

Texte

22
07

ISSN
1862-4804

Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid

Umwelt
Bundes
Amt 

Für Mensch und Umwelt

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 204 42 222
UBA-FB 000981



Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid

von

Volker Diegmann
Florian Pfäfflin
Dr. Götz Wiegand
Heike Wursthorn

IVU Umwelt GmbH, Freiburg

unter Mitarbeit von

Frank Dünnebeil
Hinrich Helms
Udo Lambrecht

IFEU Heidelberg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.umweltbundesamt.de> verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet II 5.1
Dr. László Kacsóh

Dessau, Juni 2007

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB 204 42 222	2.	3.
4. Titel des Berichts Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Volker Diegmann, Florian Pfäfflin, Dr. Götz Wiegand, Heike Wursthorn, Frank Dünnebeil, Hinrich Helms, Udo Lambrecht	8. Abschlussdatum 31.5.2006	
	9. Veröffentlichungsdatum August 2006	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) IVU Umwelt GmbH Emmy-Noether-Str. 2 D-79110 Freiburg	10. UFOPLAN-Nr. 204 42 222	
	11. Seitenzahl 191	
	12. Literaturangaben 99	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 D-06844 Dessau	13. Tabellen und Diagramme 52	
	14. Abbildungen 69	
	15. Zusätzliche Angaben	
16. Zusammenfassung		
<p>1. Die bis Oktober 2005 in Deutschland veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionspläne werden vergleichend analysiert. Diese Pläne stellen in der Zusammenschau eine umfangreiche Darstellung der aktuellen Luftschadstoff-situation, der verschiedenen Methoden der Prognose und der diskutierten Maßnahmen dar. Als wichtiges Hilfsmittel der vergleichenden Auswertung dient die Darstellung der Daten der Luftreinhaltepläne als thematische Karte. Der Vergleich zeigt unter anderem bundesländerspezifische Unterschiede in den verwendeten Methoden.</p> <p>2. Ein Maßnahmenchema zur Recherche und Analyse der in den Plänen genannten Maßnahmen zur Reduktion von PM₁₀ und NO₂ wird entwickelt und mit Daten gefüllt. Zur Klassifizierung der Maßnahmen dienen Quellgruppen, Handlungsfelder, Typen und Zielgrößen. Der Schwerpunkt der im Projekt analysierten Maßnahmen zur Minderung der PM₁₀-Emissionen liegt mit rund 79 % bei Maßnahmen der Quellgruppe Kfz-Verkehr. Auswertungen von Veröffentlichungen aus anderen europäischen Ländern zeigen, dass bei den Maßnahmen auch außerhalb von Deutschland der Kfz-Verkehr im Vordergrund steht.</p> <p>3. Minderungspotenziale von Maßnahmen zur Reduktion der PM₁₀-Emissionen im Kfz-Verkehr werden bestimmt. Ausgewählte Maßnahmen werden hinsichtlich ihres Wirkungsrahmens und der behördlichen Umsetzungsebene analysiert. Das Emissions- und Immissionsminderungspotenzial wird für verschiedene Ausgestaltungen berechnet. Abschließend wird, sofern möglich, eine Abschätzung der Kosteneffizienz durchgeführt und es werden Umsetzungsvoraussetzungen und -hindernisse diskutiert.</p> <p>4. In einem separaten Kurzbericht „Verkehrliche Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub – Möglichkeiten und Minderungspotenziale“ werden die wichtigsten Ergebnisse aus Punkt 3 zusammengefasst.</p>		
17. Schlagwörter Luftreinhaltung; Feinstaub; PM10; Stickstoffdioxid; NO2; Maßnahmen; Minderungspotenzial; Luftreinhalteplan; Aktionsplan; Maßnahmenchema; Prognosemethode		
18. Preis 146.914 €	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB 204 42 222	2.	3.
4. Report Title Measures to reduce particulate matter and nitrogen dioxide		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Volker Diegmann, Florian Pfäfflin, Dr. Götz Wiegand, Heike Wursthorn, Frank Dünnebeil, Hinrich Helms, Udo Lambrecht		8. Report Date May 31, 2006
6. Performing Organisation (Name, Address) IVU Umwelt GmbH Emmy-Noether-Str. 2 D-79110 Freiburg		9. Publication Date August 2006
		10. UFOPLAN-Ref. No. 204 42 222
		11. No. of Pages 191
		12. No. of Reference 99
7. Funding Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) Wörlitzer Platz 1 D-06844 Dessau		13. No. of Tables, Diagrams 52
		14. No. of Figures 69
		15. Supplementary Notes
16. Abstract		
<p>1. Clean Air Plans and Action Plans published in Germany up to October 2005 are comparatively analysed. In the synopsis, these plans outline an extensive representation of the current air pollution situation, the different methods of forecast and the measures discussed. A thematic map representing the data of the clean air plans is used as an important means to the comparative reporting. The comparison shows among other things the regional (specific to Federal States) distinctions in the methods used and described.</p> <p>2. A scheme of measures is being developed and filled with data, in order to research and evaluate the measures for PM₁₀ and NO₂ reduction as described in the plans. Source groups, fields of action, types and target values serve to classify the measures. The PM₁₀ reducing measures analysed within the framework of the project are focussing with 79 % on the source group of motor vehicle traffic. Analyses of publications in other European countries show a focus on motor vehicle traffic as well.</p> <p>3. The reduction potential of measures concerning PM₁₀ emissions of motor vehicle traffic is determined. Selected measures are being analysed in regard to their impact limit and the administrative executive level. The emission and concentration reduction potential is being calculated for different configurations. If procurable, a concluding estimation of the cost efficiency is carried out und implementation conditions and barriers are discussed.</p> <p>4. The most important results in section 3 are summarized in the separate abridged report "Traffic measures to reduce particulate matter – possibilities and reduction potentials".</p>		
17. Keywords air quality; particulate matter; PM10; nitrogen dioxide; NO2; reduction potential; Clean Air Plan; Action Plan; scheme of measures; method of forecast		
18. Price 146.914 €	19.	20.

INHALTSVERZEICHNIS

	Abbildungsverzeichnis	7
	Tabellenverzeichnis	12
	Abkürzungsverzeichnis	16
1	Einleitung	18
2	Analysemethoden und Ergebnisse der Luftreinhalte- und Aktionspläne in Deutschland	20
2.1	Einführung	20
2.2	Datenlage	20
2.2.1	Messdaten für NO ₂ und PM ₁₀	20
2.2.2	Luftreinhalte- und Aktionspläne bis Oktober 2005	24
2.3	Methoden und Ergebnisse der Analysen zu den Luftreinhalte- und Aktionsplänen	41
2.3.1	Gebietsdefinitionen	41
2.3.2	Methoden der Quellanalysen	47
2.3.3	Ergebnisse der Quellanalysen	49
2.3.4	Betroffenenanalyse	72
2.3.5	Prognosen der Belastung in den Basisszenarien	74
2.3.6	Berücksichtigung der Kenngröße PM _{2,5} in den Luftreinhalte- und Aktionsplänen	78
2.3.7	Analyse der Luftreinhaltepläne nach standardisierten Kriterien	78
3	Erstellung eines Maßnahmenschemas	80
3.1	Einführung	80
3.2	Quellgruppen	80
3.3	Handlungsfelder	80
3.4	Dokumentation des Maßnahmenschemas	82

3.5	Maßnahmenschema als Excel-Datei	85
3.6	Statistische Auswertungen aus dem Maßnahmenschema	86
3.6.1	Statistische Auswertung der Maßnahmen der 49 LRP/AP mit PM ₁₀ -Überschreitungen	86
3.6.2	Vertiefende statistische Auswertung von Maßnahmen ausgewählter Pläne zur Quellgruppe Kfz-Verkehr	96
3.6.3	Ergänzende statistische Auswertung der Maßnahmen aus den Luftreinhalteplänen des Überschreitungsjahres 2002	102
3.7	Maßnahmenanalyse nach ausgewählten Schwerpunkten	111
4	Minderungspotenzial von Maßnahmen zur Reduktion primärer PM₁₀-Emissionen	113
4.1	Einführung	113
4.2	Auswahl der untersuchten Maßnahmen	113
4.3	Methoden	114
4.4	Übersicht zu Partikelemissionen in Deutschland	115
4.4.1	Partikelemissionen des Straßenverkehrs	115
4.4.2	Partikelemissionen von Baumaschinen	120
4.5	Ansatz zur Analyse des Immissionsminderungspotenzials	121
4.5.1	Prüfung auf Einhaltung des Tagesgrenzwertkriteriums	122
4.5.2	Ausbreitungsrechnungen als Beitrag zur Ursachenanalyse für Berlin und den Ballungsraum Kassel	126
4.6	Ergebnisse der Maßnahmenanalyse	135
4.6.1	Gebietsbezogene Nutzervorteile (Umweltzonen)	135
4.6.2	Lokale Durchfahrtsverbote für LKW	142
4.6.3	Nachrüstung von Diesel-Kfz mit Partikelfiltern	147
4.6.4	Alternative Kraftstoffe (CNG und BTL/GTL)	154
4.6.5	Verminderung der Aufwirbelungsemissionen	159
4.6.6	Verkehrsvermeidung und -verlagerung	163

4.6.7	Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen	167
4.7	Maßnahmen in Europa im Überblick	170
5	Zusammenfassung	176
6	Ausblick	179
7	Literatur	181
7.1	Luftreinhalte- und Aktionspläne	181
7.1.1	Baden-Württemberg	181
7.1.2	Bayern	182
7.1.3	Berlin	183
7.1.4	Brandenburg	183
7.1.5	Bremen	183
7.1.6	Hamburg	183
7.1.7	Hessen	184
7.1.8	Niedersachsen	184
7.1.9	Nordrhein-Westfalen	184
7.1.10	Rheinland-Pfalz	185
7.1.11	Sachsen	185
7.1.12	Sachsen-Anhalt	186
7.1.13	Schleswig-Holstein	186
7.1.14	Thüringen	186
7.2	Sonstige Literatur	186
8	Anhang	191

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Gemessene Jahresmittelwerte NO ₂ im Jahr 2002.....	21
Abbildung 2-2: Kenngrößen der PM ₁₀ -Messungen im Jahr 2002	22
Abbildung 2-3: Gemessene Jahresmittelwerte NO ₂ im Jahr 2003.....	23
Abbildung 2-4: Kenngrößen der PM ₁₀ -Messungen im Jahr 2003	23
Abbildung 2-5: Gebiete mit gemeldeten Überschreitungsfällen 2002 (Die Farbklassierung entspricht der Klassierung in Tabelle 2-1)	27
Abbildung 2-6: Gesamtzahl der veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionspläne	33
Abbildung 2-7: Monatlicher Zuwachs bei den veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionsplänen	33
Abbildung 2-8: Beurteilungsgebiete NO _x , NO ₂ und PM ₁₀ für das Bezugsjahr 2002.....	42
Abbildung 2-9: Gebietseinteilung Düsseldorf.....	43
Abbildung 2-10: Gebietseinteilung Hamburg	43
Abbildung 2-11: Gebietseinteilung Rhein-Main	44
Abbildung 2-12: Gebietseinteilung Berlin	45
Abbildung 2-13: Gebietseinteilung Erfurt.....	46
Abbildung 2-14: Schema der räumlichen Quellanalyse (Luftreinhalteplan Berlin)	47
Abbildung 2-15: Emissionsanteile PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil des Kfz-Verkehrs	52
Abbildung 2-16: Emissionsanteile PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil der Stationären Quellen	53
Abbildung 2-17: Räumliche Quellanalyse für PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005 ...	56
Abbildung 2-18: Räumliche Quellanalyse PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil der zusätzlichen Belastung (ZB)	57
Abbildung 2-19: Räumliche Quellanalyse PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil des großräumigen Hintergrunds (GH).....	58
Abbildung 2-20: Verursacherbezogene Quellanalyse für PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005	61

Abbildung 2-21: Verursacherbezogene Quellanalyse PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil des Kfz-Verkehrs.....	63
Abbildung 2-22: Verursacherbezogene Quellanalyse PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil des Ferntransports	64
Abbildung 2-23: Räumliche Quellanalyse für NO ₂ im Überschreitungsjahr 2002 mit Jahresmittelwerten und Überschreigungsgebieten	68
Abbildung 2-24: Verursacherbezogene Quellanalyse für NO ₂ im Überschreitungsjahr 2002 mit Überschreigungsgebieten	71
Abbildung 2-25: Anzahl der Betroffenen durch NO ₂ -Grenzwertüberschreitungen im Jahr 2002	73
Abbildung 2-26: Anzahl der Betroffenen durch PM ₁₀ -Grenzwertüberschreitungen im Jahr 2002	73
Abbildung 3-1: Anteile der Quellgruppen an den Maßnahmen aller 49 LRP/AP	88
Abbildung 3-2: Anzahl der Maßnahmen zu den Quellgruppen der 49 einzelnen LRP/AP	89
Abbildung 3-3: Anteile der Handlungsfelder der Quellgruppe Kfz-Verkehr an den Maßnahmen aller 49 LRP/AP	90
Abbildung 3-4: Anzahl der Maßnahmen zu den Handlungsfelder der Quellgruppe Kfz-Verkehr der 49 einzelnen LRP/AP	91
Abbildung 3-5: Anteile der räumlichen Skala der Maßnahmen aller 49 LRP/AP	92
Abbildung 3-6: Anzahl der Maßnahmen auf der räumlichen Skala der 49 einzelnen LRP/AP.....	93
Abbildung 3-7: Anteile der Akteure an den Maßnahmen aller 49 LRP/AP	94
Abbildung 3-8: Anzahl der Maßnahmen bei den Akteuren der 49 einzelnen LRP/AP	95
Abbildung 3-9: Typen und Zielgrößen des Handlungsfelds Verkehrsmanagement aller 15 LRP/AP	97
Abbildung 3-10: Typen und Zielgrößen des Handlungsfelds Verkehrsmanagement der 15 einzelnen LRP/AP	98

Abbildung 3-11: Typen und Zielgrößen des Handlungsfelds Modal-Split aller 15 LRP/AP.....	99
Abbildung 3-12: Typen und Zielgrößen des Handlungsfelds Modal-Split der 15 einzelnen LRP/AP.....	100
Abbildung 3-13: Zielgröße ÖPNV der Quellgruppe Kfz-Verkehr aller 15 LRP/AP	101
Abbildung 3-14: Zielgröße ÖPNV der Quellgruppe Kfz-Verkehr der 15 einzelnen LRP/AP	101
Abbildung 3-15: Zielgrößen des Handlungsfelds Technik und Kraftstoffe aller 10 Luftreinhaltepläne	103
Abbildung 3-16: Zielgrößen des Handlungsfelds Technik und Kraftstoffe der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne	103
Abbildung 3-17: Handlungsfelder der Stationären Quellen aller 10 Luftreinhaltepläne	104
Abbildung 3-18: Handlungsfelder der Stationären Quellen der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne	105
Abbildung 3-19: Anteile und Art der Maßnahmen aller 10 Luftreinhaltepläne	106
Abbildung 3-20: Anzahl und Art der Maßnahmen der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne	106
Abbildung 3-21: Status der Maßnahmen aller 10 Luftreinhaltepläne.....	107
Abbildung 3-22: Status der Maßnahmen der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne	108
Abbildung 3-23: Schadstoffe der Maßnahmen aller 10 Luftreinhaltepläne	109
Abbildung 3-24: Schadstoffe der Maßnahmen der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne	109
Abbildung 4-1: Entwicklung der Dieselpartikel-Abgasemissionen des Straßenverkehrs	118
Abbildung 4-2: Fahrleistung und Partikelemissionen von Diesel-PKW 2007 und 2010.....	119
Abbildung 4-3: Fahrleistung und Partikelemissionen von schweren Nutzfahrzeugen 2007 und 2010.....	120
Abbildung 4-4: Dieselpartikelemissionen von Baumaschinen	121

Abbildung 4-5: PM ₁₀ -90,4 %-Wert eines Jahres als Funktion des PM ₁₀ - Jahresmittelwertes für 2'110 Zeitreihen von städtischen Stationen mit einer angepassten linearen Funktion und dem 95 %-Vorhersageband.	123
Abbildung 4-6: PM ₁₀ -Anzahl Überschreitungstage als Funktion des PM ₁₀ - Jahresmittelwertes mit einer angepassten linearen Funktion (blau) an den Teil der Punktwolke größer 35. Zum Vergleich ist die grüne Linie eingetragen der Regressionsfunktion aus [TNO 2005].	124
Abbildung 4-7: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM ₁₀ und der Anzahl Tage mit einem PM ₁₀ -Mittelwerte über 50 µg/m ³	125
Abbildung 4-8: Untersuchungsgebiet Kassel (rot – Nest 2; grün – Nest 3; blau – Stadtgebiet Kassel).	128
Abbildung 4-9: Jahresmittelwerte PM ₁₀ der Modellberechnungen mit RCG für Kassel im Nest 3.	129
Abbildung 4-10: Jahresmittelwert PM ₁₀ aus summierten Modellrechnungen RCG/IMMIS ^{net} in Berlin (Zahl an BLUME-Station entspricht Jahresmittelwert 2002 in µg/m ³)	131
Abbildung 4-11: Quellanalyse als Ergebnis der Modellanwendungen in Berlin (PM ₂₅ : PM _{2,5} als Auspuffemissionen, PM _{ex} : Kfz-bedingte Nichtauspuffemissionen, CPB: Anteil Straße im hot spot)	132
Abbildung 4-12: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial von gebietsbezogenen Nutzervorteilen im Maximalszenario	139
Abbildung 4-13: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial von gebietsbezogenen Nutzervorteilen im UmschichtszENARIO	139
Abbildung 4-14: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial für lokale Durchfahrtsverbote für LKW im Jahr 2007	144
Abbildung 4-15: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial für lokale Durchfahrtsverbote für LKW im Jahr 2010	145

Abbildung 4-16: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial bei
verschiedenen Implementierungsraten (B) von Partikelfiltern für
die Bezugsjahre 2007 und 2010 151

Abbildung 4-17: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial durch Nutzung
synthetische Kraftstoffe und Umstellung auf CNG-Busse
gegenüber Dieselbusflotten ohne Partikelfilterausstattung bei
verschieden Busanteilen (pBUS) und Bezugsjahren 157

Abbildung 4-18: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial bei variierten
Minderungen der innerörtliche Fahrleistung 165

Abbildung 4-19: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial bei
Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen 169

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1: Auslösende Überschreitungsfälle 2002 und Stand der Luftreinhaltepläne	25
Tabelle 2-2: Datenlage zu den veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionsplänen der Jahre 2002 bis 2005	29
Tabelle 2-3: Vergleich der Anzahl der Maßnahmen laut Luftreinhalteplan und Fragebogen im Überschreitungs Jahr 2002.....	36
Tabelle 2-4: PM ₁₀ -Überschreitungsfälle des Jahres 2003 gemäß Fragebogen	38
Tabelle 2-5: Datenstand Maßnahmenschema.....	40
Tabelle 2-6: Methoden zur Bestimmung der räumlichen Quellanteile	48
Tabelle 2-7: Emissionsanteile PM ₁₀ in den Jahren 2002 bis 2005	50
Tabelle 2-8: Immission – Räumliche Quellanalyse PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005.....	54
Tabelle 2-9: Immission – Verursacherbezogene Quellanalyse PM ₁₀ der Jahre 2002 bis 2005	59
Tabelle 2-10: Emission NO _x im Jahr 2002.....	65
Tabelle 2-11: Immission – Räumliche Quellanalyse NO ₂ des Jahres 2002.....	66
Tabelle 2-12: Immission – Verursacherbezogene Quellanalyse NO ₂ des Jahres 2002.....	70
Tabelle 2-13: Anzahl der Betroffenen im Jahr 2002	72
Tabelle 2-14: Methoden der Luftreinhaltepläne des Jahres 2002 zur Bestimmung der Vorbelastung im Basisszenario.....	74
Tabelle 2-15: Annahmen, Methoden und Ergebnisse der Emissionsprognose im Basisszenario der Luftreinhaltepläne 2002	75
Tabelle 2-16: Annahmen, Methoden und Ergebnisse der Immissionsprognose im Basisszenario der Luftreinhaltepläne 2002	75
Tabelle 2-17: Zitate aus den Luftreinhalteplänen zum Basisszenario	77
Tabelle 2-18: Überblick Analyse Luftreinhaltepläne 2002	79
Tabelle 3-1: Handlungsfelder, Typen und Zielgrößen der Quellgruppe Kfz- Verkehr	82
Tabelle 3-2: Dokumentation des Maßnahmenschemas	83

Tabelle 3-3: Anzahl der Maßnahmen der 49 LRP/AP mit PM ₁₀ - Überschreitungen	87
Tabelle 3-4: Nennung von Umsetzungsdatum und Kosten der Maßnahmen .	110
Tabelle 3-5: Angaben zum Minderungspotential der Maßnahme und Quellanalyse	111
Tabelle 3-6: Schwerpunkte der Maßnahmenanalyse	112
Tabelle 4-1: Emissionsanteile in den Modellrechnungen von Berlin und Kassel	133
Tabelle 4-2: Verursacheranteile aus den Modellrechnungen von Berlin und Kassel.....	134
Tabelle 4-3: Räumliche Verursacheranteile in den Modellrechnungen von Berlin und Kassel.....	134
Tabelle 4-4: Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen aller Kfz im Innerortsbereich durch das Verbot verschiedener Fahrzeuggruppen (Mittelwerte für Deutschland).....	137
Tabelle 4-5: Anteil der ausgesperrten Fahrzeuge an der Fahrleistung der jeweiligen Fahrzeugkategorie im Innerortsbereich (Mittelwerte für Deutschland).....	137
Tabelle 4-6: Immissionsminderungspotenzial für die Maßnahme "Gebietsbezogene Nutzervorteile"	138
Tabelle 4-7: Mittlere Jahremittelwerte von PM ₁₀ der Modellrechnungen für Berlin und Kassel und daraus abgeleitete Anzahl Tage mit Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 µg/m ³	140
Tabelle 4-8: Minderungspotenzial für Überschreitungstage für die Maßnahme "Gebietsbezogene Nutzervorteile"	140
Tabelle 4-9: Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen aller Kfz in einer Straße durch das Verbot von schweren Nutzfahrzeugen	143
Tabelle 4-10: Immissionsminderungspotenziale für lokale Durchfahrtsverbote für LKW.....	144
Tabelle 4-11: Minderungspotenzial für Überschreitungstage für lokale Durchfahrtsverbote für LKW	146

Tabelle 4-12: Maximalszenario: Minderungen der gesamten verkehrlichen Dieselpartikel-Abgasemissionen durch den Einsatz von Partikelfiltern bei verschiedenen Kfz-Gruppen.....	149
Tabelle 4-13: Sensitivitäten: Minderungen der gesamten verkehrlichen Partikelemissionen einer Ortsklasse bei verschiedenen Implementierungsraten der Partikelfilter-Nachrüstung.....	149
Tabelle 4-14: Absolute Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen durch vollständige Nachrüstung der jeweiligen Fahrzeugkategorie ..	150
Tabelle 4-15: Immissionsminderungspotenziale bei Nachrüstung mit Partikelfiltern bei verschiedenen Implementierungsraten im Bezugsjahr 2007 und 2010	151
Tabelle 4-16: Minderungspotenzial für Überschreitungstage bei verschiedenen Implementierungsraten von Partikelfiltern.....	152
Tabelle 4-17: Kosteneffizienzschätzung für die Nachrüstung mit Partikelfiltern	152
Tabelle 4-18: Emissionsminderung durch Nutzung synthetische Kraftstoffe und Umstellung auf CNG-Busse gegenüber Dieselbusflotten ohne Partikelfilterausstattung	156
Tabelle 4-19: Immissionsminderungspotenziale durch Nutzung synthetische Kraftstoffe und Umstellung auf CNG-Busse gegenüber Dieselbusflotten ohne Partikelfilterausstattung	157
Tabelle 4-20: Minderungspotenzial für Überschreitungstage durch Nutzung synthetische Kraftstoffe und Umstellung auf CNG-Busse gegenüber Dieselbusflotten ohne Partikelfilterausstattung	158
Tabelle 4-21: Reduktion der Dieselpartikel-Abgasemissionen des gesamten Kfz-Verkehrs im Innerortsbereich bei einer Minderung der Fahrleistung einer Fahrzeuggruppe um 10 %.....	164
Tabelle 4-22: Immissionsminderungspotenziale bei unterschiedlichen Minderungen der innerörtlichen Fahrleistung	164
Tabelle 4-23: Minderungspotenzial bei unterschiedlichen Minderungen der innerörtlichen Fahrleistung	165

Tabelle 4-24: Relative Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen bei Baumaschinen	167
Tabelle 4-25: Absolute Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen durch Baumaschinenbeschränkung.....	168
Tabelle 4-26: Immissionsminderungspotenziale bei Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen	169
Tabelle 4-27: Minderungspotenzial bei Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen	170
Tabelle 4-28: Auswahl europäischer Maßnahmen zur Reduzierung der Feinstaubbelastung	173

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abs.	Absatz
AP	Aktionsplan
BAB	Bundesautobahn
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BTL	Biomass-to-liquids
CNG	Erdgas (Compressed Natural Gas)
CRT-Rußfilter	Continuous Regenerating Trap; Kontinuierlich regenerierende (Partikel-)Falle
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
Euro-x	Emissionsstufe Euro-x
FT	Ferntransport
GH	Großräumiger Hintergrund
GTL	Gas-to-liquids
GW	Grenzwert
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
i. d. R.	in der Regel
ID_LRP/AP	Eindeutige Identifikationsnummer für Luftreinhalte- und Aktionspläne
JMW	Jahresmittelwert
k. A.	keine Angabe
Kfz	Kraftfahrzeug
LEZ	Low Emission Zone
LKW	Lastkraftwagen
LNfz	Leichte Nutzfahrzeuge
LRP	Luftreinhalteplan
NH₃	Ammoniak
NO	Stickstoffmonoxid
NO_x	Stickstoffoxide
NO₂	Stickstoffdioxid
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr

PKW	Personenkraftwagen
PM_{2,5}	Particulate matter < 2,5 µm (Partikel mit aerodynamischem Durchmesser < 2,5 µm)
PM₁₀	Particulate matter < 10 µm (Partikel mit aerodynamischem Durchmesser < 10 µm)
SG	Schadstoffgruppe
SNfz	Schwere Nutzfahrzeuge (LKW und Sattelzug)
TA Luft	Technische Anleitung Luft
TMW	Tagesmittelwert
UB	Urbane Belastung
ÜS	Überschreitung
UMEG	Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit, Karlsruhe
ZB	Zusätzliche Belastung

1 Einleitung

Die Europäische Gemeinschaft hat in den Jahren 1996 und 1999 neue Luftqualitätsrichtlinien mit anspruchsvollen Immissionsgrenzwerten für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffdioxid (NO₂) und Stickstoffoxide (NO_x), Staub als PM₁₀ und Blei festgelegt ([EU 1996] und [EU 1999]). Diese Grenzwerte sind durch die „Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft“ [22. BImSchV 2002] in deutsches Recht übernommen worden. Sie dienen insbesondere dem Schutz der menschlichen Gesundheit und sind ab schadstoffspezifisch festgesetzten Terminen (z. B. 1.1.2005 für PM₁₀ und 1.1.2010 für NO₂) einzuhalten. Sie dürfen danach nicht mehr überschritten werden.

Luftreinhaltepläne sind aufzustellen, wenn Grenzwerte einschließlich definierter Toleranzmargen in einem bestimmten Jahr nicht eingehalten wurden [BImSchG 2002, § 47 Abs. 1]. Sie legen die erforderlichen Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung von Luftverunreinigungen fest. Luftreinhaltepläne sind entsprechend den von der Kommission festgelegten Modalitäten in Form von ausgefüllten Fragebogen zwei Jahre nach dem Jahr der Überschreitung der Kommission vorzulegen, die diese Pläne regelmäßig überprüft. Die Pläne sind der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Aktionspläne sind aufzustellen, wenn die verbindlich gewordenen Immissionsgrenzwerte oder die Alarmschwellen überschritten werden oder eine solche Überschreitung droht [BImSchG 2002, § 47 Abs. 2]. In Aktionsplänen werden Maßnahmen festgelegt, die kurzfristig zu ergreifen sind. Diese Maßnahmen müssen geeignet sein, die Gefahr der Überschreitung der Werte zu verringern oder den Zeitraum, während dessen die Werte überschritten sind, zu verkürzen.

Zentraler Bestandteil dieses Projektes ist die Auswertung der in Deutschland veröffentlichten Luftreinhalte- bzw. Aktionspläne. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag dabei beim Schadstoff PM₁₀. Die Datengrundlage bestand in einem ersten Arbeitsschritt aus den Luftreinhalteplänen mit dem Bezugsjahr 2002, die Ende 2004 bis Anfang 2005 als Entwürfe veröffentlicht wurden. Die Tatsache, dass mit

Beginn des Jahres 2005 die Grenzwerte für PM_{10} gültig wurden und schon im Frühjahr erste Überschreitungen der 35 zulässigen Tage mit Mittelwerten von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftraten, führte dazu, dass eine große Anzahl weiterer Entwürfe von Luftreinhalte- und Aktionsplänen erschien. Die Auswertung der Pläne wurde deshalb auf Unterlagen erweitert, die bis Oktober 2005 veröffentlicht wurden.

Die zentralen Ergebnisse dieser Auswertungen sind

- eine vergleichende Darstellung der Datenlage, Methoden und Prognosen der Luftreinhaltepläne im Kapitel 2 und
- ein Maßnahmenschema zur Recherche der in den Plänen genannten Maßnahmen und zur deren statistischer Analyse in Kapitel 3.

Als wichtiges Hilfsmittel der vergleichenden Auswertung dient die Darstellung der Daten der Luftreinhaltepläne als thematische Karte. Damit werden Unterschiede in den Ergebnissen z. T. durch die unterschiedlichen Ansätze der Länder bei der Ausgestaltung der Pläne erklärt.

Die Ergebnisse der Auswertungen führen zu dem Schluss, dass neben einer relativ hohen Vorbelastung durch Emissionen außerhalb des Verursachergebiets, die nur ungenau differenziert werden, die Dieselrußemissionen vor allem durch den Kfz-Verkehr im urbanen Bereich als wichtigste Emissionsgröße gemindert werden muss. Deshalb wurde im zweiten Teil der Untersuchungen das Minderungspotenzials von Maßnahmen zur Reduktion primärer PM_{10} -Emissionen in Form von Dieselrußpartikeln abgeschätzt. Ergänzend dazu werden Umsetzungsebenen, Kostenschätzungen und Voraussetzungen sowie Hemmnisse für die einzelnen Maßnahmen angegeben.

2 Analysemethoden und Ergebnisse der Luftreinhalte- und Aktionspläne in Deutschland

2.1 Einführung

Das Kapitel 2.2 beschreibt die Datenlage der Luftreinhalte- und Aktionspläne, die in die Auswertungen eingeflossen ist. Dazu wird die gemessene Situation in den Jahren 2002 und 2003 für NO₂ und PM₁₀ dargestellt und die Veröffentlichung der Pläne aufgeführt.

Im Kapitel 2.3 werden die Methoden und die geforderten Analysen der Luftreinhalte- und Aktionspläne beschrieben und vergleichend zusammengestellt. Dabei wird neben der Darstellung der unterschiedlichen Gebietsdefinitionen die Verursacheranalyse, die Betroffenheitsabschätzung und die Prognose zukünftiger Belastungssituationen ausgewertet.

2.2 Datenlage

2.2.1 Messdaten für NO₂ und PM₁₀

2.2.1.1 Messdaten 2002

Die Messdaten des Jahres 2002, die den Luftreinhalteplänen zu Grunde liegen, sind für NO₂ in Abbildung 2-1 und für PM₁₀ in Abbildung 2-2 dargestellt.

Die Jahresmittelwerte von NO₂ liegen zum großen Teil im Wertebereich von 57 µg/m³ bis 70 µg/m³. Die größte Häufung von Werten über 70 µg/m³ liegt im Großraum Stuttgart und als Einzelwert in Freiburg.

Bis auf die industriebezogene Messung von PM₁₀ in Duisburg liegen die Jahresmittelwerte von PM₁₀ in einem Wertebereich von 40 µg/m³ bis 43 µg/m³ und damit unterhalb des im Jahr 2002 zulässigen Grenzwerts mit Toleranz. Bei den Überschreitungshäufigkeiten des Tagesgrenzwerts mit und ohne Toleranz ist eine größere Varianz festzustellen. Dabei liegt die Anzahl der Überschreitungen des ab 2005 gültigen Grenzwerts immer deutlich über den erlaubten 35.

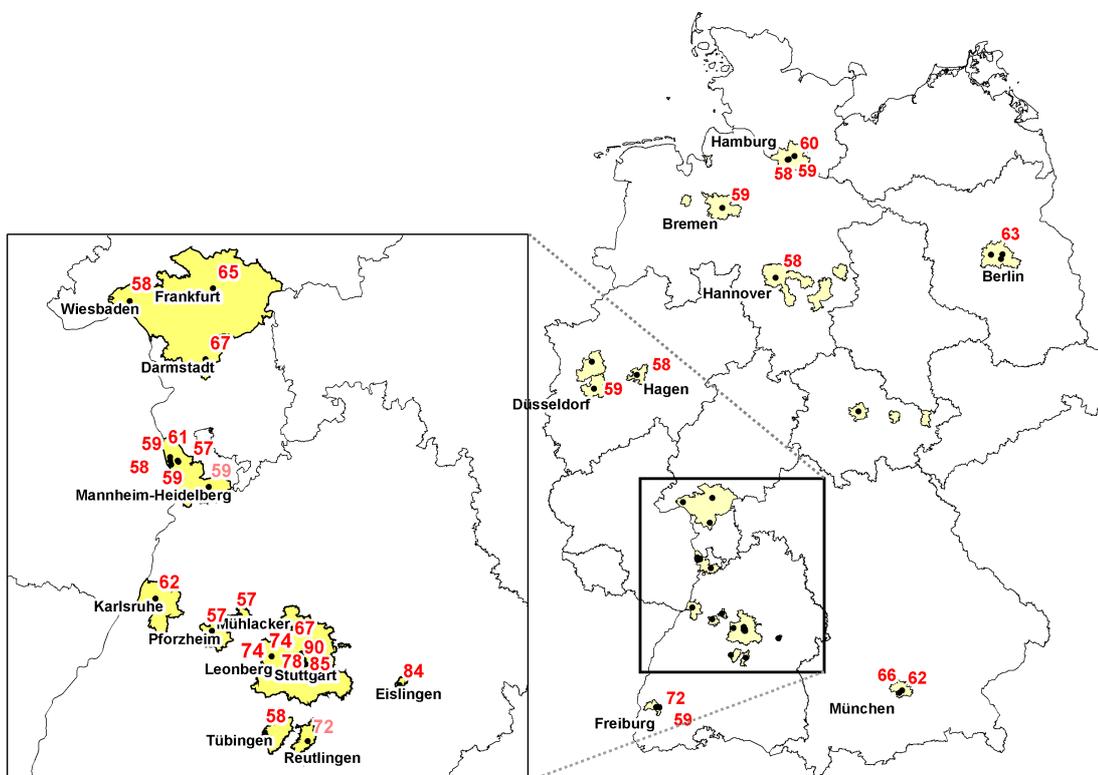


Abbildung 2-1: Gemessene Jahresmittelwerte NO₂ im Jahr 2002

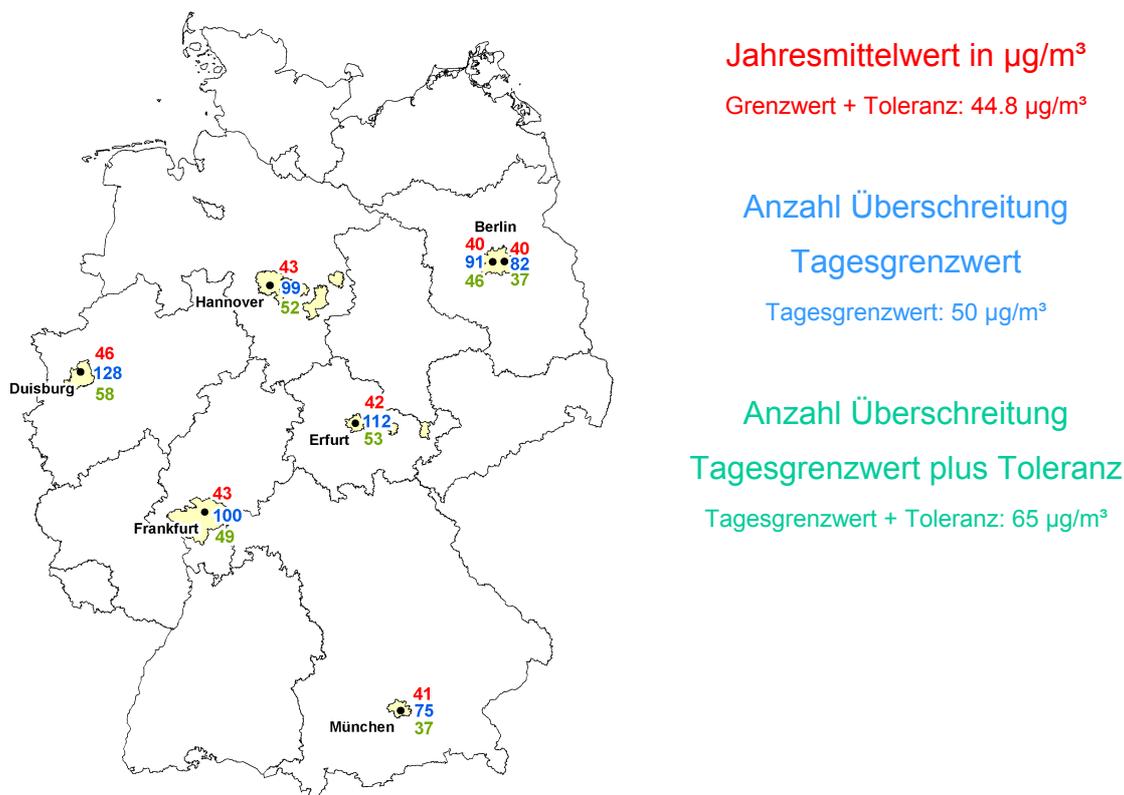


Abbildung 2-2: Kenngrößen der PM₁₀-Messungen im Jahr 2002

2.2.1.2 Messdaten 2003

In Ergänzung zu den Messdaten des Jahres 2002 zeigen Karten für NO₂ in Abbildung 2-3 und für PM₁₀ in Abbildung 2-4 die Messdaten für 2003. Die dargestellten Daten wurden vom UBA zur Verfügung gestellt, da die Luftreinhaltepläne für das Bezugsjahr 2003 zum Zeitpunkt der Auswertung nicht vorlagen.

2.2.2 Luftreinhalte- und Aktionspläne bis Oktober 2005

2.2.2.1 Datenbasis der Luftreinhaltepläne mit Bezugsjahr 2002

Als Datenbasis dienten die vorhandenen Luftreinhaltepläne und die von den Bundesländern an das UBA bzw. an die EU gelieferten Fragebogen zu den Luftreinhalteplänen. Wo notwendig wurden zusätzliche Literaturstellen ausgewertet, auf die in den Luftreinhalteplänen verwiesen wird. Für die Verursacheranalyse in Baden-Württemberg wurde eine Veröffentlichung der UMEG [UMEG 2003] ausgewertet.

Im Jahre 2002 wurden von den Bundesländern in Deutschland 29 Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte inklusive der im betreffenden Jahr geltenden Toleranzmargen gemeldet (Tabelle 2-1).

Der Grenzwert mit Toleranz lag dabei für den Jahresmittelwert von NO_2 bei $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für den Jahresmittelwert von PM_{10} bei $44,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der PM_{10} -Tagesmittelwert von $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durfte maximal 35 mal überschritten werden.

Tabelle 2-1: Auslösende Überschreitungsfälle 2002 und Stand der Luftreinhaltepläne

Land	NO2 JMW	PM10 JMW	PM10 TMW	Bericht an die EU	Luftreinhalte- plan	Stand	Seitenzahl
Baden-Württemberg							
Stuttgart	x			x			
Leonberg	x			x			
Eislingen	x			x			
Pforzheim	x			x			
Mühlacker	x			x			
Reutlingen	x			x			
Mannheim	x			x			
Mannheim; Heidelberg	x			x			
Karlsruhe	x			x			
Freiburg-Ebnat	x			x			
Freiburg-Oberau	x			x			
Tübingen	x			x			
Bayern							
München	x		x	x	x	Sep 04	118
Berlin	x		x	x	Entwurf	Feb 05	33 + 103
Bremen	x			x	Entwurf	(30.12.04)	
Hamburg	x			x	x	Okt 04	51
Hessen							
Frankfurt	x		x				
Darmstadt	x			x	Entwurf	1.11.04	84
Wiesbaden	x						
Niedersachsen							
Hannover	x		x	x	Entwurf	4.1.05	21
Nordrhein-Westfalen							
Düsseldorf	x			x	x	11.10.04	63
Duisburg		x	x	x	x	(9.11.04)	64
Hagen	x			x	x	(22.10.04)	40
Thüringen							
Erfurt			x	x	Entwurf	Dez 04	89
Anzahl Überschreitungsfälle	22	1	6				

Das Hauptproblem lag 2002 beim Jahresmittelwert NO₂ mit 22 Überschreitungsfällen, in 6 Fällen wurde der zulässige Tagesgrenzwert von PM₁₀ überschritten und nur in einem Fall der Jahresgrenzwert von PM₁₀. Bis auf die Überschreitungsfälle in Erfurt und Duisburg traten die Überschreitungen des Tagesgrenzwerts von PM₁₀ gleichzeitig mit den Überschreitungen des Jahresmittelwerts von NO₂ auf. In allen Fällen bis auf Duisburg wurden die Überschreitungen an urbanen verkehrsbezogenen Messstellen ermittelt. Die Überschreitung in Duisburg lag an einer urbanen industriebezogenen Messstelle vor.

In Tabelle 2-1 wird neben den Überschreitungsfällen die Bearbeitungsstände der Luftreinhaltepläne aufgelistet. Es wurden 10 Luftreinhaltepläne zu den Überschreitungsfällen des Jahres 2002 vorgelegt (Datenstand 29.4.2005). Dieser Datensatz wird im Folgenden „Ausgangsdatensatz“ genannt. In zwei Fällen handelt es sich um einen kombinierten Luftreinhalte- und Aktionsplan (Berlin,

Hannover). Umfang und Qualität der Luftreinhaltepläne sind von höchst unterschiedlichem Charakter.

Zu allen 12 Überschreitungsfällen des Landes Baden-Württemberg liegen keine Luftreinhaltepläne vor (Farbgebung türkis in Tabelle 2-1).

Sofern ein Plan vom Verfasser nicht explizit als „Entwurf“ bezeichnet wurde, erhielt er die Zuordnung „Endfassung“. Es wurden 5 Endfassungen und 5 Entwürfe veröffentlicht. (Farbgebung dunkel- und hellgrün in Tabelle 2-1).

In der Spalte „Stand“ wurde das in der Textform angegebene Veröffentlichungsdatum aufgenommen. Die Angabe eines Datums in Klammern bedeutet, dass das Datum dem Stand der pdf-Datei entnommen wurde, da das Datum der Veröffentlichung nicht im Plan genannt wurde.

Die Pläne sind von sehr unterschiedlichem Umfang. Die Seitenzahl variiert zwischen 21 und 136 Seiten, der Mittelwert der Seitenzahl beträgt 67.

Abbildung 2-5 zeigt die Gebiete mit gemeldeten Überschreitungsfällen im Jahr 2002.

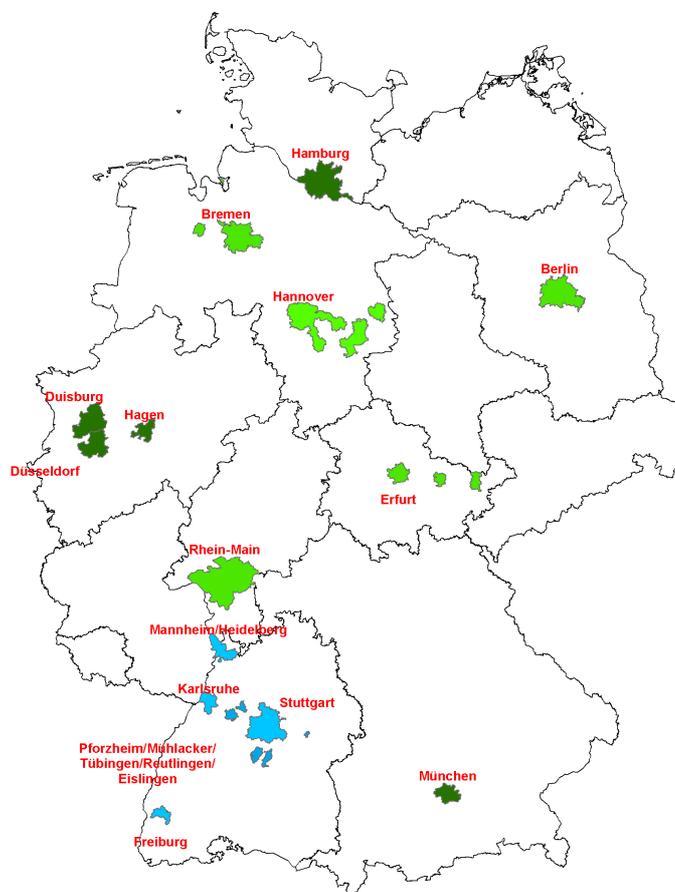


Abbildung 2-5: Gebiete mit gemeldeten Überschreitungsfällen 2002 (Die Farbklassierung entspricht der Klassierung in Tabelle 2-1)

2.2.2.2 Datenbasis der Luftreinhalte- und Aktionspläne mit den Bezugsjahren 2002 bis 2005

Auf Grund der Vielzahl von veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionsplänen im Jahr 2005 wurde die Datenbasis auf Pläne erweitert, die bis Oktober 2005 veröffentlicht waren. Tabelle 2-2 führt die Datenlage zu den verwendeten Luftreinhalte- und Aktionsplänen auf, die auf Messdaten der Jahre 2002 bis 2005 basieren.

Jedem Plan wurde eine eindeutige Identifikationsnummer (ID_LRP/AP) zugeordnet. Insgesamt liegen 62 Veröffentlichungen vor. Sie beziehen sich auf 49

Überschreitungsfälle des Tagesmittelwerts von PM₁₀ und auf 10 Überschreitungsfälle des Jahresmittelwerts von PM₁₀ sowie auf 24 Überschreitungsfälle des Jahresmittelwerts von NO₂. Die Überschreitung des Jahresmittelwerts von Benzol wurde einmal genannt.

In 45 Fällen wurde ein Luftreinhalteplan vorgelegt, in 33 Fällen ein Aktionsplan, auch die Kombination von Luftreinhalte- und Aktionsplan ist möglich. Sofern ein Plan vom Verfasser nicht explizit als „Entwurf“ bezeichnet wurde, erhielt er die Zuordnung „Endfassung“. Es wurden 32 Endfassungen und 30 Entwürfe veröffentlicht.

In der Spalte „Stand“ wurde das in der Textform angegebene Veröffentlichungsdatum aufgenommen. Die Angabe eines Datums in Klammern bedeutet, dass das Datum dem Stand der pdf-Datei entnommen wurde, da das Datum der Veröffentlichung nicht im Plan genannt wurde. Die Pläne sind von sehr unterschiedlichem Umfang. Die Seitenzahl variiert zwischen 3 und 200 Seiten, der Mittelwert der Seitenzahl beträgt 56.

Tabelle 2-2: Datenlage zu den veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionsplänen der Jahre 2002 bis 2005

ID LRP /AP	Gebiet	ÜS NO ₂ JMW	ÜS PM ₁₀ JMW	ÜS PM ₁₀ TMW	ÜS Benzol JMW	LRP	AP	Endfassg. / Entwurf	Bezugsjahr	Stand	Seitenzahl
Baden-Württemberg											
1	Freiburg	x				LRP		Entwurf	2003+2004	13.7.05	99
2	Heidelberg	x				LRP	AP	Entwurf	2002+2003	8.9.05	80
3	Ilsfeld	x		x		LRP	AP	Entwurf	2004	Aug 05	38
4	Karlsruhe	x				LRP	AP	Entwurf	2002+2003	23.9.05	82
5	Leonberg	x				LRP		Entwurf	2002-2004	Aug 05	28
6	Ludwigsburg	x		x		LRP	AP	Endfsg.	2004	Aug 05	59
7	Mannheim	x		x		LRP	AP	Entwurf	2002+2003	10.8.05	102
8	Mühlacker	x				LRP	AP	Entwurf	2002+2003	9.9.05	66
9	Pforzheim	x				LRP	AP	Entwurf	2002+2003	7.9.05	77
10	Pleidelsheim	x		x		LRP	AP	Entwurf	2004	Aug 05	42
11	Schwäbisch-Gmünd	x		x		LRP	AP	Endfsg.	2004	Aug 05	42
12	Stuttgart	x		x		LRP ¹	AP	Entwurf	2002-2004	18.6.05	75
13	Tübingen + Reutlingen	x				LRP	AP	Entwurf	2002+2003	Juli 05	134
Bayern											
14	Ansbach			x		LRP		Entwurf	2003	31.8.04	84
15	Arzberg			x		LRP		Endfsg.	2003	(15.7.04)	38
16	Augsburg	x	x	x		LRP		Entwurf	2003	Aug 04	102
17	Lindau			x		LRP		Endfsg.	2003	(14.3.05)	31
18	München			x			AP	Entwurf ²	2005	Juli 05	3
19	München	x	x	x		LRP		Endfsg.	2002+2003	Sep 04	118
20	Nürnberg / Fürth / Erlangen			x			AP	Entwurf ³	2005	Juli 05	15
21	Nürnberg / Fürth/ Erlangen		x	x		LRP		Entwurf	2003	31.8.04	200
22	Passau		x	x		LRP		Endfsg.	2002+2003	(21.12.04)	76
23	Regensburg			x		LRP		Endfsg.	2002+2003	(25.1.05)	72
24	Schwandorf			x		LRP		Endfsg.	2002+2003	(25.1.05)	70
25	Weiden			x		LRP		Endfsg.	2002+2003	(25.1.05)	67

¹ Maßnahmenband für Teilplan Stuttgart und drei Grundlagenbände für 2002-2004: 2002: Stuttgart, Leonberg, Eislingen; 2003: Stuttgart, Leonberg; 2004: Stuttgart, Ludwigsburg, Pleidelsheim, Schwäbisch Gmünd, Ilsfeld, Leonberg, Heilbronn, Schwäbisch Hall, Ditzing

² LKW-Umleitungskonzept

³ Maßnahmenkatalog

ID LRP /AP	Gebiet	ÜS NO ₂ JMW	ÜS PM ₁₀ JMW	ÜS PM ₁₀ TMW	ÜS Ben- zol JMW	LRP	AP	End- fassg. / Ent- wurf	Bezugs- jahr	Stand	Sei- ten- zahl
26	Würzburg			x		LRP		Entwurf	2003	20.7.04	92
Berlin											
27	Berlin	x		x		LRP	AP	Endfsg.	2002	Aug 05	35 ⁴
Brandenburg											
28	Nauen			x		LRP		Endfsg.	1998-2003	27.7.04	50
29	Neuruppin			x		LRP ⁵		Endfsg.	2005	Aug 05	33
Bremen											
30	Bremen - Neu- enlander Str.			x			AP	Endfsg.	2004+2005	(15.6.05)	8
31	Bremen	x				LRP		Entwurf	2002	(30.12.04)	7
Hamburg											
32	Hamburg	x				LRP		Endfsg.	2002	Okt 04	51
Hessen											
33	Darmstadt			x			AP	Endfsg.	2005	28.6.05	19
34	Frankfurt			x			AP	Endfsg.	2005	Okt 05	46
35	Rhein-Main ⁶	x		x		LRP		Endfsg.	2002	2.5.05	88
Niedersachsen											
36	Braunschweig			x			AP ⁷	Endfsg.	2005	4.4.05	9
37	Hannover	x		x		LRP ⁸	AP	Entwurf	2002	4.1.05	21
Nordrhein-Westfalen											
38	Castrop- Rauxel				x	LRP		Entwurf	2003	(6.9.05)	57
39	Dortmund - Brackeler Str.		x	x			AP	Endfsg.	2004	Juni 05	34
40	Düsseldorf - Ludenberger Straße			x			AP	Entwurf	2004	26.9.05	17
41	Düsseldorf - Südl. Innen- stadt			x			AP	Endfsg.	2003-2005	1.6.05	16
42	Düsseldorf - Südl. Innen- stadt	x				LRP		Endfsg.	2002	11.10.04	63
43	Düsseldorf - Südl. Innen- stadt		x	x		LRP ⁹		Entwurf	2003	26.9.05	60

⁴ und 104 Seiten Anhang⁵ Kombiniertes Luftreinhalte- und Lärminderungsplan⁶ Ballungsraum Rhein-Main mit Frankfurt, Darmstadt, Wiesbaden und Offenbach⁷ Sofortprogramm⁸ und Materialienbände⁹ Fortschreibung LRP

ID LRP /AP	Gebiet	ÜS NO ₂ JMW	ÜS PM ₁₀ JMW	ÜS PM ₁₀ TMW	ÜS Ben- zol JMW	LRP	AP	End- fassg. / Ent- wurf	Bezugs- jahr	Stand	Sei- ten- zahl
44	Duisburg – Nord ¹⁰		x	x			AP	Endfsg.	2003-2005	1.8.05	21
45	Duisburg – Nord ¹¹		x	x		LRP		Endfsg.	2002	(9.11.04)	64
46	Duisburg – Nord II ¹²			x		LRP		Entwurf	2003	(1.9.05)	66
47	Essen - Glad- becker Str.			x			AP	Endfsg.	2004	16.6.05	29
48	Hagen - Innenstadt	x				LRP		Endfsg.	2002	(22.10.04)	40
49	Hagen - Innenstadt			x		LRP 13	AP	Entwurf	2003-2005	Juli 05	42
50	Krefeld - Hafen		x	x			AP	Entwurf	2003-2005	(14.6.05)	25
51	Krefeld - Hafen		x	x		LRP		Entwurf	2003	(22.8.05)	53
52	Tagebau Hambach			x			AP	Endfsg.	2004	29.9.05	26
53	Wuppertal - Barmen Stein- weg			x			AP	Endfsg.	2005	(8.7.05)	27
Rheinland-Pfalz											
54	Ludwigshafen – Heinigstr.			x		LRP		Endfsg.	2003+2004	März 05	59
55	Mainz - Par- cusstr.			x		LRP	AP	Endfsg.	2003-2005	Sep 05	52
Sachsen											
56	Leipzig			x			AP	Endfsg.	2005	(30.6.05)	18
57	Leipzig	x		x		LRP		Endfsg.	2003	15.9.05	110
Sachsen-Anhalt											
58	Aschersleben			x		LRP	AP	Entwurf	2003+2004	15.6.05	87
59	Halle			x			AP	Entwurf	2003-2005	Mai 05	21
Schleswig-Holstein											
60	Itzehoe	x				LRP		Entwurf	2003	12.8.05	88
Thüringen											
61	Erfurt			x			AP	Entwurf	2005	Juli 05	20
62	Erfurt			x		LRP		Endfsg.	2002	(20.7.05)	88
Anzahl Über- schreitungsfälle		24	10	49	1						

¹⁰ Standorte Bruckhausen und Marxloh¹¹ Duisburg-Bruckhausen¹² Duisburg-Marxloh¹³ AP und 1. Fortschreibung LRP

Die Daten aus Tabelle 2-2 werden für Interessierte auch im Internet zur Verfügung gestellt, sie finden sich unter <http://www.ivu-umwelt.de/projekte/lrp/liste.php>.

