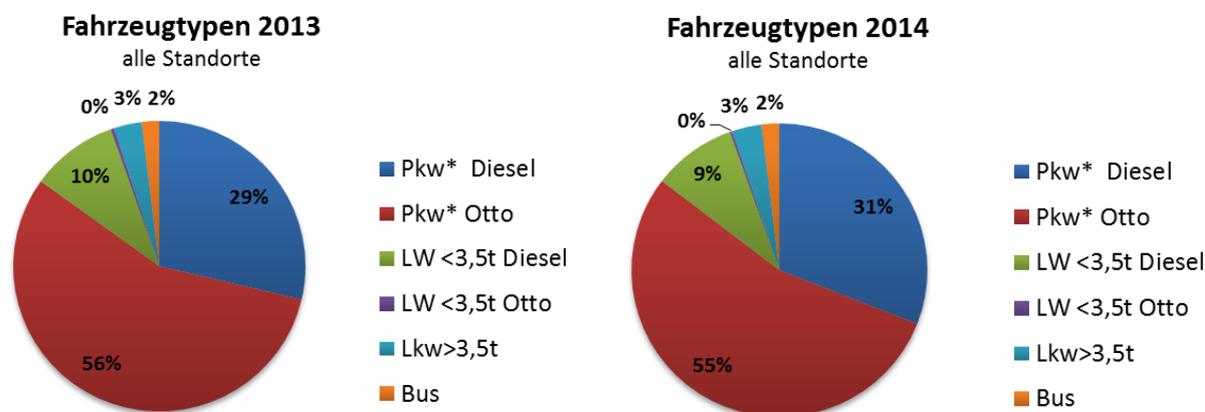


Abbildung 2-1: Vergleich der Fahrzeugtypen 2013 und 2014 (* Pkw+ Lieferwagen < 1.7t)

In der Abbildung 2-2 sind für den Vergleich der Flotten die Ergebnisse aller drei Standorte aufsummiert und der Flottenaufteilung nach EURO-Norm für Deutschland (Agglomerationsräume) gemäß HBEFA gegenübergestellt worden.

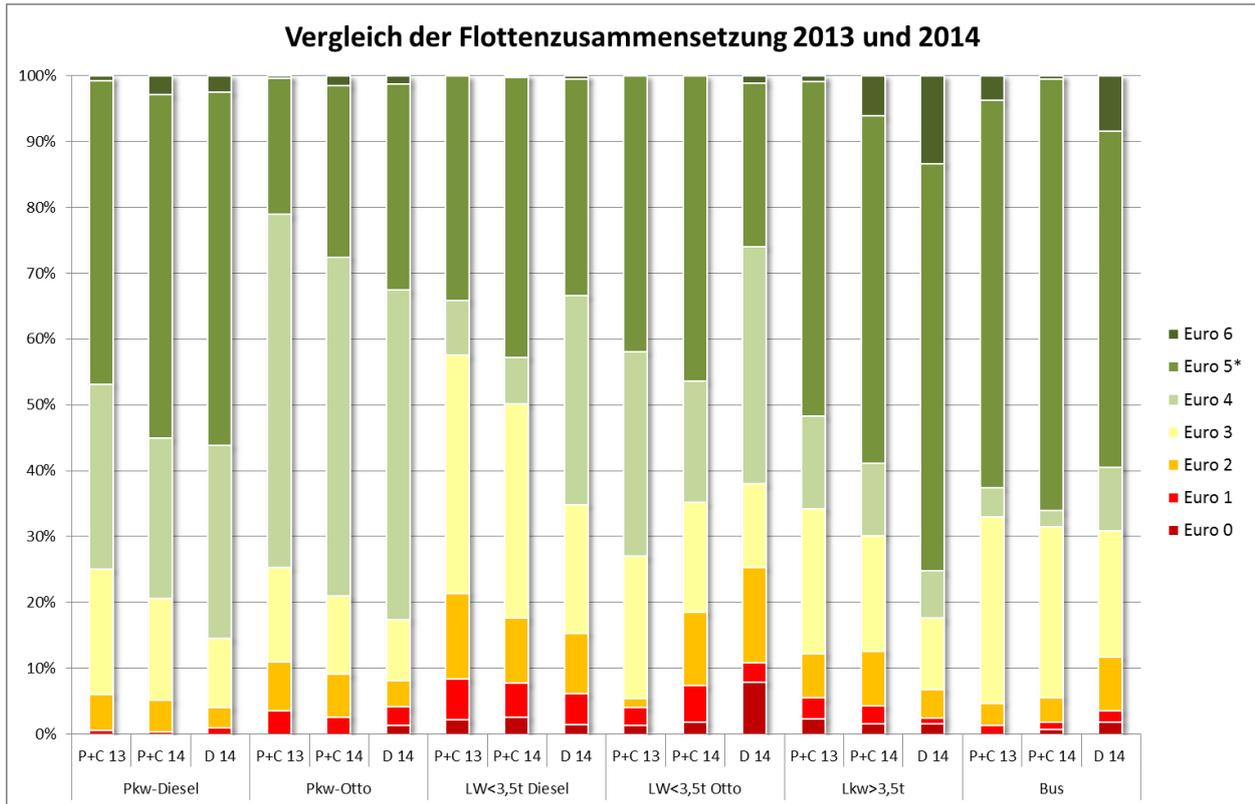


Abbildung 2-2: Vergleich der Flottenzusammensetzungen 2013 und 2014 auf Basis der Kennzeichenerhebung (* inkl. EEV)

2.2.2 Erstellung der Innerortsflotte für 2013

Für die weitere Berechnung der Emissionen mit IMMIS^{em} wurde die Innerortsflotte für Pkw, LNfz und SLKW mit den Informationen aus der Kennzeichenerfassung aus allen Erfassungsstandorten (Kapitel 2.2.1) angepasst und die Flotten für die Busse und Kräder aus dem HBEFA übernommen. Die Wichtung der einzelnen Schichten innerhalb eines Konzepts bzw. einer Euro-Norm wurde für alle Fahrzeugtypen unverändert aus dem HBEFA übernommen. Die Anteile der EEV-Fahrzeuge aus der Kennzeichenerfassung wurden den Euro 5-Fahrzeugen zugeschlagen. In Tabelle 2-4 sind die Anteile der Fahrzeugtypen differenziert nach Konzept (Euro-Norm) dargestellt.

Tabelle 2-4: Innerortsflotte Land Brandenburg für das Bezugsjahr 2013

	Kennzeichenerfassung 2013					HBEFA 3.1 2013 Innerorts				
	Pkw Diesel	Pkw Otto	LW <3,5t Diesel	LW <3,5t Otto	Lkw>3,5t	Linien-busse	Reise-busse	Kräder KKR	Kräder KR-2T	Kräder-4T
Euro 0	0.02%	0.11%	2.10%	0.05%	2.34%	2.62%	7.34%	18.30%	1.00%	13.11%
Euro 1	0.20%	2.25%	6.04%	0.10%	3.18%	2.21%	5.33%	12.43%	0.33%	9.93%
Euro 2	1.81%	4.93%	12.49%	0.05%	6.69%	10.15%	18.16%	21.20%	0.32%	5.83%
Euro 3	6.43%	9.52%	34.77%	0.82%	22.07%	21.98%	26.93%		0.43%	17.11%
Euro 4	9.49%	35.50%	8.04%	1.18%	14.05%	10.59%	11.20%			
Euro 5	15.53%	13.68%	24.58%	1.59%	0.50%	50.42%	29.61%			
Euro 6	0.27%	0.25%	0.00%	0.00%	0.84%	2.03%	1.44%			
EEV	0.00%	0.00%	8.19%	0.00%	50.33%					

2.2.3 Bildung der Emissionsfaktoren für 2013

Die gemäß Kapitel 2.2.2 abgeleiteten Informationen zur Flottenzusammensetzung liegen als Flottendateien im IMMIS^{em/luft}-Format vor, so dass sie in der Emissionsberechnung direkt verwendet werden können. Mit IMMIS^{em} wurden Emissionsfaktoren für das Jahr 2013 getrennt nach den Kfz-Arten Pkw, leichte Nfz, schwere Nfz und Busse berechnet.

Die Emissionsfaktoren sind in Abbildung 2-3 für NO_x und in Abbildung 2-4 für Partikel jeweils für die Fahrzeugtypen Pkw, leichte Nfz, schwere Nfz, Linienbusse und Reisebusse differenziert nach Verkehrszustand (LOS1 bis LOS4) dargestellt. Dabei wurden die Emissionsfaktoren, die mit der für das Land Brandenburg angepassten Flotte für 2013 berechnet wurden, einer entsprechenden Berechnung mit den Standardwerten des HBEFA 3.1 gegenübergestellt. Für Pkw und leichte Nfz wurde zudem noch nach der Kraftstoffart Diesel und Benzin unterschieden.

Im Vergleich zum HBEFA 3.1 sind zwar für die Diesel-Pkw die Emissionsfaktoren für Partikel und NO_x im Land Brandenburg höher, der Anteil Diesel an der Pkw-Flotte ist aber mit 34 % geringer als im HBEFA 3.1 mit 46 % für Deutschland. Dadurch ist der Gesamtemissionsfaktor für Pkw bei Partikel und NO_x im Land Brandenburg geringer als im HBEFA.

Für leichte Nfz ist festzustellen, dass die Emissionsfaktoren für Dieselfahrzeuge bei NO_x höher und bei Partikel geringer sind als im HBEFA 3.1. Der Anteil der Dieselfahrzeuge an der Flotte der leichten Nfz ist mit 96 % minimal höher als im HBEFA 3.1 mit 95 %.

Bemerkenswert ist die Verbesserung bei Partikel, da die Diesel-Flotte der leichten Nfz bis Euro 3 für Brandenburg schlechter ist als die HBEFA 3.1-Standard-Flotte. Dies begründet sich mit den Emissionsfaktoren des HBEFA 3.1. Betrachtet man die Emissionsfaktoren für alle 4 Verkehrszustände aus dem HBEFA 3.1, sieht man, dass die Emissionsfaktoren für EURO 3 und 4 ähnlich hoch sind und außer für gesättigten Verkehr für EURO 4 sogar etwas höher als für EURO 3. In der Flotte für das Land Brandenburg erhöht sich im Vergleich zum HBEFA 3.1 nicht nur der Anteil für EURO 3 sondern in ähnlicher Größenordnung auch für EURO 5. Der Emissionsfaktor für EURO 5 ist nun aber um den Faktor 20 geringer als der von EURO 3 bzw. EURO 4. Damit sind die Emissionen für die Fahrzeugflotte im Land Brandenburg (Brandenburger Flotte) insgesamt leicht geringer als für die HBEFA 3.1-Standardflotte.

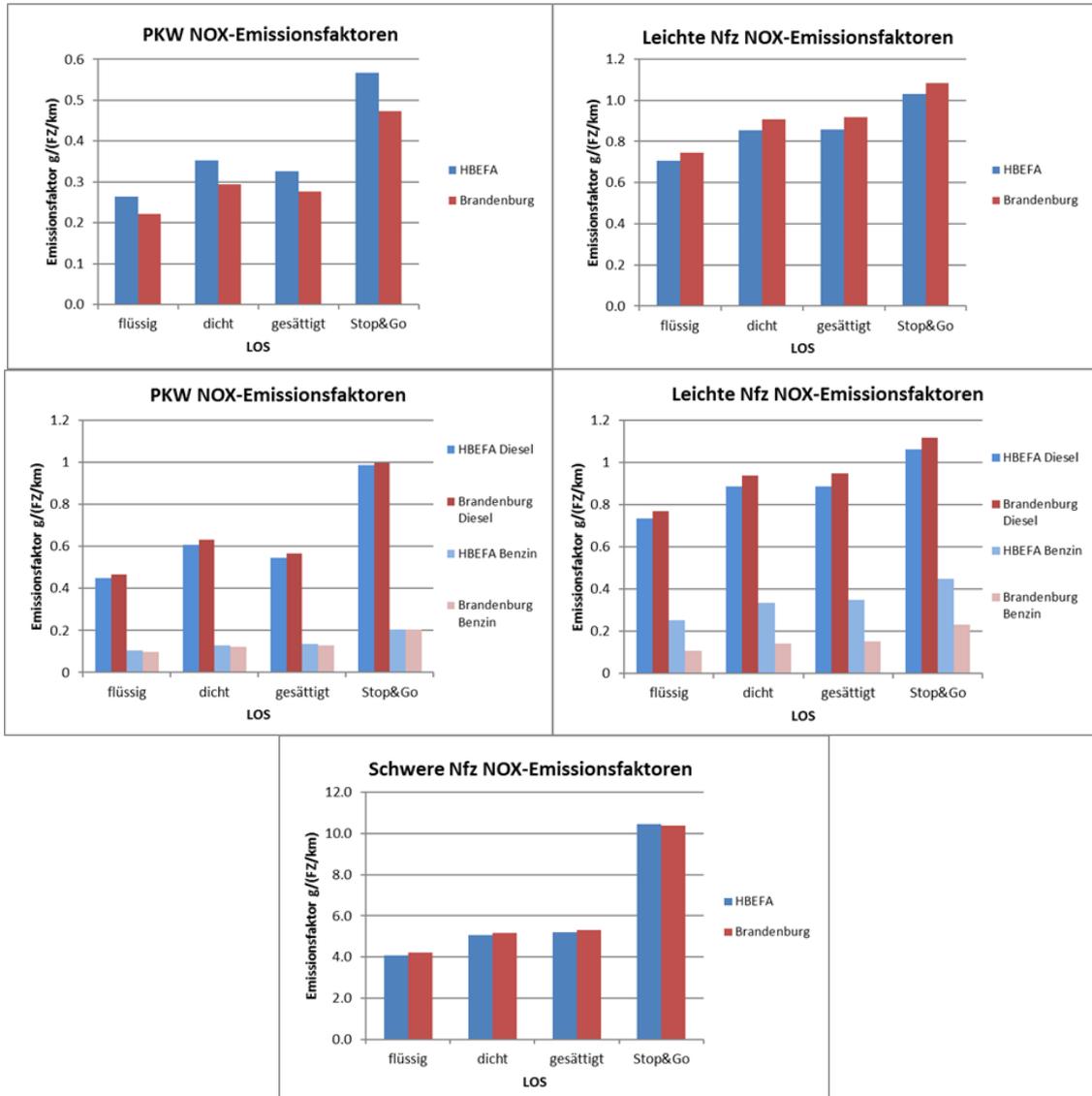


Abbildung 2-3: Emissionsfaktoren NO_x getrennt nach Fahrzeugtypen und LOS im Land Brandenburg 2013

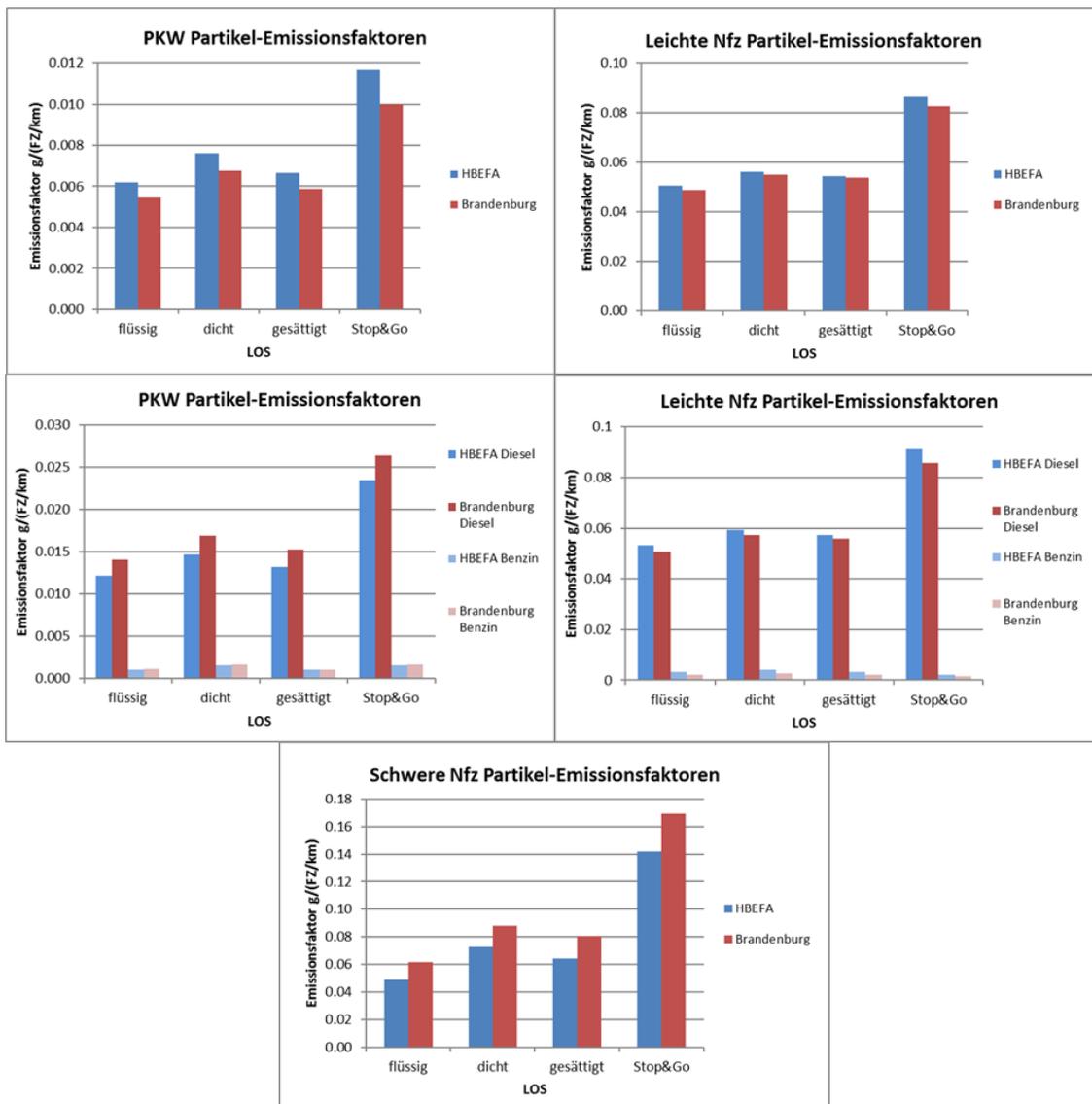


Abbildung 2-4: Emissionsfaktoren Partikel getrennt nach Fahrzeugtypen und LOS im Land Brandenburg 2013

2.2.4 Erstellung der Innerortsflotte für die Prognosejahre 2015 und 2020

Auf Basis der Kennzeichenerfassung und Auswertung für 2014 wurden analog der Vorgehensweise für 2013 Flottendateien für IMMIS^{em} erstellt, für die die Fahrleistungen für Pkw, LNfz und SLKW mit den Informationen aus der Kennzeichenerfassung 2014 angepasst wurden und für die Busse und Kräder aus dem HBEFA 3.2 übernommen wurden. Die Wichtung der einzelnen Schichten wurde für alle Fahrzeugtypen unverändert aus dem HBEFA 3.2 übernommen. Die EEV-Fahrzeuge aus der Kennzeichenerfassung wurden den Euro 5-Fahrzeugen entsprechend HBEFA 3.2 zugeschlagen. In Tabelle 2-5 sind die Anteile der Fahrzeugtypen differenziert nach Konzept (Euro-Norm) dargestellt.

Tabelle 2-5: „Brandenburger Innerortsflotte“ für das Bezugsjahr 2014

	Kennzeichenerfassung 2014					HBEFA 3.2 2014 Innerorts				
	Pkw Diesel	Pkw Otto	LW <3,5t Diesel	LW <3,5t Otto	Lkw>3,5t	Linienbusse	Reisebusse	Kräder KKR	Kräder KR-2T	Kräder-4T
Euro 0	0.01%	0.10%	2.56%	0.05%	1.60%	1.67%	6.12%	17.37%	0.93%	11.91%
Euro 1	0.11%	1.59%	5.01%	0.16%	2.72%	0.83%	4.39%	11.39%	0.32%	9.41%
Euro 2	1.75%	4.15%	9.59%	0.33%	8.31%	4.29%	15.99%	22.46%	0.31%	5.72%
Euro 3	5.62%	7.53%	31.54%	0.49%	17.57%	10.86%	25.07%		0.50%	19.69%
Euro 4	8.81%	32.76%	6.92%	0.54%	11.02%	7.16%	10.50%			
Euro 5	18.93%	16.64%	33.99%	1.36%	1.28%	61.90%	31.58%			
Euro 6	1.04%	0.96%	0.22%	0.00%	6.07%	13.29%	6.35%			
EEV	0.00%	0.00%	7.24%	0.00%	51.44%					

Basierend auf der zeitlichen Entwicklung der Flottenzusammensetzung im HBEFA 3.2 wurde die Brandenburger Innerortsflotte aus 2014 für die Prognosejahre 2015 und 2020 fortgeschrieben. Vergleiche der für das Land Brandenburg angepassten Flottenzusammensetzungen mit den Daten aus dem HBEFA 3.2 für 2013 und 2014 sowie der Fortschreibung für 2015 und 2020 sind in Abbildung 2-5 bis Abbildung 2-8 dargestellt.

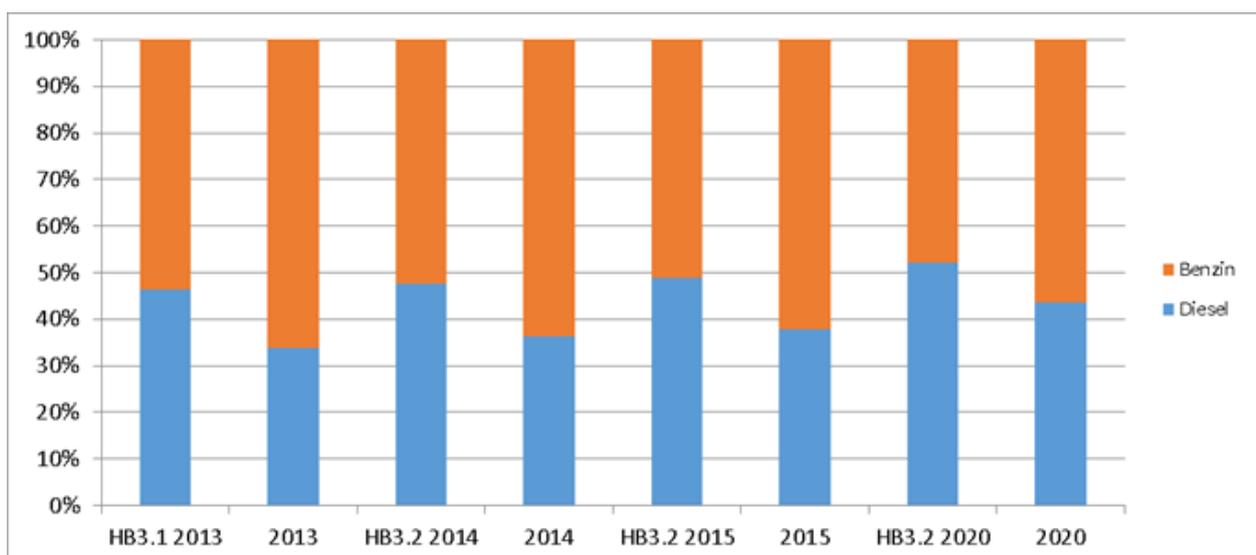


Abbildung 2-5: Aufteilung der Pkw-Flotte nach Diesel und Benzin im Land Brandenburg für 2013, 2014, 2015 und 2020 sowie zusätzlich für 2013 nach HBEFA 3.1 und 2014 und 2020 nach HBEFA 3.2

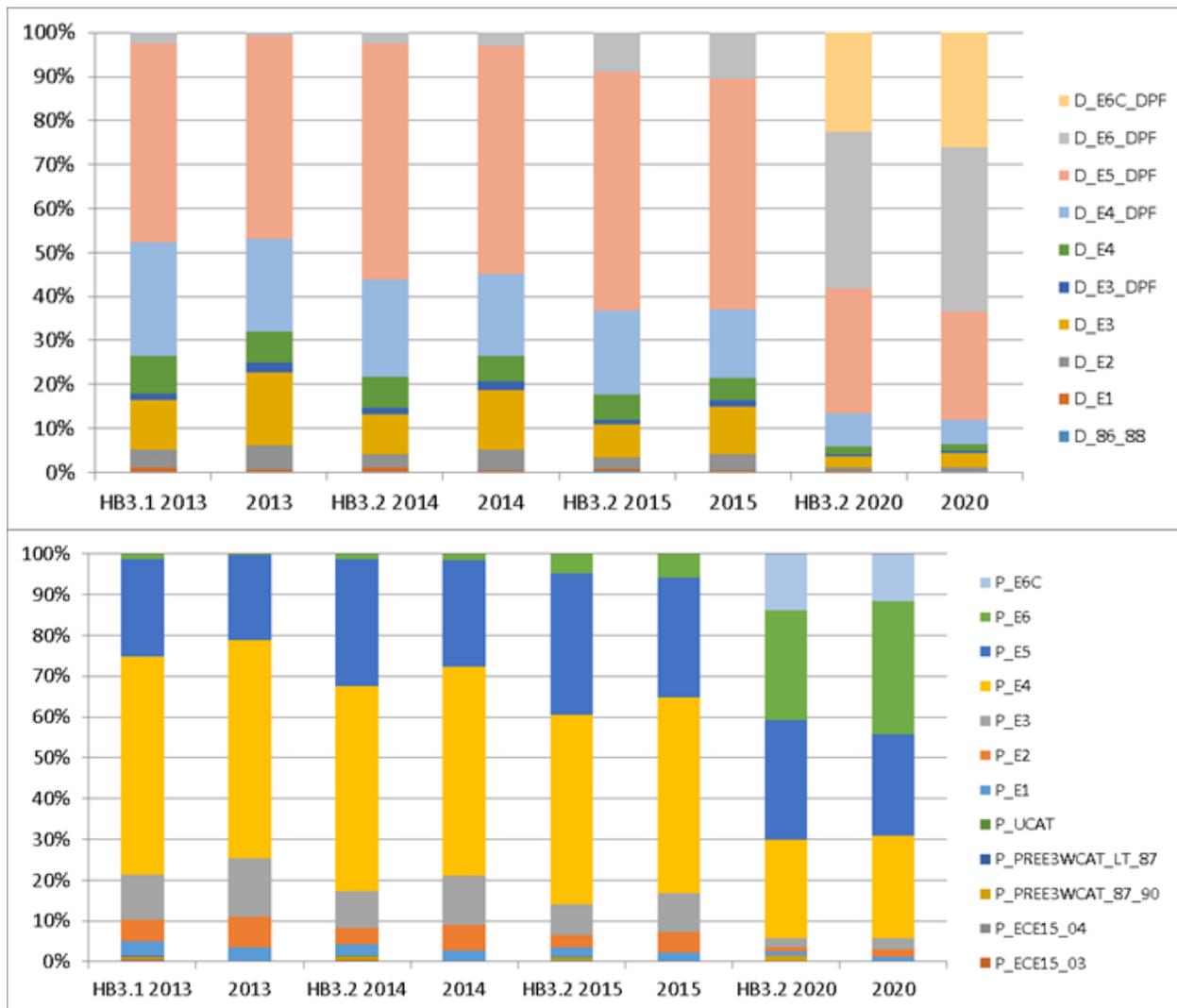


Abbildung 2-6: Aufteilung der Flotte für Diesel (oben) und Benzin-Pkw (unten) im Land Brandenburg für 2013, 2014, 2015 und 2020 sowie zusätzlich für 2013 nach HBEFA 3.1 und 2014, 2015 und 2020 nach HBEFA 3.2

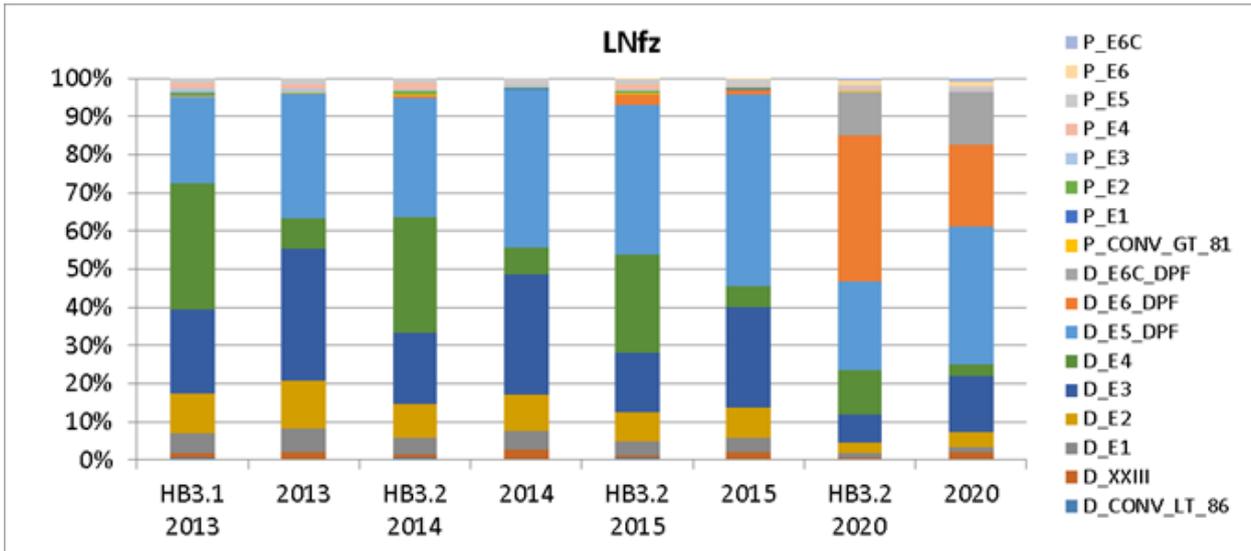


Abbildung 2-7: Aufteilung der Flotte für LNfz im Land Brandenburg für 2013, 2014, 2015 und 2020 sowie zusätzlich für 2013 nach HBEFA 3.1 und 2014, 2015 und 2020 nach HBEFA 3.2

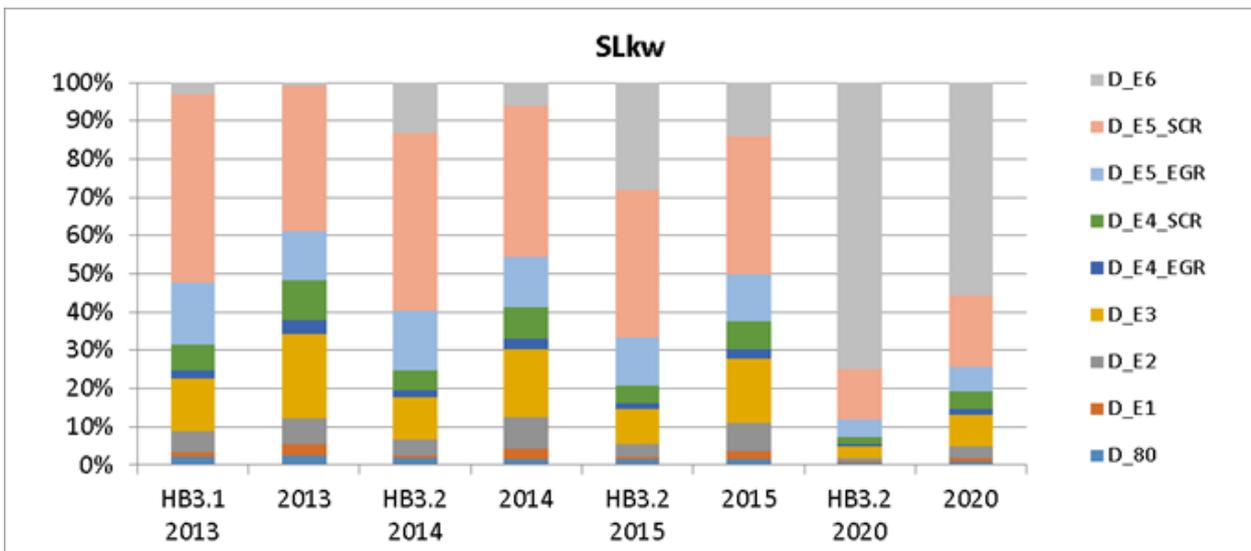


Abbildung 2-8: Aufteilung der Flotte für schwere Lkw im Land Brandenburg für 2013, 2014, 2015 und 2020 sowie zusätzlich für 2013 nach HBEFA 3.1 und 2014, 2015 und 2020 nach HBEFA 3.2

2.2.5 Bildung der Emissionsfaktoren 2014, 2015 und 2020

Mit IMMIS^{em} wurden Emissionsfaktoren für die Jahre 2014, 2015 und 2020 getrennt nach den Kfz-Arten Pkw, leichte Nfz, schwere Nfz und Busse berechnet.