Diese Datenbasis wurde durch intensive Recherchen im Internet erstellt, das sich als vorherrschende und praktikable Veröffentlichungsform etabliert hat. Hierzu wurde für alle 16 Bundesländer die offiziellen Seiten der Landesregierungen, der für die Umwelt zuständigen Landesministerien und der zuständigen Verwaltungsstellen nach Informationen zu den Stichworten „Luftreinhalteplan“, „Luftreinhaltung“, „Aktionsplan“, „Feinstaub“, „Schwebstaub“, „Maßnahmen Luftreinhaltung“, „Luftrein*“ durchsucht.

Mit den gleichen Stichworten wurden für jedes Bundesland die Internetseiten von Nichtstaatlichen Organisationen (NGO) und Parteien durchsucht, um mögliche Belastungsschwerpunkte aufzufinden, die in den Verwaltungsseiten nicht aufgeführt werden. Bei Städten, die in Zusammenhang mit den o. g. Suchbegriffen gefunden wurden, wurden zudem die jeweiligen städtischen Internetseiten nach Informationen durchsucht.

Auf der Basis der vom UBA im Internet unter <http://www.env-it.de/luftdaten/trsyear.fwd> veröffentlichten Liste der Messstationen mit Tagen im laufenden Jahr, an denen der zulässige Grenzwert für PM₁₀ überschritten wurde, wurde nach Informationen im Internet gesucht. Zudem wurden die Daten laufend aktualisiert, z. B. wenn ein Entwurf von einer Endfassung abgelöst wurde. Abbildung 2-6 stellt die Entwicklung der Gesamtzahl der in den Jahren 2004 und 2005 veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionspläne dar. Abbildung 2-7 zeigt die Zahl der Neuzugänge pro Monat, ebenfalls dargestellt für die in den Jahren 2004 und 2005 veröffentlichten Pläne.

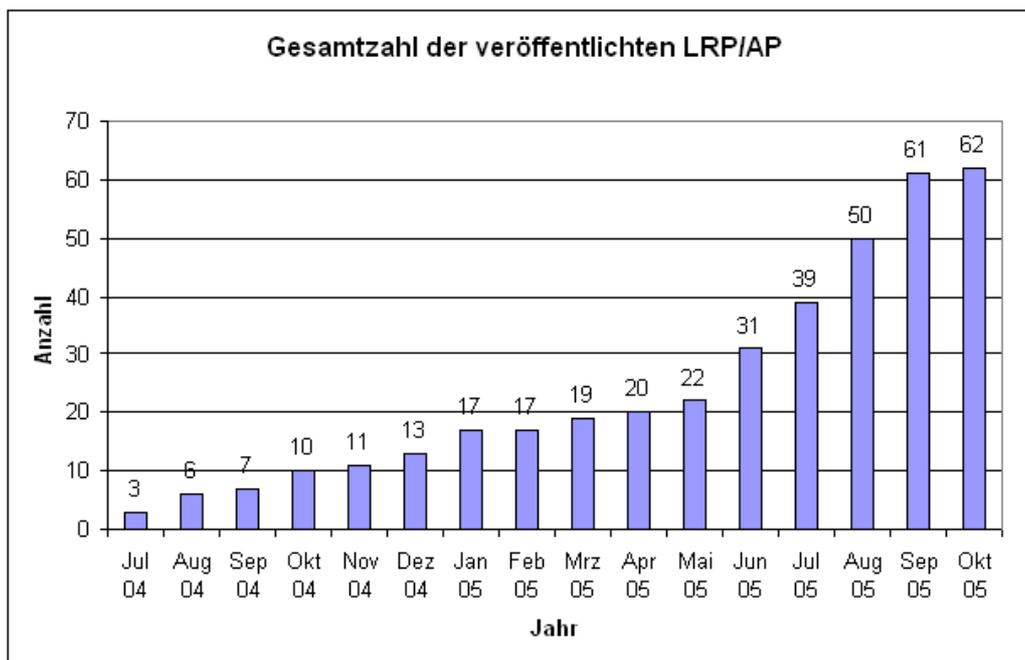


Abbildung 2-6: Gesamtzahl der veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionspläne

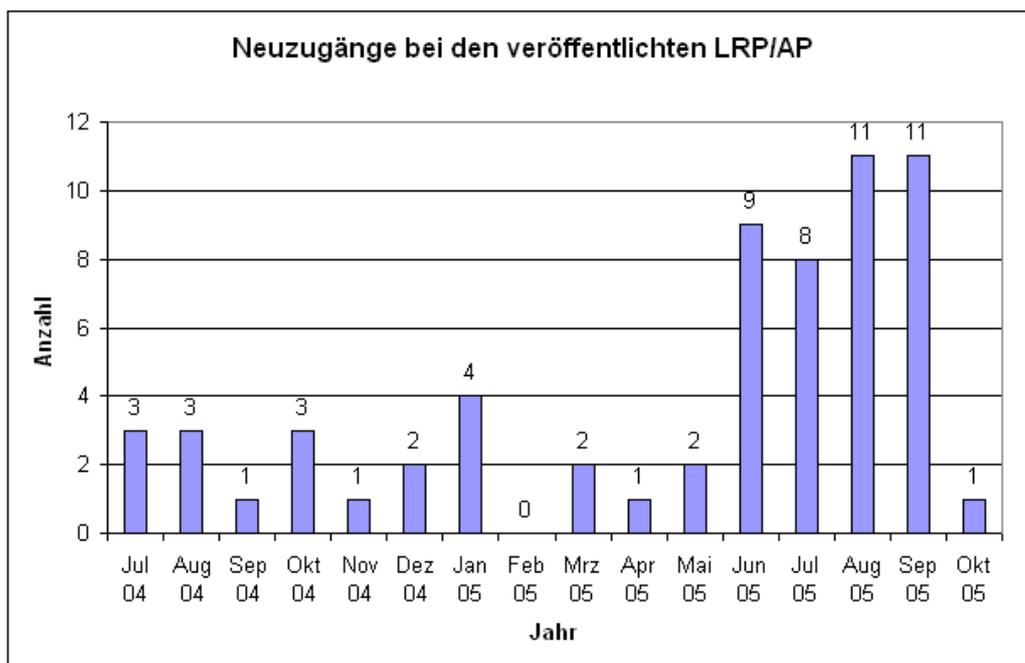


Abbildung 2-7: Monatlicher Zuwachs bei den veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionsplänen

Wie in Tabelle 2-2 ausgeführt, liegen 62 Veröffentlichungen zu den verfügbaren Luftreinhalte- und Aktionsplänen vor, die auf Messdaten der Jahre 2002 bis 2005 basieren.

Bei 49 der vorliegenden 62 Plänen werden Überschreitungsfälle des Tagesmittelwerts von PM_{10} genannt. Hierbei handelt es sich um 28 Aktionspläne, 11 davon sind kombinierte Luftreinhalte- und Aktionspläne. Bei 21 Plänen liegen reine Luftreinhaltepläne vor. In 10 Plänen wird zudem die Überschreitung des Jahresmittelwerts von PM_{10} genannt, es liegt dann immer auch die Überschreitung des Tagesmittelwerts vor. Bei zwei Plänen handelt es sich um die erste Fortschreibung des Luftreinhalteplans (Düsseldorf-Südl. Innenstadt, Hagen-Innenstadt). Ein „Sofortprogramm“ aus Braunschweig und ein „LKW-Umleitungskonzept“ aus München wurde in der Tabelle 2-2 als Aktionspläne mit aufgenommen.

Bei 45 Plänen liegt der Verursacherschwerpunkt klar bei dem Kfz-Verkehr, so dass die aufgeführten Maßnahmen vorrangig auf diesen Bereich zielen. In zwei Plänen werden als Mitverursacher neben dem Kfz-Verkehr großangelegte Bautätigkeiten im Plangebiet genannt (LRP Ludwigshafen und AP Leipzig). Der Verursacherschwerpunkt Industrie wird in drei Plänen genannt, dies sind der Aktionsplan Duisburg-Nord, der Luftreinhalteplan Duisburg-Nord (Duisburg – Bruckhausen) sowie der Luftreinhalteplan Duisburg-Nord II (Duisburg – Marxloh). Im Aktionsplan Tagebau Hambach wird als Verursacherschwerpunkt der Tagebau genannt. Bei zwei Plänen wird zusätzlich ein besonderes Augenmerk auf Lärminderung gelegt (Neuruppin und Aschersleben). Neuruppin hat einen ksombinierten Luftreinhalte- und Lärminderungsplan veröffentlicht

Für alle 49 vorliegenden Pläne mit Überschreitungsfällen des Tagesmittelwerts von PM_{10} wurde die Immissionssituation (sowohl räumlich als auch verursacherbezogen) und die Emissionssituation zusammengestellt (Kapitel 2.3.3).

Bei der Aufbereitung der Daten zur Emissions- und Immissionsanalyse wurde wie folgt vorgegangen: In zwei Plänen wird als Gebiet jeweils ein Ballungsraum

genannt. Die Daten des Ballungsraums Rhein-Main (# 35) wurden den Städten Frankfurt (# 35-F), Darmstadt (# 35-D) und Wiesbaden (# 35-W) zugeordnet. Die Daten des Ballungsraums Nürnberg/Fürth/Erlangen (# 21) wurden den Städten Nürnberg (# 21-N) und Fürth (# 21-F) zugeordnet (vgl. Tabelle 2-7 bis Tabelle 2-9)

Liegen mehrere Pläne für ein Gebiet vor, z. B. sowohl ein Aktionsplan als auch ein Luftreinhalteplan, wurde zur kartografischen Darstellung eine beispielhafte Auswahl getroffen. Anhand der ID_LRP/AP lässt sich die Datenquelle eindeutig identifizieren.

Werden in einem Plan die Daten verschiedener Messstationen aufgeführt, wurde eine beispielhafte Messstation ausgewählt.

2.2.2.3 Abgleich mit Fragebogen zur Meldung an die EU – Bezugsjahr 2002

Die von den Bundesländern an das UBA bzw. an die EU gelieferten Fragebogen zu den Luftreinhalteplänen für das Überschreitungsjahr 2002 wurden mit den Luftreinhalteplänen, so weit vorhanden, verglichen.

Auf Grund der Tatsache, dass die Erstellung dieser Fragebogen zeitlich z. T. deutlich vor der Veröffentlichung der Luftreinhaltepläne bzw. der Entwürfe zu den Luftreinhalteplänen liegt, musste davon ausgegangen werden, dass die in den Fragebogen genannten Daten zu den Maßnahmen nicht identisch mit den Informationen der in der Untersuchung vorliegenden Texte der Luftreinhaltepläne sind.

Die in den Luftreinhalteplänen genannten Maßnahmen wurden jeweils mit den in den Fragebogen aufgeführten Maßnahmen verglichen. In einigen Luftreinhalteplänen werden deutlich mehr Maßnahmen genannt als in den entsprechenden Fragebogen. Details hierzu finden sich in Tabelle 2-3.

Tabelle 2-3: Vergleich der Anzahl der Maßnahmen laut Luftreinhalteplan und Fragebogen im Überschreitungsjahr 2002

Stadt	Anzahl Maßnahmen laut Fragebogen	Anzahl Maßnahmen laut Luftreinhalteplan	Anzahl Maßnahmen nur im Luftreinhalteplan	Anzahl Maßnahmen sowohl im Luftreinhalteplan als auch im Fragebogen
München	21	33	11	22
Berlin	21	27	9	18
Bremen	15	15	0	15
Hamburg	6	5	0	5
Rhein-Main	10	11	2	9
Hannover	6	6	0	6
Duisburg	0	2	2	0
Düsseldorf	3	7	4	3
Hagen	6	6	0	6
Erfurt	29	32	3	29
Summe	117	144	31	113
Prozent		100%	21,5%	78,5%

Die Einträge in Spalte 2 und Spalte 5 können sich unterscheiden, da für Spalte 5 die Maßnahmen aus den Fragebogen teilweise zusammengeführt oder aufgesplittet wurden, um eine bessere Vergleichbarkeit der Maßnahmen zu erzielen.

In einigen Luftreinhalteplänen wurden deutlich mehr Maßnahmen genannt als in den entsprechenden Fragebogen. Werden die Maßnahmen aller Luftreinhaltepläne betrachtet, so sind 78,5 % der Maßnahmen auch in den Fragebogen genannt, 21,5 % der Maßnahmen wurden erstmals im Luftreinhalteplan aufgeführt.

2.2.2.4 Abgleich mit Fragebogen zur Meldung an die EU – Bezugsjahr 2003

Für das Überschreitungsjahr 2003 wurden die von den Bundesländern an das UBA bzw. an die EU gelieferten Fragebogen zu den Luftreinhalteplänen verglichen mit der Liste der bis Oktober 2005 veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionspläne mit PM₁₀-Überschreitung.

Es liegen Fragebogen zu 34 PM₁₀-Überschreitungsfällen im Jahr 2003 vor, hierbei handelt es sich in 25 Fällen um die Überschreitung des Tagesmittelwerts und in 9 Fällen um die Überschreitung des Jahresmittelwerts. In 8 Fällen der Überschreitung des Jahresmittelwerts wurde auch der Tagesmittelwert überschritten, einzig Passau nennt ausschließlich die Überschreitung des Jahresmittelwerts.

In Tabelle 2-4 werden diese PM₁₀-Überschreitungsfälle aufgeführt, zudem wird notiert, ob bis Oktober 2005 ein Luftreinhalte- oder Aktionsplan veröffentlicht wurde.

Im Jahr 2003 war die Situation bei PM₁₀ deutlich kritischer als 2002. So stieg die Anzahl an Verletzungen des Tagesgrenzwertkriteriums von 6 Überschreitungsfällen im Jahr 2002 (siehe Tabelle 2-1) auf 25 Überschreitungsfälle im Jahr 2003.

Tabelle 2-4: PM₁₀-Überschreitungsfälle des Jahres 2003 gemäß Fragebogen

Bundesland	Stadt oder Gemeinde	Daten aus den Fragebogen			LRP/AP (Veröffentl. bis Okt 2005)	
		Codenummer des Überschreitungs-falls	ÜS PM ₁₀ TMW	ÜS PM ₁₀ JMW	ID LRP/AP	Bezugs-jahr
Bayern	Augsburg	DEBY_E_07	x		16	2003
Bayern	Augsburg	DEBY_E_08		x	16	2003
Bayern	München	DEBY_E_04	x		18; 19	2002; 2003; 2005
Bayern	München	DEBY_E_05		x	18; 19	2002; 2003; 2005
Bayern	Ballungsraum Nürnberg/Fürth/Erlangen	DEBY_E_10	x		20; 21	2003; 2005
Bayern	Ballungsraum Nürnberg/Fürth/Erlangen	DEBY_E_09		x	20; 21	2003; 2005
Bayern	Passau	DEBY_E_11		x	22	2002; 2003
Bayern	Ansbach; Arzberg; Lindau Passau; Regensburg; Schwandorf; Weiden; Würzburg	DEBY_E_12	x		14; 15; 17; 22; 23; 24; 25; 26	2003; 2003; 2003; 2002; 2003; 2002; 2003; 2002; 2003; 2002; 2003; 2003
Berlin	Berlin	DEBE_E_03	x		27	2002
Berlin	Berlin	DEBE_E_05		x	27	2002
Brandenburg	Bernau	DEBB_E_01	x		liegt nicht vor	
Brandenburg	Cottbus	DEBB_E_02	x		liegt nicht vor	
Brandenburg	Frankfurt / Oder	DEBB_E_03	x		liegt nicht vor	
Hessen	Darmstadt	DEHE_E_8	x		33; 35	2002; 2005
Hessen	Frankfurt / Main	DEHE_E_9	x		34; 35	2002; 2005
Hessen	Kassel	DEHE_E_10	x		liegt nicht vor	
Hessen	Kassel	DEHE_E_11	x		liegt nicht vor	
Hessen	Wetzlar	DEHE_E_12	x		liegt nicht vor	
Niedersachsen	Braunschweig	DENI_E_08	x		36	2005
Niedersachsen	Braunschweig	DENI_E_07		x	36	2005
Niedersachsen	Hannover	DENI_E_05	x		37	2002
Niedersachsen	Hannover	DENI_E_04		x	37	2002
NRW	Düsseldorf	DENW_E_08	x		40; 41; 43	2003-2005
NRW	Düsseldorf	DENW_E_07		x	40; 41; 43	2003-2005
NRW	Duisburg	DENW_E_06	x		44; 45; 46	2002-2005
NRW	Hagen	DENW_E_09	x		49	2003-2005
NRW	Krefeld	DENW_E_12	x		50; 51	2003-2005

Bundesland	Stadt oder Gemeinde	Daten aus den Fragebogen			LRP/AP (Veröffentlg. bis Okt 2005)	
		Codenummer des Überschreitungs-falls	ÜS PM ₁₀ TMW	ÜS PM ₁₀ JMW	ID LRP/AP	Bezugs-jahr
NRW	Krefeld	DENW_E_11		x	50; 51	2003-2005
Rheinland-Pfalz	Ludwigshafen	DERP_E_01	x		54	2003; 2004
Rheinland-Pfalz	Mainz	DERP_E_02	x		55	2003-2005
Sachsen	Leipzig	DESN_E_01	x		56; 57	2003; 2005
Sachsen-Anhalt	Aschersleben	DEST_E_01	x		58	2003; 2004
Sachsen-Anhalt	Halle	DEST_E_02	x		59	2003-2005
Thüringen	Erfurt	DETH_E_02	x		61; 62	2002; 2005
Anzahl 2003		34	25	9		
		Anzahl Über-schreitungs-fälle 2003	ÜS PM₁₀ TMW	ÜS PM₁₀ JMW		

27 Städte oder Gemeinden mit PM₁₀-Überschreitungen im Jahr 2003 haben Luftreinhalte- oder Aktionspläne vorgelegt. 5 Städte oder Gemeinden mit PM₁₀-Überschreitungen im Jahr 2003 haben bis Oktober 2005 keinen Plan vorgelegt, dies sind Bernau, Cottbus, Frankfurt/Oder, Kassel und Wetzlar.

2.2.2.5 Datenbasis Maßnahmenschema

Für das Maßnahmenschema nach Kapitel 3 wurden 49 Pläne mit Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwerts in den Jahren 2002 bis 2005 ausgewertet, zudem wurden noch 4 Pläne mit NO₂-Überschreitungen des Jahres 2002 untersucht.

Zur Klassifizierung der Maßnahmen wurde ein Maßnahmenschema entwickelt. Das Maßnahmenschema wurde mit maßnahmenbezogenen Daten aus den 53 Luftreinhalte- und Aktionsplänen gefüllt. Insgesamt wurden 246 Maßnahmen in das Maßnahmenschema aufgenommen. Tabelle 2-5 gibt einen Überblick darüber, wie sich die Anzahl der aufgenommenen Maßnahmen zusammensetzt. In Klammern wird zu jedem aufgeführten Plan eine Identifikationsnummer (# ID_LRP/AP) genannt.

Tabelle 2-5: Datenstand Maßnahmenschema

Analyse Pläne 2002 (Maßnahme 1 bis 144) Aus zehn Plänen wurden alle Maßnahmen aufgenommen: Berlin (LRP/AP, # 27), Bremen (LRP, # 31), Düsseldorf (LRP, # 42), Duisburg (LRP, # 45), Erfurt (LRP, # 62), Hagen (LRP, # 48), Hamburg (LRP, # 32), Hannover (LRP/AP, # 37), München (LRP, # 19), Rhein-Main (LRP, # 35). Hierzu existiert eine statistische Analyse (vgl. 3. Zwischenbericht). Sechs Pläne davon nennen Überschreitungen des PM ₁₀ -TMW: Berlin (LRP/AP, # 27), Duisburg (LRP, # 45), Erfurt (LRP, # 62), Hannover (LRP/AP, # 37), München (LRP, # 19), Rhein-Main (LRP, # 35). Die restlichen vier Pläne nennen ausschließlich NO ₂ -Überschreitungen.	144 Maßnahmen
Fragebogen B-W 2002 (Maßnahme 145 bis 151)	7 Maßnahmen
Analyse Pläne 2003 – 2005, Teil I (Maßnahme 152 bis 236) Aus weiteren fünf Plänen mit Überschreitungen des PM ₁₀ -TMW wurden alle Maßnahmen aufgenommen: Frankfurt (AP, # 34), Leipzig (LRP, # 57), Mannheim (LRP/AP, # 7), München (AP, # 18), Stuttgart (LRP/AP, # 12).	85 Maßnahmen
Anzahl der Maßnahmen aus o. g. 15 Luftreinhalte- und Aktionsplänen: 236 Maßnahmen	
Alle 49 Pläne mit Überschreitungen des PM ₁₀ -TMW wurden einer Maßnahmen-Analyse nach ausgewählten Schwerpunkten unterzogen.	
Analyse Pläne 2003 – 2005, Teil II (Maßnahme 237 bis 246) Aus den verbleibenden 38 Plänen mit Überschreitungen des PM ₁₀ -TMW wurden „neue“ Maßnahmen ausgewählt, d.h. Maßnahmen, die in den bisherigen Auswertungen nicht schon mehrfach genannt wurden. Die beispielhaft ausgewählten Maßnahmen stammen aus neun Plänen: Aschersleben (LRP/AP, # 58), Essen-Gladbecker St. (AP, # 47), Halle (AP, # 59), Leipzig (AP, # 56), Ludwigsburg (LRP/AP, # 6), Ludwigshafen (LRP, # 54), Mainz (LRP/AP, # 55), Nauen (LRP, # 28), Neuruppin (LRP, #v29).	10 Maßnahmen
Gesamtzahl der Maßnahmen im Schema	246 Maßnahmen

2.3 Methoden und Ergebnisse der Analysen zu den Luftreinhalte- und Aktionsplänen

2.3.1 Gebietsdefinitionen

Die einzelnen Untersuchungen zu Emissionen und Immissionen im Rahmen der Ursachenanalyse und Betroffenenanalyse in den Luftreinhalteplänen basieren auf unterschiedlich definierten Gebieten. Dabei werden verschiedene Gebietsbezeichnungen verwendet. Für eine vergleichende Auswertung ist ein einheitliches und durchgängiges Begriffsverständnis erforderlich. Als Ansatz wird die Gebietsdefinition aus den Luftreinhalteplänen aus Nordrhein-Westfalen verwendet, ergänzt um den Begriff des Beurteilungsgebiets.

- Das **Beurteilungsgebiet** sind Ballungsräume und Gebiete nach der 22. BImSchV §9 Abs. 2
- Das **Verursachergebiet** ist das Gebiet, in dem die Ursachen für die Überschreitungen des Grenzwerts bzw. des Grenzwerts plus Toleranz lokalisiert sind; im Regelfall ist dies auch der Bereich, in dem Minderungsmaßnahmen zur Einhaltung des Grenzwerts durchgeführt werden.
- Das **Überschreitungsgebiet** ist das Gebiet, für das aufgrund der Erhebung der Immissionsbelastung oder der rechnerischen Bestimmung von einer Überschreitung des Grenzwerts bzw. der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge auszugehen ist.
- Das **Plangebiet** setzt sich zusammen aus dem Überschreitungsgebiet für den jeweiligen Luftschadstoff und dem Verursachergebiet.

Abbildung 2-8 zeigt die durch die Bundesländer für das Bezugsjahr 2002 gemeldeten Beurteilungsgebiete der Bundesrepublik.

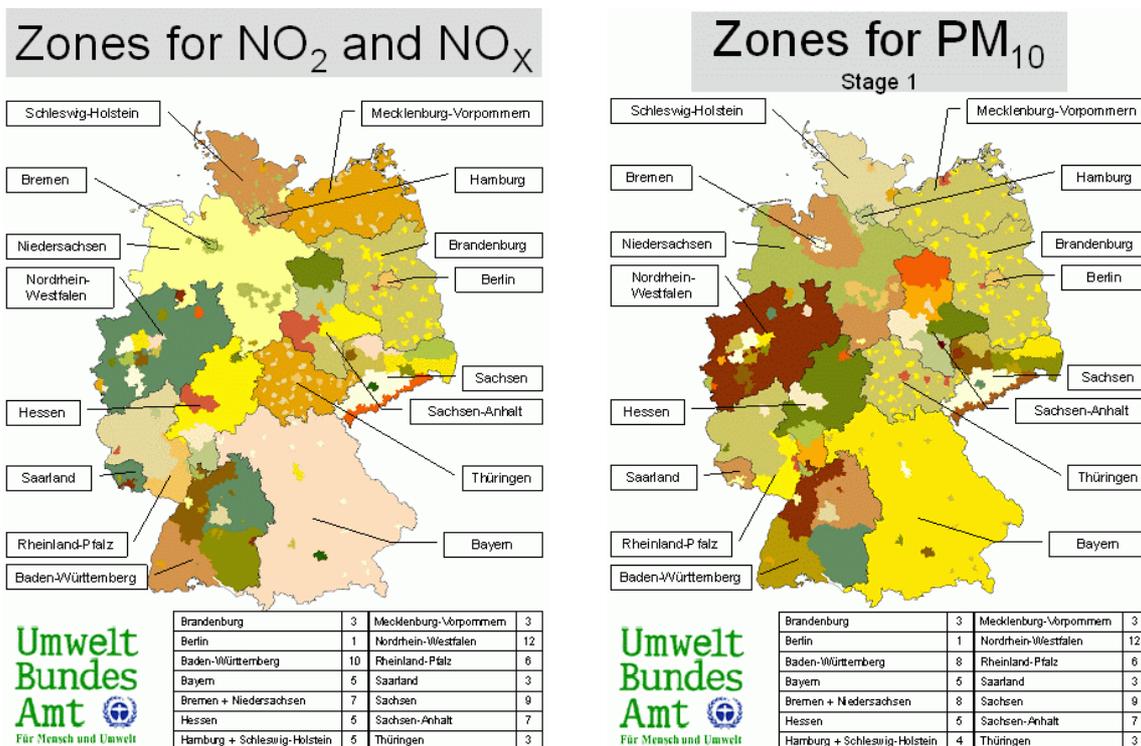


Abbildung 2-8: Beurteilungsgebiete NO_x, NO₂ und PM₁₀ für das Bezugsjahr 2002

Wendet man die Definitionen auf die Vorgehensweise der einzelnen Luftreinhaltepläne an, ergeben sich unterschiedliche Betrachtungsweisen. Dieses soll an vier Beispielen demonstriert werden. Zusätzlich ist in Abbildung 2-13 noch die kartographische Darstellung der Gebietsarten des Luftreinhalteplans Erfurt dargestellt. Die unterschiedlichen Größen der festgelegten Gebiete haben starken Einfluss auf die jeweiligen Auswertungen zur räumlichen Quellanalyse und zur Betroffenheitsanalyse. Eine Vereinheitlichung der Vorgehensweise ist angeraten.

Der Luftreinhalteplan in Düsseldorf wird für die südliche Innenstadt erstellt. Dabei wird als Verursacher- und Plangebiet ein Rechteck mit 12 km² um das Überschreitungsgebiet des Abschnittes der Corneliusstraße definiert (Abbildung 2-5).

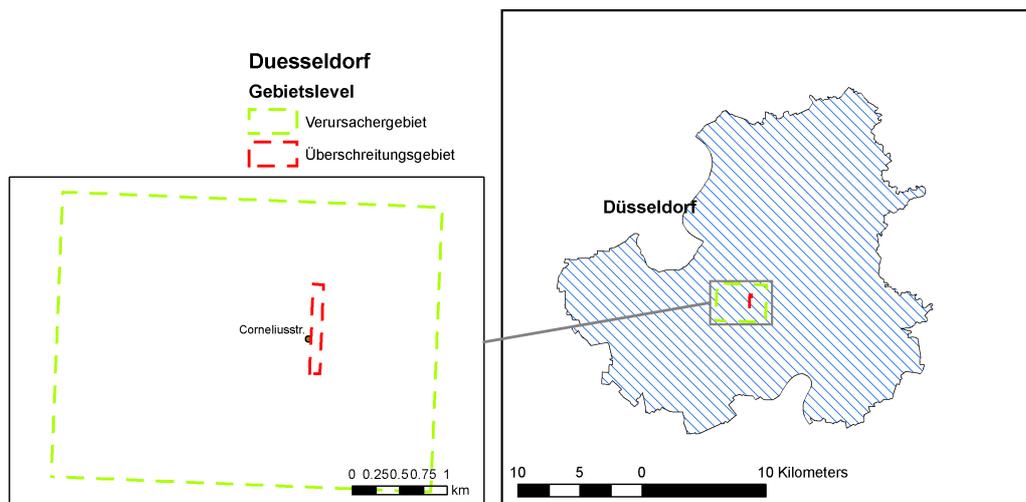


Abbildung 2-9: Gebietseinteilung Düsseldorf

Das Verursacher- und Plangebiet des Luftreinhalteplans Hamburg erstreckt sich über das gesamte Stadtgebiet, das sich mit nördlichen Randgemeinden zum Ballungsraum Hamburg ergänzt. Als Überschreitungsgebiete werden Straßenabschnitte der drei auslösenden Straßenmessenstationen definiert (Abbildung 2-10).

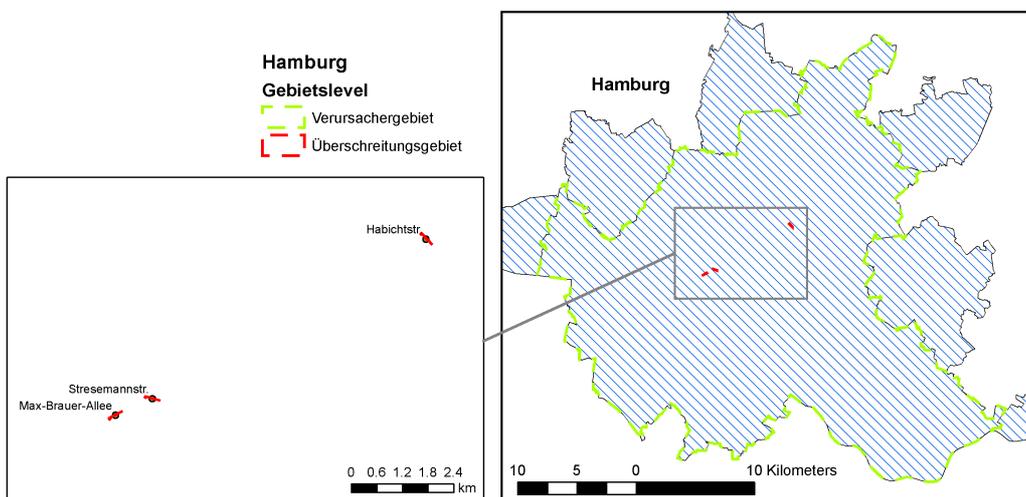


Abbildung 2-10: Gebietseinteilung Hamburg

Beim Luftreinhalteplan Rhein-Main ist das Plan- und Verursachergebiet identisch mit dem gemeldeten Ballungsraum. Als Überschreitungsgebiete werden

Straßenzüge im Nahbereich der auslösenden Messstellen benannt, für die mittels einer Schätzung Überschreitungen erwartet werden (Abbildung 2-11).

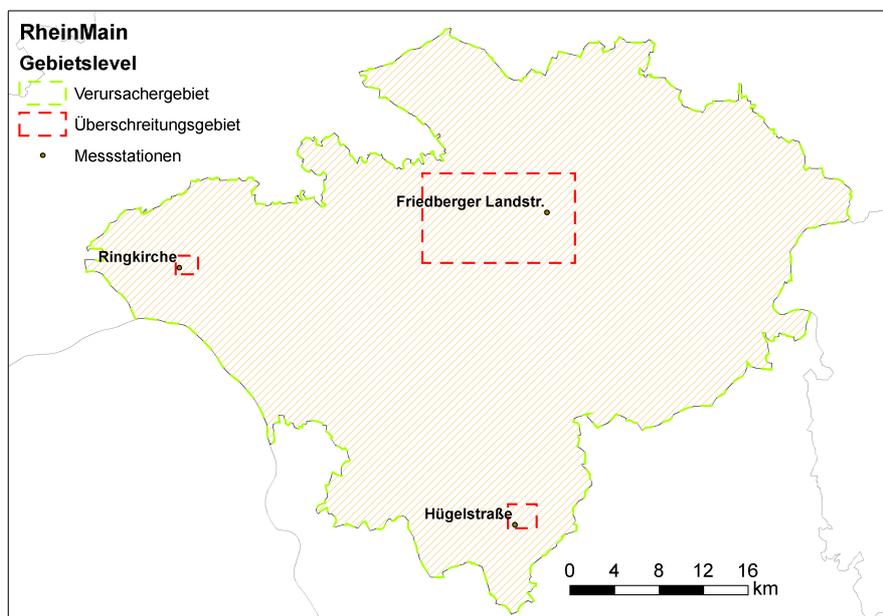


Abbildung 2-11: Gebietseinteilung Rhein-Main

Im Luftreinhalteplan Berlin umfassen alle Gebietsdefinitionen das Stadtgebiet von Berlin. Dabei werden als Überschreitungsgebiet alle Hauptverkehrsstraßen festgelegt, für die mittels Modellrechnungen Überschreitungen prognostiziert wurden (Abbildung 2-12).



Abbildung 2-12: Gebietseinteilung Berlin

Eine andere Gebietsdefinition wird im Luftreinhalteplan Erfurt festgelegt (siehe Abbildung 2-13), die sich nicht ohne weiteres in das Schema der Definition der NRW-Pläne übertragen lässt.

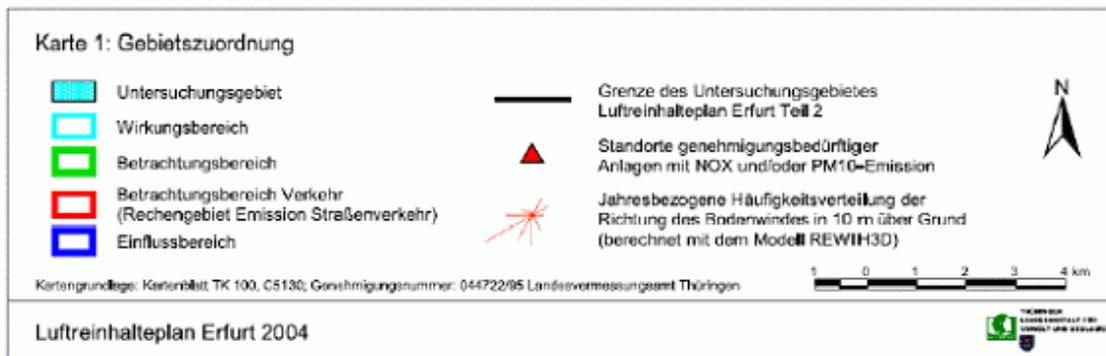
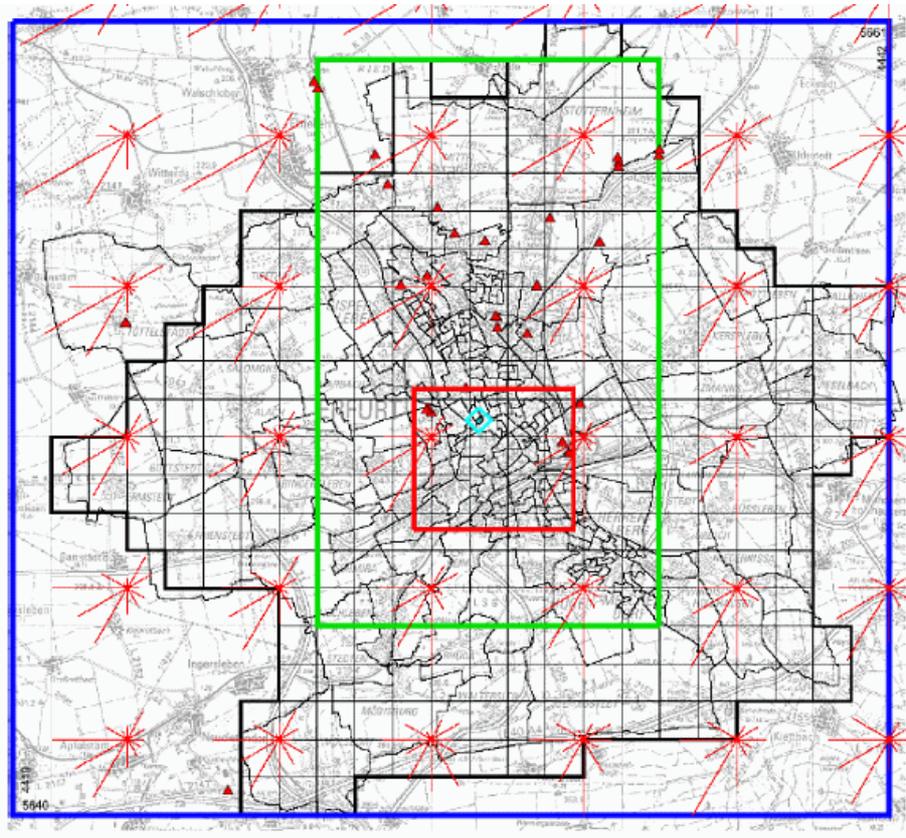


Abbildung 2-13: Gebietseinteilung Erfurt

2.3.2 Methoden der Quellenanalysen

Neben einer verursacherspezifischen Quellenanalyse (siehe Kapitel 2.3.3.3) wird von Luftreinhalteplänen auch eine räumliche Quellenanalyse verlangt. Dabei soll neben der lokalen Zusatzbelastung am Ort der Überschreitung der Gesamthintergrund und der darin enthaltene Anteil des regionalen Hintergrunds angegeben werden. Schematisch lässt sich diese Aufteilung an Hand einer Grafik aus dem Luftreinhalteplan Berlin durch die Abbildung 2-14 beschreiben. Dabei wird der Gesamthintergrund aufgeteilt in einen regionalen Hintergrund und in den urbanen Hintergrund. In Bezug auf die in Kapitel 2.3.1 genannten Gebietsdefinitionen ist der urbane Hintergrund ein Synonym für den Beitrag des Verursachergebiets.

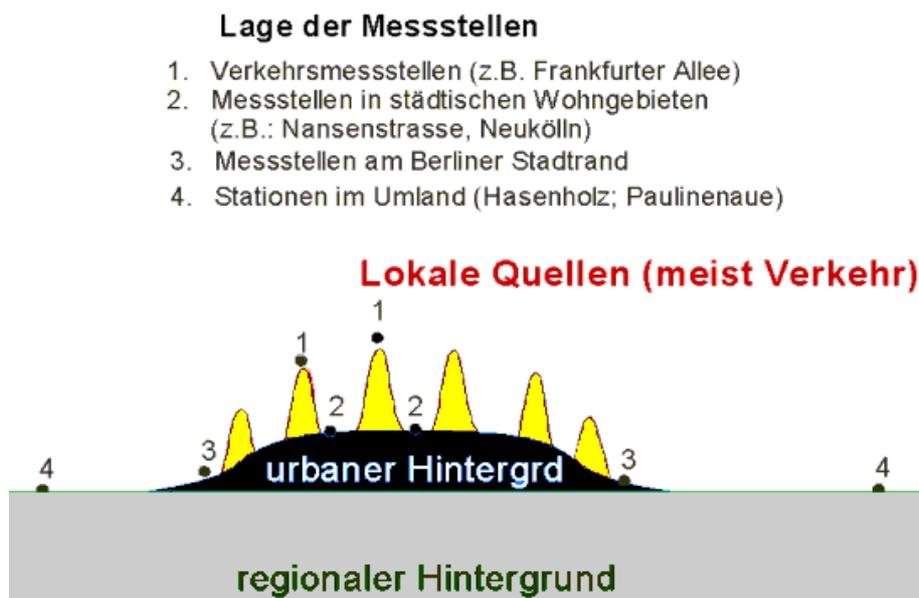


Abbildung 2-14: Schema der räumlichen Quellenanalyse (Luftreinhalteplan Berlin)

Die Bestimmung dieser Quellanteile kann sowohl auf der Basis von Messungen wie auch von Modellrechnungen erfolgen. Die in den einzelnen Luftreinhalteplänen angewendeten Methoden sind in Tabelle 2-6 aufgeführt.

Tabelle 2-6: Methoden¹⁴ zur Bestimmung der räumlichen Quellanteile

Plan	Methode regional	Methode urban	Methode lokal
München	Messungen städtischer Hintergrund + Umland	Übertragung EIS auf Basis Emissionskataster	Screening IMMIS ^{luft} und MLuS
Berlin	RCG mit EMEP-Emissionen + Brandenburg + Berlin, Anpassung an Messungen bei PM ₁₀	Modell IMMIS ^{net}	CPB
Bremen	Städtische Hintergrundstationen als Gesamthintergrund und Station des Umweltbundsamtes	Städtische Hintergrundstation	MISKAM
Hamburg	Budget-Abschätzung auf Basis von Messungen		
Rhein-Main	Modell RCG mit CEPMEIP/TNO-Emissionen + Rhein-Main	Modell RCG mit Feinstruktur (IMMIS ^{net})	CPB
Hannover	Messanalyse, Rezeptoranalyse		MISKAM
Düsseldorf	EURAD	LASAT	MISKAM
Duisburg	Messungen im Umland	LASAT	LASAT
Hagen	EURAD	LASAT	ISIS
Erfurt	Messungen	Messungen + PROKAS	MISKAM
Baden-Württemberg	Emissionsbasierte Abschätzung + Ferntransport aus Messungen	Emissionsbasierte Abschätzung	Emissionsbasierte Abschätzung
grau: kein Luftreinhalteplan vorhanden			

¹⁴ Quellen bzw. Kurzbeschreibungen:

EIS – Prechtl, Streicher, Wegehaupt, 2004: Forschungsprojekt: Einflüsse auf die Immissionsgrundbelastung von Straßen (EIS); TÜV Industrie Service GmbH, Juli 2004

RCG – REM3/CALGRID chemisches Transportmodell; z. B. Stern, R. (2004) Großräumige PM₁₀-Ausbreitungsmodellierung: Abschätzung der gegenwärtigen Immissionsbelastung in Europa und Prognose bis 2010. KRdL-Experten-Forum "Staub und Staubinhaltsstoffe", 2004-11-11/10, Düsseldorf, VDI-KRdL Schriftenreihe 33, 2004

CEPMEIP – Coordinate European Programme on Particulate Matter Emission Inventories, Projections and Guidance; www.mep.tno.nl/emissions

EURAD – Mesoskaliges Chemie-Transportmodell; z. B. Friese, E., H. J. Jakobs, M. Memmesheimer, H. Feldmann, C. Kessler, G. Piekorz und A. Ebel, 2002: ANABEL-Ausbreitungsrechnung für Nordrhein-Westfalen zur Anwendung im Rahmen der Beurteilung der Luftqualität nach EU-Richtlinien. -Abschlußbericht, im Auftrag des Landesumweltamts NRW, Rheinisches Institut für Umweltforschung an der Universität Köln.

IMMIS^{net}/PROKAS – Gaußsche Ausbreitungsmodelle (www.immis.de; www.lohmeyer.de/Software)

LASAT – Lagrange-Simulation von Aerosol-Transport (www.janicke.de/lasat/lasat.htm)

MISKAM – Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell; Strömungs- und Ausbreitungsmodell; z. B. www.lohmeyer.de/Software

CPB – Canyon-Plume-Box-Modell; 2-dimensional, analytisch-empirisch (z. B. www.immis.de)

MLuS – Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung, Ausgabe 2002, Bundesanstalt für Straßenwesen

IMMIS^{luft} – Screeningmodell für Straßen mit Bebauung auf der Basis von CPB (www.immis.de)

ISIS – Screeningverfahren für Straßen mit Bebauung auf der Basis von MISKAM

2.3.3 Ergebnisse der Quellenanalysen

2.3.3.1 Emissionsanteile PM₁₀

In 27 der 49 Pläne mit PM₁₀-Überschreitungen wurden Daten zur Emission bezogen auf den Schadstoff PM₁₀ vorgelegt. Tabelle 2-7 führt diese Gebiete mit den Emittentenanteilen auf. Zu beachten ist, dass sich die Daten auf unterschiedliche Bezugsjahre beziehen.

Zudem ist darauf hinzuweisen, dass die aufgeführten Emissionsdaten sich auf unterschiedliche Flächengrößen beziehen. Die Bezugsfläche kann ein Plangebiet als Teilmenge eines Stadtgebiets sein (z. B. Düsseldorf # 43) oder ein Stadtgebiet oder auch ein Ballungsraum (Rhein-Main # 35).

In Tabelle 2-7 wurden folgende Abkürzungen verwendet: Stationäre Quellen (Stat), Kfz-Verkehr (Kfz), Verkehr Sonstige (VS), Landwirtschaft (Land) und Sonstige Quellen (Sonst).

Tabelle 2-7: Emissionsanteile PM₁₀ in den Jahren 2002 bis 2005

ID LRP /AP	Bundesland	Gebiet	Fläche der Emiss.	Bezugsjahr	Stat in %	Kfz in %	VS in %	Land in %	Sonst in %
3	Bad.-Württ.	Ilsfeld	Gemeindegeb.	2000	47	44 *			9
6	Bad.-Württ.	Ludwigsburg	Stadtgebiet	2000	21	37 *			42
7	Bad.-Württ.	Mannheim	Stadtgebiet	2002	72	16 *			12
10	Bad.-Württ.	Pleidelsheim	Gemeindegeb.	2000	6	82 *			12
11	Bad.-Württ.	Schwäbisch-Gmünd	Stadtgebiet	2000	51	17 *			32
12	Bad.-Württ.	Stuttgart	Stadtkreis Stuttgart	2002	29	36 *			35
16	Bayern	Augsburg	Stadtgebiet	2000	72	20 *			8
19	Bayern	München	Stadtgebiet	2003	31	62 *			7
22	Bayern	Passau	Stadtgebiet	1996	33	60 *			7
23	Bayern	Regensburg	Stadtgebiet	1996	77	19 *			4
24	Bayern	Schwandorf	Raum Schwandorf	2002	67	29 *			4
25	Bayern	Weiden	Raum Weiden	1996	48	42 *			10
26	Bayern	Würzburg	Stadtgebiet	1996	51	44 *			5
27	Berlin	Berlin	Stadtgebiet	2002	19	34			47
28	Brandenburg	Nauen	Stadtgebiet	k. A.	15	85 *			
33	Hessen	Darmstadt	Stadtgebiet	2000	47	53			
34	Hessen	Frankfurt	Stadtgebiet	2000	55	45			
35	Hessen	Rhein-Main	Ballungsraum	2000	63	33	4		
43	NRW	Düsseldorf	Plangebiet "Südliche Innenstadt"	1999 - 2004	5	72	17		6
45	NRW	Duisburg	Plangebiet "Duisburg-Nord"	1999 - 2002	98	1	1		
49	NRW	Hagen	Stadtgebiet	1999 - 2000	20	80 *			
54	Rheinland-Pfalz	Ludwigshafen	Plangebiet	1996	23	77			
55	Rheinland-Pfalz	Mainz	Plangebiet	1989	59	41			
57	Sachsen	Leipzig	Stadtgebiet	2002	38	58 *		4	
58	Sachsen-Anhalt	Aschersleben	Plangebiet	2003	11	72			16
59	Sachsen-Anhalt	Halle	Plangebiet	2003	14	79			7
62	Thüringen	Erfurt	Stadtgebiet	1999 - 2003	21	62	9		8
		Mittelwert			41	48			
		Max			98	85			
		Min			5	1			

*: Im Plan wurden die Verkehrsemissionen nicht weiter differenziert. In der Annahme, dass der Hauptemittent der Quellgruppe Verkehr der Kfz-Verkehr ist, wurden diese Emissionen dem Kfz-Verkehr zugeordnet.

Das Maximum der Emission durch stationäre Quellen findet sich mit einem Anteil von 98 % am Industriestandort Duisburg (# 45), hier findet sich auch das Minimum an Emissionen durch den Kfz-Verkehr mit 1 %. Das Minimum der Emission durch stationäre Quellen mit 5 % wird für Düsseldorf (# 43) genannt.

Die höchsten Werte bei der Emission durch den Kfz-Verkehr finden sich mit einem Anteil von 85 % in Nauen (# 28) und mit 82 % in Pleidelsheim (# 10).

Angaben zur Emission durch landwirtschaftliche Quellen werden nur im Luftreinhalteplan Leipzig (# 57) gemacht. Die biogenen Emissionen werden hier mit 4 % angegeben, diese stammen zu 64 % aus dem Pflanzenbau und zu 36 % aus der Tierhaltung.

Drei Plänen differenzieren die PM₁₀-Emissionen in Partikel aus dem Motor bzw. Auspuff sowie in Partikel aus Aufwirbelung bzw. Abrieb. Hierbei werden verschiedene Verhältnisse genannt.

In Berlin (# 27) und Erfurt (# 62) werden die Kfz-Emissionen in nahezu identischem Verhältnis unterschieden: Partikel aus Auspuff (Berlin 27 %, Erfurt 28 %) sowie Partikel aus Abrieb und Aufwirbelung durch den Kfz-Verkehr (Berlin 73 %, Erfurt 72 %).

Leipzig (# 57) differenziert die Verkehrsemissionen von Straße, Luft und Schiene wie folgt: Motorbedingte Partikel 31 %, Partikel aus Aufwirbelung und Abrieb (Luft und Straße) 69 %.

Abbildung 2-15 stellt die Emissionen von PM₁₀ in den Jahre 2002 bis 2005 in prozentualen Anteilen dar, sortiert nach dem Emissionsanteil des Kfz-Verkehrs. Die Gebietsnamen zu den in den nachfolgenden Abbildungen genannten ID_LRP/AP finden sich in Tabelle 2-7.

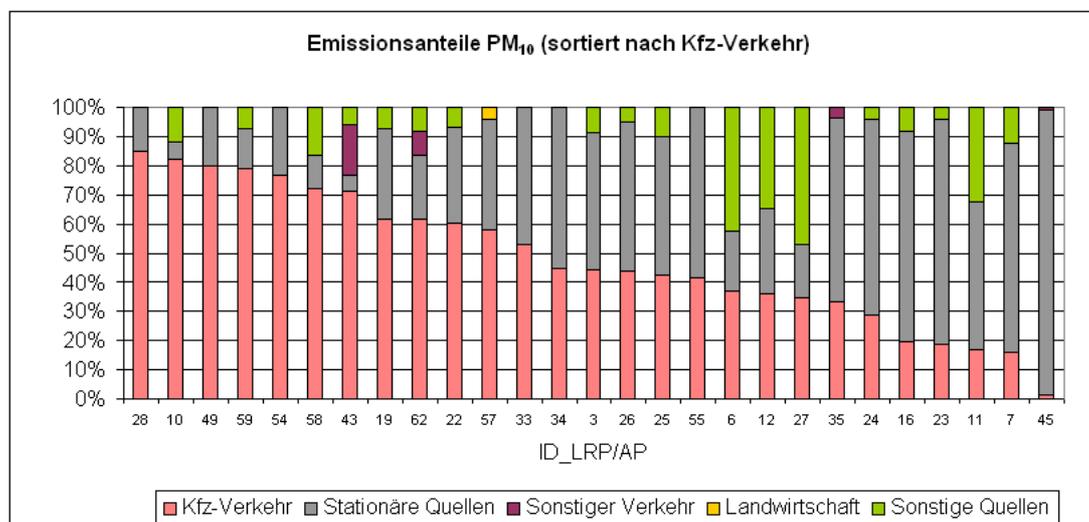


Abbildung 2-15: Emissionsanteile PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil des Kfz-Verkehrs

Emissionsanteile der Quellgruppe Kfz-Verkehr über 50 % finden sich in 44 % der Pläne, dies sind 12 der 27 Pläne, die Daten zur Emission vorgelegt haben.

In 37 % der Pläne finden sich Emissionsanteile der Quellgruppe Kfz-Verkehr zwischen 60 und 85 %. In diesem Bereich liegen nachfolgend genannte 10 Pläne. Nauen (Stadtgebiet, # 28), Pleidelsheim (Gemeindegebiet, # 10), Hagen (Stadtgebiet, # 49), Halle (Plangebiet, # 59), Ludwigshafen (Plangebiet, # 54), Aschersleben (Plangebiet, # 58), Düsseldorf (Plangebiet, # 43), München (Stadtgebiet, # 19), Erfurt (Stadtgebiet, # 62), Passau (Stadtgebiet, # 22).

Abbildung 2-16 zeigt die Emissionen von PM₁₀ in den Jahre 2002 bis 2005 in prozentualen Anteilen, sortiert nach dem Emissionsanteil der Stationären Quellen.

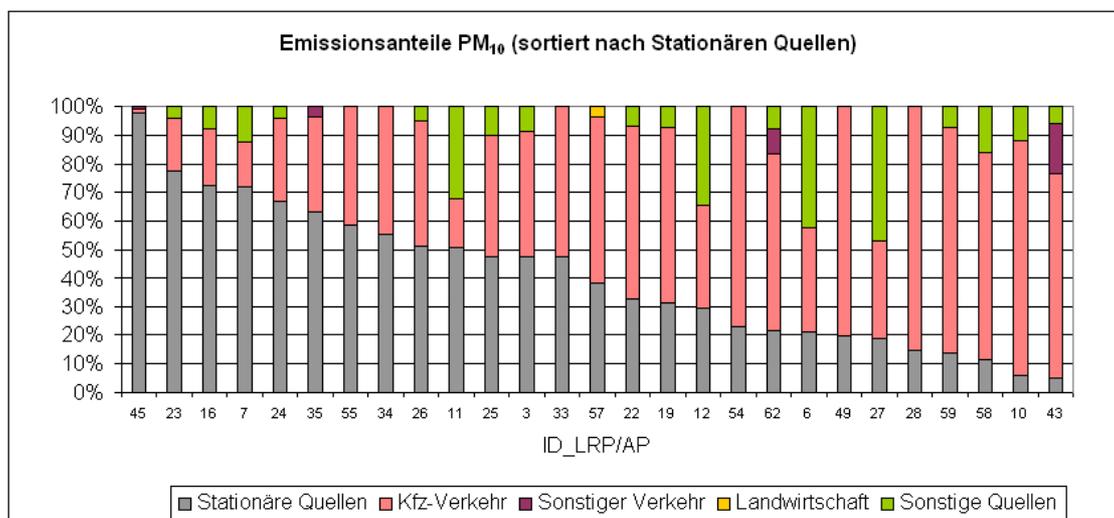


Abbildung 2-16: Emissionsanteile PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil der Stationären Quellen

Emissionsanteile der Quellgruppe Stationäre Quellen über 50 % finden sich in 37 % der Pläne, dies sind 10 der 27 Pläne, die Daten zur Emission vorgelegt haben.

In 22 % der Pläne finden sich Emissionsanteile der Quellgruppe Stationäre Quellen zwischen 60 und 98 %. In diesem Bereich liegen nachfolgend genannte 6 Pläne. Industriestandort Duisburg (Plangebiet, # 45), Regensburg (Stadtgebiet, # 23), Augsburg (Stadtgebiet, # 16), Mannheim (Stadtgebiet, # 7), Schwandorf (Raum Schwandorf, # 24), Rhein-Main (Ballungsraum, # 58).

2.3.3.2 Räumliche Quellanalyse PM₁₀

In 37 der 49 Pläne mit PM₁₀-Überschreitungen wurden Daten zur räumlichen Quellanalyse bezogen auf den Schadstoff PM₁₀ vorgelegt. Tabelle 2-8 führt diese Gebiete mit den prozentualen räumlichen Anteilen auf. Zu beachten ist, dass sich die Daten auf unterschiedliche Bezugsjahre beziehen.

Die Daten der Ballungsräume Rhein-Main (# 35) und Nürnberg/Fürth/Erlangen (# 21) wurden den einzelnen Städten zugeordnet.

Tabelle 2-8: Immission – Räumliche Quellanalyse PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005

ID LRP /AP	Bundesland	Gebiet	Bezugs-jahr	Großräum. Hintergrund (GH) in %	Urbane Belastg. (UB) in %	Zusätzliche Belastg. (ZB) in %
3	Baden-Württ.	Ilsfeld	2004	45	16	39
6	Baden-Württ.	Ludwigsburg	2004	42	18	40
7	Baden-Württ.	Mannheim	2004	48	26	26
10	Baden-Württ.	Pleidelsheim	2004	43	14	43
11	Baden-Württ.	Schwäbisch-Gmünd	2004	43	14	43
12	Baden-Württ.	Stuttgart	2004	44	26	30
14	Bayern	Ansbach	2003	59	39	2
15	Bayern	Arzberg	2003	62	37	1
16	Bayern	Augsburg	2002	45	43	12
17	Bayern	Lindau	2003	62	16	22
19	Bayern	München	2002	53	26	21
21-N	Bayern	Nürnberg	2003	49	38	13
21-F	Bayern	Fürth	2003	60	27	13
22	Bayern	Passau	2003	53	38	9
23	Bayern	Regensburg	2003	59	38	3
24	Bayern	Schwandorf	2003	59	31	10
25	Bayern	Weiden	2003	62	29	9
26	Bayern	Würzburg	2003	60	24	16
27	Berlin	Berlin	2002	50	25	25
28	Brandenburg	Nauen	2002	65	1	34
35-D	Hessen	Darmstadt	2002	41	21	38
35-F	Hessen	Frankfurt	2002	32	43	25
35-W	Hessen	Wiesbaden	2002	38	23	39
39	NRW	Dortmund	2004	50	9	41
43	NRW	Düsseldorf	2003	62	7	31
45	NRW	Duisburg	2002	50	11	39
47	NRW	Essen	2004	57	13	30
49	NRW	Hagen	2003	56	8	36
50	NRW	Krefeld - Hafen	2003	49	17	34
52	NRW	Hambach	2004	71	4	25
53	NRW	Wuppertal	2005	52	7	41
54	Rheinland-Pfalz	Ludwigshafen	2003	44	29	27
55	Rheinland-Pfalz	Mainz	2003	48	27	25
57	Sachsen	Leipzig	2001	39	27	34
58	Sachsen-Anhalt	Aschersleben	2003	59	7	34
59	Sachsen-Anhalt	Halle	2003	62	16	22
62	Thüringen	Erfurt	2003	49	25	26
		Mittelwert		52	22	26
		Max		71	43	43
		Min		32	1	1

In 35 Fällen liegt eine lokale zusätzliche Belastung (ZB) durch Emissionen des Kfz-Verkehrs vor. In Duisburg (# 45) bezieht sich die ZB auf den Verursacher Industrie, in Hambach (# 52) auf den Tagebau.

Das Maximum für den großräumigen Hintergrund (GH) findet sich mit einem Anteil von 71 % beim Tagebau Hambach (# 52), das Minimum mit 32 % wird bei Frankfurt (# 35-F) genannt.

Die höchste urbane Belastung (UB) mit 43 % nennen Augsburg (# 16) und Frankfurt (# 35-F). Nauen (# 28) führt die urbane Belastung mit einen sehr geringen Anteil von 1 % auf.

Die höchsten Werte bei der ZB Kfz-Verkehr finden sich mit einem Anteil von 43 % in Pleidelsheim (# 10) und Schwäbisch-Gmünd (# 11). Es fällt auf, dass sowohl Ansbach (# 14) als auch Arzberg (# 15) und Regensburg (# 23) für die ZB Kfz-Verkehr einen sehr geringen Anteil mit unter 5 % nennen.

Abbildung 2-17 zeigt die Karte der Bundesrepublik Deutschland mit den prozentualen räumlichen Anteilen der Quellanalyse für PM₁₀ aus den Luftreinhalte- und Aktionsplänen der Jahre 2002 bis 2005. Es lassen sich dabei Ähnlichkeiten der Anteilsverteilung innerhalb einzelner Bundesländer erkennen.

In 92 % der Pläne wird der Eintrag durch den großräumigen Hintergrund als größter Anteil genannt, dies ist bei 34 der 37 Pläne der Fall, die Daten zur räumlichen Quellanalyse vorgelegt haben. Einzig Wiesbaden (# 35-W) nennt für den Anteil der ZB aus Emissionen des lokalen Kfz-Verkehr (39 %) einen größeren Wert als für den Anteil des großräumigen Hintergrunds (38 %). In Pleidelsheim (# 10) und Schwäbisch-Gmünd (# 11) sind die Anteile von ZB und GH mit 43 % gleich groß. In Ludwigsburg und Darmstadt unterscheiden sich GH und ZB nur geringfügig. Ludwigsburg (# 6): GH 42 % und ZB 40 %, Darmstadt (# 35-D): GH 41 % und ZB 38 %.

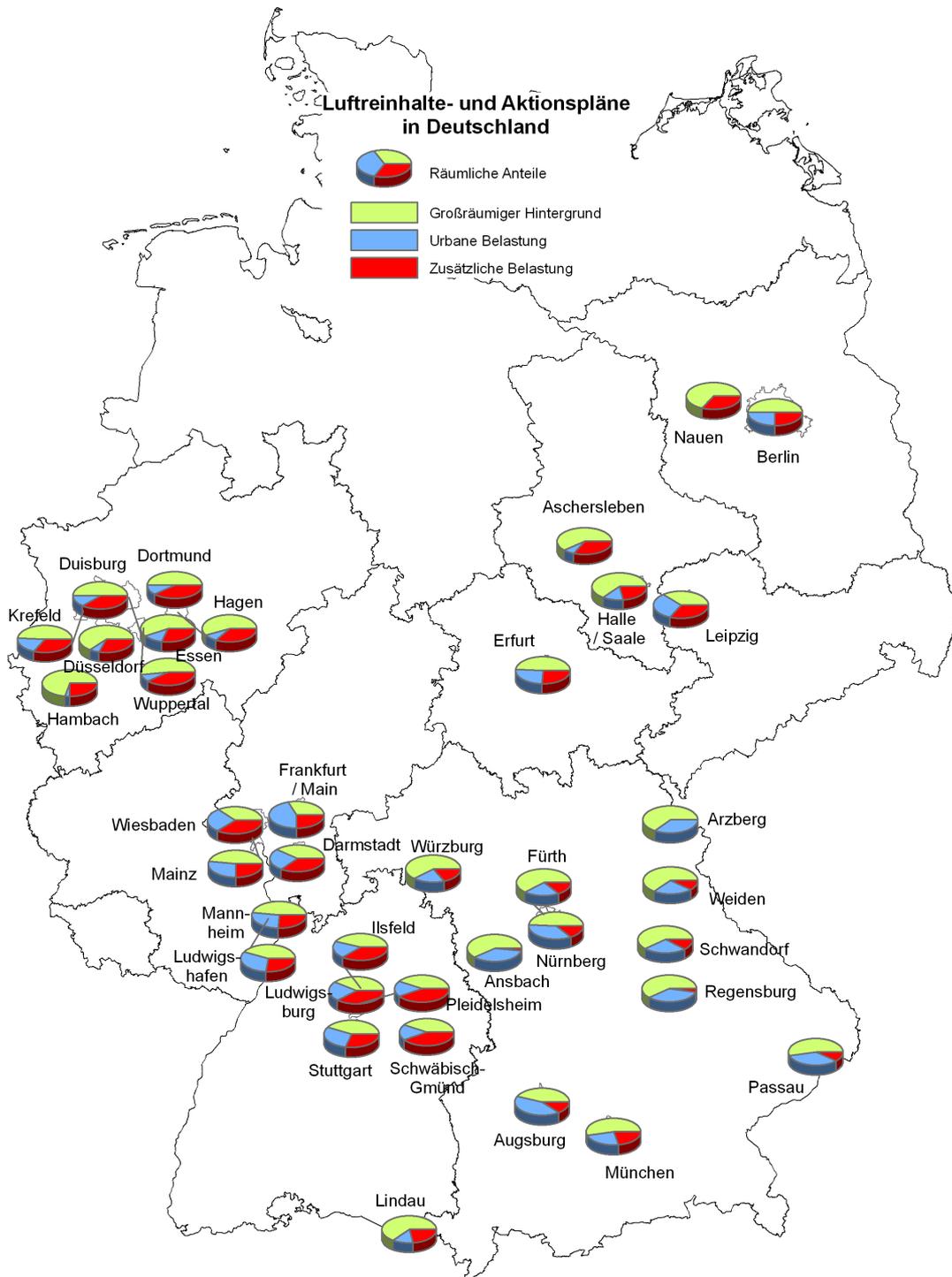


Abbildung 2-17: Räumliche Quellenanalyse für PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005

Abbildung 2-18 stellt die räumliche Quellanalyse für PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005 in prozentualen Anteilen dar, sortiert nach dem Anteil der zusätzlichen Belastung (ZB). Die Gebietsnamen zu den in den nachfolgenden Abbildungen genannten ID_LRP/AP finden sich in Tabelle 2-8.

Wie bereits erwähnt, wird in 35 Fällen die zusätzliche Belastung durch den Kfz-Verkehr erbracht. In Duisburg (# 45) bezieht sich die ZB auf den Verursacher Industrie, in Hambach (# 52) auf den Tagebau.

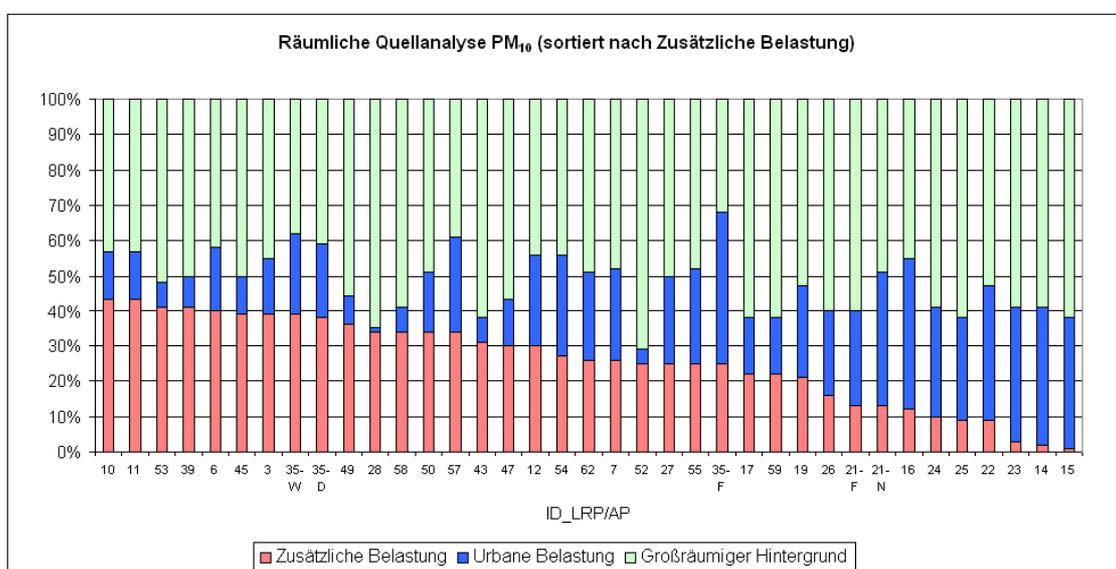


Abbildung 2-18: Räumliche Quellanalyse PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil der zusätzlichen Belastung (ZB)

Die höchsten Anteile der ZB Kfz-Verkehr mit 40 % und darüber werden für die Gebiete Pleidelsheim (# 10), Schwäbisch-Gmünd (# 11), Dortmund (# 39), Wuppertal (# 53) und Ludwigsburg (# 6) genannt.

Die zwölf Pläne aus Bayern (# 14 bis # 26) finden sich auf den 13 Plätzen mit den geringsten Anteilen der ZB Kfz-Verkehr, d.h. der Anteil der ZB durch den Kfz-Verkehr ist gleich bzw. kleiner 22 %.

Abbildung 2-19 zeigt die räumliche Quellanalyse für PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005 in prozentualen Anteilen, sortiert nach dem Anteil des großräumigen Hintergrunds (GH).

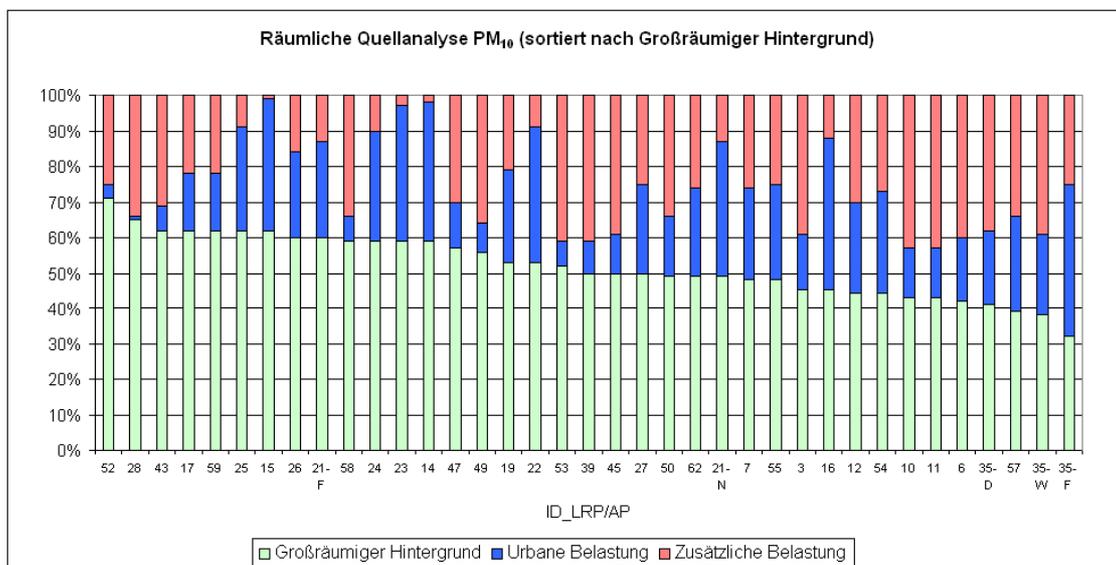


Abbildung 2-19: Räumliche Quellanalyse PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil des großräumigen Hintergrunds (GH)

21 Pläne nennen einen Anteil des GH von 50 % oder mehr, dies sind 57 % der Pläne, die Daten zur räumlichen Quellanalyse vorgelegt haben.

Die höchsten Anteile des großräumigen Hintergrunds, Anteile zwischen 60 und 70 %, werden für 9 Gebiete genannt. Diese sind Tagebau Hambach (# 52), Nauen (# 28), Düsseldorf (# 43), Lindau (# 17), Halle (# 59), Weiden (# 25), Arzberg (# 15), Würzburg (# 26) und Fürth (# 21-F).

2.3.3.3 Verursacherbezogenen Quellanalyse PM₁₀

In 22 der 49 Pläne mit PM₁₀-Überschreitungen wurden Daten zur verursacherbezogenen Quellanalyse bezogen auf den Schadstoff PM₁₀ vorgelegt. Tabelle 2-9 führt diese Gebiete mit den prozentualen Verursacheranteilen auf. Zu beachten ist, dass sich die Daten auf unterschiedliche Bezugsjahre beziehen.

Die Daten der Ballungsräume Rhein-Main (# 35) und Nürnberg/Fürth/Erlangen (# 21) wurden den einzelnen Städten zugeordnet.

Bei der verursacherbezogenen Quellanalyse wurden folgende Abkürzungen verwendet: Ferntransport (FT), Kfz-Verkehr (Kfz), Industrie (Ind), Gebäudeheizung (Hzg), Verkehr Sonstige (VS, besteht aus Flugverkehr + Schifffahrt +

Schienenverkehr), Sonstige (Sonst), Rest (Rest). Waren Datensätze unvollständig, wurde die Spalte „Rest“ ergänzt, um 100 % zu erreichen. Der Verursacher Landwirtschaft wurde bei den Quellgruppen der Luftreinhalte- und Aktionspläne nicht einzeln aufgeführt.

Tabelle 2-9: Immission – Verursacherbezogene Quellanalyse PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005

ID LRP /AP	Bundesland	Gebiet	Bezugsjahr	FT in %	Kfz in %	Ind in %	Hzg in %	VS in %	Sonst in %	Rest in %
3	Baden-Württ.	Ilsfeld	2004	45	48	5	1		1	
6	Baden-Württ.	Ludwigsburg	2004	40	52	2	4		2	
7	Baden-Württ.	Mannheim	2004	48	29	13	6		4	
10	Baden-Württ.	Pleidelsheim	2004	43	48	6	2		1	
11	Baden-Württ.	Schwäbisch-Gmünd	2004	43	42	9	5		1	
12	Baden-Württ.	Stuttgart	2004	44	47	1	3		5	
14	Bayern	Ansbach	2003	59	3	2	2		33	1
15	Bayern	Arzberg	2003	62	2	1	3		32	
16	Bayern	Augsburg	2002	45	12	2	1		40	
17	Bayern	Lindau	2003	62	23	3	1		11	
19	Bayern	München	2002	49	16	5	2		28	
21-N	Bayern	Nürnberg	2003	49	14	4	2		31	
21-F	Bayern	Fürth	2003	60	14	5	3		18	
22	Bayern	Passau	2003	53	10	2	2		33	
24	Bayern	Schwandorf	2003	59	10	2	2		26	1
26	Bayern	Würzburg	2003	60	18	5	3		14	
27	Berlin	Berlin	2002	50	39	2	1		8	
35-D	Hessen	Darmstadt	2002	43	46	8	3			
35-F	Hessen	Frankfurt	2002	40	34	8	3			15
35-W	Hessen	Wiesbaden	2002	38	45	10	3			4
45	NRW	Duisburg	2002	50	6	39	1	3	1	
52	NRW	Hambach	2004	71	3	1	0		25	
57	Sachsen	Leipzig	2001	39	50	8	2		1	
		Mittelwert		50	27	6	2			
		Max		71	52	39	6			
		Min		38	2	1	0			

Das Maximum für den Ferntransport (FT) findet sich mit einem Anteil von 71 % beim Tagebau Hambach (# 52), das entsprechende Minimum mit 38 % wird bei Wiesbaden (# 35-W) genannt.

Die höchsten Werte bei der Belastung durch den Kfz-Verkehr finden sich mit einem Anteil von 52 % in Ludwigsburg (# 6) und mit einem Anteil von 50 % in Leipzig (# 57).

Es fällt auf, dass sowohl Ansbach (# 14) als auch Arzberg (# 15) für den Anteil des Kfz-Verkehr einen sehr geringen Prozentsatz nennen. Auch im Tagebau Hambach (# 52) und in Duisburg (# 45) sind die Anteile des Kfz-Verkehrs an der Gesamtbelastung gering.

Abbildung 2-20 zeigt die Karte der Bundesrepublik Deutschland mit den prozentualen verursacherbezogenen Anteilen der Quellanalyse für PM₁₀ aus den Luftreinhalte- und Aktionsplänen der Jahre 2002 bis 2005.

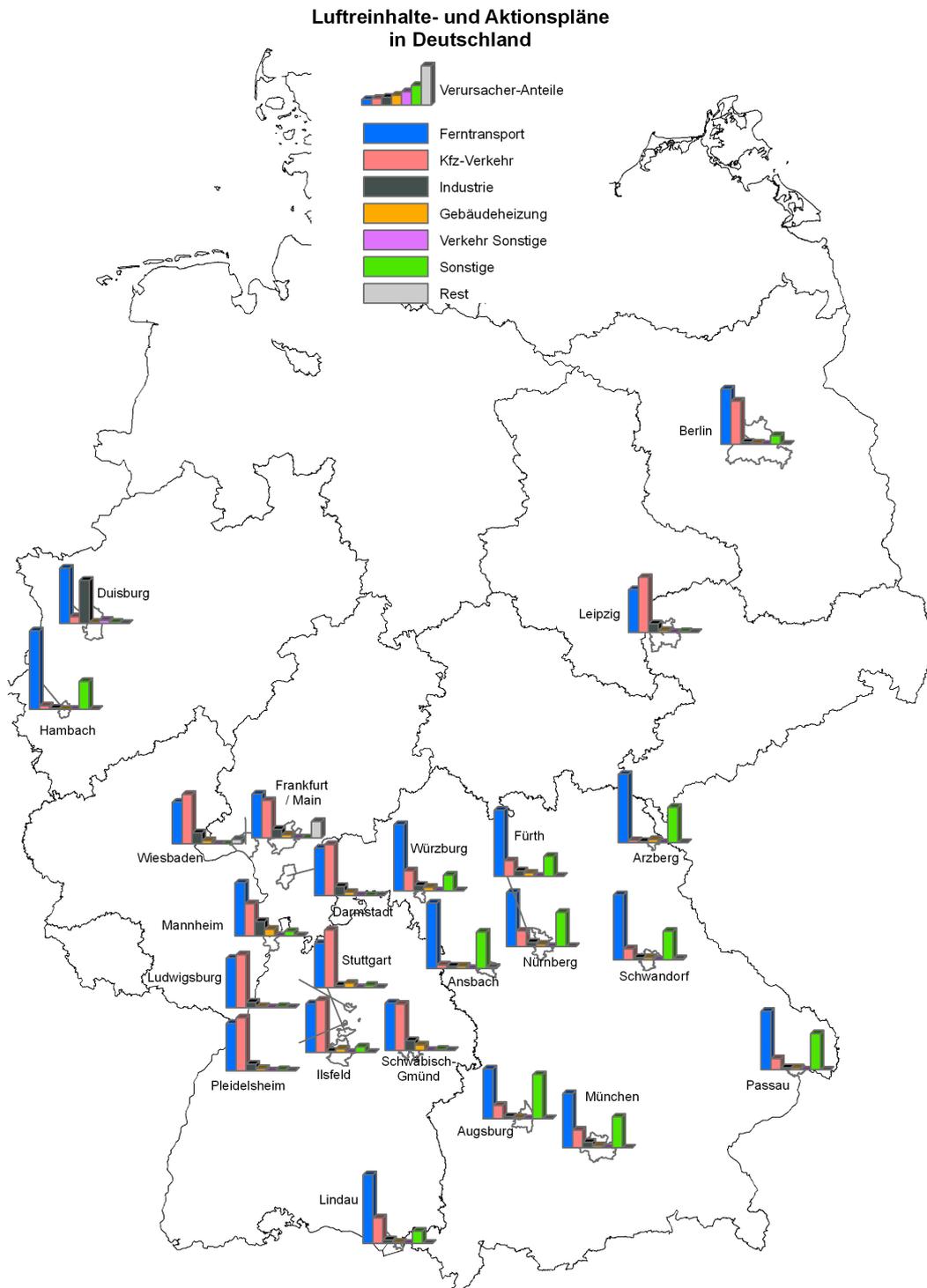


Abbildung 2-20: Verursacherbezogene Quellanalyse für PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005

In 30 % der Pläne wird der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher der Belastung genannt, dies sind sieben der 23 Pläne, die Daten zur verursacherbezogenen Quellanalyse vorgelegt haben. Im einzelnen sind dies Ilsfeld (# 3), Ludwigsburg (# 6), Pleidelsheim (# 10), Stuttgart (# 12), Darmstadt (# 35-D), Wiesbaden (# 35-W) und Leipzig (# 14).

In Schwäbisch-Gmünd (# 11) werden zwei annähernd gleich große Verursacher genannt: der Ferntransport mit einem Anteil von 43 % und der Kfz-Verkehr mit einem Anteil von 42 %.

In 70 % der Pläne, die Daten zur verursacherbezogenen Quellanalyse vorgelegt haben, wird der Ferntransport als Hauptverursacher aufgeführt.

Bei dem Aktionsplan Hambach trägt der Tagebauin der Verursachergruppe Sonstige (Sonst) den Anteil von 25 %. Es fällt auf, dass bei allen Luftreinhalte- und Aktionsplänen aus Bayern mit 11 bis 40 % ein teilweise hoher Anteil auf die Verursachergruppe Sonstige (Sonst) entfällt, ohne dass das Zustandekommen dieser Anteile näher erläutert wird.

Abbildung 2-21 stellt die verursacherbezogene Quellanalyse für PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005 in prozentualen Anteilen dar, sortiert nach dem Anteil des Kfz-Verkehrs. Die Gebietsnamen zu den in den nachfolgenden Abbildungen genannten ID_LRP/AP finden sich in Tabelle 2-9.

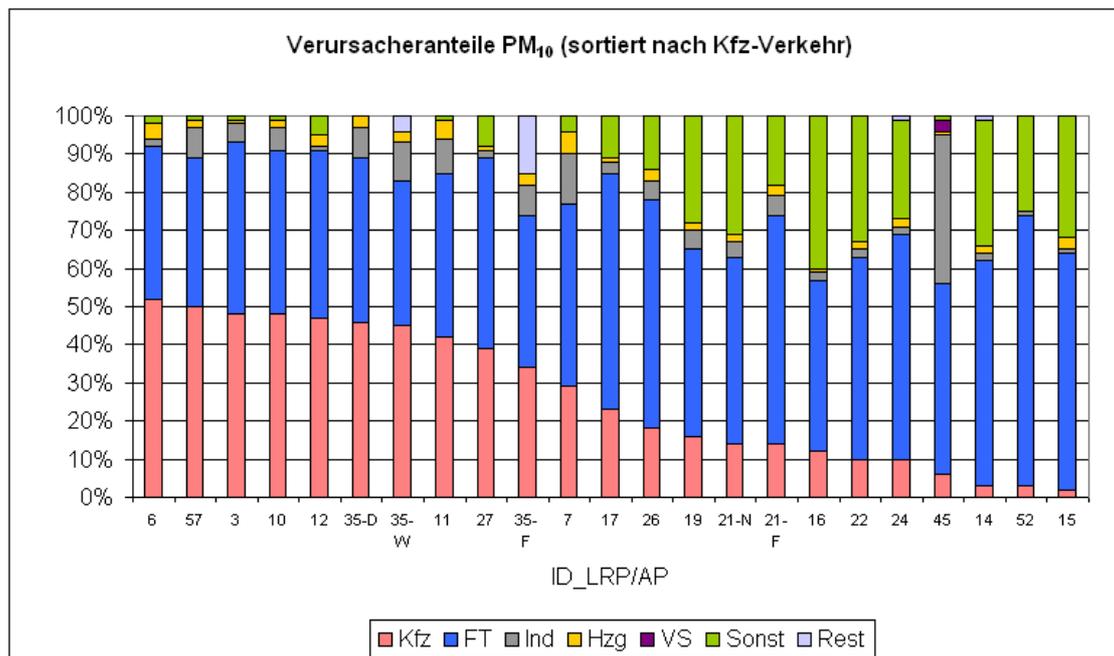


Abbildung 2-21: Verursacherbezogene Quellanalyse PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil des Kfz-Verkehrs

Die höchsten Verursacheranteile zwischen 40 und 50 % durch den Kfz-Verkehr werden in 8 Plänen genannt. Dies sind die Gebiete Ludwigsburg (# 6) , Leipzig (# 57), Ilsfeld (# 3), Pleidelsheim (# 10), Stuttgart (# 12), Darmstadt (# 35-D), Wiesbaden (# 35-W) und Schwäbisch-Gmünd (# 11).

Die zehn Pläne aus Bayern (# 14 bis # 26) finden sich auf den 12 Plätzen mit den geringsten Anteilen des Kfz-Verkehrs, dabei ist der Anteil der Belastung durch den Kfz-Verkehr kleiner als 25 %. Duisburg und der Tagebau Hambach finden sich ebenfalls in diesem Bereich.

Einzig im LRP/AP Berlin findet sich eine Aussage zur Zusammensetzung der Anteile des Kfz-Verkehrs: „Aus den zur Quantifizierung der verkehrsbezogenen Partikelemissionen durchgeführten Studien ergab sich, dass unter den in Berlin herrschenden Bedingungen etwa 60 % der lokal durch den Verkehr erzeugten PM₁₀-Belastung nicht aus dem Auspuff stammt, sondern durch Aufwirbelung von Straßenstaub, Abrieb von Reifen, Fahrbahnoberfläche und Bremsen erzeugt wird.“ (Anhang LRP/AP Berlin, S. 65).

Abbildung 2-22 zeigt die verursacherbezogene Quellanalyse für PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005 in prozentualen Anteilen, sortiert nach dem Anteil des Ferntransports.

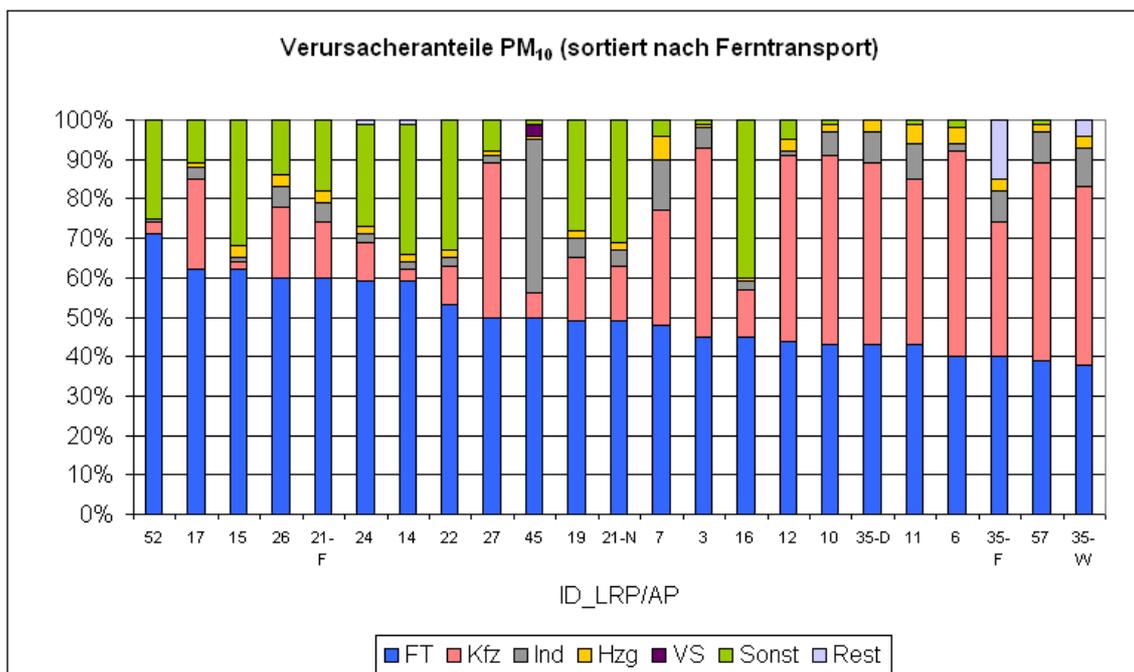


Abbildung 2-22: Verursacherbezogene Quellanalyse PM₁₀ der Jahre 2002 bis 2005, sortiert nach dem Anteil des Ferntransports

10 Pläne nennen einen Verursacheranteil des Ferntransports von 50 % oder mehr, dies sind 43 % der 23 Pläne, die Daten zur verursacherbezogenen Quellanalyse vorgelegt haben.

Das Maximum von 71 % wird für den Tagebau Hambach notiert, dann folgen sieben der zehn Pläne aus Bayern: Lindau (# 17), Arzberg (# 15), Würzburg (# 26), Fürth (# 21-F), Schwandorf (# 24), Ansbach (# 14) und Passau (# 22). Für Berlin und Duisburg werden 50 % als Anteil des Ferntransports genannt.

Der Verursacher Landwirtschaft wurde bei den Quellgruppen der Luftreinhalte- und Aktionspläne nicht einzeln aufgeführt. In zwei Plänen, in Ludwigshafen (# 54) und in Mainz (# 55), werden Hinweise auf den Verursacher Landwirtschaft genannt: „So zeigen die Anteile an Ammoniumionen bei den Einzelanalysen der Feinstaubproben von etwa 7 bis 9 % (Ludwigshafen) bzw. 8 bis 10 %

(Mainz), dass im Bereich der Landwirtschaft, einem Hauptemittenten für Ammoniak, weiterer Handlungsbedarf besteht.“

2.3.3.4 Emissionsanteile NO_x

In 5 Luftreinhalteplänen des Überschreitungsjahres 2002 (Datenbasis „Ausgangsdatensatz“, Tabelle 2-1) wurden Daten zur Emission von NO_x vorgelegt. Tabelle 2-10 führt diese Gebiete mit den Emittentenanteilen auf.

In Tabelle 2-10 wurden folgende Abkürzungen verwendet: Stationäre Quellen (Stat), Kfz-Verkehr (Kfz), Verkehr Sonstige (VS), Landwirtschaft (Land) und Sonstige Quellen (Sonst).

Zu beachten ist, dass sich die Daten auf unterschiedliche Bezugsjahre beziehen. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass die aufgeführten Emissionsdaten sich auf unterschiedliche Flächengrößen beziehen. Die Bezugsfläche kann ein Plangebiet als Teilmenge eines Stadtgebiets sein (z. B. Düsseldorf) oder ein Stadtgebiet oder auch ein Ballungsraum (Rhein-Main).

Tabelle 2-10: Emission NO_x im Jahr 2002

Bundesland	Gebiet	Fläche der Emission	Bezugsjahr	Stat in %	Kfz in %	VS in %	Land in %	Sonst in %
Bayern	München	Stadtgebiet	1996-2003	34	66 *			
Berlin	Berlin	Stadtgebiet	2000-2004	42	47			11
Hessen	Rhein-Main	Ballungsraum	2000	37	53	10		
NRW	Düsseldorf	Plangebiet „Südliche Innenstadt“	1997-2002	19	47	30		4
NRW	Hagen	Stadtgebiet	1997-2000	41	53	2		4

*: Im Plan wurden die Verkehrsemissionen nicht weiter differenziert. In der Annahme, dass der Hauptemittent der Quellgruppe Verkehr der Kfz-Verkehr ist, wurden diese Emissionen dem Kfz-Verkehr zugeordnet.

2.3.3.5 Räumliche Quellanalyse NO₂

In 8 Luftreinhalteplänen des Überschreitungsjahres 2002 (Datenbasis „Ausgangsdatensatz“, Tabelle 2-1) wurden Daten zur räumlichen Quellanalyse bezogen auf den Schadstoff NO₂ vorgelegt. Tabelle 2-11 führt diese Gebiete mit den prozentualen räumlichen Anteilen auf. Die Verursacheranalyse wurde er-

gänzt durch Werte in Baden-Württemberg aus einer Veröffentlichung der UMEG [UMEG 2003].

Tabelle 2-11: Immission – Räumliche Quellanalyse NO₂ des Jahres 2002

Bundesland	Gebiet	Messstelle	JMW in µg/m ³	Großräum. Hintergrund (GH) in %	Urbane Belastg. (UB) in %	Zusätzl. Belastg. (ZB) in %
Bayern	München	Stachus	62	21	53	26
Bayern	München	Luise-Kieselbach- Platz	66	20	39	41
Berlin	Berlin	Silbersteinstr.	63	7	39	54
Bremen	Bremen	Bismarckstr.	59	22	22	56
Hamburg	Hamburg	Max-Brauer-Allee	60	23	20	57
Hessen	Rhein- Main	Darmstadt – Hängelstr	67	15	36	49
Hessen	Rhein- Main	Frankfurt – Fried- berger Landstr.	65	15	55	29
Hessen	Rhein- Main	Wiesbaden – Ringkirche	58	17	48	34
Niedersachs.	Hannover	Göttinger Str.	58	26	17	57
NRW	Düsseldorf	Corneliusstr.	59	36	11	53
NRW	Hagen	Graf-von-Galen- Ring	58	29	13	58
Baden-Württ.	Stuttgart	Neckartor	90	9	34	57
Baden-Württ.	Leonberg	Grabenstr.	68	11	30	59
Baden-Württ.	Eislingen	Stuttgarter Str.	84	10	20	70
Baden-Württ.	Mannheim	Neckarstadt 3	58	14	43	43
Baden-Württ.	Karlsruhe	Reinhold-Frank-Str.	62	13	47	40
Baden-Württ.	Pforzheim	Zerrener Str.	57	14	42	44
Baden-Württ.	Mühlacker	Stuttgarter Str.	57	14	30	56
Baden-Württ.	Freiburg	Ebnet	59	14	25	61
Baden-Württ.	Freiburg	Oberau	72	11	21	68
Baden-Württ.	Tübingen	Unterjesingen	58	14	24	62

(grau: kein Luftreinhalteplan vorhanden)

Die Abbildung 2-23 stellt die Ergebnisse der räumlichen Verursacheranalyse aus den Luftreinhalteplänen dar, ergänzt durch ausgewählte Beispiele aus Baden-Württemberg. Zudem nennt die Karte die Jahresmittelwerte (Mes) und zeigt die Überschreitungsgebiete des Jahres 2002.

Neben der grafischen Anteildarstellung sind als numerische Werte die Anteile des Großräumigen Hintergrunds (GH), der Urbanen Belastung (UB) und der Zusätzlichen Belastung (ZB) angegeben.

Bei den in Abbildung 2-23 dargestellten Beispielen zur räumlichen Quellanteile für den Jahresmittelwert von NO₂ bewegt sich der Anteil der zusätzlichen Belas-

tung zwischen 26 % und 68 % mit einer deutlich größeren Anzahl an Anteilen über 50 %.

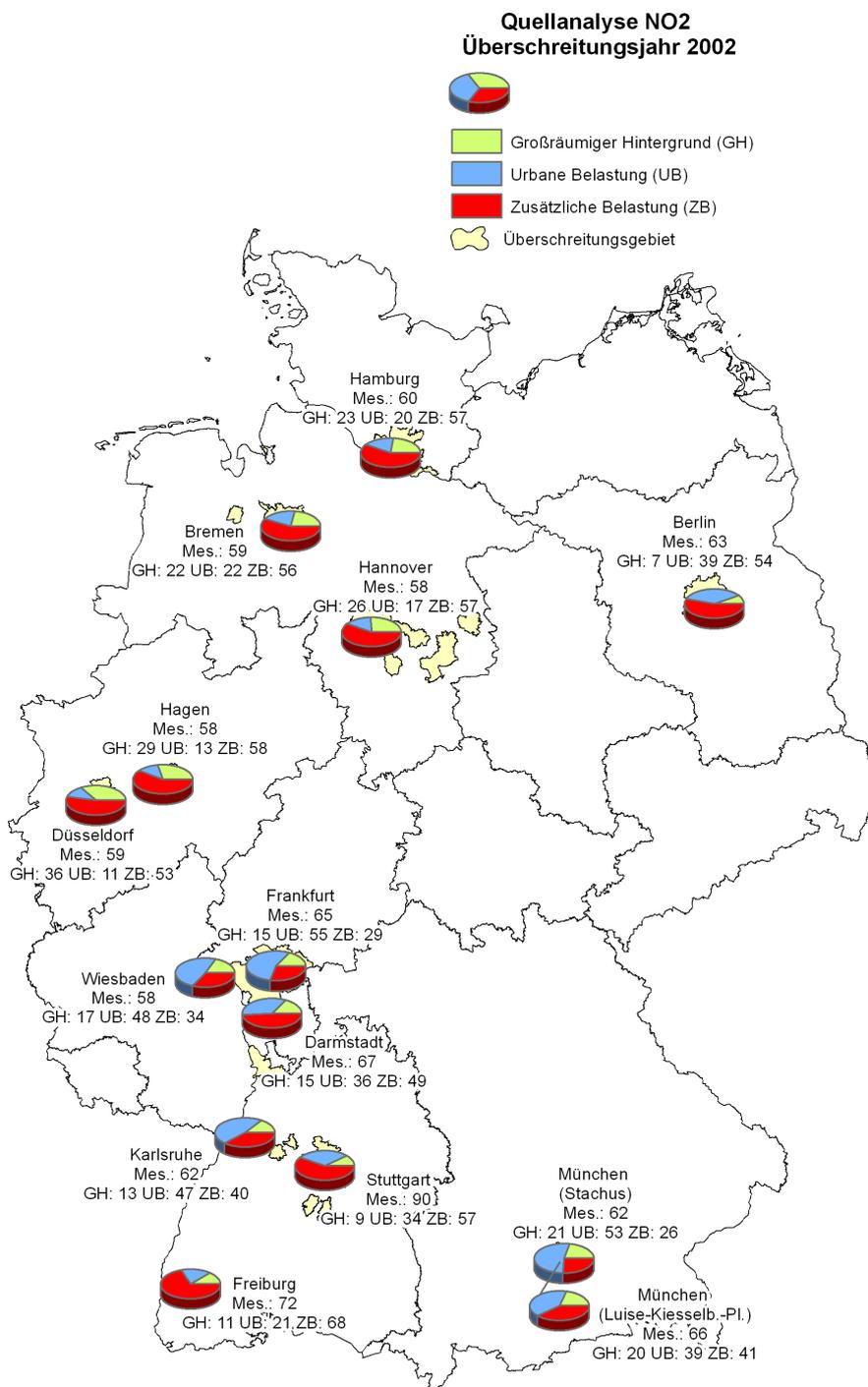


Abbildung 2-23: Räumliche Quellanalyse für NO₂ im Überschreitungsyear 2002 mit Jahresmittelwerten und Überschreitungsgebieten

2.3.3.6 Verursacherbezogenen Quellanalyse NO₂

Die folgenden Abbildungen und Tabellen geben die Ergebnisse der emittentenbezogenen Quellanalyse wieder. Dabei werden in der feinsten Differenzierung folgende Verursachergruppen unterschieden:

- Ferntransport
- Kfz-Verkehr
- Industrie
- Gebäudeheizung
- Flugverkehr
- Schifffahrt
- Schienenverkehr
- Sonstige Quellen

In 5 Luftreinhalteplänen des Überschreitungsjahres 2002 (Datenbasis „Ausgangsdatensatz“, Tabelle 2-1) wurden Daten zur verursacherbezogenen Quellanalyse für den Schadstoff NO₂ vorgelegt. Tabelle 2-12 führt diese Gebiete mit den prozentualen Anteilen der Verursacher auf. Die Verursachermanalyse wurde ergänzt durch Werte in Baden-Württemberg aus einer Veröffentlichung der UMEG [UMEG 2003]. Liegen in einem Plangebiet mehrere Überschreitungsgebiete, ist das Minimum (Min) und das Maximum (Max) der Anteilswerte angegeben.

Tabelle 2-12: Immission – Verursacherbezogene Quellanalyse NO₂ des Jahres 2002

Gebiet	Ferntransport in %		Kfz-Verkehr in %		Industrie in %		Gebäudeheizung in %		Flugverkehr in %		Schifffahrt in %		Schienenverkehr in %		Sonstige Quellen in %	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Rhein-Main	5	10	55	67	9	13	4	6	0.2	1.5						
Düsseldorf	36		53		1		3		0		5		1		1	
Hagen	29		64		1		3		1		0		1		1	
München	20	21	36	50	5		9	10							17	28
Berlin	7		86												7	
Stuttgart	9	12	76	81											10	12
Leonberg	11		81												8	
Eislingen	10		85												5	
Mannheim	14	14	74	76											10	12
Karlsruhe	13		77												10	
Pforzheim	14		79												7	
Mühlacker	14		80												6	
Freiburg-Ebnet	14		79												7	
Freiburg-Oberau	11		84												5	
Tübingen	14		81												5	

grau: kein Luftreinhalteplan vorhanden

Abbildung 2-24 stellt die Ergebnisse der verursacherbezogenen Quellanalyse aus den Luftreinhalteplänen dar, ergänzt durch ausgewählte Beispiele aus Baden-Württemberg. Zudem zeigt die Karte die Überschreitungsgebiete des Jahres 2002.

Neben der grafischen Anteilsdarstellung sind als numerische Werte die Anteile des Ferntransports und des Kfz-Verkehrs angegeben.

In allen Fällen ist der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher identifiziert, gefolgt vom Ferntransport. Ausnahmen sind das Rhein-Main-Gebiet, in dem Industriequellen einen höheren Anteil als der Ferntransport haben, und der Stachus in München, bei dem die Anteilswerte für sonstige Quellen mit 28 % dicht beim Kfz-Verkehr (36 %) und dem Ferntransport (21 %) liegen.

**Quellanalyse NO₂
Überschreitungsjahr 2002**

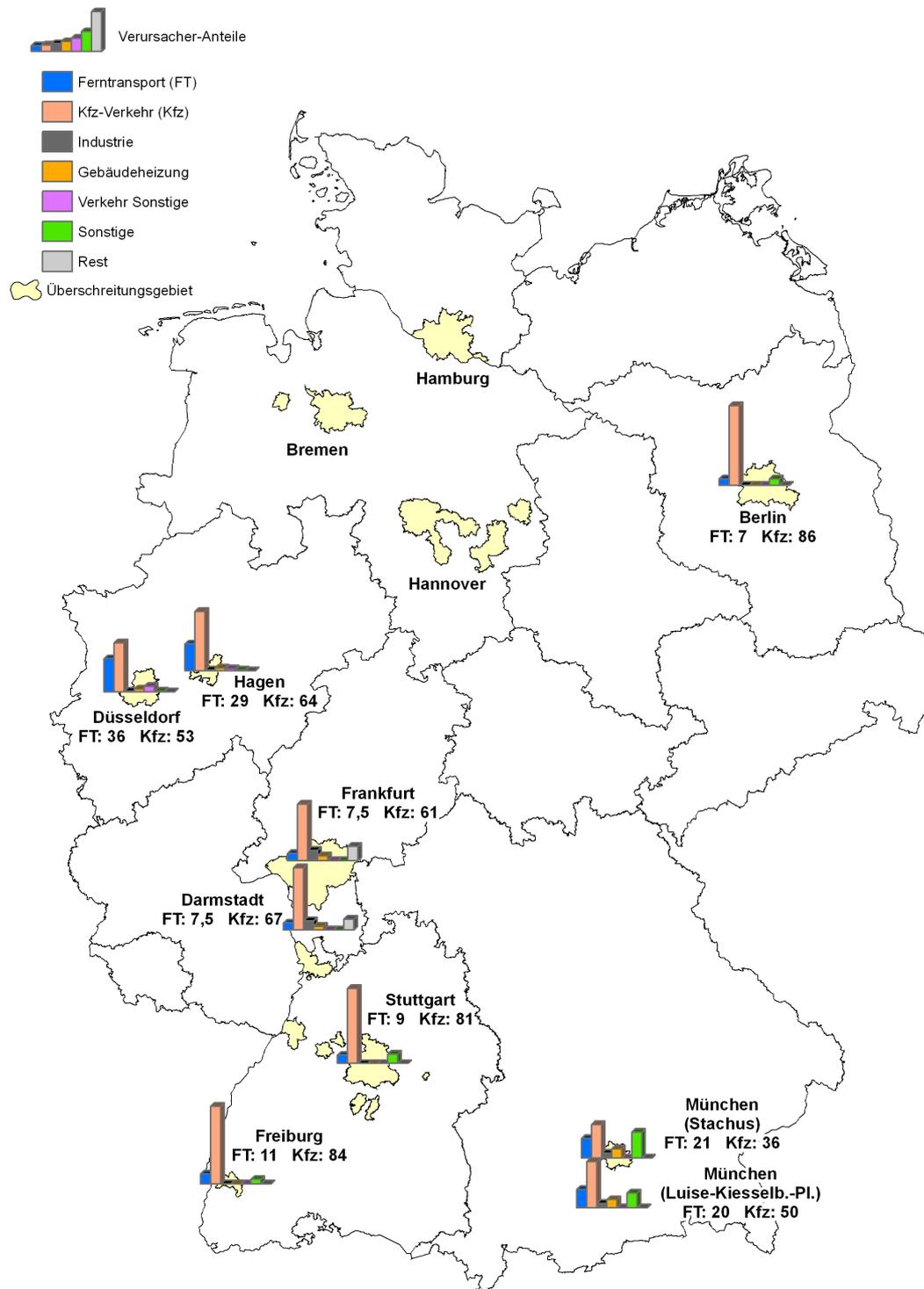


Abbildung 2-24: Verursacherbezogene Quellanalyse für NO₂ im Überschreitungsjahr 2002 mit Überschreitungsgebieten

2.3.4 Betroffenanalyse

In den Luftreinhalteplänen und Fragebogen werden Angaben zur Anzahl von durch Grenzwertüberschreitung betroffenen Bürgern gemacht¹⁵. Die Betroffenheit wird dabei jeweils für das Überschreitungsgebiet ausgewertet. Auf Grund der unterschiedlichen Festlegung von Überschreitungsgebieten liegen diese Zahlen in sehr unterschiedlichen Größenordnungen (siehe Tabelle 2-13, Abbildung 2-25 und Abbildung 2-26).

Tabelle 2-13: Anzahl der Betroffenen im Jahr 2002

Gebiet	Anzahl der Überschreitungsgebiete	Betroffene NO ₂	Betroffene PM ₁₀
München	2 (NO ₂); 1 (PM ₁₀)	5.898	951
Berlin	1	98.000	190.000
Bremen	1	1.100	
Hamburg	3	2.500	
Rhein-Main - Frankfurt	1	20.560	1.040
Rhein-Main - Wiesbaden	1	3.465	
Rhein-Main - Darmstadt	1	2.042	
Hannover	1	270	270
Düsseldorf	1	2.500	
Duisburg	1		28.143
Hagen	1	1.750	
Erfurt	1		210
Stuttgart	5	1.750	
Leonberg	1	330	
Eislingen	1	130	
Mannheim	3	650	
Karlsruhe	1	150	
Pforzheim	1	250	
Mühlacker	1	500	
Freiburg-Ebnet	1	120	
Freiburg-Oberau	1	50	
Tübingen	1	100	

¹⁵ Die Abfrage der Anzahl der Betroffenen in den Fragebogen der EU ist nicht ganz eindeutig im Kontext der anderen Angaben im Formblatt 2. Es wird dort von der „Anzahl der Personen, die im Referenzjahr einem Wert über dem GW ausgesetzt waren“ gesprochen, wobei die anderen Angaben für den jeweiligen Grenzwert plus Toleranz ausgewertet werden sollen.

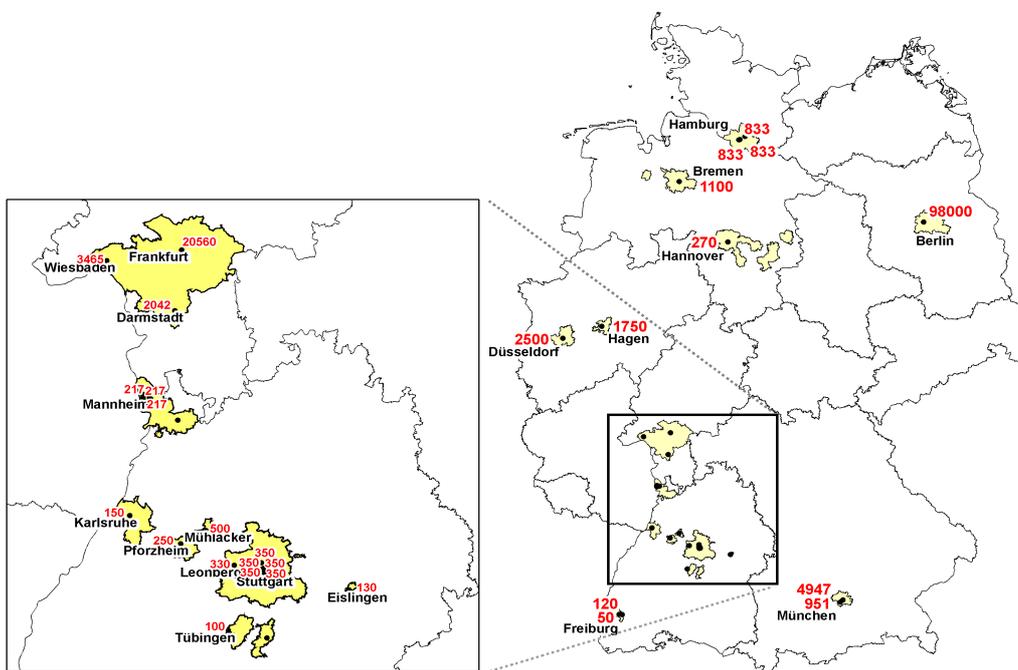


Abbildung 2-25: Anzahl der Betroffenen durch NO₂-Grenzwertüberschreitungen im Jahr 2002

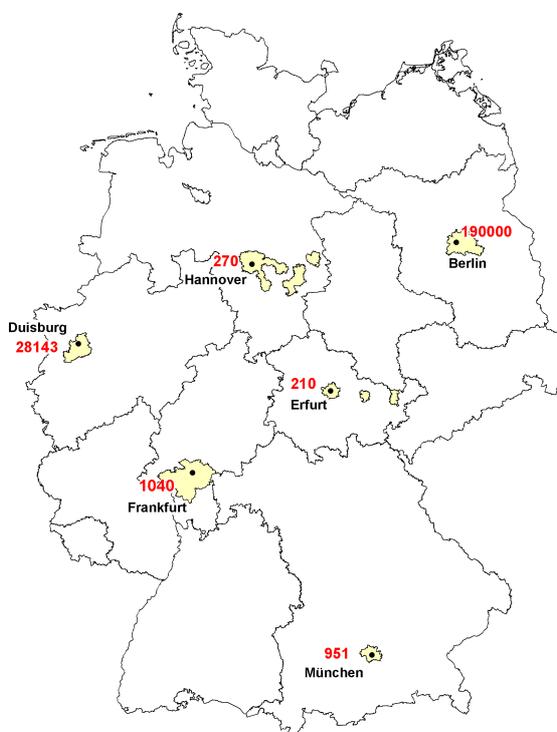


Abbildung 2-26: Anzahl der Betroffenen durch PM₁₀-Grenzwertüberschreitungen im Jahr 2002

2.3.5 Prognosen der Belastung in den Basisszenarien

2.3.5.1 Methoden und Ergebnisse der Basisszenarien

Die Luftreinhaltepläne sollen Auskunft darüber geben, ob in dem Jahr, in dem die Grenzwerte gültig werden (PM₁₀: 2005, NO₂: 2010), die Vorgaben eingehalten werden oder nicht. Diese Prognose wird als Basisszenario bezeichnet. Um eine Aussage über die Immissionsbelastung in den Überschreitungsgebieten im Basisszenario machen zu können, muss eine Prognose des Gesamthintergrundniveaus bzw. der regionalen und urbanen Vorbelastung vorgenommen werden. Die Tabelle 2-14 listet die verschiedenen Methoden zur Prognose der Vorbelastung auf, die in den einzelnen Luftreinhalteplänen des Überschreitungsjahres 2002 angewendet wurden.