Die Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr der Kennzeichenerhebung 2014 sind in Abbildung 2-9 für NO_x und in Abbildung 2-10 für Partikel jeweils für die Fahrzeugtypen Pkw, leichte Nfz, schwere Nfz, Linienbusse und Reisebusse differenziert nach Verkehrszustand (LOS1 bis LOS4) dargestellt. Dabei wurden die Emissionsfaktoren, die mit der für Brandenburg angepassten Flotte für 2013 berechnet wurden, einer entsprechenden Berechnung mit den Standardwerten des HBEFA 3.2 gegenübergestellt. Für Pkw und leichte Nfz wurde zudem noch nach Kraftstoff (Diesel und Benzin) unterschieden.

Im Vergleich zum HBEFA 3.2 sind für die Diesel-Pkw die Emissionsfaktoren für Partikel und NO_x im Land Brandenburg höher, der Anteil Diesel an der Pkw-Flotte ist mit 36 % (2013: 34 %) allerdings geringer als im HBEFA 3.2 mit 47 % (HBEFA 3.1 2013: 46 %). Dadurch ist der Gesamtemissionsfaktor Pkw bei Partikel und NO_x im Land Brandenburg geringer als im HBEFA 3.2 für Deutschland.

Für leichte Nfz ist festzustellen, dass die Emissionsfaktoren für Dieselfahrzeuge bei NO_x höher und bei Partikel geringer sind als im HBEFA 3.2. Der Anteil der Dieselfahrzeuge an der Flotte der leichten Nfz ist mit 97 % (2013: 96 %) minimal höher als im HBEFA 3.2 mit 95 % (HBEFA 3.1 2013: fast 95%).

Die Emissionsfaktoren bei den schweren Lkw sind wie schon 2013 höher als im HBEFA 3.2.

In Abbildung 2-11 und Abbildung 2-12 sind die Emissionsfaktoren für die Prognosejahre 2015 und 2020 für NO_x bzw. Partikel gegenübergestellt. Die Änderungen gegenüber 2014 spiegeln die Fortschreibung der Flotte analog zum HBEFA 3.2 wieder.

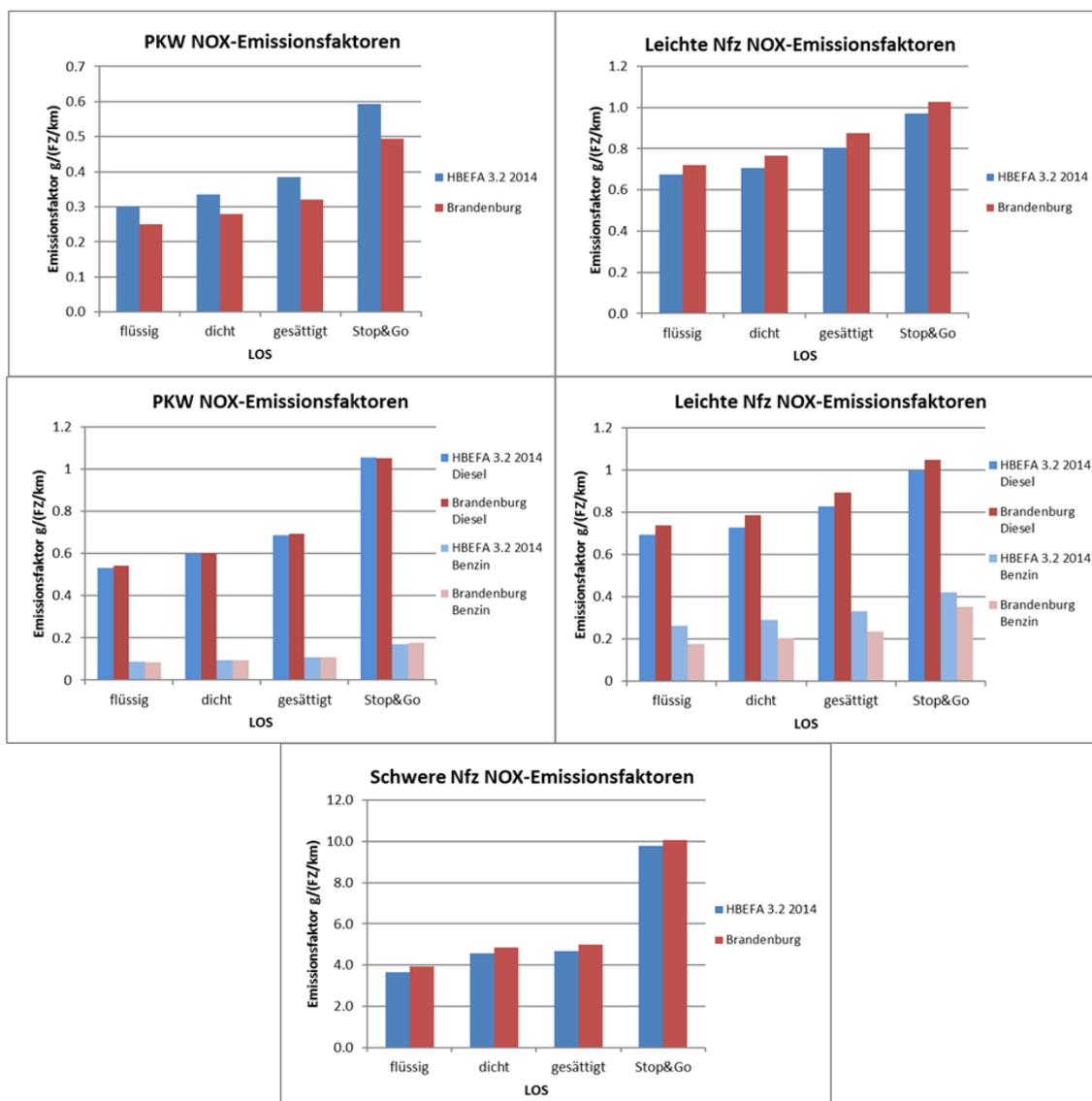


Abbildung 2-9: Emissionsfaktoren NO_x Land Brandenburg 2014

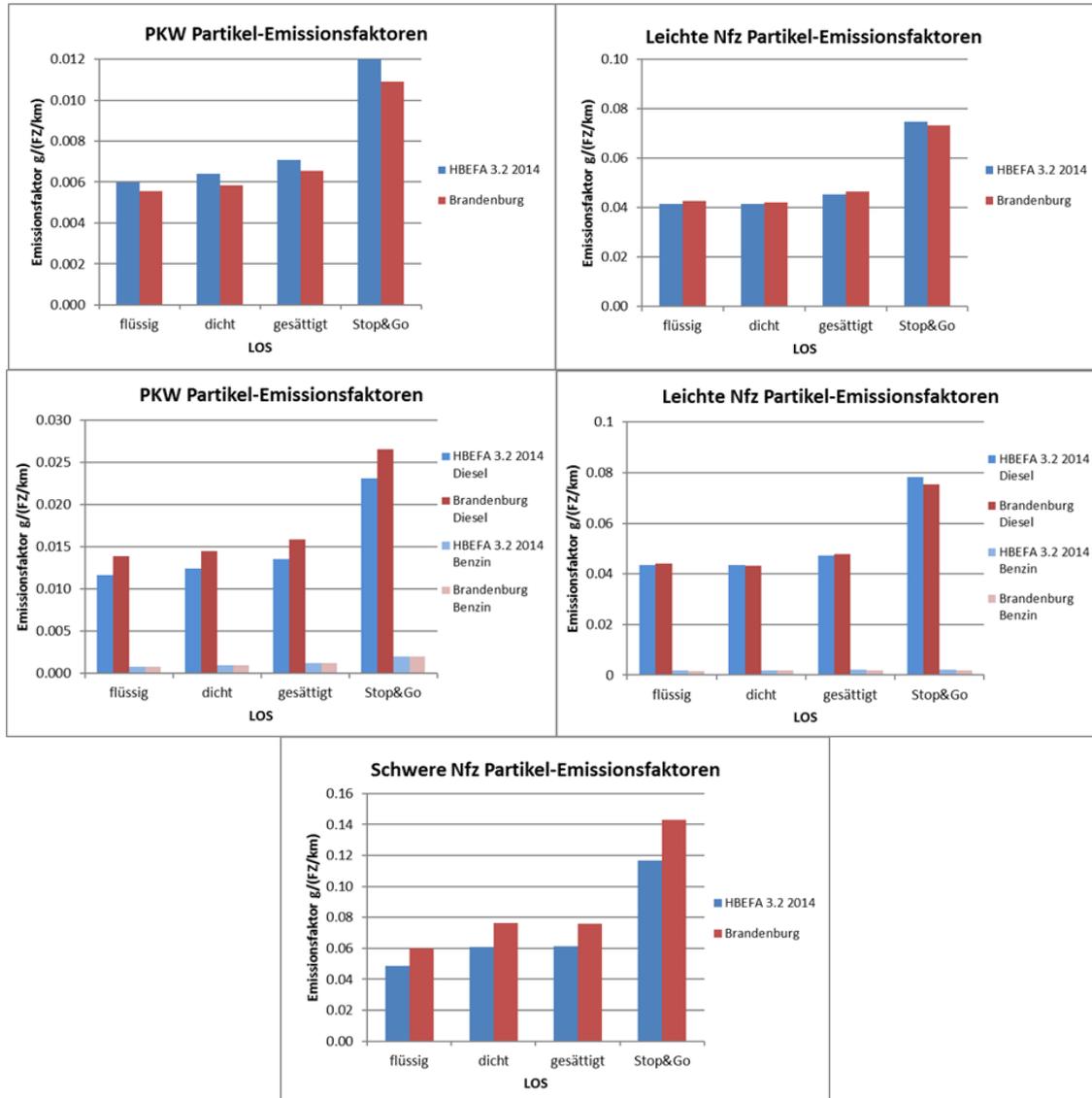


Abbildung 2-10: Emissionsfaktoren Partikel Land Brandenburg 2014

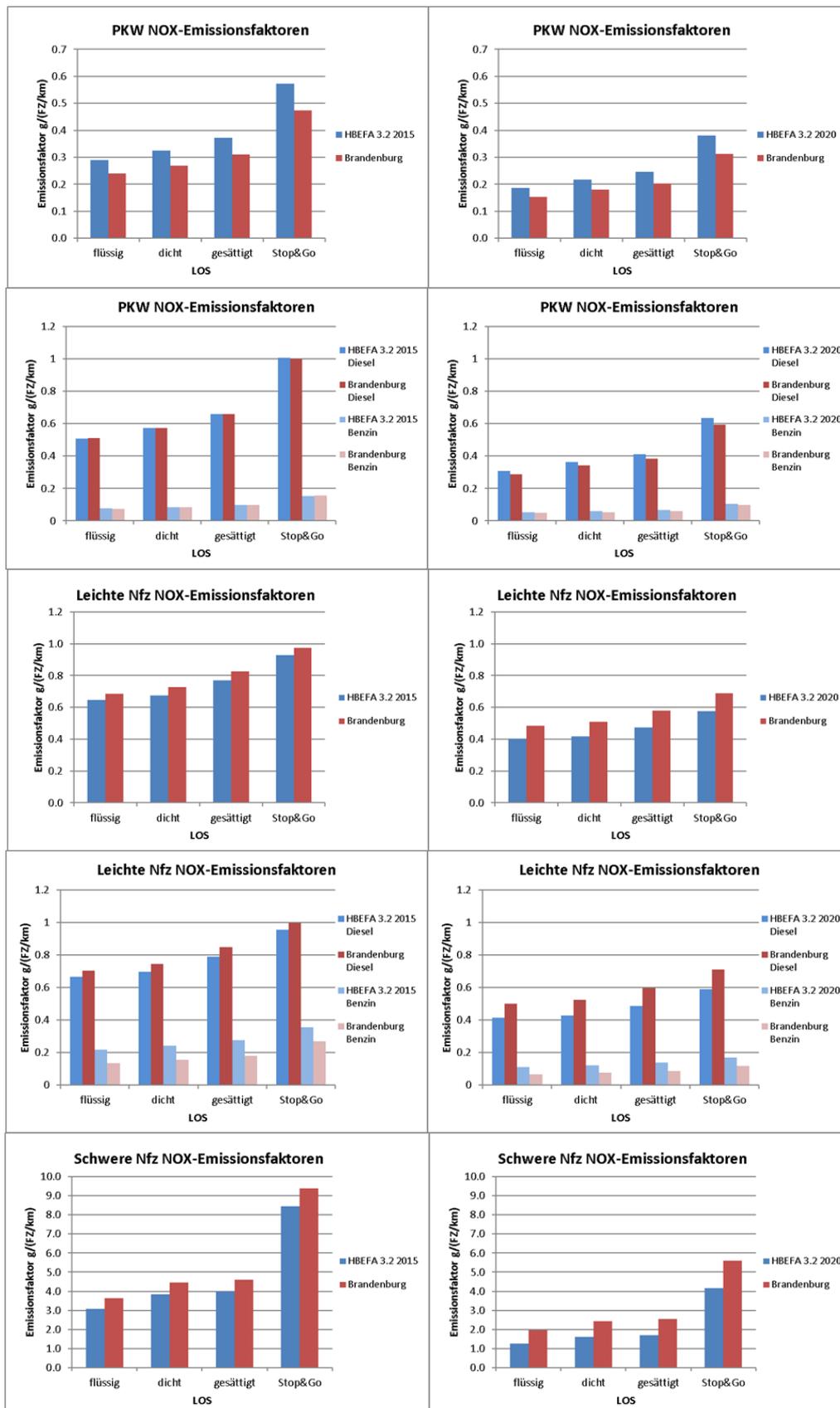


Abbildung 2-11: Emissionsfaktoren NO_x Land Brandenburg 2015 und 2020

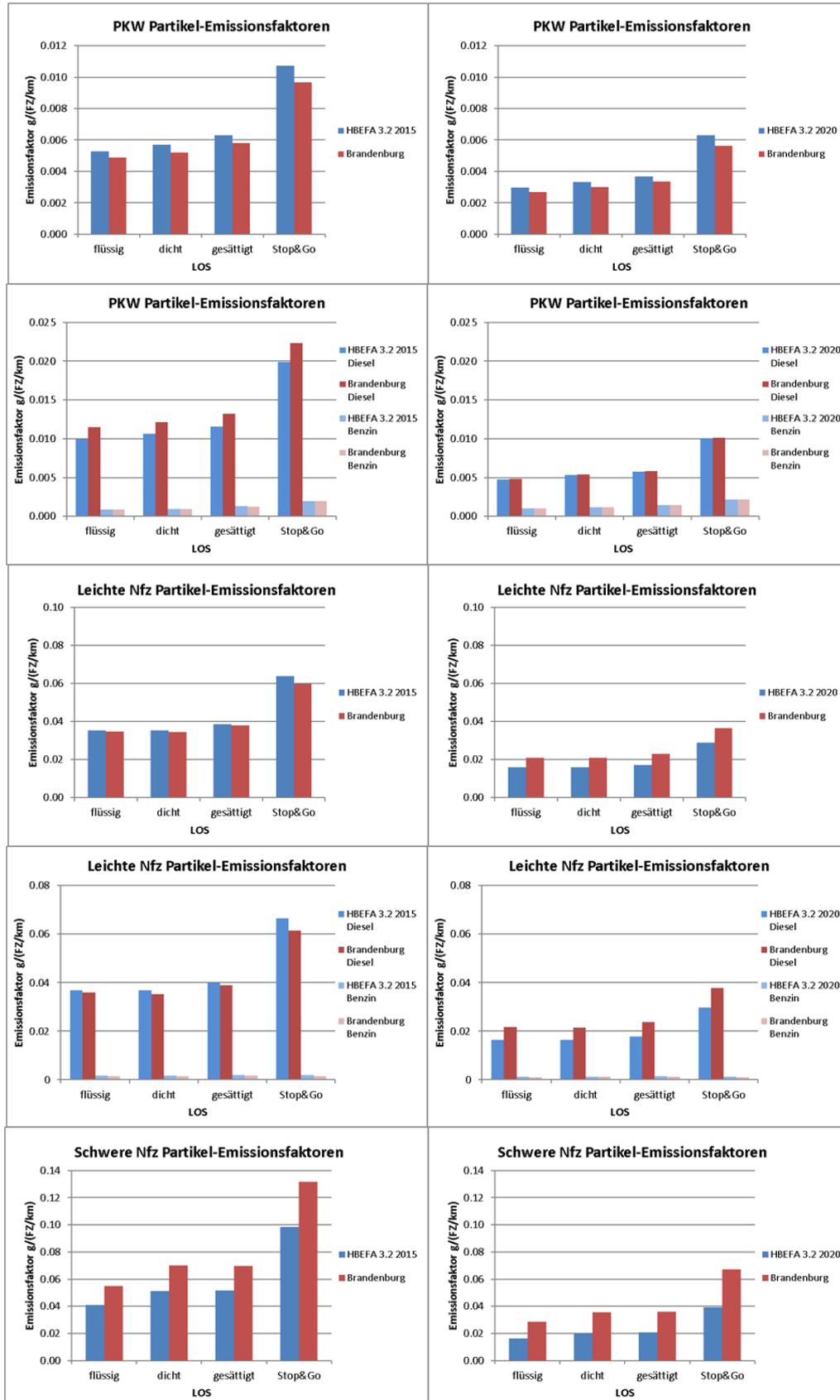


Abbildung 2-12: Emissionsfaktoren Partikel Land Brandenburg 2015 und 2020

2.3 Berechnung der landesweiten Emissionen des Kfz-Verkehrs

Die für die Emissionsberechnung notwendigen Eingangsdaten, wie die Verkehrsbelastung der verschiedenen Kfz-Arten und die Festlegung der Verkehrssituation als Kombinationen aus Gebiet, Straßentyp, Tempolimit und Level of Services (LOS), wurden aus dem bestehenden Verkehrsnetz der USDB übernommen. Für die Bestimmung der Längsneigung wurde ein digitales Höhenmodell verwendet. Die Ableitung erfolgte analog zu der Vorgehensweise in IVU UMWELT 2012.

2.3.1 Berechnung der Emissionen für das Jahr 2013

Als Emissionsnetz konnte das Verkehrsnetz (Emissionsdatenbasis) der USDB verwendet werden. Damit enthält das Emissionsnetz 60'879 Abschnitte, von denen für 47'340 Abschnitte Emissionen berechnet werden konnten. Für die Abschnitte, für die keine Emissionen ermittelt werden konnten, ist kein DTV-Wert hinterlegt.

Auf Basis der oben beschriebenen Attributierung wurden mit IMMIS^{em} 5.6 basierend auf dem HBEFA 3.1 die abschnittsbezogenen Emissionen berechnet. Dabei wurde für das Bezugsjahr 2013 als innerörtliche Flotte die aus der Kennzeichenerfassung bestimmte Flotte verwendet (Kapitel 2.2.2). Für Außerorts und Autobahnen wurden die Standardflotten des HBEFA 3.1 für 2013 verwendet.

In Tabelle 2-6 sind die Emissionsbilanzen für den Kfz-Verkehr mit der angepassten Flotte für das Land Brandenburg (Bbg2013) und mit der HBEFA-Standardflotte dargestellt. Zum Vergleich wurden hier die Emissionen aus IVU UMWELT 2012 für das Bezugsjahr 2008 (Bbg2008) und die Prognosewerte für die Jahre 2010 (Bbg2010) und 2015 (Bbg2015) ergänzt. Bei den bilanzierten NO_x-Emissionen wurde mit 17'665 t/a ein Wert ermittelt, der sich gut zwischen den Prognosen aus IVU UMWELT 2012 für 2010 mit 21'263 t/a und 14'994 für 2015 einpasst. Bei den PM10-Emissionen inklusive der Nichtauspuffemissionen für Abriebe und Aufwirbelung wird in der aktualisierten Berechnung mit 1'538 t/a bereits das Niveau der Prognose in Höhe von 1'542 t/a für 2015 erreicht.

In Tabelle 2-7 ist die Fahrleistung im Straßennetz für 2013 differenziert nach Fahrzeugtyp und Innerort, Außerort und Autobahn dargestellt.

Zusätzlich wurde die Fahrleistung auch in Abhängigkeit von Gebiet, Straßentyp und den berechneten Anteilen LOS ausgewertet. Die entsprechenden Daten sind in Tabelle 2-8 und Tabelle 2-9 zusammengefasst.

Tabelle 2-6: Emissionsbilanzen Kfz Verkehr 2013 auf Basis HBEFA 3.1

Jahr	2013				2008		Prognose 2010		Prognose 2015	
	Bbg2013		HBEFA		Bbg2008*		Bbg2010*		Bbg2015*	
in t/a	Gesamt	davon AWAR	Gesamt	davon AWAR	Gesamt	davon AWAR	Gesamt	davon AWAR	Gesamt	davon AWAR
NO _x	17665		17734		28345		21263		14994	
NO ₂	3705		3786		3432		3875		3404	
PM10	1538	1136	1530	1128	2075	1090	1830	1200	1542	1223
PM2.5	800	397	797	395	1574	589	1278	648	979	660

*aus IVU UMWELT 2012

Tabelle 2-7: Fahrleistung im Hauptstraßennetz 2013

Fahrleistung Brandenburg 2013	Gesamt	Innerort	Außerort	Autobahn
Länge Strassennetz (km)	14646	4980	8860	806
KFZ (Mio. km/Jahr)	25230	6432	8249	10549
PKW (Mio. km/Jahr)	20461	5527	6906	8029
LLKW (Mio. km/Jahr)	1548	380	485	683
SLKW (Mio. km/Jahr)	2750	352	667	1731
BUS (Mio. km/Jahr)	158	45	56	57
KRAD (Mio. km/Jahr)	312	128	135	49

relative Aufteilung nach Kfz-Typ

Anteile an Kfz-Gesamt	Gesamt	Innerort	Außerort	Autobahn
PKW	81.1%	85.9%	83.7%	76.1%
LLKW	6.1%	5.9%	5.9%	6.5%
SLKW	10.9%	5.5%	8.1%	16.4%
BUS	0.6%	0.7%	0.7%	0.5%
KRAD	1.2%	2.0%	1.6%	0.5%

Tabelle 2-8: Fahrleistung 2013 Außerort differenziert nach Straßentyp und Verkehrszustand (LOS)

Gebiet: Außerort	Fahrleistungen pro Jahr nach berechneten Anteilen LOS (km/Jahr)			
	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4
Straßentyp				
Erschließungsstraße	3739937	0	0	0
Hauptverkehrsstraße	38148596	45295678	7497484	66168
Sammelstraße	9995995	23519681	43721202	10726543
Autobahn	10459624062	89453583	0	0
Fern- und Bundesstraße	7875405393	155674220	0	34968582
Summe	18386913983	313943161	51218686	45761294

relative Aufteilung je Straßentyp

Straßentyp	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4
Erschließungsstraße	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Hauptverkehrsstraße	41.9%	49.8%	8.2%	0.1%
Sammelstraße	11.4%	26.7%	49.7%	12.2%
Autobahn	99.2%	0.8%	0.0%	0.0%
Fern- und Bundesstraße	97.6%	1.9%	0.0%	0.4%

Tabelle 2-9: Fahrleistung 2013 in der Agglomeration differenziert nach Straßentyp und Verkehrszustand (LOS)

Gebiet: Agglomeration	Fahrleistungen pro Jahr nach berechneten Anteilen LOS (km/Jahr)			
Straßentyp	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4
Erschließungsstraße	26302801	57247514	1264718	8645
Hauptverkehrsstraße	592311207	2340924557	427523463	18887785
Sammelstraße	645542505	1739577284	306896807	80114988
Stadtautobahn	27971613	73396924	3538942	0
Magistrale/Ringstraße	7885389	78927811	2230313	0
Fern- und Bundesstraße	8022163	0	0	0
Summe	1308035679	4290074090	741454242	99011419

relative Aufteilung je Straßentyp

Straßentyp	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4
Erschließungsstraße	31.0%	67.5%	1.5%	0.0%
Hauptverkehrsstraße	17.5%	69.3%	12.6%	0.6%
Sammelstraße	23.3%	62.8%	11.1%	2.9%
Stadtautobahn	26.7%	70.0%	3.4%	0.0%
Magistrale/Ringstraße	8.9%	88.6%	2.5%	0.0%
Fern- und Bundesstraße	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%

2.3.2 Berechnung der Emissionen für die Prognosejahre 2015 und 2020

Für das Prognosejahr 2015 wurde davon ausgegangen, dass die Fahrleistung und die weitere Attributierung der zu untersuchenden Abschnitte gegenüber der Situation 2013 unverändert bleiben. Es wurde die Emissionsdatenbasis der USDB mit 60'879 Abschnitten, davon 47'340 Abschnitte mit DTV größer als Null, von 2013 übernommen.

Um die straßenbezogenen Emissionen für das Bezugsjahr 2020 zu berechnen, wurden die Änderungen in der Verkehrsbelegung an 22'351 Abschnitten berücksichtigt. Von den 60'879 Abschnitten der Emissionsdatenbasis der USDB konnten für 47'519 Abschnitte Emissionen berechnet werden. Für die Abschnitte, für die keine Emissionen ermittelt werden konnten, liegt kein DTV vor. Die Emissionsdatenbasis 2020 enthält somit an 22'351 Abschnitten Prognosewerte der Verkehrsdaten und an den restlichen Abschnitten entsprechende Bestandswerte. Da auf den Bestandsstrecken keine möglichen verkehrlichen Verlagerungswirkungen und Verkehrsentwicklung abgebildet sind, die aus den Veränderung an den Prognosestrecken resultierend könnten, ist eine Betrachtung der Gesamtfahrleistung und Gesamtemission im Netz nicht mehr sinnvoll und erfolgt für das Prognosejahr 2020 nur an den Prognosestrecken.

Auf Basis der oben beschriebenen Attributierung wurden die abschnittsbezogenen Emissionen, im Gegensatz zur Berechnung für das Bezugsjahr 2013, mit IMMIS^{em} 6.0 basierend auf dem HBEFA 3.2 berechnet.

Dabei wurde für die Bezugsjahre 2015 und 2020 als innerörtliche Flotten die aus der Kennzeichenerfassung für 2014 bestimmte und fortgeschriebene Flotte verwendet (Kapitel 2.2.4). Für Außerorts und Autobahnen wurden die Standardflotten des HBEFA für 2015 bzw. 2020 verwendet.

In Tabelle 2-10 sind die Emissionsbilanzen für die Berechnung mit der angepassten Flotte für 2013 (Bbg2013) auf Basis des HBEFA 3.1 den Emissionsbilanzen für 2015 und 2020 mit den angepassten Flotten für 2015 bzw. für 2020 (Bbg2015 und Bbg2020) auf Basis des HBEFA 3.2 gegenübergestellt.

Für 2013 und 2015 können die Emissionsbilanzen für das gesamte Netz verglichen werden. Für die Prognosejahre 2015 und 2020 sind auf Grund der oben beschriebenen Methodik die Emissionsbilanzen für die Prognosestrecken gegenübergestellt.

Tabelle 2-10: Emissionen für die IST-Situation 2013 (Flotte Bbg2013) sowie die Prognosejahre 2015 (Flotte Bbg2015) und 2020 (Flotte Bbg2020)

Jahr Flotte	2013		2015				2020	
	Bbg2013		Bbg2015				Bbg2020	
in t/a	Gesamt	davon AWAR	Gesamt	davon AWAR	Prognosestraßen	davon AWAR	Prognosestraßen	davon AWAR
NO _x	17665		16504		13920		10753	
NO ₂	3705		3966		3441		2845	
PM ₁₀	1538	1136	1461	1136	1172	907	1390	1223
PM _{2.5}	800	397	723	397	578	313	592	425

3 Landesweites Screening der Luftschadstoffbelastung

3.1 Berechnung Gesamtbelastung mit IMMIS^{luft}

Die Berechnungen der Gesamtbelastung wurden mit dem Screeningmodell IMMIS^{luft} (IVU UMWELT 2014) durchgeführt. Das Modell IMMIS^{luft} berechnet für bebauungs- und verkehrshomogene Straßenabschnitte jeweils einen Wert der Zusatzbelastung auf Basis von sogenannten Kopplungswerten und den verkehrsbedingten Emissionen des jeweiligen Straßenabschnitts unter Berücksichtigung des Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit. Die Kopplungswerte stellen den Zusammenhang zwischen den Emissionen im Straßenraum und der zu berechnenden Zusatzbelastung her.