Tabelle 2-14: Methoden der Luftreinhaltepläne des Jahres 2002 zur Bestimmung der Vorbelastung im Basisszenario

Plan	Prognosen Vorbelastung Basisszenario (2005/2010)
München	Trend Hintergrundmessstellen
Berlin	Modell RCG mit Baseline + Prognosen Brandenburg + Berlin; IMMIS ^{net} mit städtischen Prognosen für alle Quellen und den Straßenverkehr
Bremen	Annahmen M _{LuS02}
Hamburg	Fortschreibung der Immissionsbelastung 2002 analog der Emissionsprognose
Ballungsraum Rhein-Main	Schätzungen auf der Basis von Annahmen zur Emissionsentwicklung
Hannover	Annahme: Immissionsniveau bleibt gleich
Düsseldorf	EURAD Prognosen mit IIASA-Emissionen + IIASA-Entwicklung auf landesweites E-Kataster angewendet
Duisburg	analog Düsseldorf
Hagen	analog Düsseldorf
Baden-Württemberg	Trendfortschreibung Gesamthintergrund 1993-2000 - 11%, 2003 - 2010 - 11%
grau: kein Luftreinhalteplan vorhanden	

Die zwei folgenden Tabellen führen die Annahmen, Methoden und Ergebnisse der Basiszenarien auf, die in den Luftreinhaltepläne des Überschreitungsjahres 2002 genannt werden, sowohl für den Schadstoff NO₂ (Szenario 2010) als auch für PM₁₀ (Szenario 2005). Tabelle 2-15 zeigt die Emissionsprognose, Tabelle 2-16 zeigt die Immissionsprognose.

Tabelle 2-15: Annahmen, Methoden und Ergebnisse der Emissionsprognose im Basisszenario der Luftreinhaltepläne 2002

Plan	Annahmen/Methode	Emissionsminderungen bis zum Stichjahr	
		NO _x (Szenario 2010)	PM ₁₀ (Szenario 2005)
Berlin	Prognose unter Berücksichtigung von bereits umgesetzten oder eingeleiteten Maßnahmen.	21%	4%
Hamburg	Prognose des motorisierten Straßenverkehrs. von 2000 bis 2010 in Deutschland (Auspuff; Quell.e: IFEU 8/2000 Höpfner).	50%	
Ballungsraum Rhein-Main	Erwartete Emissionsentwicklung der BRD ohne zusätzliche Maßnahmen	35%	10%
Düsseldorf - Südliche Innenstadt	Prognose der Straßenverkehrsemissionen (Auspuff).	44%	
Hagen - Innenstadt	Prognose der Straßenverkehrsemissionen (Auspuff).	40%	10%
Erfurt	Trendprognose Straßenverkehr 2005 und 2008 (Auspuff).	12% bis 41%	11% bis 35%

Tabelle 2-16: Annahmen, Methoden und Ergebnisse der Immissionsprognose im Basisszenario der Luftreinhaltepläne 2002

Plan	Annahmen/Methode	Immissionsminderungen bis zum Stichjahr	
		NO ₂ (Szenario 2010)	PM ₁₀ (Szenario 2005)
Berlin	Prognose gemäß Tabelle 2-6 und Tabelle 2-16.	22%	7% bis 10% (2010)
Ballungsraum Rhein-Main	Erwartete Emissionsentwicklung der BRD ohne zusätzliche Maßnahmen.	30%	
Hannover	Konstantes Niveau.	0%	0%
Düsseldorf - Südliche Innenstadt	EURAD-Prognose für den regionalen Hintergrund und lokale MISKAM-Berechnungen mit prognostizierten DTV- und Emissionswerten. Urbane Zusatzbelastung konstant.	24%	
Duisburg - Nord	EURAD-Prognose für den regionalen Hintergrund. Urbane Zusatzbelastung konstant. LASAT-Rechnungen im lokalen Bereich.		22%
Hagen - Innenstadt	EURAD-Prognose für den regionalen Hintergrund und lokale Screening-Berechnungen mit prognostizierten DTV- und Emissionswerten. Urbane Zusatzbelastung konstant.	20%	
Erfurt	Urbane Belastung mit PROKAS. Lokal mit MISKAM.	15% (2008)	7% (2005)

2.3.5.2 Aussagen der Basisszenarien

In der Tabelle 2-17 werden als Zitate die Aussagen der Luftreinhaltepläne des Überschreitungsjahres 2002 zur Einhaltung der Grenzwerte im Stichjahr aufgeführt. Danach wird nur im Luftreinhalteplan Duisburg eine Einhaltung der Grenzwerte für PM_{10} in 2005 und im Luftreinhalteplan Bremen eine Einhaltung für NO_2 in 2010 erwartet. In allen anderen Luftreinhalteplänen wird die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen diagnostiziert.

Tabelle 2-17: Zitate aus den Luftreinhalteplänen zum Basisszenario

Plan	Prognose Basisszenario (Zitate)
Berlin	NO ₂ (2010): „Es verbleiben 2010 ca. 60 km betroffene Straßenabschnitte mit 20.000 Betroffenen.“ PM ₁₀ (2005): "Der für den Trendfall prognostizierte Rückgang führt aber nicht zur Einhaltung des 24 h-Grenzwerts für Feinstaub Es verbleiben 2005 ca. 350 km betroffene Straßenabschnitte mit 140.000 Betroffenen" Um den 24 h-Grenzwert für Feinstaub überall einzuhalten, ist ein Rückgang der Konzentrationen um etwa 25 % erforderlich. Wie eingangs erwähnt, ist eine Verbesserung in dieser Größenordnung ohne zusätzliche Minderungsmaßnahmen weder für den hausgemachten noch für den importierten Teil der Feinstaubbelastung zu erwarten. Es müssen also zusätzliche Maßnahmen in Berlin auf nationaler und europäischer Ebene ergriffen werden, um beide Anteile weiter zu reduzieren."
Bremen	NO ₂ (2010): "Zur Einhaltung der Grenzwerte im Überschreitungsbereich Bismarckstr./ Dobbenweg werden z.T. einschneidende Maßnahmen umgesetzt werden müssen. Die Belastung im Überschreitungsbereich Neuenlander Straße wird mit der Fertigstellung des 3. Bauabschnitts der BAB 281 deutlich verringert werden, so dass die Grenzwerte dort bis 2010 aller Voraussicht nach eingehalten werden können."
Hamburg	NO ₂ (2010): "Nach dieser Trendabschätzung ist keine gesicherte Aussage darüber möglich, ob die Entlastungswirkungen ausreichen, um den NO ₂ -Immissionsgrenzwert an den hochbelasteten Straßen zum vorgegebenen Zeitpunkt, also am 1.1.2010, einzuhalten oder ob dies (ohne ergänzende Maßnahmen) erst einige Jahre später der Fall ist."
Ballungsraum Rhein-Main	NO ₂ (2010): "Diese Minderung reicht nicht aus, um dafür Sorge zu tragen, dass an den verkehrsbezogenen Messstationen der Immissionsgrenzwert für NO ₂ im Jahr 2010 sicher eingehalten werden kann; es sind daher zusätzliche Maßnahmen erforderlich."
Hannover	NO ₂ (2010) und PM ₁₀ (2005): Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Entwicklung der Immissionsbelastung ... auf konstantem Niveau bleibt."
Düsseldorf	NO ₂ (2010): "Es muss davon ausgegangen werden, dass im Jahr 2010 der Grenzwert von 40 µg/m ³ in der Corneliusstraße immer noch deutlich überschritten wird."
Duisburg	PM ₁₀ (2005): "Die für 2005 berechnete Immissionskonzentration für PM ₁₀ von 35,3 µg/m ³ liegt unter dem Grenzwert von 40 µg/m ³ . Zwar wird eine Überschreitung der erlaubten Häufigkeit von Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m ³ prognostiziert, jedoch wurden bei dieser Abschätzung weitere Maßnahmen zur Immissionsreduktion ... nicht berücksichtigt, so dass eine Einhaltung der erlaubten Häufigkeit von Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m ³ ebenfalls möglich ist."
Hagen	NO ₂ (2010): "Es muss davon ausgegangen werden, dass der Grenzwert von 40 µg/m ³ im Zieljahr 2010 am Graf-von-Galen-Ring noch erheblich überschritten wird."
Erfurt	PM ₁₀ (2005): "Es wird ... eine Überschreitung des PM ₁₀ -Tagesmittelgrenzwerts erwartet, da der diesem Grenzwert etwa äquivalente PM ₁₀ -Jahresmittelwert von 30 µg/m ³ um ca. 30 % überschritten wird."

2.3.6 Berücksichtigung der Kenngröße PM_{2,5} in den Luftreinhalte- und Aktionsplänen

Luftreinhaltepläne zur Verringerung der Konzentration von PM₁₀ müssen auch auf die Reduktion der PM_{2,5}-Belastung abzielen [22. BImSchV 2002, §11 Abs. 3]. Alle Luftreinhalte- und Aktionspläne der Jahre 2002 bis 2005 wurden dahingehend untersucht, ob das Thema PM_{2,5} behandelt wird. In keinem der Pläne wurde dieses Thema aufgegriffen.

2.3.7 Analyse der Luftreinhaltepläne nach standardisierten Kriterien

Es wurde ein Kriterienkatalog zur Analyse der Luftreinhaltepläne des Überschreitungsjahres 2002 entwickelt. Insbesondere wurden berücksichtigt:

- Kriterien, die in der Ausschreibung des UBA genannt werden
- Kriterien, die in der Anlage 6 der [22.BImSchV] genannten werden (In Plänen zur Verbesserung der Luftqualität zu berücksichtigende Informationen)

Der so entwickelte Kriterienkatalog mit der vollständigen Auswertung der Luftreinhaltepläne liegt als Excel-Datei vor, die 9 Tabellenblätter enthält. Kommentare an den Spaltenköpfen der Tabellenblätter erleichtern das Verständnis. Tabelle 2-18 zeigt, welche Kriterien in den jeweiligen Tabellenblättern aufgeführt wurden.

Die Luftreinhaltepläne wurden nach diesen standardisierten Kriterien analysiert, die Ergebnisse wurden in die Excel-Datei aufgenommen, hierbei wurde der Kriterienkatalog bei Bedarf erweitert und angepasst. Alle Angaben zu den beiden Schadstoffen NO₂ und PM₁₀ wurden berücksichtigt.

Analysiert wurden die 10 Luftreinhaltepläne des Überschreitungsjahres 2002, die bis zum 29.4.2005 veröffentlicht wurden (siehe Datenbasis 2002 in Tabelle 2-1).

Das Ergebnis der Analyse findet sich im Anhang als Excel-Datei mit dem Namen *lrp_2002_analyse_endfassung.xls*.

Tabelle 2-18: Überblick Analyse Luftreinhaltepläne 2002

Tabellenblatt	Inhalt
Info	<ul style="list-style-type: none"> • Datum der Veröffentlichung • Endfassung oder Entwurf • Verantwortlichkeit / Autor • Umfang (Seitenzahl) • Literaturanhang • Öffentlichkeitsbeteiligung
Belastung	<ul style="list-style-type: none"> • Art, Fläche bzw. Länge, Einwohnerzahl und Bevölkerungsdichte des Plangebiets • Informationen über die Art der zu schützenden Ziele • Methode zur Abschätzung der Betroffenenanzahl • Anzahl der Betroffenen aus Luftreinhalteplan und aus Fragebogen • Werden Angaben zur Verringerung der Konzentration von PM_{2,5} gemacht? • Anzahl der Grenzwertüberschreitungen • Messwerte • Zusätzliches
Messstationen	<ul style="list-style-type: none"> • Details zu den Messstationen, u.a. Typ, Lage, Auswahlkriterien • Suche nach weiteren Verdachtsstellen • Konzentrationen aus Messungen zurückliegender Jahre • Analyse der Immissionsentwicklung der vergangenen Jahre • Messwerte der einzelnen Messstationen
Emission	<ul style="list-style-type: none"> • Methodik der Emissionsermittlung • Datenquelle • Gebiet der Emissionen • Anteile der Quellgruppen in t/a und in Prozent • Differenzierung bei PM₁₀-Emissionen des Kfz-Verkehrs? • Spezielle Analyse einzelner Faktoren • Analyse der Emissionsentwicklung der vergangenen Jahre
I_Räuml. QA	<p>Immission – Daten zur Räumliche Quellanalyse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anteile und Konzentrationen des Großräumigen Hintergrunds, der Urbanen Belastung, der Zusätzlichen Belastung und des Gesamt-Hintergrunds • Anmerkungen
I_Emittentenbez. QA	<p>Immission – Daten zur Emittentenbezogenen Quellanalyse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anteile und Konzentrationen des Ferntransports, des Kfz-Verkehrs, der Industrie, der Gebäudeheizung, des Flugverkehrs, der Schifffahrt, des Schienenverkehrs und von Sonstigen Verursachern • Anmerkungen
I_Methoden	<p>Immission – Methoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methodik der Räumlichen Quellanalyse • Methodik der Emittentenbezogenen Quellanalyse • Werden im Luftreinhalteplan Schlussfolgerungen genannt? • Analyse der Staubinhaltsstoffe?
Basis-Szenario	<p>Methodik und Werte des Basisszenarios für Emission und Immission:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methodik Emission • Emissionsminderung bis zum Stichjahr • Methodik Immission • Immissionsminderung bis zum Stichjahr • Konzentration im Stichjahr • Hintergrundsskonzentration im Stichjahr • Räumliche Quellanalyse im Stichjahr • Anmerkung

3 Erstellung eines Maßnahmenschemas

3.1 Einführung

Zur Klassifizierung der Maßnahmen wurde ein Maßnahmenschema entwickelt, das im Folgenden vorgestellt wird. Als Vorgabe wurde zu Beginn der Untersuchungen zwischen IVU Umwelt, UBA und BMU ein tabellarisches Schema abgestimmt. Das endgültige Maßnahmenschema wurde im Laufe des Projekts um eine Anzahl von Kriterien erweitert. Die Kategorisierung wurde weiterentwickelt und liegt nun in abschließender Form vor. Das Maßnahmenschema ist im Anhang sowohl als Excel-Datei als auch in gedruckter Form beigefügt.

3.2 Quellgruppen

Um die Emissionsquellen zu systematisieren, wurden folgende Quellgruppen festgelegt:

- Kfz-Verkehr
- Stationäre Quellen (Industrie, Kraftwerke, Hausheizung, Kleingewerbe, Bautätigkeit, Privatpersonen, Diffuse Quellen)
- Sonstiger Verkehr (Schiene, Wasser, Luft)
- Landwirtschaft
- Sonstige Quellen

3.3 Handlungsfelder

Zur Klassifizierung der Maßnahmen in Abhängigkeit von ihren Quellen wurden Handlungsfelder definiert. Für die Quellgruppe Kfz-Verkehr sind dies:

- Verkehrsmanagement
- Modal-Split
- Stadtentwicklung
- Straßen- und Tunnelbau

- Technik und Kraftstoffe
- Sonstige

Für die Quellgruppe Stationäre Quellen sind die vier Handlungsfelder

- Immissionsrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen,
- Immissionsrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlagen,
- Bautätigkeit und
- Stadtentwicklung

definiert worden. Die Quellgruppen Sonstiger Verkehr, Landwirtschaft und Sonstige Quellen wurden nicht weiter in Handlungsfelder differenziert.

Da die Maßnahmen zur Quellgruppe Kfz-Verkehr mit 78,6 % den größten Anteil der Maßnahmen ausmachen (s. auch Kapitel 3.6), wurden die Maßnahmen dieser Quellgruppe weiter spezifiziert. Die Handlungsfelder Verkehrsmanagement, Modal-Split und Technik und Kraftstoffe wurden somit zusätzlich nach Typ der Maßnahme und nach Zielgröße der Maßnahme differenziert. Einen Überblick über die Klassifizierung bietet Tabelle 3-1.

Tabelle 3-1: Handlungsfelder, Typen und Zielgrößen der Quellgruppe Kfz-Verkehr

6 Handlungsfelder der Quellgruppe Kfz-Verkehr	Typ	Zielgröße
Verkehrsmanagement	– Steuerung/Lenkung ¹⁶ – Tempolimit – Sperrung/Einschränkung – Parkraum	– Kfz-Gesamt – LKW
Modal-Split ¹⁷		– ÖPNV – Fahrrad und Fußgänger – Sonstige
Stadtentwicklung ¹⁸		
Straßen- und Tunnelbau ¹⁹		
Technik und Kraftstoffe		– ÖPNV (und/oder städt. Fuhrpark) – Kfz-Gesamt – LKW
Sonstige ²⁰		

3.4 Dokumentation des Maßnahmenschemas

Tabelle 3-2 zeigt und erläutert sämtliche Spalten des Schemas zur tabellari-schen Übersicht von Maßnahmen zur Reduzierung der Luftschadstoffbelastung der Luftreinhaltepläne. Die Vielzahl der Spalten wurde eingeteilt in die Kategorien:

- Allgemeine Daten
- Quellgruppe und Maßnahme
- Quellanalyse
- Potential
- Zeitrahmen
- Zusätzliches und Kosten

¹⁶ durch Schilder, Ampel, Vorgaben usw.

¹⁷ auch Neubau ÖPNV-Linien, Carsharing

¹⁸ auch Begrünung

¹⁹ auch Filtertechnik, Fahrbahnbelag, Zuschlagstoffe

²⁰ auch Gesetze, Straßenreinigung, Müllanlieferung, Öffentlichkeitsarbeit LRP/AP, Lärmvermeidung

Tabelle 3-2: Dokumentation des Maßnahmenschemas

Intern	
ID_LRP/AP	Schlüssel zur eindeutigen Identifizierung eines LRP oder AP
MN-Nr	Schlüssel zur eindeutigen Identifizierung einer Maßnahme
Allgemeine Daten	
Bundesland	Für den Luftreinhalte- oder Aktionsplan zuständiges Bundesland
Stadt	Stadt oder Region, für die der Luftreinhalte- oder Aktionsplan gilt
Fundstelle	Fundstelle der Maßnahme: Luftreinhalteplan LRP; Aktionsplan AP; Fragebogen F
Seitenzahl / Code-Nr	Angabe der Fundstelle: Seitenzahl im Luftreinhalte- oder Aktionsplan; Codenummer der Maßnahme im Fragebogen oder im Bericht
Bezugsjahr	Angabe des zugrunde liegenden Datenmaterials
Quellgruppe und Maßnahme	
Schadstoff	Schadstoff PM ₁₀ oder NO ₂
Einfluß auf Schadstoff 2	Maßnahme wirkt sich auch auf den anderen Schadstoff aus
Quellgruppe	5 Quellgruppen: Stationäre Quellen (Industrie, Kraftwerke, Hausheizung, Kleingewerbe, Bautätigkeit, Privatpersonen, Diffuse Quellen); Kfz-Verkehr; Sonstiger Verkehr (Schiene, Wasser, Luft); Landwirtschaft; Sonstige Quellen
Handlungsfeld	Klassifizierung in Maßnahmegruppen, d.h. <ul style="list-style-type: none"> • 6 Handlungsfelder der Quellgruppe Kfz-Verkehr: Verkehrsmanagement; Modal-Split; Stadtentwicklung; Straßen- und Tunnelbau; Technik und Kraftstoffe; Sonstige • 4 Handlungsfelder der Quellgruppe Stationäre Quellen: Immissionsrechtlich genehmigungsbedürftige Anlage; Immissionsrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlage; Bautätigkeit
Maßnahme	Beschreibung der Maßnahme
Typ	Typ der Maßnahme, d.h. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Typen des Handlungsfelds Verkehrsmanagement: Steuerung/Lenkung; Tempolimit; Sperrung/Einschränkung; Parkraum
Zielgröße	Ziel der Maßnahme: LKW; Kfz-Gesamt; ÖPNV und/oder städtischer Fuhrpark; Fahrrad und Fußgänger; Sonstige
Originalität	Maßnahme ist bemerkenswert
Zusätzliche Maßnahme	Maßnahme, die zusätzlich zu den aufgrund bestehender Rechtsvorschriften erforderlichen Maßnahmen getroffen wird (lt. Fragebogen)
Mögliche Maßnahme	Mögliche Maßnahme, die noch nicht ergriffen wurde (lt. Fragebogen)
Langfristige Maßnahme	Mögliche langfristige Maßnahme (lt. Fragebogen)
Akteur	Unternehmen oder Verwaltungsebene: Stadt; Land; Bundesregierung; EU
Räumliche Skala	hot spot (Straße); lokal (Quartiersbezug, singuläre Quellen); urban; regional; national; international
Art der Maßnahme	Zur Beschreibung der Art der Maßnahme sind folgende Codes zu verwenden: A: wirtschaftlich/steuerlich; B: technisch (auch Baumaßnahmen, Sperrung, Gesetze); C: Ausbildung/Information; D: Sonstige (auch Stadtentwicklung)

Quellanalyse	
Anteil an Gesamtemissionen	Anteil der Quellgruppe an Gesamtemissionen im Untersuchungsraum (bzw. Angabe des Anteilsbezugs in Bemerkung)
Gesamtemissionen [t/a]	Gesamtemissionsmenge im Untersuchungsraum
Bezugsjahr Gesamtemissionen	Gewünscht wird als Bezugsjahr das Basisszenario. Werden hierfür keine Daten genannt, dann Ausweichen auf vorhandene Daten.
Anteil an Gesamtmission	Anteil der Quellgruppe an Immissionsbelastung am hot spot
Immissionswerte Basisniveau [mg/m ³]	Immissionswerte im Basisniveau
Anmerkung zu Immissionswerten	Anmerkung, falls aufgeführter Immissionswert sich nicht auf das Basisniveau bezieht
Potential	
Minderungspotential Emissionen	Potential der Emissionsminderung, soweit im LRP oder AP angegeben
Minderungspotential Immissionen	Minderungspotential der Immissionsbelastung am hot spot, soweit im LRP oder AP angegeben
Wirkung	Abschätzung der Wirkung durch den Planaufstellenden (lt. Fragebogen)
Zeitraumen	
Status	Status der Maßnahme: laufend; geplant; beschlossen; abgeschlossen falls keine Zuordnung möglich: Diskussion
Beginn der Umsetzung	Voraussichtliches Datum des Beginns der Umsetzung der Maßnahme
Umsetzungszeitraum [Jahre]	Zeitraum der vollständigen Umsetzung
Umsetzungsgeschwindigkeit	Verlauf der Umsetzung, klassifiziert durch IVU Umwelt: sofort; schnell; mittel; langsam
Zeitraumen für die Verringerung	Zur Beschreibung des Zeitrahmens für die dank der Maßnahmen erzielte Verringerung der Konzentration sind folgende Codes zu verwenden: A: kurzfristig; B: mittelfristig (ungefähr ein Jahr); C: langfristig. (lt. Fragebogen)
Zusätzliches und Kosten	
PM 2,5	Luftreinhaltepläne zur Verringerung der Konzentration von PM ₁₀ müssen auch auf die Verringerung der Konzentration von PM _{2,5} abzielen
Details zur Maßnahme	Zusätzliche Informationen zu der Maßnahme
Bemerkungen	Raum für weitere Anmerkungen
Geschätzte Kosten (in Euro)	Geschätzte Kosten der Maßnahme

3.5 Maßnahmenschema als Excel-Datei

Die Excel-Datei, in der 246 Maßnahmen aufgeführt und klassifiziert sind, trägt die Bezeichnung *massnahmen_lrp_ap_endfassung.xls*. Die Datei besteht aus einem Tabellenblatt mit dem Namen *Alle Maßnahmen*. Die Excel-Datei ist im Anhang beigefügt.

49 Pläne mit Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwerts in den Jahren 2002 bis 2005 (Stand Oktober 2005) wurden analysiert, zudem wurden noch 4 Pläne mit NO₂-Überschreitungen des Jahres 2002 untersucht. Somit basiert das Maßnahmenschema auf Datenmaterial aus 53 Luftreinhalte- und Aktionsplänen.

Das Maßnahmenschema wurde mit allen in den Plänen aufgeführten Daten gefüllt. Insgesamt wurden 246 Maßnahmen in das Maßnahmenschema aufgenommen. Tabelle 2-5 in 2.2.2.5 gibt einen Überblick darüber, wie sich die Anzahl der aufgenommenen Maßnahmen zusammensetzt.

Abschließend wurden die Maßnahmen, die sowohl für PM₁₀ als auch für NO₂ gelten, dupliziert. Somit kann in der Excel-Tabelle als Filtereinstellung ein bestimmter Schadstoff ausgewählt werden, danach werden alle Maßnahmen angezeigt, die diesen Schadstoff reduzieren. Somit finden sich insgesamt 454 Datensätze im Maßnahmenschema.

Kommentare an den Spaltenköpfen des Excel-Tabellenblatts erleichtern das Verständnis und entsprechen den in der Dokumentation (Tabelle 3-2) aufgeführten Erklärungen.

Um die Datensätze der Excel-Datei nach bestimmten Kriterien zu filtern, kann mit dem AutoFilter gearbeitet werden, den Excel zur Verfügung stellt. Unter dem Excel-Menüpunkt Daten – Filter – Autofilter kann er aktiviert oder deaktiviert werden.

3.6 Statistische Auswertungen aus dem Maßnahmenschema

Im Maßnahmenschema wurden Maßnahmen aus 53 Luftreinhalte- und Aktionsplänen der Überschreitungsjahre 2002 bis 2005 klassifiziert und statistisch analysiert, z. B. bezüglich der Quellgruppen, der Handlungsfelder, der Typen und Zielgrößen bestimmter Handlungsfelder, der räumlichen Skalen, der Akteure, der Art und Status der Maßnahme.

3.6.1 Statistische Auswertung der Maßnahmen der 49 LRP/AP mit PM₁₀-Überschreitungen

Tabelle 3-3 zeigt, wie viele Maßnahmen in jedem der 49 untersuchten Luftreinhalte- und Aktionspläne genannt werden. Insgesamt wurden 644 Maßnahmen aus 49 Luftreinhalte- und Aktionsplänen mit PM₁₀-Überschreitungen der Jahre 2002 bis 2005 analysiert.

Tabelle 3-3: Anzahl der Maßnahmen der 49 LRP/AP mit PM₁₀-Überschreitungen

ID LRP/AP	Bundesland	Gebiet	Anzahl MN
3	B-W	Ilfeld LRP/AP	15
6	B-W	Ludwigsburg LRP/AP	28
7	B-W	Mannheim LRP/AP	23
10	B-W	Pleidelsheim LRP/AP	22
11	B-W	Schwäbisch-Gmünd LRP/AP	19
12	B-W	Stuttgart LRP/AP	36
14	Bayern	Ansbach LRP	16
15	Bayern	Arzberg LRP	6
16	Bayern	Augsburg LRP	19
17	Bayern	Lindau LRP	4
18	Bayern	München AP	1
19	Bayern	München LRP	33
20	Bayern	Nürnberg/Fürth/Erlangen AP	1
21	Bayern	Nürnberg/Fürth/Erlangen LRP	10
22	Bayern	Passau LRP	16
23	Bayern	Regensburg LRP	5
24	Bayern	Schwandorf LRP	5
25	Bayern	Weiden LRP	3
26	Bayern	Würzburg LRP	19
27	Berlin	Berlin LRP/AP	27
28	Brandenburg	Nauen LRP	7
29	Brandenburg	Neuruppin LRP	16
30	Bremen	Bremen - Neuenlander Str. AP	4
33	Hessen	Darmstadt AP	13
34	Hessen	Frankfurt AP	7
35	Hessen	Rhein-Main LRP	11
36	Niedersachsen	Braunschweig AP	11
37	Niedersachsen	Hannover LRP/AP	6
39	NRW	Dortmund - Brackeler Str. AP	7
40	NRW	Düsseldorf - Ludenberger Straße AP	10
41	NRW	Düsseldorf - Südl. Innenstadt AP	16
43	NRW	Düsseldorf - Südl. Innenstadt LRP	20
44	NRW	Duisburg - Nord AP	31
45	NRW	Duisburg - Nord LRP	2
46	NRW	Duisburg - Nord II LRP	23
47	NRW	Essen - Gladbecker Str. AP	15
49	NRW	Hagen - Innenstadt LRP/AP	10
50	NRW	Krefeld - Hafen AP	8
51	NRW	Krefeld - Hafen LRP	4
52	NRW	Tagebau Hambach AP	8
53	NRW	Wuppertal - Barmen Steinweg AP	16
54	Rheinl.-Pfalz	Ludwigshafen - Heinigstr. LRP	6
55	Rheinl.-Pfalz	Mainz - Parcusstr. LRP/AP	8
56	Sachsen	Leipzig AP	6
57	Sachsen	Leipzig LRP	18
58	Sachsen-Anhalt	Aschersleben LRP/AP	10
59	Sachsen-Anhalt	Halle	2
61	Thüringen	Erfurt AP	9

62	Thüringen	Erfurt LRP	32
	Anzahl aller Maßnahmen		644

3.6.1.1 Quellgruppen

Wie in Kapitel 3.2 beschrieben, wurden fünf Quellgruppen definiert, um sämtliche Emissionsquellen zu erfassen. Abbildung 3-1 und Abbildung 3-2 zeigen, wie sich die vorgeschlagenen Maßnahmen auf diese Quellgruppen verteilen.

Der Schwerpunkt aller Maßnahmen liegt mit 78,6 % bei Maßnahmen der Quellgruppe Kfz-Verkehr. Auf die Quellgruppe Stationäre Quellen beziehen sich 20,3 % der Maßnahmen. Die Maßnahmen der Quellgruppe Sonstiger Verkehr und die Quellgruppe Landwirtschaft haben einen nur geringen Anteil von unter 1 %. Zur Quellgruppe Sonstige Quellen wird keine Maßnahme aufgeführt.

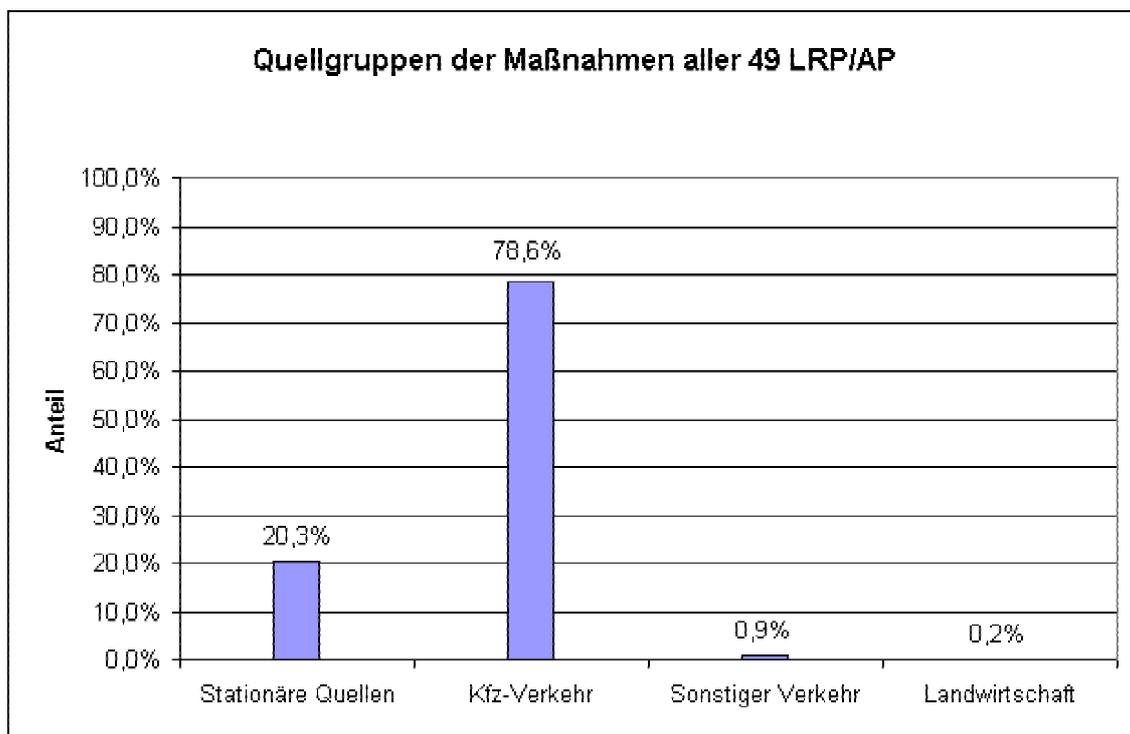


Abbildung 3-1: Anteile der Quellgruppen an den Maßnahmen aller 49 LRP/AP

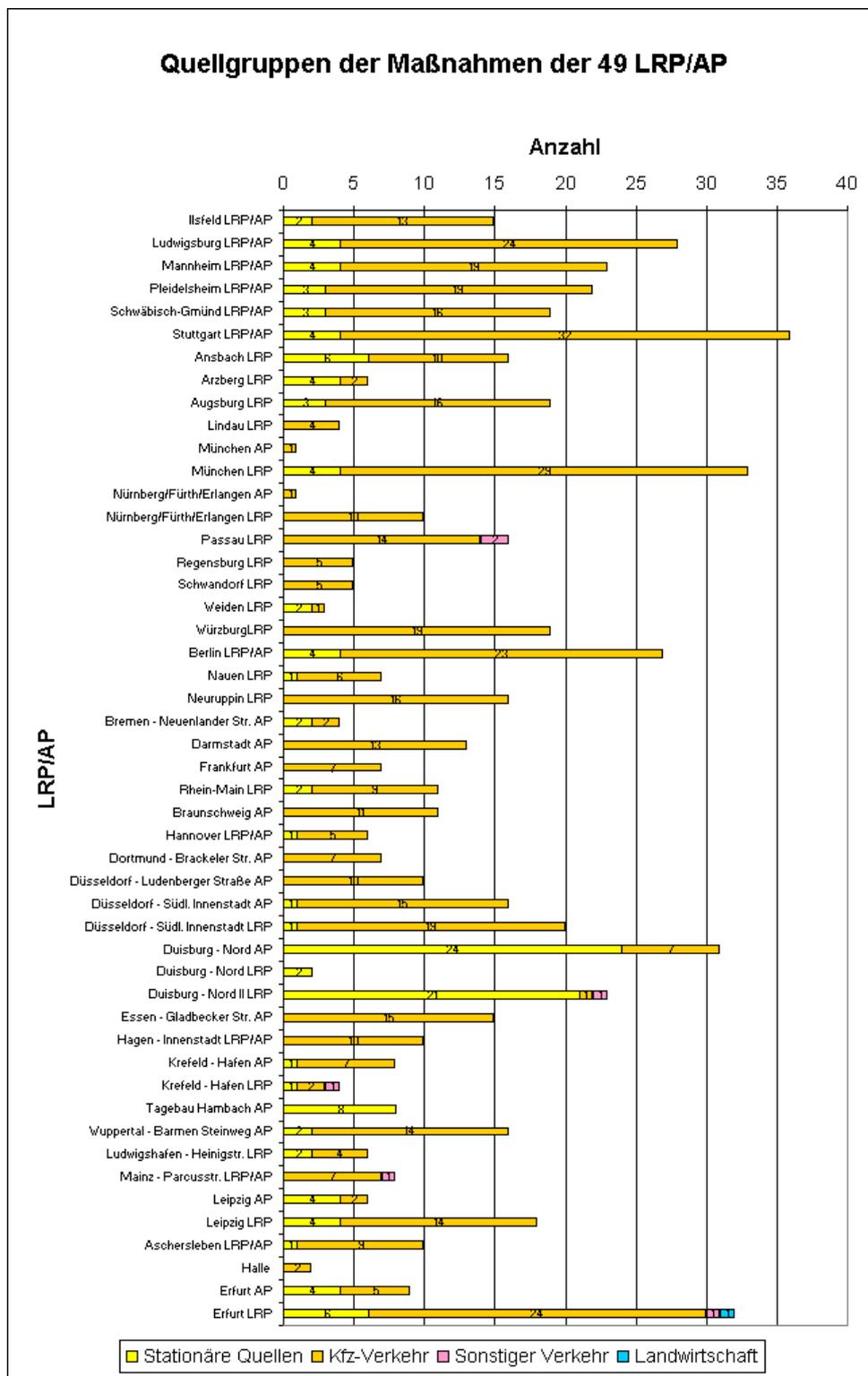


Abbildung 3-2: Anzahl der Maßnahmen zu den Quellgruppen der 49 einzelnen LRP/AP

3.6.1.2 Handlungsfelder der Quellgruppe Kfz-Verkehr

Da 78,6 % aller Maßnahmen sich auf die Quellgruppe Kfz-Verkehr beziehen, wurde diese Quellgruppe genauer analysiert. Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, wurden zur Klassifizierung der Maßnahmen in Abhängigkeit der Quellgruppe Handlungsfelder definiert. Abbildung 3-3 und Abbildung 3-4 zeigen die Maßnahmen, die den Handlungsfeldern der Quellgruppe Kfz-Verkehr zugeordnet wurden.

Mit 41,5 % der Maßnahmen überwiegen Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Verkehrsmanagement. Das Handlungsfeld Modal-Split folgt mit 18,4 % der genannten Maßnahmen. Zum Handlungsfeld Technik und Kraftstoffe gehören 16,0 % der Maßnahmen. Das Handlungsfeld Sonstige hat einen Anteil von 11,3 %, hierzu zählen u. a. Gesetze, Straßenreinigung oder Öffentlichkeitsarbeit.

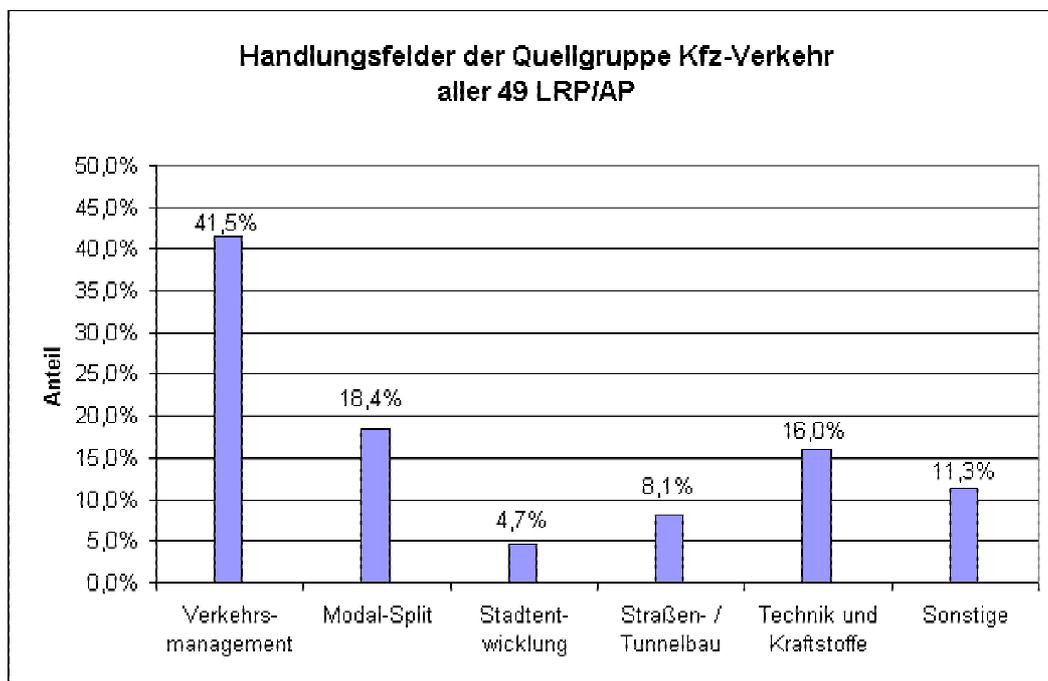


Abbildung 3-3: Anteile der Handlungsfelder der Quellgruppe Kfz-Verkehr an den Maßnahmen aller 49 LRP/AP

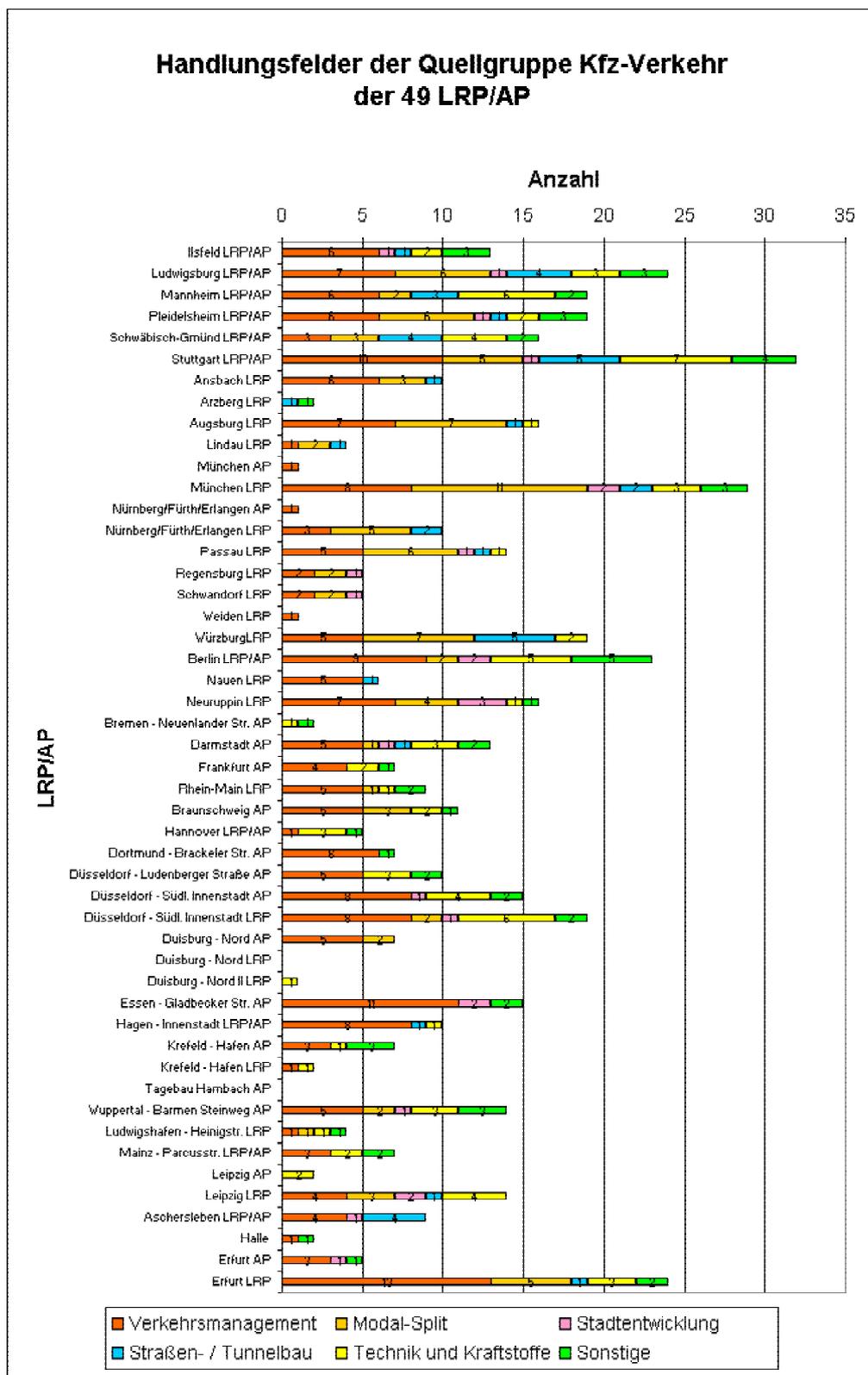


Abbildung 3-4: Anzahl der Maßnahmen zu den Handlungsfelder der Quellgruppe Kfz-Verkehr der 49 einzelnen LRP/AP

3.6.1.3 Räumliche Skala

Mit der räumlichen Skala einer Maßnahme wird der Wirkungsradius der Maßnahme beschrieben. Abbildung 3-5 und Abbildung 3-6 zeigen, welche Bereiche durch die einzelnen Maßnahmen beeinflusst werden sollen.

Maßnahmen, die durch Quartiersbezug oder durch die Einwirkung auf singuläre Quellen lokal wirken, machen 47,2 % der Maßnahmen aus. Bei 43,8 % aller Maßnahmen wird die gesamte urbane Schadstoffsituation verbessert. In diesen beiden Wirkungsbereichen liegt der Schwerpunkt aller Maßnahmen. Maßnahmen, die direkt am hot spot ansetzen, folgen mit 4,3 %.

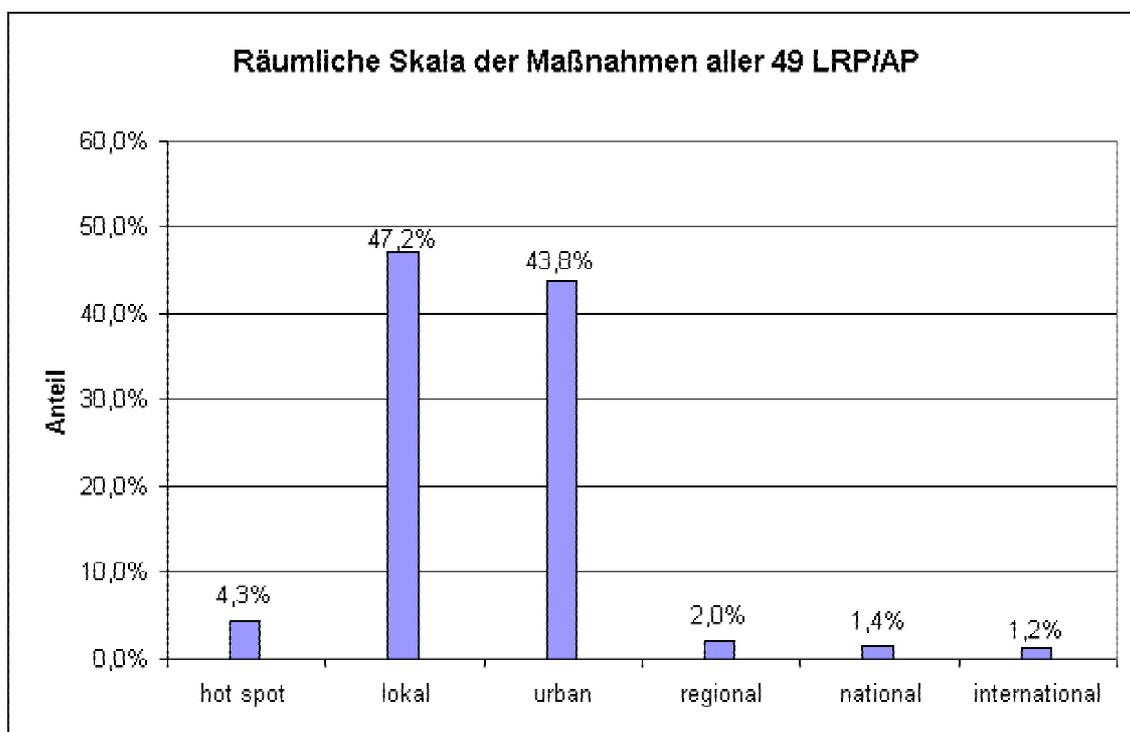


Abbildung 3-5: Anteile der räumlichen Skala der Maßnahmen aller 49 LRP/AP

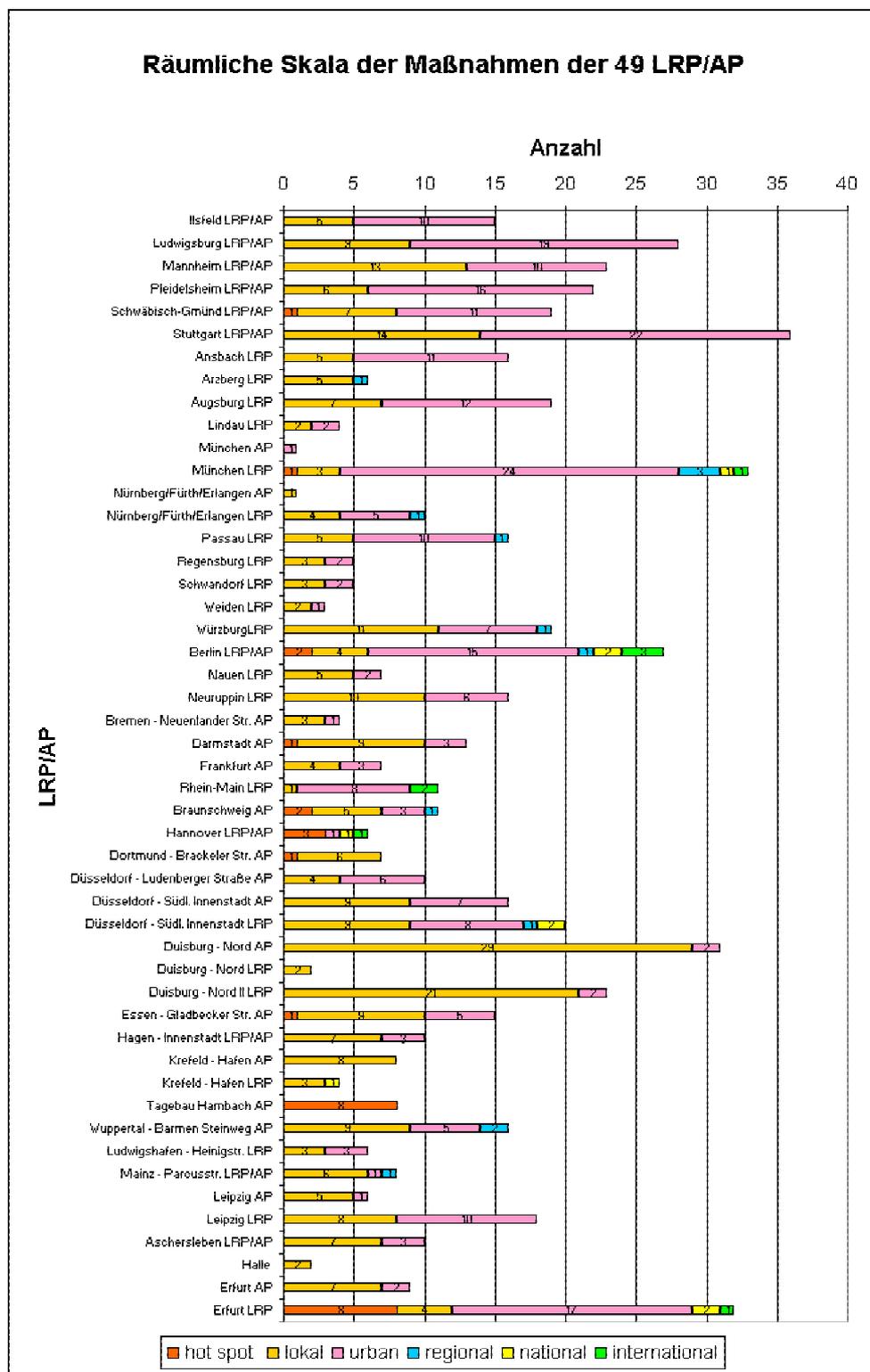


Abbildung 3-6: Anzahl der Maßnahmen auf der räumlichen Skala der 49 einzelnen LRP/AP

3.6.1.4 Akteure

Der Akteur bei einer Maßnahme ist die Verwaltungsebene, die die Umsetzung beschließen kann, oder aber der Betreiber einer Anlage. In Abbildung 3-7 und Abbildung 3-8 sind die Akteure der Maßnahmen aufgezeigt. Bei 86,5 % aller Maßnahmen liegt die Umsetzung in städtischer Hand.

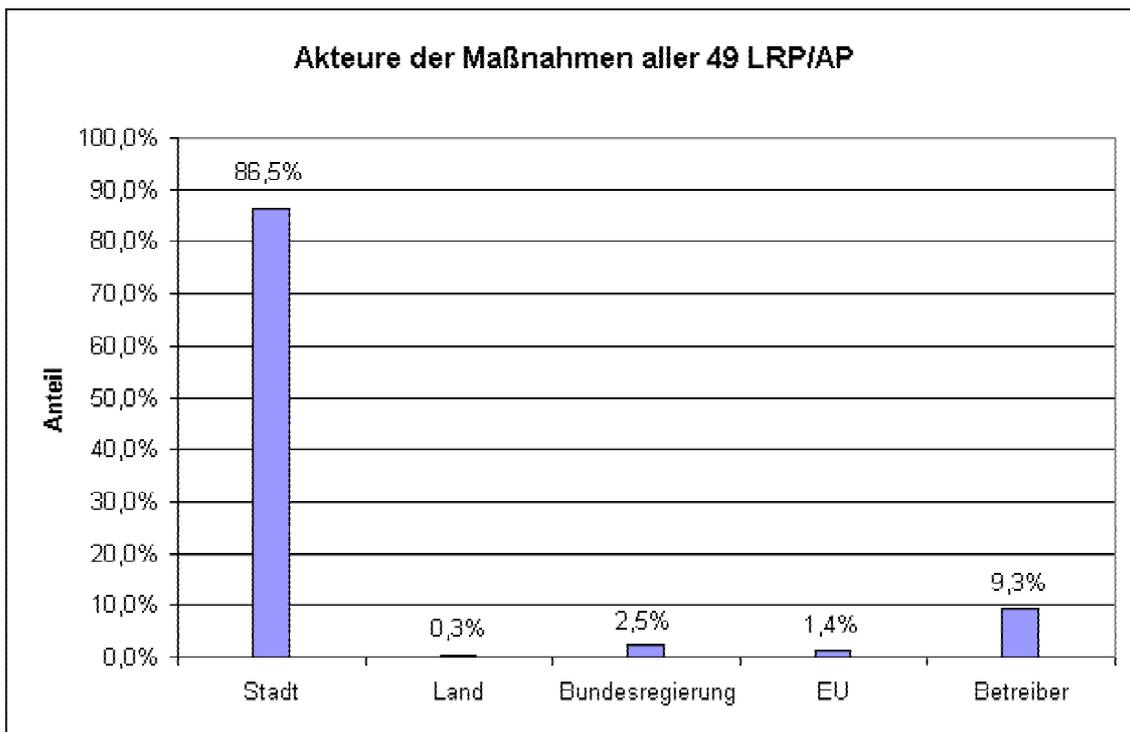


Abbildung 3-7: Anteile der Akteure an den Maßnahmen aller 49 LRP/AP

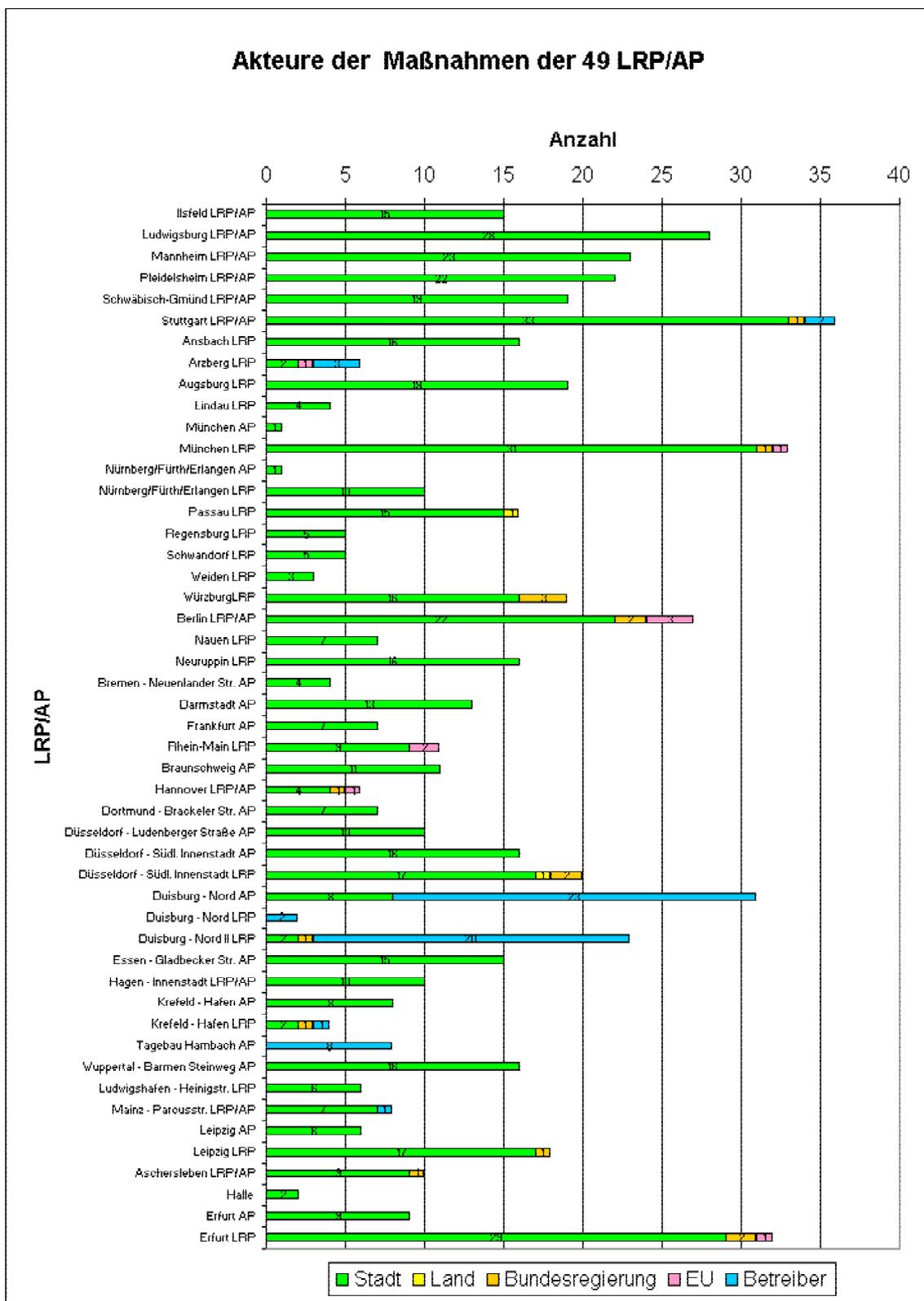


Abbildung 3-8: Anzahl der Maßnahmen bei den Akteuren der 49 einzelnen LRP/AP

3.6.2 Vertiefende statistische Auswertung von Maßnahmen ausgewählter Pläne zur Quellgruppe Kfz-Verkehr

Die 236 Maßnahmen aus den 15 Luftreinhalte- und Aktionsplänen (siehe Tabelle 2-5) wurden einer vertiefenden statistischen Analyse unterzogen. Dabei wurden nur Maßnahmen untersucht, die sich auf die Quellgruppe Kfz-Verkehr beziehen.

3.6.2.1 Typen und Zielgrößen des Handlungsfelds Verkehrsmanagement

In der Quellgruppe Kfz-Verkehr dominieren mit 41,5 % Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Verkehrsmanagement. Deshalb wurde dieses Handlungsfeld weiter analysiert.

Es wurden folgende Typen von Maßnahmen unterschieden:

- Steuerung/Lenkung
- Tempolimit
- Sperrung/Einschränkung
- Parkraum

Zudem wurden folgende Zielgrößen der Maßnahmen unterschieden:

- Kfz-Gesamt
- LKW

Abbildung 3-9 und Abbildung 3-10 zeigen die Differenzierungen dieses Handlungsfelds.

Im Handlungsfeld Verkehrsmanagement überwiegen mit 29,6 % Maßnahmen zur Steuerung bzw. Lenkung des gesamten Kfz-Verkehrs. Maßnahmen zur Steuerung bzw. Lenkung des LKW-Verkehrs werden bei 14,1 % genannt. Adiert man diese beiden Anteile, bilden Steuerungs- und Lenkungsmaßnahmen einen Anteil von 43,7 % der Maßnahmen im Handlungsfeld Verkehrsmanagement.

25,4 % der Maßnahmen in diesem Handlungsfeld beinhalten Sperrungen bzw. Einschränkungen für den gesamten Kfz-Verkehr, 15,5 % Sperrungen bzw. Einschränkungen für den LKW-Verkehr. Addiert man diese beiden Anteile, haben Sperrungs- und Einschränkungsmaßnahmen einen Anteil von 40,9 % der Maßnahmen im Handlungsfeld Verkehrsmanagement.

Bewirtschaftung und Verknappung von Parkraum wird in 9,9 % der Maßnahmen des Handlungsfelds Verkehrsmanagement aufgeführt. Tempolimits werden nur für den gesamten Kfz-Verkehr vorgeschlagen (5,6 %), keine Maßnahme bezieht sich auf ein Tempolimit allein für LKW.

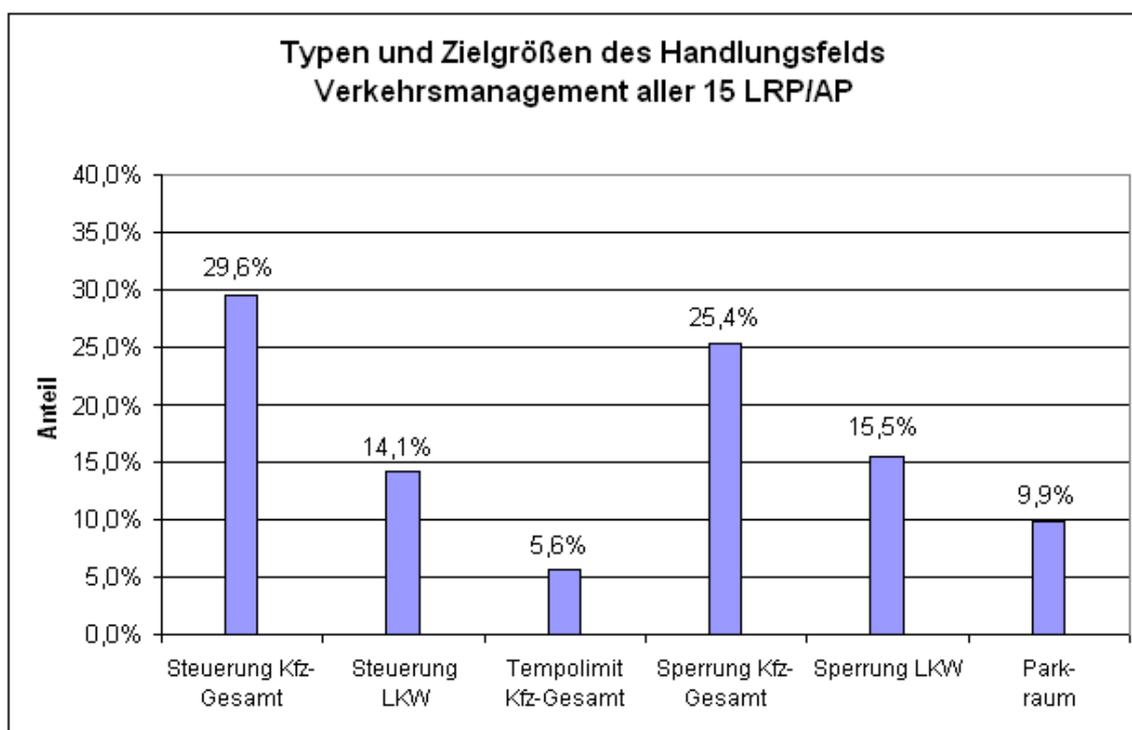


Abbildung 3-9: Typen und Zielgrößen des Handlungsfelds Verkehrsmanagement aller 15 LRP/AP

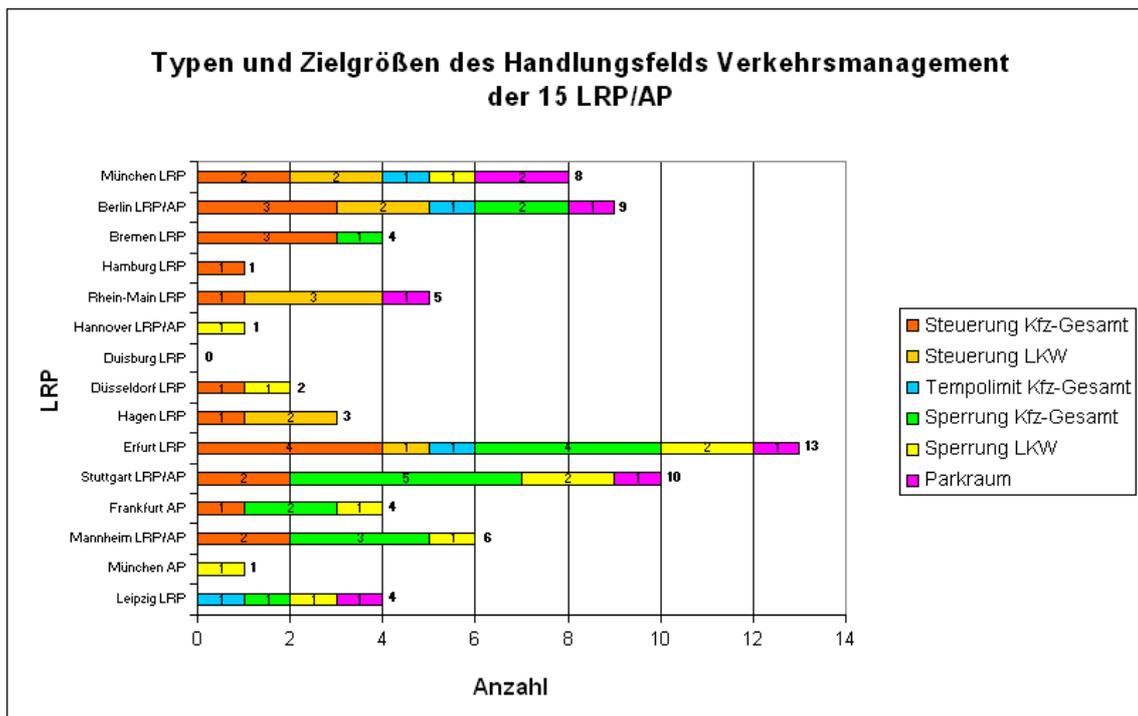


Abbildung 3-10: Typen und Zielgrößen des Handlungsfelds Verkehrsmanagement der 15 einzelnen LRP/AP

3.6.2.2 Zielgrößen des Handlungsfelds Modal-Split

In der Quellgruppe Kfz-Verkehr folgen mit 18,4 % an zweiter Stelle Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Modal-Split. Dieses Handlungsfeld wurde ebenfalls vertieft analysiert. Ziel der Maßnahmen dieses Handlungsfeldes ist das Verschieben des Modal-Splits hin zu schadstoffarmen Fortbewegungsarten.

Es wurden folgende Zielgrößen von Maßnahmen unterschieden:

- ÖPNV
- Fahrrad und Fußgänger
- Sonstige

Abbildung 3-11 und Abbildung 3-12 zeigen die Differenzierungen dieses Handlungsfelds.

Die mit 60,5 % am häufigsten genannten Maßnahmen des Handlungsfelds Modal-Split beziehen sich auf Förderung und Attraktivitätssteigerung des ÖPNV. Unter Sonstige (21,1 %) finden sich Maßnahmen wie z. B. Mobilitätsberatung, Förderung von Carsharing oder Öffentlichkeitsarbeit zum Luftreinhalteplan. Verbesserte Konditionen für Radfahrer und Fußgänger werden bei 18,4 % der Maßnahmen des Handlungsfelds Modal-Split genannt.

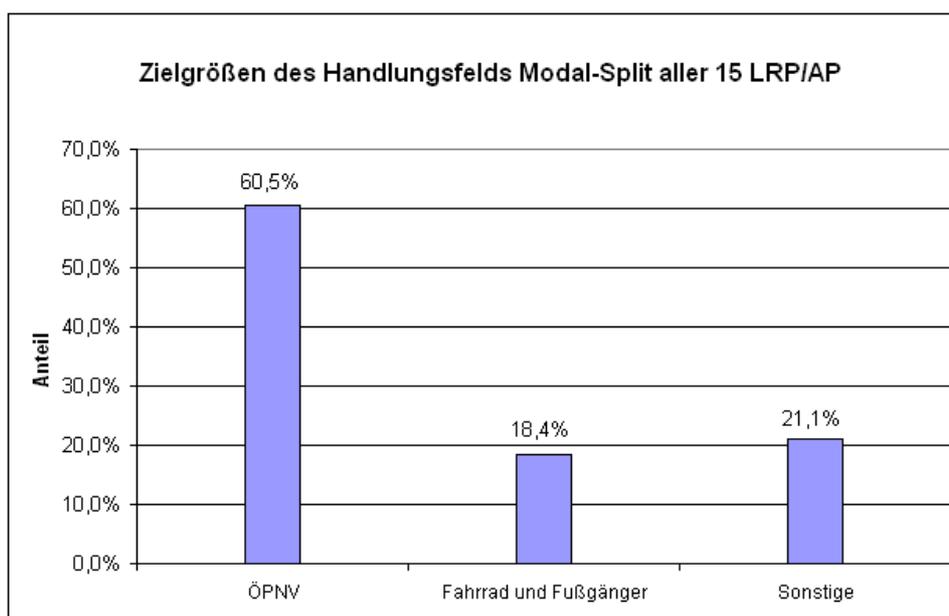


Abbildung 3-11: Typen und Zielgrößen des Handlungsfelds Modal-Split aller 15 LRP/AP

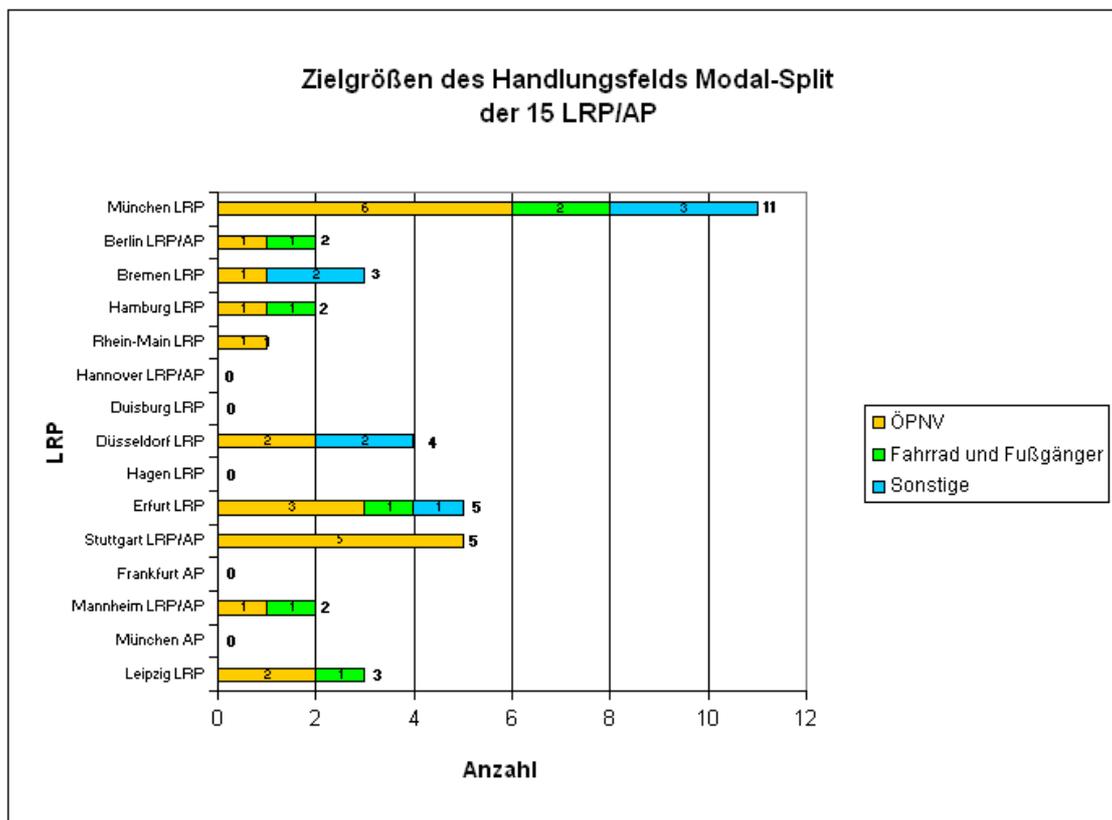


Abbildung 3-12: Typen und Zielgrößen des Handlungsfelds Modal-Split der 15 einzelnen LRP/AP

3.6.2.3 Zielgröße ÖPNV der Quellgruppe Kfz-Verkehr

Die Zielgröße ÖPNV der Quellgruppe Kfz-Verkehr wird durch zwei mögliche Handlungsfelder beeinflusst: durch das Handlungsfeld Modal-Split und das Handlungsfeld Technik und Kraftstoffe. Werden die Maßnahmen beider Handlungsfelder zusammengefasst, zeigen sich die in Abbildung 3-13 und Abbildung 3-14 dargestellten Resultate.

27,5 % aller Maßnahmen der Quellgruppe Kfz-Verkehr zielen auf den ÖPNV. Hiervon betreffen 15,5 % technische Maßnahmen, wie Partikelfilter, Umrüstung oder Ersatz der Fahrzeugflotte durch emissionsarme Antriebsarten. 11,9 % aller Maßnahmen der Quellgruppe Kfz-Verkehr bestehen in einer Attraktivitätssteige-

zung des ÖPNV und sollen damit eine Verschiebung des Modal-Split hin zur Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel bewirken.

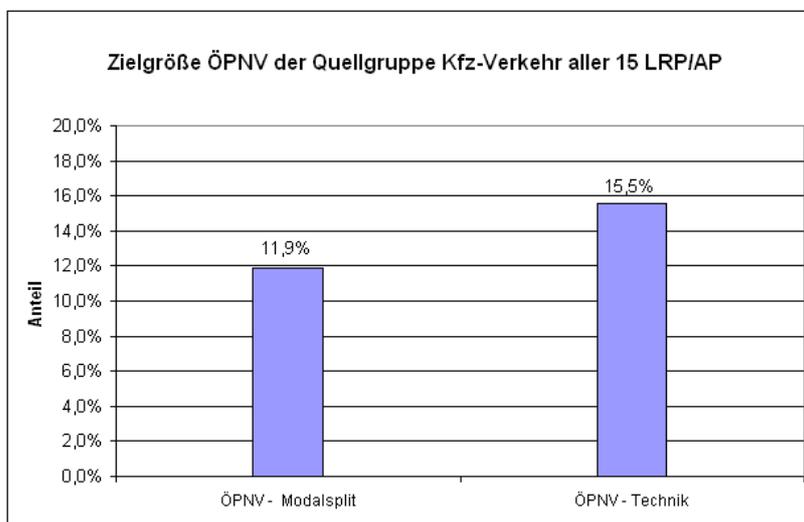


Abbildung 3-13: Zielgröße ÖPNV der Quellgruppe Kfz-Verkehr aller 15 LRP/AP

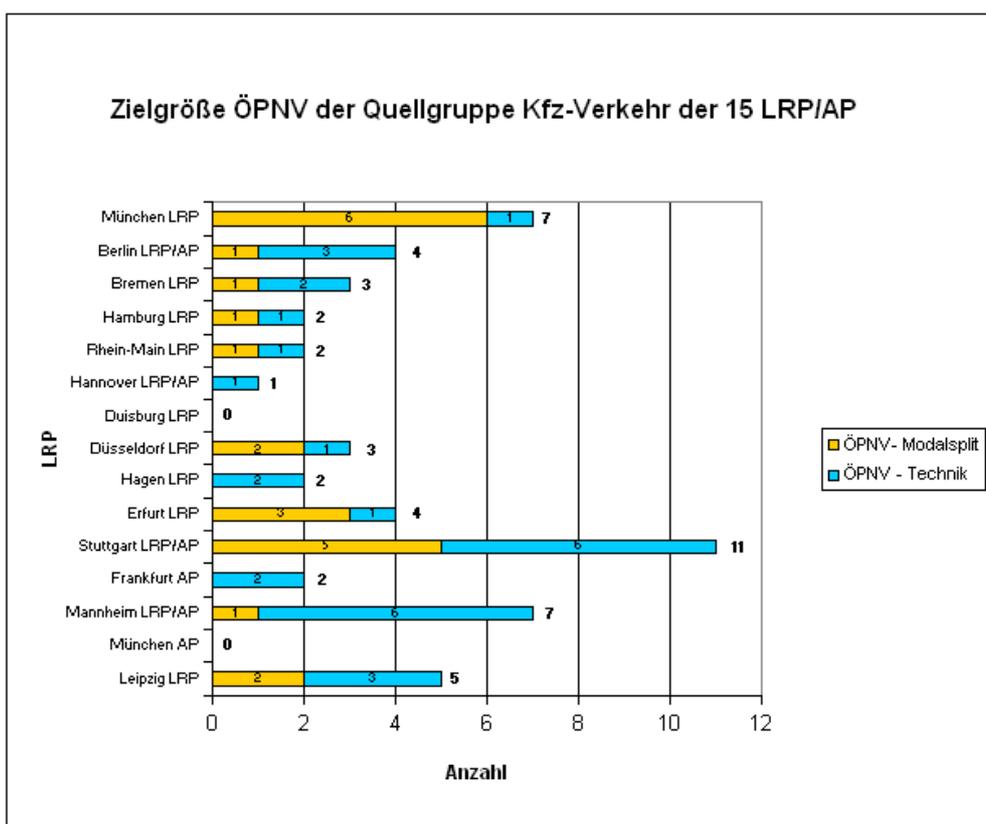


Abbildung 3-14: Zielgröße ÖPNV der Quellgruppe Kfz-Verkehr der 15 einzelnen LRP/AP

3.6.3 Ergänzende statistische Auswertung der Maßnahmen aus den Luftreinhalteplänen des Überschreitungsjahres 2002

Die 144 Maßnahmen der 10 Luftreinhaltepläne des Überschreitungsjahres 2002, die bis April 2005 vorlagen, wurden einer ergänzenden statistischen Analyse unterzogen, die über die in Kapitel 3.6.1 und Kapitel 3.6.2 genannten Aspekte hinausgehen. Die verwendete Datenbasis wurde in Tabelle 2-1 beschrieben. Tabelle 2-3 in Kapitel 2.2.2.3 zeigt in einen Überblick, wie sich die Anzahl der Maßnahmen auf die 10 Luftreinhaltepläne verteilt.

3.6.3.1 Zielgrößen des Handlungsfelds Technik und Kraftstoffe

In der Quellgruppe Kfz-Verkehr folgen nach Maßnahmen der Handlungsfelder Verkehrsmanagement und Modal-Split an dritter Stelle Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Technik und Kraftstoffe. Deshalb wurde auch dieses Handlungsfeld weiter analysiert. Ziel der Maßnahmen dieses Handlungsfeldes ist die Emissionsminderung durch technische Maßnahmen, wie z. B. Partikelfilter, Verwendung emissionsarmer Kraftstoffe oder Verbesserung des Straßenbelags.

Es wurden folgende Zielgrößen der Maßnahmen unterschieden:

- ÖPNV (und/oder städtischer Fuhrpark)
- Kfz-Gesamt (ohne ÖPNV)
- LKW (ohne ÖPNV)

Abbildung 3-15 und Abbildung 3-16 und zeigen die verschiedenen Zielgrößen dieses Handlungsfelds.

Der Hauptaugenmerk der Maßnahmen (59,1 %) des Handlungsfelds Technik und Kraftstoffe liegt auf der Umrüstung des ÖPNV hin zu emissionsarmen Antriebsarten. Dieses Ziel enthält auch die Modernisierung des städtischen Fuhrparks.

40,9 % der genannten technischen Maßnahmen beziehen sich auf den gesamten Kfz-Verkehr. Technische Maßnahmen mit der ausschließlichen Zielgröße LKW wurden nicht genannt.

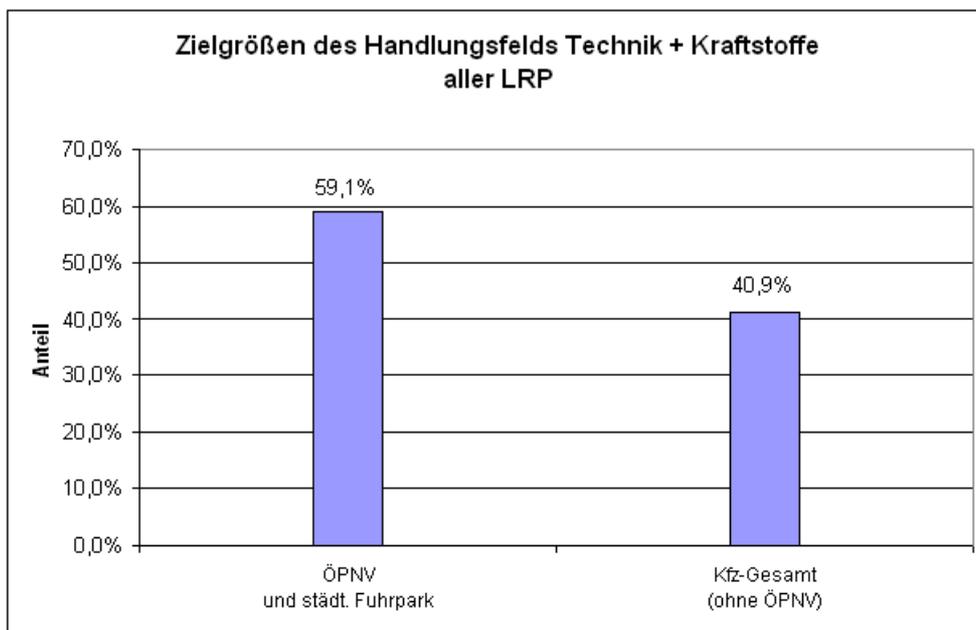


Abbildung 3-15: Zielgrößen des Handlungsfelds Technik und Kraftstoffe aller 10 Luftreinhaltepläne

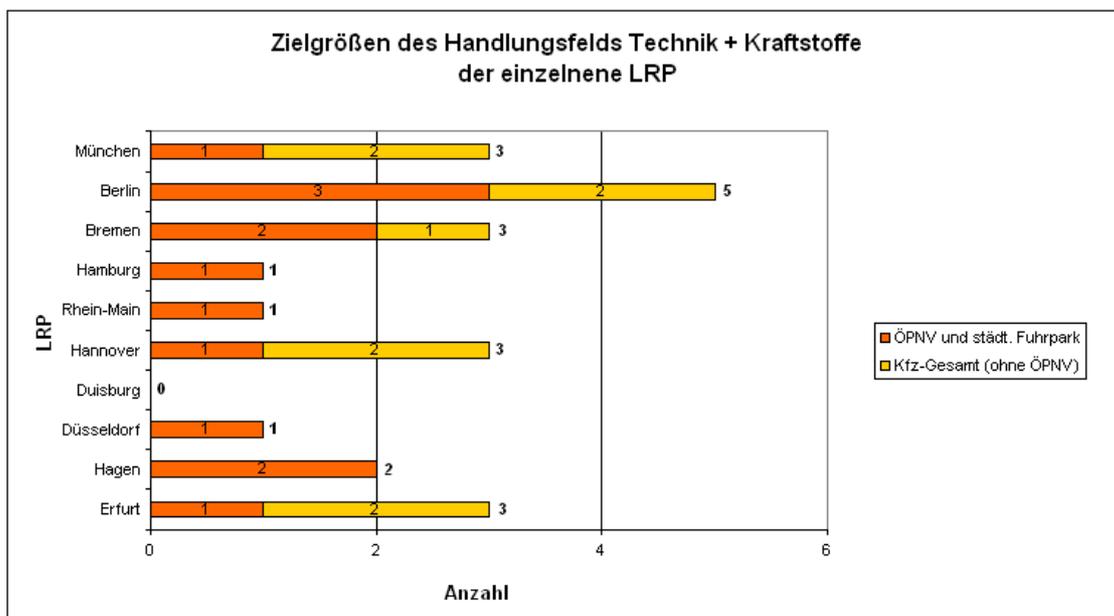


Abbildung 3-16: Zielgrößen des Handlungsfelds Technik und Kraftstoffe der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne

3.6.3.2 Handlungsfelder der Stationären Quellen

Abbildung 3-17 und Abbildung 3-18 zeigen die Maßnahmen, die den Handlungsfeldern der Quellgruppe Stationäre Quellen zugeordnet wurden.

Mit 36,4 % der Maßnahmen der Quellgruppe Stationäre Quellen überwiegen Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Genehmigungsbedürftige Anlagen. Das Handlungsfeld Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen folgt sodann mit 31,8 % der genannten Maßnahmen.

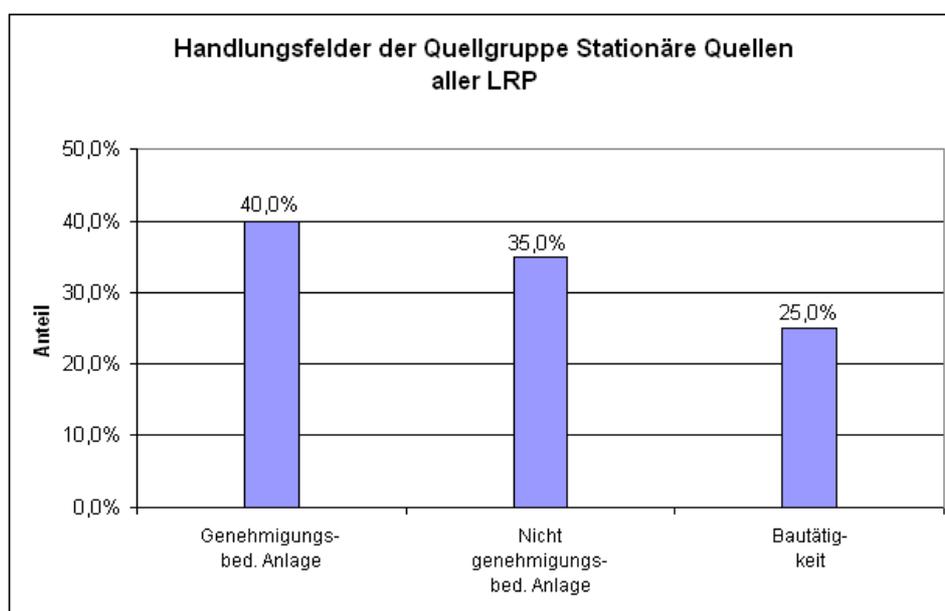


Abbildung 3-17: Handlungsfelder der Stationären Quellen aller 10 Luftreinhaltepläne

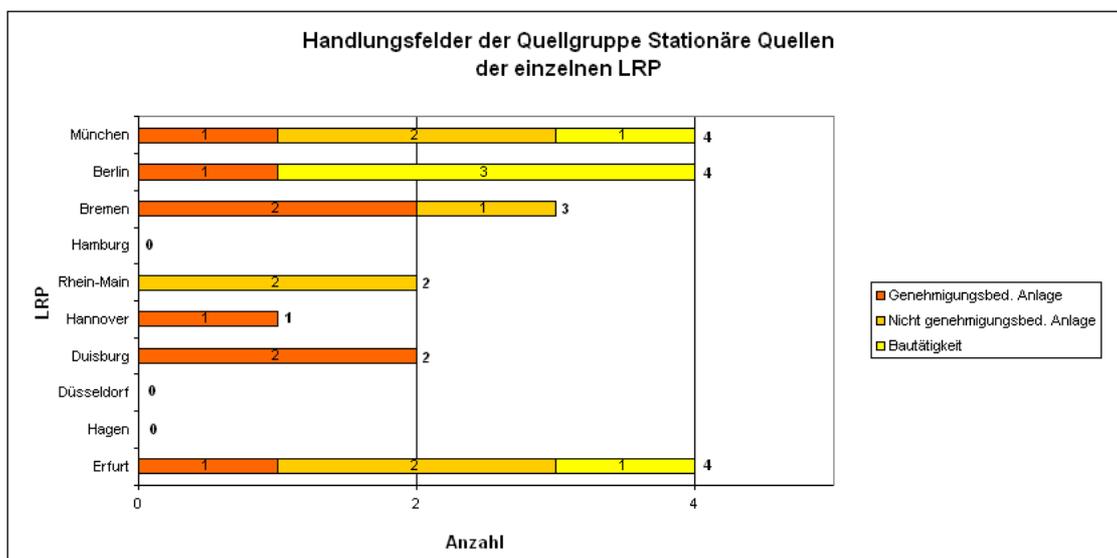


Abbildung 3-18: Handlungsfelder der Stationären Quellen der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne

3.6.3.3 Art der Maßnahme

Bei der Art der Maßnahmen wird analog zu den Fragebogen unterschieden:

- *Zusätzliche Maßnahmen*, die zusätzlich zu den aufgrund bestehender Rechtsvorschriften erforderlichen Maßnahmen getroffen werden.
- *Mögliche Maßnahmen*, die noch nicht ergriffen wurden.
- *Langfristige Maßnahmen* sind mögliche langfristige Maßnahmen.
- *Abgeschlossene Maßnahmen* wurden im Allgemeinen nicht berücksichtigt. Eine Ausnahme bilden hierbei die beiden von Duisburg genannten Maßnahmen zur Anlagenmodernisierung bzw. -Stilllegung, die bis 2005 bereits umgesetzt wurden.

Abbildung 3-19 zeigt die prozentualen Anteile und die Art der Maßnahmen, die in der Gesamtheit der Luftreinhaltepläne genannt werden. Abbildung 3-20 zeigt Anzahl und Art der Maßnahmen, die in den einzelnen Luftreinhalteplänen aufgeführt werden.

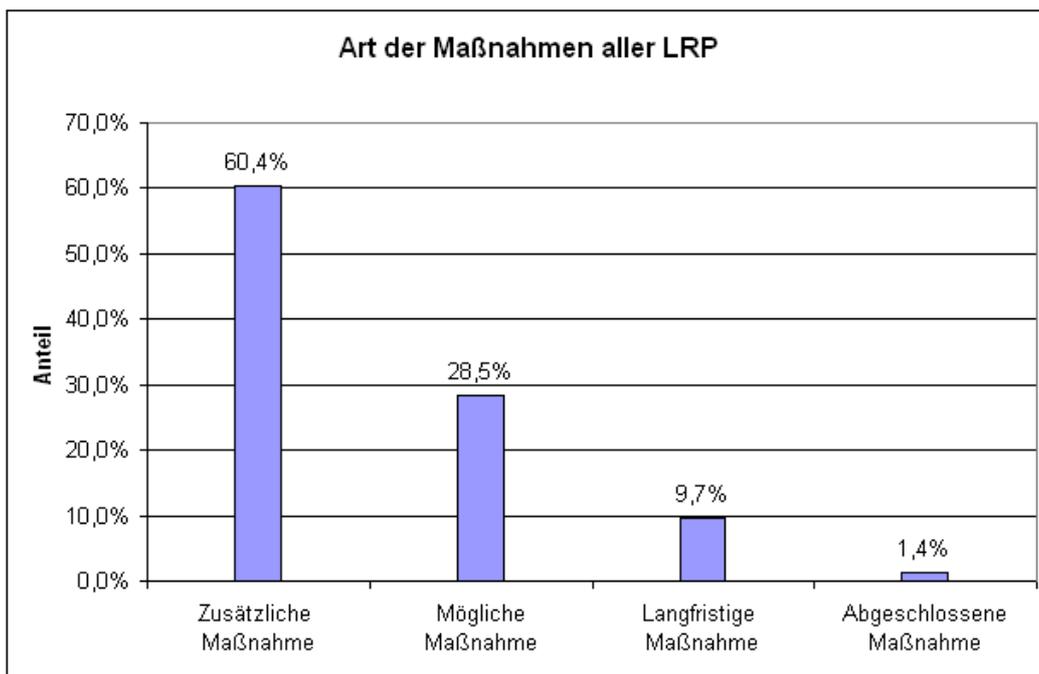


Abbildung 3-19: Anteile und Art der Maßnahmen aller 10 Luftreinhaltepläne

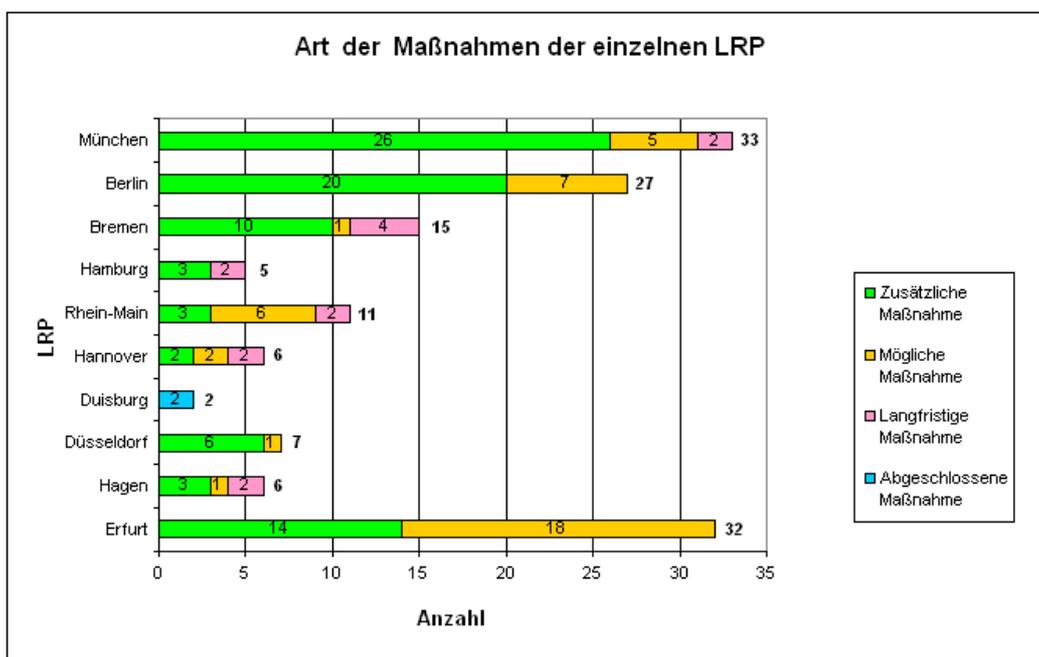


Abbildung 3-20: Anzahl und Art der Maßnahmen der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne

3.6.3.4 Status der Maßnahme

Der Status einer Maßnahme spiegelt wider, wie konkret eine Maßnahme ist. Abbildung 3-21 und Abbildung 3-22 zeigen den Status der Maßnahmen auf.

Maßnahmen, die bereits angelaufen sind, machen 34 % der Maßnahmen aus. Auf die geplanten Maßnahmen entfällt ein Anteil von 18,5 %. Maßnahmen, die kürzlich beschlossen wurden und für die noch keine konkrete Planung vorliegt, folgen mit 4,2 %.

Mit 40,3 % befindet sich der größte Teil der Maßnahmen noch im Status der Diskussion, d. h. die Umsetzung wird nicht konkretisiert.

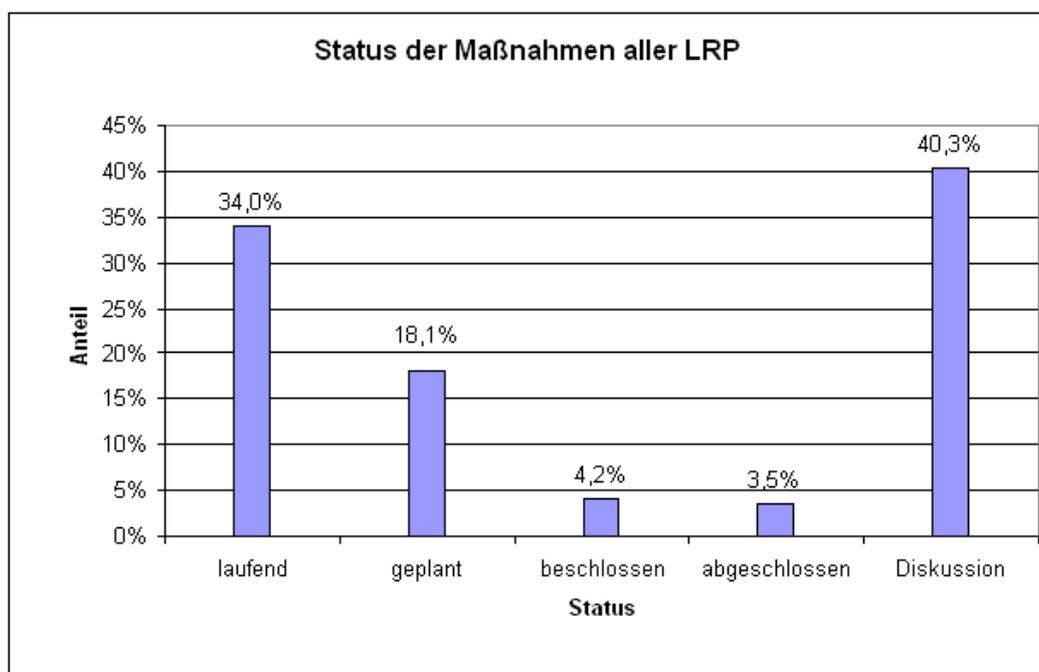


Abbildung 3-21: Status der Maßnahmen aller 10 Luftreinhaltepläne

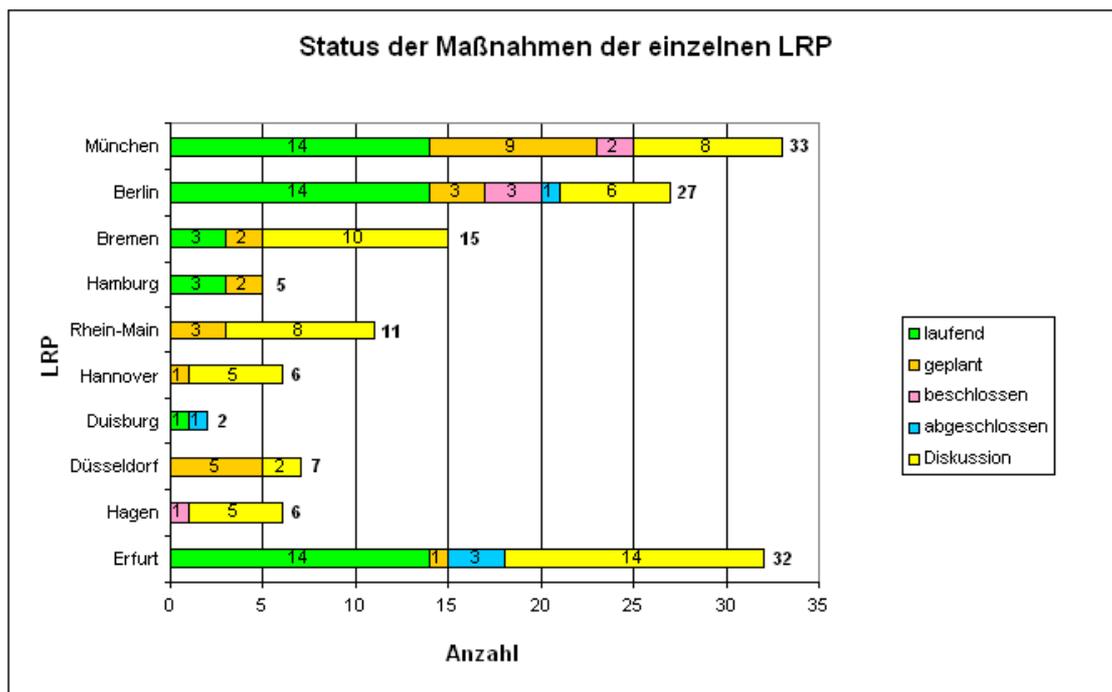


Abbildung 3-22: Status der Maßnahmen der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne

3.6.3.5 Schadstoff

In Abbildung 3-23 und Abbildung 3-24 und werden die Schadstoffe betrachtet, die durch die Maßnahmen gesenkt werden sollen. Es zeigt sich, dass sich der Großteil der Maßnahmen (90,3 %) sowohl auf NO₂ als auch PM₁₀ auswirkt. Maßnahmen zur alleinigen Senkung von PM₁₀ sind mit 9 % aller Maßnahmen eher selten. Die alleinige Senkung von NO₂ wird nur bei einer Maßnahme genannt (0,7 %).

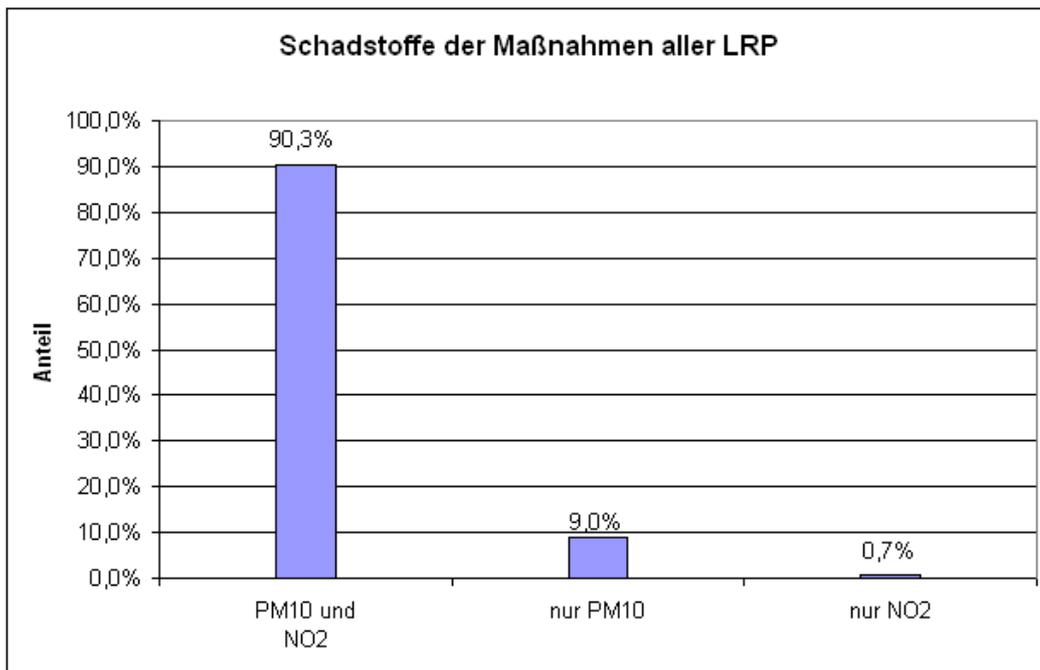


Abbildung 3-23: Schadstoffe der Maßnahmen aller 10 Luftreinhaltepläne

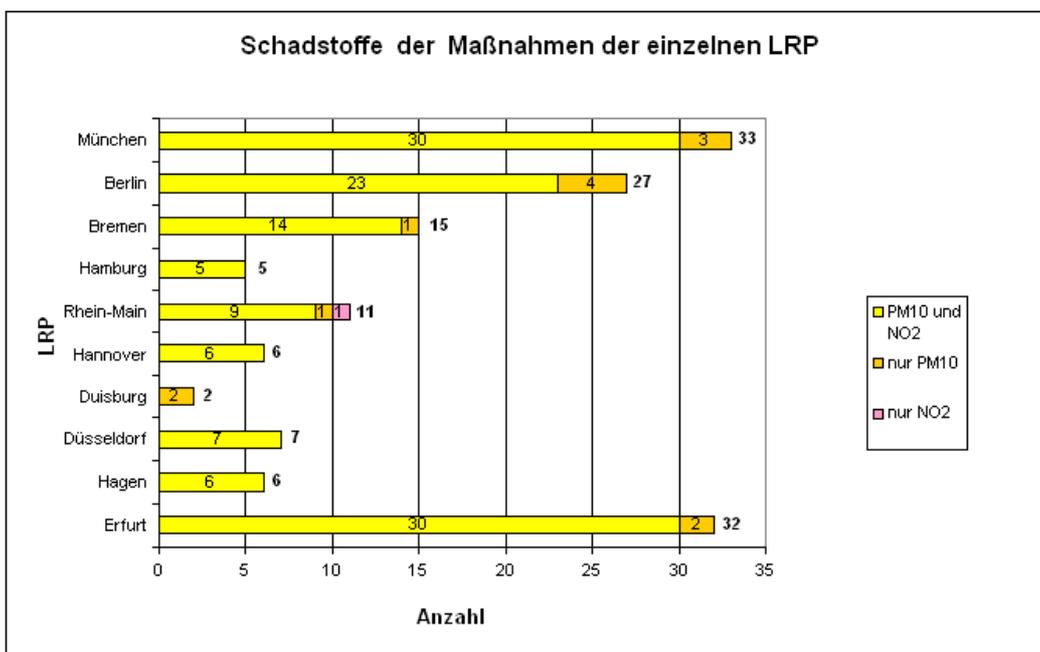


Abbildung 3-24: Schadstoffe der Maßnahmen der 10 einzelnen Luftreinhaltepläne

3.6.3.6 Umsetzung und Kosten

Eine weitere Abschätzung, wie konkret eine Maßnahme ist, wird ermöglicht durch die Nennung von Umsetzungsdatum und Umsetzungszeitraum sowie durch die Angabe der geschätzten Kosten.

Tabelle 3-4 zeigt, bei welcher Anzahl von Maßnahmen diese Faktoren aufgeführt werden. Bei 45,1 % der Maßnahmen wird das Umsetzungsdatum genannt. Bei 18,1 % der Maßnahmen wird eine Angabe zum Umsetzungszeitraum gemacht. Eine Angabe zu den Kosten wird allerdings nur bei 11,8 % der Maßnahmen vorgelegt.

Tabelle 3-4: Nennung von Umsetzungsdatum und Kosten der Maßnahmen

Bundesland	Plan	Anzahl Maßnahmen	Angabe des Umsetzungsdatums	Angabe des Umsetzungszeitraums	Angabe der geschätzten Kosten
Bayern	München	33	9	2	3
Berlin	Berlin	27	17	13	0
Bremen	Bremen	15	8	1	0
Hamburg	Hamburg	5	3	3	1
Hessen	Rhein-Main	11	3	3	0
NDS	Hannover	6	1	0	1
NRW	Duisburg	2	2	2	0
NRW	Düsseldorf	7	5	1	0
NRW	Hagen	6	3	0	2
Thüringen	Erfurt	32	14	1	10
Summe		144	65	26	17
Prozent		100%	45,1%	18,1%	11,8%

3.6.3.7 Potential und Quellanalyse

Um die Wirksamkeit einer Maßnahme abschätzen zu können, sind die Angaben zu Minderungspotential Emissionen und Minderungspotential Immissionen sinnvoll. Auch eine verbale Wirkungsabschätzung durch den Planaufstellenden ist hier hilfreich, ebenso eine Quellanalyse.

Tabelle 3-5 führt auf, welche Maßnahmen hierzu Angaben enthalten. Bei 40,3 % der Maßnahmen wird eine verbale Wirkungsabschätzung vorgelegt. Angaben zum Minderungspotential Immissionen enthalten 6,3 % der Maßnahmen.

Angaben zum Minderungspotential Emissionen nennen allerdings nur 0,7 % der Maßnahmen, d.h. nur eine von insgesamt 144 Maßnahmen.

Tabelle 3-5: Angaben zum Minderungspotential der Maßnahme und Quellanalyse

Bundesland	Plan	Anzahl Maßnahmen	Angabe Minderungspotential Emissionen	Angabe Minderungspotential Immissionen	verbale Wirkungsabschätzung vorhanden	Quellanalyse vorhanden
Bayern	München	33	0	0	5	3
Berlin	Berlin	27	1	2	22	0
Bremen	Bremen	15	0	0	0	0
Hamburg	Hamburg	5	0	0	0	0
Hessen	Rhein-Main	11	0	0	0	0
NDS	Hannover	6	0	0	1	0
NRW	Duisburg	2	0	0	2	0
NRW	Düsseldorf	7	0	0	0	2
NRW	Hagen	6	0	2	1	1
Thüringen	Erfurt	32	0	5	27	0
Summe		144	1	9	58	6
Prozent		100%	0,7%	6,3%	40,3%	4,2%

3.7 Maßnahmenanalyse nach ausgewählten Schwerpunkten

In 49 Plänen werden Überschreitungsfälle des Tagesmittelwerts von PM₁₀ genannt.

Hierbei handelt es sich um 28 Aktionspläne, 11 davon sind kombinierte Luftreinhalte- und Aktionspläne. Bei 21 Plänen liegen reine Luftreinhaltepläne vor.

Bei 45 Plänen liegt der Verursacherschwerpunkt klar bei dem Kfz-Verkehr, so dass die aufgeführten Maßnahmen vorrangig auf diesen Bereich zielen. In zwei Plänen werden als Mitverursacher neben dem Kfz-Verkehr großangelegte Bautätigkeiten im Plangebiet genannt (Ludwigshafen und Leipzig). Bei zwei weiteren Plänen wird ein besonderes Augenmerk auf Lärminderung gelegt (Neuruppin und Aschersleben).

Der Verursacherschwerpunkt Industrie wird in 3 Plänen genannt, dies sind der Aktionsplan Duisburg-Nord, der Luftreinhalteplan Duisburg-Nord (Duisburg –

Bruckhausen) sowie der Luftreinhalteplan Duisburg-Nord II (Duisburg – Marxloh).

Im Aktionsplan Tagebau Hambach wird als Verursacherschwerpunkt der Tagebau genannt.

Die Maßnahmen aller 49 vorliegenden Pläne mit Überschreitungsfällen des Tagesmittelwerts von PM₁₀ wurden bezüglich ausgewählter Schwerpunkte analysiert. Tabelle 3-6 führt die Schwerpunkte auf, die bei der Maßnahmenanalyse gesetzt wurden.

Zu allen Maßnahmen wurden Details der Maßnahme, Beginn der Umsetzung und Angaben zum Status notiert. Der Status einer Maßnahme beschreibt, wie konkret eine Maßnahme ist (geplant; beschlossen; laufend; abgeschlossen; Studie; falls keine Zuordnung möglich: Diskussion)

Bei den Maßnahmen wurde zudem festgehalten, ob eine Prüfung auf die Wirksamkeit der Maßnahme erfolgen wird oder ob eine wissenschaftliche Begleitung vorgesehen ist.