Die Zusatzbelastung wird pro Straßenabschnitt für zwei fest definierte Aufpunkte im Straßenquerschnitt, d. h. beidseits der Straße in 1.5 m Höhe und im Abstand von 15 % des Bebauungsabstandes (quer zur Straße) von der Bebauung, berechnet. Ausgegeben wird der größere der beiden berechneten Werte. Ein Straßenabschnitt wird als in sich homogen bezeichnet, wenn er auf beiden Seiten durchgehend bebaut mit einer Differenz der Bebauungshöhe von bis zu ± 10 % der durchschnittlichen Höhe ist und zudem mindestens doppelt so lang wie breit. Um Baulücken in einem Straßenabschnitt zu berücksichtigen, kann eine Porosität vorgegeben werden, die sich aus Länge und Breite des Straßenabschnitts sowie der bebauten Länge berechnet. Für Porositäten > 90 % (100 % entspricht einem Straßenabschnitt ohne Bebauung) ist der Einsatz von IMMIS^{luft} nicht gültig.

3.1.1 Vorbelastung

Die Daten der Vorbelastung für die Abschnitte des Screenings wurden aus IVU UMWELT 2012 aus den damals bestimmten Prognosen für 2010 und 2015 übernommen. In IVU UMWELT 2012 wurden dabei NO₂ Vorbelastungen für einen sogenannten Worst-Case und einen Best-Case angegeben. Bei PM₁₀ wurde zusätzlich noch der mittlere Fall (Middle-Case) der Vorbelastung berücksichtigt.

Im vorliegenden Projekt sollten die Konzentrationswerte für die Bezugsjahre 2013, 2015 und 2020 ermittelt werden. Um eine möglichst realistische Abschätzung der Vorbelastung unter Berücksichtigung der vergangenen Entwicklung anzuwenden, wurden folgende Fälle der Vorbelastung aus IVU UMWELT 2012 den hier geforderten Bezugsjahren zugeordnet.

Dabei wurde für PM₁₀ für die Bezugsjahre 2013 und 2015 die Vorbelastungsprognose für 2010 aus IVU UMWELT 2012 und für das Bezugsjahr 2020 die Prognose 2015 aus IVU UMWELT 2012 jeweils für die Fälle Worst-, Middle- und Best-Case verwendet.

Bei NO₂ wurde für alle Bezugsjahre die Vorbelastungsprognose für 2010 aus IVU UMWELT 2012 jeweils für die Fälle Worst und Best-Case verwendet.

3.1.2 Berechnung des NO₂-Jahresmittelwerts

Der relevante Grenzwert für die Stickoxide ist der Jahresmittelwert der NO₂-Gesamtbelastung. NO₂ ist ein chemisch aktiver Stoff, der in der Atmosphäre einer Reihe von Reaktionen mit unterschiedlichen Stoffen unterliegt. Die NO₂-Konzentration in der Straßenschlucht setzt sich daher zusammen aus der NO₂-Vorbelastung, dem Anteil des durch den Kfz-Verkehr direkt emittierten NO₂ und dem durch chemische Umwand-

lungen produzierten oder eliminierten NO₂. Die chemischen Reaktionen, an denen NO₂ beteiligt ist, unterscheiden sich dabei in ihrer Geschwindigkeit und ihrer Komplexität.

In der vorliegenden Untersuchung wurde zur Berechnung des NO₂-Jahresmittelwerts der Ansatz nach DÜRING & BÄCHLIN (2009) verwendet. Er beruht auf dem Ansatz nach HERTEL & BERKOWICZ (1989), arbeitet aber mit Jahresmittelwerten. Die Übertragbarkeit der Gleichungen aus HERTEL & BERKOWICZ (1989) auf Jahresmittelwerte wurde dabei nicht theoretisch abgeleitet, sondern empirisch durch den Vergleich mit Messdaten überprüft. Die bei HERTEL & BERKOWICZ (1989) zeitabhängigen Größen J , k und τ werden in DÜRING & BÄCHLIN (2009) als konstante Parameter wie folgt festgelegt:

$$J = 0.0045 \text{ s}^{-1}$$

$$k = 0.00039 \text{ (ppb s)}^{-1}$$

$$\tau = 100 \text{ s}$$

Als Eingangsdaten gehen die NO_x-Gesamtbelastung in der Straßenschlucht, die Hintergrundkonzentrationen von NO, NO₂ und O₃ sowie der Anteil der primären NO₂-Emissionen an den NO_x-Emissionen als Jahresmittelwerte in die Berechnung ein. Als Ergebnis werden Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung berechnet.

3.1.3 Berechnung des Tagesgrenzwerts PM10

Zur Bestimmung der Anzahl an Tagen mit Überschreitungen des ab 2005 gültigen Tagesgrenzwerts von PM10 wird in IVU UMWELT 2006 ein Ansatz auf der Basis des Jahresmittelwerts von PM10 aufgezeigt. Eine Darstellung dieser Funktion findet sich in Abbildung 3-1. 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 um 3 bis 4 Überschreitungstage. Eine Reduktion von 30 µg/m³ auf 28 µg/m³ führt zu einer Reduktion um ca. 7 Überschreitungstage.

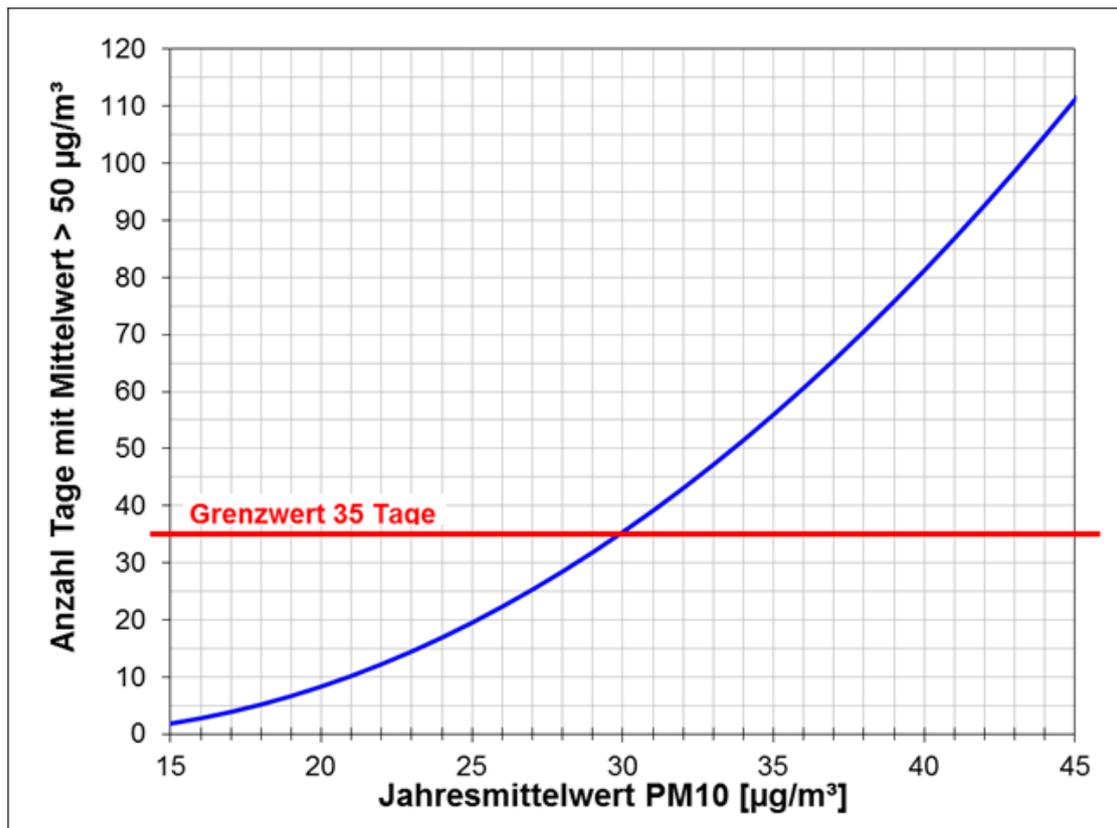


Abbildung 3-1: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM10 und der Anzahl Tage mit einem PM10-Tagesmittelwert über 50 µg/m³

3.2 Abschnittsbildung

Die Berechnung mit IMMIS^{luft} setzt Informationen zur Bebauungsgeometrie der zu untersuchenden Abschnitte voraus, deren Bestimmungsmethode im Kapitel 3.2.2 beschrieben wird.

3.2.1 Übernahme der Gebäude- und der gebäudebezogenen Einwohnerdaten und Aufbau des Datenmodells

Das digitale Gebäudemodell wurde aus der 2. Stufe der Lärmkartierung als Shape-Datei übernommen. Dieses besteht je Einzelgebäude aus Gebäudegrundrissen und -höhen („LoD1“-Modell) mit Einwohnern für den Gesamtbestand, ergänzt um die entsprechenden Daten der nachträglich in der Lärmkartierung berechneten Einzelgemeinden. Ergänzend wurde ein digitales Höhenmodell übernommen.

Das Emissionsnetz wurde beidseitig mit 100 m gepuffert und Gebäude, die außerhalb dieser Flächen liegen, gelöscht, um die Datenmenge für die Weiterverarbeitung zu reduzieren. Eine Prüfung der Lagegenauigkeiten und Vollständigkeit der Daten wurde nicht durchgeführt, da dies bereits im Rahmen der 2. Stufe der Lärmkartierung erfolgt ist und als gegeben vorausgesetzt wurde.

3.2.2 Abschnittsbildung mit IMMIS^{build}

Die Berechnungen der Gesamtbelastung wurden für Abschnitte des Hauptverkehrsstraßennetzes, die eine Randbebauung aufweisen, durchgeführt. Die für die Berechnung mit IMMIS^{luft} notwendigen Geometriedaten wurden aus Daten zur Lage der Straßenmittelachsen und den Gebäudedaten abgeleitet.

Die Abschnittsbildung wurde mit IMMIS^{build} (IVU Umwelt, 2007) durchgeführt. Das Ziel dieser Abschnittsbildung für eine Screening-Untersuchung ist es, die für die Immissionsverhältnisse ungünstigsten Abschnitte zu identifizieren. Diese Bereiche sind durch stark reduzierte Austauschbedingungen der Straßenschlucht mit der Umgebung gekennzeichnet, die im Wesentlichen ungünstiger werden, je höher und schmaler die Straßenschlucht ist. Weiter ist der Anteil der Bebauungslücken bzw. die Porosität maßgeblich. Da bei der Berechnung der Porosität neben der Bebauungslänge auch die Länge und Breite des Abschnitts eingehen, wird die Porosität bei gleichbleibender Bebauungsstruktur immer kleiner, je länger ein Abschnitt wird.

Dem gegenüber steht eine maximale Länge, über die ein Abschnitt gebildet werden kann. Sie wird bestimmt durch die Einteilung in verkehrlich homogene Bereiche. Diese werden im Straßennetzdatensatz als Linie mit einer eindeutigen Identifikationsnummer identifiziert. Diese ID darf nicht verändert werden, da ansonsten Informationen über veränderte verkehrliche Eigenschaften nicht mehr zugeordnet werden könnten.

Nach Durchführung der Abschnittsbildung ergeben sich 36 523 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 2 983 km. Im Verkehrsgutachten für das Land Brandenburg Verkehr (2012) wurden 27 086 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 2 266 km abgeleitet.

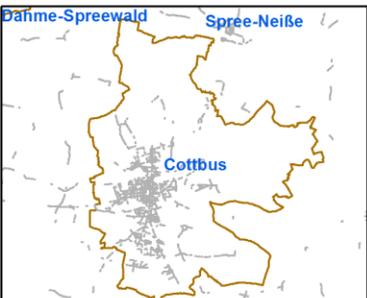
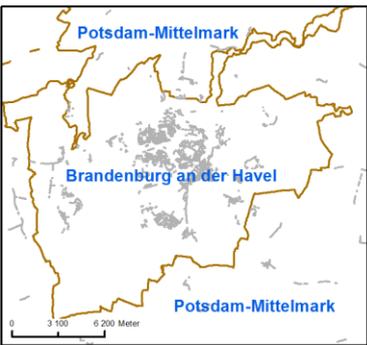
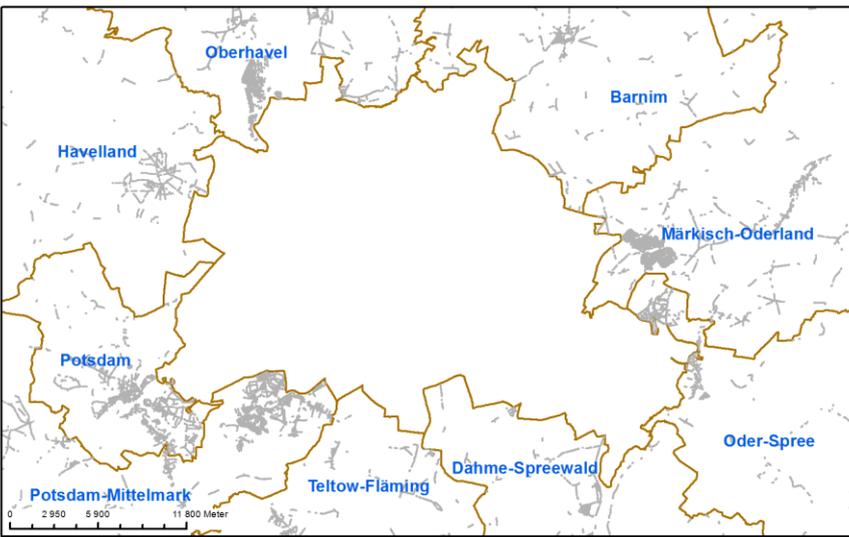
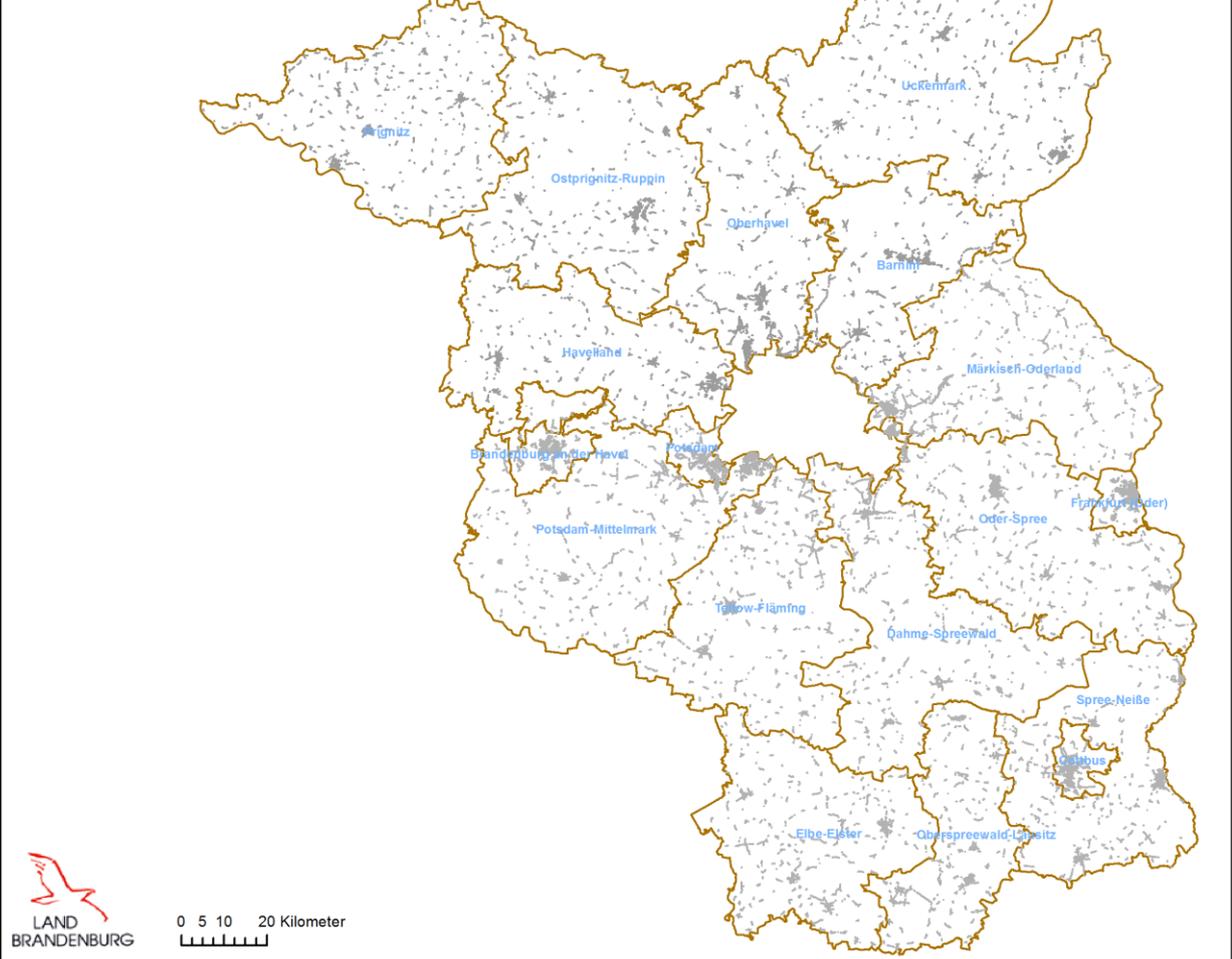
Tabelle 3-1 zeigt die Anzahl der Screening-Abschnitte im Land Brandenburg, aufgeteilt nach Kreisen. In der kartographischen Darstellung in Abbildung 3-2 sind die IMMIS^{luft}-Abschnitte für die Screeningberechnung im Land Brandenburg für das gesamte Land Brandenburg, und als Ausschnitte für das Umland von Berlin sowie die Städte Brandenburg an der Havel und Cottbus dargestellt.

Weiterhin gab es im Gegensatz zur Abschnittsbildung in IVU UMWELT 2012 eine Veränderung in den Nachbehandlungsroutinen zu IMMIS^{build} zur automatischen Bildung homogener Abschnitte. Die neuen Routinen ermitteln automatisch immer den Abschnitt mit der bezüglich der Immissionen ungünstigsten Bebauungssituation. Hierbei ergeben sich teilweise geringere Abschnittslängen als in der Abschnittsbildung in IVU UMWELT 2012. Zu beachten ist dabei, dass daraus noch nicht abgeleitet werden kann, ob eine Grenzwertüberschreitung nach 39. BImSchV vorliegt. Die 39. BImSchV verlangt, dass das ermittelte Konzentrationsniveau repräsentativ für einen Straßenabschnitt mit einer Länge von mindestens 100 m sein muss. Dieses Kriterium lässt sich durch dieses Screening-Verfahren nicht prüfen. Es muss im Nachgang durch eine manuelle Abschnittsbildung und Nachberechnung eine Überprüfung der ermittelten Hotspots durchgeführt werden.

Tabelle 3-1: Anzahl Screening-Abschnitte im Land Brandenburg nach Kreisen

ID-NR	NAME	Kennzeichen	Anzahl Abschnitte
12060	Barnim	BAR	1669
12051	Brandenburg an der Havel	BRB	1520
12052	Cottbus	CB	1090
12061	Dahme-Spreewald	LDS	2151
12062	Elbe-Elster	EE	2631
12053	Frankfurt (Oder)	FF	1396
12063	Havelland	HVL	1426
12064	Märkisch-Oderland	MOL	2545
12065	Oberhavel	OHV	2341
12066	Oberspreewald-Lausitz	OSL	1755
12067	Oder-Spree	LOS	2842
12068	Ostprignitz-Ruppin	OPR	2030
12054	Potsdam	P	1194
12069	Potsdam-Mittelmark	PM	3367
12070	Prignitz	PR	1760
12071	Spree-Neiße	SPN	2104
12072	Teltow-Fläming	TF	2377
12073	Uckermark	UM	2325
	Summe		36523

Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität und Lärmbelastung im Land Brandenburg (Verkehrsgutachten 2013-2014)



IMMISluft - Abschnitte

- Straßenabschnitte
- ▭ Kreise in Brandenburg



IVU Umwelt, November 2014

Abbildung 3-2: IMMIS^{luft}-Abschnitte für die Screeningberechnung

3.3 Ergebnisse der landesweiten Screeningberechnung

3.3.1 Ist-Situation 2013

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Screeningberechnungen für das Bezugsjahr 2013 beschrieben. Die aktuelle landesweite Belastungssituation für die bebauten Straßenabschnitte im Land Brandenburg ist für den Jahresmittelwert von NO_2 in Abbildung 3-3 und für den Jahresmittelwert von PM_{10} in Abbildung 3-4 jeweils im Vorbelastungsszenario Worst-Case als Karte dargestellt. Auf Grund der hohen Anzahl an betrachteten Straßenabschnitten ist eine differenzierte Auswertung auf Basis einer solchen Karte nicht möglich. Es ist aber zu erkennen, dass es nur wenige Abschnitte gibt, die in den Warnfarben Gelb bis Rot dargestellt sind und bei denen eine Grenzwertüberschreitung der derzeit geltenden Grenzwerte im Jahr 2013 nicht auszuschließen ist.

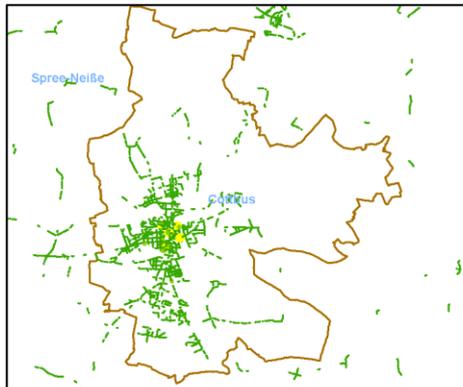
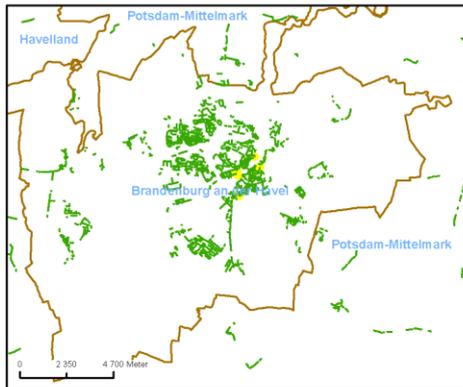
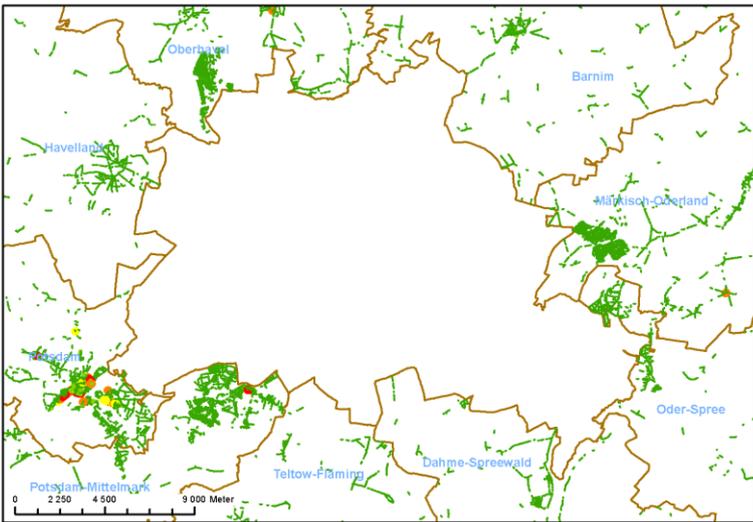
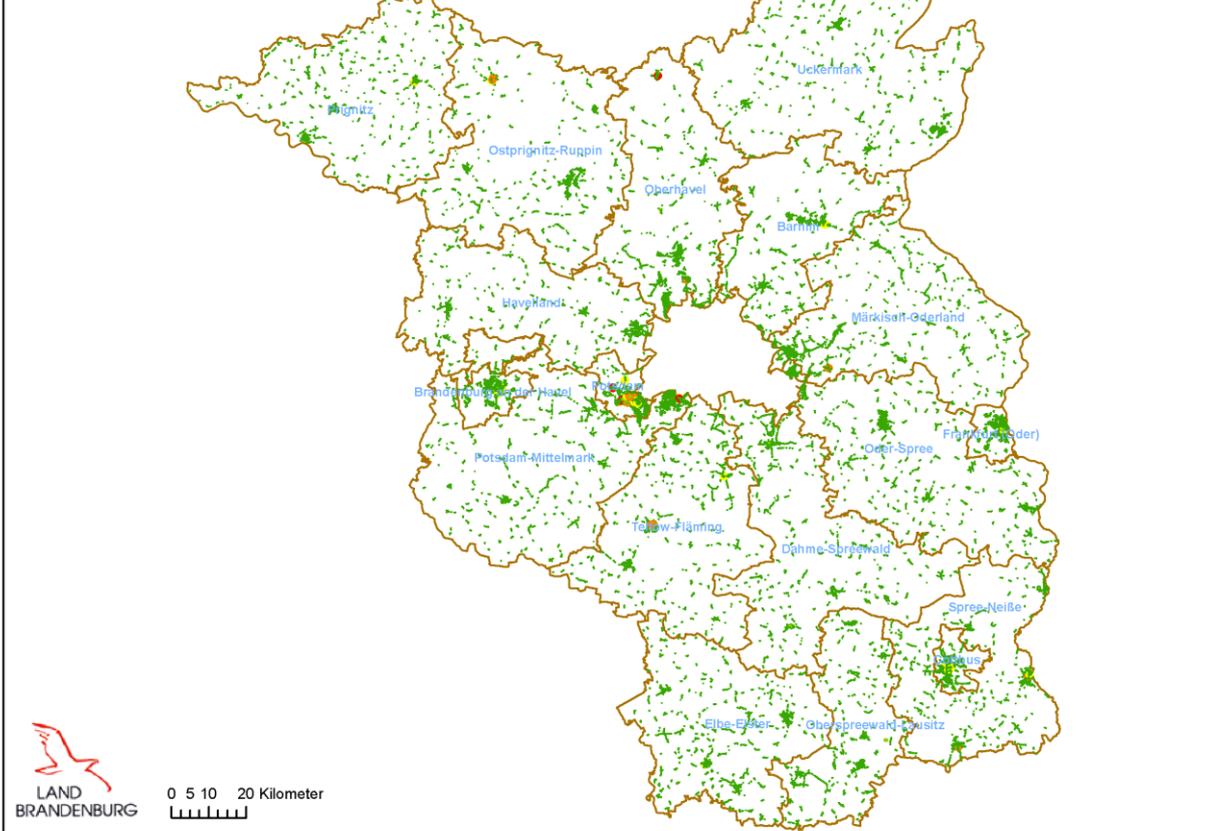
In den Histogrammen für die Berechnung für 2013 im Vorbelastungsszenario Worst-Case (Abbildung 3-5) und im Vorbelastungsszenario Best-Case (Abbildung 3-6) ist die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Konzentrationsklassen für NO_2 und PM_{10} dargestellt. Dabei wird zwischen der Anzahl von Abschnitten in einer Konzentrationsklasse und der summierten Länge von Abschnitten in einer Konzentrationsklasse unterschieden.

Im Ergebnis der Screeningberechnungen für 2013 werden im Vorbelastungsszenario Worst-Case für 15 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 1 172 m Überschreitungen des gültigen NO_2 -Grenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht ($> 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sind 40 Abschnitte mit einer Länge von 2 930 m und bei einer Fehlermarge von 20 % ($> 32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 82 Abschnitte mit einer Länge von 5 813 m potenziell von einer NO_2 -Grenzwertverletzung betroffen.

Im Vorbelastungsszenario Best-Case des Jahres 2013 werden für 6 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 359 m Überschreitungen des gültigen NO_2 -Grenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht ($> 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sind 20 Abschnitte mit einer Länge von 1 498 m und bei einer Fehlermarge von 20 % ($> 32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 50 Abschnitte mit einer Länge von 3 660 m potenziell von einer NO_2 -Grenzwertverletzung betroffen.

Der PM_{10} -Jahresgrenzwert in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird in beiden Szenarien nicht überschritten. Der zum Tagesgrenzwert korrespondierende PM_{10} -Jahresmittelwert in Höhe von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Vorbelastungsszenario Worst-Case an 15 Abschnitten mit einer Gesamtlänge von 1 179 m überschritten, im Vorbelastungsszenario Best-Case an einem Abschnitt. Unter Berücksichtigung von Fehlertoleranzen von 5 % ($28.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und 10 % ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sind im Vorbelastungsszenario Worst-Case 48 bzw. 174 Abschnitte mit Längen von 3 586 m bzw. 12 841 m und im Vorbelastungsszenario Best-Case 2 bzw. 8 Abschnitte mit Längen von 183 m bzw. 660 m potenziell von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität und Lärmbelastung im Land Brandenburg (Verkehrsgutachten 2013-2014)



Screening 2013
Vorbelastung 2010 worst case (WC)

Jahresmittelwert NO2	GNO2_M
0.0 - 28.0	Green
28.1 - 32.0	Light Green
32.1 - 36.0	Yellow
36.1 - 40.0	Orange
40.1 - 51.2	Red

ivU
IVU Umwelt, November 2014

Abbildung 3-3: Ergebnis der Screeningberechnung für 2013 Worst-Case für NO₂

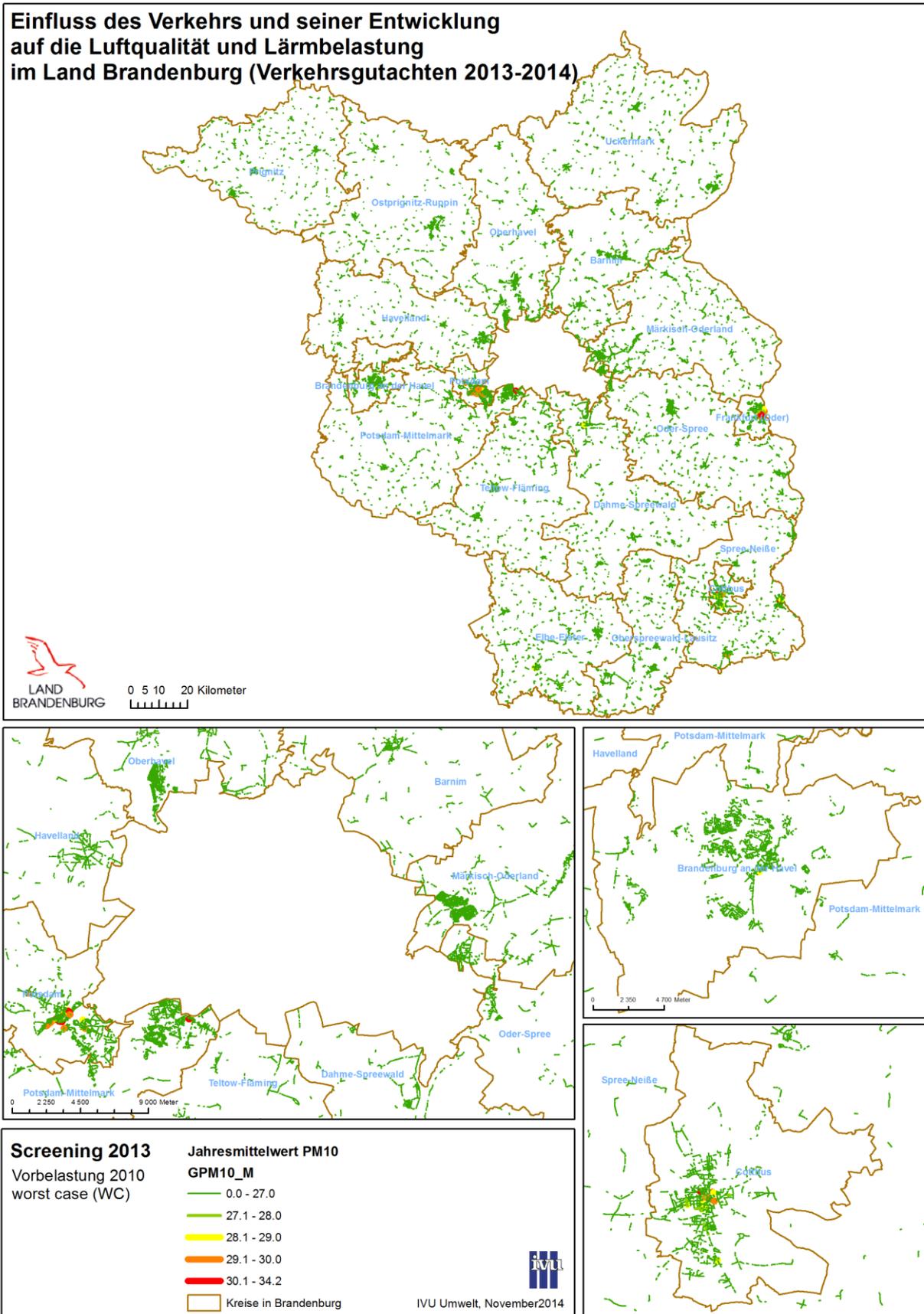


Abbildung 3-4: Ergebnis der Screeningberechnung für 2013 Worst-Case für PM10

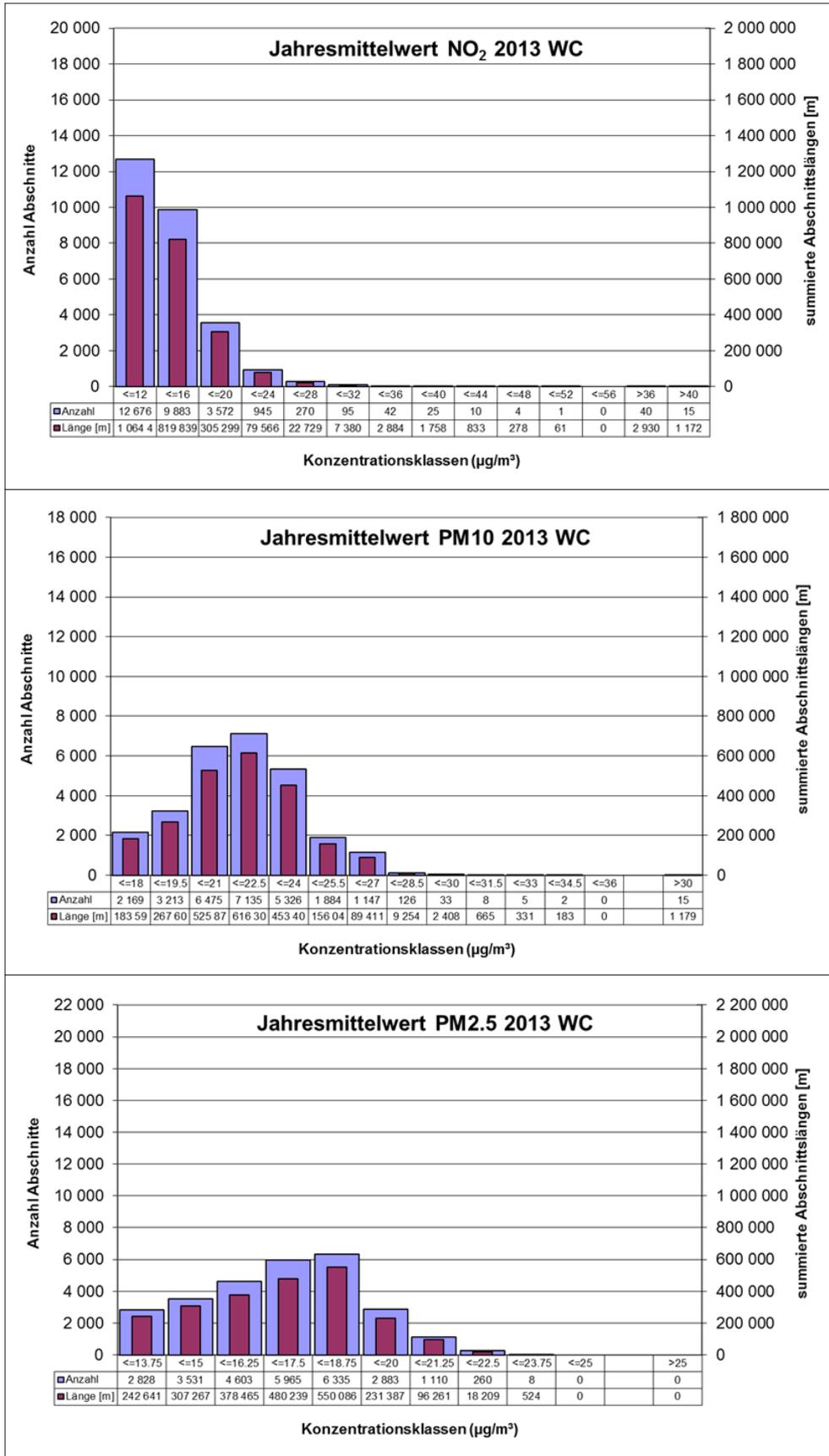


Abbildung 3-5: Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2013 im Worst-Case

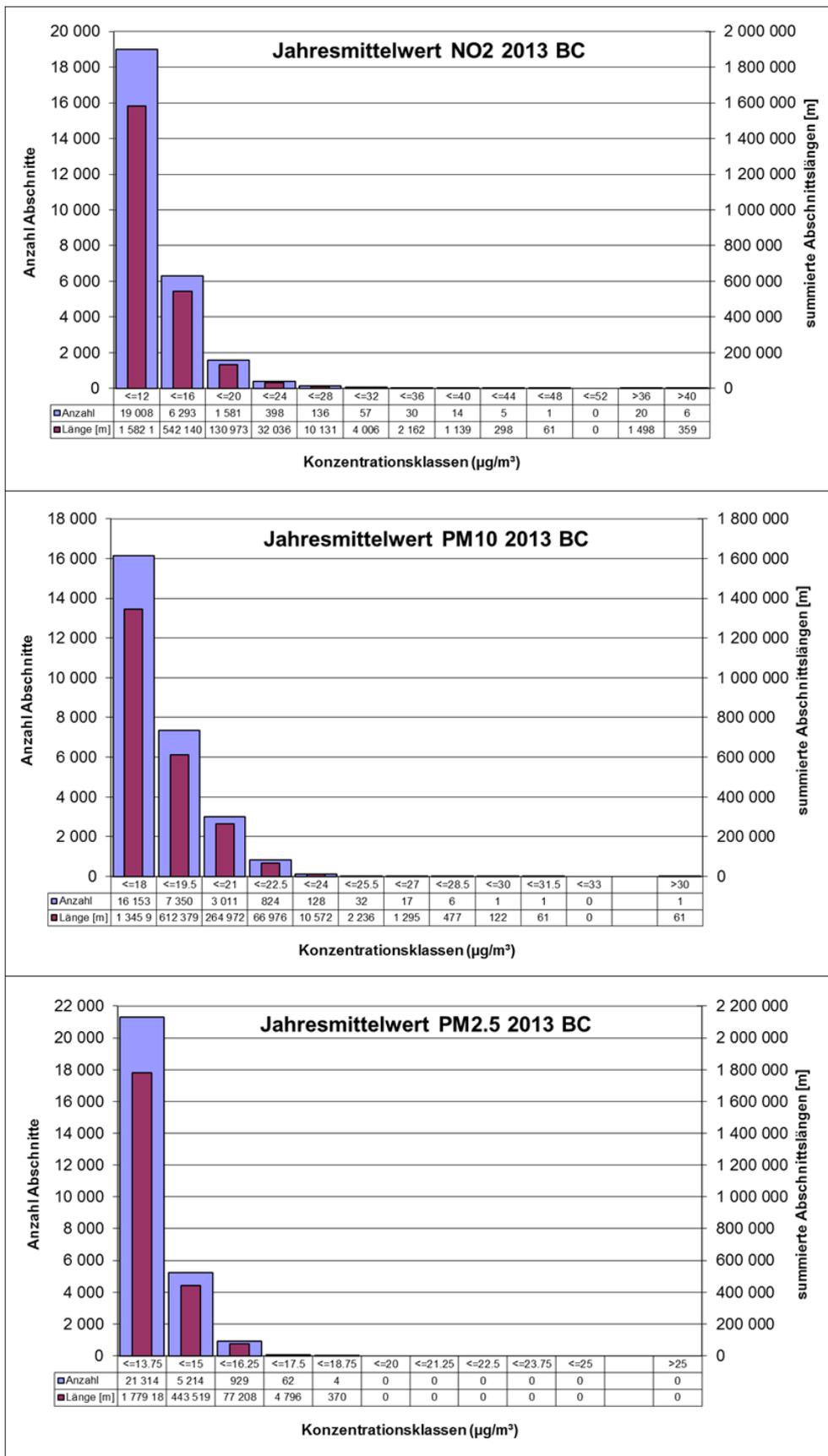


Abbildung 3-6: Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2013 im Best-Case

In Tabelle 3-2 sind die 20 Straßenabschnitte aufgeführt, die entweder im Vorbelastungsszenario Worst-Case einen modellierten NO₂-Jahresmittelwert größer 40 µg/m³ aufweisen oder für die eine Überschreitung des PM10-Tagesgrenzwertes prognostiziert wird. Die Sortierung erfolgt absteigend nach der Höhe des PM10-Jahresmittelwertes. Gelb markiert sind die berechneten Grenzwertüberschreitungen bei NO₂ oder PM10⁵.

Die ID-Nummern, Stadt- und Straßennamen sind entsprechend dem Meteorologie-Gebiet farblich hinterlegt. Drei der 20 Abschnitte mit potenziellen Grenzwertüberschreitungen liegen im Gebiet der Meteorologie Cottbus, vier Abschnitte im Meteorologie-Gebiet Lindenberg und zwölf Abschnitte liegen im Gebiet der Meteorologie Grunewald, die ausschließlich für das Stadtgebiet von Potsdam verwendet wurde. Ein Abschnitt liegt im Meteorologie-Gebiet Neuruppin.

Für 15 Abschnitte wurde eine Überschreitung des NO₂-Grenzwertes berechnet, für 10 von diesen wurde zudem eine PM10-Tagesmittelwert-Grenzwertüberschreitung modelliert. Insgesamt liegen 15 Abschnitte mit einer Überschreitung des PM10-Tagesmittelwert-Grenzwertes vor. Bei fünf von diesen Abschnitten wurde keine NO₂-Grenzwertüberschreitung berechnet. Somit werden bei 10 Abschnitten bei PM10-Tagesmittelwert-Grenzwertüberschreitungen auch NO₂-Grenzwertüberschreitungen prognostiziert. Bei vier dieser Abschnitte liegt die berechnete NO₂-Belastung unter 36 µg/m³.

In dieser Liste liegt der minimale DTV-Wert bei knapp 10'000 Kfz/Tag und der höchste über 45'000 Kfz/Tag. Der Anteil schwerer Nutzfahrzeuge variiert zwischen 2.1 % und 11.5 %. Die minimale Bebauungsbreite liegt bei 8 m, die minimale Höhe bei 10 m. Im Maximum ist die Bebauung bis 38 m breit und bis 20 m hoch. Der maximale Lückenanteil (Porosität) beträgt 59 %. Der kürzeste Abschnitt hat eine Länge von 20 m, der längste von 163 m. Im Mittel beträgt die Abschnittslänge 80 m und die Porosität 38 %.

Die Tabelle 3-3 stellt einen Vergleich für die Hotspots aus Tabelle 3-2 für die unterschiedlichen Vorbelastungsszenarien dar. In der Variante des Vorbelastungsszenarios Best-Case wird nur noch für einen Abschnitt eine Überschreitung des PM10-Tagesgrenzwertes prognostiziert. Bei NO₂ geht die Überschreitungsanzahl auf sechs Abschnitte zurück.

⁵ Abschnitte, für die ohne Rundung NO₂-Jahresmittelwerte von unter 40 µg/m³ berechnet werden, werden nicht als Grenzwertüberschreitung gezählt, auch wenn sich für sie gerundet der Wert von 40.0 µg/m³ ergibt. Dies gilt analog für Abschnitte, für die ohne Rundung PM10-Jahresmittelwerte von unter 30 µg/m³ berechnet werden.

Tabelle 3-2: Liste der Hotspots in 2013 (Sortierung absteigend nach der Höhe der PM10-Überschreitungstage)

Abschnitt			Meteo	Verkehr		Bebauungsgeometrie			L	Gesamtbelastung 2013 VB-Szenario WC			
ID	Stadt	Straße		DTV	An- teil SNfz	Hö- he	Brei- te	Lücken- anteil		NO ₂	PM10	#Tage	PM2.5
				Kfz/Tag	%	m	m	%					
7012	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	LIND	24729	2.4	16	24	19	122.4	40.3	34.4	53	22.7
24736	Potsdam	Behlertstr.	GRUN	20806	2.5	14	16	32	60.9	51.2	34.2	52	23.1
24735	Potsdam	Behlertstr.	GRUN	20806	2.5	16	22	31	48.9	45.2	31.8	42	22.1
23740	Potsdam	Breite Str.	GRUN	43348	2.9	15	36	39	81.2	44.4	31.8	42	22.4
8326	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	LIND	24729	2.3	17	23	43	52.6	32.7	31.6	42	21.5
23741	Potsdam	Breite Str.	GRUN	45725	2.6	15	38	39	87.0	44.1	31.6	41	22.5
24737	Potsdam	Behlertstr.	GRUN	20806	2.5	12	19	38	61.0	44.3	31.5	41	22.0
23899	Potsdam	Behlertstr.	GRUN	22371	3.0	14	14	59	36.4	43.0	31.3	40	21.9
6996	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	LIND	22750	2.8	16	22	27	143.4	32.7	30.9	39	21.8
23739	Potsdam	Zeppelinstr.	GRUN	35515	3.0	15	23	56	162.5	41.1	30.6	37	21.9
31976	Forst (Lau- sitz)	Berliner Str.	COTT	19080	11.5	15	19	37	57.5	39.1	30.5	37	21.6
23754	Potsdam	Breite Str.	GRUN	45725	2.6	14	36	50	72.5	41.0	30.4	37	22.0
3250	Cottbus	Karl-Marx-Str.	COTT	14220	2.7	20	18	28	60.3	34.7	30.3	36	23.1
8325	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	LIND	24729	2.3	18	22	58	48.0	28.7	30.2	36	20.8
25729	Teltow	Potsdamer Str.	COTT	12504	7.8	10	19	23	84.2	40.1	30.2	36	20.5
23733	Potsdam	Zeppelinstr.	GRUN	27374	3.1	16	23	34	98.2	41.5	29.9	35	22.1
23736	Potsdam	Zeppelinstr.	GRUN	26084	3.1	17	22	34	69.1	41.6	29.9	35	22.1
23576	Potsdam	Potsdamer Str.	GRUN	21690	4.5	10	17	38	69.9	41.3	29.3	33	21.0
24055	Potsdam	Großbeerenstr.	GRUN	11858	2.1	16	20	33	97.6	40.7	29.0	32	21.1
17757	Fürsten- berg/Havel	Brandenburger Str.	RUPP	9852	11.3	17	8	43	20.3	43.4	27.0	25	18.2

L: Abschnittslänge

#Tage: Anzahl Tage mit PM10-Tagesmittelwert größer als >50µg/m³

Tabelle 3-3: Liste der Hotspots mit den Gesamtbelastungen in 2013 für die drei Vorbelastungsszenarien (VB-Szenario) 2010 Worst-Case (WC), Middle-Case (MC) und Best-Case (BC)

Abschnitt			Gesamtbelastung 2013 VB-Szenario WC				Gesamtbelastung 2013 VB-Szenario MC				Gesamtbelastung 2013 VB-Szenario BC			
ID	Stadt	Straße	L	NO ₂	PM10	#Tage	PM2.5	PM10	#Tage	PM2.5	NO ₂	PM10	#Tage	PM2.5
			m	µg/m ³			µg/m ³			µg/m ³		µg/m ³		
7012	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	122.4	40.3	34.4	53	22.7	31.8	42	20.7	37.1	29.3	33	18.7
24736	Potsdam	Behlertstr.	60.9	51.2	34.2	52	23.1	32.4	45	20.4	47.7	30.6	38	17.8
24735	Potsdam	Behlertstr.	48.9	45.2	31.8	42	22.1	30.0	35	19.4	41.5	28.2	29	16.8
23740	Potsdam	Breite Str.	81.2	44.4	31.8	42	22.4	30.0	35	19.7	40.8	28.3	29	17.0
8326	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	52.6	32.7	31.6	42	21.5	29.1	32	19.5	29.4	26.5	24	17.5
23741	Potsdam	Breite Str.	87.0	44.1	31.6	41	22.5	29.8	35	19.7	40.5	28.1	29	17.0
24737	Potsdam	Behlertstr.	61.0	44.3	31.5	41	22.0	29.7	34	19.3	40.7	27.9	28	16.6
23899	Potsdam	Behlertstr.	36.4	43.0	31.3	40	21.9	29.5	34	19.2	39.3	27.7	28	16.5
6996	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	143.4	32.7	30.9	39	21.8	28.9	31	20.1	29.4	26.9	25	18.4
23739	Potsdam	Zeppe- linstr.	162.5	41.1	30.6	37	21.9	28.8	31	19.1	37.5	27.0	25	16.4
31976	Forst (Lau- sitz)	Berliner Str.	57.5	39.1	30.5	37	21.6	28.5	30	19.5	37.3	26.4	24	17.3
23754	Potsdam	Breite Str.	72.5	41.0	30.4	37	22.0	28.7	31	19.2	37.3	26.9	25	16.5
3250	Cottbus	Karl-Marx- Str.	60.3	34.7	30.3	36	23.1	27.9	28	20.2	31.4	25.6	21	17.4
8325	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	48.0	28.7	30.2	36	20.8	28.2	29	19.1	25.5	26.2	23	17.4
25729	Teltow	Potsdamer Str.	84.2	40.1	30.2	36	20.5	28.4	30	18.6	36.7	26.6	24	16.6
23733	Potsdam	Zeppe- linstr.	98.2	41.5	29.9	35	22.1	28.1	29	19.4	37.9	26.3	23	16.6
23736	Potsdam	Zeppe- linstr.	69.1	41.6	29.9	35	22.1	28.1	29	19.4	38.1	26.3	23	16.7
23576	Potsdam	Potsdamer Str.	69.9	41.3	29.3	33	21.0	27.6	27	18.6	38.4	25.9	22	16.3
24055	Potsdam	Großbee- renstr.	97.6	40.7	29.0	32	21.1	27.2	26	18.4	36.9	25.4	21	15.7
17757	Fürsten- berg/Havel	Branden- burger Str.	20.3	43.4	27.0	25	18.2	24.7	19	16.3	42.3	22.4	13	14.4

L: Abschnittslänge
 #Tage: Anzahl Tage mit PM10-Tagesmittelwert größer als >50µg/m³

In Tabelle 3-4 sind alle Hotspots aus IVU UMWELT 2012 aufgelistet. Für diese Hotspots sind die Gesamtbelastungen für das Bezugsjahr 2013 aus der vorliegenden Berechnung den Gesamtbelastungen IVU UMWELT 2012 für die Prognose 2010 und die Prognose 2015 jeweils im Vorbelastungsszenario Worst-Case gegenübergestellt.

Für die Gesamtbelastungen sind die berechneten Grenzwertüberschreitungen bei NO₂ oder PM10 hellrot markiert. Änderungen beim DTV von 2008 zu 2013 sind für Absenkungen hellgrün und für Erhöhungen hellrot markiert.

Zusätzlich zu den absoluten Werten sind für NO₂ die relativen und die absoluten Abweichungen von 2013 jeweils zur Prognose 2010 und zur Prognose 2015 dargestellt. Die Werte sind farblich abgestuft hinterlegt von Rot für positive Abweichung (Erhöhung der Gesamtbelastung 2013) zu Grün für negative Abweichungen (Verringerung der Gesamtbelastung 2013)

Tabelle 3-4:

Liste der Hotspots 2008 mit den Gesamtbelastungen 2013 für die drei Vorbelastungsszenarien Worst-Case (WC) im Vergleich zur Prognose Worst-Case 2010 und 2015 aus 2012

Stadt	Abschnitt	Gesamtbel. 2013 WC			Gesamtbel. Prog 2010 WC			Gesamtbel. Prog 2015 WC			Verkehr 2013		Verkehr 2008		Vergleich zu 2015		Vergleich zu 2010	
		NO2 µg/m³	PM10 µg/m³	#Tage > 50 µg/m³	NO2 µg/m³	PM10 µg/m³	#Tage > 50 µg/m³	NO2 µg/m³	PM10 µg/m³	#Tage > 50 µg/m³	DIV	SLKW %	DIV	SLKW %	NO2 D abs.	NO2 D rel.	NO2 D abs.	NO2 D rel.
Cottbus	Bahnhofstr.	37.9	31.6	41	48.6	35.8	60	38.3	32.1	44	18937	5.7	34222	5.1	-0.4	-1%	-10.7	-22%
Potsdam	Behlenstr.	45.2	31.8	42	50.4	34.4	53	40.3	30.8	39	20806	2.5	21388	3.6	4.9	12%	-5.2	-10%
Teltow	Potsdamer Str.	52.3	35.0	56	49.8	34.2	52	40.2	30.5	37	26100	4.5	26100	4.5	12.1	30%	2.5	5%
Cottbus	Karl-Marx-Str.	38.8	29.3	33	38.8	29.3	33	38.8	29.3	33	16662	3.0	26620	3.9	2.5	7%	-7.6	-16%
Potsdam	Behlenstr.	51.2	34.2	52	49.0	33.7	50	39.0	30.3	36	20806	2.5	21388	3.6	12.2	31%	2.2	5%
Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	40.3	34.4	53	42.0	35.1	56	33.0	31.2	40	24729	2.4	30500	3	7.3	22%	-1.7	-4%
Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	32.8	30.9	39	40.8	33.5	49	31.8	29.6	34	22750	2.9	25000	3	0.9	3%	-8.0	-20%
Cottbus	K-Liebkecht-Str.	33.9	29.9	35	44.8	34.3	53	35.0	30.8	38	16481	2.6	22551	6.3	-1.2	-3%	-10.9	-24%
Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	28.7	30.2	36	36.3	32.8	47	28.3	29.3	33	24729	2.3	30500	3	0.4	1%	-7.6	-21%
Potsdam	Breite Str.	44.4	31.8	42	46.2	32.5	45	36.3	29.1	32	43348	2.9	40473	2.8	8.1	22%	-1.8	-4%
Potsdam	Kurtlitzstr.	39.3	29.7	34	44.8	31.7	42	35.2	28.4	30	21017	2.1	24961	1.8	4.1	12%	-5.5	-12%
Alltandberg	Berliner Str.	22.6	24.3	18	45.4	31.9	43	35.8	28.5	30	5987	1.8	15000	4.8	-13.2	-37%	-22.8	-50%
Cottbus	Bahnhofstr.	34.7	29.8	35	43.1	32.5	45	33.6	29.1	32	21201	3.6	34616	4.2	1.1	3%	-8.4	-19%
Teltow	Potsdamer Str.	47.2	32.8	46	43.0	31.1	40	34.3	27.8	28	26100	4.5	26100	4.5	12.9	37%	4.2	10%
Cottbus	F.-Mehring-Str.	33.9	29.0	32	41.9	32.1	43	32.5	28.7	31	10840	2.2	15735	5.6	1.4	4%	-8.0	-19%
Potsdam	Leipziger Str.	39.4	29.0	32	44.6	30.8	38	35.0	27.4	27	8975	1.2	8770	4	4.5	13%	-5.2	-12%
Potsdam	Zeppelinstr.	41.5	29.9	35	43.4	30.7	38	33.9	27.4	27	27374	3.1	25884	3.2	7.5	22%	-1.9	-4%
Teltow	Potsdamer Str.	38.7	29.0	32	42.1	30.7	38	33.2	27.4	27	12504	7.1	25400	5.6	-3.9	-12%	-12.8	-31%
Alltandberg	Am Markt (Berliner Str.)*	16.2	22.5	13	42.9	30.9	39	33.7	27.6	27	2994	1.9	15000	4.8	-17.5	-52%	-26.7	-62%
Potsdam	Zeppelinstr.	35.2	27.8	28	41.9	30.1	36	32.7	26.9	25	26084	3.1	24158	3.4	2.5	8%	-6.7	-16%
Alltandberg	Berliner Allee (Berliner Str.)*	20.7	23.7	16	40.5	30	35	31.6	26.8	25	5987	1.8	15000	4.8	-10.9	-35%	-19.8	-49%
Luckenwalde	Zinnaer Str.	18.4	21.0	10	41.3	28	28	32.2	24.9	19	4000	4.5	9850	9.4	-13.8	-43%	-22.9	-55%
Brandenburg (Havel)	Neuendorfer Str.	32.4	26.5	24	43.1	30.2	36	33.8	26.9	25	9186	7.8	15500	4	-1.4	-4%	-10.7	-25%
Pritzwalk	Havelberger Str.	34.6	25.0	20	50.0	28.3	29	39.1	24.9	19	13505	3.0	13505	8	-4.5	-12%	-15.4	-31%
Eberswalde	Breite Str.	29.8	24.3	18	43.2	29	32	33.4	25.7	21	15450	4.2	18000	5.5	-3.6	-11%	-13.4	-31%
Pritzwalk	Havelberger Str.	26.6	22.5	13	41.4	25.6	21	31.7	22.7	14	6774	5.0	11409	8.1	-5.2	-16%	-14.8	-36%

3.3.2 Prognosejahr 2015

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Screeningberechnungen für das Prognosejahr 2015 beschrieben. Für die landesweite Belastungssituation für die bebauten Straßenabschnitte im Land Brandenburg im Bezugsjahr 2015 ist sowohl der Jahresmittelwert von NO_2 in Abbildung 3-7 als Karte dargestellt, als auch in Abbildung 3-8 der Jahresmittelwert von PM_{10} . Auf Grund der hohen Anzahl an Straßenabschnitten ist eine differenzierte Auswertung auf Basis einer solchen Karte nicht möglich. Es ist aber zu erkennen, dass es nur wenige Abschnitte gibt, die in den Warnfarben Gelb bis Rot dargestellt sind und bei denen eine Grenzwertüberschreitung der derzeit geltenden Grenzwerte im Jahr 2015 rechentechnisch nicht auszuschließen ist.