Die Ergebnisse dieser Schwerpunktanalyse finden sich im Anhang als Excel-Datei mit dem Namen *MN-Analyse_nach_Schwerpunkten.xls*. Die Datei besteht aus 9 Tabellenblättern.

Tabelle 3-6: Schwerpunkte der Maßnahmenanalyse

Schwerpunkt der Analyse	Tabellenblatt	Anzahl Maßnahmen
Umweltzone oder Sperrung	<i>Umweltzone_Sperrung und Sperrung_Zeitachse</i>	55
Stufenkonzept	<i>Stufenkonzept</i>	12
Straßenreinigung	<i>Straßenreinigung</i>	14
Tempolimit	<i>VerkFLuss_TempoLimit</i>	7
Begrünung	<i>Begrünung</i>	8
Landwirtschaft	<i>Landwirtschaft</i>	2
Bemerkenswertes	<i>Bemerkenswertes</i>	19
Sonstige Studien	<i>Studien_Sonstige</i>	6

4 Minderungspotenzial von Maßnahmen zur Reduktion primärer PM₁₀-Emissionen

4.1 Einführung

Die Prognosen der Luftreinhalte- und Aktionspläne sowie die Messungen der Jahre 2005 und 2006 zeigen, dass vor allem das Tageswertkriterium von PM₁₀ nicht eingehalten werden kann. Als größte Verursacherguppe, die durch lokale bzw. urbane Maßnahmen beeinflussbar ist, wird der Kfz-Verkehr genannt. Dabei wird davon ausgegangen, dass durch technische und verkehrsorganisatorische Maßnahmen beim Straßenverkehr die effizientesten Minderungen der Belastung im hot spot erreicht werden.

In einer großen Anzahl von Plänen werden zu den einzelnen Maßnahmen nur wenige Wirkungs- und Potenzialabschätzungen vorgenommen. Anhand der folgenden Auswahl von Maßnahmen sollen Abschätzungen des Minderungspotenzials gemacht werden, die sich in ihrer Verhältnismäßigkeit auch auf andere Gebiete übertragen lassen.

Anschließend werden die Methoden der Maßnahmenbewertung erläutert. Ergänzend wird eine Übersicht über die Partikelemissionen von Dieselaggregaten in Deutschland gegeben, und die Methodik der Potenzialabschätzung der Immissionsminderung wird beschrieben. Am Ende des Kapitels werden die Ergebnisse der Analysen der einzelnen Maßnahmen diskutiert.

4.2 Auswahl der untersuchten Maßnahmen

Es wurden vor allem Maßnahmen berücksichtigt, die derzeit im Rahmen von Aktions- und Luftreinhalteplänen diskutiert und z. T. schon umgesetzt werden. Kriterien für die Maßnahmenauswahl waren die Umsetzbarkeit der Maßnahme, das erwartete Minderungspotenzial und die Quantifizierbarkeit des Minderungspotenzials.

Die daraufhin ausgewählten Maßnahmen werden im Folgenden aufgeführt. Im Kapitel 4.6 werden die Maßnahmen ausführlich hinsichtlich ihres Wirkungsrahmens und der behördlichen Umsetzungsebene analysiert. Das Emissions- und Immissionsminderungspotenzial wird für verschiedene Ausgestaltungen berechnet. Abschließend wird, sofern möglich, eine Abschätzung der Kosteneffizienz durchgeführt, und es werden Umsetzungsvoraussetzungen und -hindernisse diskutiert.

Die folgenden Maßnahmen wurden ausgewählt:

- Gebietsbezogene Nutzervorteile (Umweltzonen)
- Lokale Durchfahrtsverbote für LKW
- Nachrüstung von Diesel-Kfz mit Partikelfiltern
- Alternative Kraftstoffe (CNG und BTL/GTL)
- Verminderung der Aufwirbelungsemissionen
- Verkehrsvermeidung und -verlagerung
- Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen

4.3 Methoden

Das Vorgehen bei der Untersuchung der einzelnen Maßnahmen gliedert sich in folgenden Bearbeitungsschritte:

1. Festlegung der zu untersuchenden Maßnahmen in Form einer Matrix (Eingriffstiefe bzw. Wirkungs- und Ersetzungsgrade vs. Emissionsminderung; ab Kapitel 4.2).
2. Bestimmung der Emissionsanteile Straßenverkehr und mobile Geräte in Deutschland (siehe Kapitel 4.3).
3. Jede der ausgewählten technischen Maßnahmen wurden nach folgenden Kriterien bewertet (ab Kapitel 4.6):
 - Annahmen zum Wirkungsrahmen
 - Umsetzungsebene

- Emissionsminderungspotenzial
- Immissionsminderungspotenzial
- Kostenschätzung
- Umsetzungsvoraussetzungen und -hemmnisse

4.4 Übersicht zu Partikelemissionen in Deutschland

Der Straßenverkehr hat einen großen Anteil an der Feinstaubbelastung, wie die verursacherbezogene Quellanalyse in Kapitel 2.3.3.3 zeigt, und steht damit im Fokus der Luftreinhalteplanung. Die ausgewählten Emissionsminderungsmaßnahmen beziehen sich deshalb meist auf den Verkehrssektor.

Der Verkehr trägt sowohl durch die Abgasemissionen als auch durch Emissionen aus Abrieb von Bremsen, Reifen und Kupplung sowie durch Wiederaufwirbelung zur PM₁₀-Belastung bei. Die nicht motorisch bedingten Emissionen können grob als abhängig von der Fahrleistung der einzelnen Fahrzeugkategorien (LKW, PKW, LNfz) angenommen werden. Bei den Abgasemissionen dagegen bestimmt die technische Ausrüstung bzw. die Grenzwertstufe (sog. Euro-Stufen) die Emissionen der Fahrzeuge.

Die Ermittlung der Abgasemissionen und deren Entwicklung werden im Folgenden dargestellt. Zusätzlich wird auch noch auf die Entwicklung der Emissionen von Baumaschinen eingegangen, die ebenfalls einen relevanten Beitrag zu den gesamten Partikelemissionen in Deutschland haben.

4.4.1 Partikelemissionen des Straßenverkehrs

Dieselfahrzeuge dominieren die Menge der Partikel-Abgasemissionen des Straßenverkehrs. Partikelemissionen der Ottofahrzeuge sind deutlich geringer als bei Dieselfahrzeugen. Die Partikel-Abgasemissionen der Otto-Fahrzeuge wurden für 2007 in Höhe von 4,5 % und für 2010 in Höhe von 6 % der Partikel-

Abgasemissionen der Diesel-Fahrzeuge in Deutschland abgeschätzt²¹. Aufgrund der unsicheren Emissionsfaktoren und des kleinen Anteils an den verkehrlichen Partikelemissionen werden hier nur Abgasemissionen von Diesel-Kfz (Diesel-Partikel) berücksichtigt.

Der aerodynamische Durchmesser dieser Partikel ist zum Großteil kleiner als 1 µm. Somit können die Partikel vollständig den Kategorien PM₁₀ und auch PM_{2,5} zugeordnet werden. Die bei den Emissionsmessungen ermittelte Partikelmasse setzt sich dabei nicht nur aus primären Partikeln zusammen, sondern berücksichtigt auch weitere Stoffe (Sulfate, Kohlenwasserstoffe) [IFEU 2000].

4.4.1.1 Datenbasis für das Referenzszenario

Für die Ermittlung der Partikel-Emissionen und die Bestimmung der Minderungspotenziale wird das Emissionsberechnungsmodell „TREMODO“ (Transport Emission Model) verwendet [IFEU 2005]. Dieses bildet den motorisierten Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Flugverkehr in Deutschland ab hinsichtlich

- seiner Verkehrs- und Fahrleistungen,
- dem Energieverbrauch und
- den zugehörigen Luftschadstoffemissionen
- für den Zeitraum 1960 bis 2030.

TREMODO wurde vom IFEU-Institut im Auftrag des Umweltbundesamtes entwickelt und wird seit mehreren Jahren kontinuierlich fortgeschrieben. TREMODO wird u.a. vom Umweltbundesamt und von verschiedenen Bundesministerien für die Umweltberichterstattung und die Vorbereitung von Gesetzesvorlagen und politischen Entscheidungen verwendet. Es wird auch von verschiedenen Organisationen genutzt und unterstützt, vor allem vom Verband der Automobilindustrie, von der Deutschen Bahn AG und vom Mineralölwirtschaftsverband. Es ist damit ein in Deutschland allgemein akzeptiertes Modell zur Ermittlung von für

²¹ Auf der Basis von [BUWAL 2004] und Fahrleistungsdaten aus TREMODO.

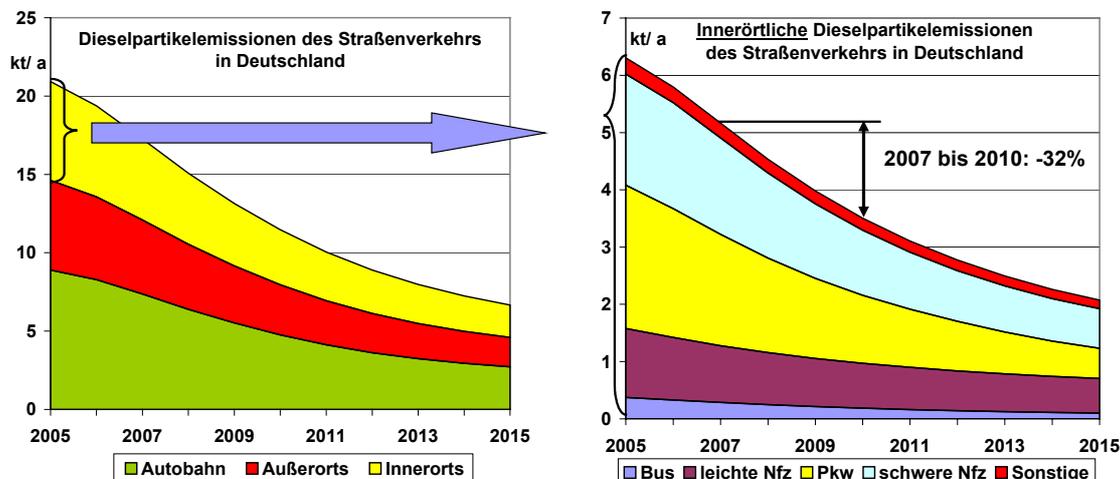
Energie- und Emissionsdaten aus dem Bereich Verkehr. Die Emissionsberechnungen im Referenzszenario berücksichtigen z. B. folgende Randbedingungen:

- Einführung neuer Emissionsgrenzwerte (Euro-Stufen 3 und 4 bei PKW, leichten und schweren Nutzfahrzeugen sowie Euro-5 bei schweren Nutzfahrzeugen)
- Einführung schwefelfreier Kraftstoffe
- Ausstattung der neuen Diesel-PKW mit Partikelfiltern (beginnend 2005, ab 2007 alle Neuzulassungen)

Eine Nachrüstung der bestehenden Kfz-Flotte mit Partikelfiltern wird **nicht** im Referenzszenario berücksichtigt.

4.4.1.2 Entwicklung der Emissionen im Referenzszenario

Die Dieselpartikelemissionen des Straßenverkehrs gehen im Referenzszenario zwischen 2005 und 2015 von etwa 21 kt auf 7 kt zurück (Abbildung 4-1). Etwa ein Drittel dieser Emissionen entstehen im Innerortsbereich. Für diese innerörtlichen Emissionen wurde ein Rückgang von etwa 6 kt (2005) auf etwas über 2 kt (2015) ermittelt. Zwischen 2007 und 2010, den Bezugsjahren für die Ermittlung der Emissionsminderungspotenziale in dieser Studie, wurde ein Rückgang der innerörtlichen Dieselpartikelemissionen des Straßenverkehrs um 32 % berechnet. Im Innortsbereich hat der PKW-Verkehr im Jahr 2007 dabei einen Anteil von 38 %, die schweren Nutzfahrzeuge (> 3,5 t) von 33 % und die leichten Nutzfahrzeuge von 19 % an den Dieselpartikel-Abgasemissionen. Während der Anteil der leichten Nutzfahrzeuge bis 2010 auf 22 % steigt, sinkt der Anteil der PKW auf 34 % und der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge auf 32 %.

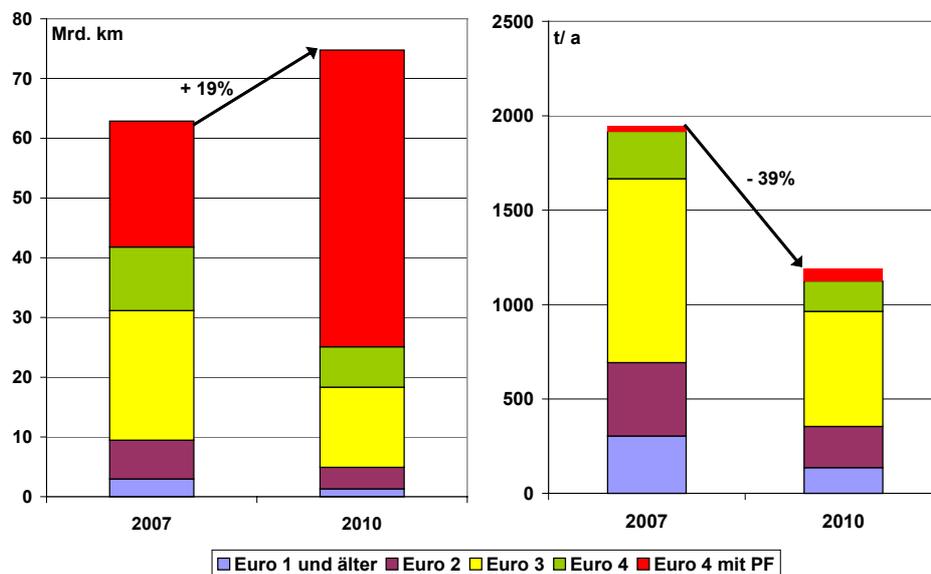


Quelle: [IFEU 2005]

Abbildung 4-1: Entwicklung der Dieselpartikel-Abgasemissionen des Straßenverkehrs

Eine detaillierte Betrachtung der PKW-Emissionen (Abbildung 4-2) zeigt, dass trotz eines Anstiegs der PKW-Fahrleistung im Innerortsbereich zwischen 2007 und 2010 um 19 % die Dieselpartikel-Emissionen im gleichen Zeitraum um 39 % zurückgehen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass angenommen wird, dass die Ausstattung der neuen PKW mit Partikelfiltern in den nächsten Jahren stark zunehmen wird. Damit steigt der Anteil der Diesel-PKW mit Partikelfiltern an der Flotte im Referenzszenario von 28 % im Jahr 2007 auf fast 60 % im Jahr 2010 an.

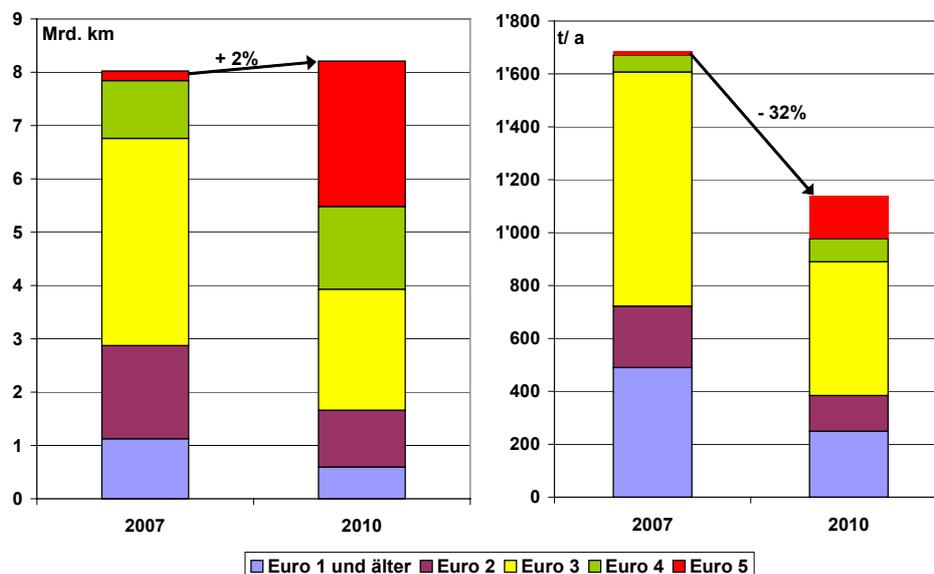
Obwohl Diesel-PKW mit Partikelfilter 2010 einen Anteil von 66 % an der Innerortsfahrleistung der Diesel-PKW haben, tragen sie nur 5 % zu den Dieselpartikel-Emissionen der PKW bei. Mit einem Fahrleistungsanteil von 34 % (2007) und 18 % (2010) tragen Diesel-PKW der Emissionsstufe Euro-3 sowohl 2007 als auch 2010 etwa 50 % zu den Dieselpartikel-Emissionen der PKW bei.



Quelle: [IFEU 2005]

Abbildung 4-2: Fahrleistung und Partikelemissionen von Diesel-PKW 2007 und 2010

Trotz einer geringeren Zunahme der Fahrleistung der schweren Nutzfahrzeugen im Innerortsbereich nehmen die Emissionen nicht so stark ab wie bei PKW (Abbildung 4-3). Der Anteil der Euro-4- und Euro-5-Fahrzeuge an der Fahrleistung im Jahr 2010 liegt mit 50 % weit unter dem Euro-4-Anteil bei PKW (75 %). Zudem sind bei den schweren Nutzfahrzeugen Euro-4-Fahrzeuge noch nicht mit Partikelfiltern ausgestattet und haben somit ein höheres Emissionsniveau. Auch hier dominieren die Euro-3-Fahrzeuge die Emissionen, sowohl 2007 als auch 2010.



Quelle: [IFEU 2005]

Abbildung 4-3: Fahrleistung und Partikelemissionen von schweren Nutzfahrzeugen 2007 und 2010

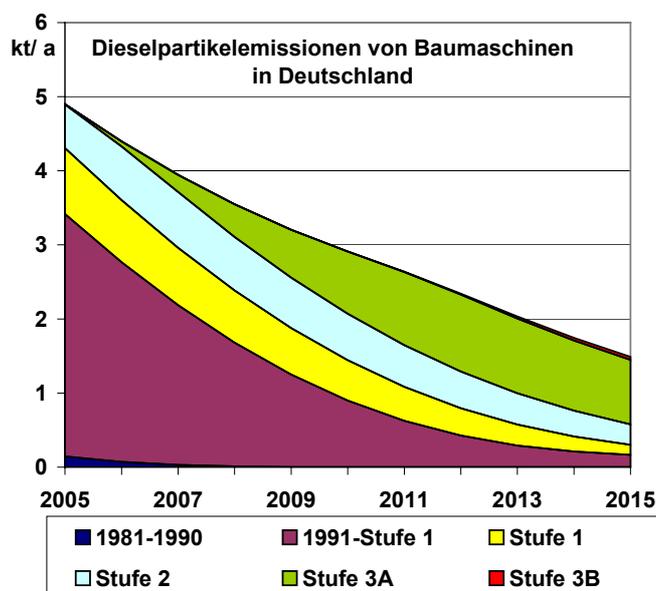
Die Differenzierung der einzelnen Fahrzeugkategorien nach Emissionsstufen erlaubt eine differenzierte Berechnung der Maßnahmen und damit auch eine Beurteilung der Effizienz einer Maßnahme in verschiedenen Ausgestaltungen. Minderungsmaßnahmen, die bei älteren Fahrzeugen ansetzen, werden häufig effektiver (Minderungseffekt pro betroffenes Fahrzeug) sein als Minderungsmaßnahmen bei neuen Fahrzeugen.

4.4.2 Partikelemissionen von Baumaschinen

Unter den mobilen Maschinen tragen vor allem Baumaschinen zu den innerörtlichen Partikelemissionen bei. Es handelt sich hierbei überwiegend um Dieselmotoren mit einer Nennleistung von mehr als 18 kW. Da eine EU-Grenzwertgesetzgebung für diese Maschinen erst 1999 in Kraft getreten ist, haben sie heute einen überproportionalen Anteil an den Gesamtemissionen. Aufgrund der unsicheren Datenlage bei mobilen Maschinen ist das Referenzszenario für Baumaschinen allerdings mit größeren Unsicherheiten behaftet als

für den Straßenverkehr. Eine grobe Einordnung des Emissionsbeitrags der mobilen Maschinen ist dennoch möglich.

So verursachen die Baumaschinen im Referenzszenario [IFEU 2004] im Bezugsjahr 2007 Emissionen in Höhe von einem knappem Viertel (23 %) der Emissionen des Straßenverkehrs in Deutschland. Über die Hälfte dieser Emissionen werden 2007 von Maschinen emittiert, die noch keine Grenzwertstufe erfüllen (vor Stufe 1). Durch die Einführung der Grenzwertstufen wird das Emissionsniveau aber im Referenzszenario bis 2015 auf etwas weniger als 40 % des Niveaus von 2007 absinken (Abbildung 4-4).



Quelle: [IFEU 2004]

Abbildung 4-4: Dieselpartikelemissionen von Baumaschinen

4.5 Ansatz zur Analyse des Immissionsminderungspotenzials

Um das Potenzial von emissionsmindernden Maßnahmen auf die Konzentration von PM_{10} abschätzen zu können, soll im vorliegenden Projekt auf Untersuchungen zurückgegriffen werden, die von der IVU Umwelt und der Freien Universität Berlin im Auftrag der Senatsverwaltung Berlin [IVU 2005b] und des Hessischen

Landesamtes für Umwelt und Geologie ([IVU 2005a], [Stern et al. 2005]) durchgeführt wurden.

Auf Grund der in den beiden genannten Projekten angewendeten Modellansätze besteht die Möglichkeit, das Potenzial von Maßnahmen für verschiedene räumliche Skalenbereiche auszuwerten. So kann z. B. die Wirkung einer Umweltzone sowohl durch die lokale Emissionsminderung im hot spot als auch durch eine urbane Emissionsminderung berücksichtigt werden.

Auf Grund der Verwendung des photochemischen Modellansatzes von RCG (siehe Modellbeschreibung in Kapitel 4.5.2) kann theoretisch auch die Wirkung der Reduktion von Vorläufersubstanzen zur Bildung von sekundären Aerosolen berücksichtigt werden (z. B. Reduktion von NO_x bei einer Umweltzone). Gegenstand der vorliegenden Untersuchung waren aber nur primär wirkende Maßnahmen zur PM_{10} -Minderung.

4.5.1 Prüfung auf Einhaltung des Tagesgrenzwertkriteriums

Für die Prüfung auf Einhaltung des Tagesgrenzwertkriteriums von PM_{10} wurde auf Arbeiten aus dem UBA F&E-Projekt "Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz" [IVU 2002] zurückgegriffen. In diesem Projekt wurden statistische Modelle zur Vorhersage von Zusammenhängen zwischen den verschiedenen geforderten Kennwerten der Immissionsbelastung abgeleitet und angewendet. Dazu wurden Immissionszeitreihen aus dem Dateisystem des UBA für über 1000 Stationen ausgewertet. Unter anderem wurde das PM_{10} -90,4-Perzentil der Tagesmittelwertreihen gegen den Jahresmittelwert auf Basis der Daten zwischen 1956 und 1998 aufgetragen (siehe [IVU 2002, Teilbericht 3, Kapitel 4]). Ist das 90,4-Perzentil höher als $50,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, so ist der Grenzwert von $50,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mehr als 35mal überschritten. Offensichtlich besteht ein linearer Zusammenhang zwischen dem 90,4-Perzentil und dem Jahresmittelwert. Eine lineare Funktion wurde geschätzt, diese Funktion kann verwendet werden, wenn nur der Jahresmittelwert

bekannt ist und man Aussagen über die Grenzwertüberschreitungen braucht (siehe Abbildung 4-5).

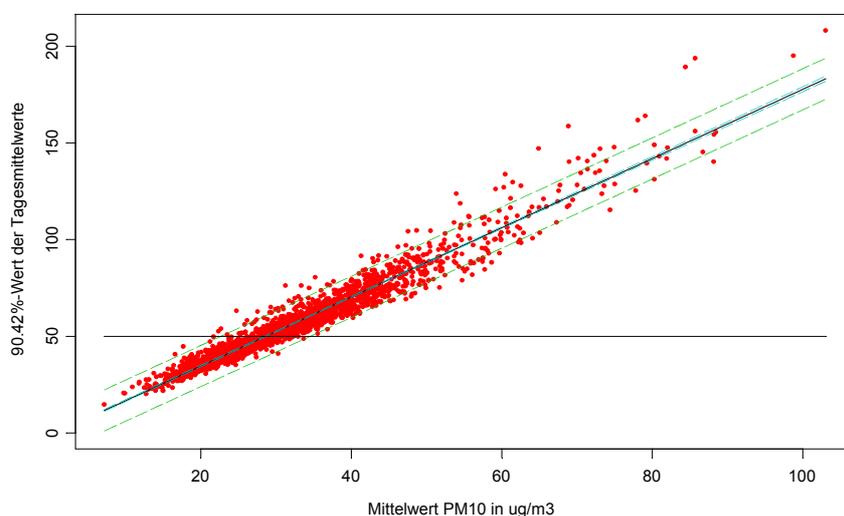


Abbildung 4-5: PM₁₀-90,4 %-Wert eines Jahres als Funktion des PM₁₀-Jahresmittelwertes für 2'110 Zeitreihen von städtischen Stationen mit einer angepassten linearen Funktion und dem 95 %-Vorhersageband.

Die außerordentliche Qualität dieser Regression ($r^2=94,4\%$) erlaubt den sicheren Schluss von den Jahresmittelwerten auf die Überschreitungen in Form des 90,4-Perzentils.

Es wurde überprüft, ob ein ähnlicher Zusammenhang zwischen der Anzahl der Überschreitungen und dem Jahresmittelwert besteht. Dazu wurde die zitierte Untersuchung [IVU 2002] mit den aktuellen Daten wiederholt. Die Ergebnisse sind hierbei faktisch die gleichen geblieben.

Trägt man die Anzahl der Überschreitungen im Jahr über dem Jahresmittelwert aller aktuellen PM₁₀-Daten (900 fehlwertfreie Zeitreihen) auf (siehe Abbildung 4-6), so fällt eine ausgeprägte Nichtlinearität im unteren Bereich der Überschreitungsanzahlen auf. Im oberen Bereich der Überschreitungsanzahlen dagegen ist die Beziehung annähernd linear.

Um auch hier wieder eine Regressionsfunktion zu schätzen, kann man entweder eine lineare Funktion für den linearen Teil der Beziehung (größer als 35 Überschreitungen des Tagesmittelwert-Grenzwertes) schätzen oder man kann

über den gesamten Bereich eine nichtlineare Funktion anpassen. In Abbildung 4-6 eingezeichnet sind zwei lineare Funktionen. Grün ist eine Funktion, die in [TNO 2005] veröffentlicht wurde. Blau eingezeichnet ist eine Funktion, die mit dem aktuellen UBA-Datenbestand geschätzt wurde. Die beiden Ergebnisse sind ähnlich.

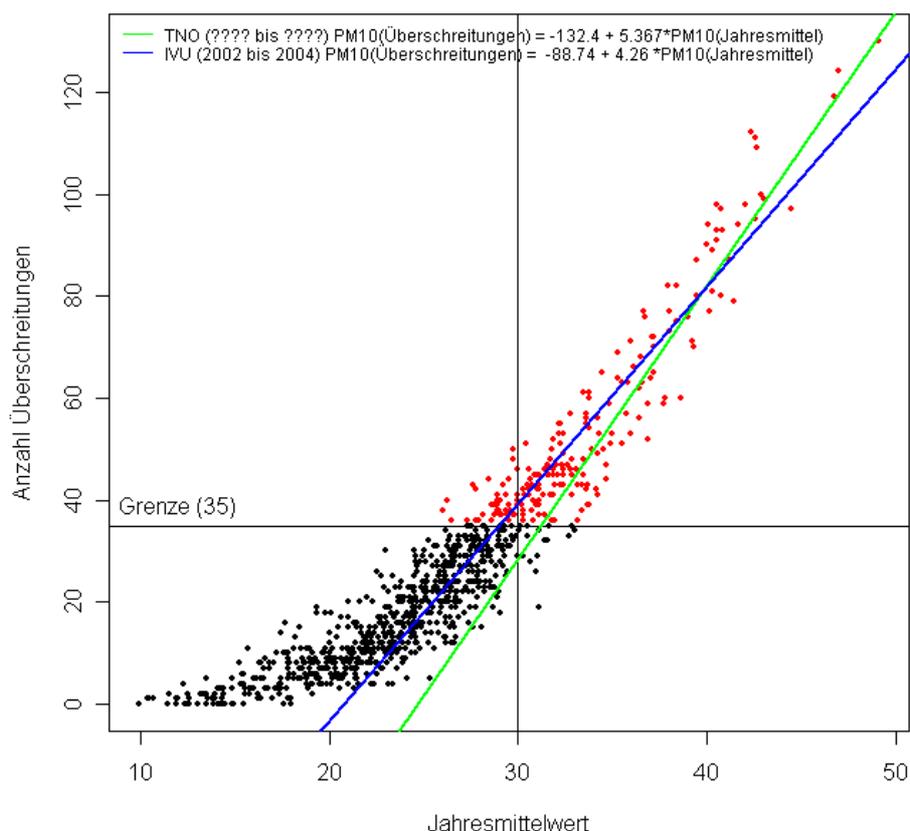


Abbildung 4-6: PM₁₀-Anzahl Überschreitungstage als Funktion des PM₁₀-Jahresmittelwertes mit einer angepassten linearen Funktion (blau) an den Teil der Punktwolke größer 35. Zum Vergleich ist die grüne Linie eingetragen der Regressionsfunktion aus [TNO 2005].

Eine befriedigende Linearisierung der Beziehung "Anzahl Überschreitungen des Tagesmittelwert-Grenzwertes" versus "Jahresmittelwert" ist über das Bilden der Quadratwurzel von "Anzahl Überschreitungen des Tagesmittelwert-Grenzwertes" möglich. Die geschätzte Beziehung lautet (JMW: Jahresmittelwert von PM₁₀):

$$\text{Anzahl Tage } PM_{10} > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 10,51413 - 1,98711 * \text{JMW} + 0,09389 * \text{JMW}^2$$

Eine Darstellung dieser Funktion findet sich in Abbildung 4-7. Bei einem Jahresmittelwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird der Grenzwert von 35 Überschreitungen²² im Jahr erreicht. Eine Minderung des Jahresmittelwerts im Bereich von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ führt zu einer Reduktion um 3 bis 4 Überschreitungstage. Eine Reduktion von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ führt zu einer Reduktion der Überschreitungstage um ca. 7 Tage.



Abbildung 4-7: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM_{10} und der Anzahl Tage mit einem PM_{10} -Mittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Dieser funktionale Zusammenhang zwischen Jahresmittelwert und Überschreitungstagen kann nur angewendet werden, wenn man davon ausgehen kann, dass die Verteilung der Überschreitungstage annähernd ähnlich bleibt. Die Wirkung von immissionsgesteuerten temporären Maßnahmen auf die Anzahl der Überschreitungstage kann damit nicht abgeschätzt werden.

²² Es ergibt sich rechnerisch eine Anzahl von 35,4 Überschreitungen.

4.5.2 Ausbreitungsrechnungen als Beitrag zur Ursachenanalyse für Berlin und den Ballungsraum Kassel

Nach der EU-Rahmenrichtlinie [EU, 1996] müssen Ausbreitungsrechnungen zur flächendeckenden Bestimmung der Luftqualität die folgenden vier Raumskalen abdecken:

- europaweit
- großräumig (national)
- regional (Ballungsraum)
- lokal/städtisch (Stadtquartier, Straßenschlucht)

Das Umweltbundesamt hat an die FU Berlin F&E-Vorhaben vergeben, in denen ein Modellinstrumentarium entwickelt wurde, das den in der EU-RRL definierten Anforderungen an die Ausbreitungsrechnung genügt. Kern des Systems ist das chemische Transportmodell REM-CALGRID (RCG), das für die vorliegende Studie eingesetzt wurde ([Stern 2003], [Stern et al. 2003]). Die Ergebnisse des RCG-Modells dienen als Vorbelastung für ein sich anschließendes Straßenschlucht-Modell.

Ebenfalls durch F&E-Vorhaben des Umweltbundesamtes [Ostmann et al. 1996] wurde die Entwicklung des Canyon-Plume-Box-Modell, im Folgenden CPB genannt, und IMMIS^{net} gefördert. IMMIS^{net} und CPB wurden in zahlreichen Forschungsvorhaben validiert und in Gutachten eingesetzt. Mit IMMIS^{net} wird der urbane Hintergrund in einem ungegliederten Gebiet bestimmt. CPB berechnet den Einfluss der Emissionen der Straße unter Berücksichtigung der Randbebauung.

Die folgenden Kapitel beschreiben beispielhaft die Anwendung des RCG/CPB-Modellansatzes für die Arbeiten zum Luftreinhalteplan Kassel, die von der IVU Umwelt gemeinsam mit der Arbeitsgruppe TRUMF am Institut für Meteorologie der Freien Universität im Auftrag des Hessisches Landesamts für Umwelt und Geologie (HLUG) durchgeführt wurde ([IVU 2005a], [Stern et al. 2005]). Ziel der

Untersuchung war die rechnerische Ermittlung der Immissionen in 25 hoch belasteten Straßenräumen im Großraum Kassel.

4.5.2.1 Meteorologische Daten

Die von den Modellen benötigten meteorologischen Daten wurden aus meteorologischen Beobachtungen mit dem am Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin betriebenen Programmsystem TRAMPER (Tropospheric Realtime Applied Meteorological Procedures for Environmental Research) erstellt.

4.5.2.2 Vorbelastungsrechnungen mit RCG

Die Vorbelastungsrechnungen wurden von [Stern et al. 2005] mit dem REM-CALGRID-Modell (RCG) durchgeführt. Das RCG-Modell ist ein chemisches Transportmodell, das die dreidimensionale Ausbreitung und Entfernung von Schadstoffen in der Atmosphäre unter Berücksichtigung der Oxidantien- und Aerosolbildung simuliert (siehe [Stern 2003]). Bei den Aerosolen können neben der Gesamtsumme der Partikel $< 10 \mu\text{m}$ auch die Einzelkomponenten der wichtigsten primären und sekundären Aerosole getrennt ausgewiesen werden.

Das RCG-Modell wurde zunächst auf ein großräumiges Modellgebiet, das ganz Mitteleuropa umfasst, in einem circa $30\text{km} \times 30\text{km}$ -Gitter angewandt. Als Emissionsdaten wurden dazu die von der TNO, Niederlande, für Europa erstellten Daten verwendet [Stern 2005]. In das europaweite Gitter ist ein feineres deutschlandweites Gitter eingebettet (Nest 1), das etwa die doppelte Auflösung hat. Das europaweite Gitter liefert die Randbedingungen für das deutschlandweite Gitter.

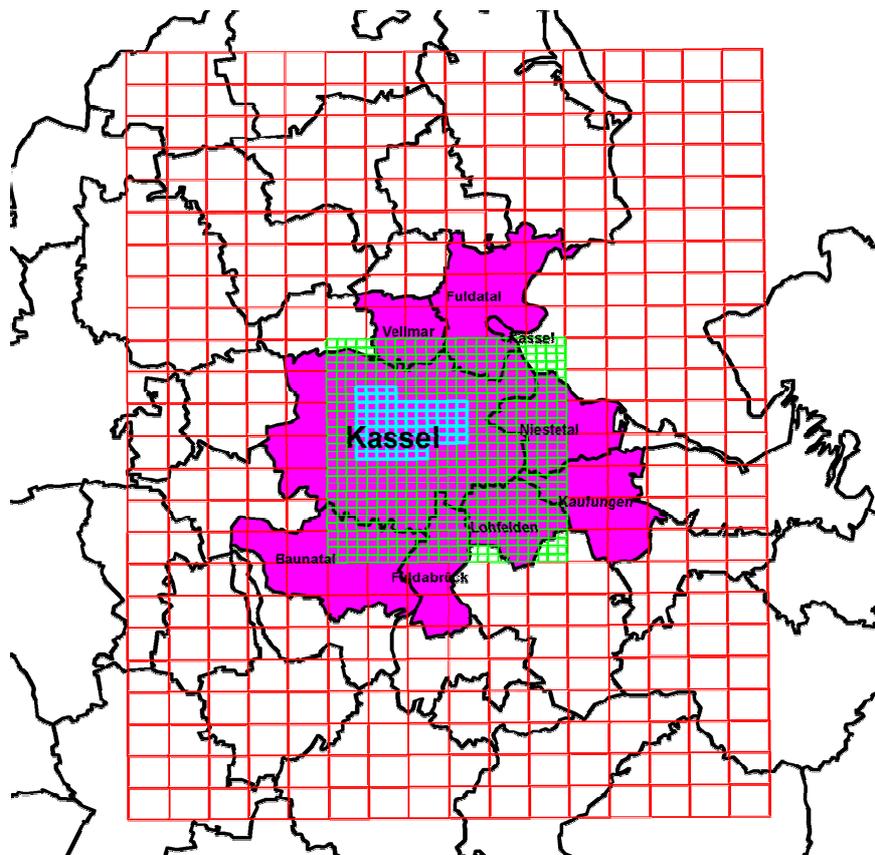


Abbildung 4-8: Untersuchungsgebiet Kassel (rot – Nest 2; grün – Nest 3; blau – Stadtgebiet Kassel)

In das deutschlandweite Modellgebiet ist ein kleinräumiges, regionales Modellgebiet eingebettet (Nest 2), das den gesamten Großraum Kassel (Abbildung 4-8) bzw. Berlin/Brandenburg in einem 2 km x 2 km-Gitter umfasst. Die deutschlandweite Rechnung liefert die Hintergrundkonzentrationen für die regionale Skala. In das regionale Gitter ist für Kassel ein urbanes Gitter mit circa 500 Metern Auflösung eingebettet (Nest 3). Wieder liefert das regionale Gitter die Randbedingungen für das urbane Gitter. Die für diese regionale/urbane Ausbreitungsrechnungen benötigten Emissionsdaten wurden aus den regionalen Emissionskatastern abgeleitet. Die PM_{10} -Emissionen wurden in Kassel ergänzt um die in dem HLUG-Kataster fehlenden Verursachergruppen "Landwirtschaft" und "sonstige Quellen". Das urbane Gitter liefert für Kassel die Vorbelastungen

für die Straßenschluchtrechnungen. Das Ergebnis der Vorbelastungsrechnung mit RCG für Kassel ist in Abbildung 4-9 dargestellt.

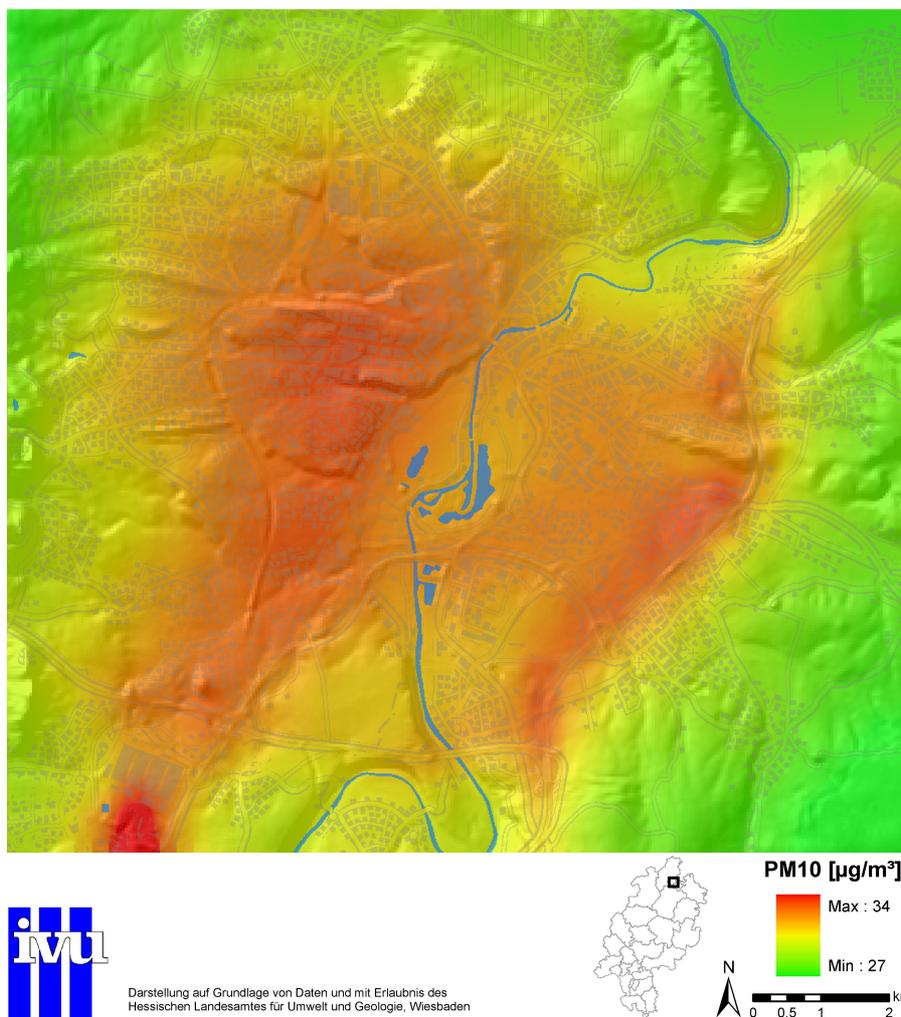


Abbildung 4-9: Jahresmittelwerte PM₁₀ der Modellberechnungen mit RCG für Kassel im Nest 3

4.5.2.3 Städtische Vorbelastung mit IMMIS^{net} in Berlin

IMMIS^{net} ist ein immissionsklimatologisches Ausbreitungsmodell zur Berechnung der flächenhaften Luftschadstoffbelastung. Das Modell beschreibt den stationär behandelten Prozess der Verdünnung und des Transports von Schadstoffen aus Punkt-, Linien- oder Flächenquellen unter der Annahme einer Gaußschen Normalverteilung. Gaußsche Ausbreitungsmodelle sind seit Jahren

erprobte Instrumentarien für immissions-klimatologische Fragestellungen im Rahmen von Luftreinhalteplänen oder Genehmigungsverfahren nach TA-Luft.

Auf der Basis der Gaußschen Rauchfahngleichung berechnet das Modell die Immissionsbeiträge aus den Emissionen aller erfassten Flächen-, Linien- und Punktquellen. Aus den für alle Stunden eines Jahres berechneten Einzelimmissionen werden für jeden definierten Rezeptor statistische Kenngrößen wie der Jahresmittelwert oder Perzentile der Summenhäufigkeit bestimmt. Zusätzlich kann IMMIS^{net} Hintergrundeingangsdaten für mikroskalige Straßenschluchtm Modelle bereitstellen.

Eingangsgrößen in IMMIS^{net} sind eine klimatologische Häufigkeitsverteilung oder eine Zeitreihe der meteorologischen Parameter sowie die Emissionsdaten der betrachteten Quellen, unterteilt in eine Anzahl von Verursachergruppen. Das Modell arbeitet chronologisch, d.h. für jede Stunde eines Jahres werden die Immissionsbeiträge aller betrachteten Quellen berechnet. Aus den einzugehenden Jahresemissionen ermittelt das Modell über verursachergruppenspezifische Monats-, Wochen- und Tagesgänge die stündliche Emission.

Das Ergebnis der städtischen Hintergrundberechnung mit IMMIS^{net} ergänzt um die regionale Vorbelastung aus RCG für Berlin ist in Abbildung 4-10 dargestellt.

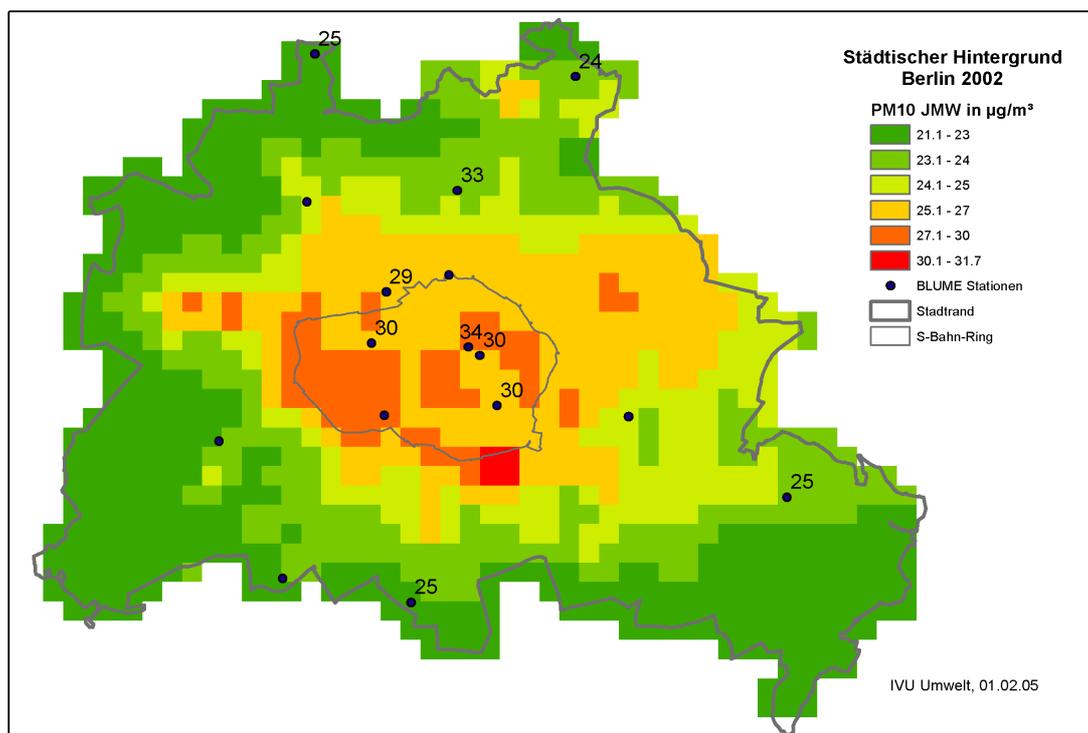


Abbildung 4-10: Jahresmittelwert PM₁₀ aus summierten Modellrechnungen RCG/IMMIS^{net} in Berlin (Zahl an BLUME-Station entspricht Jahresmittelwert 2002 in µg/m³)

4.5.2.4 Straßenschluchtrechnungen

Mit dem Ausbreitungsmodell CPB (Canyon-Plume-Box-Modell) können die verkehrsbedingten Luftschadstoff-Immissionen in einer Straßenschlucht berechnet werden. CPB kann einen weiten Bereich von Straßenschluchtgeometrien behandeln, darunter unterschiedliche Bebauungshöhen auf beiden Seiten, teildurchlässige, "poröse" Bebauung (z. B. offene Parkhäuser) oder gekrümmte Straßen (siehe [Yamartino 1986]).

Die CPB-Belastung wird stundenfein berechnet. Die meteorologischen Variablen sowie die Vorbelastung liefert in Kassel das RCG-Modell und in Berlin die Kombination von RCG und IMMIS^{net}.

CPB enthält ein Photochemie-Modul, das es erlaubt, direkt NO₂-Immissionen zu berechnen. Die erforderlichen Eingangsdaten (stündliche NO-, NO₂- und O₃-

Konzentrationen über dem Straßenraum) stehen als urbane RCG-Modellrechnungen im 0.25 km²-Gitter zur Verfügung.

Die stündlichen Verkehrsemissionen werden mit dem auf den neuen Emissionsfaktoren [INFRAS 2004] beruhenden Emissionsmodell IMMIS^{em/h} (siehe [IMMIS^{luft} 2004]) berechnet.

Ergebnisse aus den Modellrechnungen für Berlin sind in der Abbildung 4-11 dargestellt.

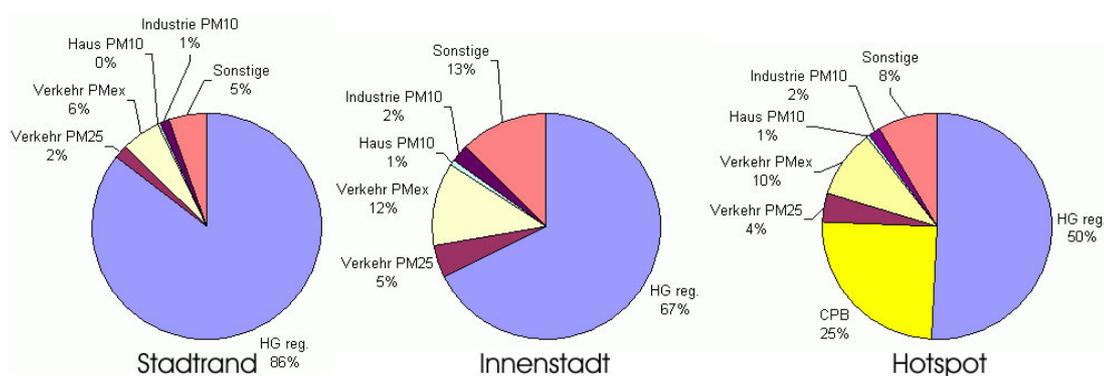


Abbildung 4-11: Quellanalyse als Ergebnis der Modellanwendungen in Berlin (PM25: PM2,5 als Auspuffemissionen, PMex: Kfz-bedingte Nicht-auspuffemissionen, CPB: Anteil Straße im hot spot)

4.5.2.5 Eingangsdaten und Ergebnisse für Kassel und Berlin

Im Folgenden werden die Emissionseingangsdaten sowie die mit den Modellen bestimmten Verursacheranteile angegeben und diskutiert. Die angegebenen Zahlen können dabei von den in den Plänen veröffentlichten Zahlen abweichen, da dort z. T. andere Bezugsgebiete gewählt worden sind.

Die Tabelle 4-1 stellt die in den Modellrechnungen für Berlin und Kassel verwendeten Emissionsanteile dar. Dabei gelten die Angaben für Berlin für das gesamte Stadtgebiet und in Kassel für ein erweitertes Stadtgebiet (Nest 3).

Ordnet man diese Daten in die Angaben der ausgewerteten Pläne ein, so liegt Berlin (# 27) bezogen auf den Kfz-Verkehr (siehe Abbildung 2-15) und auf Stationäre Quellen (siehe Abbildung 2-16) im oberen Drittel bei den niedrigeren Anteilen.

Die Emissionsanteile von Kassel, die dominiert werden durch den Kfz-Anteil (42 %) und Sonstige Quellen (36 %), gefolgt von den Stationären Quellen (19 %), haben damit Ähnlichkeit zum Berliner Plan und zu den Plänen von Ludwigburg (# 6) und Stuttgart (# 12). Man muss dazu berücksichtigen, dass in dem mit dem urbanen Raum verbundenem Nest 3 auch stark befahrene Autobahnen liegen, welche durch urbane Maßnahmen nicht direkt beeinflussbar sind.

Tabelle 4-1: Emissionsanteile in den Modellrechnungen von Berlin und Kassel

	Berlin	Kassel
Verkehr (Auspuff)	9%	21%
Verkehr (Nichtauspuff)	25%	21%
Kleinfeuerung	3%	9%
Industrie	16%	10%
Landwirtschaft		2%
Sonstige	47%	36%

Die Tabelle 4-2 stellt die Verursacheranteile nach Emittenten und die Tabelle 4-3 nach räumlichen Aspekten dar. Dabei wurden in Berlin die jeweiligen Angaben von 5 ausgewählten hochbelasteten Straßen gemittelt, an denen verkehrsbedingte Luftschadstoffe auch gemessen werden. In Kassel wurden 25 Straßenräume durch den Auftraggeber ausgewählt, die auch zu den potenziell höchst belasteten Straßen gehören. Die Mittelung über mehrer Straßen führt gerade in Kassel dazu, dass lokale Besonderheiten, wie die räumliche Nähe zu einer Autobahn an einer einzelnen Station nicht mehr explizit auftaucht.

Ordnet man die Verursacheranteile in die Verursacheranalyse der Pläne ein (Kapitel 2.3.3.3), so liegen die Angaben von Berlin (# 27) bezogen auf den Ferntransport im mittleren Bereich. Bezogen auf den Kfz-Anteil liegt Berlin aber bei den Plänen mit den höheren Verursacheranteilen.

Die hohen Anteilzahlen in Kassel für den Ferntransport lassen sich vergleichen mit einer Vielzahl von mittleren Großstädten, die nicht direkt in einem hochverdichteten Ballungsraum liegen. Bezogen auf den Kfz-Anteil liegen die Daten

von Kassel (Summe = 22 %) im mittleren Bereich der Pläne, vergleichbar mit Städten wie Lindau (# 17), Mannheim (# 7) und Würzburg (# 26).

Tabelle 4-2: Verursacheranteile aus den Modellrechnungen von Berlin und Kassel

	Berlin	Kassel
Ferntransport	50%	69%
Verkehr am hot spot	25%	18%
Verkehr Auspuff	4%	2%
Verkehr Nichtauspuff	10%	2%
Kleinf Feuerung	1%	2%
Industrie	2%	<1%
Sonstige	8%	7%

Ein Vergleich der räumlichen Verursacheranteile in Bezug zu den Angaben der anderen Pläne zeigt (Kapitel 2.3.3.2), dass Berlin (# 27) mit seinen Zahlen immer im mittleren Bereich liegt. Ein ähnlich hoher Anteil des Ferntransports wie in Kassel wird nur durch den Plan von Hambach, NRW (# 52) und annähernd durch Nauen, Brandenburg (# 28) angegeben. Bezogen auf den Beitrag der lokalen Quellen und unter Berücksichtigung des hohen Ferntransportanteils kann eine Ähnlichkeit zu den Plänen von Lindau (# 17), Würzburg (# 26) und Halle (# 59) festgestellt werden.

Tabelle 4-3: Räumliche Verursacheranteile in den Modellrechnungen von Berlin und Kassel

	Berlin	Kassel
Ferntransport	50%	69%
Urban/Regional	25%	13%
Lokal	24%	18%

Zusammenfassend ist die Auswahl dieser beiden Modellgebiete zielführend. Zum einen liegen dem Auftragnehmer alle verwendeten Eingangsdaten vor und ist die Berechnungsmethodik vollständig verstanden. Zum anderen zeigen die Ergebnisse der jeweiligen Berechnungen im Vergleich zu den Angaben der weiteren Luftreinhalte- und Aktionspläne, dass mit den Daten zu Berlin mittlere Verhältnisse wiedergegeben werden und mit Kassel ein Gebiet gewählt wurde, das eher geringere lokal beeinflussbare Verursacher hat. Damit kann Kassel

als ein Modell für eine untere Potenzialabschätzung von lokalen bzw. urbanen Maßnahmen verwendet werden.

4.6 Ergebnisse der Maßnahmenanalyse

4.6.1 Gebietsbezogene Nutzervorteile (Umweltzonen)

4.6.1.1 Kurzbeschreibung der Maßnahme

Die Nutzung eines definierten innerstädtischen Gebietes („Umweltzone“) ist nur bestimmten Fahrzeuggruppen gestattet. Anderen Fahrzeuggruppen wird die Einfahrt untersagt. Die Maßnahme lässt sich sowohl nach Fahrzeugkategorien (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, schwere Nutzfahrzeuge (LKW und Sattelzug)) als auch nach Emissionsverhalten (z. B. nach Euro-Stufen, Partikelfilterausstattung, usw.) differenzieren.