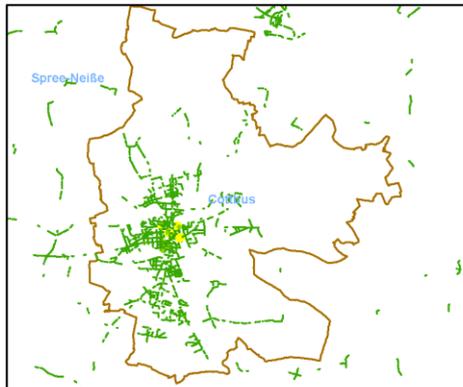
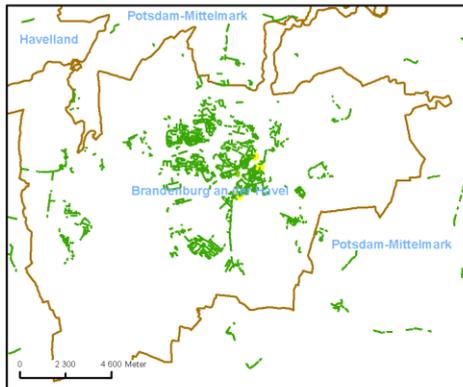
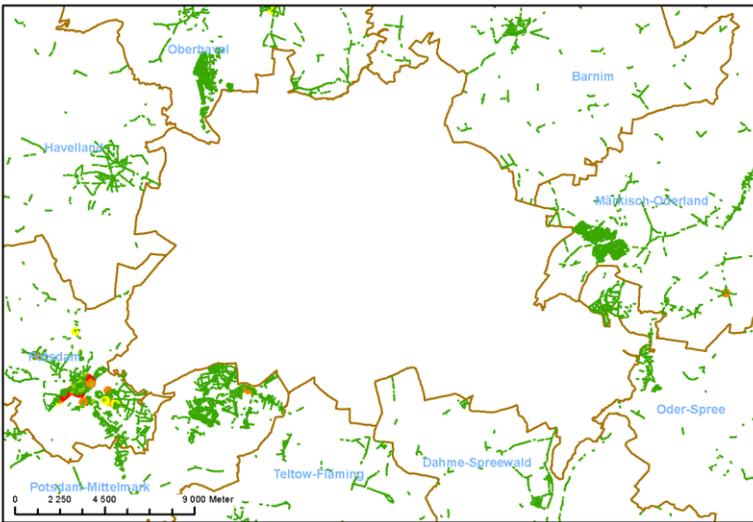
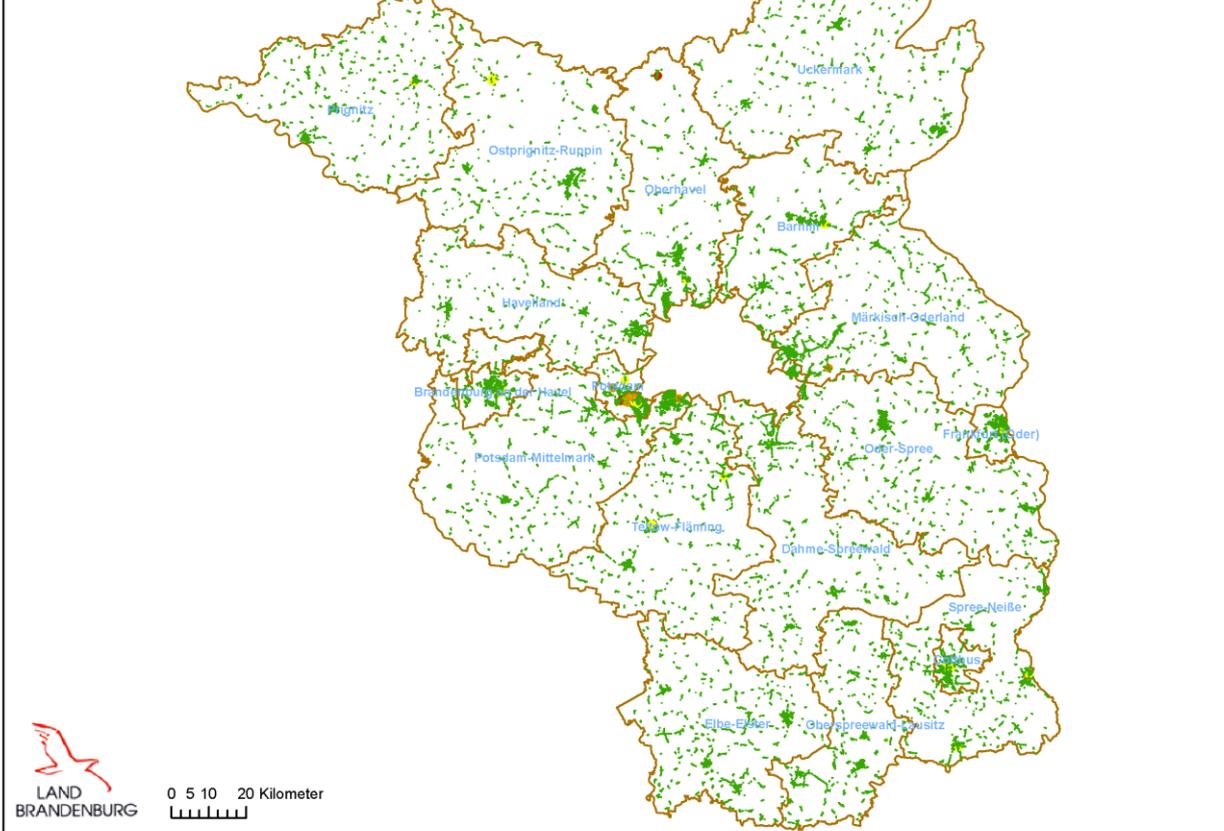
In den Histogrammen für die Berechnung 2015 im Vorbelastungsszenario Worst-Case (Abbildung 3-9) und 2015 im Vorbelastungsszenario Best-Case (Abbildung 3-10) ist die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Konzentrationsklassen für NO_2 und PM_{10} dargestellt. Dabei wird zwischen der Anzahl von Abschnitten in einer Konzentrationsklasse und der summierten Länge von Abschnitten in einer Konzentrationsklasse unterschieden.

Im Ergebnis der Screeningberechnungen für 2015 sinken die Immissionen im Vergleich zu 2013 und es werden im Vorbelastungsszenario Worst-Case für nur noch 12 Abschnitte statt 15 Abschnitte in 2013 mit einer Gesamtlänge von 920 m Überschreitungen des gültigen NO_2 -Grenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht ($> 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sind 31 Abschnitte (2013: 40 Abschnitte) mit einer Länge von 2'291 m und bei einer Fehlermarge von 20 % ($> 32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 69 Abschnitte (2013: 82 Abschnitte) mit einer Länge von 4 819 m potenziell von einer NO_2 -Grenzwertverletzung betroffen.

Im Vorbelastungsszenario Best-Case des Jahres 2015 werden für statt 6 Abschnitte in 2013 nur noch 5 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 339 m Überschreitungen des gültigen NO_2 -Grenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht ($> 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sind 15 Abschnitte (2013: 20 Abschnitte) mit einer Länge von 1'094 m und bei einer Fehlermarge von 20 % ($> 32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 43 Abschnitte (2013: 50 Abschnitte) mit einer Länge von 3'059 m potenziell von einer NO_2 -Grenzwertverletzung betroffen.

Der PM_{10} -Jahresgrenzwert in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird wie auch schon in 2013 in beiden Screeningberechnungen nicht überschritten. Der zum Tagesgrenzwert korrespondierende PM_{10} -Jahresmittelwert in Höhe von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Vorbelastungsszenario Worst-Case an 14 Abschnitten (2013: 15 Abschnitte) mit einer Gesamtlänge von 1 094 m überschritten, im Vorbelastungsszenario Best-Case erfolgt eine Überschreitung wie in 2013 nur an einem Abschnitt. Auch unter Berücksichtigung von Fehlertoleranzen von 5 % ($28,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und 10 % ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sinkt die Anzahl Abschnitte im Vergleich zur IST-Situation 2013. So sind im Vorbelastungsszenario Worst-Case 44 bzw. 163 Abschnitte mit Längen von 3 270 m bzw. 12 046 m und im Vorbelastungsszenario Best-Case 2 bzw. 7 Abschnitte mit Längen von 183 m bzw. 498 m potenziell von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität und Lärmbelastung im Land Brandenburg (Verkehrsgutachten 2013-2014)



Prognosejahr 2015	Jahresmittelwert NO ₂ (µg/m ³)
Vorbelastung 2010 worst case (WC)	0.0 - 28.0
	28.1 - 32.0
	32.1 - 36.0
	36.1 - 40.0
	40.1 - 51.2
	Kreise in Brandenburg

IVU Umwelt, November 2014

Abbildung 3-7: Ergebnis der Screeningberechnung für 2015 Worst-Case für NO₂

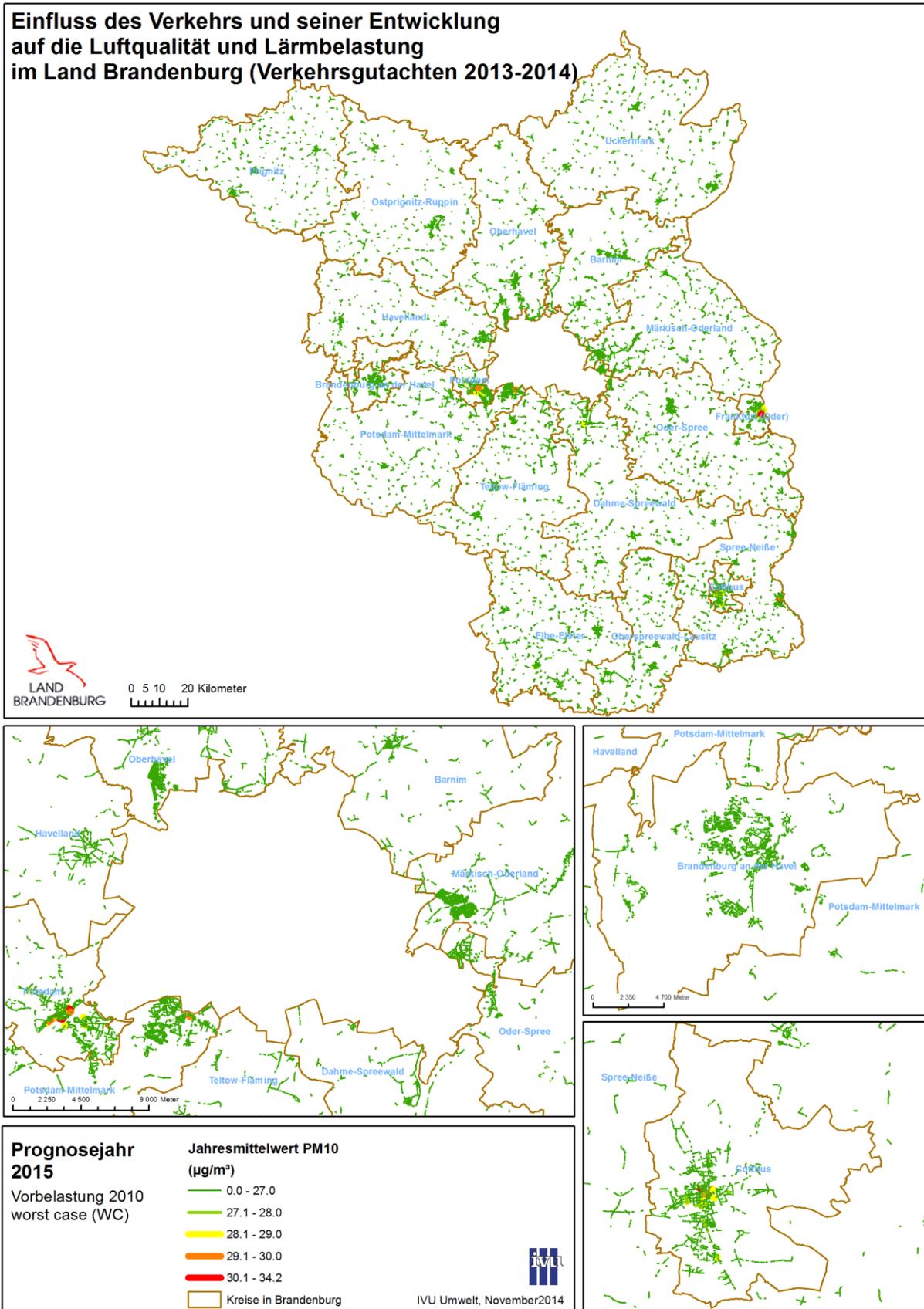


Abbildung 3-8: Ergebnis der Screeningberechnung für 2015 Worst-Case für PM10

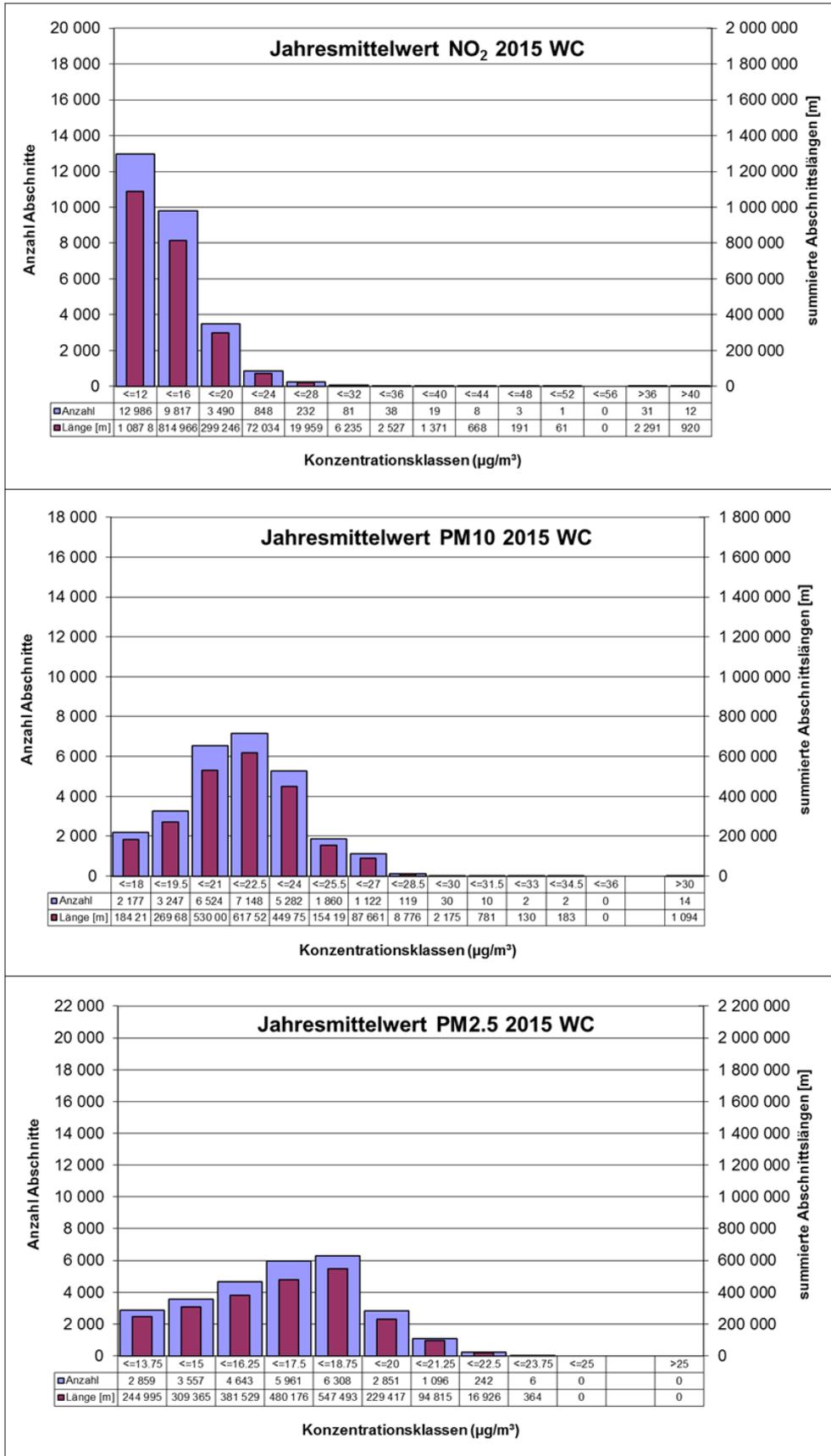


Abbildung 3-9: Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2015 im Worst-Case

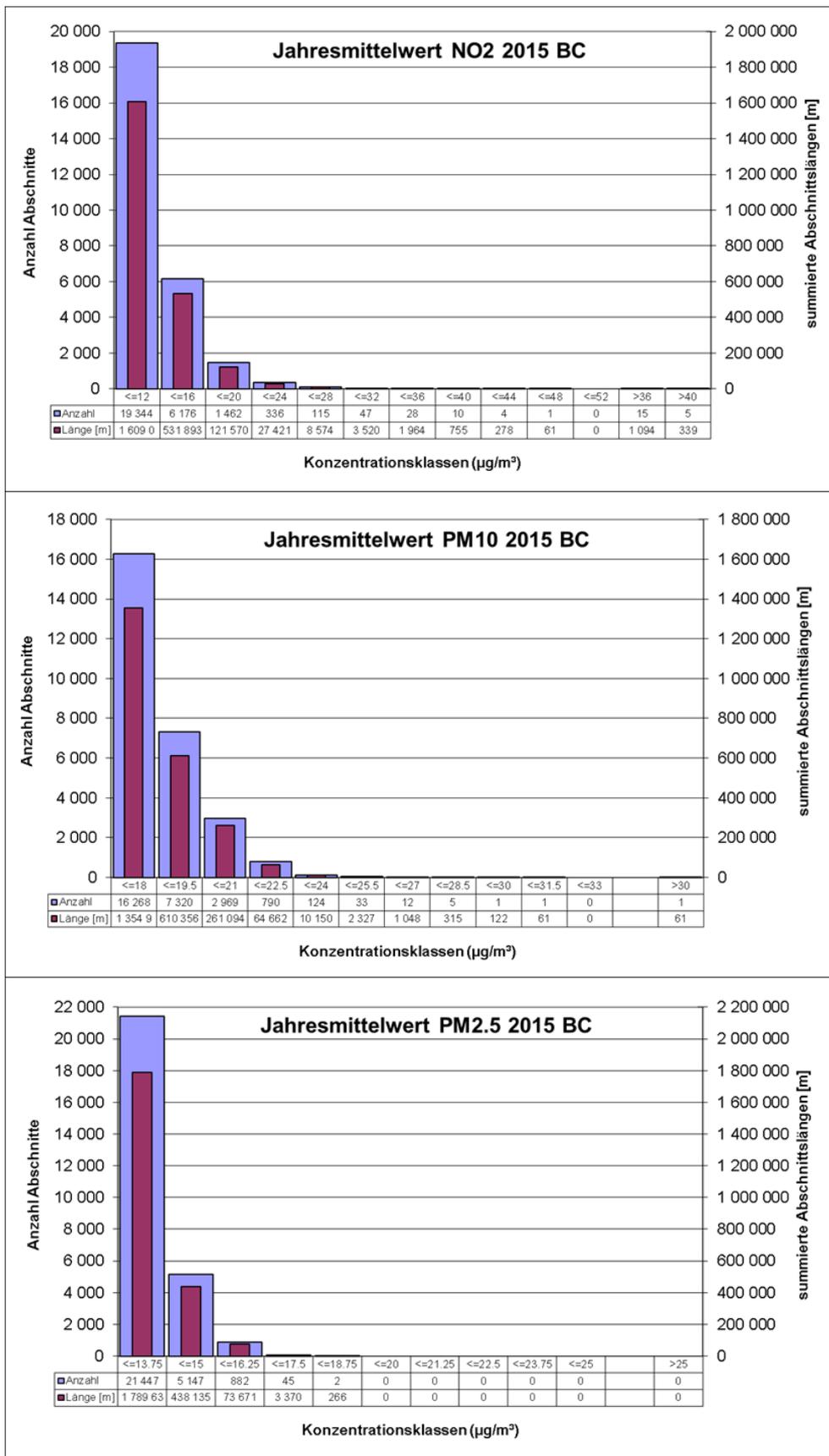


Abbildung 3-10: Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2015 im Best-Case

In Tabelle 3-5 sind 15 Straßenabschnitte aufgeführt, die für das Vorbelastungsszenario Worst-Case einen modellierten NO₂-Jahresmittelwert größer 40 µg/m³ aufweisen oder für die eine Überschreitung des PM10-Tagesgrenzwertes prognostiziert wird. Die Sortierung erfolgt absteigend nach der Höhe des PM10-Tagesmittelwertes. Gelb markiert sind die berechneten Grenzwertüberschreitungen bei NO₂ oder PM10⁶.

Die ID-Nummern, Stadt- und Straßennamen sind entsprechend dem Meteorologie-Gebiet farblich hinterlegt. Zwei der 15 Abschnitte mit potenziellen Grenzwertüberschreitungen liegen im Gebiet der Meteorologie Cottbus, vier Abschnitte im Meteorologie-Gebiet Lindenberg, zehn Abschnitte liegen im Gebiet der Meteorologie Grunewald, die ausschließlich für das Stadtgebiet von Potsdam verwendet wurde. Ein Abschnitt liegt im Meteorologie-Gebiet Neuruppin.

Für 12 Abschnitte (2013: 15 Abschnitte) wurde eine Überschreitung des NO₂-Grenzwertes berechnet, für 9 von diesen wurde zudem eine PM10-Tagesmittelwert-Grenzwertüberschreitung modelliert. Insgesamt liegen 14 Abschnitte (2013: 15 Abschnitte) mit einer Überschreitung des PM10-Tagesmittelwert-Grenzwertes vor, bei fünf von diesen wurde keine NO₂-Grenzwertüberschreitung berechnet. Somit werden bei 9 Abschnitten bei PM10-Tagesmittelwert-Grenzwertüberschreitungen auch NO₂-Grenzwertüberschreitungen prognostiziert. Bei vier dieser Abschnitte liegt die berechnete NO₂-Belastung unter 36 µg/m³.

In dieser Liste liegt wie auch 2013 der minimale DTV-Wert bei knapp 10'000 Kfz/Tag und der höchste über 45'000 Kfz/Tag. Der Anteil schwerer Nutzfahrzeuge variiert zwischen 2.3 % und 11.5 %. Die minimale Bebauungsbreite liegt bei 8 m, die minimale Höhe bei 12 m. Im Maximum ist die Bebauung bis 38 m breit und bis 20 m hoch. Der maximale Lückenanteil (Porosität) beträgt 59 %. Der kürzeste Abschnitt hat eine Länge von 20 m, der längste von 163 m. Im Mittel beträgt die Abschnittslänge 75 m und die Porosität 39.2 %.

⁶ Abschnitte, für die ohne Rundung NO₂-Jahresmittelwerte von unter 40 µg/m³ berechnet werden, werden nicht als Grenzwertüberschreitung gezählt, auch wenn sich für sie gerundet der Wert von 40.0 µg/m³ ergibt. Dies gilt analog für Abschnitte, für die ohne Rundung PM10-Jahresmittelwerte von unter 30 µg/m³ berechnet werden.

Tabelle 3-5: Liste der Hotspots 2015 mit den Gesamtbelastungen 2015 für die drei Vorbelastungsszenarien (VB-Szenario) 2010 Worst-Case (WC), Middle-Case (MC) und Best-Case (BC)

Abschnitt				Gesamtbelastung 2015 VB-Szenario WC			Gesamtbelastung 2015 VB-Szenario MC			Gesamtbelastung 2015 VB-Szenario BC				
ID	Stadt	Straße	L m	NO ₂	PM10	#Tage	PM2.5	PM10	#Tage	PM2.5	NO ₂	PM10	#Tage	PM2.5
				µg/m ³			µg/m ³			µg/m ³				µg/m ³
7012	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	122.4	40.3	34.2	52	22.4	31.6	41	20.4	37.0	29.0	32	18.4
24736	Potsdam	Behlertstr.	60.9	51.1	33.9	51	22.7	32.1	43	20.1	47.5	30.3	36	17.4
24735	Potsdam	Behlertstr.	48.9	45.0	31.6	41	21.8	29.8	35	19.2	41.3	28.0	28	16.5
23740	Potsdam	Breite Str.	81.2	44.0	31.5	41	22.1	29.7	34	19.4	40.5	28.0	28	16.7
8326	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	52.6	32.6	31.5	41	21.3	28.9	32	19.3	29.2	26.4	23	17.3
23741	Potsdam	Breite Str.	87.0	43.8	31.3	40	22.2	29.6	34	19.5	40.2	27.8	28	16.7
24737	Potsdam	Behlertstr.	61.0	44.1	31.3	40	21.7	29.5	33	19.0	40.4	27.6	27	16.4
23899	Potsdam	Behlertstr.	36.4	42.7	31.1	39	21.7	29.3	33	19.0	39.0	27.5	27	16.3
6996	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	143.4	31.8	30.6	38	21.5	28.6	31	19.8	28.5	26.6	24	18.1
23739	Potsdam	Zeppe- linstr.	162.5	40.7	30.3	37	21.6	28.6	30	18.9	37.1	26.8	25	16.2
31976	Forst (Lau- sitz)	Berliner Str.	57.5	36.9	30.1	36	21.2	28.1	29	19.1	35.0	26.1	23	16.9
23754	Potsdam	Breite Str.	72.5	40.7	30.2	36	21.7	28.4	30	19.0	37.0	26.7	24	16.3
3250	Cottbus	Karl-Marx- Str.	60.3	34.2	30.1	36	22.9	27.7	28	20.1	30.9	25.4	21	17.2
8325	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	48.0	28.5	30.1	36	20.7	28.1	29	19.0	25.3	26.1	23	17.3
23733	Potsdam	Zeppe- linstr.	98.2	40.3	29.6	34	21.7	27.8	28	19.0	36.7	26.0	22	16.3
23736	Potsdam	Zeppe- linstr.	69.1	40.3	29.5	34	21.7	27.8	28	19.0	36.8	26.0	22	16.3
17757	Fürsten- berg/Havel	Branden- burger Str.	20.3	40.9	26.5	24	17.7	24.2	17	15.8	39.9	21.9	12	13.9

L: Abschnittslänge
#Tage: Anzahl Tage mit PM10-Tagesmittelwert größer als >50µg/m³

3.3.3 Prognosejahr 2020

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Screeningberechnungen für das Prognosejahr 2020 beschrieben. Für die landesweite Belastungssituation für die bebauten Straßenabschnitte im Land Brandenburg im Bezugsjahr 2015 ist sowohl der Jahresmittelwert von NO₂ in Abbildung 3-11 als Karte dargestellt, als auch in Abbildung 3-12 der Jahresmittelwert von PM10. Auf Grund der hohen Anzahl an Straßenabschnitten ist eine differenzierte Auswertung auf Basis einer solchen Karte nicht möglich. Es ist aber zu erkennen, dass es nur noch sehr wenige Abschnitte gibt, die in den Warnfarben Gelb bis Rot dargestellt sind und bei denen eine Grenzwertüberschreitung der derzeit geltenden Grenzwerte im Jahr 2020 rechentechnisch nicht auszuschließen ist.

In den Histogrammen für die Berechnung 2020 im Vorbelastungsszenario Worst-Case (Abbildung 3-13) und Vorbelastungsszenario Best-Case (Abbildung 3-14) ist die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Konzentrationsklassen für NO₂ und PM10 dargestellt. Dabei wird zwischen der Anzahl von Abschnitten in einer Konzentrationsklasse und der summierten Länge von Abschnitten in einer Konzentrationsklasse unterschieden.

Im Ergebnis der Screeningberechnungen für 2020 sinken die Immissionen im Vergleich zu 2013 und 2015 deutlich und es werden im Vorbelastungsszenario Worst-Case für nur noch einen Abschnitt statt 15 (2013) bzw. 12 (2015) Abschnitte Überschreitungen des gültigen NO₂-Grenzwertes in Höhe von 40 µg/m³ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht (> 36 µg/m³), sind 6 Abschnitte (2013: 40 Abschnitte; 2015: 31 Abschnitte) mit einer Länge von 422 m und bei einer Fehlermarge von 20 % (> 32 µg/m³) 18 Abschnitte (2013: 82 Abschnitte; 2015: 69 Abschnitte) mit einer Länge von 1 258 m potenziell von einer NO₂-Grenzwertverletzung betroffen.

Im Vorbelastungsszenario Best-Case des Jahres 2020 wird an keinem Abschnitt mehr eine Überschreitung des gültigen NO₂-Grenzwertes in Höhe von 40 µg/m³ prognostiziert (2013: 8 Abschnitte, 2015: 5 Abschnitte). Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht (> 36 µg/m³), ist nur noch ein Abschnitt (2013: 20 Abschnitte, 2015: 15 Abschnitte) und bei einer Fehlermarge von 20 % (> 32 µg/m³) acht Abschnitte (2013: 50 Abschnitte, 2015: 43 Abschnitte) mit einer Länge von 524 m potenziell von einer NO₂-Grenzwertverletzung betroffen.

Der PM10-Jahresgrenzwert in Höhe von 40 µg/m³ wird wie auch schon in 2013 und 2015 in beiden Screeningberechnungen nicht überschritten. Der zum Tagesgrenzwert korrespondierende PM10-Jahresmittelwert in Höhe von 30 µg/m³ wird im Vorbelastungsszenario Worst-Case an 5 Abschnitten (2013: 15 Abschnitte, 2015: 14 Abschnitte) mit einer Gesamtlänge von 439 m überschritten, im Vorbelastungsszenario Best-Case an keinem Abschnitt mehr. Auch unter Berücksichtigung von Fehlertoleranzen von 5 % (28.5 µg/m³) und 10 % (27 µg/m³) sinkt die Anzahl Abschnitte im Vergleich zur IST-Situation 2013 und dem Prognosejahr 2015. So sind im Vorbelastungsszenario Worst-Case 12 bzw. 31 Abschnitte mit Längen von 920 m bzw. 2 418 m und im Vorbelastungsszenario Best-Case 1 bzw. 3 Abschnitte mit Längen von 122 m bzw. 244 m potenziell von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

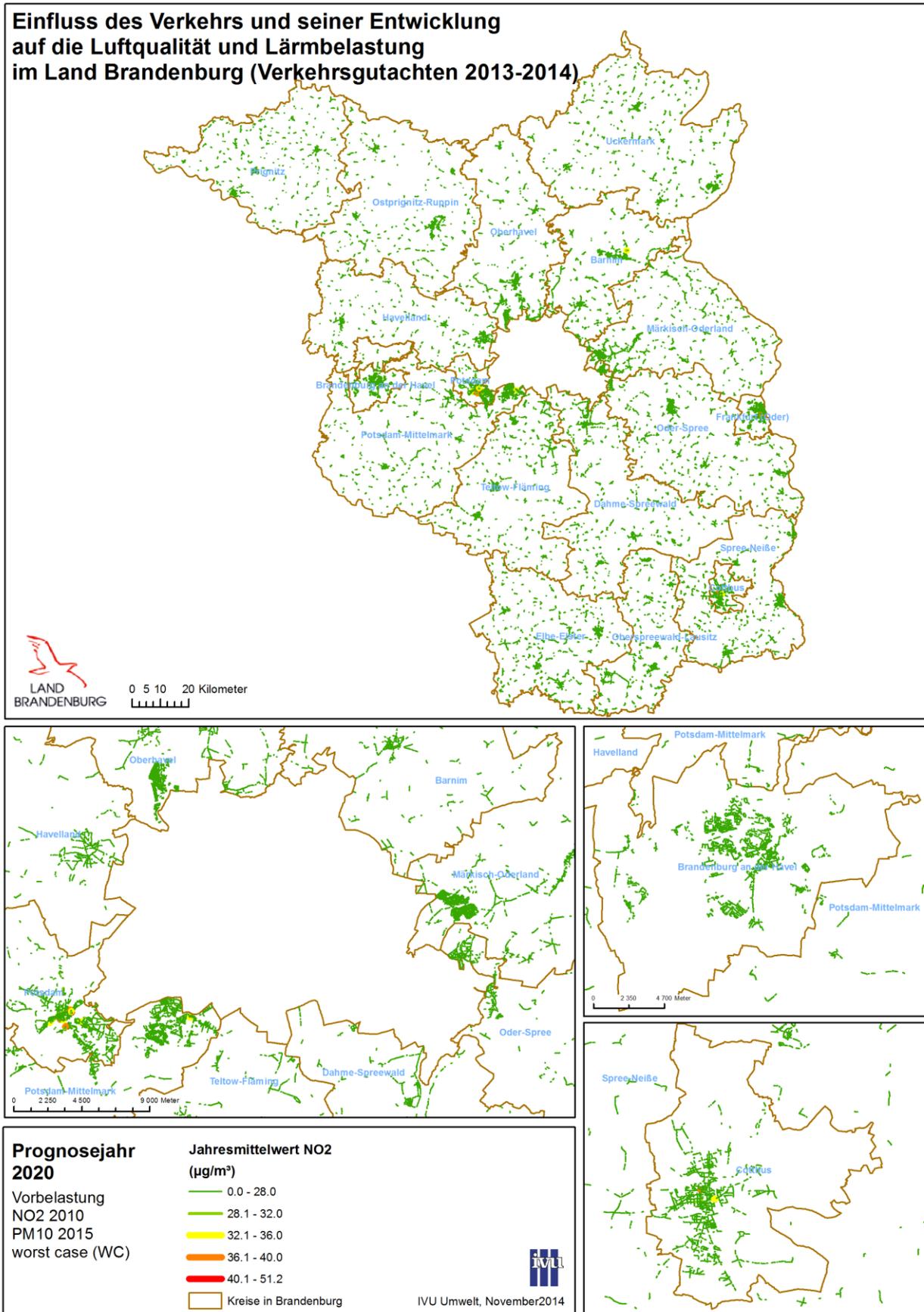


Abbildung 3-11: Ergebnis der Screeningberechnung für 2020 Worst-Case für NO₂

Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität und Lärmbelastung im Land Brandenburg (Verkehrsgutachten 2013-2014)

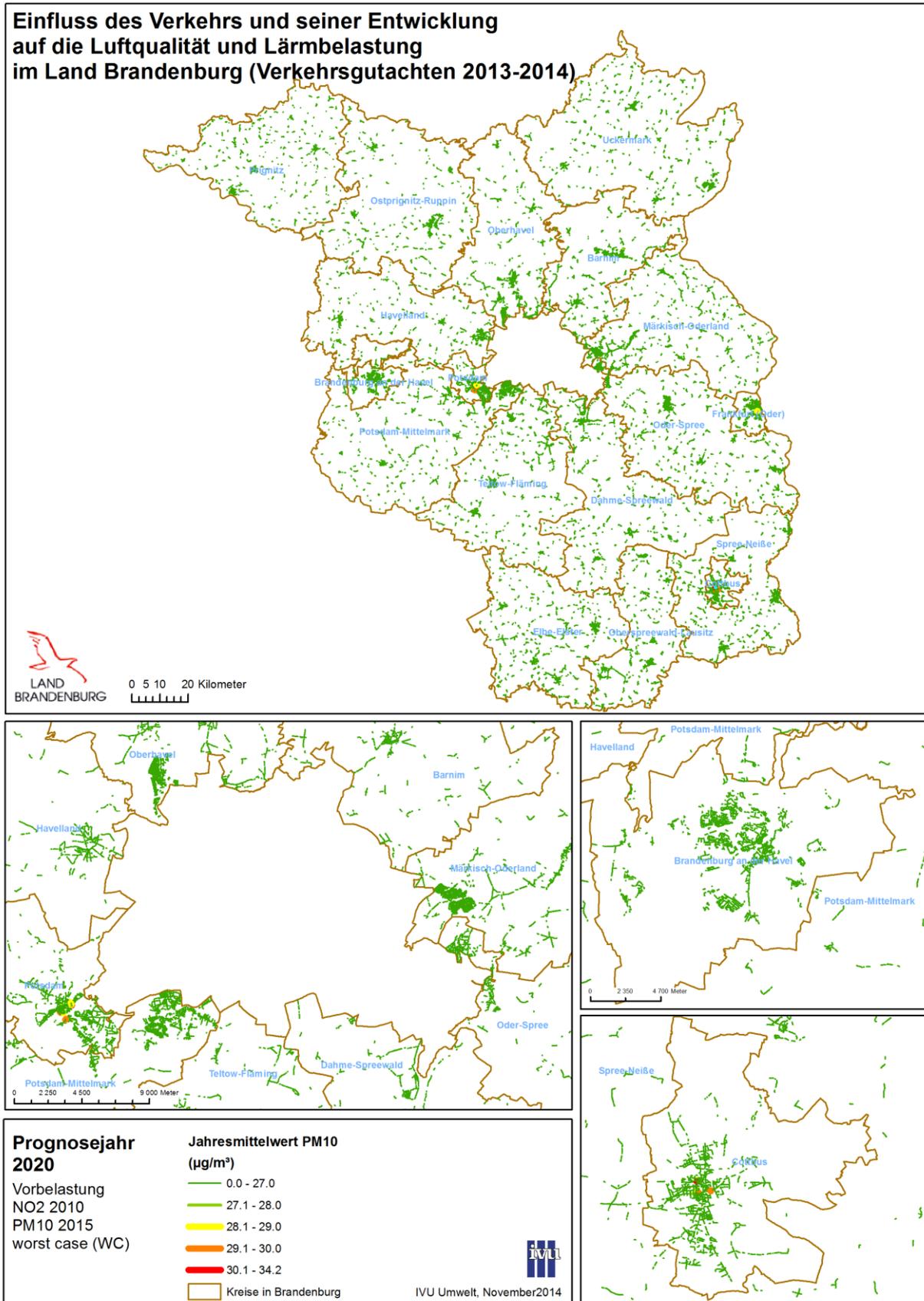


Abbildung 3-12: Ergebnis der Screeningberechnung für 2020 Worst-Case für PM10

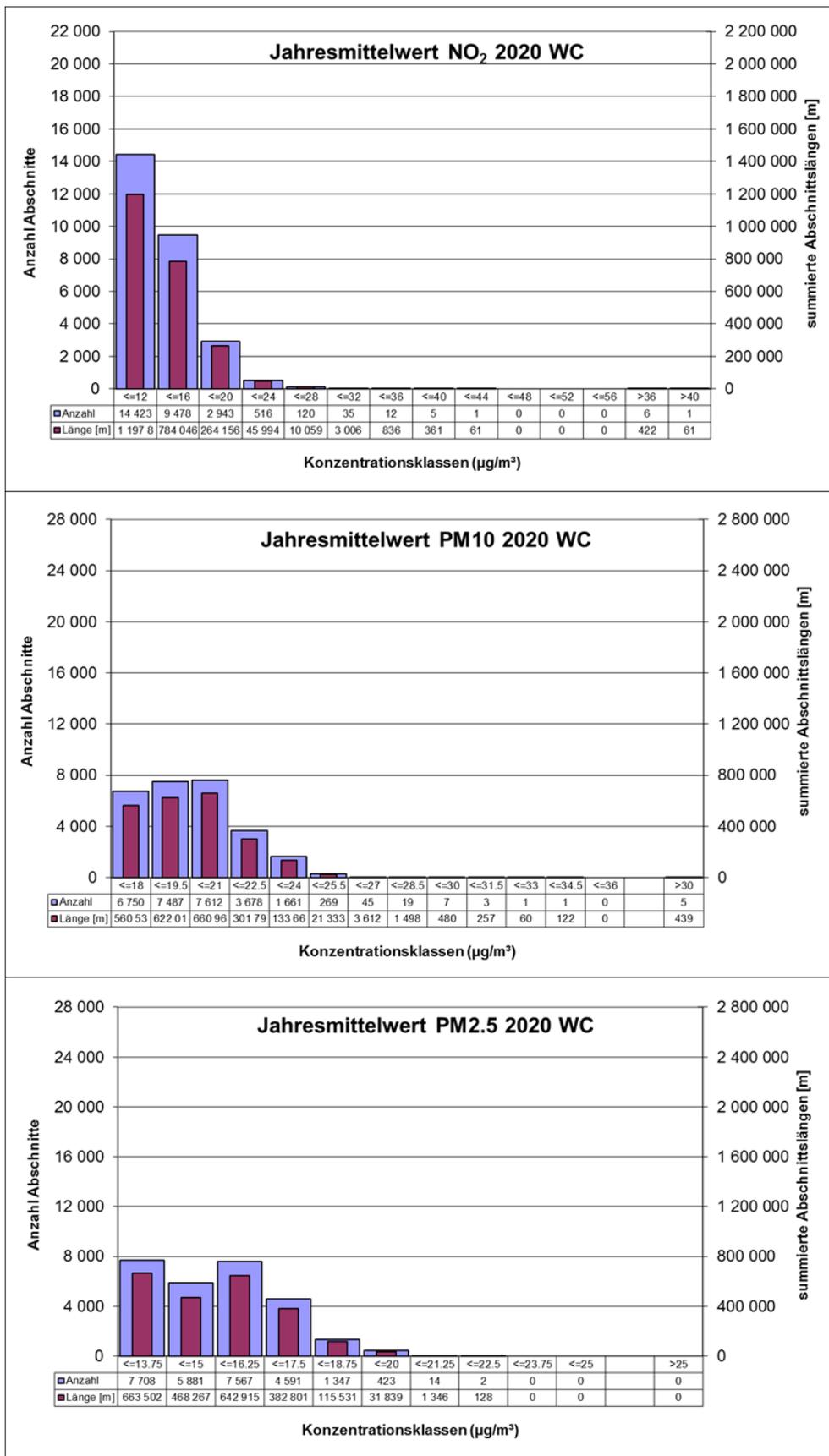


Abbildung 3-13: Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2020 im Worst-Case

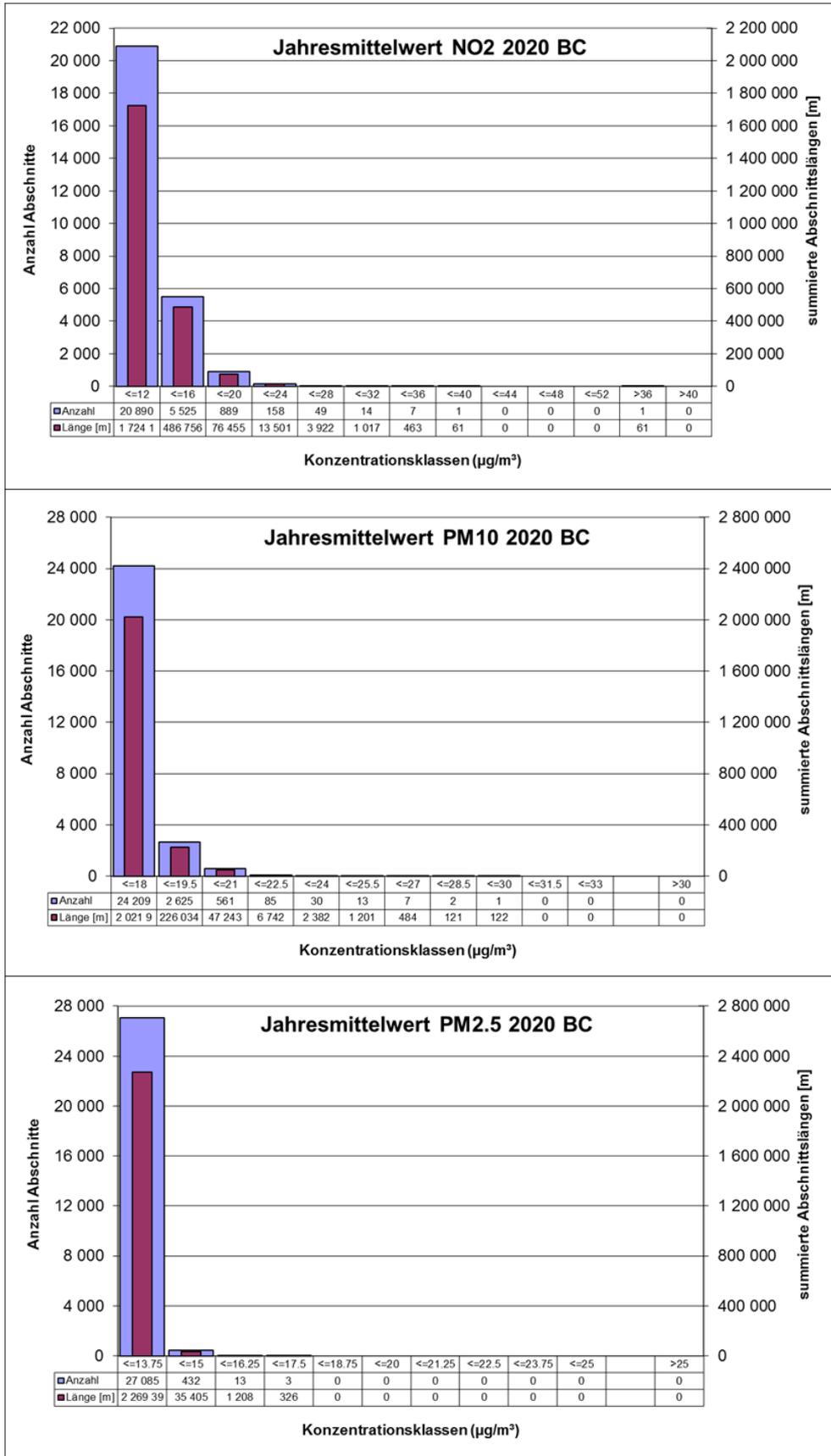


Abbildung 3-14: Häufigkeitsverteilung der Straßenabschnittszahl und Abschnittslänge in Konzentrationsklassen für 2020 im Best-Case

In Tabelle 3-6 sind 5 Straßenabschnitte aufgeführt, die für das Vorbelastungsszenario Worst-Case einen modellierten NO_2 -Jahresmittelwert größer $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen oder für die eine Überschreitung des PM_{10} -Tagesgrenzwertes prognostiziert wird. Die Sortierung erfolgt absteigend nach der Höhe des PM_{10} -Tagesmittelwertes. Gelb markiert sind die berechneten Grenzwertüberschreitungen bei NO_2 oder PM_{10} ⁷.

Die ID-Nummern, Stadt- und Straßennamen sind entsprechend dem Meteorologie-Gebiet farblich hinterlegt. Einer der 5 Abschnitte mit potenziellen Grenzwertüberschreitungen liegt im Gebiet der Meteorologie Cottbus, drei Abschnitte im Meteorologie-Gebiet Lindenberg, ein Abschnitt liegt im Gebiet der Meteorologie Grunewald, die ausschließlich für das Stadtgebiet von Potsdam verwendet wurde. Kein Abschnitt liegt im Meteorologie-Gebiet Neuruppin.

Für einen Abschnitt (2013: 15 Abschnitte, 2015: 12 Abschnitte) wurde eine Überschreitung des NO_2 -Grenzwertes berechnet, für diesen wurde zudem eine PM_{10} -Tagesmittelwert-Grenzwertüberschreitung modelliert. Insgesamt liegen 5 Abschnitte (2013: 15 Abschnitte, 2015: 14 Abschnitte) mit einer Überschreitung des PM_{10} -Tagesmittelwert-Grenzwertes vor, bei vier von diesen wurde keine NO_2 -Grenzwertüberschreitung berechnet. Somit wird bei einem Abschnitt bei der PM_{10} -Tagesmittelwert-Grenzwertüberschreitung auch eine NO_2 -Grenzwertüberschreitung prognostiziert. Bei zwei dieser Abschnitte liegt die berechnete NO_2 -Belastung unter $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In dieser Liste liegt der minimale DTV-Wert bei knapp 20'000 Kfz/Tag und der höchste bei knapp über 31'000 Kfz/Tag. Der Anteil schwerer Nutzfahrzeuge variiert zwischen 2.5 % und 5.3 %. Die minimale Bebauungsbreite liegt bei 16 m, die minimale Höhe bei 14 m. Im Maximum ist die Bebauung bis 24 m breit und bis 20 m hoch. Der maximale Lückenanteil (Porosität) beträgt 43 %. Der kürzeste Abschnitt hat eine Länge von 53 m, der längste von 143 m. Im Mittel beträgt die Abschnittslänge 88 m und die Porosität 29.8 %.

Die Liste der Hotspots enthält 4 Abschnitte an Prognosestrecken. Für die Leipziger Straße in Frankfurt (Oder) und die Karl-Marx-Straße in Cottbus wurden Prognosewerte für die Verkehrsbelastung in der Berechnung der Immissionsbelastung berücksichtigt. Eine Gegenüberstellung der Immissionsbelastung in der IST-Situation und in den Prognosejahren mit Markierung der Prognosestrecken findet sich in Kapitel 3.3.4.

⁷ Abschnitte, für die ohne Rundung NO_2 -Jahresmittelwerte von unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet werden, werden nicht als Grenzwertüberschreitung gezählt, auch wenn sich für sie gerundet der Wert von $40.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ergibt. Dies gilt analog für Abschnitte, für die ohne Rundung PM_{10} -Jahresmittelwerte von unter $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet werden.

Tabelle 3-6: Liste der Hotspots im Bezugsjahr 2020 mit den Gesamtbelastungen für die drei Vorbelastungsszenarien (VB-Szenario) 2010 Worst-Case (WC), Middle-Case (MC) und Best-Case (BC)

Abschnitt			Gesamtbelastung 2020 VB-Szenario WC				Gesamtbelastung 2020 VB-Szenario MC				Gesamtbelastung 2020 VB-Szenario BC			
ID	Stadt	Straße	L	NO ₂	PM10	#Tage	PM2.5	PM10	#Tage	PM2.5	NO ₂	PM10	#Tage	PM2.5
			m	µg/m ³			µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³			µg/m ³	
7012	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	122.4	36.6	34.0	51	20.4	31.7	42	18.6	33.3	29.4	33	16.8
3250	Cottbus	Karl-Marx-Str.	60.3	38.2	32.6	45	22.0	30.5	37	19.4	34.9	28.4	30	16.8
24736	Potsdam	Behlertstr.	60.9	40.4	30.8	38	19.9	29.2	33	17.6	36.6	27.6	27	15.2
8326	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	52.6	30.0	30.6	38	19.4	28.3	29	17.6	26.7	26.0	22	15.8
6996	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	143.4	32.1	30.2	36	20.1	28.4	30	18.6	28.9	26.6	24	17.0

L: Abschnittslänge
#Tage: Anzahl Tage mit PM10-Tagesmittelwert größer als >50µg/m³

3.3.4 Gegenüberstellung der Hotspots für die IST-Situation 2013 und die Prognosejahre 2015 und 2020

Für die Hotspots 2013 sind für die Vorbelastungsszenarien 2010 Worst-Case (WC), Middle-Case (MC) und Best-Case (BC) die Gesamtbelastungen im Bezugsjahr 2013 den Gesamtbelastungen in den Prognosejahren 2015 und 2020 für den Jahresmittelwert NO₂ in Tabelle 3-7 (WC und BC) sowie für den Jahresmittelwert PM10 in Tabelle 3-8 (WC und MC) und Tabelle 3-9 (BC) gegenübergestellt.

Tabelle 3-7: Liste der Hotspots 2013 mit den Gesamtbelastungen 2013, 2015 und 2020 für die Vorbelastungsszenarien Worst-Case (VB-WC) – oben und Best-Case (VB-BC) – unten, für den Jahresmittelwert NO₂

Abschnitt				2013	2015	2020	Verkehr Prognose 2020		
ID	Stadt	Straße	L	NO ₂	NO ₂	NO ₂	Prognosewert	DTV	Anteil SNfz
			m	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³			
7012	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	122.4	40.3	40.3	36.6	ja	28500	4.4
24736	Potsdam	Behlertstr.	60.9	51.2	51.1	40.4	nein	20806	2.5
24735	Potsdam	Behlertstr.	48.9	45.2	45.0	36.1	nein	20806	2.5
23740	Potsdam	Breite Str.	81.2	44.4	44.0	36.2	ja	41800	4.4
8326	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	52.6	32.7	32.6	30.0	ja	28500	4.4
23741	Potsdam	Breite Str.	87.0	44.1	43.8	35.4	ja	40850	4.4
24737	Potsdam	Behlertstr.	61.0	44.3	44.1	35.5	nein	20806	2.5
23899	Potsdam	Behlertstr.	36.4	43.0	42.7	34.4	nein	22371	3.0
6996	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	143.4	32.7	31.8	32.1	ja	31350	5.3
23739	Potsdam	Zeppelinstr.	162.5	41.1	40.7	29.6	ja	22800	5.3
31976	Forst (Lausitz)	Berliner Str.	57.5	39.1	36.9	27.8	nein	19080	11.5
23754	Potsdam	Breite Str.	72.5	41.0	40.7	33.4	ja	40850	4.4
3250	Cottbus	Karl-Marx-Str.	60.3	34.7	34.2	38.2	ja	25380	4.5
8325	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	48.0	28.7	28.5	26.5	ja	28500	4.4
25729	Teltow	Potsdamer Str.	84.2	40.1	39.3	32.0	nein	12504	7.8
23733	Potsdam	Zeppelinstr.	98.2	41.5	40.3	31.7	ja	22800	5.3
23736	Potsdam	Zeppelinstr.	69.1	41.6	40.3	32.2	ja	22800	5.3
23576	Potsdam	Potsdamer Str.	69.9	41.3	39.7	30.8	ja	18050	7.1
24055	Potsdam	Großbeerenstr.	97.6	40.7	39.3	31.6	nein	11858	2.1
17757	Fürstenberg/Havel	Brandenburger Str.	20.3	43.4	40.9	13.7	ja	3800	7.1
Abschnitt				2013	2015	2020	Verkehr Prognose 2020		
ID	Stadt	Straße	L	NO ₂	NO ₂	NO ₂	Prognosewert	DTV	Anteil SNfz
			m	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³			
7012	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	122.4	37.1	37.0	33.3	ja	28500	4.4
24736	Potsdam	Behlertstr.	60.9	47.7	47.5	36.6	nein	20806	2.5
24735	Potsdam	Behlertstr.	48.9	41.5	41.3	32.2	nein	20806	2.5
23740	Potsdam	Breite Str.	81.2	40.8	40.5	32.5	ja	41800	4.4
8326	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	52.6	29.4	29.2	26.7	ja	28500	4.4
23741	Potsdam	Breite Str.	87.0	40.5	40.2	31.6	ja	40850	4.4
24737	Potsdam	Behlertstr.	61.0	40.7	40.4	31.6	nein	20806	2.5
23899	Potsdam	Behlertstr.	36.4	39.3	39.0	30.5	nein	22371	3.0
6996	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	143.4	29.4	28.5	28.9	ja	31350	5.3
23739	Potsdam	Zeppelinstr.	162.5	37.5	37.1	25.7	ja	22800	5.3
31976	Forst (Lausitz)	Berliner Str.	57.5	37.3	35.0	26.0	nein	19080	11.5
23754	Potsdam	Breite Str.	72.5	37.3	37.0	29.5	ja	40850	4.4
3250	Cottbus	Karl-Marx-Str.	60.3	31.4	30.9	34.9	ja	25380	4.5
8325	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	48.0	25.5	25.3	23.3	ja	28500	4.4
25729	Teltow	Potsdamer Str.	84.2	36.7	35.9	28.7	nein	12504	7.8
23733	Potsdam	Zeppelinstr.	98.2	37.9	36.7	28.0	ja	22800	5.3
23736	Potsdam	Zeppelinstr.	69.1	38.1	36.8	28.5	ja	22800	5.3
23576	Potsdam	Potsdamer Str.	69.9	38.4	36.7	27.7	ja	18050	7.1
24055	Potsdam	Großbeerenstr.	97.6	36.9	35.5	27.6	nein	11858	2.1
17757	Fürstenberg/Havel	Brandenburger Str.	20.3	42.3	39.9	13.0	ja	3800	7.1

L: Abschnittslänge

Tabelle 3-8: Liste der Hotspots 2013 mit den Gesamtbelastungen 2013, 2015 und 2020 für das Vorbelastungsszenario Worst-Case (WC)–oben und den Middle-Case (MC)–unten, für den Jahresmittelwert PM10

Abschnitt			2013 VB-WC	2015 VB-WC	2020 VB-WC	Verkehr Prognose 2020			
ID	Stadt	Straße	L	PM10	PM10	PM10	Prognosewert	DTV	Anteil SNfz
			m	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³		Kfz/Tag	%
7012	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	122.4	34.4	34.2	34.0	ja	28500	4.4
24736	Potsdam	Behlertstr.	60.9	34.2	33.9	30.8	nein	20806	2.5
24735	Potsdam	Behlertstr.	48.9	31.8	31.6	28.7	nein	20806	2.5
23740	Potsdam	Breite Str.	81.2	31.8	31.5	29.4	ja	41800	4.4
8326	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	52.6	31.6	31.5	30.6	ja	28500	4.4
23741	Potsdam	Breite Str.	87.0	31.6	31.3	28.8	ja	40850	4.4
24737	Potsdam	Behlertstr.	61.0	31.5	31.3	28.4	nein	20806	2.5
23899	Potsdam	Behlertstr.	36.4	31.3	31.1	28.2	nein	22371	3.0
6996	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	143.4	30.9	30.6	30.2	ja	31350	5.3
23739	Potsdam	Zeppelinstr.	162.5	30.6	30.3	26.1	ja	22800	5.3
31976	Forst (Lausitz)	Berliner Str.	57.5	30.5	30.1	27.4	nein	19080	11.5
23754	Potsdam	Breite Str.	72.5	30.4	30.2	27.7	ja	40850	4.4
3250	Cottbus	Karl-Marx-Str.	60.3	30.3	30.1	32.6	ja	25380	4.5
8325	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	48.0	30.2	30.1	28.8	ja	28500	4.4
25729	Teltow	Potsdamer Str.	84.2	30.2	29.9	27.2	nein	12504	7.8
23733	Potsdam	Zeppelinstr.	98.2	29.9	29.6	26.6	ja	22800	5.3
23736	Potsdam	Zeppelinstr.	69.1	29.9	29.5	26.8	ja	22800	5.3
23576	Potsdam	Potsdamer Str.	69.9	29.3	28.9	25.9	ja	18050	7.1
24055	Potsdam	Großbeerenstr.	97.6	29.0	28.8	26.1	nein	11858	2.1
17757	Fürstenberg/Havel	Brandenburger Str.	20.3	27.0	26.5	17.7	ja	3800	7.1
Abschnitt			2013 VB-MC	2015 VB-MC	2020 VB-MC	Verkehr Prognose 2020			
ID	Stadt	Straße	L	PM10	PM10	PM10	Prognosewert	DTV	Anteil SNfz
			m	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³		Kfz/Tag	%
7012	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	122.4	31.8	31.6	31.7	ja	28500	4.4
24736	Potsdam	Behlertstr.	60.9	32.4	32.1	29.2	nein	20806	2.5
24735	Potsdam	Behlertstr.	48.9	30.0	29.8	27.1	nein	20806	2.5
23740	Potsdam	Breite Str.	81.2	30.0	29.7	27.8	ja	41800	4.4
8326	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	52.6	29.1	28.9	28.3	ja	28500	4.4
23741	Potsdam	Breite Str.	87.0	29.8	29.6	27.2	ja	40850	4.4
24737	Potsdam	Behlertstr.	61.0	29.7	29.5	26.8	nein	20806	2.5
23899	Potsdam	Behlertstr.	36.4	29.5	29.3	26.7	nein	22371	3.0
6996	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	143.4	28.9	28.6	28.4	ja	31350	5.3
23739	Potsdam	Zeppelinstr.	162.5	28.8	28.6	24.6	ja	22800	5.3
31976	Forst (Lausitz)	Berliner Str.	57.5	28.5	28.1	25.6	nein	19080	11.5
23754	Potsdam	Breite Str.	72.5	28.7	28.4	26.2	ja	40850	4.4
3250	Cottbus	Karl-Marx-Str.	60.3	27.9	27.7	30.5	ja	25380	4.5
8325	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	48.0	28.2	28.1	27.1	ja	28500	4.4
25729	Teltow	Potsdamer Str.	84.2	28.4	28.1	25.7	nein	12504	7.8
23733	Potsdam	Zeppelinstr.	98.2	28.1	27.8	25.0	ja	22800	5.3
23736	Potsdam	Zeppelinstr.	69.1	28.1	27.8	25.3	ja	22800	5.3
23576	Potsdam	Potsdamer Str.	69.9	27.6	27.2	24.4	ja	18050	7.1
24055	Potsdam	Großbeerenstr.	97.6	27.2	27.0	24.5	nein	11858	2.1
17757	Fürstenberg/Havel	Brandenburger Str.	20.3	24.7	24.2	15.6	ja	3800	7.1

L: Abschnittslänge

Tabelle 3-9: Liste der Hotspots 2013 mit den Gesamtbelastungen 2013, 2015 und 2020 für das Vorbelastungsszenario Best-Case (VB-BC) für den Jahresmittelwert PM10

Abschnitt				2013 VB-BC	2015 VB-BC	2020 VB-BC	Verkehr Prognose 2020		
ID	Stadt	Straße	L	PM10	PM10	PM10	Prognosewert	DTV	Anteil SNfz
			m	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³			
7012	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	122.4	29.3	29.0	29.4	ja	28500	4.4
24736	Potsdam	Behlertstr.	60.9	30.6	30.3	27.6	nein	20806	2.5
24735	Potsdam	Behlertstr.	48.9	28.2	28.0	25.5	nein	20806	2.5
23740	Potsdam	Breite Str.	81.2	28.3	28.0	26.3	ja	41800	4.4
8326	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	52.6	26.5	26.4	26.0	ja	28500	4.4
23741	Potsdam	Breite Str.	87.0	28.1	27.8	25.7	ja	40850	4.4
24737	Potsdam	Behlertstr.	61.0	27.9	27.6	25.2	nein	20806	2.5
23899	Potsdam	Behlertstr.	36.4	27.7	27.5	25.1	nein	22371	3.0
6996	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	143.4	26.9	26.6	26.6	ja	31350	5.3
23739	Potsdam	Zeppelinstr.	162.5	27.0	26.8	23.0	ja	22800	5.3
31976	Forst (Lausitz)	Berliner Str.	57.5	26.4	26.1	23.8	nein	19080	11.5
23754	Potsdam	Breite Str.	72.5	26.9	26.7	24.6	ja	40850	4.4
3250	Cottbus	Karl-Marx-Str.	60.3	25.6	25.4	28.4	ja	25380	4.5
8325	Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	48.0	26.2	26.1	25.3	ja	28500	4.4
25729	Teltow	Potsdamer Str.	84.2	26.6	26.3	24.1	nein	12504	7.8
23733	Potsdam	Zeppelinstr.	98.2	26.3	26.0	23.4	ja	22800	5.3
23736	Potsdam	Zeppelinstr.	69.1	26.3	26.0	23.7	ja	22800	5.3
23576	Potsdam	Potsdamer Str.	69.9	25.9	25.5	22.9	ja	18050	7.1
24055	Potsdam	Großbeerenstr.	97.6	25.4	25.2	22.9	nein	11858	2.1
17757	Fürstenberg/Havel	Brandenburger Str.	20.3	22.4	21.9	13.6	ja	3800	7.1

L: Abschnittslänge

4 Betroffenenanalyse

4.1 Methodik

Auf Basis der Immissionsberechnung wurden für Abschnitte mit einer möglichen Überschreitung von Luftschadstoffgrenzwerte Betroffene abgeschätzt.