4.6.1.2 Annahmen zum Wirkungsrahmen

Durch das Verbot gewisser Fahrzeuggruppen wird auf der einen Seite ein Anreiz geschaffen, Fahrzeuge mit geringeren Emissionen anzuschaffen, auf der anderen Seite werden die Emissionen in den Verbotsgeländen durch die Verringerung der Fahrleistung bzw. eine emissionsärmere Flotte gemindert.

Durch die Erneuerung der Flotte und Reduktion der Fahrleistung kommt es vor allem zu einer Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen. Bei einer Fahrleistungsreduktion werden auch die Aufwirbelungs- und Abriebemissionen gemindert. Bei hinreichend großen Gebieten wirkt die Maßnahme sowohl auf die lokale Belastung als auch auf die urbane Hintergrundbelastung.

4.6.1.3 Umsetzungsebene

Die Umsetzung erfolgt in der Regel durch die Kommunen im Rahmen der städtischen Luftreinhalteplanung.

4.6.1.4 Emissionsminderungspotenzial

Zur Abschätzung der Minderungswirkung werden zwei Szenarien betrachtet:

- a) Im **Maximalszenario** wird davon ausgegangen, dass sich der Verkehr in der „Umweltzone“ um die Fahrleistung der ausgesperrten Fahrzeuge verringert und dass keine Änderungen in der restlichen Flottenzusammensetzung erfolgen.
- b) Im **Umschichtungsszenario** wird davon ausgegangen, dass die Gesamtfahrleistung der Kraftfahrzeuge konstant bleibt und sich anteilig auf die erlaubten Fahrzeugschichten verteilt. Dies geschieht z. B. dann, wenn die Flotte erneuert wird oder neuere Fahrzeuge hauptsächlich im Umweltzonenbereich genutzt werden.

Im zweiten Szenario fallen die Partikelemissionsminderungen deutlich geringer aus, dennoch erfolgt auch hier eine signifikante Emissionsminderung. Die berücksichtigte Abstufung orientieren sich an den Schadstoffgruppen, wie sie derzeit für eine Kennzeichnungsverordnung vorgesehen sind [BMU 2006]: Demnach fallen Dieselfahrzeuge der Emissionsstufe Euro-1 oder schlechter sowie die Otto-Fahrzeuge ohne geregelten Katalysator in die Schadstoffgruppe 1 (SG 1) und erhalten keine Plakette. Dieselfahrzeuge der Emissionsstufe Euro-2 bzw. Euro-3 werden als Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 2 bzw. 3 (SG 2 bzw. 3) gekennzeichnet.

Aufgrund des großen Anteils der Euro-3-Fahrzeuge an den Kfz-Partikelemissionen zeigt sich bei diesem Szenario die höchste Minderung. Da schwere LKW, die Euro-3 erfüllen, im realen innerörtlichen Fahrverhalten mehr Partikel emittieren als LKW, die Euro-2 erfüllen, ist ein Nutzervorteil für Euro-3-LKW gegenüber Euro-2-LKW unter Emissionsgesichtspunkten schwierig zu begründen. Dieser Widerspruch zu der Vorgabe der Euro-Normen wurde dadurch ermöglicht, dass zur Prüfung von LKW-Motoren bestimmte Lastpunkte verwendet werden, die das reale Nutzungsmuster nur bedingt wiedergeben. So konnte die gesetzliche Testprozedur durch moderne Motorsteuerungssysteme umgangen werden.

Tabelle 4-4: Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen aller Kfz im Innerortsbereich durch das Verbot verschiedener Fahrzeuggruppen (Mittelwerte für Deutschland)

Maximalszenario						
	2007			2010		
	SG 1	<= SG2*	<= SG3*	SG 1	<= SG2*	<= SG3*
PKW / LNfz	16%	27%	49%	13%	23%	43%
Schwere Nfz	9%	14%	31%	7%	11%	25%
Insgesamt**	25%	41%	80%	20%	34%	68%
Umschichtungsszenario						
	2007			2010		
	SG 1	<= SG2*	<= SG3*	SG 1	<= SG2*	<= SG3*
PKW / LNfz	11%	19%	39%	10%	18%	37%
Schwere Nfz	6%	4%	23%	5%	6%	19%
Insgesamt**	16%	23%	62%	15%	24%	56%
* Das Verbot umfasst die genannte und auch alle vorherigen (schlechteren) Schadstoffgruppen						
** Rundungsbedingte Abweichungen möglich						
Lesebeispiel:						
Wird den PKW und leichten Nutzfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 der Zugang zum Innenstadtbereich untersagt, dann führt dies 2007 im Maximalszenario zu einer Minderung der gesamten verkehrlichen Dieselpartikel-Abgasemissionen um 16 % und im Umschichtungsszenario um 11 %.						

Im Maximalszenario kommt es durch die Verringerung der Fahrleistung auch zu einer Verringerung der Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen. Als Anhaltspunkt kann der Anteil der ausgesperrten Fahrzeuge an der Innerortsfahrleistung der jeweiligen Fahrzeugkategorie dienen.

Tabelle 4-5: Anteil der ausgesperrten Fahrzeuge an der Fahrleistung der jeweiligen Fahrzeugkategorie im Innerortsbereich (Mittelwerte für Deutschland)

Maximalszenario						
	2007			2010		
	SG 1	<= SG2*	<= SG3*	SG 1	<= SG2*	<= SG3*
PKW / LNfz **	5%	10%	24%	3%	6%	14%
Schwere Nfz	14%	36%	84%	7%	20%	48%
* Das Verbot umfasst die genannte und auch alle vorherigen (schlechteren) Schadstoffgruppen						
** Inklusive Otto-Fahrzeuge						
Lesebeispiel:						
Wird den PKW und leichten Nutzfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 der Zugang zum Innenstadtbereich untersagt, dann führt dies 2007 im Maximalszenario zu einer Reduktion der Fahrleistung der PKW und leichten Nutzfahrzeuge um 5 %.						

Eine Abschätzung der absoluten Emissionsminderungen dieser Maßnahme ist schwierig, da es evtl. nur zu einer Verlagerung der Nutzung älterer Fahrzeug in

den Außerortsbereich kommt. In diesem Fall ist keine absolute Emissionsminderung in Deutschland zu erwarten. Zu einer absoluten Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen kommt es nur dann, wenn es insgesamt zu einer Erneuerung der Fahrzeugflotte in ganz Deutschland kommt.

4.6.1.5 Immissionsminderungspotenzial

Mit Hilfe der Methodik nach Kapitel 4.5 wird im Folgenden versucht, das Minderungspotenzial für die Maßnahme abzuschätzen. Die relative Minderung des Jahresmittelwertes von PM₁₀ bezogen auf die Modellgebiete von Berlin und Kassel wird tabellarisch in Tabelle 4-6 und getrennt für das Maximalszenario in Abbildung 4-12 und für das Umschichtungsszenario in Abbildung 4-13 dargestellt.

Für die Berechnungen wird davon ausgegangen, dass die Anteile Auspuff- und Nicht-Auspuffemissionen im hot spot gleich 50 % sind. Da die Auswertung nur auf relativen Anteilswerten beruht, ist das Potenzial unabhängig von der Höhe der tatsächlichen Belastung. Damit die Aussagen auch auf die Prognosejahre 2007 und 2010 anwendbar sind, gilt als Voraussetzung, dass die Verursacheraufteilungen erhalten bleiben.

Tabelle 4-6: Immissionsminderungspotenzial für die Maßnahme "Gebietsbezogene Nutzervorteile"

Maximalszenario						
	2007			2010		
Immissionsminderung	SG 1	<= SG2	<= SG3	SG 1	<= SG2	<= SG3
Bezug Berlin	-4%	-7%	-13%	-3%	-6%	-11%
Bezug Kassel	-3%	-5%	-9%	-2%	-4%	-7%
Umschichtungsszenario						
	2007			2010		
Immissionsminderung	SG 1	<= SG2	<= SG3	SG 1	<= SG2	<= SG3
Bezug Berlin	-3%	-4%	-10%	-2%	-4%	-9%
Bezug Kassel	-2%	-3%	-7%	-2%	-3%	-6%

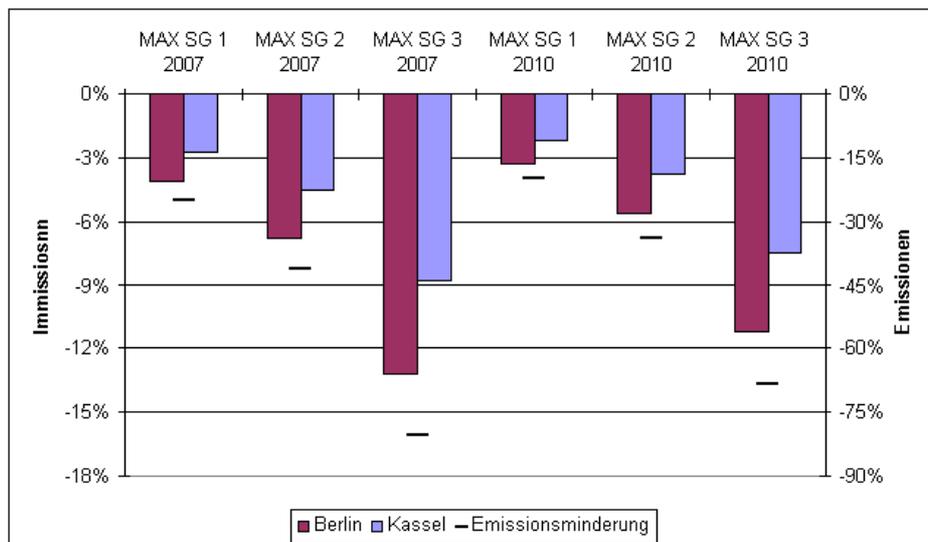


Abbildung 4-12: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial von gebietsbezogenen Nutzervorteilen im Maximalszenario

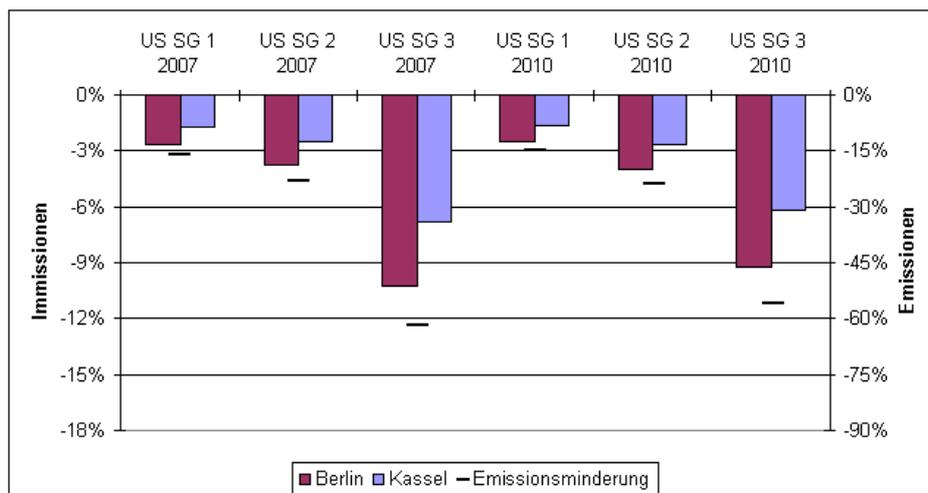


Abbildung 4-13: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial von gebietsbezogenen Nutzervorteilen im UmschichtszENARIO

Eine Abschätzung der Minderung der Überschreitungstage erfolgt auf der Basis der statistischen Auswertung nach Kapitel 4.5.1. Dazu wurden jeweils aus den Modellrechnungen für Berlin und Kassel die Belastungsniveaus für den Jahresmittelwert von PM₁₀ entnommen (siehe Tabelle 4-7).

Die Werte für die potenzielle Minderung der Anzahl an Überschreitungstagen sind in Tabelle 4-8 aufgelistet. Die Angaben des Minderungspotenzials für die

Anzahl der Tage mit PM₁₀-Überschreitungen von 50 µg/m³ lässt sich nur beschränkt übertragen. Bei der Auswertung geht neben den jeweiligen Verursacheranteilen auch das Konzentrationsniveau des Jahresmittelwerts ein.

Tabelle 4-7: Mittlere Jahremittelwerte von PM₁₀ der Modellrechnungen für Berlin und Kassel und daraus abgeleitete Anzahl Tage mit Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 µg/m³

Immissionswert µg/m ³		Anzahl Tage >50 µg/m ³	
Berlin	Kassel	Berlin	Kassel
39,2	37,4	77	68

Tabelle 4-8: Minderungspotenzial für Überschreitungstage für die Maßnahme "Gebietsbezogene Nutzervorteile"

Maximalszenario						
	2007			2010		
Minderung Überschreitungstage	SG 1	<= SG2	<= SG3	SG 1	<= SG2	<= SG3
Bezug Berlin	-8	-14	-25	-7	-11	-22
Bezug Kassel	-5	-8	-16	-4	-7	-13
Umschichtungsszenario						
	2007			2010		
Minderung Überschreitungstage	SG 1	<= SG2	<= SG3	SG 1	<= SG2	<= SG3
Bezug Berlin	-5	-8	-20	-5	-8	-18
Bezug Kassel	-3	-5	-12	-3	-5	-11

4.6.1.6 Ansatzpunkt zur Kostenschätzung

Eine genaue Kostenschätzung ist für diese Maßnahme nicht möglich. Die administrativen Implementierungskosten einer Umweltzone sind wahrscheinlich gering. Die Überprüfung der Befolgung ist allerdings evtl. mit einem höheren Personalaufwand verbunden.

4.6.1.7 Umsetzungsvoraussetzungen und -hemmnisse

Bei einer Differenzierung nach Schadstoffgruppen ist eine entsprechende Kennzeichnung der Fahrzeuge notwendig.

Ausnahmeregelungen (z. B. für Anwohner, wichtige Versorgungsverkehre, usw.), sowie mangelnde Befolgung können die Emissionsminderungswirkung reduzieren.

Die Maßnahme kann vor allem für Anwohner, aber auch für andere Nutzer der Umweltzone zu erheblichen Kosten (Plakette, Nachrüstung, Neufahrzeug, usw.) führen. Daher ist von vielen Seiten mit Widerstand zu rechnen. Die Anzahl der betroffenen Fahrzeuge bei Aussperrung aller Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 3 und schlechter kann anhand des Fahrleistungsanteils für 2010 auf etwa 25 % bei den PKW und knapp 50 % bei den LKW geschätzt werden. Bei Aussperrung der Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 2 und schlechter liegen die Anteile für PKW nur noch bei 7 % und bei LKW bei etwa 20 %; bei Fahrzeugen der Schadstoffgruppe 1 und schlechter für PKW bei etwa 2 % und für LKW bei 7 %. Ausnahmeregelungen (z. B. für Anwohner, wichtige Versorgungsverkehre, Oldtimer usw.) sowie mangelnde Befolgung können wiederum die Emissionsminderungswirkung reduzieren.

4.6.2 Lokale Durchfahrtsverbote für LKW

4.6.2.1 Kurzbeschreibung der Maßnahme

Eine Straße mit einer hohen Immissionsbelastung wird für bestimmte Fahrzeuggruppen zur Durchfahrt gesperrt. Diese Maßnahme lässt sich auch nach Emissionsstufen differenzieren. Die Betrachtung beschränkt sich hier auf die schweren Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 3,5 Tonnen..

4.6.2.2 Annahmen zum Wirkungsrahmen

Lokale Durchfahrtsverbote wirken sich auf die lokale Immissionsbelastung durch die Verringerung sowohl der Dieselpartikel-Abgasemissionen als auch der Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen aus. Durch Ausweichverkehr kann es allerdings zu verlängerten Fahrwegen und damit zu einem Anstieg der Emissionen und somit der städtischen Hintergrundbelastung kommen. Dieser Effekt kann hier nicht betrachtet werden.

4.6.2.3 Umsetzungsebene

Die Umsetzung erfolgt in der Regel durch die Kommunen im Rahmen der städtischen Luftreinhalteplanung.

4.6.2.4 Emissionsminderungspotenzial

Bei einem vollständigen Durchfahrtsverbot für schwere Nutzfahrzeuge verringern sich die lokalen Emissionen um den Beitrag ebendieser schweren Nutzfahrzeuge. Für die durchschnittliche deutsche Innerortssituation bedeutet dies eine Verringerung der Dieselpartikel-Abgasemissionen um etwas über 32 %. Diese durchschnittliche Innerortssituation entspricht einem Anteil der schweren Nutzfahrzeuge an der DTV von etwas über 4 %.

Für die Maßnahme kommen überwiegend Straßen mit einem hohen LKW-Transit-Verkehr in Betracht. Bei einem höherem DTV-Anteil der schweren Nutz-

fahrzeuge von 6 %²³ liegt das Minderungspotenzial der Dieselpartikel-Abgasemissionen sogar bei über 40 %. In der Realität ist jedoch nicht mit einer hundertprozentigen Befolgung zu rechnen. Bei einer 60 %igen Befolgung wird eine Minderung der gesamten Dieselpartikel-Abgasemissionen aller Kfz in der Straße um 25 % erreicht.

Tabelle 4-9: Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen aller Kfz in einer Straße durch das Verbot von schweren Nutzfahrzeugen

DTV Anteil der LKW	2007		2010	
	4,1%*	6,0%	4,1%*	6,0%
100% Befolgung	33%	42%	33%	41%
80% Befolgung	26%	33%	26%	33%
60% Befolgung	20%	25%	20%	25%
40% Befolgung	13%	17%	13%	16%

* durchschnittliche deutsche Innerortssituation
Lesebeispiel:
 Wird eine Straße mit einem LKW Anteil an der DTV von 6 % für ebendiese LKW gesperrt, dann führt dies 2007 bei 100%iger Befolgung zu einer Reduktion der verkehrlichen Dieselpartikelabgasemissionen in dieser Straße um 42 %.

4.6.2.5 Immissionsminderungspotenzial

Mit Hilfe der Methodik nach Kapitel 4.5 wird im Folgenden versucht, das Minderungspotenzial für die Maßnahme abzuschätzen. Die relative Minderung des Jahresmittelwertes von PM₁₀ bezogen auf die Modellgebiete von Berlin und Kassel wird tabellarisch in Tabelle 4-10 und in Abbildung 4-13 dargestellt.

Für die Berechnungen wird in Analogie zu den Berechnungen für Kassel davon ausgegangen, dass die Anteile Auspuff- und Nicht-Auspuffemissionen im hot spot gleich 50 % sind. Da die Auswertung nur auf relativen Anteilswerten beruht, ist das Potenzial unabhängig von der Höhe der tatsächlichen Belastung. Damit die Aussagen auch auf die Prognosejahre 2007 und 2010 anwendbar sind, gilt als Voraussetzung, dass die Verursacheraufteilungen erhalten bleiben.

²³ DTV Anteil der LKW in der Silbersteinstraße in Berlin

Tabelle 4-10: Immissionsminderungspotenziale für lokale Durchfahrtsverbote für LKW

DTV Anteil der LKW	2007				2010			
	4,1%*		6,0%		4,1%*		6,0%	
	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel
100% Befolgung	-4%	-3%	-5%	-4%	-4%	-3%	-5%	-4%
80% Befolgung	-3%	-2%	-4%	-3%	-3%	-2%	-4%	-3%
60% Befolgung	-2%	-2%	-3%	-2%	-2%	-2%	-3%	-2%
40% Befolgung	-2%	-1%	-2%	-1%	-2%	-1%	-2%	-1%

* durchschnittliche deutsche Innerortssituation

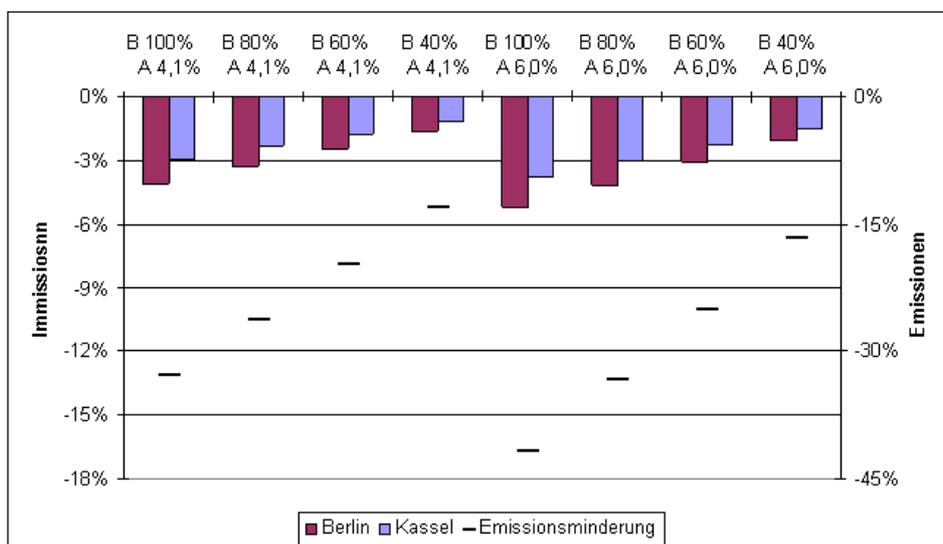


Abbildung 4-14: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial für lokale Durchfahrtsverbote für LKW im Jahr 2007

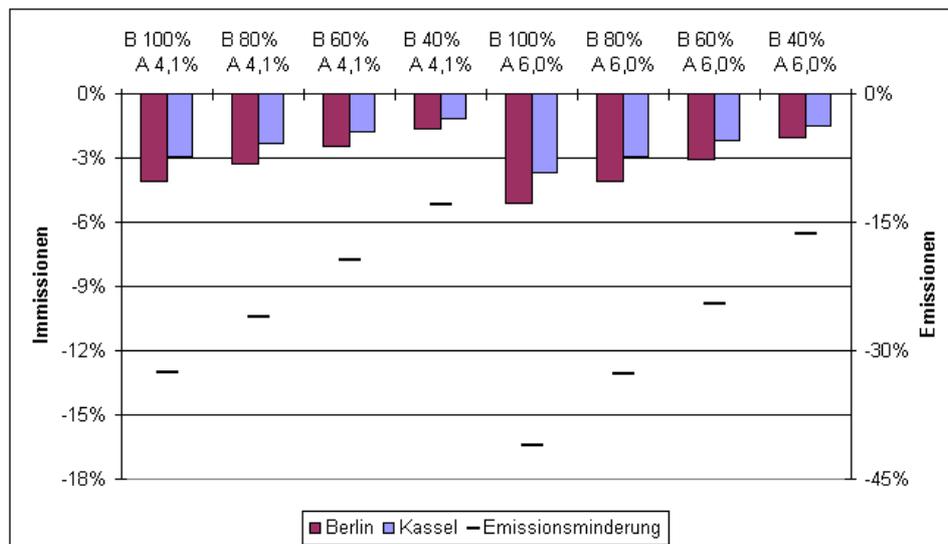


Abbildung 4-15: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial für lokale Durchfahrtsverbote für LKW im Jahr 2010

Eine Abschätzung der Minderung der Überschreitungstage erfolgt auf der Basis der statistischen Auswertung nach Kapitel 4.5.1. Dazu wurden jeweils aus den Modellrechnungen für Berlin und Kassel die Belastungsniveaus für den Jahresmittelwert von PM₁₀ entnommen (siehe Tabelle 4-7).

Die Werte für die potenzielle Minderung der Anzahl an Überschreitungstagen sind in Tabelle 4-11 aufgelistet. Die Angaben des Minderungspotenzials für die Anzahl der Tage mit PM₁₀-Überschreitungen von 50 µg/m³ lässt sich nur beschränkt übertragen. Bei der Auswertung geht neben den jeweiligen Verursacheranteilen auch das Konzentrationsniveau des Jahresmittelwerts ein.

Tabelle 4-11: Minderungspotenzial für Überschreitungstage für lokale Durchfahrtsverbote für LKW

DTV Anteil der LKW	2007				2010			
	4,1%*		6,0%		4,1%*		6,0%	
	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel
100% Befolgung	-8	-5	-11	-7	-8	-5	-10	-7
80% Befolgung	-7	-4	-8	-6	-7	-4	-8	-5
60% Befolgung	-5	-3	-6	-4	-5	-3	-6	-4
40% Befolgung	-3	-2	-4	-3	-3	-2	-4	-3

* durchschnittliche deutsche Innerortssituation

4.6.2.6 Ansatzpunkt zur Kostenschätzung

Eine genaue Kostenschätzung ist für diese Maßnahme nicht möglich. Die administrativen Implementierungskosten einer Straßensperrung sind wahrscheinlich gering. Die Überprüfung der Befolgung ist evtl. mit zusätzlichem Personalaufwand verbunden. Eine Abschätzung der Auswirkungen auf Gewerbe und Handel kann hier nicht durchgeführt werden.

4.6.2.7 Umsetzungsvoraussetzungen und -hemmnisse

Voraussetzung für eine relevante Minderung durch die Maßnahme ist ein großer Anteil der betroffenen Fahrzeuggruppe an der lokalen Immissionsbelastung. Weiterhin müssen geeignete Ausweichstrecken vorhanden sein.

Zusätzlich ist eine ausreichende Überprüfung der Befolgung zu gewährleisten.

4.6.3 Nachrüstung von Diesel-Kfz mit Partikelfiltern

4.6.3.1 Kurzbeschreibung der Maßnahme

Nachrüstung von Diesel-Kfz mit Partikelfiltern führt zu einer Reduktion der Partikelemissionen. Der Umfang der für eine Nachrüstung geeigneten Flotte hängt dabei von technischen und wirtschaftlichen Kriterien ab: Mindestanzahl von Fahrzeugen, attraktive Restlaufzeiten und Restwert der Fahrzeuge sowie technische Voraussetzungen. Für die Nachrüstung scheinen vor diesem Hintergrund vor allem Fahrzeuge, die die Euro-2 und Euro-3-Norm erfüllen, geeignet.

4.6.3.2 Annahmen zum Wirkungsrahmen

Die Nachrüstung von Fahrzeugen mit Partikelfilter wirkt sich sowohl auf die lokale Belastung, als auch auf den urbanen und sogar regionalen Hintergrund aus. Die Wirkung beschränkt sich dabei auf die Dieselpartikel-Abgasemissionen.

4.6.3.3 Umsetzungsebene

Die Nachrüstung erfolgt durch den Fahrzeughalter und ist eine freiwillige Handlung. Die Bundesregierung kann jedoch durch steuerliche Anreize und Förderungskriterien auf die Nachrüstung einwirken.

4.6.3.4 Emissionsminderungspotenzial

Die Emissionsminderung durch eine Nachrüstung mit Partikelfiltern wird für den Innerortsverkehr (urbane Belastung) und den außerörtlichen Kfz-Verkehr (regionale Belastung) mit der durchschnittlichen Flottenstruktur und dem jeweiligen Fahrverhalten ermittelt. Dabei wird davon ausgegangen, dass im Trendszenario keine Nachrüstung dieser Fahrzeuge stattfindet.

Nach den Prüfvorschriften für die Nachrüstung von Rußpartikelfiltern in Diesel-PKW muss das verwendete System dauerhaft mindestens 30 % der emittierten Partikelmasse mindern [BMU 2005]. Bei den schweren Nutzfahrzeugen ist die Nachrüstung mit einem geschlossenen Partikelfiltersystem für alle LKW tech-

nisch möglich, so dass Emissionsminderungen von über 90 % erreicht werden können [UBA 2005]. Daher wurde für Diesel-PKW und leichte Nutzfahrzeuge eine Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen um 30 % und für LKW um 90 % für die Potenzialabschätzung angenommen. Linienbusse sind zu einem großen Teil schon mit Partikelfiltern ausgestattet, so dass hier kein Minderungspotenzial ermittelt wurde.

Zur Abschätzung der Obergrenze des erreichbaren Potenzials wurde in einem Maximalszenario zunächst angenommen, dass bis Ende 2006 alle Euro-2- und Euro-3-Diesel-Kfz mit einem Partikelfilter nachgerüstet werden. 2007 wird so die maximale Nachrüstungswirkung erreicht, die dann langsam abnimmt. In der Praxis ist von deutlich geringeren Nachrüstraten auszugehen.

Im Vergleich der Fahrzeugkategorien können mit der Nachrüstung aller schweren Nutzfahrzeuge auf Grund der durch die hohen spezifischen Emissionsminderung die höchsten Minderungen erreicht werden. Die Minderungen sind dabei wegen des höheren Anteils der LKW an der Fahrleistung im Hintergrund größer als im Innerortsbereich. Eine Nachrüstung der Diesel-PKW führt immer noch zu einer Minderung der gesamten verkehrlichen Emissionen um 6 bis 8 %.

Tabelle 4-12: Maximalszenario: Minderungen der gesamten verkehrlichen Dieselpartikel-Abgasemissionen durch den Einsatz von Partikelfiltern bei verschiedenen Kfz-Gruppen

	2007		2010	
	Innerortsverkehr	Außerortsverkehr	Innerortsverkehr	Außerortsverkehr
PKW	8%	7%	7%	6%
Leichte Nutzfahrzeuge	2%	2%	2%	1%
Schwere Nutzfahrzeuge	19%	33%	16%	25%
Insgesamt*	29%	41%	25%	33%

* Rundungsbedingte Abweichungen möglich
Lesebeispiel:
 Wenn sämtliche PKW der Emissionsstufen Euro-2 und -3 in Deutschland mit einem Partikelfilter nachgerüstet sind, führt dies 2007 zu einer Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen des gesamten Innerortsverkehrs um 8 % und des Außerortsverkehrs um 7 %.

Bei niedrigerer Durchdringung der Flotte mit Partikelfiltern ergeben sich entsprechend niedrigere Gesamtminderungen. In Tabelle 4-13 sind verschiedene Sensitivitäten dargestellt.

Tabelle 4-13: Sensitivitäten: Minderungen der gesamten verkehrlichen Partikelemissionen einer Ortsklasse bei verschiedenen Implementierungsraten der Partikelfilter-Nachrüstung

	2007		2010	
	Innerorts- verkehr	Außerorts- verkehr	Innerorts- verkehr	Außerorts- verkehr
100%	29%	41%	25%	33%
80%	24%	33%	20%	26%
60%	18%	25%	15%	20%
40%	12%	17%	10%	13%

Lesebeispiel:
Wenn 80 % der Dieselfahrzeuge der Emissionsstufen Euro-2 und -3 in Deutschland mit einem Partikelfilter nachgerüstet sind, führt dies 2007 zu einer Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen des Innerortsverkehrs um 24 % und des Außerortsverkehrs um 33 %.

Eine Abschätzung der absoluten Emissionsminderungen dieser Maßnahme wird für die Nachrüstung aller Fahrzeuge in Deutschland vorgenommen. Neben den relativen Minderungen geht auch die absolute Emissionsmenge im Zeitraum 2007 bis 2010 im Trend zurück. Daher ist das absolute Minderungspotenzial 2010 deutlich geringer als 2007.

Tabelle 4-14: Absolute Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen durch vollständige Nachrüstung der jeweiligen Fahrzeugkategorie

	2007		2010	
	Innerorts- verkehr	Außerorts- verkehr	Innerorts- verkehr	Außerorts- verkehr
PKW	410 t	810 t	250 t	480 t
Leichte Nutzfahrzeuge	110 t	190 t	66 t	120 t
Schwere Nutzfahrzeuge	1.000 t	4.000 t	580 t	2.000 t
Insgesamt*	1.500 t	5.000 t	890 t	2.600 t
Jahressumme*	6.500 t		3.500 t	

* Rundungsbedingte Abweichungen

Lesebeispiel:
Wenn sämtliche PKW der Emissionsstufen Euro-2 und -3 in Deutschland mit einem Partikelfilter nachgerüstet sind, führt dies 2007 zu einer Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen des gesamten Innerortsverkehrs in Deutschland um 410 t und des Außerortsverkehrs in Deutschland um 810 t.

4.6.3.5 Immissionsminderungspotenzial

Mit Hilfe der Methodik nach Kapitel 4.5 wird im Folgenden versucht, das Minderungspotenzial für die Maßnahme abzuschätzen. Die relative Minderung des

Jahresmittelwertes von PM_{10} bezogen auf die Modellgebiete von Berlin und Kassel wird tabellarisch in Tabelle 4-15 und in Abbildung 4-16 dargestellt.

Für die Berechnungen wird in Analogie zu den Berechnungen für Kassel davon ausgegangen, dass die Anteile Auspuff- und Nicht-Auspuffemissionen im hot spot gleich 50 % sind. Die Emissionsminderung im Außerortsverkehr wirkt sich auf die Höhe des als Ferntransport ausgewiesenen Anteils aus. Eine Abschätzung des Anteils primärer PM_{10} -Kfz-Emissionen an diesem Ferntransport ist schwierig. Aus den Modellrechnungen zum Luftreinhalteplan Kassel (siehe 4.5) ergibt sich im Mittel ein Anteil von 5 %. Dieser Wert wurde für die Bestimmung der Potenziale sowohl für Kassel als auch für Berlin verwendet.

Da die Auswertung nur auf relativen Anteilswerten beruht, ist das Potenzial unabhängig von der Höhe der tatsächlichen Belastung. Damit die Aussagen auch auf die Prognosejahre 2007 und 2010 anwendbar sind, gilt als Voraussetzung, dass die Verursacheraufteilungen erhalten bleiben.

Tabelle 4-15: Immissionsminderungspotenziale bei Nachrüstung mit Partikelfiltern bei verschiedenen Implementierungsraten im Bezugsjahr 2007 und 2010

Implementierungsrate	2007		2010	
	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel
100%	-6%	-5%	-5%	-4%
80%	-5%	-4%	-4%	-3%
60%	-4%	-3%	-3%	-2%
40%	-2%	-2%	-2%	-2%

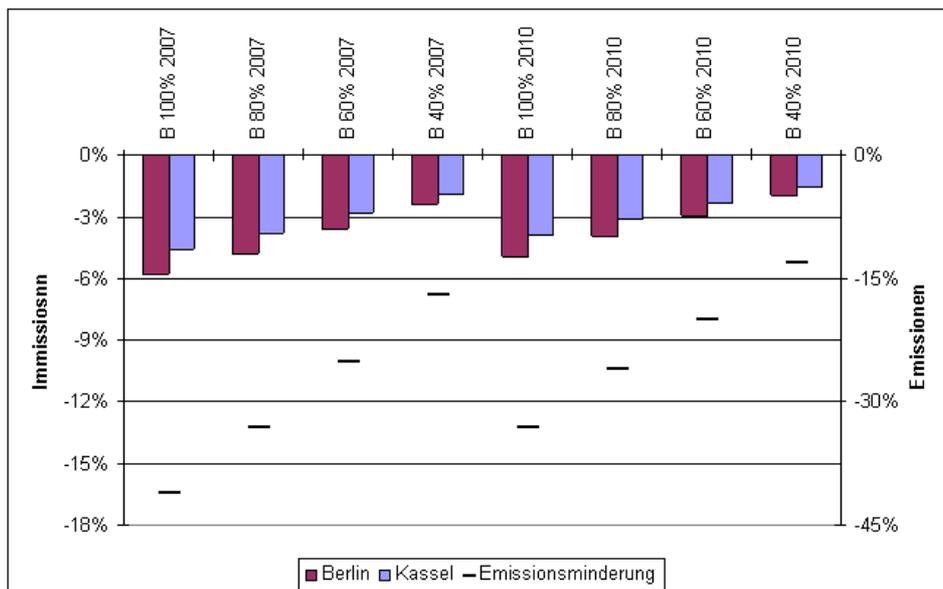


Abbildung 4-16: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial bei verschiedenen Implementierungsraten (B) von Partikelfiltern für die Bezugsjahre 2007 und 2010

Eine Abschätzung der Minderung der Überschreitungstage erfolgt auf der Basis der statistischen Auswertung nach Kapitel 4.5.1. Dazu wurden jeweils aus den Modellrechnungen für Berlin und Kassel die Belastungsniveaus für den Jahresmittelwert von PM₁₀ entnommen (siehe Tabelle 4-7).

Die Werte für die potenzielle Minderung der Anzahl an Überschreitungstagen sind in Tabelle 4-16 aufgelistet. Die Angaben des Minderungspotenzial für die Anzahl der Tage mit PM₁₀-Überschreitungen von 50 µg/m³ lässt sich nur beschränkt übertragen. Bei der Auswertung geht neben den jeweiligen Verursacheranteilen auch das Konzentrationsniveau des Jahresmittelwerts ein.

Tabelle 4-16: Minderungspotenzial für Überschreitungstage bei verschiedenen Implementierungsraten von Partikelfiltern

Implementierungsrate	2007		2010	
	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel
100%	-12	-8	-10	-7
80%	-10	-7	-8	-6
60%	-7	-5	-6	-4
40%	-5	-4	-4	-3

4.6.3.6 Ansatzpunkt zur Kostenschätzung

Eine Abschätzung der Kosten und Kosteneffizienz dieser Maßnahme kann bei den Preisen für die Partikelfilternachschrüstung ansetzen.

Nach Angaben des ADAC liegen die Kosten für eine Partikelfilternachschrüstung bei PKW zwischen 500 € und 700 € [ADAC 2006]. 2006 wären bei einer vollständigen Umsetzung gut 6 Mio. Fahrzeuge betroffen. Bei Nachschrüstungskosten von 600 € pro Fahrzeug, liegen die gesamten Kosten bei fast 3,6 Mrd. Euro. Mit Annahmen über die Restfahrleistung kann auch eine Kosteneffizienz der Maßnahmen in Höhe von 690 € pro gemindertem Kilogramm Dieselpartikel-Abgasemissionen abgeschätzt werden.

Geschlossene Filtersysteme für LKW sind in der Nachschrüstung mit etwa 7.000 € deutlicher teurer [UBA 2005]. Durch die hohe spezifische Emissionsminderung der Nachschrüstung, das hohe Emissionsniveau im Vergleich zu PKW und die längere Restfahrleistung, ergibt sich für diese Fahrzeuge jedoch eine besser Kosteneffizienz als bei der Nachschrüstung von PKW.

Tabelle 4-17: Kosteneffizienzschrätzung für die Nachschrüstung mit Partikelfiltern

Fahrzeugkategorie (Nachschrüstungskosten)	Euro-2		Euro-3	
	Angenommene Restfahrleistung	€ pro kg Dieselpartikel	Angenommene Restfahrleistung	€ pro kg Dieselpartikel
PKW (600 €)	60.000 km	690 €	80.000 km	690 €
LKW (7000 €)	400.000 km	230 €	600.000 km	110 €
Lesebeispiel: Die Nachschrüstung eines Partikelfilters in einem Euro-2-PKW führt bei Investitionskosten von 600 € und einer Restfahrleistung von 60.000 km zu Vermeidungskosten in Höhe von 690 € pro kg Dieselpartikel.				

4.6.3.7 Umsetzungsvoraussetzungen und -hemmnisse

Da es keine Verpflichtung zur Nachschrüstung geben kann, hängt die Anzahl der eingebauten Systeme u. a. wesentlich von der Art und Höhe der Förderung ab.

Auch die Ausgestaltung der Umweltzonen und Durchfahrtsverbote haben Einfluss auf die Menge der eingebauten Systeme.

Weiterhin sind auch die Verfügbarkeit der Partikelfilter sowie die Einbaukapazitäten von Bedeutung.

Bei Nutzung von CRT-Rußfiltern kommt es neben einer deutlichen Absenkung der Partikelemissionen zu einer Erhöhung der direkten NO₂-Emissionen von Fahrzeugen. Diese negative Auswirkung sollte in Bezug auf die ab 2010 gültigen EU-Grenzwerte für NO₂ in der Umgebungsluft berücksichtigt werden.

4.6.4 Alternative Kraftstoffe (CNG und BTL/GTL)

4.6.4.1 Kurzbeschreibung der Maßnahme

Synthetische Kraftstoffe wie GTL (Gas-to-liquids) und BTL (Biomass-to-liquids) ermöglichen eine genaue Abstimmung ihrer Zusammensetzung und können damit zur Optimierung des Verbrennungsprozesses und somit zu einer Minderung von Emissionen beitragen. Diese Kraftstoffe können in herkömmliche Diesel-Motoren eingesetzt werden. Zur Erreichung einer hohen Immissionsminderung durch den Einsatz dieser Kraftstoffe sind insbesondere innerstädtische Busflotten geeignet.

Auch erdgasbetriebene Fahrzeuge zeigen ein geringes PM-Emissionsniveau. Erdgasfahrzeuge werden als PKW, als leichte Nutzfahrzeugen und im Busverkehr eingesetzt. Zur optimalen Nutzung einer zusätzlichen Erdgasinfrastruktur und wegen der noch geringeren Reichweite der Erdgasfahrzeuge sind besonders städtische Fahrzeuge wie Taxen und Busse für den Erdgaseinsatz geeignet.

4.6.4.2 Annahmen zum Wirkungsrahmen

Es wird die Emissionsminderung durch die Umstellung einer städtischen Busflotte auf CNG-Fahrzeuge sowie die Nutzung von GTL in einer städtischen Dieselsebus-Flotte dargestellt. Die Wirkung der Maßnahme zeigt sich im lokalen Straßenraum und im städtischen Hintergrund; sie beschränkt sich dabei auf die Partikel-Abgasemissionen.

4.6.4.3 Umsetzungsebene

Die Umstellung der Busflotte von Diesel-Fahrzeugen auf CNG-Fahrzeuge bzw. die Nutzung von BTL- oder GTL-Kraftstoff in Diesel-Bussen liegt in der Hand der Nahverkehrsbetriebe, unterliegt damit aber auch kommunalen Einflüssen.

4.6.4.4 Emissionsminderungspotenzial

CNG-Busse haben Partikelemissionen, die um bis zu 90 % unter denen konventioneller Dieselbusse ohne Abgasnachbehandlung liegen ([CAI 2006], [UBA 1999]). Damit besteht ein enormes Minderungspotenzial durch die Ersetzung von konventionellen Dieselbussen (ohne Partikelfilter) durch CNG-Busse.

Bereits heute ist ein großer Teil der Linienbusse in Deutschland mit Partikelfiltern ausgestattet. Die Umstellung auf CNG-Busse hat gegenüber diesen Bussen kaum Vorteile bezüglich der Partikelemissionen (siehe z.B. [Ayala 2002], [CAI 2006], [Nylun 2004]).

BTL und GTL können in konventionellen Diesel-Fahrzeuge eingesetzt werden. Durch den Einsatz dieser synthetischen Kraftstoffe lassen sich Minderungen der Partikelemissionen um etwa 30 % erreichen, was insbesondere bei älteren Fahrzeugen zu hohen absoluten Emissionsminderungen führt (siehe z.B. [Fanick 2001], [Schaberg 2000]). Bei mit Partikelfilter ausgestatteten Fahrzeugen sind die Partikelemissionsminderungen dagegen gering.

Hohe Minderungspotenziale bestehen insbesondere bei der Umstellung von Dieselbusflotten, die noch nicht mit Partikelfilter ausgestattet sind. Dies wird im Folgenden näher illustriert:

Hat eine solche Dieselbusflotte einen Anteil von 5 % (2007) und 8 % (2010) an den innerörtlichen Verkehrsemissionen einer Stadt, dann führt die vollständige Umstellung auf CNG-Busse zu einer Minderung der innerörtlichen Kfz-Partikelemissionen um 4,5 % (2007) bzw. 7,2 % (2010).

Wird BTL oder GTL in einer solchen Dieselbusflotte eingesetzt, führt dies zu einer Minderung der innerörtlichen Emissionen des städtischen Straßenverkehrs um 1,5 % (2007) bzw. 2,4 % (2010).

Tabelle 4-18: Emissionsminderung durch Nutzung synthetische Kraftstoffe und Umstellung auf CNG-Busse gegenüber Dieselbusflotten ohne Partikelfilterausstattung

	2007	2010
Anteil der Dieselbusse an innerörtlichen Kfz-Emissionen	5%	8%
Minderung innerörtlicher Kfz-Emissionen durch CNG (90% Minderung)	4,5%	7,2%
Minderung innerörtlicher Kfz-Emissionen durch BTL/ GTL (30% Minderung)	1,5%	2,4%
Lesebeispiel: Die Dieselbusflotte ohne Partikelfilterausstattung hat 2007 einen Anteil von 5 % an den gesamten innerörtlichen Dieselpartikel-Abgasemissionen. Durch Nutzung von BTL wird eine Minderung der Partikelemissionen um 30 % erreicht. Dadurch werden die innerörtlichen Partikelemissionen aller Kfz um 1,5 % gemindert.		

4.6.4.5 Immissionsminderungspotenzial

Mit Hilfe der Methodik nach Kapitel 4.5 wird im Folgenden versucht, das Minderungspotenzial für die Maßnahme abzuschätzen. Die relative Minderung des Jahresmittelwertes von PM₁₀ bezogen auf die Modellgebiete von Berlin und Kassel werden tabellarisch in Tabelle 4-15 und in Abbildung 4-16 dargestellt.

Für die Berechnungen wird in Analogie zu den Berechnungen für Kassel davon ausgegangen, dass die Anteile Auspuff- und Nicht-Auspuffemissionen im hot spot gleich 50 % sind. Außerdem wird davon ausgegangen, dass sich die Minderung nur in Straßen mit einem entsprechend hohen Anteil an Bussen signifikant auswirken wird. Der Anteil der Emissionen der Busflotte an den gesamten Kfz-Emissionen in einer Stadt dürfte relativ gering sein, so dass in der Abschätzung nur die lokale Minderung am hot spot berücksichtigt wurde.

Da die Auswertung nur auf relativen Anteilswerten beruht, ist das Potenzial unabhängig von der Höhe der tatsächlichen Belastung. Damit die Aussagen auch auf die Prognosejahre 2007 und 2010 anwendbar sind, gilt als Voraussetzung, dass die Verursacheraufteilungen erhalten bleiben.

Tabelle 4-19: Immissionsminderungspotenziale durch Nutzung synthetische Kraftstoffe und Umstellung auf CNG-Busse gegenüber Dieselbusflotten ohne Partikelfilterausstattung

Bus Anteil	2007		2010	
	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel
5%	-0,6%	-0,4%	-0,9%	-0,6%
8%	-0,2%	-0,1%	-0,3%	-0,2%

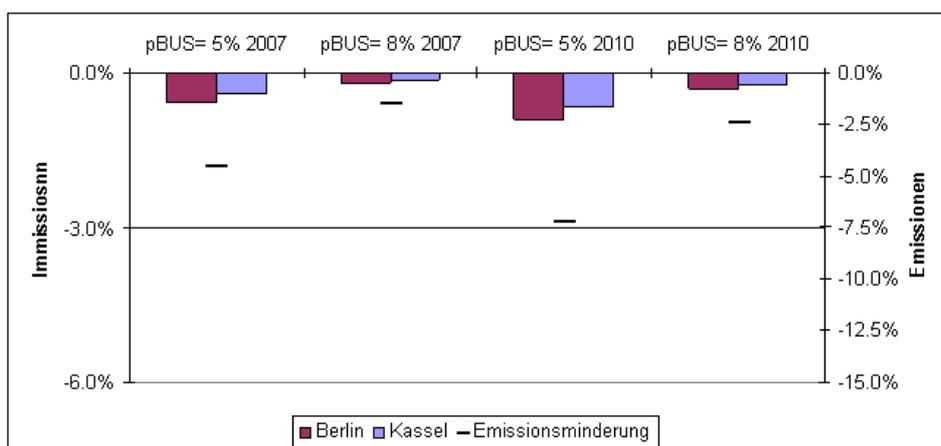


Abbildung 4-17: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial durch Nutzung synthetische Kraftstoffe und Umstellung auf CNG-Busse gegenüber Dieselbusflotten ohne Partikelfilterausstattung bei verschiedenen Busanteilen (pBUS) und Bezugsjahren

Eine Abschätzung der Minderung der Überschreitungstage erfolgt auf der Basis der statistischen Auswertung nach Kapitel 4.5.1. Dazu wurden jeweils aus den Modellrechnungen für Berlin und Kassel die Belastungsniveaus für den Jahresmittelwert von PM₁₀ entnommen (siehe Tabelle 4-7).

Die Werte für die potenzielle Minderung der Anzahl an Überschreitungstagen sind in Tabelle 4-16 aufgelistet. Die Angaben des Minderungspotenzials für die Anzahl der Tage mit PM₁₀-Überschreitungen von 50 µg/m³ lässt sich nur beschränkt übertragen. Bei der Auswertung geht neben den jeweiligen Verursacheranteilen auch das Konzentrationsniveau des Jahresmittelwerts ein.

Tabelle 4-20: Minderungspotenzial für Überschreitungstage durch Nutzung synthetische Kraftstoffe und Umstellung auf CNG-Busse gegenüber Dieselbusflotten ohne Partikelfilterausstattung

Bus Anteil	2007		2010	
	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel
5%	-1	-1	-2	-1
8%	0	0	-1	0

4.6.4.6 Ansatzpunkt zur Kostenschätzung

Die Anschaffungskosten für Linienbusse betragen zwischen 200.000 und 300.000 €. CNG-Busse sind dabei in der Regel teurer als Dieselbusse ([UBA 1999], [CAI 2006]). Da für Erdgas bis 2020 nur ein ermäßigter Steuersatz gezahlt werden muss, können diese Mehrkosten evtl. kompensiert werden.

Da heute neue Dieselbusse überwiegend mit Partikelfiltern ausgestattet sind, bestehen keine relevanten Unterschiede in den Partikelemissionen zu einem alternativ angeschafften Gasbus. Damit lässt sich für Partikelemissionen auch keine Kosteneffizienz ableiten.

Bei den Kosten für BTL- oder GTL-Kraftstoff ist die Datenlage derzeit noch zu unsicher, um eine Abschätzung der Kosteneffizienz durchführen zu können.

4.6.4.7 Umsetzungsvoraussetzungen und -hemmnisse

Die Nutzung von CNG und BTL oder GTL ist nur dann sinnvoll, wenn ein großer Teil der bestehenden Dieselflotte noch nicht mit Partikelfiltern ausgestattet ist.

Die Anschaffung von CNG-Fahrzeugen kann durch Steuerreduktionen und Förderungen begünstigt werden.

Bei der Nutzung von BTL und GTL muss die ausreichende Verfügbarkeit der Kraftstoffe gewährleistet sein.

4.6.5 Verminderung der Aufwirbelungsemissionen

4.6.5.1 Kurzbeschreibung der Maßnahme

Es wird angenommen, dass die Aufwirbelung der Staubbiladung von Straßen durch Fahrzeuge einen Beitrag zur PM₁₀-Belastung leistet. Danach können die PM₁₀-Belastungen durch eine Verringerung der Staubbiladung (z.B. Nassreinigung) und eine Verringerung der Fahrzeugeinflüsse (z.B. Geschwindigkeitsbegrenzungen, Verkehrsverflüssigung) reduziert werden. Solche Maßnahmen werden im Rahmen der Aktions- und Luftreinhaltepläne diskutiert und z. T. schon umgesetzt.

4.6.5.2 Annahmen zum Wirkungsrahmen

Es werden hier die Minderungen der Aufwirbelungsemissionen auf die lokale Belastung im Straßenraum betrachtet.

4.6.5.3 Umsetzungsebene

Die Umsetzung erfolgt in der Regel durch die Kommunen im Rahmen der städtischen Luftreinhalteplanung.

4.6.5.4 Emissionsminderungspotenzial

Zur Emissionsminderung durch Nassreinigung und Geschwindigkeitsbegrenzung gibt es bisher nur wenig wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse. Eine exakte emissionsseitige Berechnung der Minderungswirkung ist auf dieser Basis nicht möglich, es können jedoch einige Tendenzen wiedergegeben werden.

- Emissionsfaktoren für Feinstaubemissionen infolge von Aufwirbelung und Abrieb liegen, je nach Verkehrssituation, für PKW und leichte Nutzfahrzeuge zwischen 22 und 90 mg/km und für schwere Nutzfahrzeuge zwischen 200 und 800 mg/km [Düring 2004b]. Dabei steigt der Emissionsfaktor meist mit sinkendem Anteil an Konstantfahrten. Nach diesen Faktoren würden die Aufwirbelungsemissionen durch eine Verkehrsverflüssigung reduziert werden. Durch eine Änderung des

Verkehrsflusses können danach im Extremfall die Emissionen einer Fahrzeuggruppe um 75 % gemindert werden.

- Die Auswirkung von Nassreinigung auf die Aufwirbelungsemissionen können bisher nicht zuverlässig ermittelt werden. Z.B. reicht die Bandbreite des Vergleichs der Immissionsdaten von Regen- und Trockentagen [Düring 2004b] von keinem Einfluss bis hin zu einer Reduktion um etwa 40 %.

4.6.5.5 Immissionsminderungspotenzial

Bei einer Nassreinigung wird die betroffene Straße in der Regel befeuchtet und die Feinstaubbelastung gleichzeitig abgespült oder abgesaugt. Beim Abspülen kommt es dabei zu einem Materialabfluss Richtung Rinnstein und von dort zum nächstliegenden Gully ([Düring 2004a], [Düring 2005]).

Aktuelle Feldversuche zu Abspülmaßnahmen in Bremen ([Düring 2005]) und Berlin ([Düring 2004a]) haben an trockenen Tagen keine signifikante Änderung der Immissionskonzentration feststellen können. In Bremen wurde nur während der Nachtstunden eine Minderung um 11 % gemessen. In Berlin liegen jegliche Minderungen im Bereich der natürlichen Variationen bzw. im Bereich der messtechnischen Unsicherheiten.

An der Corneliusstraße in Düsseldorf ([Hentze 2006]) führte ein Versuch mit angepasster Nassreinigung zu einer Minderung der Belastung an Reinigungstagen um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Das durchschnittliche Minderungspotenzial bezogen auf den Jahresmittelwert wird jedoch nur auf $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ geschätzt, da Reinigungen nicht jeden Tag durchgeführt werden und zudem an Tagen mit Regen kaum eine zusätzliche Wirkung zeigen.

Die Minderungswirkung der Nassreinigung ist nach den vorliegenden Studien insgesamt umstritten. Der maximale, lokal und temporär beschränkte Minderungseffekt lässt sich aus den obigen Angaben im Bereich von $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Hentze 2006] abschätzen. Damit könnte es einen Beitrag zur Vermeidung von Überschreitungstagen leisten.

Auch bei den Auswirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf die Aufwirbelungsemissionen gibt es keine gesicherten Erkenntnisse. Eine Reduktion der Aufwirbelungsemissionen ist dabei auch durch Effekte der Verkehrsverflüssigung zu erwarten: *„Durch die Signalisierung des Tempolimits auf 30 km/h einschließlich der Maßnahmen zu deren Einhaltung (feste Radarstation und zusätzlich Geschwindigkeitsanzeige) wird eine gleichmäßige Fahrweise mit niedrigen Auspuffemissionen erreicht, viele Fahrzeuge rollen sogar nur an der Messstelle vorbei. Durch die niedrige und gleichmäßige Fahrzeuggeschwindigkeit könnte der Anteil an Abrieb bzw. Aufwirbelung eher gering sein“* [Düring 2003].