Dabei wurde davon ausgegangen, dass die für die jeweiligen Untersuchungsabschnitte ermittelte Immissionsbelastung für den ganzen Abschnitt gilt. Diese Prämisse entspricht dem Modellprinzip von IMMIS^{luft}. Im Weiteren wurde davon ausgegangen, dass nur Einwohner als „Betroffene“ gelten und „Aufenthaltsbetroffene“ (z. B. Beschäftigte oder Kunden von Geschäften im fraglichen Abschnitt) nicht betrachtet werden sollen.

Da es zum einen bei den betrachteten Luftschadstoffen keine Wirkungsuntergrenzen gibt und zum anderen bei Modellberechnungen immer auch von einer Modellunsicherheit auszugehen ist, werden als Betroffene nicht nur die Personen gezählt, die an Abschnitten wohnen, an denen eine Grenzwertüberschreitung prognostiziert wird, sondern es wurden Schwellwerte unterhalb der jeweiligen Grenzwerte festgelegt, bei deren Überschreitung bereits eine Betroffenheit ausgewertet wurde.

In Abstimmung mit der LUGV wurden folgende Schwellwerte festgelegt:

- Schwellwert für NO₂: 32 µg/m³ - liegt 20 % unter dem Grenzwert und deckt mit großer Wahrscheinlichkeit eine potenzielle Grenzwertüberschreitung ab
- Schwellwert für PM10: 27 µg/m³ - liegt 10% unter dem Äquivalenzwert für die Tagesgrenzwertüberschreitung in Höhe von 30 µg/m³ und Werte unterhalb dieser Schwelle sollten auch unter ungünstigsten Bedingungen eine Einhaltung des Tagesgrenzwerts bedeuten.

Da anders als beim Lärm die Betroffenheit nicht durch die Innenraumbelastung sondern durch die Nutzung des Verkehrsraums vor dem Haus entsteht, wurden zur Ermittlung der Betroffenen alle Einwohner der Gebäude entlang des Abschnitts betrachtet.

Für die Anzahl der Einwohner pro Gebäude konnten die entsprechenden Informationen aus der Gebäudedatei der 2. Stufe der Lärmkartierung (siehe Kapitel 3.2.1) verwendet werden.

Die Abschätzung der Betroffenen wurde für die Jahre 2013, 2015 und 2020 für die Vorbelastungsszenarien Worst-Case (VB-WC), Middle-Case (VB-MC, nur PM10) und Best-Case (VB-BC) durchgeführt. Für jeden Abschnitt, bei dem in der Modellierung für einen oder beide Schadstoffe die entsprechenden Schwell- oder Grenzwerte überschritten sind, wurden die Einwohner der Gebäude entlang des Abschnitts aufsummiert und als Betroffene betrachtet. Die Anzahl der Betroffenen wurde auf Gemeindeebene aggregiert.

Im Ergebnis wurden die Betroffenenzahlen zum einen gemeindeweise den entsprechenden Zahlen aus der Lärmkartierung gegenübergestellt (Abschnitt 4.2). In einer zweiten Auswertung wurde aus den Daten der Lärmkartierung die Anzahl von Lärmbetroffenen bezogen auf die IMMIS^{luft}-Abschnitt ermittelt und diese für Abschnitte mit potenziellen Grenzwertverletzungen für Luftschadstoffe gegenübergestellt (Abschnitt 4.3).

4.2 Ergebnisse auf Gemeindeebene

In Tabelle 4-1 sind für Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte für NO₂ und in Tabelle 4-3 für Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte für PM₁₀ die berechneten Betroffenen auf Gemeindeebene den in der 2. Stufe der Lärmkartierung ermittelten Lärmbetroffenen gegenübergestellt. Die EU-konforme Meldung der Lärmbetroffenheiten erfolgte für betroffene Personen in Gebäuden an Straßenabschnitten mit einem DTV größer 8 000 Kfz/Tag (VMZ 2012). Daher enthalten beide Tabellen nur Zahlen zu Betroffenen der Lärmkartierung für die meldepflichtigen Gemeinden.

Des Weiteren sind nicht alle meldepflichtigen Gemeinden in Tabelle 4-1 und Tabelle 4-3 gelistet sondern nur Gemeinden, für die Betroffene einer Überschreitung der Schwell- und Grenzwerte für NO₂ und PM₁₀ abgeschätzt werden konnten⁸.

Die Betroffenen aus der 2. Stufe der Lärmkartierung sind für den Pegel des Gesamttages in vier Belastungsklassen > 55-60 dB(A), > 60-65 dB(A), > 65-70 dB(A), >70-75 dB(A) und > 75 dB(A) als oberste Klasse bei L_{DEN} differenziert.

Zusätzlich sind in Tabelle 4-2 für Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte für NO₂ und in Tabelle 4-4 für Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte für PM₁₀ die ermittelten Betroffenen auf Gemeindeebene für die Vorbelastungsszenarien Middle-Case (VB-MC, nur PM₁₀) und Best-Case (VB-BC) den Betroffenen aus dem Vorbelastungsszenario Worst-Case gegenübergestellt.

Vergleicht man die Betroffenheiten gemeindebezogen, wie es in der Lärmkartierung erfolgt, werden z. B. für die höchste Lärmbelastung des L_{DEN} > 75 (dB)A für das gesamte Landesgebiet 200 Betroffene angegeben. Im mittleren Belastungsbereich von L_{DEN} zwischen 65 dB(A) und 70 dB(A) werden insgesamt 18 900 Betroffene gezählt. Für die PM₁₀-Belastungssituation in 2013 im Vorbelastungsszenario Worst-Case sind landesweit 1 053 Personen von der Überschreitung von 30 µg/m³ betroffen und 10 089 Personen von der Überschreitung des Schwellwertes in Höhe von 27 µg/m³. Bei NO₂ beträgt die Anzahl der Betroffenen der Grenzwertüberschreitung im Vorbelastungsszenario Worst-Case 2013 872 Personen und der Überschreitung des Schwellwertes in Höhe von 23 µg/m³ 5 079 Personen.

2013 sind für die PM₁₀-Belastungssituation landesweit 257 Personen im Vorbelastungsszenario Middle-Case und nur noch 43 Personen im Vorbelastungsszenario Best-Case von der Überschreitung von 30 µg/m³ betroffen und 1 838 Personen (VB-MC) bzw. 428 Personen (VB-BC) von der Überschreitung des Schwellwertes in Höhe von 27 µg/m³. Bei NO₂ sinkt die Anzahl der Betroffenen der Grenzwertüberschreitung im Vorbelastungsszenario Best-Case 2013 auf 197 Personen und der Überschreitung des Schwellwertes in Höhe von 23 µg/m³ auf 2 496 Personen.

Auf Grund der prognostizierten Rückgänge der Luftschadstoffbelastungen bis 2020 gehen die Betroffenenzahlen in allen Vorbelastungsszenarien entsprechend zurück. So sind in 2020 im Vorbelastungsszenario Worst-Case landesweit noch 667 Personen (2015: 1005) von einer Überschreitung des PM₁₀-Jahresmittelwerts in Höhe von 30 µg/m³ und 43 Personen (2015: 684) von einer Überschreitung des NO₂-Grenzwerts in Höhe von 40 µg/m³ betroffen. Im Vorbelastungsszenario Middle-Case gehen die Betroffenen einer Überschreitung des PM₁₀-Jahresmittelwerts in Höhe von 30 µg/m³ auf

⁸ Zu beachten ist, dass es Abschnitte gibt, bei denen eine Überschreitung der Schwell- oder Grenzwerte für NO₂ oder PM₁₀ modelliert wurde, die aber keine Betroffenen aufweisen, weil für die angrenzenden Gebäude die Einwohnerzahl gleich 0 ist.

292 Personen in 2020 zurück. Sowohl für die Überschreitung des PM10-Jahresmittelwerts in Höhe von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als auch für die Überschreitung des NO_2 -Grenzwerts in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ können für die meldepflichtigen Gemeinden im Vorbelastungsszenario Best-Case in 2020 keine Betroffenen mehr ermittelt werden.

Tabelle 4-1: Gegenüberstellung der Betroffenen von Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte⁹ für NO_2 für die Jahre 2013, 2015 und 2020 den Betroffenen aus der 2. Stufe der Lärmkartierung

Gemeinde-name	2. Stufe der Lärmkartierung					2013 VB-WC		2015 VB-WC		2020 VB-WC	
	55< L _{DEN} <60	60< L _{DEN} <65	65< L _{DEN} <70	70< L _{DEN} <75	L _{DEN} >75	>32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cottbus	9800	6600	3800	600	0	338	0	219	0	141	0
Brandenburg an der Havel	3400	2500	2200	600	0	533	0	232	0	0	0
Bad Liebenwerda	100	0	100	0	0	28	0	0	0	0	0
Königs Wusterhausen	1200	700	400	100	0	0	0	0	0	0	0
Teltow	1300	900	800	200	0	272	48	188	0	48	0
Spremberg	800	400	600	200	100	48	0	48	0	0	0
Forst (Lausitz)	500	400	300	400	100	89	0	63	0	0	0
Luckenwalde	400	400	300	300	0	205	0	133	0	0	0
Zossen	200	200	200	200	0	45	0	45	0	0	0
Potsdam	13500	11400	6000	1800	0	2290	643	2117	503	426	43
Frankfurt (Oder)	3500	2900	1900	300	0	484	151	252	151	383	0
Rüdersdorf bei Berlin	1700	1500	700	200	0	32	0	32	0	0	0
Eberswalde	900	700	900	1100	0	221	0	221	0	0	0
Birkenwerder	1500	500	100	100	0	42	0	42	0	0	0
Fürstenberg/Havel	0	100	100	200	0	30	30	30	30	0	0
Wittstock/Dosse	100	100	200	100	0	326	0	326	0	0	0
Pritzwalk	400	200	200	300	0	96	0	96	0	0	0
<i>Summen</i>	<i>39300</i>	<i>29500</i>	<i>18800</i>	<i>6700</i>	<i>200</i>	<i>5079</i>	<i>872</i>	<i>4043</i>	<i>684</i>	<i>998</i>	<i>43</i>

⁹ Bei der Betroffenenanalyse wurde nicht berücksichtigt, ob die Länge eines Abschnitts > 100 m ist. Erst ab dieser Länge ist von einer Grenzwertüberschreitung entsprechend der 39. BImSchV auszugehen.

Tabelle 4-2: Gegenüberstellung der Betroffenen von Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte¹⁰ für NO₂ für die Vorbelastungsszenarien Worst-Case (VB-WC) und Best-Case (VB-BC) für die Jahre 2013, 2015 und 2020

Gemeindename	2013 VB-WC		2015 VB-WC		2020 VB-WC		2013 VB-BC		2015 VB-BC		2020 VB-BC	
	>32	>40	>32	>40	>32	>40	>32	>40	>32	>40	>32	>40
	in µg/m ³											
Cottbus	338	0	219	0	141	0	0	0	0	0	141	0
Brandenburg an der Havel	533	0	232	0	0	0	22	0	0	0	0	0
Bad Liebenwerda	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Königs Wusterhausen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Teltow	272	48	188	0	48	0	71	0	71	0	0	0
Spremberg	48	0	48	0	0	0	48	0	48	0	0	0
Forst (Lausitz)	89	0	63	0	0	0	63	0	63	0	0	0
Luckenwalde	205	0	133	0	0	0	205	0	103	0	0	0
Zossen	45	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potsdam	2290	643	2117	503	426	43	1642	167	1589	167	121	0
Frankfurt (Oder)	484	151	252	151	383	0	151	0	151	0	151	0
Rüdersdorf bei Berlin	32	0	32	0	0	0	32	0	32	0	0	0
Eberswalde	221	0	221	0	0	0	221	0	221	0	0	0
Birkenwerder	42	0	42	0	0	0	42	0	42	0	0	0
Fürstenberg/Havel	30	30	30	30	0	0	30	30	30	0	0	0
Wittstock/Dosse	326	0	326	0	0	0	326	0	92	0	0	0
Pritzwalk	96	0	96	0	0	0	96	0	54	0	0	0
Summen	5079	872	4043	684	998	43	2949	197	2496	167	413	0

¹⁰ Bei der Betroffenenanalyse wurde nicht berücksichtigt, ob die Länge eines Abschnitts > 100 m ist. Erst ab dieser Länge ist von einer Grenzwertüberschreitung entsprechend der 39. BImSchV auszugehen.

Tabelle 4-3: Gegenüberstellung der Betroffenen von Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte¹¹ für PM10 für die Jahre 2013, 2015 und 2020 den Betroffenen aus der 2. Stufe der Lärmkartierung

Gemeinde- name	2. Stufe der Lärmkartierung					2013 VB-WC		2015 VB-WC		2020 VB-WC	
	55< L _{DEN} <60	60< L _{DEN} <65	65< L _{DEN} <70	70< L _{DEN} <75	L _{DEN} >75	>27 µg/m ³	>30 µg/m ³	>27 µg/m ³	>30 µg/m ³	>27 µg/m ³	>30 µg/m ³
Cottbus	9800	6600	3800	600	0	1854	141	1854	141	522	141
Brandenburg an der Havel	3400	2500	2200	600	0	186	0	165	0	0	0
Elsterwerda						474	0	474	0	0	0
Bad Lieben- werda	100	0	100	0	0	113	0	113	0	0	0
Königs Wuster- hausen	1200	700	400	100	0	162	0	133	0	0	0
Teltow	1300	900	800	200	0	188	48	180	0	48	0
Spremberg	800	400	600	200	100	83	0	83	0	0	0
Forst (Lausitz)	500	400	300	400	100	205	52	205	52	52	0
Luckenwalde	400	400	300	300	0	103	0	103	0	0	0
Zossen	200	200	200	200	0	45	0	45	0	0	0
Potsdam	13500	11400	6000	1800	0	2207	312	2075	312	494	43
Frankfurt (Oder)	3500	2900	1900	300	0	4380	501	4320	501	579	484
Rüdersdorf bei Berlin	1700	1500	700	200	0	32	0	32	0	0	0
Eberswalde	900	700	900	1100	0	17	0	0	0	0	0
Birkenwerder	1500	500	100	100	0	42	0	42	0	0	0
Fürsten- berg/Havel	0	100	100	200	0	0	0	0	0	0	0
Wittstock/ Dosse	100	100	200	100	0	0	0	0	0	0	0
Pritzwalk	400	200	200	300	0	0	0	0	0	0	0
Jüterbog						0	0	0	0	58	0
Brieskow- Finkenheerd	100	100	100	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Summen</i>	<i>39400</i>	<i>29600</i>	<i>18900</i>	<i>6700</i>	<i>200</i>	<i>10089</i>	<i>1053</i>	<i>9822</i>	<i>1005</i>	<i>1755</i>	<i>667</i>

¹¹ Bei der Betroffenenanalyse wurde nicht berücksichtigt, ob ein Belastungsabschnitt > 100 m ist. Erst ab dieser Länge ist von einer Grenzwertüberschreitung entsprechend der 39. BImSchV auszugehen.

Tabelle 4-4: Gegenüberstellung der Betroffenen von Überschreitungen der Schwell- und Grenzwerte¹² für PM10 für die Vorbelastungsszenarien Worst-Case (VB-WC), Middle-Case (VB-MC) und Best-Case (VB-BC) für die Jahre 2013, 2015 und 2020

Gemeindename	2013 VB-WC		2015 VB-WC		2020 VB-WC		2013 VB-MC		2015 VB-MC		2020 VB-MC		2013 VB-BC		2015 VB-BC		2020 VB-BC	
	>27	>30	>27	>30	>27	>30	>27	>30	>27	>30	>27	>30	>27	>30	>27	>30	>27	>30
	in µg/m ³																	
Cottbus	1854	141	1854	141	522	141	165	0	141	0	225	141	0	0	0	0	141	0
Brandenburg an der Havel	186	0	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elsterwerda	474	0	474	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bad Liebenwerda	113	0	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Königs Wusterhausen	162	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Teltow	188	48	180	0	48	0	48	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spremberg	83	0	83	0	0	0	48	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forst (Lausitz)	205	52	205	52	52	0	63	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luckenwalde	103	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zossen	45	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potsdam	2207	312	2075	312	494	43	1014	106	757	43	170	0	278	43	168	43	43	0
Frankfurt (Oder)	4380	501	4320	501	579	484	501	151	501	151	501	151	151	0	151	0	151	0
Rüdersdorf bei Berlin	32	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eberswalde	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Birkenwerder	42	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fürstenberg/Havel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wittstock/Dosse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pritzwalk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jüterbog	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brieskow-Finkenheerd	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summen	10089	1053	9822	1005	1755	667	1838	257	1557	193	895	292	428	43	318	43	334	0

¹² Bei der Betroffenenanalyse wurde nicht berücksichtigt, ob ein Belastungsabschnitt > 100 m ist. Erst ab dieser Länge ist von einer Grenzwertüberschreitung entsprechend der 39. BImSchV auszugehen.

4.3 Ermittlung der abschnittsbezogenen Lärmbetroffenen

Als zusätzliche Auswertung wurde auf Basis der Grundlagendaten der 2. Stufe der Lärmkartierung die Anzahl von Betroffenen von Lärmbelastungen bezogen auf die IMMIS^{luft}-Abschnitte gemäß Abschnitt 3.2 ermittelt.

Dazu wurden in einem ersten Arbeitsschritt die Immissionsorte der gebäudebezogenen Lärmbelastung des Gesamtbestands und für 6 nachbearbeitete Gemeinden in einen Datensatz zusammengeführt.

Für die weitere Auswertung wurden aus der Gebäudebestandsdatei die Elemente ausgewählt, in denen mindestens ein Immissionsort mit der Bedingung

$$L_{DEN} > 65 \text{ dB(A)} \text{ oder } L_{Night} > 55 \text{ dB(A)}$$

liegt (siehe Abbildung 4-1).

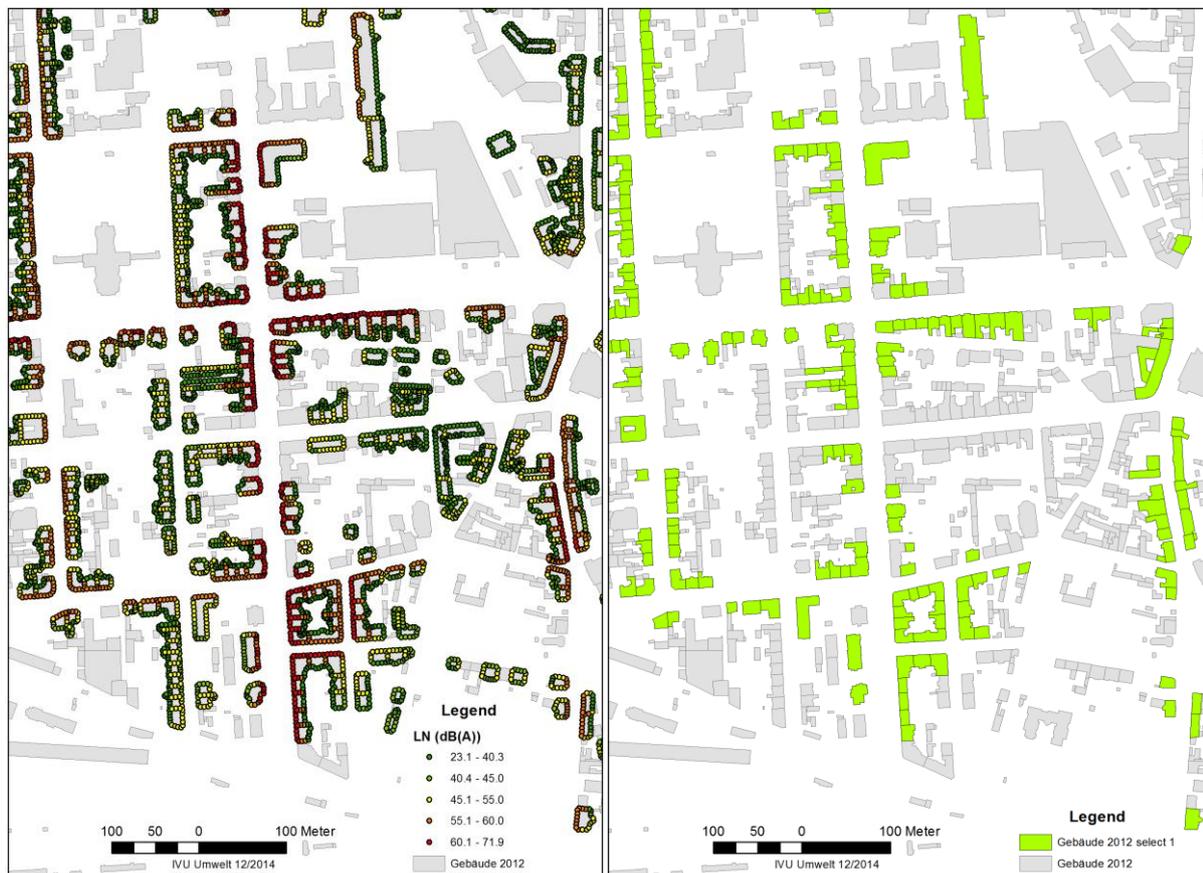


Abbildung 4-1: Darstellung der Lärm-Immissionsorte (links) aus der Lärmkartierung und der damit ausgewählten zugeordneten Gebäuden (rechts) mit $L_{DEN} > 65 \text{ dB(A)}$ oder $L_{Night} > 55 \text{ dB(A)}$ für einen Kartenausschnitt in Cottbus

Um die Gebäude mit potenziell Betroffenen den IMMIS^{luft}-Abschnitten zuzuordnen, wurden um die IMMIS^{luft}-Abschnitte räumliche Puffer mit einem Radius von 20 % bzw. 40 % über dem halben Bebauungsabstand des IMMIS^{luft}-Abschnitts gelegt (Abbildung 4-2, links). Mit diesen beiden Puffer-Varianten wurden die Gebäude aus der oben stehenden Auswahl selektiert, die die entsprechenden Puffer schneiden (Abbildung 4-2, rechts).

Aus den Ergebnissen der Verschneidungen mit den unterschiedlich großen Puffern wird deutlich, dass mit dem kleiner Puffer (+20%) ein Großteil der relevanten Gebäude gefunden wird aber die Auswahl nicht vollständig ist. Umgekehrt besteht bei der Anwendung des größeren Puffer (+40%) die Gefahr, dass auch Gebäude ausgewählt werden, die nicht mehr dem Abschnitt zuzuordnen sind. Aus Sicht einer konservativen Abschätzung, also gegebenenfalls zu viel Betroffene zuzuordnen, wird aber die Auswahl mit dem größeren Puffer (+40%) im Weiteren verwendet.

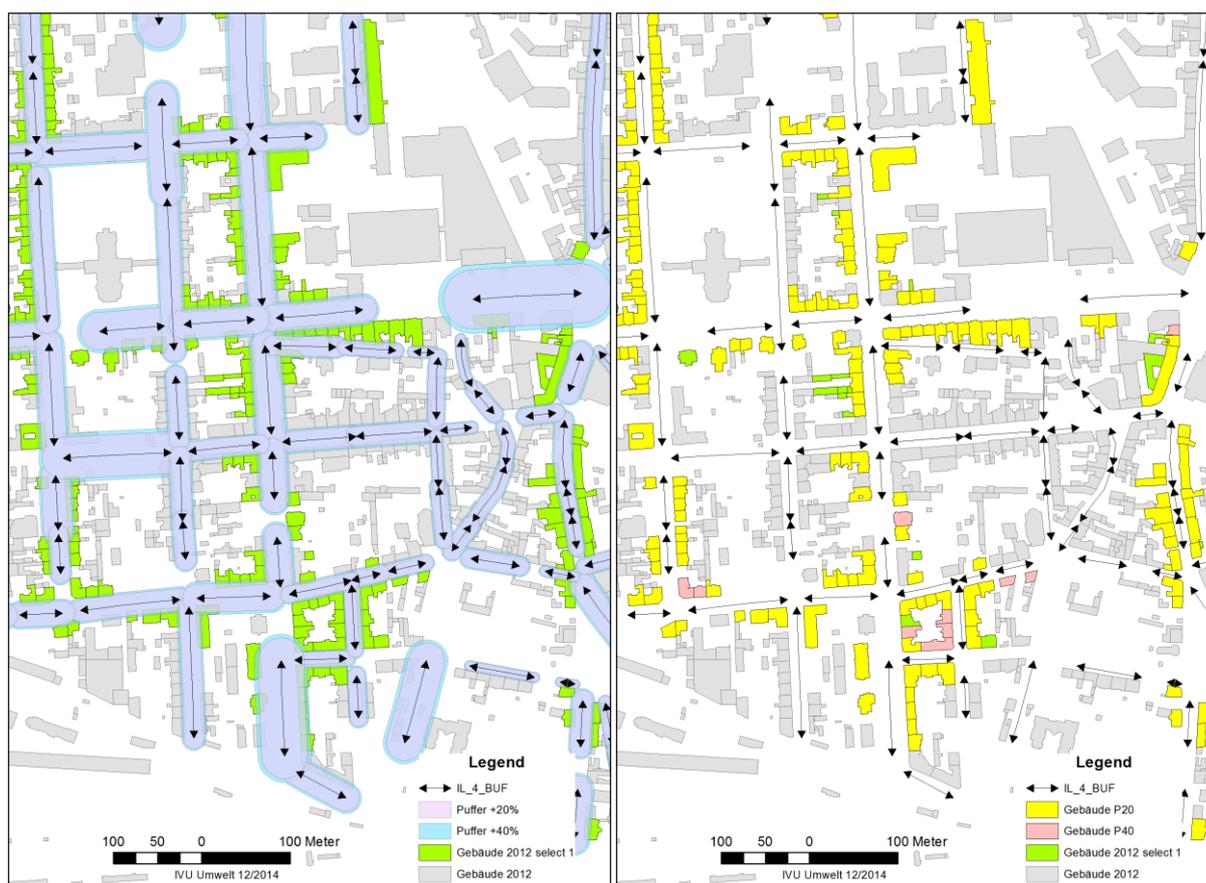
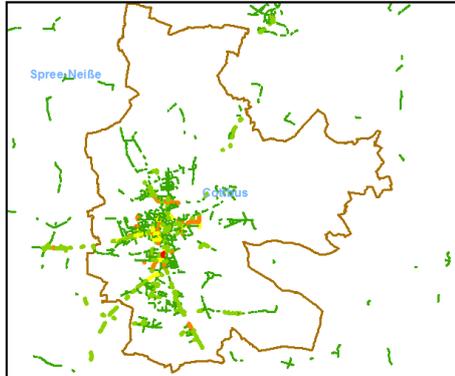
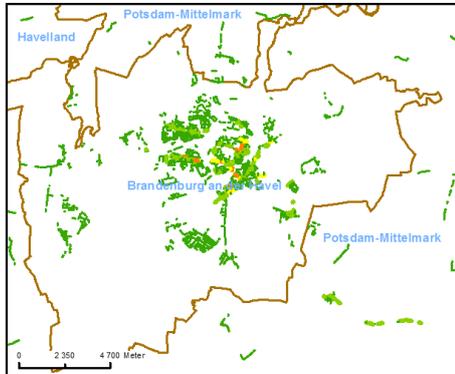
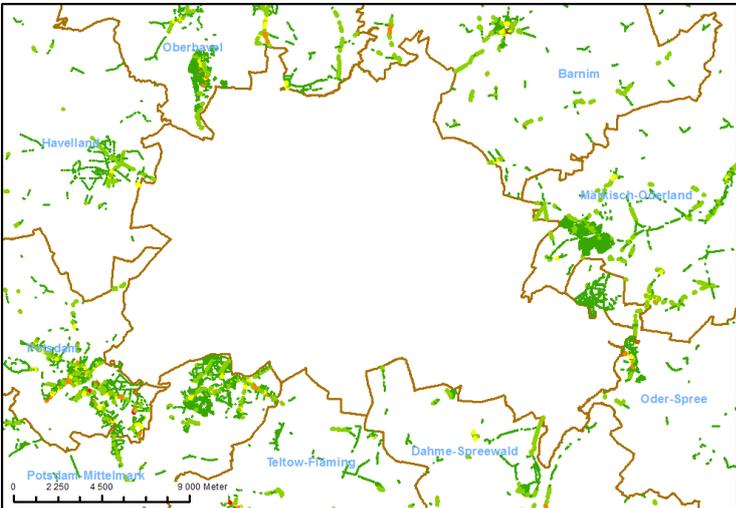
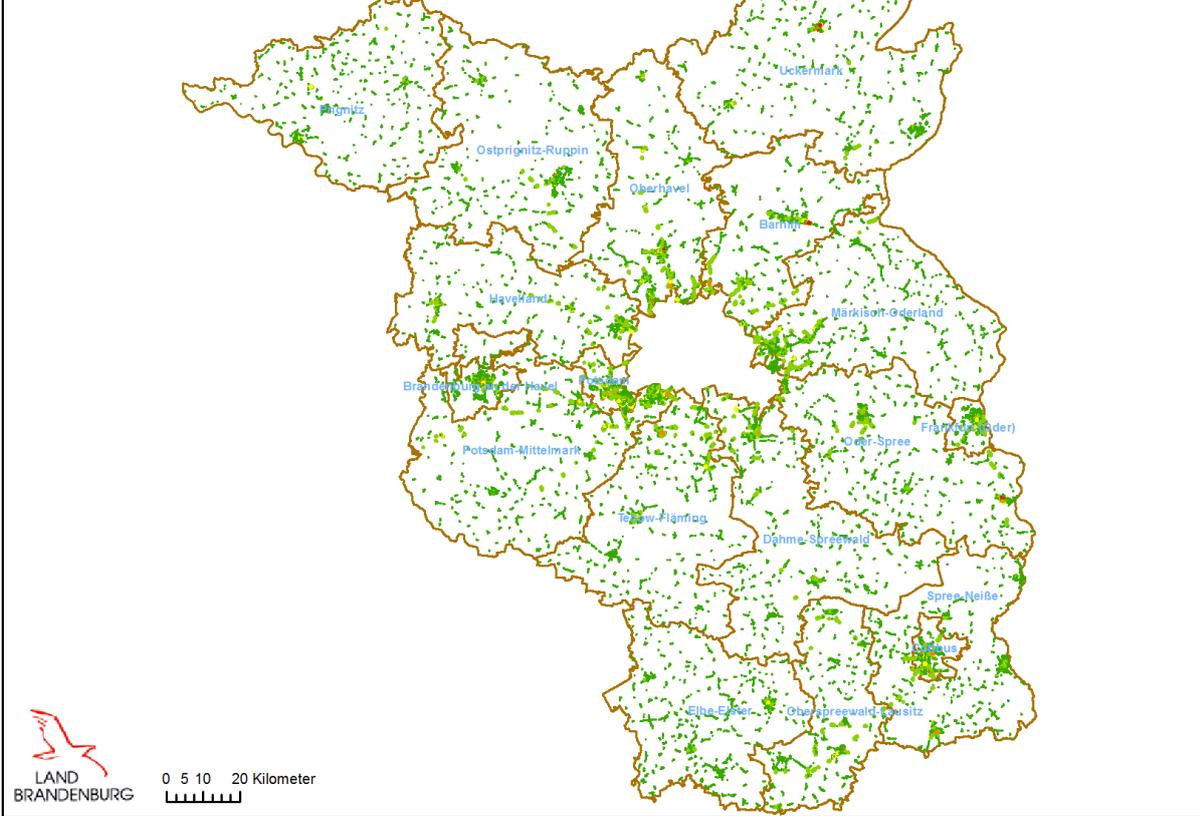


Abbildung 4-2: Darstellung der Puffer um die IMMIS^{luft}-Abschnitte (links) und der damit jeweils ausgewählten Gebäude für einen Kartenausschnitt in Cottbus

Die ausgewählten Gebäude sind über eine räumliche Abfrage mit den IMMIS^{luft}-Abschnitten verbunden worden. Über die Zuordnung der Lärm-Immissionsorte zu den Gebäuden konnten damit die auf die Immissionsorte bezogenen Einwohner mit den jeweiligen Pegelangaben für L_{DEN} und L_{Night} den IMMIS^{luft}-Abschnitten zugeordnet werden. Damit werden an den IMMIS^{luft}-Abschnitten als zusätzliche Attribute die Anzahl betroffener Einwohner getrennt für die vier Klassen $L_{DEN} > 70$ bzw. > 65 dB(A) und $L_{Night} > 55$ bzw. > 60 dB(A) bereitgestellt. Ein Beispiel dieser Attributierung ist für den $L_{Night} > 55$ dB(A) in Abbildung 4-3 für das Land Brandenburg dargestellt.

Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität und Lärmbelastung im Land Brandenburg (Verkehrsgutachten 2013-2014)



Kartierung 2012

Lärm Betroffene LN>55	
0	Green line
1 - 20	Light green line
21 - 40	Yellow line
41 - 90	Orange line
91 - 215	Red line
Kreise in Brandenburg	Orange outline

IVU Umwelt, Dezember 2014

Abbildung 4-3: Anzahl von abschnittsbezogenen Einwohnern die von einem Lärmpegel für die Nacht (L_{Night} -LN) über 55 dB(A) betroffen sind

Mit den abschnittsbezogenen Daten der Lärmbetroffenheit konnten für Abschnitte mit modellierten Überschreitungen von Luftschadstoffgrenzwerten die Anzahl von entsprechenden Betroffenen verglichen werden, wie sie in Tabelle 4-5 für den NO₂-Jahresmittelgrenzwert und in Tabelle 4-6 für den PM₁₀-Jahresmittelwert in Höhe von 30 µg/m³ dargestellt sind.

Tabelle 4-5: Anzahl von Betroffenen an IMMIS^{luft}-Straßenabschnitten mit Überschreitungen des NO₂-Jahresgrenzwerts im Vergleich zur Anzahl von Betroffenen von Überschreitung von Lärmkennwerten in den betreffenden Straßenabschnitten

Gemeinde	Straße	L in m	# Betroffene NO ₂ -JMW > 40 µg/m ³			# Betroffene aus der Lärmkartierung 2012			
			Bezugsjahr			L _{Night}		L _{DEN}	
			2013	2015	2020	> 55 dB(A)	> 60 dB(A)	> 65 dB(A)	> 70 dB(A)
Fürstenberg/Havel	Brandenburger Str.	20	30	30	0	20	13	18	11
Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	122	151	151	0	51	47	50	46
Potsdam	Behlertstr.	207	73	73	43	43	33	40	32
	Breite Str.	241	130	130	0	30	28	30	25
	Großbeerenstr.	98	115	0	0	45	37	41	35
	Potsdamer Str.	70	25	0	0	14	11	14	10
	Zeppelinstr.	330	301	301	0	142	127	141	118
Gesamt Potsdam		945	643	503	43	274	235	266	220
Teltow	Potsdamer Str.	84	48	0	0	23	20	23	18
Gesamtergebnis Land Brandenburg		1172	872	684	43	367	316	357	295

L – Abschnittslänge (in grau > 100m), JMW – Jahresmittelwert, # - Anzahl

Tabelle 4-6: Anzahl von Betroffenen an IMMIS^{luft}-Straßenabschnitten mit Überschreitungen des PM₁₀-Jahresmittelwerts in Höhe von 30 µg/m³ im Vergleich zur Anzahl von Betroffenen von Überschreitung von Lärmkennwerten in den betreffenden Straßenabschnitten

Gemeinde	Straße	L in m	# Betroffene PM ₁₀ -JMW > 30 µg/m ³			# Betroffene aus der Lärmkartierung 2012			
			Bezugsjahr			L _{Night}		L _{DEN}	
			2013	2015	2020	> 55 dB(A)	> 60 dB(A)	> 65 dB(A)	> 70 dB(A)
Cottbus	Karl-Marx-Str.	60	141	141	141	40	29	38	23
Forst (Lausitz)	Berliner Str.	57	52	52	0	14	13	13	12
Frankfurt (Oder)	Leipziger Str.	366	501	501	484	174	151	171	147
Potsdam	Behlertstr.	207	73	73	43	43	33	40	32
	Breite Str.	241	130	130	0	30	28	30	25
	Zeppelinstr.	162	110	110	0	45	43	45	42
Gesamt Potsdam		610	312	312	43	118	104	115	99
Teltow	Potsdamer Str.	84	48	0	0	23	20	23	18
Gesamtergebnis Land Brandenburg		1179	1053	1005	667	369	317	360	299

L – Abschnittslänge (in grau > 100m), JMW – Jahresmittelwert, # - Anzahl

5 Zusammenfassung

Ziel des Projekts ist es, die Grundlage für die aktuelle Einschätzung der Betroffenheit im Land Brandenburg hinsichtlich der Auswirkungen des motorisierten Straßenverkehrs auf die Luftqualität zu schaffen und diese Betroffenheit mit der Betroffenheit durch erhöhte Lärmbelastung durch den Kfz-Verkehr zu vergleichen.

Das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg verfügt über eine Umweltstraßendatenbank als Grundlage für die rechnerische Ermittlung von Luft- und Lärmbelastungen im Land Brandenburg. Diese bereits im vorangegangenen Landesgutachten "Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität im Land Brandenburg. Verkehrsgutachten." (IVU UMWELT 2012) aufgebaute Datenbasis (USDB) wurde im Rahmen der Durchführung des Projekts fortgeschrieben und bildet das Datengerüst zur Untersuchung der gegebenen Fragestellung.

Für die Bezugsjahre 2013, 2015 und 2020 wurden Berechnungen der Emissionen des Kfz-Verkehrs mit dem Modell IMMIS^{em} und der Zusatz- und Gesamtbelastungen für die Luftschadstoffe NO₂, PM10 und PM2.5 mit dem Screeningverfahren IMMIS^{luft} durchgeführt. Die Ergebnisse wurden gegenübergestellt. Danach ergibt sich landesweit eine Abnahme der Luftschadstoffbelastung in den Prognosejahren 2015 und 2020. Im Prognosejahr 2020 werden – unter Berücksichtigung eines Zuschlages, der aus der Modellsicherheit herrührt - noch max. sechs Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitungen im Land Brandenburg berechnet.

Auf Basis der berechneten Immissionen wurden Aussagen zur Betroffenheit in den Straßenabschnitten mit der Gefahr der Grenzwertüberschreitung durch Luftschadstoffe abgeleitet. Anhand der Einwohnerdaten aus der Lärmkartierung war eine landesweite Betroffenheitsanalyse für alle Abschnitte möglich, für die Überschreitungen von Schwell- und Grenzwerten für die Luftschadstoffbelastung berechnet wurden. Mit Hilfe der Integration von Planungsdaten der Gesamtverkehrsprognose 2025 wurden zukünftige potenzielle Problemschwerpunkte mit einer objektivierten Methode erkannt und können damit zukünftig bewertet werden.

Die im Projekt erzeugte Datenbasis dient zusätzlich der Erfolgskontrolle von Fördermaßnahmen, der Berichterstattung gegenüber der EU-Kommission in Form von Luftreinhaltungsplänen und Lärmaktionsplänen und dazu ergänzenden Untersuchungen sowie zur Einschätzung von Vorhaben in und für besonders qualitativ anspruchsvolle Nutzungen, z. B. bei Prädikatisierungs- und Überprüfungsverfahren von Erholungs- und Kurorten..

Die Umweltstraßendatenbank (USDB) ermöglicht es, verschiedene Versionen von Datenbeständen vorzuhalten. Jede Version besteht aus einem Verkehrsnetz (Emissionsdatenbasis) und den zugeordneten IMMIS^{luft}-Abschnitten. Die im Rahmen dieses Projektes erstellten Datensätze wurden jeweils als attributierte Netze mit berechneten Kfz-Emissionen und als zugeordnete attributierte IMMIS^{luft}-Abschnitte mit Immissionen in das Versions-Format des USDB-Programmsystems überführt, um in die USDB des LUGV integriert werden zu können.

Flottenzusammensetzung und Emissionsfaktoren

Für die Ermittlung der Emissionen des Kfz-Verkehrs im Land Brandenburg wurde die Zusammensetzung der Kfz-Flotte an drei ausgewählten Standorten in Potsdam (Zeppe- linstraße und Großbeerenstraße) und Cottbus (Bahnhofstraße) erfasst. An jedem

Standort wurden beide Fahrtrichtungen zeitgleich jeweils an einem Tag in 2013 und 2014 betrachtet. Pro Jahr wurden insgesamt ca. 20'000 Kennzeichen erfasst. Die Daten aus der Kennzeichenerfassung wurde an das KBA zur Auswertung übergeben, das den Fahrzeugen die für die Emissionsberechnung notwendigen EURO-Normen zuweisen konnte. Im Vergleich zur bundesweiten Flotte nach HBEFA sind im Land Brandenburg innerörtlich mit 34 % in 2013 bzw. 36 % in 2014 der Fahrleistung deutlich weniger Diesel Pkw unterwegs als im Durchschnitt für Deutschland mit 46 % bzw. 48 %. Vergleicht man die Aufteilung der EURO-Normen innerhalb der Diesel-Pkw-Flotte, so ist im Land Brandenburg der Anteil von Fahrzeugen mit den niedrigeren EURO-Normen 2 und 3 höher als im Bundesdurchschnitt.

Auf Grund des geringeren Anteils an Diesel-Pkw sind aber die Emissionsfaktoren für NO_x und Auspuffpartikel von Pkw insgesamt niedriger als im Bundesdurchschnitt. Bei den leichten Nutzfahrzeugen sind die NO_x -Emissionsfaktoren im Land Brandenburg leicht höher und die Emissionsfaktoren für Auspuffpartikel auf gleichem Niveau wie die bundesdeutschen Daten. Bei den schweren Nutzfahrzeugen liegen die Emissionsfaktoren für NO_x leicht und für Auspuffpartikel deutlicher über den Werten für den bundesdeutschen Flottenmix.

Emissionsbilanz

Für die Berechnung der Gesamtemissionen des Kfz-Verkehrs im Land Brandenburg wurde innerörtlich die Flottenzusammensetzung der Pkw, leichten Nfz und schweren Nfz entsprechend der Kennzeichenerfassung gesetzt und außerörtlich bzw. auf Autobahnen sowie für die Busse und Kräder die Daten des HBEFA verwendet. Unter Verwendung des HBEFA 3.1 wurde bei den bilanzierten NO_x -Emissionen mit 17'665 t/a ein Wert ermittelt, der sich gut zwischen den Prognosen aus IVU UMWELT 2012 für 2010 mit 21'263 t/a und 14'994 für 2015 einpasst. Bei den PM10-Emissionen inklusive der Nichtauspuffemissionen für Abriebe und Aufwirbelung wird in der aktualisierten Berechnung mit 1'538 t/a bereits das Niveau der Prognose in Höhe von 1'542 t/a für 2015 erreicht.

Hotspots

Die Berechnungen der Gesamtbelastung wurden mit dem Screeningmodell IMMIS^{luft} durchgeführt. Das Modell berechnet für bebauungs- und verkehrshomogene Straßenabschnitte die Zusatzbelastung auf Basis der Straßenraumgeometrie und den verkehrsbedingten Emissionen des jeweiligen Straßenabschnitts unter Berücksichtigung des Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit.

Die Gesamtbelastung wird dann unter Verwendung der bereits in IVU UMWELT 2012 ermittelten landesweiten Vorbelastung ermittelt. Dabei wurden bei NO_2 zwei (Best-Case und Worst-Case) und bei PM10 drei (zusätzlich Middle-Case) verschiedene Vorbelastungsszenarien angegeben, die die Bandbreite der möglichen zukünftigen Entwicklung der regionalen Schadstoffkonzentration im Land Brandenburg abbilden sollen.

Die für die Berechnung mit IMMIS^{luft} notwendigen Geometriedaten des Straßenraums wurden aus Daten zur Lage der Straßenmittelachsen und den 3D-Gebäudedaten aus der Lärmkartierung abgeleitet. Nach Durchführung der Abschnittsbildung ergeben sich 36 523 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 2 983 km, für die Immissionsbelastungen berechnet wurden.

Im Ergebnis der Screeningberechnungen für 2013 werden im Worst-Case für 15 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 1 172 m Überschreitungen des gültigen NO_2 -Grenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das

Modellergebnis von 10 % in Betracht ($> 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sind 40 Abschnitte mit einer Länge von 2 930 m und bei einer Fehlermarge von 20 % ($> 32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 82 Abschnitte mit einer Länge von 5 813 m potenziell von einer NO_2 -Grenzwertverletzung betroffen.

Im Best-Case des Jahres 2013 werden für 6 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 359 m Überschreitungen des gültigen NO_2 -Grenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht, sind 20 Abschnitte mit einer Länge von 1 498 m und bei einer Fehlermarge von 20 % 50 Abschnitte mit einer Länge von 3 660 m potenziell von einer NO_2 -Grenzwertverletzung betroffen.

Der PM_{10} -Jahresgrenzwert in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird in beiden Szenarien in 2013 nicht überschritten. Der zum Tagesgrenzwert korrespondierende PM_{10} -Jahresmittelwert in Höhe von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Worst-Case an 15 Abschnitten mit einer Gesamtlänge von 1 179 m überschritten, im Best-Case an einem Abschnitt. Unter Berücksichtigung von Fehlertoleranzen von 5 % ($28.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und 10 % ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sind im Worst-Case 48 bzw. 174 Abschnitte mit Längen von 3 586 m bzw. 12 841 m und für den Best-Case 2 bzw. 8 Abschnitte mit Längen von 183 m bzw. 660 m potenziell von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

Potenzielle Grenzwertüberschreitungen finden sich in Potsdam mit 12 Abschnitten, in Frankfurt (Oder) mit vier Abschnitten sowie in Cottbus, Teltow, Forst (Lausitz) und Fürstenberg/Havel mit jeweils einem Abschnitt. Dabei ist zu beachten, dass die identifizierten Abschnitte teilweise eine Länge von kleiner 100 m haben. Ob damit eine Grenzwertverletzung im Sinne der geforderten Repräsentativität der 39. BImSchV gegeben ist, muss individuell überprüft werden.

Im Ergebnis der Screeningberechnungen für 2015 sinken die Immissionen im Vergleich zu 2013 und es werden im Worst-Case für nur noch 12 Abschnitte statt 15 Abschnitte in 2013 mit einer Gesamtlänge von 920 m Überschreitungen des gültigen NO_2 -Grenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht sind 31 Abschnitte mit einer Länge von 2 291 m und bei einer Fehlermarge von 20 % 69 Abschnitte mit einer Länge von 4 819 m potenziell von einer NO_2 -Grenzwertverletzung betroffen.

Im Best-Case des Jahres 2015 werden statt für 6 Abschnitte in 2013 nur noch für 5 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 339 m Überschreitungen des gültigen NO_2 -Grenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht, sind 15 Abschnitte mit einer Länge von 1 094 m und bei einer Fehlermarge von 20 % 43 Abschnitte mit einer Länge von 3 059 m potenziell von einer NO_2 -Grenzwertverletzung betroffen.

Der PM_{10} -Jahresgrenzwert in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird wie auch schon in 2013 in beiden Screeningberechnungen nicht überschritten. Der zum Tagesgrenzwert korrespondierende PM_{10} -Jahresmittelwert in Höhe von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Worst-Case an 14 Abschnitten mit einer Gesamtlänge von 1 094 m überschritten, im Best-Case erfolgt eine Überschreitung wie in 2013 nur an einem Abschnitt. Auch unter Berücksichtigung von Fehlertoleranzen von 5 % und 10 % sinkt die Anzahl Abschnitte im Vergleich zur Situation in 2013. So sind im Worst-Case 44 bzw. 163 Abschnitte mit Längen von 3 270 m bzw. 12 046 m und für den Best-Case 2 bzw. 7 Abschnitte mit Längen von 183 m bzw. 498 m potenziell von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

Im Ergebnis der Screeningberechnungen für 2020 sinken die Immissionen im Vergleich zu 2013 und 2015 deutlich und es werden im Worst-Case für nur noch einen Abschnitt

statt 15 (2013) bzw. 12 (2015) Abschnitte Überschreitungen des gültigen NO₂-Grenzwertes in Höhe von 40 µg/m³ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht, sind 6 Abschnitte mit einer Länge von 422 m und bei einer Fehlermarge von 20 % 18 Abschnitte mit einer Länge von 1 258 m potenziell von einer NO₂-Grenzwertverletzung betroffen.

Im Best-Case des Jahres 2020 wird an keinem Abschnitt mehr eine Überschreitung des gültigen NO₂-Grenzwertes in Höhe von 40 µg/m³ prognostiziert. Zieht man eine Fehlermarge auf das Modellergebnis von 10 % in Betracht, ist nur noch ein Abschnitt und bei einer Fehlermarge von 20 % acht Abschnitte mit einer Länge von 524 m potenziell von einer NO₂-Grenzwertverletzung betroffen.

Der PM10-Jahresgrenzwert in Höhe von 40 µg/m³ wird wie auch schon in 2013 und 2015 in beiden Screeningberechnungen nicht überschritten. Der zum Tagesgrenzwert korrespondierende PM10-Jahresmittelwert in Höhe von 30 µg/m³ wird im Worst-Case an 5 Abschnitten mit einer Gesamtlänge von 439 m überschritten, im Best-Case an keinem Abschnitt mehr. Auch unter Berücksichtigung von Fehlertoleranzen von 5 % und 10 % sinkt die Anzahl Abschnitte im Vergleich zur Situation in 2013 und dem Prognosejahr 2015. So sind im Worst-Case 12 bzw. 31 Abschnitte mit Längen von 920 m bzw. 2 418 m und für den Best-Case 1 bzw. 3 Abschnitte mit Längen von 122 m bzw. 244 m potenziell von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

Betroffenheit

Für die Ermittlung von Betroffenen von Überschreitungen von Luftschadstoffgrenzwerten gibt es anders als bei der Lärmkartierung kein eindeutig definiertes Verfahren. In der vorliegenden Auswertung wurden Einwohner eines IMMIS^{luft}-Abschnitts als Betroffene gezählt, wenn ein Grenz- oder Schwellwert der Luftschadstoffbelastung überschritten wird. Damit wird anders als bei der Lärmkartierung nicht zwischen einzelnen Fassadenpunkten im Straßenraum unterschieden.

Analog zur Lärmkartierung wurden bei den Luftschadstoffkonzentrationen verschiedene Werte definiert, bei denen eine Betroffenheit vorliegt. So wurde bei NO₂ neben dem Jahres-Grenzwert in Höhe von 40 µg/m³ noch ein Schwellwert von 32 µg/m³ und bei PM10 neben dem Äquivalenzwert zum Kurzzeitgrenzwert in Höhe von 30 µg/m³ noch ein Schwellwert in Höhe von 27 µg/m³ verwendet.

Vergleicht man die Betroffenheiten gemeindebezogen, wie es in der Lärmkartierung erfolgt, werden z. B. für die höchste Lärmbelastung des L_{DEN} > 75 (dB(A) für das gesamte Landesgebiet 200 Betroffene angegeben. Im mittleren Belastungsbereich von L_{DEN} zwischen 65 dB(A) und 70 dB(A) werden insgesamt 18 900 Betroffene gezählt. Für die PM10-Belastungssituation in 2013 im Vorbelastungsszenario Worst-Case sind landesweit 1 053 Personen von der Überschreitung von 30 µg/m³ betroffen und 10 089 Personen von der Überschreitung des Schwellwertes in Höhe von 27 µg/m³. Bei NO₂ beträgt die Anzahl der Betroffenen der Grenzwertüberschreitung im Vorbelastungsszenario Worst-Case 2013 872 Personen und der Überschreitung des Schwellwertes in Höhe von 23 µg/m³ 5 079 Personen.

2013 sind für die PM10-Belastungssituation landesweit 257 Personen im Vorbelastungsszenario Middle-Case und nur noch 43 Personen im Vorbelastungsszenario Best-Case von der Überschreitung von 30 µg/m³ betroffen und 1 838 Personen (VB-MC) bzw. 428 Personen (VB-BC) von der Überschreitung des Schwellwertes in Höhe von 27 µg/m³. Bei NO₂ sinkt die Anzahl der Betroffenen der Grenzwertüberschreitung im

Vorbelastungsszenario Best-Case 2013 auf 197 Personen und der Überschreitung des Schwellwerts in Höhe von $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf 2 496 Personen.

Auf Grund der prognostizierten Rückgänge der Luftschadstoffbelastungen bis 2020 gehen die Betroffenenzahlen in allen Vorbelastungsszenarien entsprechend zurück. So sind in 2020 im Vorbelastungsszenario Worst-Case landesweit noch 667 Personen (2015: 1005) von einer Überschreitung des PM10-Jahresmittelwerts in Höhe von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und 43 Personen (2015: 684) von einer Überschreitung des NO₂-Grenzwerts in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betroffen. Im Vorbelastungsszenario Middle-Case gehen die Betroffenen einer Überschreitung des PM10-Jahresmittelwerts in Höhe von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf 292 Personen in 2020 zurück. Sowohl für die Überschreitung des PM10-Jahresmittelwerts in Höhe von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als auch die Überschreitung des NO₂-Grenzwerts in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ können für die meldepflichtigen Gemeinden im Vorbelastungsszenario Best-Case in 2020 keine Betroffenen mehr ermittelt werden.

6 Abkürzungsverzeichnis

AWAR	Aufwirbelungs- und Abriebsemissionen, verkehrsbedingte PM10-Emissionen, die nicht aus dem Auspuff der Fahrzeuge stammen sondern über Aufwirbelung von auf der Straßenoberfläche liegenden Partikeln und vom Reifen- und Bremsabrieb herrühren
BC	Best-Case, Vorbelastungsszenario aus IVU UMWELT 2012
BUS	Busse (i. Allg. Summe der Linienbusse und Reisebusse)
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke als Jahresmittelwert, der in Kfz/d angegeben wird
EEV	Enhanced Environmentally Friendly Vehicle (EEV), europäischer Abgasstandard für Busse und Lkw
EURO-Norm	auch EURO-Stufe, aufgrund von EU-Richtlinien vorgegebene Einstufung der Kfz in Schadstoffklassen durch Festlegung von Emissionshöchstmengen pro Fahrzeug.
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehr. Datenbank mit Informationen zu Flottenzusammensetzungen, Verkehrssituationen und Emissionsfaktoren in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Dient als Grundlage fast aller Berechnungen zu Kfz-Emissionen in Deutschland.
IMMIS ^{em}	Emissionsmodell basierend auf dem HBEFA der IVU Umwelt GmbH
IMMIS ^{luft}	Immissionsmodell basierend auf dem HBEFA der IVU Umwelt GmbH
KBA	Kraftfahrzeugbundesamt
KFZ	Kraftfahrzeug, Sammelbegriff für motorgetriebene, nicht-schienengebundene Landfahrzeuge.
KRAD	Kräder
L _{DEN}	Lärmpegel des Gesamttages
LLKW/LW	leichte Nutzfahrzeuge, Kfz bis einschließlich 3,5 t zulässiger Gesamtmasse
L _{Night}	Lärmpegel der Gesamtnacht
LOS	Level of Service, Verkehrsqualität (Verkehrszustand), die im HBEFA ab Version 3 mit vier Qualitätsstufen klassifiziert wird
LOS1	freier Verkehr
LOS2	dichter Verkehr
LOS3	gesättigter Verkehr
LOS4	Stop&Go
LUGV	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg
MC	Middle-Case, Vorbelastungsszenario aus IVU UMWELT 2012
MLUL	Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg

NFZ	Nutzfahrzeug
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxide
PM _{2,5}	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.
PM ₁₀	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.
PM	Particle Matter
PM-Abgas	Partikelemission aus dem Abgas, d. h. über den Auspuff freigesetzt.
PKW	Personenkraftwagen
SLKW	schwere Nutzfahrzeuge , Kfz ab 3,5 t zulässiger Gesamtmasse
USDB	UmweltstraÙendatenbank
VB-Szenario	Vorbelastungsszenarien aus IVU UMWELT 2012
WC	Worst-Case, Vorbelastungsszenario aus IVU UMWELT 2012

7 Literatur

- DÜRING, I.; BÖSINGER, R.; LOHMEYER, A., 2005: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen. Mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A1 Hamburg und Ausbreitungsberechnungen. BASt-Bericht V 125. 2005.
- 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, dem Planungsbüro Dr. Hunger, Dresden und des Dänischen National Environmental Research Institute (NERI), Roskilde. 2009.
- DÜRING, I.; SCHMIDT, W. 2011: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Unter Mitarbeit der TU Dresden, BEAK Consultants GmbH. Auftraggeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). 2011.
- EEA 2009: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2009. EEA Technical report 2009. European Environment Agency. 2009.
- HERTEL, O.; BERKOWICZ, R. 1989: Modelling NO₂ concentrations in a street canyon. DMU Luft A-131. National Environmental Research Institute, Division of Emissions and Air pollution, Denmark. 1989.
- INFRAS 2010: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. HBEFA Version 3.1. INFRAS, Bern. Auftraggeber: UBA Berlin, BAFU Bern, UBA Wien u. a. 2010.
- INFRAS 2014: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. HBEFA Version 3.2. INFRAS AG, Bern. Auftraggeber: Umweltbundesamt, Berlin (Deutschland); Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern (Schweiz); Umweltbundesamt, Lebensministerium und Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien (Österreich); Trafikverket (Schweden); ADEME (Frankreich); SFT (Norwegen) und JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission). 2014.
- IVU UMWELT 2006: Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid. FKZ 204 42 222. Veröffentlichung UBA-Texte 22/07. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Unter Mitarbeit von ifeu Heidelberg GmbH. 2006.
- IVU UMWELT 2007: IMMISbuild. GIS-gestützte Abschnittsbildung für IMMISluft. IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2007.
- IVU UMWELT 2012: Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität im Land Brandenburg. Verkehrsgutachten. Veröffentlichung durch den Auftraggeber: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV) des Landes Brandenburg. 2012.
- IVU UMWELT, 2012b: IMMIS^{em/luft/lärm} - Handbuch zur Version 5. IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2012.
- IVU UMWELT, 2014: IMMIS^{em/luft/lärm} - Handbuch zur Version 6. IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2014.
- IVU UMWELT 2014 2014b: Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität und Lärmbelastung im Land Brandenburg Verkehrsgutachten 2013-2014, 2. Zwischenbericht, 2014

- KRdL 2003: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL. Düsseldorf, 2003.
- VMZ, 2012: Umgebungslärmkartierung 2012 für das Land Brandenburg, Methodik zur Ausbereitung der Eingangsdaten
- WIEGAND, G.; DIEGMANN, V. 1994: Modellierung der Immissionsbelastung inerter Schadstoffe in Innenstädten durch den Kfz-Verkehr auf der Basis von Häufigkeitsverteilungen. In: Ossing, F. (Hrsg.): EDV für Verkehrskonzepte in Stadt und Region. Praxis der Umweltinformatik, Band 3. Metropolis Verlag, Marburg, 1994.