Für die Corneliusstraße wurde für Maßnahmen zur Verkehrsverflüssigung ein Minderungspotenzial von 0,4 bis 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bezogen auf den Jahresmittelwert abgeschätzt [Hentze 2006]. Diese Potenzial liegt damit deutlich über den Schätzungen für die Wirkung der angepassten Nassreinigung von 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ebenefalls [Hentze 2006]).

4.6.5.6 Ansatzpunkt zur Kostenschätzung

Bei einer Nassreinigung ist mit erheblichen Kosten für Anschaffung, Betrieb und Instandhaltung der Fahrzeuge zu rechnen. Deutliche geringere Kosten sind bei Geschwindigkeitsbeschränkungen und Maßnahmen zur Verkehrsverflüssigung zu erwarten. Die administrativen Implementierungskosten sind wahrscheinlich gering. Die Überprüfung der Befolgung ist allerdings mit einem höheren Arbeitsaufwand und damit evtl. auch Personalaufwand verbunden.

Da die Minderungswirkungen nicht genau quantifiziert werden können, ist keine Abschätzung der Kosteneffizienz der Maßnahmen möglich.

4.6.5.7 Umsetzungsvoraussetzungen und -hemmnisse

Hohe Kosten der Nassreinigung bei ungeklärten Minderungseffekten.

Nassreinigung kann durch nasse Fahrbahn evtl. zu einer erhöhten Lärmbelastung im Straßenraum führen.

Eine hinreichende Überprüfung der Befolgung von Geschwindigkeitsbeschränkungen ist erforderlich.

4.6.6 Verkehrsvermeidung und -verlagerung

4.6.6.1 Kurzbeschreibung der Maßnahme

Verschiedene organisatorische Maßnahmen können zu einer Verminderung des Verkehrsaufkommens oder einer Verlagerung auf andere Verkehrsmittel führen. Hierzu gehören eine Verbesserung des ÖPNV, Parkgebühren, City-Maut, Umweltzonen, usw. Die Wirkung von einzelnen Maßnahmen auf das Verkehrsaufkommen oder eine Verkehrsverlagerung ist sehr stark von den Randbedingungen in den einzelnen Kommunen und der Ausgestaltung der Maßnahme abhängig. Es wird hier daher auf die Definition eines konkreten Maßnahmenbündels verzichtet, sondern von einer pauschalisierten Minderung der Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs und des Güterverkehrs ausgegangen.

4.6.6.2 Annahmen zum Wirkungsrahmen

Die Wirkung zeigt sich in der Regel sowohl im lokalen Straßenraum als auch im städtischen Hintergrund. Dabei werden sowohl die Dieselpartikel-Abgasemissionen als auch die Aufwirbelungsemissionen gemindert.

4.6.6.3 Umsetzungsebene

Die Umsetzung erfolgt in der Regel durch die Kommunen im Rahmen der städtischen Luftreinhalteplanung.

4.6.6.4 Emissionsminderungspotenzial

Zur Abschätzung der Minderungswirkung wird hier von einer Reduktion der Fahrleistung bei verschiedenen Fahrzeuggruppen um 10 % ausgegangen werden. Da viele Maßnahmen der Verkehrsvermeidung darauf abzielen den Individualverkehr auf den öffentlichen Nahverkehr zu verlagern, wurde keine Reduktion der Fahrleistung der Linienbusse angenommen.

Tabelle 4-21: Reduktion der Dieselpartikel-Abgasemissionen des gesamten Kfz-Verkehrs im Innerortsbereich bei einer Minderung der Fahrleistung einer Fahrzeuggruppe um 10 %

	PKW	LNfz	SNfz	Summe
2007	3,8%	1,9%	3,3%	9%
2010	3,4%	2,2%	3,2%	9%

Lesebeispiel:
Durch eine Verringerung der innerörtlichen Fahrleistung von PKW um 10 % werden die innerörtlichen Kfz-Emissionen 2007 um 3,8 % gesenkt.

4.6.6.5 Immissionsminderungspotenzial

Mit Hilfe der Methodik nach Kapitel 4.5 wird im Folgenden versucht, das Minderungspotenzial für die Maßnahme abzuschätzen. Die relative Minderung des Jahresmittelwertes von PM₁₀ bezogen auf die Modellgebiete von Berlin und Kassel wird tabellarisch in Tabelle 4-22 und in Abbildung 4-18 dargestellt.

Für die Berechnungen wird in Analogie zu den Berechnungen für Kassel davon ausgegangen, dass die Anteile Auspuff- und Nicht-Auspuffemissionen im hot spot gleich 50 % sind.

Da die Auswertung nur auf relativen Anteilswerten beruht, ist das Potenzial unabhängig von der Höhe der tatsächlichen Belastung. Damit die Aussagen auch auf die Prognosejahre 2007 und 2010 anwendbar sind, gilt als Voraussetzung, dass die Verursacheraufteilungen erhalten bleiben.

Tabelle 4-22: Immissionsminderungspotenziale bei unterschiedlichen Minderungen der innerörtlichen Fahrleistung

Minderung der Fahrleistung	Berlin	Kassel
Reduktion um 10%	-1,5%	-1%
Reduktion um 20%	-3%	-2%
Reduktion um 30%	-4%	-3%

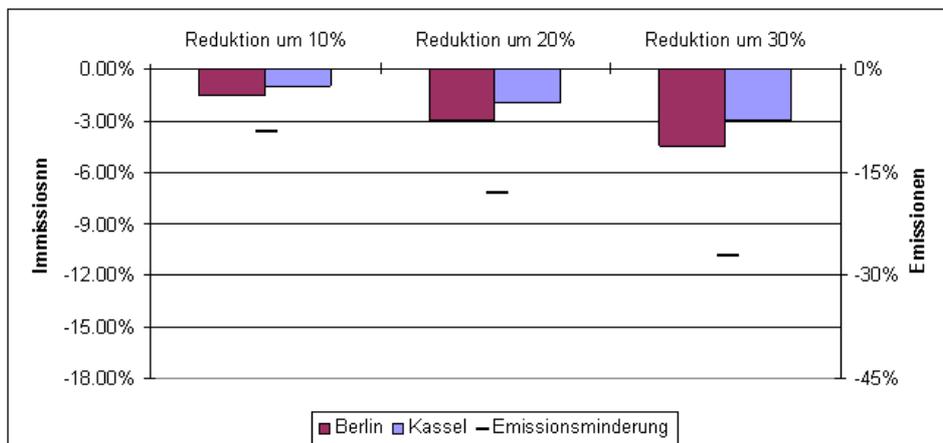


Abbildung 4-18: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial bei varierten Minderungen der innerörtliche Fahrleistung

Eine Abschätzung der Minderung der Überschreitungstage erfolgt auf der Basis der statistischen Auswertung nach Kapitel 4.5.1. Dazu wurden jeweils aus den Modellrechnungen für Berlin und Kassel die Belastungsniveaus für den Jahresmittelwert von PM₁₀ entnommen (siehe Tabelle 4-7).

Die Werte für die potenzielle Minderung der Anzahl an Überschreitungstagen sind in Tabelle 4-23 aufgelistet. Die Angaben des Minderungspotenzials für die Anzahl der Tage mit PM₁₀-Überschreitungen von 50 µg/m³ lässt sich nur beschränkt übertragen. Bei der Auswertung geht neben den jeweiligen Verursacheranteilen auch das Konzentrationsniveau des Jahresmittelwerts ein.

Tabelle 4-23: Minderungspotenzial bei unterschiedlichen Minderungen der innerörtlichen Fahrleistung

Minderung der Fahrleistung	Berlin	Kassel
Reduktion um 10%	-3	-2
Reduktion um 20%	-6	-4
Reduktion um 30%	-9	-5

4.6.6.6 Ansatzpunkt zur Kostenschätzung

Sehr unterschiedlich je nach konkreter Ausgestaltung und Randbedingungen.
Deshalb hier keine Kostenschätzung.

4.6.6.7 Umsetzungsvoraussetzungen und -hemmnisse

Implementierung eines Maßnahmenbündels, das zu einer hinreichenden Verkehrsvermeidung führt.

4.6.7 Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen

4.6.7.1 Kurzbeschreibung der Maßnahme

Die Nutzung von Baumaschinen, die nicht die Grenzwertstufe 1 für mobile Maschinen erfüllen, wird in hoch belasteten innerstädtischen Arealen untersagt.

4.6.7.2 Annahmen zum Wirkungsrahmen

Durch den Einsatz von Baumaschinen, die neuere Grenzwerte erfüllen, entstehen geringere Emissionsmengen an den innerstädtischen Baustellen. Diese Baustellen sind in der Regel über das gesamte Stadtgebiet verteilt und tragen damit zur Reduktion der städtischen Hintergrundbelastung bei. Die Wirkung beschränkt sich auf die Dieselpartikel-Abgasemissionen.

4.6.7.3 Umsetzungsebene

Die Umsetzung erfolgt in der Regel durch die Kommunen im Rahmen der städtischen Luftreinhalteplanung.

4.6.7.4 Emissionsminderungspotenzial

Es wird davon ausgegangen, dass die gleiche Bauleistung von Baumaschinen erbracht wird, die den zugelassenen Emissionsstandards entsprechen.

Tabelle 4-24: Relative Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen bei Baumaschinen

	Anteil der Baumaschinen vor Stufe 1 an		Reduktion der Baumaschinenemissionen
	Betriebsstunden	Dieselpartikel-Abgasemissionen	
2007	23%	55%	42%
2010	9%	31%	24%

Lesebeispiel:
Die Baumaschinen vor Stufe 1 haben 2007 einen Anteil von 23 % an den gesamten Betriebsstunden und von 55 % an den Dieselpartikel-Abgasemissionen der Baumaschinen. Werden diese Betriebsstunden von Baumaschinen der zugelassenen Emissionsstandards erbracht, führt dies 2007 zu einer Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen der Baumaschinen um 42 %.

Zu Abschätzung der absoluten Emissionsminderung in einem Stadtgebiet wird zunächst der Emissionsbeitrag pro Einwohner ermittelt. Bei einer gerundeten

Einwohnerzahl Deutschlands von 80 Mio. ergeben sich Partikelemissionen der Baumaschinen pro Einwohner in Höhe von 50 g (2007) und 36 g (2010). Diese lassen sich nun anhand der Einwohnerzahl verschiedener Städte hochrechnen.

Tabelle 4-25: Absolute Minderung der Dieselpartikel-Abgasemissionen durch Baumaschinenbeschränkung

	2007	2010
g pro Einwohner und Jahr	50 g	36 g
Emissionen Baumaschinen Berlin (t)	170 t	130 t
Emissionsminderung Berlin (t)	72 t	31 t
Lesebeispiel: Unter den getroffenen Annahmen ergeben sich 2007 Emissionen von Baumaschinen in Höhe von 50 g pro Einwohner. Bezogen auf die Bevölkerung Berlins (3,5 Mio.) sind dies 2007 170 t Dieselpartikel-Abgasemissionen von Baumaschinen. Bei einer Minderung durch die Maßnahme um 42 % erfolgt eine absolute Minderung um 72 t.		

4.6.7.5 Immissionsminderungspotenzial

Vergleicht man die Schätzungen zur Dieselpartikelemissionen von Baumaschinen aus Kapitel 4.6.7.4 mit den Angaben der Emissionskataster in Berlin und Kassel, so liegen die Anteile in der Nähe der Emissionen von Kleinfeuerungsanlagen. In der Potenzialabschätzung der Immissionsminderung werden deshalb die Anteilswerte der Kleinfeuerungsanlagen verwendet.

Mit Hilfe der Methodik nach Kapitel 4.5 wird im Folgenden versucht, das Minderungspotenzial für die Maßnahme abzuschätzen. Die relative Minderung des Jahresmittelwertes von PM₁₀ bezogen auf die Modellgebiete von Berlin und Kassel wird tabellarisch in Tabelle 4-26 und in Abbildung 4-19 dargestellt.

Da die Auswertung nur auf relativen Anteilswerten beruht, ist das Potenzial unabhängig von der Höhe der tatsächlichen Belastung. Damit die Aussagen auch auf die Prognosejahre 2007 und 2010 anwendbar sind, gilt als Voraussetzung, dass die Verursacheraufteilungen erhalten bleiben.

Tabelle 4-26: Immissionsminderungspotenziale bei Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen

Bezugsjahr	Berlin	Kassel
2007	-0,4%	-0,8%
2010	-0,2%	-0,5%

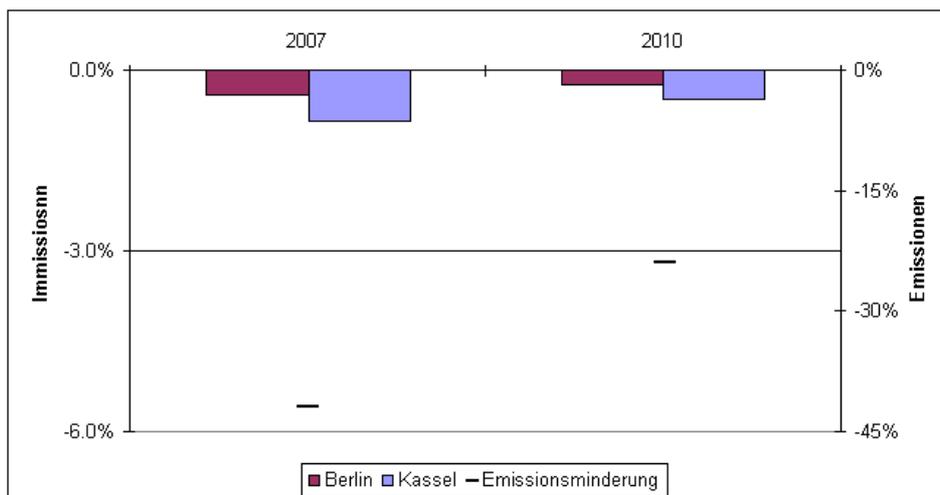


Abbildung 4-19: Immissions- und Emissionsminderungspotenzial bei Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen

Eine Abschätzung der Minderung der Überschreitungstage erfolgt auf der Basis der statistischen Auswertung nach Kapitel 4.5.1. Dazu wurden jeweils aus den Modellrechnungen für Berlin und Kassel die Belastungsniveaus für den Jahresmittelwert von PM_{10} entnommen (siehe Tabelle 4-7).

Die Werte für die potenzielle Minderung der Anzahl an Überschreitungstagen sind in Tabelle 4-27 aufgelistet. Die Angaben des Minderungspotenzials für die Anzahl der Tage mit PM_{10} -Überschreitungen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lässt sich nur beschränkt übertragen. Bei der Auswertung geht neben den jeweiligen Verursacheranteilen auch das Konzentrationsniveau des Jahresmittelwerts ein.

Tabelle 4-27: Minderungspotenzial bei Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen

Bezugsjahr	Berlin	Kassel
2007	-1	-2
2010	-1	-1

4.6.7.6 Ansatzpunkt zur Kostenschätzung

Die Ausweisung einer gebietsbezogenen Beschränkung von hoch emittierenden Baumaschinen ist mit nur geringen Kosten verbunden. Die Überprüfung der Befolgung ist allerdings mit einem höheren Arbeitsaufwand und damit evtl. auch Personalaufwand verbunden.

4.6.7.7 Umsetzungsvoraussetzungen und -hemmnisse

Eine entsprechende Kennzeichnung der Emissionsstufe der Baumaschinen ist erforderlich.

Weiterhin ist eine ausreichende Überprüfung der Befolgung zu gewährleisten.

4.7 Maßnahmen in Europa im Überblick

Nicht nur in Deutschland, sondern auch in vielen europäischen Städten können die EU-Grenzwerte zur Feinstaubbelastung nicht eingehalten werden. Deshalb werden auch dort Aktionspläne und Maßnahmenkataloge zur Minderung der Feinstaubbelastung erstellt. Der Fokus der diskutierten Maßnahmen liegt auch hier überwiegend auf dem Verkehrsbereich. Der folgende Überblick stützt sich auf verschiedene Luftreinhaltepläne und Pressemeldungen, erhebt dabei aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit:

- Als **technische Maßnahmen** werden die Nachrüstung alter Dieselfahrzeuge und auch Off-Road Maschinen mit Partikelfiltern, sowie die Anschaffung emissionsarmer Fahrzeuge für den kommunalen Dienst und den ÖPNV diskutiert (z. B. Bern und Graz). So wurde in Bern die Anschaffung von 32 Gelenkbussen mit Biogasantrieb schon teilweise umgesetzt.

- Als **verkehrsregulierende Maßnahmen** wurde bisher vor allem eine City Maut umgesetzt. Die „London Congestion Charge“ wird bereits seit Februar 2003 erhoben und hat das Verkehrsaufkommen deutlich gesenkt. Es wurde eine Reduktion der PM₁₀-Emissionen um 12 % berechnet, die bisher allerdings messtechnisch noch nicht nachgewiesen werden konnte [TfL 2005]. Seit Januar 2006 wird auch in Stockholm eine City Maut erhoben, die ebenfalls zu einer deutlichen Reduktion des Verkehrs um 25-30 % während der Hauptverkehrszeit und 15 % während des ganzen Tages geführt hat [Landahl 2006]. Weitere Beispiele für geplante Maßnahmen sind die Kanalisierung des motorisierten Individualverkehrs auf ausgewiesene Hauptverkehrsstraßen in Basel oder ein Linksabbiegeverbot in Athen.
- Als **verkehrsbeschränkende Maßnahmen** werden Geschwindigkeitsbegrenzungen und Fahrverbote diskutiert und auch umgesetzt. Geschwindigkeitsbegrenzungen werden einerseits für Autobahnen (z. B. im Kanton Zürich und Bern) und andererseits für innerstädtische Wohnquartiere diskutiert (Tempo-30-Zonen in Basel und Klagenfurt). Weiterhin gibt es generelle Fahrverbote für hochemittierende Fahrzeuge (z. B. Basel und Rom) oder Durchfahrverbote bei hoher Feinstaubbelastung nach dem Stuttgarter Modell (z. B. Zürich und Klagenfurt). Als abweichende Variante wird auch eine abwechselnde Sperrung der Innenstadt für Fahrzeuge mit gerader und ungerader Endziffer im Kennzeichen angewendet (Athen, Rom, Mailand, Florenz). Einige Umweltzonen mit Nutzervorteilen für emissionsarme Fahrzeuge sind ebenfalls in Planung (z. B. Low Emission Zone, LEZ, in Stockholm und London).
- Zur **Verringerung der Aufwirbelungsemissionen** wird auch in einigen europäischen Städten (z. B. Rom und Florenz) eine Nassreinigung durchgeführt.

- Eine **Verbesserung des ÖPNV** ist durch Vorrangschaltungen an Ampeln (Basel, Athen), einen Ausbau des Straßenbahn- und Busliniennetzes (Graz, Stockholm) oder eine Attraktivitätssteigerung durch eine zeitliche Ausweitung auch auf die Nachtstunden (Athen, Stockholm, Klagenfurt) geplant.
- **Finanzielle Anreize** werden zur Förderung des Kaufs von emissionsarmen Fahrzeugen (z. B. Stockholm, Basel) und zur Nachrüstung von Dieselfahrzeugen mit Partikelfiltern (z. B. Österreich) oder auch zur Nutzung des ÖPNV eingesetzt. So werden für den ÖPNV z. B. kostenlose SMS-Tickets an Tagen mit hoher Feinstaubbelastung oder eine verbilligtes Umweltticket im Winterhalbjahr diskutiert (Graz).
- Eine **Parkraumbewirtschaftung** kann durch eine Erhöhung der Parkgebühren bzw. der Reduzierung öffentlicher Parkplätze in belasteten Gebieten (Basel) sowie durch die Einführung und den Ausbau von Parkleitsystemen und „Park and Ride“ Angeboten auf die Feinstaubbelastung einwirken.

In Tabelle 4-28 ist eine Auswahl von Maßnahmen aus ganz Europa aufgeführt, die eine Reduzierung der Feinstaubbelastung bewirken sollen.

Tabelle 4-28: Auswahl europäischer Maßnahmen zur Reduzierung der Feinstaubbelastung

Maßnahme	Stand der Umsetzung	Stadt	Quelle
Technische Maßnahmen			
Nachrüstung alter Dieselfahrzeuge, Off-Road-Fahrzeuge und landwirtschaftlicher Maschinen mit Partikelfilter	im Gespräch	Bern, Schweiz, Graz	Der Bund 2. Februar 2006, NZZ 2. Februar 2006
Neuanschaffung emissionsarmer Fahrzeuge (Alternativantrieb bzw. alternative Treibstoffe) für den Landesdienst und ÖPNV	geplant	Graz, Bern, Niederösterreich	http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml Waldviertelnews 22. Januar 2006
Kauf von 32 Gelenkbussen mit Biogas-antrieb durch Bern Mobil	teilweise umgesetzt	Bern	Der Bund 2. Februar 2006
Verkehrsregulierende Maßnahmen			
Citymaut Werktag zwischen 7:00 und 18:30 Uhr	seit Februar 2003	London	BR online 27. Januar 2006
Citymaut (7monatige Testphase) zwischen 6:30 und 18:30 Uhr	seit Januar 2006	Stockholm	BR online 27. Januar 2006
Kanalisation des motorisierten Individualverkehrs auf die ausgewiesenen Hauptverkehrsstraßen	geplant	Basel	LRP Basel
Verbot Links-Abbiegen, um Staus zu vermeiden	geplant	Athen	http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml
Maßnahmen Straße			
Reinigung von Straßen oder deren Einsprühen mit Chemikalien und Wasser	bereits durchgeführt	Rom, Florenz	http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml
Fahrverbote, Sperrungen und Tempolimit			
Geschwindigkeitsbeschränkungen (80-100 km/h) auf Autobahnen	im Gespräch	Kanton Zürich, Bern, Klagenfurt	NZZ online 2 Februar 2006, Kleine Zeitung 2. Februar 2006
flächendeckende Einführung von Tempo-30-Zonen in geeigneten Wohnquartieren	teilweise umgesetzt	Basel, Klagenfurt	LRP Basel, Die Presse 2. Februar 2006
Generelle Fahrverbote für hoch emittierende Dieselfahrzeuge und Autos ohne Kat	ab November 2006 in Graz, in Italien bereits umgesetzt	Graz, Rom	Die Presse 1. Februar 2006, taz 2. Februar 2006
Durchfahrtsbeschränkung bei hoher Feinstaubbelastung nach dem „Stuttgarter Modell“	wird zur Zeit geprüft	Zürich, Klagenfurt	NZZ 1. Februar 2006, Die Presse 2. Februar 2006
abwechselnde Sperrung der Innenstadt für Fahrzeuge mit gerader und ungerader Endziffer im Kennzeichen (ganztags oder stundenweise)	in Italien bereits durchgeführt	Athen, Rom, Mailand, Florenz	Tagesspiegel 2. Februar 2006
Umweltzonen, in die ältere LKW nicht einfahren dürfen	geplant	Stockholm,	http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml

Maßnahmen bezüglich ÖPNV			
Vorrang für den ÖPNV durch Ampelschaltungen ausweiten	geplant	Basel, Athen	LRP Basel, http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml
Ausbau des Straßenbahnnetzes/ neue Buslinien	geplant	Graz, Stockholm	http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml
ÖPNV wird um 200 neue Busse verstärkt	geplant	Stockholm	http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml
Attraktivitätssteigerung durch zeitliche Ausweitung des ÖPNV auch auf Nachtstunden	geplant	Athen, Stockholm, Klagenfurt	Kleine Zeitung 2 Februar 2006, http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml
Finanzielle Anreize und Förderung			
Maßnahmen-Bündel zum Verkauf brennstoffarmer Autos (Ethanol), um von Benzin- und Dieselaautos wegzulocken	bereits umgesetzt	Stockholm	Deutschlandradio 20. Januar 2006
Förderung emissionsarmer Antriebstechniken im ÖPNV, bei Nutzfahrzeugen und PKW	bereits beschlossen	Basel, Niederösterreich	LRP Basel, Waldviertelnews 22. Januar 2006
Förderungskonzept zur Umlagerung des Straßengüterverkehrs auf die Schiene	geplant	Basel	LRP Basel
kostenloses SMS-Ticket an Tagen mit hoher Feinstaubbelastung	teilweise umgesetzt	Graz, Klagenfurt	Die Presse 1. Februar 2006, Die Presse 2. Februar 2006
Verbilligtes Umweltticket im Winterhalbjahr	im Gespräch	Graz	http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml
Parkraumbewirtschaftung			
Erhöhen der Parkgebühren	geplant	Basel	LRP Basel
Einführung und Ausbau des Parkleitsystems/Park&Ride und Verbesserung des Shuttle Bus Service	im Gespräch	Basel, Graz, Klagenfurt	LRP Basel, Die Presse 1. Feb 2006, http://www.bn-muchen.de/feinstaub/europa.shtml
Reduzierung der öffentlichen Dauerparkplätze in dicht bebauten Gebieten	geplant	Basel	LRP Basel
Gesetzgebung			
Einführung von Abgasgrenzwerten für Baumaschinen und landwirtschaftliche Fahrzeuge	geplant	Basel, Schweiz	LRP Basel

5 Zusammenfassung

Mit dem Forschungs- und Entwicklung Projekt „Maßnahmen zur Reduktion von Feinstaub und Stickstoffdioxid“ wurden drei Aufgabenbereiche behandelt:

- Vergleichende Darstellung der Datenlage, Methoden und Prognosen der bis Oktober 2005 veröffentlichten Luftreinhalte- und Aktionspläne in Deutschland.
- Ein gefülltes Maßnahmenschema zur Recherche und Analyse der in den Plänen genannten Maßnahmen zur Reduktion von PM₁₀ und NO₂.
- Bestimmung von Minderungspotenzialen von Maßnahmen zur Reduktion der PM₁₀-Emissionen im Kfz-Verkehr mit Beschreibungen der Umsetzungsebenen, Kosten und Hemmnisse.

Der Schwerpunkt der Auswertungen lag dabei auf dem Schadstoff PM₁₀.

Die Luftreinhalte- und Aktionspläne stellen in der Zusammenschau eine umfangreiche Darstellung der aktuellen Luftschadstoffsituation, der verschiedenen Methoden der Prognose und der diskutierten Maßnahmen dar. Da im Jahr 2003 die Situation bei PM₁₀ deutlich kritischer war als 2002, stieg die Anzahl der Verletzungen des Tagesgrenzwertkriteriums von 6 Überschreitungen im Jahr 2002 auf 25 Überschreitungen im Jahr 2003. Außerdem wurde mit Beginn des Jahres 2005 die Erstellung von Aktionsplänen notwendig, da schon früh im Jahr absehbar war, dass die jetzt gültigen Grenzwerte für PM₁₀ nicht eingehalten werden. So stieg von April bis Oktober 2005 die Anzahl der veröffentlichten Pläne von 20 auf 62 Pläne an.²⁴

²⁴ In Ergänzung zu den Anforderungen des Projekts wurde eine im Internet veröffentlichte Datenbank zu den in Deutschland aktuell vorliegenden Luftreinhalte- und Aktionsplänen erstellt (<http://ivu-umwelt.de/projekte/lrp/liste.php>).

Zusätzlich werden die Verweise auf Pläne in Deutschland auf den Seiten des Umweltbundesamtes unter <http://www.env-it.de/luftdaten/download/public/html/Luftreinhalteplaene/uball.htm> veröffentlicht.

Eine große Anzahl von Plänen behandelt die Problematik sehr ausführlich. Auch wenn als Maß der Ausführlichkeit nur bedingt tauglich, beträgt die durchschnittliche Seitenzahl aller Pläne 56 Seiten.

Der Vergleich zeigt unter anderem bundesländerspezifische Unterschiede in den verwendeten Methoden wie z. B. Festlegung des Plangebiets oder Bestimmung des Kfz-Anteils. Das führt z. B. zu einer großen Variation in der Definition des „Großräumigen Hintergrunds“ oder zu einer großen Variation in der Bestimmung von Betroffenen mit z. B. 270 Personen in Hannover und 98 000 in Berlin bei Grenzwertüberschreitungen von NO_2 .

Die Verursacheranalyse bei PM_{10} zeigt einen hohen Anteil des „Großräumigen Hintergrunds“. An zweiter Stelle folgt der Straßenverkehr mit einem hohen Anteil der Emissionen direkt im hot spot. Zu einem großen Teil wird ein hoher Anteil an sonstigen bzw. nicht näher spezifizierten Verursachern angegeben, was die Unsicherheit bei der Datenlage der PM_{10} -Quellen widerspiegelt.

Die Anzahl der im Projekt analysierten Maßnahmen zur Minderung der PM_{10} -Emissionen beträgt 644. Der Schwerpunkt aller Maßnahmen liegt mit rund 79 % bei Maßnahmen der Quellgruppe Kfz-Verkehr. Mit 42 % der Maßnahmen in der Quellgruppe Kfz-Verkehr überwiegen Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Verkehrsmanagement (Steuerung/Lenkung, Tempolimit, Sperrung/Einschränkung, Parkraum). Das Handlungsfeld Änderung des Modal-Split folgt mit 18 %.

Auswertungen von Veröffentlichungen aus anderen europäischen Ländern zeigen, dass bei den Maßnahmen auch außerhalb von Deutschland der Kfz-Verkehr im Vordergrund steht.

Die vorliegenden verallgemeinerten Abschätzungen des Potenzials von Maßnahmen zur Minderung von Dieselpartikelemissionen zeigen, dass eine einzelne Maßnahme auch unter relativ extremen Annahmen nur ein Potenzial von maximal 10 % bezogen auf den Jahresmittelwert von PM_{10} besitzt. Bei einer Überschreitungshäufigkeit von ca. 70 Tagen mit Mittelwerten größer $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kann damit eine Reduktion der Überschreitungstage von maximal 20 erreicht

werden, was bedeutet, das die zulässige Anzahl von 35 Tagen immer noch überschritten wäre. Das größte Potenzial hat unter den gegebenen Voraussetzungen eine Umweltzone, wenn dabei auch die verhältnismäßig hoch PM₁₀-emittierenden Diesel-Fahrzeuge mit Euro-3-Norm beschränkt werden.

Die Nachrüstung von Partikelfiltern hat bei einem hohen Durchsetzungsgrad ein etwas höheres Potenzial als lokale vollständige Durchfahrtsverbote für LKW. Dabei liegt das Potenzial bezogen auf den Jahresmittelwert von PM₁₀ bei beiden Maßnahmen bei maximal 3 % bis 6 %. Das Potenzial einer allgemeinen Verkehrsvermeidung bzw. -verlagerung um bis zu 30 % liegt nur bei maximal 4 %. Das Minderungspotenzial durch den Einsatz alternativer Kraftstoffe in der urbanen Busflotte oder durch Nutzungsbeschränkungen hoch emittierender Baumaschinen liegt bei unter 1 %.

Eine genauere Quantifizierung des Potenzials von Verminderungen der sog. Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen ist bis zum Abschluss der Arbeiten noch nicht möglich gewesen und deshalb in der Potenzialabschätzung nicht berücksichtigt worden. Das bedeutet aber, dass Maßnahmen, die eine Minderung der Fahrleistungen zur Folge haben, ein bedeutend höheres Potenzial haben können, wenn die Aufwirbelung und Abriebe durch einzelne Fahrzeuge damit entsprechend vermindert wird.

Eine Addition der Minderungspotenziale einzelner Maßnahmen ist nicht immer möglich, da sich z. B. das Potenzial einer Maßnahme wie die Einführung einer Umweltzone nicht unabhängig davon ermitteln lässt, wie groß der Einsatz von nachgerüsteten Partikelfiltern ist.

6 Ausblick

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass die geltenden Grenzwerte für PM_{10} überall in Deutschland auch in der näheren Zukunft überschritten werden. Bisher angedachte einzelne Maßnahmen zur Reduktion der PM_{10} -Belastung sind nicht mit einem ausreichenden Minderungspotenzial behaftet. Selbst bei einer Kombination von einzelnen Maßnahmen kann nicht sichergestellt werden, dass mittelfristig die PM_{10} -Grenzwerte überall in Deutschland eingehalten werden. Es bleibt weiterhin Aufgabe, Maßnahmen auf allen möglichen Ebenen zu ergreifen, um ein ausreichendes Minderungspotenzial zu erreichen. Neben den in dieser Untersuchung betrachteten primären Emissionen müssen verstärkt auch die Emissionen, die zur Sekundärbildung von PM_{10} beitragen, verhindert werden.

Bei der Forderung nach einer Kombination von Maßnahmen darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass über einen großen Teil der vor allem dem Verkehr zugeschriebenen Emissionen durch Aufwirbelung noch große Unsicherheit sowohl in der Quantifizierung wie auch im physikalischen Verständnis besteht. Ebenso muss konstatiert werden, dass auch bei der Bilanzierung von Quellgruppen wie Hausbrand, mobile Quellen oder mineralische Stäube noch großer Klärungsbedarf besteht.

Ein weiterer Aspekt darf im Ausblick keinesfalls fehlen. Der ab 2010 geltende Grenzwert für NO_2 wird aller Voraussicht nach an vielen Orten in Deutschland nicht eingehalten. Die Anzahl der Forderungen nach Luftreinhalteplänen wird in den nächsten Jahren wegen der weiteren Abnahme der Toleranzmarge für NO_2 zunehmen. Insgesamt sollten also parallel Maßnahmen zur Reduktion von PM_{10} und NO_2 untersucht werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass einige technische Maßnahmen zur Minderung des einen Schadstoffs zur Erhöhung des anderen Schadstoffs führen können.

Die folgende Auflistung von weiterführenden Arbeiten im Kontext des abgeschlossenen Forschungsprojekts sehen die Autoren als hilfreich und zielführend für eine zukünftige Luftreinhaltung:

- Weiterführung der systematischen Auswertung der Luftreinhalte- und Aktionspläne zu den folgenden Aufgabenstellungen:
 - Nachweispflichten an die EU, z. B. im Rahmen von Fristverlängerungen
 - Kontrollmöglichkeit auf Umsetzung / Einhaltung
 - Qualitätssicherung
 - Vollständige Erweiterung auf NO₂
 - Potenzielle Daten für überregionale Abschätzungen
- Potenzialbestimmung von Maßnahmen zur NO₂-Reduktion
- Potenzialbestimmung von Maßnahmen zur Reduktion von Vorläufersubstanzen zur sekundären PM₁₀-Bildung
- Erweiterung der Potenzialbestimmung auf PM_{2,5}
- Erarbeitung von Leitlinien zur Erstellung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen
- Weiterentwicklung bzw. Entwicklung einer vereinfachten Potenzialbestimmungsmethode

7 Literatur

7.1 Luftreinhalte- und Aktionspläne

Die Angabe eines Datums in Klammern bedeutet, dass das Datum dem Stand der pdf-Datei entnommen wurde, da das Datum der Veröffentlichung nicht im Plan genannt wurde.

7.1.1 Baden-Württemberg

Regierungspräsidium Freiburg: Luftreinhalteplan Freiburg - Entwurf; Freiburg, 13.07.2005.

Regierungspräsidium Karlsruhe: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe, Teilplan Heidelberg – Entwurf; Karlsruhe, 08.09.2005.

Regierungspräsidium Karlsruhe: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe, Teilplan Karlsruhe – Entwurf; Karlsruhe, 23.09.2005.

Regierungspräsidium Karlsruhe: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe, Teilplan Mannheim – Entwurf; Karlsruhe, 10.08.2005.

Regierungspräsidium Karlsruhe: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe, Teilplan Mühlacker – Entwurf; Karlsruhe, 09.09.2005.

Regierungspräsidium Karlsruhe: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe, Teilplan Pforzheim – Entwurf; Karlsruhe, 07.09.2005.

Regierungspräsidium Stuttgart: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart, Teilplan Ilsfeld – Entwurf; Stuttgart, August 2005.

Regierungspräsidium Stuttgart: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart, Teilplan Landeshauptstadt Stuttgart – Entwurf; Stuttgart, Juni 2005.

Regierungspräsidium Stuttgart: Luftreinhalteplan für den Regierungsbezirk Stuttgart, Teilplan Leonberg – Entwurf; Stuttgart, August 2005.

Regierungspräsidium Stuttgart: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart, Teilplan Ludwigsburg; Stuttgart, August 2005.

Regierungspräsidium Stuttgart: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart, Teilplan Pleidelsheim – Entwurf; Stuttgart, August 2005.

Regierungspräsidium Stuttgart: Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart, Teilplan Schwäbisch Gmünd; Stuttgart, August 2005.

Regierungspräsidium Tübingen: Luftreinhalteplan/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Tübingen, Städte Reutlingen und Tübingen – Entwurf; Tübingen, Juli 2005.

7.1.2 Bayern

Regierung von Mittelfranken: Luftreinhalteplan der Stadt Ansbach – Entwurf; Ansbach, 31.08.2004.

Regierung von Mittelfranken: Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Nürnberg–Fürth–Erlangen – Entwurf; Ansbach, 31.08.2004.

Regierung von Niederbayern: Luftreinhalteplan für die Stadt Passau; Landshut, (21.12.2004).

Regierung von Oberbayern: Luftreinhalteplan für die Stadt München; München, September 2004.

Regierung von Oberfranken: Luftreinhalteplan für die Stadt Arzberg; Bayreuth, (15.07.2004).

Regierung der Oberpfalz: Luftreinhalteplan für die Stadt Regensburg; Regensburg, (25.01.2005).

Regierung der Oberpfalz: Luftreinhalteplan für die Stadt Schwandorf; Regensburg, (25.01.2005).

Regierung der Oberpfalz: Luftreinhalteplan für die Stadt Weiden i. d. OPf.; Regensburg, (25.01.2005).

Regierung von Schwaben: Luftreinhalteplan Augsburg – Entwurf; Augsburg, August 2004.

Regierung von Schwaben: Luftreinhalteplanung Stadt Lindau (Bodensee); Augsburg, (14.03.2005).

Regierung von Unterfranken: Entwurf eines Luftreinhalteplanes nach §47 BImSchG für die Stadt Würzburg – Entwurf; Würzburg, 20.07.2004.

Stadt München: Das Münchner LKW-Umleitungskonzept;

<http://www.muenchen.de/Rathaus/kvr/service/aktuell/lkwumleitung/139050/index.html>, Juli 2005.

Stadt Nürnberg: Maßnahmenkatalog für einen Aktionsplan zum Luftreinhalteplan Nürnberg-Fürth-Erlangen; Nürnberg, Juli 2005.

7.1.3 Berlin

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Luftreinhalte- und Aktionsplan für Berlin 2005 – 2010; Berlin, August 2005.

7.1.4 Brandenburg

Landesumweltamt Brandenburg: Luftreinhalteplan für die Stadt Nauen; Potsdam, 27.07.2004.

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg / Fontanestadt Neuruppin: Kombinierte Lärminderungs-/ Luftreinhalteplanung im Land Brandenburg – Modellprojekt Fontanestadt Neuruppin; Potsdam / Neuruppin, August 2005.

7.1.5 Bremen

Senator für Bau, Umwelt und Verkehr: Aktionsplan zur Verminderung der Feinstaubbelastung für den Bereich der Neuenlander Straße;

<http://www.umwelt.bremen.de/buisy/luft/lrp/Aktionsplan.htm>, (15.06.2005).

Senator für Bau, Umwelt und Verkehr: Luftreinhalteplanung im Land Bremen – Entwurf;

<http://www.umwelt.bremen.de/buisy/scripts/buisy.asp?doc=LRP>, (30.12.2004).

7.1.6 Hamburg

Freie und Hansestadt Hamburg: Luftreinhalteplan für die Freie und Hansestadt Hamburg; Hamburg, Oktober 2004.

7.1.7 Hessen

Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz: Aktionsplan Darmstadt; Wiesbaden, 28.06.2005.

Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz: Aktionsplan Frankfurt am Main 2005; Wiesbaden, Oktober 2005.

Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz: Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main; Wiesbaden, 02.05.2005.

7.1.8 Niedersachsen

Niedersächsisches Umweltministerium: Luftreinhalte- und Aktionsplan Hannover, Göttinger Straße – Entwurf; Hannover, 04.01.2005.

Stadt Braunschweig: Sofortmaßnahmen zur Reduzierung der Feinstaub-Schadstoffimmission an der Messstation Bohlweg; Braunschweig, 04.04.2005.

7.1.9 Nordrhein-Westfalen

Bezirksregierung Arnsberg: Aktionsplan Dortmund Brackeler Straße; Arnsberg, Juni 2005.

Bezirksregierung Arnsberg: Luftreinhalteplan für den Bereich Hagen Innenstadt; Arnsberg, (22.10.2004).

Bezirksregierung Arnsberg: Luftreinhalteplan Hagen Innenstadt – 1. Fortschreibung und Aktionsplan Innenstadtring – Entwurf; Arnsberg, Juli 2005.

Bezirksregierung Düsseldorf: Aktionsplan Duisburg–Nord; Düsseldorf, 01.08.2005.

Bezirksregierung Düsseldorf: Aktionsplan Düsseldorf–Ludenberger Straße – Entwurf; Düsseldorf, 26.09.2005.

Bezirksregierung Düsseldorf: Aktionsplan Düsseldorf–Südliche Innenstadt; Düsseldorf, 01.06.2005.

Bezirksregierung Düsseldorf: Aktionsplan Essen (Gladbecker Straße); Düsseldorf, 16.06.2005.

Bezirksregierung Düsseldorf: Aktionsplan Wuppertal–Barmen Steinweg; Düsseldorf, (08.07.2005).

Bezirksregierung Köln: Aktionsplan in der Umgebung des Tagebaus Hambach; Köln, 29.09.2005.

Bezirksregierung Düsseldorf: Aktionsplan Krefeld–Hafen – Entwurf; Düsseldorf, (14.06.2005).

Bezirksregierung Düsseldorf: Luftreinhalteplan der Bezirksregierung Düsseldorf für Duisburg–Nord II – Entwurf; Düsseldorf, (01.09.2005).

Bezirksregierung Düsseldorf: Luftreinhalteplan Düsseldorf–Südliche Innenstadt; Düsseldorf, 11.10.2004.

Bezirksregierung Düsseldorf: Fortschreibung des Luftreinhalteplanes Düsseldorf–Südliche Innenstadt - Entwurf; Düsseldorf, 26.09.2005.

Bezirksregierung Düsseldorf: Luftreinhalteplan Duisburg-Nord; Düsseldorf, (09.11.2004).

Bezirksregierung Düsseldorf: Luftreinhalteplan der Bezirksregierung Düsseldorf für Krefeld Hafen – Entwurf; Düsseldorf, (22.08.2005).

Bezirksregierung Münster: Luftreinhalteplan Castrop-Rauxel 2005 – Entwurf; Münster, (06.09.2005).

7.1.10 Rheinland-Pfalz

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht: Luftreinhalteplan Feinstaubbelastung Ludwigshafen–Heinigstraße 2003/2004; Oppenheim, März 2005.

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht: Luftreinhalte- und Aktionsplan Mainz-Parcusstraße 2003 bis 2005 - Feinstaubbelastung; Oppenheim, September 2005.

7.1.11 Sachsen

Regierungspräsidium Leipzig: Aktionsplan zur Luftreinhaltung für die Stadt Leipzig; Leipzig, (30.06.2005).

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Luftreinhalteplan für die Stadt Leipzig; Dresden, 15.09.2005.

7.1.12 Sachsen-Anhalt

Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt: Feinstaub PM₁₀ – vorläufiger Aktionsplan 2005 für die Stadt Halle (Saale) – Entwurf; Magdeburg, Mai 2005.

Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt: Luftreinhalte- und Aktionsplan für die Stadt Aschersleben 2005 – Entwurf; Magdeburg, 15.06.2005.

7.1.13 Schleswig-Holstein

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein: Luftreinhalteplan Itzehoe – Entwurf; Kiel, 12.08.2005.

7.1.14 Thüringen

Thüringer Landesverwaltungsamt: Aktionsplan Erfurt 2005 – Entwurf; Weimar, Juli 2005.

Thüringer Landesverwaltungsamt: Luftreinhalteplan Erfurt; Weimar, (20.07.2005).

7.2 Sonstige Literatur

[ADAC 2006] Allgemeiner Deutscher Automobil-Club. Internet.

http://www.adac.de/Auto_Motorrad/Tanken/Russpartikelfilter/.

[Ayala 2002] Ayala, A. et al: Diesel and CNG Heavy-duty Transit Bus Emissions over Multiple Driving Schedules: Regulated Pollutants and Project Overview; Society of Automotive Engineers. Warrendale, 2002.

[BImSchG 2002] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge - Bundes-Immissionsschutzgesetz. Berlin, 2002.

[22. BImSchV 2002] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22.BImSchV) vom 11.09.2002, BGBl. I S. 3626. Berlin, 2002.

[BMU 2005] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Pressemitteilung Nr. 324/05: Nachrüstung der Diesel-PKW kann beginnen. Pressedienst. Berlin, 2005.

- [BMU 2006] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Hintergrundpapier zum Entwurf einer Verordnung zur Kennzeichnung emissionsarmer Kraftfahrzeuge. Berlin, 2006.
- [BUWAL 2004] Keller, M. und Zbinden, R.: Luftschadstoffemissionen des Straßenverkehrs 1980 - 2030. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern, 2004.
- [CAI 2006] Clean Air Initiative: CNG Bus. Internet.
http://www.cleanairnet.org/infopool/1411/propertyvalue-17731.html#h2_4.
- [Düring 2003] Düring et al.: Quantifizierung der PM10-Emissionen durch Staubaufwirbelung und Abrieb von Straßen auf Basis vorhandener Messdaten. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg. Stuttgart, 2003.
- [Düring 2004] Düring et al.: Auswertung der Messungen des BLUME während der Abspülmaßnahmen am Abschnitt Frankfurter Allee 86. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Radebeul, 2004.
- [Düring 2005] Düring et al.: Auswertung der Messungen des BLUES während der Abspülmaßnahmen im Bereich der Messstation Neuenlanderstraße in Bremen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. Radebeul, 2005.
- [EU 1996] Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27.9.1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 296/55 vom 21.11.1996.
- [EU 1999] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22.4.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 163/41 vom 29.6.1999.
- [Fanick 2001] Fanick, E. R. et al.: Comparison of Emission Characteristics of Conventional, Hydrotreated, and Fischer-Tropsch Diesel Fuels in a Heavy-Duty Diesel Engine. Society of Automotive Engineers. SAE Technical Paper 2001-01-3519. Warrendale, 2001.
- [Hentze 2006] Hentze, H.-W.: Praktische Erfahrungen zur Verringerung der Luftschadstoffbelastung PM₁₀ und NO₂ durch verkehrliche Maßnahmen in Düsseldorf. Konferenz/ Workshop: Praktische Erfahrungen zur Verringerung der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen in Städten. Berlin, 2006.

- [IFEU 2000] Lambrecht, U. und Höpfner, U.: Mögliche Diskrepanzen bei der Bestimmung von Partikeln. Institut für Energie- und Umweltforschung. Im Auftrag des Umwelt- und Verkehrsministeriums von Baden-Württemberg. Heidelberg, 2000.
- [IFEU 2004] Lambrecht, U. et al.: Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen. Institut für Energie- und Umweltforschung. Heidelberg, 2004.
- [IFEU 2005] Knörr, W.: Fortschreibung "Daten- und Rechenmodell: Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980 - 2020", Erstellung und Aktualisierung der Software TREMOD - Transport Emission Model. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Ab 1993 im Auftrag des UBA und seit 2000 der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)/BMVBW; dazu Kooperationsabkommen mit dem Verband der Automobilindustrie, Frankfurt; mit dem Mineralölwirtschaftsverband, Hamburg; mit der Deutschen Bahn AG; laufende Arbeiten. Heidelberg, 2005.
- [IMMIS^{luft} 2004] Handbuch zu IMMIS^{luft}, IVU Umwelt GmbH.
siehe www.IVU-Umwelt.de
- [INFRAS 2004] HBEFA Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1. Im Auftrag der UBA Berlin / BUWAL Bern / UBA Wien. Februar 2004.
- [IVU 2002]: Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz. 2002.
- [IVU 2005a] Wiegand, G., Pfäfflin, F.: Ausbreitungsrechnungen mit dem RCG/CPB-Modell als Beitrag zur Ursachenanalyse im Ballungsraum Kassel. 2005.
- [IVU 2005b] Diegmann, V., Wiegand, G.: Untersuchung des Potentials und der Umsetzbarkeit von Maßnahmen und der damit erzielbaren Minderung der Feinstaub (PM₁₀)- und Stickoxidemission in Berlin. 2005.
- [Landahl 2006] Landahl, G.: Carrots and sticks for cleaner air in Stockholm. Konferenz/ Workshop: Vivaldi National Conference. Bremen, 2006.
- [Nylun 2004] Nylun, N.-O. et al.: Transit bus emission study: Comparison of emissions from diesel and natural gas buses. Research report.

- [Ostmann et al. 1996] Ostmann, C., Stern, R., Wiegand, G.: Canyon Plume Box Modell, Version 3, Release 8, Handbuch. IVU Gesellschaft für Informatik, Verkehrs- und Umweltplanung mbH. Abschlussbericht zum FE-Vorhaben 104 02 811 des Umweltbundesamts, Berlin, 1996.
- [Schaberg 2000] Schaberg, P. W. et al.: Comparative Emissions Performance of Sasol Fischer-Tropsch Diesel Fuel in Current and Older Technology Heavy-Duty Engines. Society of Automotive Engineers. SAE Technical Paper 2000-01-1912. Warrendale, 2000.
- [Stern 2003] Stern, R.: Entwicklung und Anwendung des chemischen Transportmodells REM/CALGRID. Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 298 41 252 des Umweltbundesamts „Modellierung und Prüfung von Strategien zur Verminderung der Belastung durch Ozon“. 2003.
- [Stern et al. 2003]) Stern, R., Kerschbaumer, A., Fath, J.: Anwendung des chemischen Transportmodells REM/CALGRID auf die Region Berlin-Brandenburg. Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 29943 246 auf dem Gebiet des Umweltschutzes „Entwicklung eines Modellsystems für das Zusammenspiel von Messung und Rechnung für die bundeseinheitliche Umsetzung der EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität“. 2003.
- [Stern 2005] Stern, R.: Erstellung einer hoch aufgelösten Emissionsdatenbasis für Deutschland und Europa, Bezugsjahre 2000 und 2010. Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben Nr. 202 43 270 des Umweltbundesamts. 2005.
- [Stern et al. 2005] Stern, R., Kerschbaumer, A., Reimer, E.: Ausbreitungsrechnungen mit dem chemischen Transportmodell REM-CALGRID als Beitrag zur Ursachenanalyse im Ballungsraum Kassel. Bericht der Arbeitsgruppe TRUMF am Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin für das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie im Unterauftrag der IVU Umwelt GmbH. 2005.
- [TNO 2005] Teeuwisse, S.: Handleiding bij software packet CAR II versie 4.0, TNO-rapport, RI-A R 2005/074. 2005.
- [Yamartino 1986] Yamartino, R. J., Wiegand, G.: Development and Evaluation of Simple Models for the Flow, Turbulence and Pollutant Concentration Fields within an Urban Street Canyon. Atmospheric Environment Vol.20, 1986, No.11, pp 2137-2156.

[TfL 2005] Transport for London: Impacts monitoring. Third annual report 2005. London, 2005.

[UBA 1999] Kolke, R.: Gegenüberstellung von konventionellen und alternativen Antrieben aus Sicht einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Konferenz/ Workshop: Motorische Verbrennung. Haus der Technik, Essen, 1999.

[UBA 2005] Umweltbundesamt: Förderung von Partikelfiltern durch die LKW-Maut. Dessau, 2005.

[UMEG 2003] UMEG: Ursachenanalyse im Rahmen der Erarbeitung von Luftreinhalteplänen in Baden-Württemberg nach § 47 Abs. 1 BImSchG für das Jahr 2002. Karlsruhe, 2003.

8 Anhang

Maßnahmenschema in der Excel-Datei *massnahmen_lrp_ap_endfassung.xls*

Zur Klassifizierung der Maßnahmen wurde ein Maßnahmenschema entwickelt. Das Maßnahmenschema wurde mit maßnahmenbezogenen Daten aus 53 Luftreinhalte- und Aktionsplänen der Überschreitungsjahre 2002 bis 2005 gefüllt.

Die Excel-Datei, in der 246 Maßnahmen aufgeführt sind, trägt die Bezeichnung *massnahmen_lrp_ap_endfassung.xls*. Die Datei besteht aus einem Tabellenblatt mit dem Namen *Alle Maßnahmen*.

Kommentare an den Spaltenköpfen des Tabellenblatts erleichtern das Verständnis und entsprechen den in der Dokumentation (Tabelle 3-2) aufgeführten Erklärungen.

Abschließend wurden die Maßnahmen, die sowohl für PM₁₀ als auch für NO₂ gelten, dupliziert. Somit kann in der Excel-Tabelle als Filtereinstellung ein bestimmter Schadstoff ausgewählt werden, danach werden alle Maßnahmen angezeigt, die diesen Schadstoff reduzieren. Es ergeben sich insgesamt 454 Zeilen im Maßnahmenschema.

Erläuterungen zum Maßnahmenschema finden sich in Kapitel 3.2 (Quellgruppen) und in Kapitel 3.3 (Handlungsfelder). Eine ausführliche Dokumentation bietet Tabelle 3-2 in Kapitel 3.4.

Hinweise zur Funktionalität des Excel-Autofilters sind in Kapitel 0 aufgeführt.

Maßnahmenanalyse nach ausgewählten Schwerpunkten in der Excel-Datei
MN-Analyse_nach_Schwerpunkten.xls

Die 644 Maßnahmen aller 49 vorliegenden Pläne mit Überschreitungsfällen des Tagesmittelwerts von PM₁₀ wurden bezüglich ausgewählter Schwerpunkte analysiert.

Die Excel-Datei mit den Ergebnissen dieser Schwerpunktanalyse trägt die Bezeichnung *MN-Analyse_nach_Schwerpunkten.xls*. Die Datei besteht aus 9 Tabellenblättern.

Tabelle 3-6 in Kapitel 3.7 führt die Schwerpunkte auf, die bei der Maßnahmenanalyse gesetzt wurden.

Analyse der Luftreinhaltepläne nach standardisierten Kriterien in der Excel-Datei *lrp_2002_analyse_endfassung.xls*

Es wurde ein Kriterienkatalog zur Analyse der Luftreinhaltepläne des Überschreitungsjahres 2002 entwickelt. Die Luftreinhaltepläne wurden nach diesen standardisierten Kriterien analysiert. Die Ergebnisse wurden in die Excel-Datei aufgenommen, hierbei wurde der Kriterienkatalog bei Bedarf erweitert und angepasst. Alle Angaben zu den beiden Schadstoffen NO₂ und PM₁₀ wurden berücksichtigt.

Die Excel-Datei des so entwickelten Kriterienkatalogs mit der vollständigen Auswertung der Luftreinhaltepläne trägt die Bezeichnung *lrp_2002_analyse_endfassung.xls*. Die Datei besteht aus 9 Tabellenblättern. Kommentare an den Spaltenköpfen der Tabellenblätter erleichtern das Verständnis.

Tabelle 2-18 in Kapitel 2.3.6 zeigt, welche Kriterien in den jeweiligen Tabellenblättern aufgeführt werden.